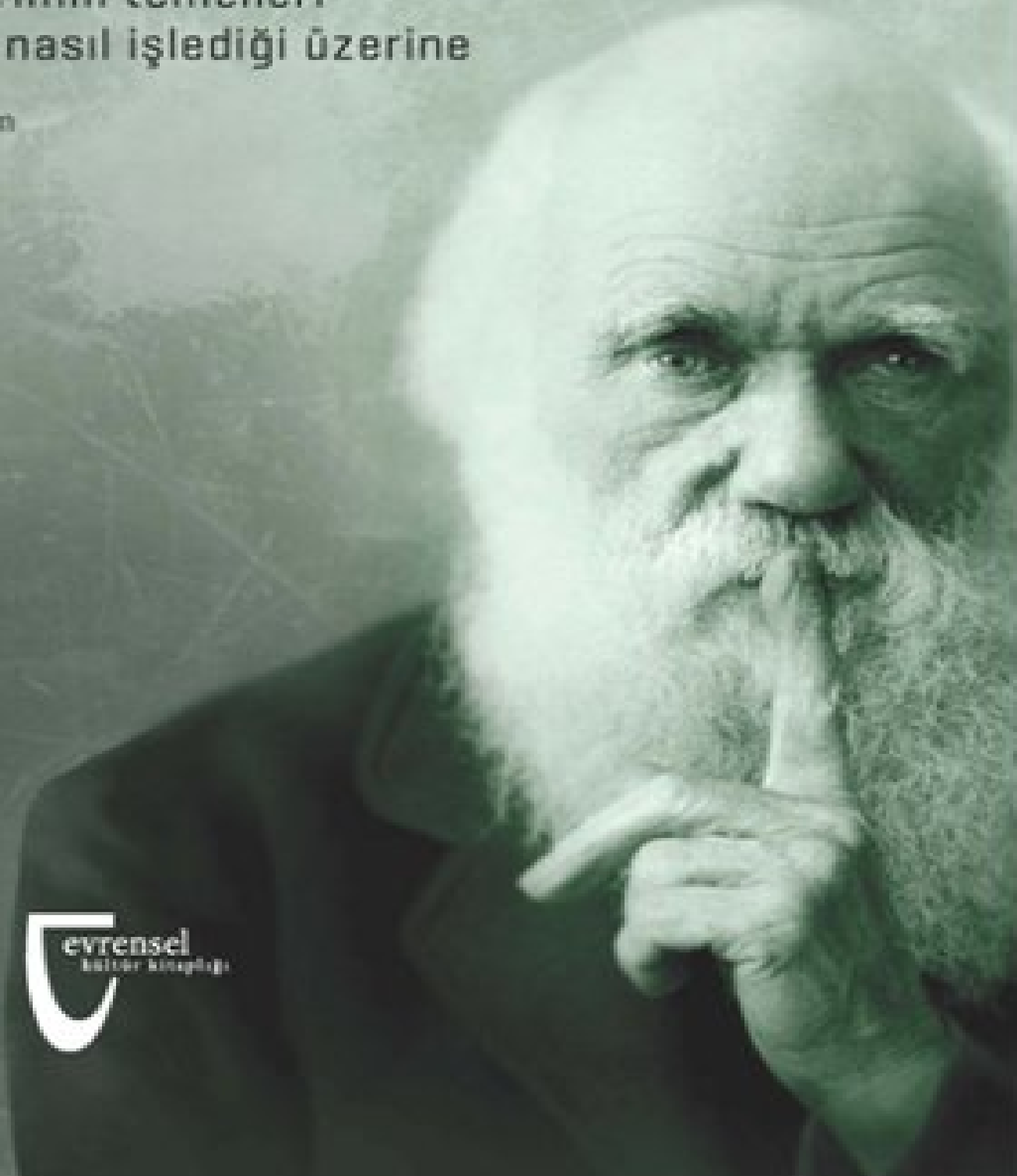


ÇAĞRI MERT BAKIRCI

# EVİRİM KURAMI VE MEKANİZMALARI

evrimin temelleri  
ve nasıl işlediği üzerine

bilim





Çağrı Mert Bakırcı

# **Evrım Kuramı ve Mekanizmaları**

*–evrimin temelleri ve nasıl işlediği üzerine–*

Bilim

**DOĞA BASIN YAYIN**

**Dağıtım Ticaret Limited Őirketi**

Tarlabası Blv. Kamerhatun Mah. Alhatun Sk. No: 25 Beyoğlu / İstanbul

T: 0212 255 25 46 F: 0212 255 25 87

[www.evrenselbasim.com](http://www.evrenselbasim.com) - [info@evrenselbasim.com](mailto:info@evrenselbasim.com)

Evrensel Basım Yayın **548**

Evrensel Kùltür Kitaplığı **4**

**Evrım Kuramı ve Mekanizmaları: Çağrı Mert Bakırcı**

Kapak Uygulama: Devrim Koçlan

**ISBN 978-605-4834-46-4**

© Evrensel Basım Yayın 2013 - Sertifika No: 11015

Birinci Basım Aralık 2013 • İstanbul

Baskı: Ezgi Matbaacılık Tekstil Pors. İnş. San. Tic. Ltd. Őti.

Sanayi Cd. Altay Sok. No: 14 Yenibosna / İstanbul • Sertifika No: 12142

T: 0212 452 23 02 - [www.ezgiatbaa.net](http://www.ezgiatbaa.net)

# **Evrin Kuramı ve Mekanizmaları**

*–evrimin temelleri ve nasıl işlediği üzerine–*

*Her zaman yanımda olan  
Seray'ıma,  
Her şeyi mümkün kılan  
canım aileme  
ve  
doğanın ihtişamı karşısında  
nefessiz kalan  
herkese...*

# KİTABIN ÖNEMİ: ERGİ DENİZ ÖZSOY'DAN BİR ÖNSÖZ...

Evrimsel biyoloji Charles Darwin'e çok şey borçlu kuşkusuz. Ancak *Türlerin Kökeni*'nin yayımlanması ardından geçen 150 yılı aşkın süre boyunca gelinen noktada, yüzyılın bilimi sıfatını hak etmesi yanında evrimsel biyolojinin uzman olmayanlarca anlaşılmasının güçleşmesinin yarattığı sıkıntılar da cabası. Evrimin anlaşılmasını güçleştiren temel neden ise, evrimsel biyolojinin popülerleştirilemeyecek denli karmaşık ve dağınık bir kuramsal yapısının bulunuşu değildir. Asıl sorun, evrimi bir anlatı olarak avamlaştıran iki görünüş itibarıyla zıt ancak sonuç itibarıyla aynı bilgi kirliliğine çıkan tarihsel çatışmadan kaynaklanmakta.

Bunlardan birincisi, evrimi anlatmak adına, biyolojik indirgemeciliği esas alan bir tür avam evrimcilik olup canlı çeşitliliğini esas alan evrimsel biyolojik argümanları "*dünya sahnesindeki pençeleri kanlı bir var olma savaşı*" şeklinde ilan eden hikâyeler toplamıdır. Diğeri ise, herhangi bir bilimsel tarafı bulunmayıp inancın kötüye kullanılmasını düstur edindiği açıkça görülen, tarihsel sosyolojik sebepleri açısından inceleme konusu olabilse de, bilim iddiası safsatalar toplamından ibaret evrim karşıtlığıdır. Birbirine zıt gözükken bu iki bilgi kirliliği kaynağının sonuç olarak yarattığı ise evrimin doğru şekilde anlaşılmasına ket vurmaktır. Türkiye'de ise bu iki kutbun sözde duayenleri ve uzmanları da hayli bolca bulunmaktadır ne yazık ki.

Çağrı Mert Bakırcı'nın elinizde tuttuğunuz *Evrım Kuramı ve Mekanizmaları: Evrimin Temelleri ve Nasıl İşlediği Üzerine* adlı kitabı ise, bu bulanıklığı aralamaya çalışan ve bunu yaparken de evrimsel biyolojinin pek çok yönünü başarıyla popülerize eden bir eser. Gündelik hikâyeler üzerine kurulu başlangıçlarıyla Çağrı, evrimi yalın bir şekilde aktarmaya çalışıyor okura ve bunu da gayet başarılı bir şekilde yapıyor. Türkiye'de bilimin yaygınlaştırılması konusunda çok önemli çalışmalar yürüten Evrim Ağacı'nın da kurucusu olan bu genç bilim tutkununun ve bilim insanı adayının elinden çıkan bu güzel eser keyifle okunuyor. Kitabın Türkiye'deki evrimsel biyoloji yazını içinde müstesna bir yeri olacağına eminim.

*Ergi Deniz Özsoy*



## YAZARIN ÖNSÖZÜ

Charles Robert Darwin; ilk olarak 24 Kasım 1859 tarihinde basılan kitabı *Türlerin Kökeni*'nde, bilim tarihinin günümüzdeki en güçlü kuramlarından biri olan Evrim Kuramı'nı ve mekanizmalarını detaylıca işleyip açıkladıktan sonra, sözlerini şu kelimelerle bitiriyordu: *“Bir ya da birkaç biçimde başlayan yaşamı böyle anlayan ve bu gezegen, çekimin değişmez yasasına göre dönüp dururken, böylesine basit bir başlangıçtan en güzel, en olağanüstü biçimlerin evrimleşmiş ve evrimleşmekte olduğunu kavrayan bu yaşam görüşünde gerçekten ihtişam vardır.”*

Darwin, doğanın ve buna bağlı olarak canlıların değiştiğini fark eden ne ilk bilim insanıydı ne de son olacaktı. Ancak Darwin'den önceki insanlar, bu değişim gerçeğini detaylandırılmamış bir düşünce seviyesinde bırakmışlar ve birçoğu, konunun özünü ve ana prensiplerini ıskalamıştır. Darwin, işte bu doğa gerçeklerini alıp, kendi gözlem ve keşifleriyle birleştirip zenginleştirmiştir ve yaptığı deneyler, incelemeler ve açıklamalarla sarsılmaz ve birçok farklı açıdan desteklenecek bir yapıya sokmuştur. Doğadaki gerçekler hakkında verdiği örnekler sayesinde kendi çağını aşacak bir başyapıt ortaya çıkarmıştır. Darwin, kuramını geliştirdiği süre zarfında sayısız başarılı keşfe imza atmış ve bunlar sayesinde çağının hep birkaç adım ötesinde yer almıştır. Genç yaşından beri hep doğanın ihtişamına heyecan duymuş, bu heyecan onu denizler

aşırı yolculuklara itmiş, gerçeğe ulaşma merakı onu bilimin içerisine çekmiş ve sonunda, binlerce yıllık bir soru olan “Biz nereden geldik?” sorusuna ilk defa bilimsel cevap verebilmemizi sağlamıştır.

Darwin, canlılığın doğal süreçlerle başlayıp çeşitlenebileceğini, canlılığın nesiller içerisinde değişebileceğini fark eden son bilim insanı da değildir. Darwin’den sonra gelen yüzlerce, binlerce evrimsel biyolog, Darwin’in net bir şekilde ileri sürdüğü kuramı ele alıp geliştirmiş, hatalarından ayıklamış, eksik kısımlarını tamamlamış, fazla kısımlarını yontmuş ve hatta bilimin dört bir yanından, yüzlerce farklı disiplinle birleştiği noktaları ortaya çıkararak, modern bilimin hızla ilerlemesini ve güçlenmesini sağlamışlardır. Evrimsel Biyoloji’nin doğuşu, hiç şüphesiz ki modern bilimin gidişatını etkilemiş, günümüzdeki birçok bilimin temellerini atmış veya en azından zaten var olan bilimlere hiç edinemedikleri bir bakış açısı kazandırmıştır. Bu, dünya çapında çalışmalar yürüten yüz binlerce bilim insanının tutkulu emeklerinin bir ürünüdür.

Öte yandan fizik alanında yaşanan birçok gelişme sonucunda modern bilim, bir diğer koldan gelişmesini sürdürmüştür. Kuantum fiziğinin geliştirilmesi sonucu fizik kuralları ile ilgili bildiklerimizin altüst olması, insanın doğaya bakışını değiştirmiş, Evren’de akıl almaz bir karmaşıklığa sahipmiş gibi gözükken her olgu ve olayın bilimsel temelde açıklanabileceği gerçeği fark edilmiştir.

İşte bilimde, bu çağ değiştirecek nitelikteki keşifler ve icatlar yapılırken ne yazık ki zaten uzun yüzyıllardır

bilimden gitgide kopan halk, artık bilimin ilerleyişine hiç yetişemez bir hale gelmiştir. Eskiden felsefe sayesinde halk ile kolaylıkla buluşabilen bilim, felsefenin modern bilimin ilerleyişinin çok gerisinde kalmasıyla halktan kopmuş ve sadece bilim insanlarının tam olarak kavrayıp yön verebilecekleri bir alan haline gelmeye başlamıştır. Bilim-kurgu alanının hız kazanmasıyla, felsefenin bilimi itici özelliğini yitirmesiyle açılan boşluk kısmen doldurulmuş ve bilim, insanın hayal gücü sayesinde bilimden önde gidebilecek, bilime yol gösterebilecek bir araca yeniden kavuşmuştur. Bu defa da beklenmedik ve üzücü bir diğer durum doğmuş, bilim-kurgu da modern bilimi bilim-dışı yerlere yorumlayarak doğanın en temel ilkeleriyle yer yer çatışmaya başlamış, sırf insanların hayal gücüne ve merakına hitap edebilmek için, gerçeklerden ve net bir şekilde bildiğimiz doğa yasalarından uzaklaşmıştır (birçok kaliteli bilim-kurgu ürününün üretilmiş olması ve üretilmeye devam ediyor olması bir yana). Bu da dünya halklarının bilimden ve gerçeklikten yeniden uzaklaşmasına sebep olmuş, hatta üzücü bir şekilde bilimi yanlış veya eksik öğrenmelerine yol açmıştır.

Bu durumdan en ciddi şekilde etkilenen malum sebeplerden ötürü biyoloji olmuştur. Evren'in kökenlerini yeni yeni anlamaya başlayan fizik bir yana bırakıldığında, canlılığın ve insanın kökenlerini, gelişimini, dününü, bugününü, yarınını inceleyen bir bilim dalı olarak biyoloji, her zaman insanların ilgi odağı haline gelmiştir. Bunun sebeplerinden biri de biyolojinin fizik ve kimya gibi bilimlere göre biraz daha kolay anlaşılıp yorumlanabilir olması; en azından

halklarda böyle bir algının oluşmuş olmasıdır. Bu hatalı yaklaşımın en kritik sonucu ise, konusunda uzman olmayan kimselerin, bilimsel kuramlarla ilgili yargılayıcı sonuçlara varması, bu çarpık düşüncelerini halkı ve bilimsel bilgiyi manipüle etmek için kullanmaları ve bilime olan saygının azalmasına neden olmalarıdır. Elbette ki bilim herkes tarafından öğrenilebilir ve herkese, her türlü sorgulamaya açık bir bilgi türüdür; ancak bilimsel bir tartışmanın yürütülebilmesinin ve bilimsel yargılara varılabilmemesinin tek yolu bilim eğitimi almış olmaktan geçmektedir. Bilim, şimdiye kadar bildiğimiz tüm bilgi türleri arasında gerçeklere en yüksek başarıyla yaklaşabilen yöntemdir ve bunu yapabilmesinin tek yolu, son derece güvenilir ve tarafsız bir yöntem olan “bilimsel metod”un eksiksiz ve sürekli uygulanmasıdır. Bilimsel metodun basamaklarının sağlıklı bir şekilde uygulanabilmesi için bireylerin bu konuda eğitilmiş, deneyimli olmaları gerekmektedir. Yoksa her kafadan bir sesin çıktığı ve hiçbir sesin gerçekleri yansıtmadığı bir uğultuyla karşı karşıya kalırız ki, bugün ülkemizde ve dünyanın genelinde Evrim Kuramı ile ilgili olarak gördüğümüz de budur.

Hele ki halk arasından bazı “cengâverler” çıktığında ve açıkça bilim düşmanı olan bu insanlar Evrim Kuramı’nı (ve hatta bilimin geri kalan her alanını) tamamen anlamışlar gibi, bilim ile alakası olmayan iddialar üzerinden halka hitap ettiklerinde, bilimin anlaşılması konusunda çok daha ciddi sorunlar doğabilmektedir. Bu kişilerin konu hakkında hiçbir akademik deneyimi ve geçmişi olmaması bir yana, aynı

zamanda sadece para ve ün peşinde olmalarından ve buna yönelik her çalışmayı yürütmelerinden ötürü halkın bilime ve gerçeklere bakış açısı çok daha farklı boyutlara ulaşmıştır. Öyle ki, bu bilim dışı kaynakların süslü ve edebi sözleri, dünyanın dört bir yanında araştırmalar yürüten, ömürlerinin yarısından fazlasını bilimin ufacık bir dalını, minik bir adım da olsa ilerletmeye çalışan, on binlerce farklı üniversite ve bilim kuruluşundan gelen, yüz binlerce bilim insanının sözlerinin ve açıklamalarının ikinci plana atılmasına sebep olmuş, bu bilgisiz yığınin içi boş lafları, halkın gözünde, konunun uzmanlarının makalelerinden daha değerli bir konuma ulaşmıştır. Halkımız, ömrünü bilime adanmış insanların sözlerine değer vermek yerine, insanlara duymak istediklerini söyleyen kişilerin sözlerine kanmış, inanmıştır. İşte bir toplumun cahilleştirilmesinin en kolay yolu budur. Bilimi, toplumları manipüle etmek için kullanan bu insanların çabaları o kadar uzun zamandır süregelmektedir ki, sadece bir nesle ait bireyler değil, kuşaktan kuşağa aktarılan çarpık bilgilerden ötürü birçok nesil bilimi hatalı, eksik ve çarpıtılmış olarak öğrenmiştir.

Hâlbuki bilimin kendi içerisindeki gelişiminin, yine kendisi içerisinde büyük devrimlere yol açması, bizlere bu yeni keşfedilen ve geliştirilen bilim dallarının gücünü açıkça göstermektedir. Bilim, her fırsatta halkın inatla, şartlandırılmış bir şekilde teptiği bilim dallarını kullanarak insanların sorunlarına çözümler üretmekte, her seferinde biraz daha iyisini başarmayı hedeflemektedir. İnsanlar bilimi, bilim dışı kaynakların sözlerinden öğrenmeye çalışmak yerine, bilimin

kalbinden gelen, bu işin eğitimini almış ve üzerinde çok uzun mesailer harcamış kişilerden öğrenmelidir. Bunu yapabilen bir birey görecektir ki, bir insanın fiziği, kimyayı, biyolojiyi öğrenmesi, onun hayata bakışını değiştirecek, kendi özünü hatırlamasını ve kucaklamasını sağlayacak, insanın son birkaç yüz yıldır sürekli gökyüzünde gezen aklını yeryüzüne, gerçekte ait olduğu yere indirecek ve doğanın ihtişamı karşısında büyülenmesini, meraklanmasını sağlayacaktır.

Her bilimin insana kattıkları birbirinden farklı olmakla birlikte, benim bu kitabımda inceleyeceğim bilim dalı, uzun yıllarımı gerek popüler, gerekse akademik olarak adadığım Evrimsel Biyoloji olacaktır. Siz okurlarıma, bu konuda onlarca farklı şehir, lise ve üniversitede verdiğim birçok farklı eğitim seminerinde olduğu gibi ve “Evrimsel Ağacı” isimli internet sayfamız (Facebook, Twitter ve internet sitelerimiz) üzerinden her zaman yaptığım gibi, bir sohbet havasında Evrimsel Biyoloji’yi ve daha da önemlisi bu bilimin temellerini tanıtmaya çalışacağım. Bu süreçte, konuya yeni giriş yapmış kişilere bilimsel bir yol göstermeye çalışırken, konu hakkında deneyimli olan okurlarıma ise değişik bir bakış açısı kazandırmaya çalışacağım. Kitabımın her bölümünün, o bölüm ile ilgili bir hikâye ile başladığını ve bu hikâye üzerinden geliştiğini göreceksiniz. Böylece sadece teorik bir şekilde bilgilerin aktarılmasındansa, pratik olarak bu bilgilerin doğadaki ve dolayısıyla gerçekteki uygulamalarını ve örneklerini görebileceksiniz. Burada belirtmek isterim ki okuyacağınız hikâyelerin tamamı yaşanmış/gözlenmiş/gerçek olaylara dayanmaktadır. Ayrıca kitapta bahsedilen bütün bilimsel teknikler,

örnekler ve teknolojiler gerçektir. Her biri gözlenmiş veya uygulanmıştır. Hiçbiri hayal ürünü değildir. Benzer şekilde, kitap içerisinde bahsedilen tüm araştırmalar gerçektir ve bu alanlardaki sayısız makaleden alınan bilgilerden seçilip süzülerek derlenmiştir. Dolayısıyla kitabın içerisindeki her konuyla ilgili literatürde sayısız makale bulmanız mümkündür.

Evrimsel Biyoloji'nin insanın hayata bakış açısını değiştirdiğinden, bu değişimi uzun yıllar önce deneyimlemiş biri olarak eminim. İnsanın ancak kendini üstün görmeyi bir kenara bırakıp, içerisinde kademe kademe, binbir zorluktan geçerek ve nice kayıplar vererek geldiği doğayı kucaklamayı öğrendiği zaman özgürleşeceğine ve ancak o zaman hayata daha geniş, daha kontrollü, daha ayakları yere basan bir açıyla bakacağını düşünüyorum. Kitabımı, bundan 150 yıl önce Darwin'i, aradaki süreçte binlerce bilim insanını ve bugün de beni ve sayısız bilim insanını böylesine heyecanlandıran ve gerçeklere bir adım daha yaklaştığımızı hissettiren bakış açısını, bu ihtişamlı yaşam görüşünü tüm okurlarıma kazandırabilmek amacıyla kaleme alıyorum. Umuyorum ki hem Evrimsel Biyoloji için, hem Türkiye için, hem de bilime ilgi duyan bütün okurlar için faydalı bir yapıt olacaktır.

Kitabın ilk bölümünde, bugüne kadar hakkında milyonlarca tartışma yapılmış olmasına rağmen hâlâ tam olarak anlaşılammış hipotez-teori-kanun üçlemesini açıklığa kavuşturmaya çalışacağım ve umarım artık bu konuda "Ama evrim sadece bir teori, neden doğru kabul edelim ki?" şeklinde gelen, artık bıkkınlık verecek kadar bayağı düzeydeki cümlelerden kurtulacağız. Uyarmakta

fayda görüyorum: bu bölüm evrimden çok fizikle ilgili olacaktır. Bu bana kalırsa mantıklı ve işlevseldir. Çünkü temel bilimlerin çalışma alanları açısından fizik, en temelde, her şeyin başlangıcını incelemektedir. Fiziksel olarak doğan ve çeşitlenen elementler, kimyayı doğurmuştur. Bu kimyasallar da nihayetinde biyolojik unsurların oluşumunu ve evrimini mümkün kılmıştır. Dolayısıyla evrime giriş yapmadan önce, bir bölümü fizikle ilgili konulara ayırmak faydalı olacaktır diye düşünüyorum. Belki bu bölümdü anlatacaklarım doğrudan evrim mekanizmaları ile ilgili olmasa da bazı önemli kavramları açıklayabilmem açısından önemli birer araç olacaktır. İkinci bölümde sizleri canlılığın tanımına götüreceğim ve modern bilimin canlı-cansız ayrımını (eğer öyle bir ayrım varsa) nasıl yaptığını izah etmeye çalışacağım. Böylelikle hayat görüşünüzde bazı önemli değişimler yaratabileceğime inanıyorum ve aynı zamanda bilimsel gerçekleri görmemiz de çok daha kolaylaşacaktır. Bu bölüm de ilk bölüm gibi evrimden bir miktar uzak olacaktır ve daha çok biyokimya içerecektir. Böylece ilk bölümdeki fizikle ilgili bilgilerden, üçüncü ve sonraki bölümlerdeki biyolojik bilgilere geçmeden önce, arada kimya dahilindeki köprüyü de atlamamış olacağız. Cansız yapıların, fizik ve fizikten doğan kimya yasaları etkisi altında nasıl canlı yapıları oluşturabildiğini bu bölümde kısaca izah edeceğim. Böylece canlıyla cansız arasındaki farklılıkları (farksızlığı) da açıklamış olacağım. Üçüncü bölümden itibaren ise kitabın kalbini oluşturan Evrim Mekanizmalarına girmeye başlayacağım.



Tabii ki, ilk olarak gezegenimizde gördüğümüz muazzam canlı çeşitliliğini yaratan ve mümkün kılan genetik mekanizmaların birçoğunu ele alarak Evrim Mekanizmalarına giriş yapacağım ve üçüncü bölümün tamamını bu mekanizmalara ayıracağım. Bu kısımda, evrimi sadece mutasyonlara indirgeyerek akli sıra çarpık evrim senaryoları yazıp çizen iddialara da son noktayı koyacağız. Bunları tamamen anladıktan sonra, dördüncü bölüme geçerek, evrimsel değişimi asıl mümkün kılan mekanizmalara değinmeye başlayacağım. Darwin'in Evrim Kuramı'nı geliştirirken izlediği adımları aynen siz okurlarıma takip ettireceğim ve önce yapay seçilimi tamamen algıladıktan sonra, onu nasıl doğaya uyarlayabileceğimizi beşinci bölümde anlatmaya başlayacağım. Böylece, Darwin'in Doğal Seçilim Yasası'nı nasıl keşfettiğini de anlamış olacağız. Altıncı bölümde, canlıların olmazsa olmaz özelliği üreme ile doğrudan ilgili olan Evrim Mekanizmasına, yani cinsel seçilime değinecek ve birçok özelliğinden bahsedeceğim. Sonunda, yedinci bölüme geldiğimizde, genelde göz ardı edilen ve tam olarak anlaşılamayan, ancak oldukça önemli olduğunu düşündüğüm son Evrim Mekanizmasına, yani akraba seçilimine değineceğim ve kitabı bir sonsözle sonlandıracağım. Böylece, Türkçe popüler bilim kitapları arasında ilk defa evrimin bilinen tüm mekanizmaları, halkın anlayabileceği bir dilde ve ders kitapları haricinde verilmiş olacak. Bu açıdan, böyle bir kitabı kaleme aldığım için son derece heyecanlıyım. Umuyorum siz de bölümler içerisinde ilerlerken, benim yazarken tattığım heyecanı hissedersiniz. Aslında bölümleri sırasıyla okumanız

gerekmiyor, ancak size bunu tavsiye ederim. Yine de, ola ki ileride başvurmak isterseniz, dilediğiniz mekanizmanın olduğu bölüme doğrudan gidebilir ve gerekli bilgileri alabilirsiniz.

Ayrıca kitap içerisinde bazı “değişim noktaları”na rastlayacaksınız. Bunlar, size kitap boyunca aktarmaya çalışacağım, Evrimsel Biyoloji’nin insana kattığı yaşam görüşü ile ilgili önemli köşebaşlarıdır (sonsöz kısmında bunların tam listesini bir arada bulabilirsiniz). Bu değişim noktalarını belirten cümleleri tam olarak anladıysanız, Evrimsel Biyoloji’yle ilgili önemli sayılacak düzeyde bir bilgi edinmişsiniz demektir. Bu yüzden, eğer o cümlelerin mantığını tam olarak kavrayamadığınızı düşünüyorsanız, lütfen bölümü tekrar okumayı deneyin ve halen tatmin olmadıysanız, bana Evrim Ağacı üzerinden ulaşarak sorularınızı yöneltin. Size yardımcı olmak için elimden geleni yapacağımdan emin olabilirsiniz.

Sizi Evrimsel Biyoloji’nin baş döndürücü dünyasına götürmeden önce, kısa bir süre durup, bu kitabın ortaya çıkış aşamalarında emeği olan herkese teşekkür etmek istiyorum. Başta beni hiçbir çalışmamda yalnız bırakmayan, can yoldaşım Seray Eren’e ve hiçbir koşulda desteklerini esirgemeyen, ellerinden geleni artlarına koymayan, benim tüm aykırı gibi görünen ama gerçek ve istikrarlı olan fikirlerime tamamen açık yaklaşan, gerek biyolojik gerek mesleki olarak bulunduğum noktada bulunmamın temel sebepleri olan anneme, babama ve kardeşime, bu kitabın yazılması konusunda beni teşvik eden ve tüm aşamalarında bana yol gösteren Olcay Yılmaz’a, kitabın basılmasını

mümkün kılan Evrensel Basım Yayın'a çok değerli çalışanlarına, kitabımı baştan sona okuyup değerlendiren ve görüşlerini ileten çok sevgili hocam Ergi Deniz Özsoy'a, 2010 senesinden beri aktif olarak benden Evrimsel Biyoloji konusunda eğitim alan, benimle tartışmalara giren, bana destek olan ODTÜ Biyoloji ve Genetik Topluluğu'ndan arkadaşlarıma, on binlerce kişilik dev bir aile olan Evrim Ağacı'nda benimle birlikte çalışan ekibime ve sosyal paylaşım sitelerindeki tüm okurlarıma sonsuz teşekkür ediyorum. Hepiniz iyi ki varsınız ve hepiniz iyi ki bilimin gücünü anlayabilecek kadar geniş bir algıya sahipsiniz.

Öyleyse başlayalım...

*Çağrı Mert Bakırcı*  
*24.02.2012, 01.12, Ankara*

## BÖLÜM 1

### Gerçeklerin Omzunda Yükselen Teoriler...

Mete o gece yine eve geç gelmişti. Kapıyı arkasından kapatmasıyla bir süredir birlikte yaşadığı kız arkadaşı Özge hafif bir korkuyla uyanmıştı. Yatağından hafifçe başını kaldıran Özge başucu saatine baktı. Saat gece 2'yi biraz geçiyordu. Bu, son 3 haftada Mete'nin eve dördüncü geç geliyordu ve Özge bu durumdan hiç memnun değildi. Geç geliyor olması çok sorun değildi ama Mete'nin sürekli gizemli ve endişeli hali onu üzüyor ve korkutuyordu. Geçen sefer geç geldiğinde kendisine ait olmadığından emin olduğu bir kadın parfümü kokusu yayılıyordu gömleğinden. Aynı kokuyu daha önceki seferlerde de belli belirsiz almıştı. Üstelik Mete'nin gömlek yakasının iç yüzünde, tıpkı filmlerdeki gibi, yayılmış ve kurumuş ruj izine benzer bir iz görmüştü. Hele ki Mete geçenlerde duştaiken, oturma odasındaki telefonu çalmış ve "Emine Hanım" diye biri aramıştı. Özge çekinip açmamıştı ama Mete genelde tüm tanıdıklarını kendisiyle tanıştırdı. Bu Emine Hanım da kimdi? Can sıkıntısıyla yastığına kafasını geri koydu ve huzursuz bir uykuya daldı.

Özge ertesi gün en yakın arkadaşı Ebru ile buluştu ve içini kemiren bu konuyu ona açtı. Ebru her ne kadar Mete'nin Özge'yi aldatacağına hiç ihtimal vermeyerek başka ihtimaller üzerinde durmuş olsa da, sonunda Özge, gergin, kaşları çatık ve yılgın bir şekilde şöyle söyledi: "Sanırım Mete'nin beni aldatmasıyla ilgili bir

*teorim var.*” Ebru da işin bu düşüncelere geleceğini bilmesine rağmen, şaşırılmış bir şekilde ona bakarak nasıl bir teorisi olduğunu sordu. Özge şöyle anlattı:

“Biliyorsun, Mete uzun bir süredir yamaç paraşütü yapıyor ve bu garip geç gelişleri başlamadan 1 hafta önce bir atlayışa gitmişti. Gitmeden önce Antalya’da bir diğer grubun geleceğini söylemişti. Birkaç defa daha aynı gruptan bahsettiğini hatırlıyorum. Bana kalırsa bu ekipten bir kızla tanıştı ve onunla görüşüyor. Adı Emine olabilir, çünkü öyle biri aradı geçenlerde. Üstelik gömleğinde tanımadığım bir kadın parfümü kokusu aldım ve ruj izleri olduğunu düşündüğüm lekeler gördüm. Daha ne olsun? Kesin bir başkası var!”

Kesinlik... Teoriler... Hayatımıza aslında yakın zamanda girmiş olgulardır teoriler. Çünkü bundan birkaç yüz yıl öncesine kadar bilim dilinde sadece hipotezler (ön-tezler) ve onların ispatından doğan kanunlardan bahsedilirdi, teoriler pek bilinmezdi, genelde günlük yaşantıda da seyrek olarak kullanılırdı. Hipotezler, çevremizde gördüğümüz sorunlara yönelik geliştirdiğimiz geçici, muhtemel, değişime ve yanlışılanmaya son derece açık cevaplardı. Kanunlar ise, bu hipotezlerin defalarca test edilip, her seferinde aynı sonucu vermesi sonucu artık değişemeyeceği, sonsuza kadar sabit kalacağı anlaşılan doğa yasalarıydı. Ancak bilim diline teorinin girmesiyle birlikte, günlük yaşantıda da bu kelimenin kullanımı arttı. Sonrasında ise garip bir şekilde bilim dilindeki teori sözcüğü ile günlük yaşantıda kullandığımız teori kelimesi zıt yönlerde gitmeye başladı. Aslında bu kelime günlük yaşantıda ve bilimde zıt anlamlara gelmiyor; ancak insanlar üzerinde

detaylı düşünmedikleri için teorileri yanlış anlıyorlar. Onlara öğretildiği şekilde ve bilimden uzak bir anlamda kullanıyorlar. Şimdi bu yanlış anlaşılmayı hikâyemiz üzerinden gidermeye çalışalım.

Özge, sevgilisinin kendisini aldatmasıyla ilgili gerçekten de bilimsel sayılabilecek bir *teori* geliştirdi. Teori kelimesini doğru anlamda kullanmasına rağmen, bunu bu şekilde kullanırken esasında kastettiği, ileri sürdüğü argümanın çok da güvenilir olmadığı, kendisinin de bundan emin olamadığı, test etmenin bir yolu olmadığını düşünmesi, sözcüğün çarpık anlamının süregelmesine neden olan ana unsurdur. Bu, “asılsız iddia” şeklinde kullanımın aksine, kısmen doğru, kısmen yanlış bir kullanımdır, ilerleyen kısımlarda izah edeceğim.

Özge'nin yaptığı basitçe şuydu: Ortada var olan verileri/gerçekleri (paraşüt gezileri, eve geç gelme, parfüm kokusu, ruj izi gibi) toplamak... Bunlar Mete ile ilgili soruna ait olgulardır, verilerdir. Bunlar birer gerçektir. “*Ne*” sorusunun cevaplarıdır. Yani kimse Mete'nin eve geç geldiğini, yamaç paraşütüne gittiğini, Emine isminde birinin aradığını, üzerinin parfüm koktuğunu yanlışlayamaz. Bunlar yalın gerçeklerdir, ortadaki verilerdir. Kimi zaman bulanık olabilirler; fakat yeterince gözlendiklerinde ortaya çıkacaklardır. Burada, Özge'nin tüm verileri net bir şekilde bildiğini ve gördüğünü varsayacağım. Ancak çözülmesi gereken sorun bunların hiçbiri değildir. Çözülmesi veya açıklanması gereken şey, yani “*Neden*” sorusunun cevabı, Mete'nin bunlara bağlı olarak geliştiği *düşünülen* garip ve alışılmadık davranışlarıdır. Bu

davranışlar, Özge'nin *düşündüğü* sebeplerden ötürü olabilir veya garipliğinin altında tamamen farklı sebepler yatıyor da olabilir. Sebebi “ne” olursa olsun ortada sıradışı, anlaşılamayan bir durum vardır. Açıklanması gereken sorun budur. Özge bu verileri kullanarak, Mete'nin bu garip, alışılmadık veya sıradışı davranışlarına kapsamlı bir açıklama üretmeye çalışmaktadır ki bu açıklamayı basitçe şöyle isimlendirebiliriz: Aldatma. Bu açıklama, eldeki verilerin tümünü açıklamaya yarar bir argüman olarak karşımıza çıkıyor, bu konuda sanıyoruz kimse itiraz etmeyecektir. Yani Özge, bu gerçekleri bir tür sosyal davranış tipi olan “aldatma” ile birbirine bağlıyor, bunlar arasındaki ilişkiyi bu şekilde kuruyor. Ancak burada can alıcı nokta şudur: Özge'nin elindeki veriler bir konudur (ve teorilerden bağımsız gerçeklerdir), Özge'nin bunlar arasında kurduğu ilişki sonucu gelişen açıklamalar (teoriler) ise bambaşka bir konudur... Bunların, yani gerçekler/veriler ile teorilerin (kuramların) iyi ayırt edilmesi gerekir. Zira aynı gerçek dizisini ya da o dizinin bir kısmını daha iyi açıklayan, başka teoriler geliştirilebilir, bunlara döneceğim.

Bilimde de yaptığımız temel olarak Özge'nin yaptığına benzemektedir: Öncelikle gözlemler yapar, doğal gerçekleri/verileri elde ederiz. Bu verilerin elde edilmesi sırasında sorulan soru şudur: “*Ne?*” Bu soruyu sorduğunuzda, ortada var olanı yalın haliyle öğrenmeyi hedeflersiniz. Bu sorunun cevabı size herhangi bir neden ya da yöntem vermez, sadece ortada olanı, gerçekleri gösterir. “*Mete ne yapıyor?*” diye sorduğunuzda, “*Eve geç geliyor*” veya “*Garip davranıyor*” cevaplarını

alırsınız. Ancak asla geç kalmasının ya da garip davranmasının sebeplerine yönelik bilgiyi “ne” sorusu ile elde edemezsiniz. İşte bu veriyi elde ettikten sonra iki ihtimalden bahsedebiliriz: Ya bu veriye ya da gerçeğe “Neden” sorusunu yönelterek bir cevap ararız ya da daha önceden elde ettiğimiz ve neden o şekilde olduğunu bildiğimiz gerçeklerle arasındaki bağı kurmak için “Nasıl” sorusunu sorarız. Yani “Ne” sorusu bize sadece gerçeği verirken, “Neden” ve “Nasıl” soruları bize gerçeklerin sebeplerini ve gerçeklerin birbirleriyle olan bağlantılarını verir.

İşte bu soruları sorduğumuzda, cevap olarak ürettiğimiz argümanlara hipotez diyoruz. Çünkü bu argümanlar sadece kendi bilgi birikimimize dayanarak, olası bir cevabın ileri sürülmesinden ibarettir. Hipotezler, gerçeği yansıtmak zorunda değildir, ancak mutlaka verilerle, geliştireceğimiz teori arasında köprü görevi görmek durumundadır, yoksa amacına ulaşamamış bir hipotez geliştirmiş oluruz. Daha sonra, belki de en önemli adım, bu hipotezlerimizin defalarca, farklı yöntemlerle, farklı insanlar tarafından test edilmesidir. Bunun tüm detaylarına burada girmeyeceğim, çünkü bilimin ilgilenilen dalına bağlı olarak oldukça farklılık gösteren, sayısız yöntem kullanılabilir. Ancak bu test etme sonucunda, her seferinde aynı sonuçlara ulaşırsa, bu durumda hipotezlerimizin geçerli olduğuna kanaat getirebilir ve doğada gördüğümüz gerçekler ile, bu gerçekleri birbirine bağlamak için ileri süreceğimiz teorimiz arasındaki köprülerden en azından birini başarıyla kurduk diyebiliriz. Daha sonra, gerçekler ile bu ilk



bağlantımızı birbirine bağlayabilirsek, işte o zaman bir teori inşa etmeye başlamışız ve daha özel açıklamalardan, daha genel açıklamalara gitmeye başlamışız demektir. Sonrasında bu köprüler sınanarak, yeni köprüler inşa edilerek veya yanlış olduğu anlaşılan bağlantılar çürütülerek teori gelişimini sürdürür. Yani bu süreçte, bir hipotez ispatlandığı için asla bir teoriye dönüşmemektedir, bu genel bir yanlış anlamadır. Bir hipotez, ispatlandığı ya da yanlışlanamadığı zaman teori olmaz! Teoriler, doğadaki gerçekleri birbirine bağlayarak ürettiğimiz genel açıklamalar iken, hipotezler bu gerçekler ile teoriler arasındaki köprüler, bağlantılardır.

Buradan da net bir şekilde anlaşılacağı gibi, teoriler neredeyse hiçbir zaman oldukları gibi kalmazlar. Çoğu zaman bir teori, o konuyla ilişkili başka gerçeklerin fark edilmesi ve bu gerçeklerin teoriye nasıl katkı sağlayabileceğinin açıklanması sonucu teoriler ile gerçekler arasında daha fazla köprünün kurulması ve böylece teorinin güç kazanması sağlanabilir. Tam tersi, ancak benzer bir şekilde ise, gerçekler ile teoriler arasında önceden kurulmuş köprüler, hipotezlerin yanlışlanması (yanlış olduğunun anlaşılması) sonucu yıkılabilir ve böylece teori göreceli olarak güç kaybeder (aslında gerçeğe bir adım daha yaklaşarak bir nevi güçlendiği de ileri sürülebilir; ancak bu ayrı bir tartışmadır). Yani teoriyi genel bir küme olarak düşünebiliriz. Bir teori, kimi zaman tek bir doğa gerçeğinin açıklamasına yönelik olabileceği gibi, birçok doğa gerçeğini yapısında barındırarak çok daha kapsamlı açıklamalar da üretebilir. Bir teorinin kapsamında, tek

bir doğa gerçeği ve tek bir hipotez olabileceği gibi, birçok doğa gerçeği ve dolayısıyla bunları teoriye bağlayan birçok hipotez bulunabilir. Belki de, okullarımızda öğretilen “hipotez ispatlanınca teori olur” şeklindeki hatalı bilgi, göreceli olarak nadiren de olsa tek bir gerçeğin neden olabileceğine dair önermenin, oldukça genel bir açıklama gücüne sahip olmasından ötürü teori olarak algılanmasından kaynaklanıyor olabilir. Yine de, bunun bu şekilde öğretilmesi, bilimin genelinin göz ardı edilmesi anlamına gelmekte ve hatalı fikirlere yol açmaktadır.

Örneğin Özge'nin ileri sürdüğü teori, birçok gerçeği içerisinde barındırmakta ve bunların, “Aldatma Teorisi” ile ilgili bağları, birçok farklı hipotezle kurulmaktadır. Örneğin bölümün başındaki hikâyede Mete'yi, Özge'nin tanımadığı bir kadının araması (ve diğer tüm anlatılanlar) bir gerçektir. Özge, Mete'nin davranışlarındaki genel garipliği, Aldatma Teorisi ile açıklamaktadır. Ve Özge, Mete'nin bir başkası tarafından aranması gerçeğine “*Neden*” sorusunu yönelterek, kendince “*Çünkü o kişi Mete'nin gizli ilişkisidir*” açıklamasını yapmakta, henüz test edilmemiş olsa da bu yönde bir *hipotez* geliştirmektedir. Böylece aranıyor olma gerçeği ile anlaşılır olması “Aldatma Teorisi” olarak adlandırdığımız teorisini birbirine bağlamaktadır. Böylece, Mete'nin genel olarak son dönemde oluşan garip davranışlarının *neden* bu şekilde olduğu açıklanmaya çalışılmaktadır. Fakat Özge aynı teoriyi, örneğin Mete sadece eve geç geliyor olsaydı da ileri sürebilir, sadece bu gerçek ile bu test edilmemiş hipotez üzerinden yola çıkarak, doğrudan Mete'nin onu

aldattığını iddia edebilirdi. Fakat bu durumda teorisi oldukça zayıf ve dayanaksız olacaktı; çünkü çok az gerçeğe ve hipoteze dayanıyor olacaktı (bu doğru olması için bir engel değil; ancak bilimsel doğruluk önündeki bir tehdittir). Ancak daha fazla sayıda gerçeğe dayanan ve bu gerçeklerin, daha fazla hipotez ile teoriye bağlandığı durumlarda teoriler çok daha güçlü ve sarsılması güç olacaktır. Burada, teorinin gücünü nereden aldığını da görmüş oluyoruz. Ayrıca Özge'nin ileri sürdüğü teorinin bir diğer sıkıntısı da, hipotezlerin düzgün bir şekilde test edilmemiş olmasıdır. Hatırlayacak olursanız Mete'nin geç gelmesi, ruj izi, parfüm kokusu ve benzeri durumların hiçbirinin gerçek nedenleri ortaya koyulmamıştı, sadece hipotezler ileri sürülmüştü. Özge, sadece bu verileri üstünkörü birbirine bağlayarak, kendi düşüncesi dâhilinde bir teori ileri sürdü. İşte tüm bu analizler ışığında, teorinin gücü olarak izah edebileceğim bir derecelendirme ile karşılaşırız.

Bir teorinin gücü birçok faktöre dayanır. Örneğin içerisinde barındırdığı doğa gerçeklerinin sayısı çok önemlidir. Sadece bir gerçeğe/veriye dayanarak çok kapsamlı bir açıklama ileri sürmek son derece hatalıdır. Ancak her zaman gerçekler arasındaki ilişkiler o kadar da kolay anlaşılır veya fark edilir olmayabilir, bu sebeple teorileri geliştirmek zordur. Bir diğer önemli nokta, teorinin içerisindeki verilerin gerçek nedenlerinin net bir şekilde ortaya konulmuş olmasıdır. Çünkü eğer ki bir gerçek ile ilgili açıklayıcı ve sınanabilir/test edilebilir bir hipotez ileri sürülmezse, bu gerçek ya da gerçekler kullanılarak yapılacak açıklama temelsiz olacaktır.

Teorilerin gücüyle ilgili önemli noktalardan bir diğeri, eğer teori birden fazla gerçeği içeriyorsa, bu gerçeklerin birbirleriyle olan ilişkisinin açık bir şekilde ortaya konulmuş olmasıdır. Yani teorinin içerisinde bulunan gerçekler, düşündüğümüz gibi birbirleriyle ilişkili mi, yoksa hatalı bir bağ mı kuruluyor, bunun tespiti çok önemlidir. Teorilerin gücüyle ilgili son olarak kilit derecede önem arz eden bir diğer durum da, ileri sürülen teorinin, bu teori içerisindeki dayanakların (gerçeklerin) ve bu gerçeklerin birbirine bağlanma yöntemlerinin sadece bir kişi tarafından değil, gerekirse onlarca, yüzlerce, binlerce kişi tarafından test edilmesidir. Çünkü sadece bir kişinin, bir olaya/olguya bakarak yapacağı açıklama, kendi yaşam görüşü ile sınırlı olabilir, bilimin tarafsızlık ilkesini farkında olmadan çiğneyebilir ya da basitçe gözünden kaçan noktalar olabilir. Bu sebeple bilimsel bir teorinin birçok kişi tarafından test edilmesi gerekmektedir.

Burada bilimsel teorilerle ilgili çok önemli bir özellikten daha bahsetmekte fayda görüyorum: Yanlışlanabilirlik. Bir kuramın veya hipotezin, bilimsel açıdan geçerli olabilmesi için, yanlışlanabilir olması bir *zorunluluktur*. Bir hipotezin ya da teorinin açıklamasının tekrar tekrar doğrulanmaya çalışılması çoğu zaman hiçbir anlam ifade etmez, zira doğrulamaya çalışmak, taraflı bir bakış açısını ister istemez beraberinde getirecektir. Bilim insanları, yeni bir hipotez ya da teori ile karşılaştıklarında onu desteklemeye değil, çürütmeye, eksik taraflarını ortaya çıkarmaya çalışırlar. Zaten bilimin itici gücü de budur. Eğer ki iddia “tüm kediler beyazdır” gibi bir argümana, sürekli olarak beyaz

kediler aramak ve bulduğumuzda argümanın doğru olduğunu görmek ve kendimizi tatmin etmek bilimsel açıdan anlamsızdır. Bir tane siyah kedi bulmak, argümanı çürütmeye yetecektir. İşte bilim insanları da önlerine gelen hipotezler veya kuramlar için aynısını yaparlar. Bu argümanların açıklarını bulmaya ve yapabiliyorlarsa bunları düzeltmeye, geliştirmeye çalışırlar. Dolayısıyla bir teori, farklı bilim insanları onu çürütemediği sürece güç kazanmayı sürdürür.

İşte bilimsel anlamda bir teorinin özellikleri bunlardır. Peki ya şu meşhur “kanunlar”? Onların bilimdeki yeri neresidir? Gerçekten de, okullarımızda (özellikle lise düzeyinde) genelde öğretildiği gibi, “teoriler *daha da* ispatlanınca kanun olurlar” mı? Elbette ki hayır! Bu, skolastik düşünceden ve eski dönemlerdeki bilimden kalma bir düşünüşün günümüzdeki yansımasından ibarettir. Kanunlar, insanların “değişmez ve her durumda geçerli kurallar” olarak gördükleri doğa ilkelerini izah etmek için yarattıkları bir terimdir. İnsan tarihi içerisinde, bir süre boyunca, bu tür değişmeyen, sabit, her koşulda geçerli olmak zorunda olan doğa yasaları olduğuna inanılmıştır. Hâlbuki modern bilim içerisinde “değişmez”, “değişmeyen”, “değişemeyecek” kanunlardan bahsedememekteyiz, çünkü Evren’de hiçbir şeyin değişmez gerçekler olmadığını veya ne zaman bir şeyin “değişmez” olduğunu iddia etsek, sonrasında onun da değişmiş, değişmekte veya değişecek olduğunu artık biliyoruz. Eskiden bilim, günümüzdeki kadar etraflıca bilinmezken, doğaya yönelik bazı açıklamalarımızın değişmez, aksi ispatlanamaz, sabit açıklamalar olduğunu sandık. İşte bu “çok güvenilir” açıklamalara kanun/yasa

adını verdik ve bunların aksinin doğru olabileceğini ya da en azından bunlardan daha güçlü açıklamalar yapılabileceğini hiç düşünmedik. Ta ki temel bilimler alanında devrim niteliğinde keşifler yapılanaya kadar. Bu keşiflerle birlikte, yüzyıllardır açıklamalarından adımız gibi emin olduğumuz “kanunlarımızın” değişmesiyle, artık bilimsel hiçbir açıklamanın bir “kanun/yasa” olacak kadar değişmez olamayacağına ikna olduk. Günümüzde kanun kelimesi kimi kaynakta tanımını önceki sayfalarda yaptığımız doğa gerçekleri (doğal gerçekler veya bilimsel gerçekler de denebilir) ile eş anlamlı olarak kullanılmaktadır ve anlamı yumuşatılmıştır. Eğer tanımı ve açıklaması doğru yapılacak olursa, elbette doğa gerçeklerinden kanunlar, ilkeler veya yasalar olarak bahsedebiliriz; sonuçta bir şeye ne dediğimiz çok önemli değildir, ona neden o şekilde isim verdiğimizizi yeterince iyi izah edebiliyorsak. Ancak bugün gördüğümüz salt gerçeklerin bile değişmez olamayabileceğini hatırlatmakta fayda var, buna tekrar döneceğiz. Ben de kitap boyunca “kanun” ve yer yer “ilke” kelimelerini doğa gerçekleriyle eş anlamlı olarak kullanacağım, terminolojik olarak bazı farklar olsa da aralarında...

Bu bağlamda şunu net bir şekilde söyleyebiliriz ki, kanunlar “*Neden*” sorusuna cevap vermezler, ancak ve ancak “*Ne*” sorusunun cevabı olabilirler. Buradan da görebileceğimiz üzere doğal bir olay/olguya yaptığımız açıklamaların en güçlüsü, en kapsamlısı, en güvenilir olanı teorilerdir. Hiçbir teori ispatlandığında kanun olmaz! Tam tersine teoriler, bazı kullanımlarda “kanunlar” olarak geçen “doğa gerçekleri”ni birbirine

bağlayan ve daha geniş açıklamalar yapmamızı sağlayan bilimsel açıklamalardır. Teoriler, kanunların omuzlarında yükselir. Bir bilimsel açıklamanın ulaşabileceği son nokta “teori” durumudur.

Şimdi biraz bu örnekler üzerinden gitmek istiyorum, anlaşılmanın kolaylaşması açısından:

Dalından kopan bütün elmalar (ve benzeri cisimler) Dünya’ya (yere) *doğru* hareket etmektedir. Bu bir doğa gerçeğidir, “*Ne*” sorusunun cevabıdır. Bir şeylere illa “kanun” diyecekseniz, cisimlerin bu hareket davranışına “kanun” demeniz, sanıyorum en isabetlisi olacaktır. Çünkü bu gözlemden sonra yapacağınız her “kanun” tanımı, bilimsel terminolojide çelişkiler yaratacaktır. Dolayısıyla bir gözleme doğrudan “kanun” yaftasını yapıştırmak doğru olmayacaktır, bundan uzak durmanızı tavsiye ederim. Fizik yasaları (ki bunlar da diğer doğa gerçekleridir) sabit kaldığı sürece bahsettiğim bu “düşme hareketi” varlığını sürdürecektir. Ancak elmanın Dünya’ya *doğru* hareket etmesi, olayın ta kendisidir, olayla ilgili bir açıklama yapmamızı sağlamaz. Yani “*Ne*” sorusunun cevabı bir açıklama değil, bir durum bildirimidir: “*Cisimler Dünya’ya doğru hareket eder.*” Bunun gerçeğin nedenlerini öğrenmek için, adı üzerinde, “*Neden*” sorusunu sormak gerekir. Bernard Baruch’un sözleri bu durumu net bir şekilde ortaya koymaktadır: “*Milyonlarca insan elmanın düştüğünü gördü; ancak sadece Newton ‘Neden?’ diye sordu.*”

İşte bu nokta, anlaşılması gereken en önemli noktadır. Elmanın yeryüzüne doğru hareket etmesi gerçeğini açıklayacak bir açıklamaya ihtiyaç duyarız. Bunu yapabilmemizin tek yolu, elmanın hareketi ile ilgili

birçok veriyi toplayıp (tıpkı Mete ile ilgili verileri topladığımız gibi), bunları kullanarak bir cevap üretmekten geçer. Newton'un yaptığı da tam olarak budur: Öncelikle belli başlı bazı ilkeleri keşfetmiştir ki bu ilkeler de diğer doğa gerçekleridir. Örneğin Newton, bir cismin üzerinde herhangi bir kuvvet olmadığı sürece hızının sabit kalacağını keşfetmiştir. Daha popüler tanımıyla, bir cisim üzerinde herhangi bir kuvvet yokken sabit olarak duruyorsa durmayı sürdürür. Eğer üzerinde kuvvet yokken hâlihazırda sabit hızla hareket ediyorsa, bu hızda hareketini sürdürür. Buna, Eylemsizlik İlkesi (Gerçeği) diyoruz ve günümüzde bu, Newton'un Birinci Hareket İlkesi/Yasası olarak bilinir. Bunun en bilinen uygulaması, hareket halindeki bir araba aniden frene basarsa, içerisindekilerin hızla ileriye doğru hareket etmesi, yani frene basmadan önceki hareketi sürdürme eğilimidir. Benzer şekilde, duran bir araba birden hızlanacak olursa, içerisindekiler hızla geriye doğru hareket edeceklerdir; çünkü hızlanmadan önceki durma hareketini, birer cisim olarak sürdürme eğilimindedirler. Bu bir doğa yasasıdır ve her zaman bu şekilde karşımıza çıkar.

Newton, sonrasında yaptığı her denemede, elmanın (veya herhangi bir diğer cismin) yeryüzüne doğru yaptığı hareket boyunca üzerine etkiyen kuvvet ile ivmesi (bir cismin ne kadar çabuk hızlandığı bilgisi) arasında, cismin kütlesi üzerinden bir doğru orantı olduğunu keşfetmiştir (aslında Newton doğrudan bunu keşfetmemiştir, cisimlerin doğrusal momentumlarının korunduğunu keşfetmiştir ama kafa karıştırmamak adına bunu burada anlatmayacak, bu konudaki klişe anlatıma



sadık kalacağız). Bunu bugün Newton'un İkinci Hareket İlkesi/Yasası olarak anıyoruz ve meşhur "F=ma" formülü ile ifade ediyoruz. Bunun uygulamasını da, ittiğimiz bir bebek arabasında kolaylıkla görebiliriz. Eğer ki bebek arabasını giderek arttıracığınız bir kuvvetle iterseniz, bebek arabasının hızlanma miktarı da (ivmesi), kütlesi sabit olduğu sürece, giderek artar. Bu basit gerçek, Newton tarafından, yukarıda verdiğim formülle ifade edilmiştir.

Son olarak Newton, birbiriyle etkileşim halindeki bütün cisimlere etki eden kuvvete karşı bir tepki kuvveti olduğunu keşfetmiştir. Buna da Etki-Tepki İlkesi veya Newton'un Üçüncü Hareket İlkesi diyoruz. Bunu da her anımızda hissederiz. Örneğin, Dünya üzerinde ayakta durabilmemizin tek sebebi bu ilkedir. Çünkü maddesel yapımızdan kaynaklı kütlelerimiz, yerçekiminin etkisiyle yere doğru bir kuvvet (ağırlık) yaratır. Bu ağırlık, eğer ki Dünya (veya üzerine bastığımız yer) tarafından eşit ve zıt yönlü bir kuvvetle dengelenmeseydi, ayakta durmamız mümkün olmazdı ve Dünya'nın merkezine doğru çekilirdik. Benzer şekilde, bir buz pistinde, duvarı var gücünüzle itecek olursanız, duvarın sabit olmasından ötürü meydana gelen eşit ve zıt yönlü bir kuvvetle geri kayacaksınız. Bu durumda duvar yerine sizin kaymanızın nedeni, duvara uyguladığınız kuvvetin, duvarı yerinden sökecek kadar güçlü olmamasıdır. Fakat sizi buz pistinde tutan kuvvetler çok küçük olduğundan, duvara uyguladığınız etki kuvvetine karşı duvardan aldığınız tepki kuvveti sizi kolayca geri itecektir. Ancak, eğer ki bir alışveriş arabasını aynı şekilde itecek olursanız, siz geriye gitmezsiniz, araba ileri gider, çünkü

alışveriş arabası duvar gibi yere sabit değildir ve üzerine uyguladığınız kuvvet, arabayı sabit tutan sürtünme kuvvetini kolayca yenerek hareket etmesini sağlar. Bu sırada, araba da size, sizin ona uyguladığına eşit miktarda ama zıt yönde bir tepki kuvveti uygular. Fakat ayakkabılarınızla yer arasındaki sürtünme kuvveti, bu kuvvetten büyük olduğu için siz geri gitmezsiniz (tıpkı siz ittiğinizde duvarın gitmemesi gibi). Kısaca, uygulanan etki-tepki kuvveti ile diğer kuvvetlerin ilişkisi, hareketi doğurur.

Dikkat edecek olursanız kanunlar, etrafımızdaki verilerin gözlenmesiyle edinilen doğal gerçeklerden ibarettir, daha fazla bir anlam ifade etmezler. İşte Newton, bu 3 ilkeyi keşfi sırasında bazı hipotezler ileri sürmüş, bunlardan doğru olduğuna sayısız deneme ve araştırma sonrası ikna oldukları, yukarıdaki yasaların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Ancak bunların hiçbiri “*Neden*” sorusuna cevap değildir, fark edecek olursanız. Bunların hepsi “*Ne*” sorusunun cevabıdır. Her biri, ortada olan bir gerçeği açığa çıkarmayı hedeflemektedir. Newton’un yapmak istediği ise bu gerçeklerin ortaya çıkarılmasından çok, bunların birbirine bağlanması sonucu cisimlerin hareketine yönelik yapmaya çalıştığı açıklamayı netleştirebilmektir. İşte burada, teori geliştirme devreye girer.

Newton yukarıdaki ilkelerini kullanarak cisimlerin hareketi ile ilgili bir teori ileri sürmüştür: Kütleçekim Teorisi (Kuramı). Bu, o zamana kadar cisimlerin Dünya’ya doğru hareketiyle ilgili yapılan tek açıklamadır ve o dönem için gerçekten de son derece güçlü bir açıklamadır. Anlaşılır bir biçimde, 17. yüzyılın

sonlarında teorisini ilan eden Newton, o dönemde bilimde bir çığır açmış ve cisimlerin bu hareketlerine yönelik yaptığı açıklama, bir bütün olarak “değişmez gerçeklik” olarak kabul görmüştür. İşte bu sebeple o zamanlarda Newton’un açıklamalarına Kütleçekim Kanunu, bu kanunun Dünya’dan bahsederken kullandığımız versiyonuna ise Yer (Dünya) Çekimi Kanunu denmiştir. O zamanlardaki insanların, eldeki bilim düzeyine bakarak bu açıklamaları değişmez kabul etmeleri ve birer kanun olarak görmeleri son derece doğaldır.

Newton basitçe, Evren’deki bütün cisimlerin birbirlerini eşit ve zıt yönlü kuvvetlerle *çektiğini* söylemektedir. Bu *çekim* kuvvetinden ötürü, sürtünmenin yenilebildiği durumlarda da cisimlerin birbirlerine *doğru*, çizgisel (doğrusal) bir rotada hareket ettiğini ileri sürmüştür. Yani Newton’a göre cisimlerin hareketlerinin arkasında yatan temel prensip, cisimlerin birbirlerini *çekiyor* olmasıdır; bu iki cismin birbirine hareketi ise *doğrusal* biçimdedir.

Upuzun yıllar, hatta asırlar boyunca Newton’un cisimlere yönelik bu açıklaması bir kanun olarak kabul gördü. Bu açıklaması son derece işlevseldi de, zira Newton gerçekleri etrafına bakarak keşfetmişti ve insanlar artık onun bu keşfini kullanarak, etraflarındaki olayların gelişimine daha mantıklı ve bilimsel açıklamalar getirebiliyorlardı. Bu da bilimde ciddi bir gelişime sebep oldu. Günümüzde bildiğimiz tüm sıradan (aşırı ileri teknoloji olmayan) ev âletleri, telefonlar, bilgisayarlar, arabalar, uçaklar, uydular, gemiler ve daha nice Newton’un bu basit açıklaması ve sonrasında

gelen bilim insanlarının bu açıklamalara yaptıkları katkılarla gelişen Newton “Yasaları” ile icat edilmiş ve geliştirilmiştir. İnsanlar bilimdeki bu açıklamaların, teknoloji üzerindeki olumlu etkisini gördüklerinde, Newton’un açıklamasına daha da sıkı sıkıya bağlanmışlardır ve Newton’un açıklamalarının değişmez kanunlar olduğuna daha da ikna olmuşlardır.

Bu yaklaşım 19. yüzyılın ve belki de bildiğimiz tüm tarihin en parlak zekâlarından birinin doğumu ve keşifleri ile sona ermiştir: Albert Einstein. Einstein ömrü boyunca fizik üzerine sayısız çalışma yapmış ve sonunda bilime birçok ürün vermiştir. Bunların başında da Görelilik Teorileri (Kuramları) gelmektedir. İki alt teoriden (özel ve genel görelilik kuramları) oluşan bütünün, bilim tarihine birçok önemli etkisi olmuştur; ancak burada bizi ilgilendiren, Newton’un o zamana kadar sarsılmaz olarak görülen tahtının (açıklamalarının) sarsılmış olmasıdır. Einstein, Newton’un yaptığı açıklamayı yetersiz ve hatta belli sınırlar haricinde hatalı bulmuştur. Çünkü Newton etrafında basit olarak gözlenebilir olaylardan yola çıkarak açıklamalarını yapmış, uzay ve zamanın birbirinden bağımsız işleyen olgular olduğunu varsaymış ve bunları birer gerçek olarak kabul ederek teorisini geliştirmiştir. Ancak Einstein, Newton’dan çok daha ileri düzeyde yaptığı hesaplamalar ve gözlemler ile Evren’de uzay ve zamanın birbirinden ayrılamaz bir ikili olduğunu ileri sürmüş (bu yönde hipotezler geliştirmiş) ve dahası, bunu önce teorik, sonra pratik olarak ispatlamıştır. Bu sebeple bu gözlemleri birer doğa gerçeği niteliği kazanmıştır. Gerçekten de uzay ile zaman birbirine tamamen

bağımlıdır ve uzaydaki değişimler zamanı da etkiler ve tam tersi... Yani bir keşif, bir öncekinin bazı varsayımlarını hatalı çıkarmış ve onun eksik taraflarını tamamlayarak daha geniş bir kapsam kazandırmıştır.

Einstein, bu doğa gerçeğinden ve daha birçoğundan yola çıkarak, tıpkı Newton'un yaptığı gibi bazı ilkeler belirlemiş ve bu ilkeler üzerine teorilerini kurmuştur. Einstein'ın Genel Görelilik Kuramı'na göre cisimlerin birbirlerine "doğru" gibi gözüken hareketi, aslında Newton'un varsaydığı gibi doğrusal bir çekim kuvvetinden kaynaklanmamaktadır. Çok büyük kütleli cisimler (Dünya gibi), uzay-zaman düzlemini bükerek, yakınlarındaki cisimlerin durumlarını etkilerler. Örneğin Dünya, uzay-zamanı bükerek, Dünya'ya yakın konumda bulunan elmayı doğrudan etkiler. Einstein bu etkinin, *üzerine çekme* şeklinde değil, *yörüngeye girme* şeklinde tanımlanmasının doğru olacağını gösterir. Yani elma aslında "Dünya'ya doğru düşmez", bunun yerine Dünya etrafında bir yörüngeye girmeye çalışır; ancak bu yörünge çapı, elma ile Dünya arasındaki mesafeye göre o kadar büyüktür ki, bu yörünge hareketini biz, elma sanki düz bir şekilde düşüyormuş gibi algılarız ve çarpmadan sonra da iki cisim (Dünya ile elma) dengede kalmasından ötürü "düşmenin tamamlandığı"nı sanırız. Hâlbuki cisimler arasındaki dinamik etkileşim, dışarıdan duruyor gibi gözüktükleri zaman bile devam etmektedir. En azından atomik düzeyde...

Einstein'ın yaptığı bu açıklama fizik dünyasını kökünden sarstı ve bilim insanlarına Newton'un yüzyıllardır kanun olarak kabul edilen argümanlarının tam olarak geçerli olmadığını, en azından "değişmez

sabit kanunlar” olmaktan çok uzak olduklarını gösterdi. Bu da hemen bilimin bu yeni duruma adapte olmasıyla sonuçlandı. Bilim literatüründen “kanun” kelimesi hızla çıkmaya başladı, çünkü en güvenilir olarak görülen bilgilerin bile daha iyi ve kapsamlı açıklamalarla değişebileceği görüldü. Bu noktada, teorilerin ispatlanmamış argümanlar değil, çok güçlü doğa gerçekleri üzerine kurulmuş, değişken kapsamdaki açıklama güçlerine sahip olan bilgi bütünleri olduğu anlaşıldı.

Burada önemli olan nokta, Einstein’ın açıklamalarından sonra Newton’un açıklamalarının çöpe atılmamış olmasıdır. Çünkü atılamazlar, o teoriler de doğa gerçekleri üzerine, tekrar tekrar denenerek ortaya konmuş veriler üzerine kuruludur. Bu açıklamaların tamamen yanlış olması mümkün değildir; doğa gerçeklerini çürütmek olanaksıza yakındır, neredeyse hiçbir zaman yapıları değişmez, bunların değişebilmesi için Evren’in dokusunun, yapısının kökünden değişmesi gerekir, zira doğa gerçekleri Evren’in yapısından ötürü oluşan, var olan gerçeklerdir. Einstein eylemsizlik gerçeğini ya da etki-tepki gerçeğini çürütmemiştir. Sadece Newton’un cisimlerin hareketine getirdiği açıklamadan çok daha gerçekçi bir açıklama ileri sürmüştür. Günümüzde, etrafımızda gördüğümüz birçok pratik uygulama, yapı, cihaz ve mekanizma sadece Newton’un Kütleçekim Teorisi kullanılarak üretilmektedir. Yani burada olan, bilimin amacına uygun olarak, gerçeğe adım adım yaklaşma çabasıdır. Geliştirilen her bir teori, daha öncekilerden güç alarak gerçeğe daha da yaklaşmayı hedefler, daha fazla doğa

gerçeğinden destek alır. Kısaca yeni teorilerin, bir teorinin öncekilerin yerine geçmekten çok, onların kapsamını ve açıklama gücünü geliştirdiğini görürüz. Elbette, eğer ki yeni bulgular, önceki teorilerin temellerini oluşturan hipotezlerin (bağlantı köprülerinin) açıklamalarını yanlışlamayı başarıyorsa, önceki teorilerden tamamen vazgeçilebilir de, bu da bilim tarihinde sıklıkla gördüğümüz bir durumdur. Tahmin edebileceğiniz gibi bu durum genellikle zayıf teoriler için geçerlidir ve güçlü teoriler, zaman zaman güncellenip geliştirilseler de neredeyse hiçbir zaman çöpe atılacak kadar sarsılamazlar. Bunun en güzel örneği Newton'un Kütleçekim Teorisi ve Evrim Teorisi'dir.

Teorilerin önemli bir özelliği de ölçek/kapsam etmeni olarak tanımlayabileceğim bir özelliktir. Örneğin Newton'un kuramı ışık hızından çok yavaş hızlarda hareket eden, yani genelde günlük yaşantımızda gördüğümüz tüm cisimlerin hareketlerini açıklamak için çok kullanışlıdır. Çünkü Newton cisimlerin hareketine yönelik teorisini geliştirirken, sadece büyük ölçekte görülebilen gerçeklerden dayanak almıştır, çok küçük veya çok büyük boyutlara teknolojik yetersizliklerden ötürü erişememiş, bu alanlarda daha net görülebilen doğa gerçeklerini hesaba katamamıştır. Bunun sebebi de bunların o dönemde bilinmiyor veya gözlenemiyor olmasıdır. Bunun sonucunda da sadece bizim yaşadığımız, günlük yaşantımızda deneyimlediğimiz büyüklükler için isabetli, bu boyutlarda işe yarar bir teori geliştirebilmiştir. Ancak bir cismin hızı arttıkça ve ışık hızına yaklaştıkça, Newton'un kuramının hataları artmaya başlar ve sonunda bu teorinin öngördüğü Evren

modelindeki hatalar göz ardı edilemeyecek kadar büyürler. İşte bu noktadan sonra, yani ışık hızına yakın hızlarda Einstein'ın Görelilik Kuramı kullanılmak zorunda kalır. Yoksa modelleme yanlış olacak, teorik veriler pratik verilerle uyuşmayacak, hata payları devasa boyutlara ulaşacaktır. Yani burada anlaşılması gereken, teorilerin, burada örneklendiği şekillerde, cisimlerin farklı özelliklerine, farklı ölçeklerde ve kapsamlarda yaklaşımlar getirebildikleridir.

Değişmez görülen kanunların bilimden çıkarılmasının ne kadar yerinde olduğunu, Einstein'ın kuramının aldığı darbe bir kere daha gösterdi. Görelilik Kuramı'nın yeterince, hatta gereğinden fazla iyi olduğunu gören insanlar, bir daha bu gerçeğin değişmeyeceğini düşündüler. Yine de güvenli tarafta kalmak adına asla Einstein'ın açıklamalarına bir "kanun" olarak yanaşmadı. Bu tarafsız ve güvenilir yaklaşımın meyveleri, Kuantum Kuramı'nın doğuşu ile toplanmaya başlandı. Kuantum Mekanikliği ile Einstein'ın bile tam olarak doğru bir çıkarım yapmadığını gördük. Kuantum Kuramı'na göre Evren'de "boşluk" olarak bildiğimiz her yer "karanlık madde" ve "karanlık enerji" ile dolu olmalıdır, bunun sebepleri Kuantum Mekanikliği'nin derinlerinde yatmaktadır, bu yüzden burada değinmeyeceğiz. Eğer ki bu karanlık madde gerçekten varsa, Evren içerisindeki cisimlerin birbirlerine doğru hareket etmelerinin sebebi ne *çekim kuvveti* ne de yalnızca *yörünge hareketi* olmalıdır; bunların yerine cisimlerin birbirine *itilmesi* olmalıdır, yani bir nevi *itim kuvveti*. Kısaca tıpkı bir kap cıva içerisine parmağımızı soktuğumuzda parmağımız üzerinde bir itilme, baskı,



basınç hissetmemiz gibi, Evren de bütün cisimleri birbirlerine doğru *bastırmaktadır*; ancak aynı zamanda Einstein'ın yaptığı açıklamanın gösterdiği gibi bu ittirilme, uzay-zamanın bükülmesiyle birlikte yörüngesel bir hareketin de doğmasına sebep olmaktadır.

Yani ortaya atılan bir kuram, öncekinin kökünü kazımasa da, onu geliştirmekte ve daha kapsamlı hale getirmektedir, daha isabetli açıklamalar üretilmesini sağlamaktadır. Einstein'ın açıklamalarına rağmen halen Newton Fiziği ile günlük yaşantıda harikalar yaratılabilmektedir. Ancak Newton Fiziği, Evren'de bolca bulunan ve ışık hızına yakın hızlarda hareket eden cisimler için kullanılamaz, yetersizdir; çünkü Newton bunları değil, ışık hızından çok daha yavaş hareket eden cisimleri gözleyerek kuramını geliştirmiştir. Einstein ışın içine ışık hızına yakın hızlarda hareket eden cisimleri de katarak, fiziği bir adım öteye götürmüş, hem Newton'un açıklamalarını, hem de daha fazlasını kapsayan bir açıklama yapabilmiş, daha kapsamlı bir kuram ortaya atmıştır. Daha sonrasında gelen Maxwell gibi bilim insanları ise, Einstein'ın da hesaba katmadığı bazı olguları ışın içine katarak Kuantum Kuramı'nı ortaya atmışlar ve hem Newton'un hem Einstein'ın açıklamalarını içine alan, daha kapsamlı bir fiziksel açıklama geliştirmişlerdir.

Bu karmaşık gibi gelen fizik bilgileri aslında sizlere tek bir şeyi göstermek için anlattığım bir tarihsel olaylar silsilesidir: Bilimde (ve doğada) değişmez gerçekler yoktur! Bilimde kanunlar yoktur! Bilimde sadece geçici olarak, bildiğimiz Evren dâhilinde her seferinde aynı sonuçları veren *doğa gerçekleri* vardır ve bu gerçekler

sayesinde geliştirdiğimiz hipotezleri bir araya getirerek kurduğumuz kuramlar (teoriler) vardır.

İşte bu açıdan bakıldığında, hayatımızdaki birçok bilimsel kuramın ne kadar güçlü olduğunu görebiliriz. Canlıların hücrelerden oluştuğuna dair argümanlar bütünü bile bir teoridir, Hücre Teorisi olarak geçer. Bir düşünün; eğer teoriler “daha da ispatlanınca” kanun olsaydı, incelediğimiz milyonlarca canlı türünden istisnasız her birinin hücre sel yapıda olması yeterince ispatlandığını göstermez miydi, dolayısıyla bu teorinin artık kanun olmasını gerektirmez miydi? Newton’un cisimlerin hareketiyle ilgili açıklaması özellikle 1950’lerden sonra yayınlanan, yani Görelilik Kuramı ve Kuantum Kuramı’nın bilimde yaygınlaşmasından sonra yayınlanmış bütün bilimsel dergilerde Newton’un Kütleçekimi Teorisi olarak geçer. Sizce bütün cisimler yere düştüğü halde, bu teorinin bir “kanun” olarak anılmaması saçma değil mi? Gazların davranışlarıyla ilgili bilimsel açıklamalarımızın toplamına Gazların Kinetik Teorisi adı verilir. Elektronların çekirdek etrafındaki dönüşünü açıklayan güncel açıklamalar Modern Atom Teorisi olarak anılır. Sizce kolaylıkla gözleyebildiğimiz gazların hareketlerini açıklayan ve şu anda gazları kullanarak faydalandığımız her âleti üretmemizi sağlayan açıklamalar neden hâlâ “kanun” değildir? Yoksa gazların hacmi ile basıncı arasındaki ilişki yeterince ispatlanmamış mıdır? Yoksa yeterince yaygın olarak kabul görmemekte midir? Elbette bu soruların cevabı açıktır: Bunlar teoridir ve teori olarak kalacaklardır, çünkü teoriler bilimsel açıklama gücümüzün doruğudur. Teorilerden daha kapsamlı bir

açıklama grubu bilinmemektedir. Eğer illa ki teoriler ile kanunlar arasında bir hiyerarşi kurulacaksa teoriler, kanunlar üzerine kurulan, onları kapsayan kalelerdir.

Modern bilime ait bu güncel bakış açısı, Evrim Kuramı'na bakışımızı da değiştirecektir. İşte Evrim Teorisi'nin bir "teori" olmasının sebebi de bu anlattıklarımıdır. Basit bir dille, "*Evrin bir teoridir ve teori olarak kalacaktır, çünkü hiçbir bilimsel açıklama gibi, Kütleçekimi gibi, Görelilik gibi, hücre yapısına yönelik açıklamalar gibi, Evrim Teorisi de bir kanun olamaz.*" Burada, bu kitabın ana amacı olarak, siz okurlarımda yaratmak istediğim yaşam görüşü değişimlerinin birimlerinden biri olan birinci değişim noktasına ulaştık: Evrim Teorisi'nin bir kuram olması onun ispatlanmamış, eksik, zayıf, öylesine ileri sürülmüş bir açıklama olduğu anlamına gelmez. Tam tersine Evrim Kuramı, 150 yıllık kuramsal tarihi, 2000 küsur yıllık fikirsel (fikri) tarihiyle bilimin gördüğü en güçlü, en az hasar görmüş, en çok sayıda bilim insanı tarafından geliştirilmiş ve geliştirilmekte olan teorilerden biridir. Evrim Kuramı'na baktığımızda, birçok doğa gerçeği üzerine kurulmuş, son derece sağlam temelleri olan, günümüze kadar ulaşan 150 yıllık tarihinde bir defa bile temellerini ya da içerisindeki güçlü bağlantıları tamamen sarsabilecek herhangi bir veriye ulaşılamamış, hayata bakış açımızı ve doğaya yönelik anlayışımızı değiştirebilecek, çok güçlü bir bilimsel açıklama görmekteyiz. İşte bu gerçek, bizi doğa olayları ile onlara yönelik geliştirilen kuramlar arasındaki bir diğer önemli bağlantıya götürür. Bu kitabın içerisinde ilerledikçe, bu kuramın üzerine

kurulduğu doğa gerçeklerini yakından tanıyacak, teorinin bu gerçeklerle olan bağlantısını görecektir ve bu kuramın neden “bilim tarihinin bilinen en güçlü teorilerinden biri” olarak tanımlandığını anlayacaksınız. Şimdi gelin bu bölümü kapatmadan, kitabın ilerleyen kısımlarına bir giriş amacıyla evrimin ilk olarak nasıl fark edildiğini ve Evrim Kuramı'nın ilk olarak hangi gerçeklere dayanarak ileri sürüldüğüne bir bakalım:

Doğa değişir. Kayalar değişir, dağlar değişir, denizler değişir, sular değişir, okyanuslar değişir, hava değişir, her şey değişir. Daha da önemlisi, canlılar değişir. Bu bir doğa gerçeğidir. Bu tartışılmazdır. Doğada var olduğundan beri değişmeyen tek bir yapı bulunmaz, en azından şimdiye kadar hiç rastlanmamıştır. Sadece kendi soyağacındaki değişimleri inceleyen bir birey bile ailesinin ne kadar değiştiğini görecektir. Dedesiyle muhabbet eden bir birey “*Bu yeni nesil de pek uzun*” lafını mutlaka duyacaktır. İnternette gezinirken, 1 sene içerisinde her gün kendi fotoğrafını aynı pozisyondan çeken birinin videosuna rastlamışsınızdır belki. 1 sene içerisinde bile bir canlı tamamen değişebilir. Bir türün ortalama boy miktarının artması evrimsel bir değişimken, bir bireyin ömrü içerisindeki ya da 1 yıl içerisindeki değişimleri, gelecek bölümlerde açıklayacağımız gibi, evrimsel değişimler değildir, ancak *değişim* vardır. Çünkü *her şey değişir*. Bunu ilk olarak keşfedip ifade eden filozof, Milattan Önce 500'lü yıllarda Anadolu'da, bugünkü Aydın'ın Milet bölgesinde yaşamış olan Herakleitos'tur (d: MÖ 535, ö: MÖ 475). Halk arasında bilinen çevirileriyle, “*Değişmeyen tek şey, değişimin kendisidir.*” demiştir. “*Aynı nehirde iki defa*

*yıkanılmaz*” diye eklemiş, zamanın akışı içerisinde her şeyin değişmek zorunda olduğunu felsefi bir dille izah etmeye çalışmıştır.

İşte bugün modern bilimde, canlıların kendi ömürleri içerisindeki değişimlerine gelişim (ontogenik değişimler), nesiller içerisinde gerçekleşen değişimlerine ise evrim (filogenetik değişimler) diyoruz. Yani yukarıda açıkladığımız terminoloji dâhilinde bakıldığında evrim, tıpkı cisimlerin birbirine doğru hareket ediyor olması gibi bir doğa yasasıdır/gerçeğidir ve “*Ne*” sorusunun cevabıdır: “Canlılar, nesiller içerisinde değişmektedir.” Bu gerçek, Evren’in temel dokusu değişmedikçe, Darwin’in önsözde verdiği sözünde değindiği gibi, Dünya “çekim yasası” etkisi altında dönmeyi sürdürdükçe, varlıklar üzerine mutlaka etki edecektir. Eğer bir bölgede bildiğimiz –ve hatta muhtemelen bilmediğimiz– bir canlılık varsa, zaman içerisinde mutlaka değişecektir, az ya da çok... Dolayısıyla “Evrime”i çürütmek”, havada bırakacağınız bir meşrubat kutusunun normal şartlar altında yere doğru hareket edeceği gerçeğini çürütmek gibidir. Yapılabilirse ne ala...

Öte yandan Evrim Kuramı, bu bahsettiğimiz doğa gerçeğini, yani evrimi açıklamak üzere geliştirilmiş bir argümanlar bütünüdür. Bu argümanların tamamı, tıpkı Newton, Einstein ve diğer fizikçilerin geliştirdikleri kuramlarda olduğu gibi, diğer doğa gerçekleri, bunlardan doğan hipotezler ve bunlar arasındaki bağlantılar üzerine kurulmuştur. Öncelikle farklı doğa ilkeleri tespit edilmiş, sonrasında bunlar arasında birçok farklı bağ kurularak kuram inşa edilmiştir ki bu

bağlantılar ve temeller, bu kitabın ilerideki bölümlerinin konusu olacaktır. Bu noktada, hayat görüşümüzde değiştirmemiz gereken, ikinci değişim noktasına ulaşmış olduk: Evrim ile Evrim Kuramı aynı şey değildir! Evrim, nesillere bağlı olarak meydana gelen değişimin ne olduğu sorusuna verilen cevaptır, yani bir doğa yasasıdır/gerçeğidir. Evrim Kuramı ise bu yasanın nasıl işlediğine ve canlıların neden evrim geçirdiklerine yönelik açıklamalar bütünüdür.

Evrım Kuramı bu açıdan bakıldığında, bilim tarihinin gördüğü en güçlü teorilerden biridir. Çünkü sadece kendi alanı olan biyoloji tarafından değil, ekonomiden siyaset bilimine, psikolojiye, tıp bilimlerine, mühendislik bilimlerine, antropolojiye, sosyolojiye, paleontolojiye, moleküler genetik bilimine, daha nice bilimler tarafından kullanılmakta ve geliştirilmektedir. Bu alanlarda çalışan yüz binlerce bilim insanı kendi alanlarındaki araştırmalarını sürdürürken, her seferinde Evrim Kuramı'nı farklı açılardan destekleyen verilere ulaşmışlardır ve ulaşmaktadırlar. Şimdiye kadar Evrim Kuramı'yla, Evrim Kuramı'nı anlamamanın bize kattığı yaşam görüşüyle veya canlılığın nasıl çeşitlendiğine yönelik bilgilerimizle açıklanamayacak şekilde ters düşen tek bir veriye dahi ulaşılammıştır, bunu rahatlıkla iddia edebiliriz. Bilimin alanlarının sınırsızlığı düşünülürse bu durum, kuramın ne kadar güçlü olduğunu açık bir şekilde gösterecektir.

Elbette Evrim Kuramı kusursuz değildir; hiçbir zaman olmamıştır ve bugün de öyle değildir. Örneğin Darwin ilk ortaya attığında, kalıtımın nasıl gerçekleştiğini bilmiyordu ve "pangenez" adını verdiği, günümüz

modern bilimi açısından oldukça hatalı olduğunu bildiğimiz bir açıklama ileri sürdü. Bu hatayı düzelten, elbette ki yine bilimin kendisi ve diğer bilim insanları oldu, bir bağka bilgi türü değil. Darwin, kalıtım ile ilgili bu açıklamasından tam olarak emin olmadığı için (hipoteziyle ilgili yeterli test yapmadığı için, teorisi için zayıf bir açıklama olacağını dğndğnden, teorisiyle arasındaki bağın zayıf olacağını fark ettiğinden) pangenez fikrini Evrim Kuramı'na asla dhil etmedi (ki bu onun ne kadar dürüst bir bilim insanı olduğunu göstermektedir). Ama yine de Evrim Kuramı'nın sürekliliği için canlıların bilgileri nasıl gelecek nesillere aktardığını açıklamak gerekmektedir. Bunu Mendel ve sonrasında gelen bilim insanları yaptı ve Darwin'in bu konudaki açıklaması yanlığ olsa bile, kuramının bundan etkilenmediği görüldü. Çünkü Darwin, kalıtımsal bir süreç olduğunu grmğt (bu doğa gerçeğini fark etmiğti), ancak ona “*Nasıl*” sorusunu yönelterek, hipotez geliğtirmeye alığtığı noktada hatalı bir hipotez geliğtirebildi (neyse ki bu zayıf hipotezi kuramına dhil etmeyecek kadar bilinçliydi). Genetik yasalarının (ilkelerinin, gerçeklerinin) keğfi, Darwin'in Evrim Kuramı'nı desteklerken, pangenez fikrini rtt ve doğadaki kalıtım gerçeğinin “nasıl” iğlediğini ortaya koydu. Kısaca ortaya atılan bir gerçek, kuramın bir parçasını geliğtirdi ve güncelledi, onu yıkmadı. İğte bilimin güvenilirliği de buradan gelmektedir. Bilim, hata yapabileceğini kabul eden ve hatalarını düzeltip, bunlardan ders almayı bilen bir bilgi türüdür.

Tüm bunlara rağmen bir kuramın kusursuz olmaması veya eksiklerinin bulunması, onun tamamen

çürüeyebileceği anlamına gelmez. Kaldı ki Evrim Kuramı gibi bir teori için bu söz konusu dahi değildir. Böylesine kapsamlı kuramlar değişebilir, gelişebilir, güncellenebilir. Newton'un Kütleçekimi Teorisi, Einstein ve kuantum kuramcıları tarafından sarsılmıştır; ancak asla tamamen çökmemiştir. Yerine yenilerinin getirildiği teorilerin kullandığı gerçekler en nihayetinde doğal gerçeklerdir ve değişmezler. Gelen yeni teoriler, daha önceki gerçekleri de işin içine katan, daha kapsamlı, daha açıklayıcı teorilerdir. İşte üçüncü değişim noktası burada karşımıza çıkmaktadır: Bir kuramı tamamıyla çürütmek/yanlışlamak istiyorsanız, o kuramın dayandığı doğa gerçeklerini teoriye bağlayan, test edilmiş hipotezlerin her birini, tek tek çürütmeniz/yanlışlamanız gerekmektedir; yani gerçekler ile teori arasındaki bağı/köprüleri kırmanız gerekmektedir. Newton'un kuramını dayandırdığı doğa gerçekleri asla çökmedi, sadece bu dayanaklardan yola çıkarak geliştirdiği açıklamadan daha iyi bir açıklama ortaya atılabildi. Veya Darwin'in Evrim Kuramı asla tamamen çökmez, çünkü bugüne kadar elde ettiğimiz sayısız veri, canlıların değişim sürecinden geçerek günümüze geldiğini ispatlamaya yetmektedir. Çünkü evrim, daha önce de dediğimiz gibi doğanın bir gerçeğidir (elmanın yere doğru hareketi gibi). Ancak Darwin'in bu gerçeğe yönelik açıklamaları (teorisi) güncellenip geliştirilebilir. Bu güncellemeler ve geliştirmeler, evrimin gerçekliğini değiştirmeyecektir. Benzer şekilde, Evrim Kuramı'nı çürütmek istiyorsanız, kuramın üzerine kurulu olduğu temelleri yıkmanız gerekir. Bu temeller, bu kitabın ana konusu olacak olan



Evrim Mekanizmalarıdır. Bir diğerk deyişle, Evrim Kuramı'nı çürütmek isteyen biri sadece bir doğa yasası olarak evrimi değıl, diğerk doğa yasaları olan seçim ve genetik çeşitlilik gerçeklerini de yanlışlamak durumundadır. Bunların yapılması, eldeki veriler düşünöldüğünde, pratik olarak imkânsızdır. Ancak teorik olarak her zaman bunları yanlışlamaya çalışabilirsiniz, çünkü hatırlayabileceğiniz gibi, gerçek bilimsel teoriler ve hipotezler yanlışlanabilir olmalıdır ve Evrim Kuramı için de bu aynen geçerlidir ve tüm dayanakları yanlışlanabilir. Ancak bunu yapmak, kuramın gücü ve bugüne kadar yapılan gözlemler, geliştirmeler ve düzeltmeler düşünöldüğünde olanaksızdır.

Bahsettiğim gibi, Evrim Kuramı da, kendi gelişimi sırasında birçok değışime uğradı. Darwin'e kadar zaten birçok bilim insanı tarafından çeşitli şekilde izah edilmişti; ancak mekanizmaları (yasaları, ilkeleri, doğa gerçekleri) net bir şekilde ortaya konmamıştı. Darwin, en temel mekanizmaları ortaya koyan bilim insanı olduğu için "Evrin'in Babası" olarak bilinmektedir. Hâlbuki Darwin de son değıldir. Darwin'in yaptığı birçok hata, kendisinden sonra gelen bilim insanlarınca düzeltilmiştir (başta genetik ile ilgili hataları olmak üzere). Ancak Darwin'in çağının çok ötesinde bir başarı oranına ulaştığını görmekteyiz. Darwin'den sonra, Evrim Kuramı'nı kullanan, ancak Darwin'in açıklamalarını farklı açılardan ele alan birçok kuram geliştirilmiştir. Bu alternatif kuramların varlığı evrimin bir doğa yasası olmadığı anlamına gelmemektedir. Sadece nesiller içindeki değışime sebep olan doğa gerçekleri arasındaki bağlar farklı kurularak, evrime

farklı açıklamalar elde edilmiştir (Gould ve Lewontin'in Sıçramalı Evrim Kuramı gibi). Canlıların değiştigi ve evrim geçirdiği gerçeği asla değişmemiştir, Evren'in ve Dünya'nın yapısı bu şekilde kaldığı sürece değişmeyecektir de. Olan tek şey, bu değişimin "nasıl" olduğuna dair sorunun cevaplarının belli sınırlar dâhilinde değişimidir, dayanak noktalarının birbirine bağlanma biçimlerindeki ve bu dayanakların önem sırasındaki değişimdir.

Peki, bir kuram nasıl değişebilir? Eğer ki kuramı ortaya atan kişi, doğa gerçekleri ile bu gerçekler arasındaki bağlantıyı hatalı ya da eksik kurduysa, ondan daha iyi yapabilen biri ve/veya daha fazla gerçeği ortaya çıkaran biri bunu başarabilir, bir kuramı değiştirip geliştirebilir. Doğada herkes tarafından görülen gerçeklerin, açıklanmak üzere beklemekte olan sorun ile arasındaki bağlantılarını daha iyi kurarak (daha başarılı hipotezler geliştirerek), var olan teorilerden daha başarılı teoriler geliştirebilir. Ayrıca gözlem havuzuna eklenen yeni bilgiler ve gerçekler de, yeni bağlantılar kurulmasını ve kuramların geliştirilmesini sağlayabilir. Özge ve Mete'yi hatırlıyor musunuz? Hikâye sona ermemişti, sonunu merak ediyor olabilirsiniz, onların hikâyesine kulak verelim:

Özge, Mete'nin kendisini aldatmasından şüphelenerek ülkemizde bolca bulunabilecek bir ilişi dedektifi tutar, nk kendisine açıkça sormaya ve eğer Mete aldatmıyorsa, kendisini ve ilişkisini zor duruma düşürmeye hiç niyetli değildir. Dedektif, şehirde oldukça n salmış, özellikle bu tip ilişi sorunlarını ortaya çıkarmakta uzman olan biridir.

Dedektifin araştırması yaklaşık 2 ay sürer. Mete'yi sürekli takip eder; yaptıklarını, yediklerini, içtiklerini, hareketlerini, her şeyini takip eder, *gözler*. Mete ile ilgili elde edebileceği bütün *verileri* ortaya dökmeye çalışır. Böylece bu verileri kullanarak bazı *gerçeklere* ulaşabilecektir. Sonrasında ise bu gerçekleri kullanarak, Mete'nin bu davranışlarını ve Özge'nin şüphelerinin kaynağını açıklayacak (*hipotezler* geliştirecek), davranışlarının neden garipleştiğini ortaya koyacak bir *teori* oluşturabilecektir. Bir diğer ihtimal de, diğer bütün hipotezleri ya da bir kısmını silecek bir diğer *gerçeğe* ulaşmak olabilir. Bu keşfedilen gerçek, Özge'nin daha önceki teorisini ve teorisinde kullandığı veriler arasında kurduğu hipotezleri yanlışlayabilecektir. Gerçekten de, uzun çabaları sonucunda elde ettiği veriler, Özge'nin sandıklarından tamamen farklı bir noktaya götürür onu:

Mete'nin sürekli kullandığı kuru temizlemecide çalışan genç kızın çok ciddi ailevi sorunları olduğunu keşfeder. Bu sorunları onun kafasını sürekli bulandırmakta ve işine odaklanmasına engel olmaktadır. Özge'nin gördüğü ruj lekeli gömlek, bu genç kızın dikkatsizliğinin bir ürünüdür. Aslında gömleğe dökülen ruj değil, kuru temizlemeci kızın küçük kuzeni için aldığı akrilik boyadır. Dedektifin kızla konuşmasına göre; kız gömleği teslim etmeden 15 dakika kadar önce boyayı elinden düşürerek cam kabını çatlatmış ve çatlaktan gömleğin yakasına dökülen açık kırmızı boyayı zar zor, temizleyebildiği kadar temizleyip, dükkânın sert ve aksi sahibine (patronuna) rezil olmamak adına çaktırmadan gömleği lekeli teslim etmişti. Çünkü Mete'nin işinin önemini ve gömleğinde

bir leke olduğunu bilerek onu iş yerinde giyemeyeceğini, dolayısıyla Mete'nin öfkeleneneceğinden ve yine kendi başının yanacağından korkmuştu. Düşen boyanın bıraktığı iz yakanın iç kısmında olduğu ve pek görülmediği için Mete'nin boyanın farkına varmayacağını düşünmüştü ve gerçekten de öyle oldu. Ancak Özge bunu görerek bir ruj izi olduğunu sanmıştı.

Araştırmaları daha ilginç bir diğer noktaya götürmüştür dedektifi. Mete'nin, Özge'nin dahi bilmediği bir kız kardeşi vardır. Bu kardeşinin küçüklükten beri çok ciddi zihinsel sorunları bulunmaktadır ve bu sebeple yıllardır özel bir bakımevinde gözetim altında tutulmaktadır. Mete, sadece birkaç haftadır tanıdığı Özge'nin ondan korkmasını istemediği, gelecekte olabilecek çocuklarında da bu tip zihinsel sorunlar olabileceğini düşünerek ondan uzak durmasını istemediği için Özge'den bunu gizlemiştir. Bu sebeple de işten çıkınca, aralıklarla toplantısı olduğunu söyleyerek veya başka bahanelerle kardeşini ziyarete gitmektedir. Ancak son zamanlarda kardeşinin sorunları artmıştır ve bu sebeple daha sık ziyarete gitmek, daha uzun süreler yanında bulunmak zorunda kalmıştır. Kızın bakıcısının adı Emine isminde yaşlı bir bakıcıdır ve Özge'nin telefonda adını gördüğü, tanımadığı kişi de odur. Dedektif, kız kardeşinin bakım gördüğü eve girdiğinde, bakıcının bolca sıktığı, ağır parfümün kokusunu hemen almıştır. Bu parfüm, Özge'nin ona koklattığı parfümle tıpatıp aynıdır. Muhtemelen Mete sıklıkla ve uzun saatler bu evde kaldığı için üzerine sinmektedir. Özge, Mete'nin

üzerine sinen bu kokuyu, aldattığı kadın olduğunu düşündüğü Emine'nin kokusu olduğunu sanmıştı.

Şaşırtıcı, değil mi? Gerçekler, baş döndürücü karmaşıklıkta karşımıza çıkabiliyor. Bunları görebilmek için çok detaylı araştırmalar, çok uzun yıllar süren eğitimler ve bu konuda derin bir deneyim gerekiyor. Bunlara sahip olmadan yapılan her yorum, günümüzde popüler medyada duyduğumuz, bilim insanları için içler acısı ve son derece gülünç olan, birçok cahil ve konudan uzak insanın yaptığı yorumlara benzeyecektir. Evrim Kuramı bu yüzden bu kadar güçlüdür. Üzerinde bugüne kadar yüz binlerce bilim insanı çalışmıştır, çalışmaktadır ve çalışacaktır. Bu bilim insanlarının verileri, tıpkı dedektifin, Özge'nin yüzeysel olarak elde ettiği verilerden kat kat fazla araştırmayla edindiği veriler gibi, kuramın gelişiminde, gerçeklerin ortaya çıkarılmasında rol oynayacaktır, oynamıştır. Kuram'ın bugüne kadar, trilyonlarca, belki daha fazla veriyle destekleniyor olması, Evrim Kuramı'nın gücünü açıklamaya yeter de artar bile. Unutmayın, bahsettiğimiz evrim gerçeği değildir, bunun gerçekliğini tartışmıyoruz bile, canlılar, kabul etsek de, etmesek de değişirler; az veya çok. Önemli olan bu değişimin mekanizmalarıdır, nasıldır, niçinidir. İşte Evrim Kuramı bunları görmeye, bunları ortaya çıkarmaya çalışır, tıpkı Özge'nin ve dedektifin, Mete'nin garip davranışlarıyla (ki bu gariplikler gözlenebilir, salt gerçeklerdir, evrim gibi) ilgili sonuçlara varmak amacıyla araştırmalar ve açıklamalar yapmaları gibi.

Eğer ki hipotezler ve teorilerin ne olduğu ve bunlar arasındaki ilişkiler anlaşılabilirdiyse, bu noktadan sonra

sizlere öncelikle canlılığın başlangıcına yönelik bilimin en güçlü açıklamalarından ve ekollerinden biri olan Abiyogenez Kuramı üzerine bazı açıklamalar yapacağım. Sonrasında ise evrimin nasıl işlediğini, yani Evrim Kuramı'nın bir teori olarak dayandığı bilimsel gerçekleri aktarmaya başlayacağım. Eğer ki buraya kadar sizin hayat ile ilgili bilimsel bakış açınıza yönelik olarak bazı şeyleri değiştirebileceğime ikna edebildiysem, ilerleyen sayfalarda çok daha etkileyici gerçeklerden bahsedeceğimden emin olabilirsiniz. Sizi Evrim Kuramı'nın baş döndürücü dünyasından geçirerek, canlılığın bugüne kadar nasıl doğal süreçlerle gelebildiğini anlatacağım bir yolculuğa çıkaracağım. Böylece canlılık çeşitliliğine bakış açınızı tamamen değiştirebileceğimi ve Evrim Kuramı'nın ne olduğunu tam olarak anlayabilmenizi sağlamayı hedefliyorum. Hazırsanız, devam edelim.

## BÖLÜM 2

### **Canlılığın Başlangıcına Bir Yolculuk...**

Özgün, önündeki haznedeki kafasını kaldırdı. Elinde tuttuğu jöle kıvamındaki, küresel yapıdaki malzemeyle oynamayı bıraktı. Hafifçe gülümsüyordu, çünkü 2 senedir üzerinde çalıştığı proje artık sona ermişti. Sonunda bilim dünyasının “akıllı malzemeler” olarak isimlendirdiği malzeme türlerinden birini kendi laboratuvarında üretmeyi başarmıştı. Önündeki ufak, küresel yapı olduğu gibi duruyordu. Ancak ne zaman etrafında insanın gözüyle ya da herhangi bir duyu organıyla tespit edemediği bir manyetik alan oluşacak olsa, madde bir anda şekil değiştiriyor, üzerinde binlerce küçük dikensi yapı oluşuyordu. Ufak bir topa benzeyen cismin bu dikenlenmesini sağlayan şey, jöle kıvamındaki malzemesiydi. Bu dikenlerin sayısı ve uzunluğu, manyetik alanın şiddetine bağlı olarak değişiyordu. Böylece, karmaşık bir fonksiyon kullanarak, topun şeklini ve dikenlerinin uzunluklarını bilgisayar üzerinden analiz ederek kürenin çevresindeki manyetik alanın şiddetini, yönünü, niteliklerini tespit etmek mümkün oluyordu. Daha da iyisi, ürettiği bu “akıllı” malzeme sıcaklığa da duyarlıydı, ancak farklı bir şekilde... Malzeme oda sıcaklığında normal bir şekilde duruyor ve eğer ortamda belli bir şiddetin üzerinde manyetik alan yaratılacak olursa, üzerinde dikenler oluşuyordu. Yani malzeme, manyetik alan değişimine dikenler üreterek tepki vermekteydi. Manyetik alan

ortadan kalkınca da, eski küresel haline dönüyordu. Fakat Özgün, malzemenin sıcaklığını 45 santigrat derecenin üzerine çıkardığında, ortamda manyetik alan olmasa da, malzeme en son manyetik alana verdiği tepkiyi “hatırlıyor” ve diken yapısını manyetik alan olmaksızın tekrar ediyordu. Yani Özgün, maddenin en son manyetik alan içerisinde aldığı şeklin aynısını, malzeme normal, dikensiz top şekline dönmüş olsa bile sadece sıcaklıkla oynayarak malzemenin yeniden oluşmasını sağlayabiliyordu. Böylece bir nevi “akıllı, hafızaya sahip ve duyuları olan” bir malzeme üretmişti. Bu çalışması muhtemelen oldukça ses getirecekti. Bunun verdiği gurur göğsünü kabartırken, garip bir fikir de içini kapladı.

Önündeki ufak, kapkara topa baktı. Konsoldaki düğmeleri çevirdiğinde maddenin etrafında manyetik alan yaratabiliyordu. Birkaç düğmeye dokunarak bunu sağladı ve anında top buna tepki verdi. Küresel şeklin üzerinde binlerce farklı boyda diken oluşuverdi. Dikenler oldukları gibi kalmıyordu, o kadar hassaslardı ki, manyetik alandaki ufacık değişimlere boylarını ve yönlerini değiştirerek anında tepki veriyorlardı. Âdeta bir bilim-kurgu filminden fırlamış değişik bir cisme benziyordu. Dikenler, topun yarı-sıvı, yarı-katı olan yapısı sayesinde oluşuyordu ve oldukça dinamikti. Özgün, bilgisayarına dönerek bir tuşa bastı ve bilgisayarın üç boyutlu bir fotoğraf almasını sağladı. Sonra da, bir diğer tuşa basarak manyetik alanı kapattı. Dikenler anında kayboldu ve top eski, yumuşak, düz, küresel haline geri döndü. Değişimleri ne kadar da ani,



ne kadar “bilinçli” gibiydi. Ancak sadece çevresel değişime tepki veren kimyasallardan oluşuyordu.

Özgün bu defa bir diğer tuşa dokundu. Topun bulunduğu bölmenin altındaki ızgaralar kıızıla döndü ve sıcaklık artmaya başladı. Sadece birkaç saniye içerisinde, sıcaklık 45-50 dereceye ulaştığında topta dikenler yeniden, yavaş yavaş gözükmeye başladı, büyüyüp uzadılar ve sıcaklık 60 dereceye ulaştığında, dikenler hemen hemen sabit bir hal aldılar. Özgün, diken boylarının artık neredeyse sabitlendiğine ikna olduğunda, bilgisayardan tekrar bir tuşa bastı ve bir fotoğraf daha aldı. Sonra bir diğer tuşa basarak bilgisayarın bu iki fotoğrafı 3 boyutlu olarak analiz etmesini sağladı. 15 saniye kadar süren işlem sonucunda bilgisayar, iki yapının birbirine %99 oranında benzediğini bilgisini verdi. Bu mükemmeldi. Malzeme, en son aldığı şekli neredeyse tamamen “hatırlıyor” ve tekrar oluşturabiliyordu.

“Sanki canlıymış gibi...” diye düşündü Özgün. Sahiden, bir canlı ile cansız ayırt eden neydi? Yaptığı işi bilinçli olarak yapması mı canlıların? Peki, gözümüze aniden bir cisim yaklaştırıldığında, hızla kapatmayı bilinçli mi yapıyoruz? Hayır, tıpkı önündeki şu topun manyetik alana otomatik olarak tepki göstermesi kadar otomatik bir şekilde yapıyoruz. Bu durumda biz cansız mıyız? Pek sayılmaz, oldukça canlı gibiyiz de... O zaman ayırım nerede? Özgün bu soruların cevabını merak etti, ancak bunlara cevap verilebileceğini sanmıyordu. Bu yüzden başından savdı ve önünde duran, zorluklarla elde ettiği zaferine gülümseyerek baktı.

Hâlbuki sorularının cevapları bulunuyordu. Hem de oldukça basit, oldukça anlaşılır cevaplardı bunlar. Özgün'ün cevap verilemeyeceğini düşünmesi, sadece şahsi önyargılarından ve bir mühendis olarak temel bilimlere olan uzaklığından kaynaklanıyordu. Az önce belki bir canlı yaratmamıştı, ancak bir canlı gibi “davranan”, çevresindeki değişimlere aktif olarak “tepki verebilen” ve hatta bunları “hatırlayıp”, başka çevresel etmenler altında tekrar “uygulayabilen” bir varlık var etmişti. Bu canlı değil miydi? Terminolojik olarak hayır, değildi. Ancak sınırları kim belirliyordu? Bilimsel olarak bir canlı ile cansız nasıl ayırıyoruz? Ya da daha çarpıcı bir soru: *Gerçekte böyle bir ayrım var mı?*

Bunlara cevaplar alabilmek için zaman içerisinde hızla geriye gitmemiz gerekiyor. Geriye giderken, yaklaşık 250.000 yıl kadar önce bize oldukça benzeyen ilk insanları geçiyoruz, 6 milyon yıl kadar öncesinde artık insanlara pek de benzemeyen atasal türlerin olduğu bir dünyaya varıyoruz. Sonra, 60 milyon yıl öncesinde artık primatlara (iri beyinli yüksek memeliler) dair neredeyse hiçbir iz kalmıyor. 280 milyon yıl öncesinde dünya üzerinde memeli hayvan bulabilmek imkânsızlaşıyor. 460 milyon yıl öncesinde karada hiçbir hayvanın uzun soluklu olacak şekilde henüz yaşayamadığını görüyoruz. 570 milyon yıl öncesine ulaştığımızda mantarlara dair görülen bütün izler de ortadan siliniyor. 650 milyon yıl önce denizlerdeki hayvanların da henüz var olmadığını görüyoruz. 1100 milyon yıl (1.1 milyar yıl) öncesine vardığımızda, hayvanların evrimine sebep olacak olan dinoflagellalılar grubunun yeni yeni ortaya çıkmaya başladığını görüyoruz. 1800 milyon yıl (1.8 milyar yıl)

öncesine vardığımızda, tek hücrelileri de, çok hücrelileri de içerisinde barındıran ve bunlar arasındaki geçişi görmemizi sağlayan âlem olan protistaların ilk defa evrimleşmeye başladığına şahitlik ediyoruz. 1.9 milyar yıl öncesine ulaştığımızda, Dünya'da sadece tek hücrelilerin olduğunu görüyoruz. 3.5 milyar yıl öncesinde atmosferde serbest halde oksijen bile yok, zira fotosentez yapabilen hiçbir canlı ortada yok. 4 milyar yıl kadar öncesinde ise bildiğimiz canlılığa dair hiçbir ise rastlamıyoruz. Kısaca, akıl almaz derecede uzun olan evrimsel sürecin kilometre taşlarını hızla geçerek, canlılığın başladığı zamanlara varıyoruz. Burada da durmuyoruz, 4.5 milyar yıl öncesine gidiyoruz. Güneş Sistemi'nin oluşumuna hemen hemen paralel olarak bugün evimiz olarak bildiğimiz, Dünya dediğimiz gezegen de oluşuyor. Ancak o zamanki gezegenimiz, bugünküyle pek kıyaslanabilir bir halde değil. Her şey çok daha farklı...

Hadean Dönemi'ndeyiz. Bu dönemde Güneş Sistemi içerisinde, bugün olanın aksine en az 14 gezegen olduğu düşünülüyor. Her yere inanılmaz bir kaos ortamı hâkim. Dünya'nın çekirdeğinin kütleli oluşumunun büyük bir kısmı ilk 10-30 milyon yıl içerisinde tamamlanıyor. Dünya'daki kaosun en büyük sebeplerinden biri, oluşumunun ilk dönemlerinde, Mars boyutlarındaki Theia isimli bir ön-gezegenin (henüz oluşumu tamamlanmamış gezegen) Dünya'ya çarpması sonucu üzerinden dev bir parçayı koparmasıdır. Bu çarpma sonucunda belki çok daha erken dengeye ulaşabilecek Dünya, oldukça kaotik bir ortama sürüklenmiş ve ayrıca Dünya'dan kopan devasa kütleler, Dünya'nın çekim

etkisi altında, günümüzde “Ay” ismini verdiğimiz uyduyu oluşturmuştur. Bu konunun detayları ve bu konudaki teoriler, kitabımın alanını aşacağından bu noktada fazla durmayacağım.

Bahsettiğim bu dönemde atmosfere dair hemen hemen hiçbir şey yok, çünkü Dünya yeterince çekim kuvvetine sahip değil ve gezegenimizin iç kısımlarından gelen gazlar, hızlı bir şekilde uzay boşluğuna kaçıyor, Dünya tarafından tutulamıyor. Tahminlere göre Theia ile çarpışmadan sonra Dünya'nın yüzey sıcaklığı 400-500 santigrat derece civarında ama hızla soğuyor. Henüz tam olarak katılaşmadığı, yarı-sıvı halde olduğu için çekirdeğindeki aşırı yüksek sıcaklıkta erimiş halde bulunan materyal rahatça yüzeye ulaşabiliyor. Bu da devasa volkanik patlamalara sebep oluyor. Aslında “volkanik dağlar”dan bahsetmek de zor, çünkü henüz Dünya'nın yüzeyinin tam olarak neresi olduğunu ve kara parçalarının nerelerde yoğunlaşacağını bilmek mümkün değil. Her yer erimiş plastik kıvamında bir karışım olan magma ile dolu. Magmadan oluşan okyanuslar! Ancak ısının sürekli uzaya dağılmasıyla soğumanın da hızla sürdüğü söylenebilir. Birkaç yüz bin yıl içerisinde sıcaklıklar 230 dereceye kadar düşüyor. Buna rağmen gezegen hâlâ çok sıcak ve yeni oluşmaya başlayan atmosferin içerisinde gaz halinde de olsa yoğun miktarda su buharı bulunuyor. Bu buharın, Dünya üzerinde o dönemde meydana gelen tepkimelerin yan ürünü olarak üretildiği gibi, Güneş Sistemi içerisindeki su yüklü kuyruklu yıldızların etkisiyle de Dünya'ya taşındığı biliniyor. İlerleyen dönemde ise yeraltından sızan yoğun karbondioksit gazının yarattığı basınç

sebebiyle, normalde 230 derecede gaz halde bulunması beklenen su, sıvı hale geçmeye başlıyor.

Soğuma devam ediyor, hem de hızla. Başlangıçtan sonra birkaç on milyon yıl geçtiğinde, artık sıcaklıklar daha normal değerlere iniyor: birkaç on derece. Dünya'nın yüzeyi artık yoğunlaşıyor. Üstelik sürekli olarak aldığı meteor bombardımanlarından ötürü kütlesi artıyor ve bu sayede gazların artık uzaya kaçmasına engel olacak kadar yerçekimine sahip. Bu süreç içerisinde çok sık olarak Dünya meteorlar tarafından dövülüyor. Bu meteorlar aynı zamanda Dünya'ya birçok elementin taşınmasını sağlıyor. Organik, yani canlıların yapısında kullanılacak temel kimyasalların bir kısmı da bu şekilde Dünya'ya taşınmış olabilir. Bu meteor yağmuru ve madde taşınımı giderek seyrekleşmekle birlikte birkaç yüz milyon yıl daha sürüyor.

Süreç içerisinde, yüzeye ulaşan magmanın soğuması ve kayalaşmasıyla birlikte oluşan dev yüzey çukurları, Dünya üzerinde artan basınç ve soğumanın etkisiyle yoğunlaşmaya başlayan sıvı su ile dolmaya başlıyor. Giderek çoğalan bu su, hızlı bir şekilde bütün Dünya'nın yüzeyini kaplamaya başlıyor. İşte bu süreç içerisinde hemen hemen tüm Dünya sular altında kalıyor. Okyanuslar her ne kadar her yeri kaplıyor olsa da, bu su kütlelerinin altlarında, Dünya'nın farklı noktalarına dağılmış şekilde yükselti alanları, yani kıtaların oluştuğu da görülüyor.

Okyanuslardan oluşan bir Dünya'nın canlılığın oluşumu açısından en önemli faydası, henüz atmosferin tam olarak oluşmamasından ötürü Güneş'ten gelen aşırı yüksek enerjili radyoaktif ışınımın su tarafından

engellenmesi olmuştur. Çünkü yüksek düzeydeki radyoaktivite, karmaşık olmasına rağmen kararlı yapıda kimyasalların oluşmasına engel olan en önemli unsurlardan biridir. Öte yandan, günümüzde bilmekteyiz ki radyoaktif ışınlar, okyanus yüzeyinin 200 metreden daha derinlerine ulaşamamaktadır. Bu sebeple 200 metreden daha derin bölgelerde göreceli olarak daha düzenli alanlar oluşabilmiştir. Bugün biliyoruz ki canlılık, muhtemelen bu derin okyanus tabanlarındaki volkanik bacaların etrafında başlamıştır.

Dünya'nın yüzeyini kaplayan sular, elbette ki saf su değildir. Kaotik ortam içerisinde çözünen trilyonlarca kimyasal bu suyun içerisinde yüzmekte ve aynı zamanda hızla, okyanus tabanlarına doğru çökelmektedir. Bu kimyasallar arasında Dünya'da bugün bulunan elementlerin neredeyse tamamı bulunmaktadır (kimi az, kimi çok bulunmaktadır). Canlılığın cansızlık içerisinden evrimleşmesinde kilit rol oynayacak olan organik moleküller de, işte bu elementlerin birbirleriyle olan etkileşimleri sayesinde oluşabilmektedir. Şimdi, hep birlikte okyanusun derinliklerine dalalım ve radyoaktivite açısından güvenli olan, çökelmiş kimyasallarla dolu ve sıcaklığın kimyasal tepkimeler için son derece uygun değerlerde olduğu bu volkanik bacaların etrafında olanlara yakından bakalım.

Okyanusların tabanlarında, tıpkı bugün kıtaların üzerinde gördüğümüz gibi volkanik bacalar bulunmaktadır. Hidrotermal bacalar olarak da isimlendirilen bu bacalar, özellikle Dünya üzerindeki plakaların birbirinden uzaklaştığı bölgelerde, magmanın yer altından yüzeye (okyanus dibine) ulaştığı alanlarda

oluşmaktadır. Bu bacalar ilk olarak 1949 yılında Kızıl Deniz'in tabanında keşfedilmiş ve araştırmanın sonucunda "anormal derecede sıcak okyanus dibi aktivitesi" olarak geçmiştir. 1960 yılındaki bir diğer araştırmada, sıcaklığı 60 dereceye ulaşabilen bu bacaların varlığı doğrulanmıştır. Ancak bacaların varlığına dair en net ispatlara, 1979 yılında Oregon Eyalet Üniversitesi'nden Dr. Jack Corliss ve ekibinin Doğu Pasifik Okyanusu'nun dibine dalarak bu bölgede incelemeler yapmalarıyla ulaşılmıştır. Aynı yıl içerisinde yazılan makaleler, okyanus tabanlarında geniş bir canlılık çeşitliliğinin olduğunu, bacaların iç kısımlarının 400 dereceye kadar ulaşabildiğini, okyanusa açılan ağız kısımlarında sıcaklığın 150 dereceye kadar düştüğünü, bu sıcaklıkların canlılığın başlangıcındaki birçok tepkimenin hızlı bir biçimde gerçekleşebilmesine izin verdiğini bilim camiasına ilan etmiştir. Daha ilerleyen dönemlerde, bu bacaların yeraltından gelen hidrojen, metan, karbondioksit, hidrojen siyanid, nitrojen ve benzeri birçok kimyasalın zaman içerisinde çıkış noktaları etrafına yığılmasıyla oluştuğu anlaşılmıştır. Yani bacaların kendisi bile kimyasal yapı açısından son derece zengindir. Ancak daha önemlisi, bu bacaların içerisinde bulunan mikro-odacık adı verilen kapsüllerdir. Bu odacıkların yapısında bulunan pirit ve kalkopirit isimli kimyasallar, birçok diğer kimyasal tepkimeyi hızlandırıcı (katalize edici) etkiye sahiptir. Birbirine ufak kanallarla bağlanan bu odacıkların her birinde, farklı kimyasal tepkimelerin oluşmasını sağlayabilecek sıcaklık, basınç ve kimyasal değerleri bulunmaktadır. Dolayısıyla bu hidrotermal bacalar, sadece yapıları

sayesinde canlılığa giden yolda meydana gelen kimyasal tepkimelerin gerçekleşmesini sağlamış ve hızlandırmıştır.

Okyanus diplerine çökelen kimyasallar, okyanusun başka herhangi bir yerinde gerçekleştirmeyecekleri tepkimelerle bir araya gelmeye ve daha karmaşık yapıları kimyasalların oluşmasına neden olurlar. Üstelik bacaların etrafındaki yüksek sıcaklıklardan, okyanusun diğer bölgelerindeki çok düşük sıcaklıklara doğru yumuşak bir sıcaklık geçişinin olması, çok çeşitli tepkimelerin, kendilerine uygun olan sıcaklığın bulunduğu bölgelerde gerçekleştiğini göstermektedir. Ayrıca okyanus, uzaydan gelen yıkıcı etkilere (göktaşları, radyoaktivite, vb.) karşı kalkan görevi görmektedir. Son olarak okyanus tabanlarındaki aşırı yüksek basınç, yine canlılığın oluşması için önem arz eden birçok kimyasal tepkimeyi hızlandırıcı bir ortam sağlamaktadır. Tüm bu anlattıklarım bir araya geldiğinde, canlılığın ilk adımlarının tamamen doğal süreçlerle atılabilmesi işten bile değildir ki bu bölümün konusu da budur.

Bu nasıl olmaktadır? Nasıl olur da cansız yapılar, doğal süreçlerle bir araya gelerek canlılığa neden olabilirler? Bunu anlamadaki güçlüğün başlıca sebeplerinden biri, canlı-cansız tanımlarımızdan kaynaklanmaktadır. İnsanlarda “canlı” kavramı son derece yüzeyseldir ve sadece “bilinçli hareket eden varlıklar” gibi düşünülmektedir. Bu, teknik bir tanımdan oldukça uzaktır. Bilimsel araştırmaların gösterdiği üzere günümüzde canlıları farklı kılan pek fazla bir özellik bulunmamaktadır. Ancak elbette ki etrafımızdaki



varlıkları kategorize etme isteğimiz, belli başlı özellikler belirleyerek bunlara göre varlıkları birbirinden ayırma yoluna gitmemize sebep olmuştur. Unutmamak gerekir ki bizim bir varlığı diğerinden terminolojik olarak ayırıyor olmamız, o varlıkların gerçekten de birbirinden bağımsız oldukları anlamına gelmez. İşte canlı-cansız ayırımında gördüğümüz budur. Bizim, insan türü olarak varlıkları canlı ya da cansız olarak ayırmamız, ilkin başlangıçlarının aynı olmadığı anlamına gelmez.

Canlılık, çok basit cansız moleküllerin bir araya gelmesiyle ilkin adımları atılmış bir varlık formudur. Bu formun ayırt edici özelliği ise, periyodik cetvelde tamamı “cansız” olan kimyasalların belli başlı bir grubunu ve bu elemetlerden oluşan molekülleri, temel yapıtaşı olarak içeriyor olmasıdır. İşte esasında “cansız” ve kendi başlarına çok fazla bir anlam ifade etmeyen, ancak istisnasız her canlının yapısında çeşitli oranlarda bulunmakta olan (ki bu, tüm türlerin ortak bir kökene sahip olduğunu göstermektedir) bu kimyasallara biz, Hayat Molekülleri adını veriyoruz. Bu moleküller, 4 grupta toplanır: Lipitler (Yağlar), Nükleik Asitler, Proteinler, şekerler. Bu büyük molekül gruplarının altında birçok alt birim ve bunların farklı kombinasyonlarından oluşan birçok kimyasal yapı bulunmaktadır. Örneğin yağların oluşabilmesi için “yağ asitleri” ve “gliserol” molekülleri gerekmektedir. Nükleik asitlerin oluşabilmesi için “nükleotit”, “fosfat grubu” ve başlı başına bir grup olan şekerlerin bazılarının bulunması gerekmektedir. Proteinlerin yapıtaşları olaraksa “aminoasit” dediğimiz birimleri görmekteyiz, bunların bir araya gelmesiyle proteinler

oluşur. Şekerler ise en basit yapılı hayat molekülleridir, kendi başlarına var olabilirler, bu sayede nükleik asitlerin de yapısına doğrudan katılabilirler.

Bu yapıların her birinin canlı hücrelerinde, dolayısıyla canlılıkta farklı rolleri bulunmaktadır. Bunları kısaca izah edecek olursam: Aslında lipitler, sadece “yağ” anlamına gelmez. Bünyemizde bulunan yağlar, balmumları, steroller, yağda çözünen vitaminler, monogliseritler, digliseritler, trigliseritler, fosfolipitler, vb. moleküllerin hepsine verilen genel bir isimdir. Ancak ben burada genel olarak yağ ile eş anlamlı olarak kullanacağım, böylelikle anlatım kolaylığı sağlamayı ve sizleri terime boğmamayı hedefliyorum. Yağların en temel görevleri arasında hücre zarlarının oluşumunu sağlamak (ki bu, canlılığın başlangıcı için olmazsa olmazdır, bölümün ilerleyen kısımlarında döneceğim) ve hücre içi iletişimi sağlamaktır.

Burada genel bir açıklama yapmak gerekirse, elbette ki kimyasallar, bu görevlerini “bilerek” ya da “düşünerek” yapmamaktadırlar. Göreceğimiz gibi canlılığın oluşumu, tıpkı domino taşlarının yıkılması gibi, kademeli olan ve her bir adımın, bir öncekine ve bir sonrakine bağlandığı, çok uzun süreli bir süreçtir. Nasıl ki domino taşları, yıkılmaları gerektiği zamanı veya yıkılmaları “gerektiğini” bilmiyorlarsa ve fiziksel bir etki altında yıkılıyorsa, canlılığın oluşumunda moleküllerin görevler kazanması da aynı şekilde olmaktadır. Tamamen fiziksel ve kimyasal etkilerin altında devam eden sürecin içerisinde edinilen yapıların, yapısal uyumluluklarından ötürü kazandıkları görevlerdir

bunlar... Şimdi, diğer hayat moleküllerinin görevlerine dönelim:

Nükleik asitler, belki de birçoğumuzun bildiği gibi, “yönetici moleküller” olarak da bilinmektedir. İki temel grubun, DNA ve RNA’nın genel adıdır (bilimin gelişmesiyle birlikte, sentetik ve yapay nükleik asitler de bu gruba eklenmiştir). Temel görevleri, genetik bilgilerin, yani bir canlının ne olduğunun ve nasıl olduğunun bilgisinin kodlanması, iletimi ve bunların uygun biyokimyasal ortam sağlandığında ifade edilmesidir. Yani nükleik asitler, evrimsel süreç içerisinde az sonra göreceğimiz şekilde var olurlarken, canlının diğer moleküllerinin üretimi konusunda, özellikle proteinlerle işbirliği içerisinde, karşılıklı olarak evrim geçirmişlerdir. Bu sayede, diğer molekülleri yönetici bir rol üstlenmişlerdir.

Proteinler, geniş çeşitlilikleri (burada saymakta zorlanacağım kadar fazla kategoriye bölünebilirler) ve yüksek değişim/adaptasyon kabiliyetleriyle belki de canlılık içerisindeki en önemli yapıtaşlarından. Sözü tam anlamıyla, canlılığı sağlayan ve sürdüren *bütün* biyolojik faaliyetlerin içerisinde yer alırlar. Hücrenin “işçi molekülleri” olarak görülebilirler. Birçoğu, başka kimyasal tepkimeleri hızlandırıcı görevler alırlar, birçok farklı tipi hücredeki diğer yapıların oluşturulmasına katkı sağlarlar, bazıları hücre içi ve hücre dışı iletimde görev alırlar, bazıları hücrenin bölünmesindeki hareketlerden sorumludur ve daha nice... Kısaca proteinler, canlılığı sağlayan esas unsurlardan biridir diyebiliriz. Buna rağmen, az sonra göreceğimiz gibi, tamamen doğal süreçlerle oluşabilirler ve nükleik

asitlerle olan ilişkileri sayesinde, gerektiği zaman, gerektiği kadar salgılanabilirler. Bu gereklilik de, çevresel şartların etkisiyle belirlenmektedir, herhangi bir üst bilinç ile değil.

Son olarak şekerler... Neredeyse bütün canlılarda ortak olarak tüketilen, enerji sağlayan moleküllerdir. Monosakkaritler (tekli şekerler), disakkaritler (çift şekerler) ve polisakkaritler (çoklu şekerler) olarak kategorize edilebilirler. Oluşumlarındaki kimyasal bağlardan ötürü yüksek enerjiye sahiptirler ve parçalandıklarında bu bağ enerjisi, kimyasal enerji olarak açığa çıkar ve biyolojik fonksiyonların sürdürülmesinde kullanılır. Özellikle de bu enerjinin sürekli tüketimi halinde, canlılığın varlığını koruyabildiğini görürüz. Şekerlerin önemini şöyle anlayabiliriz: Bir hücre, şeker tüketimi yapamıyorsa, ölmüş veya ölmek üzeredir diyebiliriz. Bunun haricinde, sadece tüketim amacıyla değil, aynı zamanda yapım amacıyla da şekerler hücre içerisinde görevlere sahiptir. Özellikle hücresel yapıların (hücre zarları, hücre duvarları gibi) içeriğine katılmaları dolayısıyla büyük öneme sahiptir.

Görüldüğü üzere her bir grubun, canlılık için önemli fonksiyonları vardır; ancak hiçbiri tek başına canlılık var edemez. Dolayısıyla canlılığın nasıl doğal süreçlerle var olabildiğini anlamak için, bu birimlerin her birinin doğal süreçlerle ve ayrıntılarıyla tanımlanmış kimyasal tepkimelerle var olabildiğini görmemiz ve daha sonrasında bunların birbirleriyle ilişkisini anlamamız gerekmektedir. Öyleyse şimdi, kısaca bunların nasıl var olduğuna bir bakalım:

Canlılığın ilk adımlarından birinin yağ moleküllerinin (lipitlerin) oluşumu olduğu düşünülmektedir. Çünkü lipitler, günümüzdeki bütün canlıların hücrelerinin de zar yapısını oluşturan, koruyucu ve canlılığın oluşumuna zemin hazırlayıcı moleküllerdir. Lipitlerin oluşumu için, ön yapılar olarak karşımıza çıkan yağ asitlerinin ve gliserolün oluşması gerekmektedir. Günümüz modern biyokimyası, bu yapıların okyanus bacaları içerisinde ve etrafında, tamamen doğal süreçlerle oluşabileceğini bizlere göstermektedir. Fischer-Tropsch Tepkimesi adıyla bilinen bir dizi kimyasal tepkime, demir sülfür ve bakır sülfür kimyasallarından yola çıkarak, metan, karbondioksit ve hidrojen gazlarının katılımıyla yağ asitlerinin oluşumunun birinci basamağı olan karboksilin oluşabilmesini sağlamaktadır. Hidrotermal bacalardaki yüksek sıcaklıkların etkisiyle karbosil, bacaların civarında yüksek oranda bulunan metan gazıyla tepkimeye girerek yağ asitlerini oluşturur. Öte yandan Cross-Canizzaro Tepkimesi olarak bilinen bir diğer süreç dahilindeyse, 30 santigrat derece sıcaklıkta, gliseraldehit ve formaldehit gibi okyanusta bolca bulunan kimyasallar, sodyum hidroksitin etkisi altında gliserol diye bilinen ve yağların yapısına doğrudan katılan çok önemli molekülleri oluşturabilmektedir. İşte bu iki tamamen doğal tepkime zinciri sonunda oluşan yağ asitleri ve gliseroller, bir araya gelerek yağ (lipit) moleküllerini oluştururlar.

Yağlar, canlılığın evrimi için birincil derece öneme sahiptir, çünkü kimyasal yapılarından ötürü “amfifatik” yapıdadırlar. Bu kimyasal yapı, yağ moleküllerinin su içerisinde, içi su dolu küresel zırhlar oluşturmasına

sebeup olmaktadır. Bunu evinizde de denemeniz mümkündür. Kimi sıvı yağı suya döktüğünüzde ya yüzeyde film halinde birikir, ya da su içerisinde hızla küresel yapılara dönüşür. Bunun tek sebebi, yağların kimyasal yapısının, fizik yasaları etkisi altında, su molekülleriyle etkileşerek küresel forma geçmek zorunda oluşudur. Bu form, yağların en düşük potansiyel enerjiye sahip olmasına neden olur ki bu, bir kimyasalın en dengeli olabildiği haldir. İşte bu sebeple yağlar, canlılığın içerisinde gelişeceği küresel zırhlar olma bakımından çok büyük öneme sahiptir.

İşte zırh yapısı içerisinde sıkışan kimyasallar, çevrelerinden izole hale gelmişlerdir. Bunun en büyük getirisi, bu zırhın içinin, dışarıya göre daha düzenli ve sakin olmasıdır. Üstelik olası tepkimelerin gerçekleştiği hacmin küçük bir bölgeye sıkıştırılması, kimyasal tepkimelerin gerçekleşme ihtimalini ve hızını da arttırmaktadır. Böylece bu yağ zırhları içerisine hapsolan kimyasallar, çok daha yüksek hızlarda tepkimelere girebilir ve yeni, daha büyük, daha kararlı yapılar üretebilirler.

Bu yağ zırhı içerisinde hapsolmuş ve çevresine göre daha yoğun olarak kimyasal taşıyan, iç bölgesinde sürekli kimyasal tepkimelerin sürdüğü, ilkin hücre-benzeri yapılara günümüzde koaservat ya da ön-hücre demektediriz. Koaservatlar canlı mıdır? Canlılık tanımını nasıl yaptığınıza bağlıdır. Günümüzde lise düzeyinde canlılık, uyarana tepki verme, üreme, metabolizmaya sahip olma, vb. birkaç parametreyle tanımlanmaktadır. Ancak bu değişkenlerin tamamı kolayca “cansız” olarak tanımlayacağımız varlıklarda da bulunmaktadır. Örneğin

kimyasallar uyaranlara tepki verebilir, bazı kimyasallar oto-katalizlenme etkisiyle “cansız” olmalarına rağmen “üreyebilirler” veya kimyasal tepkimeler canlılardaki metabolik faaliyetlerden yapıca farklı değildir. Üstelik “canlı” dediğimiz yapıları en ufak parçalarına, hücre altı parçalara böldüğümüzde, her şeyin “cansız” moleküllerce yürütüldüğünü görürüz. O zaman “canlılık” nerede başlamaktadır? Eğer hücrelerimizi meydana getiren her şey “cansız” ise, biz nasıl, hangi evrede canlı olabiliyoruz? Canlılık, sonradan eklenen bir özellik midir?

Günümüzde artık bu tanımın yapılması giderek kolaylaşmaktadır, çünkü bütün bilimsel veriler, canlılığın cansızlık içerisinden evrimleşen özel bir form olduğunu göstermektedir. Koaservat olarak adlandırdığımız yapıların en temel özelliği, bünyelerinde meydana gelen kimyasal tepkimeler sayesinde ürettikleri enerjiyi (veya kimyasal enerjiyi depolayan molekülleri) aktif olarak kullanarak, fiziki bir düzensizlik terimi olan entropiye karşı koymak için harcamalarıdır. Bu kimyasal tepkimeler zinciri, bir çakmağın yanmasında meydana gelen kimyasal tepkimelerden pek de farklı değildir ve tamamen doğaldır. Eğer bu tepkimeler bütünü, bir varlık içerisinde görülüyorsa ona “canlı” deriz. Özellikle düzensizliğe, yani düzenli sistemlerdeki “dağılma, düzensiz hale gelme” eğilimine (entropiye) karşı gelmek için enerji kullanılabiliriyorsa, o varlık bizim aradığımız temel canlılık kriterlerini sağlamaktadır. Yani bir canlının “canlı” olmayı tercih etmesi, bir kayanın “kaya” olmayı tercih etmesi gibidir. Böyle bir tercih yoktur; canlılık, doğal sürecin aynı derecede doğal bir ürünüdür.

Bu sebeplerle, günümüz biliminde “canlı” tanımı, beslenme, üreme, metabolizmaya sahip olma gibi ilkel kategorizasyon yerine, daha temel ve kapsamlı iki temel üzerine oturtulmaktadır: Organizasyon ve aktivite. Canlı organizmaların tamamında belirli bir organizasyon bulunmaktadır. Bu organizasyon, iç yapıyı dış ortamdan ayırmaya yarar. İşte koaservatlarda, yani en ilkin canlı yapılarında bu izolasyon görevini yağ zırhları yapmaktaydı. Bugün de, günümüzde var olan istisnasız her canlının hücrelerinin zarları temel olarak yağ yapılıdır. Bu da, tüm canlıların ortak bir atadan, ilkin bir canlı formundan (koaservatlardan) geldiklerinin net ispatlarından biridir; zira tek bir canlıda oluşan ve sabitlenen bu yapısal özellik, ondan evrimleşerek bütün bireylere aktarılmıştır. Ancak canlılığı tanımlamak için organizasyon tek başına yeterli ve anlamlı değildir, zira örneğin bir balonun da iç ortamıyla dış ortamını ayıran organizasyonu bulunur; ancak bu, ona bir “canlı” dememiz için yeterli değildir. Burada ikinci bir temele ihtiyaç duyarız.

Aradığımız bu ikinci temel, işlevsel bir aktivite veya bir diğer tanımla iç yapıdan kaynaklı bir metabolizmadır (aktivite ve metabolizma eş anlamlı kullanılabilir). Bu aktivite, belirttiğim gibi rastgele bir amaca sahip değildir, canlılık için olması gereken bir amaca hizmet eder: enerji üretimi ve tüketimi. Metabolik aktivite sırasında tamamen doğal, biyokimyasal tepkimeler sonucunda enerji üretilir ve bu enerji, canlılığın ikincil bir şartı olan “sürerliliğin” sağlanmasında kullanılır. İzah ettiğim gibi maddeler, entropi artışı sebebiyle bir fizik yasasına tabidirler ve



sürekli olarak düzensizliklerini arttırmaya meyillidirler; bu yasa, Evren'in dokusundan ötürü böyledir (ilk bölüme atıf olarak: bu bir *doğa gerçeği*dir) ve Evren değişmedikçe değişmez. Ancak bu artışa, sürekli olarak enerji harcayarak, istikrarlı bir şekilde karşı konulabilmektedir. İşte canlı dediğimiz, özünde ve esasında “cansız” olan yapılar, bu entropiye enerji harcayarak karşı koyarlar. Bunu yapabiliyorlarsa, tarafımızdan “canlı” olarak nitelenirler. İşte canlı ile cansız arasındaki tek fark, bu etiketleme farkıdır. Bilimsel temelde ise hiçbir farkları yoktur; sadece biz de bu tanıma uygun bir varlık olduğumuz için, “canlılık” tanımını bize özel anlamlar ifade etmektedir. Doğa açısından ise bir anlamı bulunmamaktadır. Şimdi, yağ zırhı içerisine hapsolmuş bol kimyasal içerikli okyanus suyunun başından geçenlere geri dönelim ve Özgün'ün canlılığın nasıl cansızlıktan oluştuğuna dair sorularına cevaplar verelim.

Koaservatların evrimindeki yağ zırhının oluşumundan sonraki sürecin tam sırası bilinmemektedir ve açıkçası bu sıra çok da önemli değildir. Ancak elimizdeki veriler, yağ zırhından sonra (ve hatta belki de önce), ilk olarak genetik materyalin oluştuğunu düşündürmektedir, zira entropiye dirençli bu yapıların sadece var olması yeterli değildir, gelecek nesillere var oluşlarına dair bilgileri aktarabilmeleri de gerekir. İşte bu yüzden, belki de yağ moleküllerinin sentezine yönelik kimyasalların üretilmesini sağlayabilecek bu genetik yapılar, diğer tüm Hayat Molekülleri'nden önce oluşmuştur. Her ne zaman oluşmuş olurlarsa olsunlar, günümüzde değerleri aşırı

miktarda abartılan bu genetik materyalin tamamen doğal süreçlerle var olabileceği bilinmelidir.

Genetik materyal olarak bildiğimiz DNA ve RNA'nın da tamamı, hücrenin geri kalanı gibi sadece cansız maddelerden oluşmaktadır. DNA, RNA, genler ve bunlardan üretilen aminoasitler ve proteinler ile diğer bütün yönetici moleküller, diğer tüm kimyasallar gibi yine cansız maddelerdir. Ancak bunların metabolizmaya katılması ve toplam aktiviteleri sonucu entropi artışına karşı koyabilecek ve sürekli olarak üretilebilecek yapılar (hücreler) oluşturulabilir. Yani genetik materyal olmaksızın, birey bazında sürerlilik belki sağlanabilir (koaservat ömrü boyunca varlığını koruyabilir); ancak yalnızca bu becerilerini sağlayan moleküllerin düzeninin gelecek bireylere aktarılabilmesi, nesil bazında sürerliği sağlayabilir. İşte üreme ve genetik materyalin aktarımının ilkel temellerinde yatan can alıcı nokta da budur.

İlk DNA nasıl oluşmuştur? Genetik materyalin evrimi nasıl olmuştur? Bu soruların cevapları günümüzde büyük oranda verilebilmektedir. Esasında canlılığın başlangıcına yönelik olan açıklamalar birbirine zıt olarak görülebilecek iki grupta toplanabilir. İlk grupta, genetik materyalden önce, diğer yapıların (metabolizmayı sağlayacak yapıların) oluştuğunu, sonrasında ise genlerin oluştuğunu ileri süren "Önce Metabolizma Hipotezi"dir. Diğer yanda ise genetik materyalin önce oluştuğunu söyleyen, bu sayede metabolik faaliyete katılacak olan kimyasalların da üretilebildiğini ileri süren "Önce RNA Hipotezi"dir. Bu konuda ben bir taraf belirtmeden, süreç odaklı olmak yerine olay odaklı

açıklamalarda bulunacağım. Zira sıra önemli olsa da, daha önemli olan bu kimyasalların nasıl doğal süreçlerle var olabileceğini anlamaktır.

Birçok bilim insanı, genetik materyalin oluşumundaki en önemli adımın ribozim adı verilen bir enzimin (bir organel olan “ribozom” ile karıştırılmamalıdır), doğal süreçler içerisinde oluşması olduğunu düşünmektedir. Çünkü ribozim, ilk olarak basit bir RNA molekülü formundadır, yani RNA'nın atası olarak düşünülebilir. Burada, RNA'nın iki ana genetik materyal grubundan biri olduğu hatırlanmalıdır (diğeri de meşhur DNA'dır; RNA, DNA'nın “yardımcı molekülü” konumundadır ancak canlılığın başlangıcını anlamak konusunda birincil öneme sahiptir). Daha da ilginç ribozim, bir “oto-katalizör”dür, yani etraftaki basit molekülleri kullanarak kendisinin kopyalarını oluşturabilir, hem de inanılmaz yüksek bir hızda! Dolayısıyla ribozim bir kere var olduktan sonra, kendisini hızla kopyalayarak okyanus tabanlarındaki ana genetik materyal haline gelebilir. Hele ki bu üretim sırasında oluşan hatalar sebebiyle yapısal değişimler meydana gelirse, ribozimin bir noktadan sonra tam bir RNA yapısına dönüşmemesi güçtür. Zira ribozimden oluşabilecek RNA kullanılarak süreç içerisinde DNA'nın ortaya çıkmaması için bir sebep yoktur. Uzun yıllar RNA'nın sadece DNA'dan sentezlenebileceği, dolayısıyla RNA'dan DNA'nın asla sentezlenemeyeceği düşünülmüştü ve buna Biyoloji'nin Merkezi Dogması denmişti. Fakat daha sonradan keşfedilen retrovirüslerin ana genetik materyalinin RNA olduğu, gerektiği zamansa RNA'dan DNA'yı sentezleyebildikleri keşfedildi. Bu, bilim dünyasında bir

çığır açtı ve DNA'nın evrimsel süreçte nasıl oluşmuş olabileceğine ışık tuttu.

Üstelik, yapılan modern incelemeler, ribozimin varlığına ihtiyaç duymaksızın da öncelikle genetik materyalin temellerini oluşturan nükleotit isimli moleküllerin, sonrasında ise bunlar kullanılarak RNA'nın oluşabileceğini bizlere göstermektedir. 2007 yılında Dr. Raffaele Saladino ve ekibinin yaptığı bir araştırmada, 140 derece sıcaklıkta (bacaların etrafındaki sıcaklığı hatırlayın), okyanus tabanında bolca bulunan formamid molekülleri tek başına kullanılarak, ortamda bulunan borat moleküllerinin hızlandırıcı etkisi sayesinde sadece 48 saatte bütün nükleotitler üretilebilmiştir. Bu müthiş keşif, o tarihten 10 sene kadar önce keşfedilen bir diğer tepkimeyle birleştirilince daha büyük anlam kazanmaktadır: 1997 yılında keşfedilen Ferris-Orgel Tepkimesi sayesinde okyanus tabanlarının pH değerinde (yaklaşık 5.5) sıvı formaldehit, sıvı formamid, suyla derişik amonyak ve yine okyanusta bolca bulunabilen kalsiyum fosfat kullanılarak 24 saat gibi kısacık bir bekleme süresi sonunda kısa bir RNA molekülü elde edilebilmiştir. Yani sadece okyanus tabanlarında bulunan kimyasallarla oynayarak ve çeşitli denemeler yaparak, genetik materyalin yapıtaşlarını üretmek, sonrasında ise bunların doğal süreçlerin etkisi altında RNA'yı üretebildiklerini görmek işten bile değildir.

Bu yağ zırhı içerisinde sıkışan RNA'lar, zaman içerisinde DNA'yı oluşturmuş ve böylece genetik aktarımı başlatmış olabilirler. Zira DNA, yapısı gereği bir hücre içerisinde üretilecek kimyasalları belirleyen

moleküldür ve DNA'nın oluşmasıyla birlikte eskiden daha kaotik olan kimyasal tepkimeler bir düzene girmeye başlamış ve DNA tarafından yönlendirilmeye başlamıştır. Aynı zamanda, DNA'yı (ya da en azından RNA'yı) üretebilen koaservatlar, diğerlerine göre avantajlı konuma geçmişler ve kısa sürede bu yapıdaki koaservatlardan çoğalan yeni yapılar, okyanus tabanlarının hâkimi konumuna geçmişlerdir (buna "moleküler evrim" denir). Çünkü genetik materyalin varlığı, koaservatın sürerliliğine çok ciddi katkı sağlamıştır. Bu sayede genetik materyale sahip koaservatlar diğerlerinden daha uzun varlıklarını sürdürmüşler ve genetik materyallerinin sayesinde başarılı olmalarını sağlayan ilkin moleküler kombinasyonları, rastgele bölünmeleri (ilkel bir amitoz bölünme olarak düşünülebilir) sırasında kendilerinden oluşan yeni koaservatlara aktarabilmişlerdir. Yani DNA'nın doğal süreçlerle oluşabilmesi de, bu materyal sayesinde moleküler evrimin ve dolayısıyla canlılığın evriminin hız kazanabilmesi de gayet muhtemeldir.

Genetik materyalin oluşumundan kısa bir süre sonra, bu moleküller sayesinde üretilebilecek bir diğer hayat molekülü olan proteinlerin sentezi gerçekleşmiştir. Ancak proteinlerin DNA aracılığıyla sentezlenebilmesi için ilk olarak ortamda aminoasitlerin var olabilmesi gereklidir. Artık şaşırmayacağınızı tahmin ediyorum ancak bunların da doğal süreçlerle var olabilecekleri ispatlanmıştır. Hem de bu, ilk olarak 1828 yılında Friedrich Wöhler tarafından sulu amonyum siyanat kullanılarak gösterilmiştir. Ancak daha önemli bir araştırma, 1850 senesinde Dr. Adolphe Strecker

tarafından yapılmıştır. Bu araştırma sonucunda asetaldehit, amonyak ve hidrojen siyanit kullanılarak 2 adet aminoasit, tamamen doğal süreçlerle üretilebilmiştir. Daha sonradan Miller-Urey Deneyi olarak bilinen meşhur deneyde, 1953 yılında, canlılığın yapısına katılan 22 aminoasidin tamamı doğal süreçlerle üretilebilmiştir. Üstelik aynı deneyde sadece aminoasitler değil, enerji üretiminin ana kaynağı olan şekerler, nükleik asitler ve gliserol gibi canlılığın oluşumunu sağlayacak kimyasalların çoğu, doğal süreçlerin taklit edilmesiyle sentezlenebilmiştir. 1970'li yıllara yaklaşıldığı dönemlerdeyse proteinlerin bile doğal süreçlerle oluşabileceği, Sidney Fox tarafından ispatlanmıştır. Yaptığı deneyinde ilkel dünya koşullarını tekrar eden Fox, kullandığı sodyum klorür, bikarbonat, amonyum klorür, karbonik asit, aspartik asit ve glutamik asit aracılığıyla, 150 santigrat derece sıcaklıkta, 2 hafta gibi bir süre sonunda 23 aminoasidin bir araya gelmesiyle bir proteinin oluştuğunu göstermiştir. İşte bu protein yapısı ve benzeri şekilde oluşabilecek yapılar, yine doğal süreç içerisinde oluşmuş DNA ile ortaklaşa çalışarak çok yüksek bir protein sentezi hızına erişmiş olabilirler. Bu da, canlılığa giden sürecin giderek hızlanmasına neden olmuştur.

Bu süreç sırasında, enerjinin de giderek verimli üretimi ve tüketimi sayesinde koaservatlar her geçen nesilde daha başarılı bir hal alabilmişlerdir. Bu enerji verimliliğindeki artış, şekerin oluşumuyla hız kazanmıştır. Şekerler, günümüzde de enerji tüketim kaynaklarının ("besin"lerin) başında gelmektedir. 1989 yılında Dr. Egon T. Degens'in yaptığı deneyler,

şekerlerin de diğer tüm hayat molekülleri gibi doğal süreçlerle var olabileceğini bizlere göstermektedir. Adından sıklıkla bahsettiğim, formaldehit molekülü, okyanus tabanlarının da yapısına katılan kaolin isimli alüminyum silikat yapıdaki kilin hızlandırıcı etkisi altında 100 derece sıcaklıkta, ortama katılan ve okyanusun birincil kimyasallarından olan kalsiyum fosfat ile tepkimeye girmektedir. Bu tepkime sonucunda, 2 saat gibi kısa bir süre içerisinde 5 şekerli riboz yapısının oluşabildiği görülmektedir. Bu tepkimede ilk olarak ribozun oluşumu da ilginç bir diğer durumla benzerlik göstermektedir: Riboz, RNA'nın yapısına katılan şekerdir. Dolayısıyla bu daha basit şekerin, RNA'nın oluşumunda da rol oynamış olabileceği düşünülmektedir. Deneyin sonucunda, 24 saat kadar sonra sadece şeker değil, nükleotitlerin ve yağların da oluşabildiği gösterilmiştir.

Görülebileceği gibi doğal süreçler ve tepkimeler, canlılık için gerekli bütün yapıtaşlarını üretmek için fazlasıyla yeterlidir. Bunların çeşitli sıralarda oluşumu ve bunun sonucunda birbirleriyle etkileşimleri nedeniyle canlılığa giden yolda çok önemli adımlar atılmıştır. Peki tüm bunlar ve çok daha fazlası bir seferde mi oldu? Yani her şey, “bir kasırganın bir hurdalığa girmesi sonucu rastlantısal bir şekilde bir Boeing-747'nin oluşması” gibi ya da “rastgele dökülen boyaların Mona Lisa tablosu oluşturması” gibi ya da “şempanzelerin rastgele tuşlara basarak Hamlet'i yazması” gibi bir anda mı oluvermiştir? Asla! Evrimsel Biyoloji asla böyle bir iddiada bulunmamıştır ve bulunmayacaktır da. Doğal yollarla karmaşık moleküllerin oluşumu bir seferde

gerçekleşmemiş, Dünya çapındaki milyon çarpı katrilyon (10<sup>21</sup> civarında) litre su içerisindeki sayılamayacak miktardaki molekül, muhtemelen sonsuz sayıda farklı şekilde birbiriyle tepkimeye girmiş ve sayısız ürün oluşturmuştur. Oluşan yağ zırlı koaservatların çok büyük bir kısmı bu süreçte yok olmuştur. Bunun sayısız sebebi olabilir: koaservat içindeki moleküller dengesiz olabilir, moleküllerin tepkimesi sonucu aşırı büyük yapıların oluşmasıyla koaservatlar patlamış olabilir, koaservat içi moleküller yeterince tepkimeye giremeyerek sonunda koaservatın öylece kalmasına yol açmış olabilir ve daha milyarlarca farklı durum gerçekleşmiş olabilir. Ancak sadece birkaçının başarısı bile, günümüzdeki kadar geniş çeşitlilikteki canlılığa gidecek yolu açmak için yeterlidir.

Tüm bunlar sırasında moleküler evrimin izlerini görmemiz de mümkündür. Koaservatlar arasında, etraftaki enerji kaynaklarının kullanımına yönelik başlayan mücadele, yapılarını oluşturan kimyasal bileşimlerinin bu sürece en fazla katkı sağlayan kombinasyonlarının varlıklarını sürdürebilmelerini sağlamış, diğerlerinin ise daha önce bahsettiğim fiziksel sebeplerle yok olmalarına neden olmuştur. Bu da, hızlı bir seçme-eleme dönemini başlatmış, kimyasal süreçler içerisinde var olmuş olan sonsuz sayıdaki çeşidin sadece bir kısmının sürerliğini koruyabilmesini sağlamıştır. Dolayısıyla, yüksek bir rastgelelik faktörüyle gerçekleşen kimyasal tepkimelerden, sadece ortama en uygun yapıdaki ürünleri üretebilenler varlıklarını sürdürebilmiş ve genetik yöntemlerle bu süreçlerin temelleri gelecek nesillere aktarılabilmektedir. Yani genetik



materyalin oluşumuyla desteklenen bir yapının canlılığı oluşturması düşünüldüğü kadar zor bir süreç değildir, fiziksel yasaların da katkısıyla gerçekleşebilir.

Üstelik tüm bunlar az bir zaman değil, yaklaşık 600 milyon yıl gibi aşırı uzun süreler boyunca sürmüştür. Yani Dünya'nın tarihine baktığımızda, 4.5 milyar yıl önce gerçekleşen oluşumdan sonra, 3.9-3.8 milyar yıl öncesine kadar canlılığa ait hiçbir iz görmemekteyiz. Bu uzun süreçte canlılığın ilkin adımlarının atılabilmesi için bolca bir süre bulunmaktadır. Zaten bu süreden sonra gördüğümüz ilkin bakteri benzeri yapıların izleri de, evrimsel süreçte giderek karmaşıklaşmakta, bize basitten karmaşığa doğru bir geçiş olduğunu göstermektedir.

Koaservatların oluşup, uzun vadeli sürerliliklerini sağladıktan sonra, bugün gördüğümüz çeşitliliğe doğru evrimin başladığını görürüz. Yani çok ilkin, çok basit bir başlangıçtan, çok karmaşık yaşam formlarına doğru kademeli bir değişim görürüz. İşte evrim budur! Her basamak bilimsel olarak ve doğal süreçlerle açıklanabilir, laboratuvarında bu süreçler test edilip onaylanabilir veya yanlışlanabilir. Koaservatların doğal süreçlerle oluşabileceğine dair sayısız deney bulunmaktadır ve her biri, doğal süreçlerin cansızlıktan canlılığın oluşabileceğine dair veriler vermektedir. Bu sürecin gerçekleşmemesi için hiçbir neden tespit edilememiştir.

Sonuç olarak bu kitap içerisinde karşılaştığımız üçüncü değişim noktası şudur: Doğada hiçbir karmaşık yapı son haliyle, bir anda, öylece hiçlik içerisinde var olmaz! Mutlaka basit bir başlangıçtan başlanır ve evrimsel süreç içerisinde, gelecek bölümlerde

göreceğimiz yöntemlerle bir eleme/seçme sonucunda karmaşık yapılara kademeli olarak ulaşılır. Evrimsel Biyoloji'nin "yoktan var olma" gibi bir iddiası olmamasına rağmen, kendi iddiaları bu tip bir var oluş sistemi olan kimseler, Evrimsel Biyoloji'yi böyle bir iddiaya sahip olmakla itham etmektedirler. Dikkat edilecek olursa, Evrimsel Biyoloji'nin karşıtı konumundaki kimseler, canlıların yoktan, bir anda, son halleriyle var olduğunu iddia ederler. Evrimsel Biyoloji'de böyle bir anlayışa yer yoktur. Bu üzücü, komik ve sinir bozucu bir ironiden öteye gidememektedir ve bilim karşıtlarının iki yüzlü tutumuna bir örnektir.

Bu bölümden alınacak bir diğer ders ve kitaptaki dördüncü değişim noktası şöyle ifade edilebilir: Doğada her şeyin bilimsel bir açıklaması vardır. Burada size çok kısa bir şekilde canlılığın nasıl cansızlıktan başlamış olabileceğini, Abiyogenez Kuramı'na dayanarak, adım adım açıkladım. Bunun binlerce detayı, anlatılanların mümkünlüğünü ispatlayan yüzlerce deney, on binlerce biyokimyasal tepkime ve çok daha fazlası da bulunmaktadır; fakat burada hepsine değinmemin bir yolu ve anlamı ne yazık ki yok; çünkü bu hem asıl konumun da dışına çıkmamı gerektirir, hem de kitabımı bir biyokimya ders kitabına çevirir. İlgilenenler, kitabımın sonundaki geniş kaynaklar ve ileri okumalar kısmına göz atabilir ve konuyla ilgili bilimsel kaynaklara erişebilirler. Ancak bu kitap içerisinde, sizde uyandırmak istediğim fikir, bunların detaylarını öğrenme merakının önemidir. Okurlarım, meraklarını gidermek için sorgulamaya ve araştırmaya başladıkları anda

canlılığın nasıl cansızlığın bir formu, biçimi olduğunu görecektir, evrimsel süreçlerin canlılığın ilkin oluşumuna da uygulanabileceğini anlayacaklardır.

Unutmamak gerekir ki canlılığın başlangıcı esasen Evrim Biyolojisi'nin konusu değil, Abiyogenez Kuramı'nın konusudur. Ancak Evrimsel Biyoloji'nin temel bilimlerini birleştirici yapısı nedeniyle ister istemez bu alanlarda da evrimi, moleküler düzeyde düşünmemiz gerekmektedir. Zaten yapılan deneyler (bkz: Miller-Urey Deneyi, Fox Deneyleri ve yüzlerce diğer deney) canlılığın yapıtaşlarının cansızlıktan evrimleşerek oluşacağını göstermekte, üstelik kimyasalların çeşitli şekillerde bir araya getirilmesinin, canlılık benzeri yapıları oluşturabileceğini net bir şekilde ortaya koymaktadır.

Bize düşen, bilime duyduğumuz saygı içerisinde bu araştırmaları incelemek ve yaşam görüşümüzü değiştirecek önemli bilgileri kapmaya çalışmaktır.

Artık canlılığın, cansızlık içerisinde farklılaşarak oluştuğunu ve esasında cansızlık içerisinde sıradan bir form olduğunu anladığımıza göre, bu canlılığa şekil veren mekanizmalara giriş yapalım. Çünkü bu ilkin yağ zırları içerisinde hapsolmuş, ilkin yapılardan; insan, balina, okaliptüs ağacı, örümcek maymunu gibi karmaşık canlıların kademeli evrimini sağlayan süreçleri görmemiz, evrimi anlamakta kilit önem taşımaktadır.

## BÖLÜM 3

### **Evrin'in Çeşitlilik Yaratacı Mekanizmaları**

Nefes nefeseydi. Bacakları artık iflas etmek üzereydi ama yılmamalıydı. Azimle, arka arkaya kararlı adımlar atıyor, ayağının altından kayıp giden çamuru ve ufak taşları umursamıyordu. Son 3 saattir hızlı tempoyla yürüyor ve tırmanıyor olmasına rağmen hâlâ dinçti. Bir ara ayağı kayar gibi oldu, çamur dik tepeyi tırmanmasını zorlaştırıyordu ama yılmadı, kendini toparladı. Sıcak güneş vücudunu kavuruyordu. Bütün bedeni terlemişti. Yine de Babür'ün sevdiği buydu. Terlemek, yorulmak, mücadele etmek hoşuna gidiyordu. Bu defa biraz zorlanmıştı ancak bundan büyük keyif alıyordu. Yüzünde şu anda keyif ifadesinden çok kararlılık vardı. Adımlarını, zirveye yaklaştıkça hızlandırdı. Artık bir ceylan gibi, seke seke, taşların ve çamur içerisinde görünen kayaların üzerine basarak engebeli tepede ilerledi. Attığı her adımda sırtındaki ağır çanta sallanıyor ve değişik sesler çıkarıyordu. Sonunda, nefesi artık iyice hızlanmışken tepeye ulaştı ve son bir adım atarak tırmanışı tamamladı.

Güçlü bir şekilde nefes vererek gülümsedi. Manzara muhteşemdi. Gözün alabildiğine, girintili çıkıntılı bir göl, neredeyse her tarafını sarıyordu. Ankara'da bulunan Eymir Gölü, Temmuz'un sıcağında öylece, sessizce yatıyordu. Üzerindeki sakar mekeler ve diğer çeşitli kuşlar, gölün etrafındaki restoranlarda balık ekmek yiyen insanlardan paylarına düşeni alabilmek için

birbirleriyle yarıştıyordu. Başka kuşlar, sürüler halinde ya da tek tek başının üzerinden geçiyordu. Bulunduğu tepede etrafına bakındı. Onlarca farklı kelebek bir o yana bir bu yana uçuşuyordu. Ayağının dibinden geçen karınca kolonisini gördü. Azimle çalışıyor, boylarının katlarca fazlası yükü yuvalarına taşıyorlardı. Biraz yanlarından irice bir hamamböceği hantal hantal geçiyordu. Tepenin aşağısında bir ailenin 3 köpeği birbiriyle oynuyordu. Köpeklerin hepsi birbirinden farklıydı ve hepsi çok tatlı gözüküyordu. Az ötede Eymir Gölü'nün meşhur tavşanları, bir yandan otları hızla kemirmeye çalışıyor, bir yandan da kendilerini sevmeye çalışan insanlardan uzak duruyorlardı. Zaten ağaçlardan ve çeşitli bitkilerden söz etmeye bile gerek yoktu, binbir çeşit çiçek yazın sıcağında, en fazla güneş ışığını almak için yarış halinde gibiydiler. Ve insanlar... Diğer hayvanlardan pek de farklı gözükmeyen, hayvanlar açısından bakacak olursak tuhaf giysileri içerisinde bir garip gözükken bu canlılar da, kendilerince besleniyor, sosyalleşiyor ve hayatlarını sürdürüyorlardı. Öbek öbek göl kenarında yerleşmişler, kimi yanında getirdiği sandalyesine oturmuş tavla oynuyor, kimisi ise yere uzanmış gazete okuyordu.

Babür derin bir nefes alarak gevşedi. Tepede bulunan büyük kayanın üzerine oturdu, çantasından su şişesini çıkardı ve bir dikişte yarısından fazlasını içti. Yaklaşık 10 yıldır doğayla iç içe yaşıyordu. Sürekli yeni canlılar görmeye çalışıyor, her birinden ayrı bir heyecan duyuyordu. Gördüğü birçok canlıyı fotoğraflayarak bilgisayarında saklıyordu. Son 10 yıl içerisinde birbirinden farklı 5000'in üzerinde canlı türü görmüş ve

fotoğraflamıştı. Sayı, her arazi gezisine çıktığında artıyordu.

Bu sayının nereye gideceğini kestiremiyordu. O kadar farklı canlılar vardı ki doğada... Hem de bu sadece gördükleriydi. Bir de görmediği ve belki de asla göremeyeceği canlılar vardı. Acaba bunların sayısı neydi?

Eskiden şu soru hep kafasını kurcalardı: Bu canlılar nereden geliyordu? Neden bu kadar fazla sayıda ve birbirinden bu kadar farklı canlı vardı? Bunlar nasıl var olmuşlardı? Bu soruların hepsine okuduğu üniversitede cevap bulmuştu. Belki bilimsel araştırmalara girmeseydi birçokları gibi kestirip atacaktı. Başından beri bu canlıların oldukları gibi bulduklarını söyleyecekti. Ancak dünyanın dört bir yanındaki profesörlerin araştırmalarını okudukça, araştırdıkça ve yeni mezun olduğu Biyoloji Bölümü'nde bizzat laboratuvara girip kendi gözleriyle canlıların özelliklerini ve değişimlerini gördükçe, onların nasıl var olduklarını öğrendi ve özümsemi. Bunları öğrenmek ona güç vermişti. Çünkü etrafında gördüğü yüzlerce değişik canlıdan hiçbir farkı yoktu. Onlarla birdi, bir bütündü ve kendisi de dahil olmak üzere bütün canlıların kökeni aynıydı! Bunu bilmenin verdiği mutluluk ve huzurla, tepenin dibinde oynamayı sürdüren köpeklere bakıp gülümsedi...

Gerçekten de, doğada inanılmaz bir çeşitlilik görmekteyiz. Bilim insanları, doğada, sadece şu anda var olan türlerin sayısınının 100 milyondan fazla olduğunu tahmin etmektedirler. Bu sayı, prokaryotlar olarak anılan göreceli olarak daha basit yapılı ve zarlı organellere sahip olmayan canlılar için içine katılırsa ortaya çıkan

sayıdır. Eğer onları göz ardı edersek, ökaryotlar olarak adlandırdığımız daha gelişmiş, çekirdekli ve zarla çevrili organelli hücre yapısına sahip canlıların tür bazındaki sayılarının 10-12 milyon civarında olduğu düşünülmektedir. Son birkaç yüz yıldır bu türleri teşhis etmeye çalışıyoruz ve binlerce, on binlerce bilim insanı bu uğurda ömürlerini harcıyor. Buna rağmen bugüne kadar tanımladığımız tür sayısı, tanımladığımız prokaryotları bile sayarsak 1-2 milyon civarında. Yani doğada bulunan canlıların sadece yüzde 1 veya 2'si kadar ufacık bir kısmını biliyoruz. Dahası da var... Yapılan hesaplamalara göre günümüzde yaşamını sürdüren bütün türlerin sayısı, Dünya üzerinde şimdiye kadar yaşayıp yok olmuş bütün türlerin sayısının %1'i civarında. Bu da Dünya üzerinde 10 milyar civarı türün var olup, bunların evrimsel süreç içerisinde %99'unun yok olduğu anlamına geliyor. Bu sayılar gerçekten de baş döndürücü. Peki, bu kadar tür nereden geliyor? Ayrıca türlerin içerisindeki canlılar neden bu kadar farklı? Neden bu kadar az sayıda günümüze ulaşabildi? Çoğu yok olacak canlılar neden en başından var oldu?

İlk olarak bu kadar türün nereden geldiğine bakalım. Günümüzden birkaç yüz yıl öncesine kadar, türlerin oldukları gibi, bugünkü halleriyle var oldukları ve hiçbir zaman değişmediklerine inanılıyordu. Hepsinin, bir anda, bilinmeyen bir şekilde, tıpkı peri masallarındaki sihirli değneğin yaptığı gibi "puf" diye var olduğu sanılıyordu. Ancak sonradan bilimin güç kazanması ve doğayı anlamaya başlamamızla, Taksonomi (Sınıflandırma Bilimi), Evrimsel Biyoloji, Moleküler Biyoloji gibi alanların gelişmesiyle, canlılığın tek bir

noktadan, cansızlığın özel bir formu olarak gelişmesinden başlayarak, günümüzdeki envai çeşitliliğe doğru kademeli olarak değişerek ilerlediği keşfedildi ve anlaşıldı. Günümüzde, Dünya üzerindeki bu alanlarda uzman bilim insanlarının oransal olarak bir elin parmaklarını geçmeyecek kısmı haricindeki tamamı, canlılığın daha önceki bölümde anlattığım gibi, koaservatlarla başlayıp, ilerideki bölümlerde değineceğim Evrim Mekanizmaları sayesinde günümüzdeki çeşitliliğine ulaştığını kabul etmektedir. Zaten artık günümüzde, canlılığın evrim geçirdiği laboratuvar ortamında gözlenerek ispatlanmış bir gerçektir, bu açıdan, Deneysel Evrimsel Biyoloji olarak bilinen alan, modern bilime ışık tutmaktadır.

Günümüzde, ne yazık ki evrimsel değişimlerle ilgili olarak yanlış bir algı yaratılmaya çalışılmaktadır. Bir türün kendi ömrü içerisinde geçirdiği değişimleri (ki bunlara “gelişim” diyoruz ve “Gelişim Biyolojisi” denen alanda inceleniyorlar), evrimsel biyologlar “evrimleşme” olarak değerlendiriyorlarmış gibi lanse edilmektedir. Ayrıca, yine kasıtlı ve art niyetli olarak evrimleşme, bir ceylanın bir anda bir ayıya dönüşmesi gibi çarpık bir hayal gücüyle anlatılmaya çalışılmaktadır. Hâlbuki Evrimsel Biyoloji’nin bu tip iddiaları hiçbir zaman olmamıştır ve olmayacaktır. Bir türün herhangi bir bireyinin, kendi ömrü içerisinde geçirdiği değişimlerin hiçbiri evrim değildir! Ayrıca evrim, bir türün kendisine hiç benzemeyen bir diğer türe bir anda dönüşmesi de demek değildir. Kitabımın bu noktasında, beşinci değişim noktasına geliyoruz: Evrim, hiçbir zaman tek bir bireyde meydana gelmez, nesiller



içerisinde meydana gelen değişimdir! Evrimden söz edebilmek için mutlaka, en azından 1 neslin geçmesi gerekir. Kaldı ki çoğu gözlenebilir evrimsel değişimler (makroevrim), ortalama 1000 nesil gibi uzun süreçlerde gerçekleşir. Dolayısıyla Evrimsel Biyoloji'yi anlamak için, "nesil" kavramını anlamak gerekir.

Tahmin edeceğimiz üzere bir nesil, bir canlı türünün, bir popülasyonunun doğumundan üremesine kadar geçen süre olarak değerlendirilebilir. Örneğin bir bakteri için 1 nesil 20 dakika kadar kısa olabilir. Yani her bir bakteri, 20 dakika içerisinde çoğalarak yeni bir nesil üretir. İnsan türü içinse bir nesil 20-40 yıl civarı olabilir. Yani bir birey doğduktan ortalama olarak yaklaşık 30 yıl sonra üreyecek olursa, 1 nesil atladığı düşünülebilir. Dolayısıyla bir bakterinin 20 dakikada bir değişen nesliyle, bir insanın 30 yılda bir değişen nesli arasındaki devasa fark daha net anlaşılabilir. Bu sebeple bakteriler gibi prokaryotik, yani zarlı organelleri olmayan, ilkin yapıları canlılar evrimsel sürece çok daha açıktır ve çok daha hızlı evrim geçirebilirler. Bu yüzden evrimsel süreçleri gözlemenin en iyi yolu, bakteriler gibi hızlı üreyen canlılar üzerinde çalışmalar yapmaktır. Bu alandaki bilimsel araştırmalar incelendiğinde, evrimin laboratuvar koşullarında nasıl gözlenebildiği çok daha net anlaşılacaktır.

Evrimsel değişimler, Lenski gibi birçok bilim insanının da laboratuvarlarında gözlemledikleri üzere, genellikle bir seferde, dev sıçramalar şeklinde olmamaktadır. Her nesil, kendi atasal nesillerinden belli bir miktar farklı doğmaktadır ki biz bu farklılıkların toplamına çeşitlilik (varyasyon) adını veriyoruz.

Çeşitlilik, türün içerisindeki bireyler arasındaki farklılıkların tamamıdır, toplamıdır. Nesil sayısı arttıkça, daha sonra göreceğimiz seçim etkisinin altında bu ebeveyn-yavru farklılıkları sayıca ve biçimce o kadar artar ki, atasal bireylerle aynı kefeye koyamayacağımız kadar değişmiş nesiller meydana gelir. İşte bu çeşitliliğin her bir nesilde sağlanabilmesi, evrimsel süreçlerin işleyebilmesi için taban oluşturmaktadır ve evrimin gerçekleşebilmesi açısından çok büyük öneme sahiptir.

Ne yazık ki günümüzde evrimsel değişimler, bir ceylanın bir anda bir ayıya dönüşmesi, bir ördeğin günaşırı sürede bir timsaha dönüşmesi gibi algılanmakta veya bu şekilde bir algının oluşması, art niyetli bir şekilde istenmektedir. Hâlbuki evrimsel değişimler asla bu şekilde gerçekleşmezler. Bu çarpık hayal gücü yetisine dayalı benzetimler, varyasyonları anlayamamaktan kaynaklı sorunlardır. Hiçbir nesil, kendisini oluşturan ebeveynlerden tamamen farklı değildir; ancak arada farklılıklar olduğu kimse tarafından inkâr edilemez. İşte bu göreceli olarak küçük farklılıklar, eğer ki hayatta kalma ve üreme konusunda avantajlar veya dezavantajlar sağlıyorsa, nesiller içerisinde birikerek çoğalabilir ya da giderek yok olabilir. Bu farklılıklarımızı sağlayan genler de, bireyler ile birlikte yok olduğundan veya hayatta kalarak üreme sonucu çoğaldığından, popülasyonun geleceğini belirlerler. İşte bu yüzden tür içerisindeki varyasyonlar çok değerlidir. Net bir şekilde belirtebiliriz ki varyasyonlar, evrimsel sürecin ham maddesidir.

Kısaca, günümüzde artık net olarak bildiğimiz bir gerçek, bu kitabın ilerleyen kısımlarında göreceğimiz

çeşitli mekanizmalarla, ilkin türlerden yeni türlerin oluşabileceği gerçeğidir. Bu oluşuma bilim dilinde türleşme diyoruz ve türleşme, evrimsel süreç içerisinde meydana gelen sayısız dönüm noktaları olarak görülebilir. Bu bölümde sizlerle türleşmeye sebep olan mekanizmaların nasıl çalıştığına kısaca bir bakış atacağız. Umuyorum ki bu bölümün sonunda, bir canlı türünden, yeni canlı türlerinin nasıl evrimleşebileceklerini anlamış olacaksınız.

Canlılığın bu kadar çeşitli olmasındaki ana faktör DNA'ların ve DNA'nın anlamlı parçaları olan genlerin farklılığıdır. Çünkü canlılığın oluşumunda da gördüğümüz üzere, bir canlının iç dinamikleri genetik yapısı tarafından denetlenir. Kimse DNA'ya bu görevi vermemiştir. DNA dediğimiz kimyasal molekülün yapısı, bilgi depolamaya ve onu kullanmaya uygundur. Hidrojen'in kimyasal yapısının, yanıcı tepkimeye girmeye uygun olması gibi... Zaten DNA'nın yapısı bozularak değiştirilecek olursa elde edilen yeni kimyasal belki içerik/genler bakımından DNA'ya benzeyecek; ancak ondan farklı görevlere sahip olabilecektir ya da tamamen işlevsiz bir hale gelecektir. Sadece şeklin değiştirilmesi bile buna sebep olabilmektedir ve bazı genetik hastalıkların sebebi kromozomlardaki bu tür şekil bozulmalarıdır. Öte yandan DNA'nın ana şeklinin değişmeden içeriğinin değişmesi, bir canlının hemen hemen her şeyini belirleyen kimyasalların üretim biçimini, miktarını, üretilen kimyasalların çeşidini etkileyecektir. İşte bu genetik değişimler, doğrudan canlılar arası çeşitliliğe (varyasyonlara) sebep olacaktır.

Bu sebeplerden ötürü, canlılığın baş döndürücü çeşitliliğinin bilimsel sebepleri araştırılmak isteniyorsa, bakılması gereken ilk yer genlerdir. Genlerde meydana gelebilecek herhangi bir değişim, canlılığın evrimine giden yolda atılan ilk adımdır; ancak evrimin meydana gelmesi için genlerin değişmesi yeterli değildir! İşte bu sebeple, burada, kitapta göreceğimiz altıncı değişim noktasından bahsetmek istiyorum: Bireyde meydana gelen genetik değişimler, evrimsel değişimler değildir! Bunlar, çoğunlukla kalıtsal olmayan, geçici değişimlerdir (modifikasyon). Üstelik bir bireyin genlerindeki her değişim evrime neden olmaz! Bu değişimleri, yalnızca evrimsel seçim mekanizmalarının üzerinde işleyebileceği genetik çeşitliliğe katkı sağlarlar. Evrimin olabilmesi için, popülasyon içerisindeki bu çeşitliliğin seçilmesi veya elenmesi gerekmektedir!

Yine art niyetli kaynaklarca mutasyonların (veya bu bölümde göreceğimiz diğer genetik değişim mekanizmalarının) evrimin ta kendisi olduğuna dair bilim dışı ve cahilce açıklamalar yapılmaktadır. Hâlbuki Evrimsel Biyoloji dahilinde mutasyonlar, evrimin çok küçük bir parçasıdır ve aslında kendileri birer evrimsel değişim olarak görülmezler bile! Çünkü mutasyonların, ya da genel olarak genetik değişimlerin, evrimsel sonuçlar yaratabilmesi için nesiller içerisinde aktarılması ve popülasyon içerisinde birikmesi gerekir. Tek bir bireyin bir mutasyon sonucunda 4 kollu doğması, evrimsel bir değişim değil, doğuştan gelen bir anormalliktir! Bunu “evrim” olarak halka yutturmaya çalışanlar ve evrimi bu şekilde lanse edenler veya

evrimin böyle olması gerektiğini iddia edenler, büyük bir bilim ayıbı içerisindedirler.

Bilimde, Evrimin Mekanizmalarını iki gruba ayırabiliriz: Çeşitlilik Mekanizmaları ve Seçilim Mekanizmaları. Bu bölümde ele alacağımız çeşitlilik mekanizmalarıdır, çünkü evrimin ilk adımı olan türleşmenin başlangıcı, doğrudan bunlarla ilgilidir. Çeşitlilik oluşmadan evrimden bahsetmek mümkün değildir.

Genel olarak Evrim'in Çeşitlilik Mekanizmaları olarak adlandırabileceğimiz mekanizmalar, bir canlı türü içerisindeki çeşitliliğe sebep olan doğa yasalarıdır. Bu olguların sonucunda canlıların genetik yapıları değişir. Şimdi, genlerin nasıl değiştiğine bakalım.

Bir gen nasıl değişir? Bunun için onlarca farklı yol saymak mümkündür ve bunların her biri, birer Evrim Mekanizmasıdır. Bu bölümde, sadece en önemli ve güçlü etkiye sahip olduğu bilinen şu genetik mekanizmalara göz atacağız: Eşeyli Üreme/Mayoz Bölünme ve Çaprazlanma (Crossing-Over), Gen Akışı (Göçler), Genetik Sürüklenme, Mutasyonlar, Transpozonlar, Virüsler, Plazmidler, Yatay Gen Transferi. Görebildiğiniz üzere sadece burada bahsedeceklerimizin sayısı bile bir hayli fazladır, kaldı ki bunlar, evrime katkı sağlayan genetik mekanizmaların yarısı bile değildir!

Burada önemli bir noktanın daha farkına varmakta fayda var: Günümüzde, insanlar evrimi sadece mutasyonlardan ve doğal seçimden ibaret bilmektedirler. Hâlbuki modern bilim, Evrim'in 20'den fazla farklı mekanizmasını keşfetmiştir ve bunların

hepsi, farklı ortamlarda, farklı canlılar üzerinde, farklı miktarlarda etki ederler. Bu sebeple evrimi sadece bir iki mekanizmaya indirgemek, konudan uzak olunduğunun göstergesidir. Şimdi, bu genetik mekanizmalara bakalım.

Eşeyli (Cinsiyetli) Üreme'nin evrime olan katkısını anlamamanın ilk adımı Mayoz Bölünme olarak isimlendirilen hücresel bölünme tipini anlamaktır. İlk yapıları tek hücreli canlılar, Amitoz Bölünme denilen bir üreme tipiyle çoğalırlar. Bu tip bölünmede, genler herhangi bir şekilde birbirine karışmaz, doğrudan kopyalanarak gelecek nesillere aktarılır. Dolayısıyla ata bireylerde meydana gelen genetik değişimler, yavrulara doğrudan aktarılır. Bu yöntemin, ökaryotik canlılara geldiğimizde, biraz daha gelişip karmaşıklaşarak Mitoz Bölünme adını verdiğimiz bölünme tipine evrimleştiğini görürüz. Bu bölünmede de ata birey konumundaki hücreler genlerini olduğu gibi yavrularına aktarır. Çeşitliliğe katkı sağlayan özel bir mekanizma bulunmaz. Elbette ki amitoz bölünmede de, mitoz bölünmede de genetik çeşitliliği sağlayan bazı nedenler vardır. Örneğin ileride göreceğimiz mutasyonlar veya transpozonal sıçramalar genetik çeşitliliği yaratabilmektedir. Ne var ki bunlar, tamamen rastlantısal gerçekleşen ve her üremede gerçekleşmeyen yöntemlerdir ve evrimsel sürece sürekli katkıları bulunmamaktadır.

Evrimsel süreçte daha gelişmiş canlıların vücutlarındaki hücreler mitoz bölünme ile çoğalırken, üreme hücrelerinde Mayoz Bölünme olarak adlandırılan daha gelişkin bir bölünme tipini görürüz. Bu sürecin yapısı gereği her bölünme sırasında genetik çeşitliliğe katkı sağlanmaktadır. Bu katkı, çiftleşme öncesinde

mayoz bölünme aracılığıyla üretilen sperm ve yumurta gibi üreme hücrelerinin oluşumu sırasında, kromozomlar arasında meydana gelen, ilk olarak 1931 yılında Harriet Creighton ve Barbara McClintock tarafından fiziksel olarak gösterilen Kromozomal Çaprazlanma (Crossing Over) adını verdiğimiz genetik bir karışma nedeniyle olmaktadır. Bu karışımın sebebi, yavru hücrelere gidecek kromozom çiftlerinin yan yana gelmesi sırasında, kimyasal etkileşimlere bağlı olarak gen parçalarının karşılıklı olarak değişilmesidir. Yani burada bilinçli bir karışım yoktur, tamamen fiziksel ve kimyasal etkileşimlerden bahsetmemiz gerekmektedir. Bu çaprazlanma hem dişinin üreme hücrelerinde, hem de erkeğin üreme hücrelerinde meydana gelir. Sonrasında ise, iki cinsiyetin de özelliklerini tam olarak taşımayan bu üreme hücreleri döllenme sırasında bir araya gelerek yeni nesli oluştururlar. Bu sebeple, yavruya aktarılan bilgiler, yavrunun asla tam olarak anneye ya da tam olarak babaya benzememesine sebep olur. Döllenme sonrasında oluşan yavru, ebeveynlerinin genetik bir karışımı olacaktır ve bu süreçte hem annede hem de babada görülmeyen bazı özellikler ortaya çıkabilecektir. Bu da, çeşitliliğin her nesilde giderek artmasına neden olur.

Tıpkı eşeyli üreme sırasında gördüğümüz bu çaprazlanma mekanizması gibi işleyen, ancak daha büyük ölçekte gözlemleyebildiğimiz bir diğer Çeşitlilik Mekanizması ise, birçoğumuzu belki de şaşırtacak şekilde, Göçler ya da bilimsel adıyla Gen Akışı'dır. Tanımsal olarak hepimizin bildiği gibi göç, bir canlı grubunun coğrafi bir konumdan bir diğerine doğru yer

değiştirmesidir. İnsanlık tarihinde göçlere sıklıkla rastlanmaktadır; ancak evrimsel açıdan analiz edeceğimiz göçler, bundan biraz daha farklıdır.

Daha sonra detaylarıyla göreceğimiz gibi canlı popülasyonları, farklı ortamlar altında farklı yönler doğru evrim geçirirler. Bu evrimsel sürecin sonucunda, eskiden aynı tür olan canlı grupları, nesiller sonra birbirlerinden farklı iki türe evrimleşebilirler. Ancak bu süreç oldukça yavaştır ve türleşmenin tamamen tamamlanabilmesi için çok uzun yıllar ve gruplar arasında sürekli bir yalıtım (izolasyon) gerekir. Ne var ki bu izolasyon, her durumda sürekli olamaz ve kimi zaman, esasında birbirlerinden ayrılarak farklı canlılara doğru evrimleşmeye başlamış canlı grupları, türleşme henüz tamamlanmadan yeniden bir araya gelirler. Bu bir araya gelişin ana sebebi, genellikle doğal faktörler (besin yetmezliğı, yırtıcı sayısında artış, av-avcı ilişkilerindeki değişim, doğal felaketler, vs.) tarafından tetiklenen göçlerdir. Türler veya canlı grupları, göçleri sırasında kendileriyle halen aynı türden olan diğere canlı gruplarıyla karşılaşır, buralarda çiftleşebilirler. Bu çiftleşme sırasında da, iki grubun da kendine has genetik özellikleri birbirine karışarak yavrulara aktarılır. Böylece, iki grupta da görülmeyen özellikler, yeni nesillerde ortaya çıkar. İşte bu, çeşitliliğe olan çok önemli bir katkıdır.

Gen Akışı'nın (göçlerin) tür içi çeşitliliğe katkısına yönelik en yaygın bilinen örnek, insanların inşa ettikleri yolların, eskiden bir arada yaşayan popülasyonları izole etmesi sonucu oluşan ayrımdan kaynaklanır. Eskiden bir bütün olan bir tarla, büyük bir otoyolun inşasıyla birlikte



ikiye bölünebilir. Otoyolun iki tarafındaki koşullar, yine insan etmeninden ötürü birbirinden tamamen farklı olabilir ve bu sebeple, iki tarafta yaşayan bitkiler, tamamen farklı çevresel etkenlerin etkisi altında farklı gen gruplarına bölünebilir ve evrimleşebilir; böylece birbirinden belli bir miktarda farklı koşullara adapte olmuş gruplar oluşabilir. Ancak bu bitkiler, eğer ki rüzgâr ile tozlaşıyorlarsa, aralıklarla otoyolun bir tarafından, diğer tarafına polenler uçabilir. Böylece, otoyolun bir tarafındaki özelliklere adapte olmuş canlıların genleri, “gen akışı” olarak adlandırabileceğimiz göç sayesinde diğer tarafa taşınır. Bu sayede, o tarafta bulunmayan veya o taraftaki adaptasyona belli bir katkısı olmayan genler de taşınabilmiş olur.

Daha net bir örnek olaraksa, insanın evrimsel tarihinden örnekler verilebilir. Bildiğimiz anlamıyla modern insanın (*Homo sapiens* türünün) evriminden önceki basamakta bulunan, günümüzden 500.000 yıl kadar önce yaşamış, Heidelberg İnsanı olarak bilinen *Homo heidelbergensis* türü, Kuzeydoğu Afrika’da yaşayan bir popülasyona sahipti. Bu türün içerisindeki bir grup, Avrupa’ya doğru göç ederek buranın soğuk ve zorlu koşullarına adapte olacak şekilde değişmeye başladı ve bugün, insanın en yakın –yok olmuş– akrabası olan Neandertal İnsanı’na (*Homo neanderthalensis*) evrimleşti. Afrika’da kalan grupta meydana gelen bazı izolasyonlardan ötürü ise bir grup, bulunduğu koşullar altında nesiller içerisinde değişerek, *Homo sapiens* türüne, yani bizlere evrimleşti. Sonradan Afrika’dan göç etmeye başlayan bizler, Afrika’da

Neandertal kuzenlerimizle karşılaştık ve bu türler ile aramızdaki türleşme tam olarak tamamlanmadığı için, çiftleşme şansımız oldu. Biz, yaptığımız göç sebebiyle Avrupa şartlarına uyum sağlamış Neandertallere kendi genlerimizi taşıdık ve onların popülasyonundaki gen dağılımını, yani çeşitliliği (varyasyonu) değiştirmiş olduk (tabii onlar da bizimkini değiştirdi). İşte bu, göçlerin evrimsel çeşitliliğe katkısının en güzel örneklerinden biridir.

Bu noktada değinmemiz gereken belki de en önemli çeşitlilik mekanizması, Evrimsel Biyoloji'nin bir bilim olarak gidişatını değiştiren mekanizma olan Genetik Sürüklenme'dir. Günümüzde, bu mekanizmanın şimdiye kadar tespit edilmiş en güçlü ve etkili Evrim Mekanizması olan Doğal Seçilim'den bile güçlü ve etkili olduğunu iddia eden bilim insanları bulunmaktadır. Üstelik kimi bilim insanları, Genetik Sürüklenme'yi Çeşitlilik Mekanizmaları arasında değil, Seçilim Mekanizmalarından bile ayrı, tamamen bağımsız bir kategoride değerlendirmektedir. Ben, bu kitabın amaçları dahilinde kalarak, konuyu basit kılmak adına Çeşitlilik Mekanizması olarak tanıtacağım ve konunun özünü size kazandırmaya çalışacağım.

Genetik Sürüklenme genellikle büyük bir popülasyondan, aynı türe ait çok küçük bir popülasyonun ayrılarak izole olması sonucu oluşur. Bu durumda, eskiden büyük popülasyonda birçok farklı genetik özelliğe, geniş çeşitliliğe rastlanırken ve bunlar rahatlıkla birbiriyle karışabilirken, küçük ve izole olan popülasyonda çok sınırlı sayıda genetik çeşitlilik kalır ve genetik kombinasyonlar sınırlanmış olur. Bu ayrılma

sonucu oluşan küçük poplasyondakiler, ancak kendi aralarında çiftleşerek sayılarını arttırabilirler. Bu süreçte, küçük poplasyonu oluşturan ilkin bireylerdeki genler, eskiden büyük grup içerisinde çok yoğun olarak görülmezken, küçük grubun hep kendi içerisinde çiftleşmesi ve çoğalması sonucu ortaya çıkmaya başlar. İşte böylece, eskiden var olan büyük popülasyonda son derece sınırlı sayıda görülen özellikler, “sürüklenme” yoluyla ortaya çıkmış ve çoğalmış olur. Genetik çeşitlilikteki bu artış tipine Genetik Sürüklenme demektediriz.

Genetik Sürüklenme'nin en net olarak görüldüğü zamanlar ise, popülasyondaki bireylerin sayısındaki kritik azalmaların olduğu zamanlardır. Bir zamanlar yüz binlerce bireyden oluşan bir popülasyon, çevresel bir etmenin etkisi altında, birkaç on veya birkaç yüz birey kalacak kadar azalabilir. İşte bu durumda, genel popülasyondan ayrılan bireyler yerine, popülasyon içerisindeki rastgele belirlenen bireylerin hayatta kaldığını görürüz. Çünkü ani çevresel değişimlerin hangi bireyleri yok edeceği öngörülemezdir. İşte türlerin başlarından sıklıkla geçen, bu sayıca aşırı azalma dönemlerine darboğaz denmektedir. Kimi zaman türler veya türlere ait popülasyonlar bu darboğazdan çıkamazlar ve tamamen yok olurlar. Kimi zamansa bu az sayıda birey, birbirleriyle çiftleşerek çoğalır ve yeni, büyük bir popülasyon kurabilirler. Bu süreçte, yine genetik sürüklenmeden kaynaklı olarak, yeni oluşan büyük popülasyon içerisinde, o eski ve içerisinde az sayıda birey kalmış poplasyonun genetik özellikleri bolca görülür. İşte bu nadir özelliklerin, darboğaz

arkasından gelen büyümeyle popülasyona yayılmasına kaşif etkisi adını veriyoruz.

Evrım tarihinde genetik sürüklenme ve alt başlıklarından kaynaklı çeşitlilik artışını sıklıkla görürüz. Örneğın, 18. yüzyılda dünya çapında başlayan fok avı çılgınlığı, Kuzey Fil Foku olarak bilinen *Mirounga angustirostiris* isimli türün kıyımına neden olmuş, 1890 yılında bu türden tüm dünya üzerinde sadece 20 adet kalmıştı. Ülkelerin el birliğıyle bu türü koruma altına alması sonucunda 21. yüzyılın başlarında türün sayısı 30.000 civarına ulaştı. Bu süreç sonucunda üretilen 30.000 fokun tamamı, kendilerinin atası konumunda olan o 20 fokun genlerini taşımaktadır. Elbette süreç içerisinde, Evrim Mekanizmalarının etkisiyle genler değışmiş ve farklı kombinasyonlar da oluşmuştur. Ancak eskiden sayıları yüz binleri bulan aynı tür fokların genetik çeşitliliğı, darboğaz etkisi sonucunda sadece 20 fokun genetik çeşitliliğinin yayılmasıyla sınırlandırılmıştır. Görülebileceğı gibi bu, genetik çeşitliliğı etkileyen önemli bir unsurdur.

Yine, insan türünün evrimsel geçmişinde de genetik sürüklenmenin izlerini görebilmekteyiz. Örneğın Amerika'da yaşayan ve Dunkers adı verilen bir Amiş kabilesi üzerinde yapılan genetik analizler, çok ilginç verileri ortaya koymaktadır. İnsanlık tarihinde görülen en son darboğaz dönemi, günümüzden 10.000 yıl kadar önce sonlanan buzul çağı sırasında ve sonrasında yaşanmıştır. Bu dönemde insanların sayısının yüz binlerden, sadece 60.000'e kadar düştüğü düşünölmektedir. Bu süreç içerisinde Asya'dan, donmuş Bering Boğazı üzerinden geçerek Amerika'ya göç eden

gruplar içerisinde bazıları, küçük kabileler kurarak kendilerini dış dünyadan izole etmişlerdir. Bu küçük gruplar daha sonradan yayılarak, daha büyük popülasyonlar inşa etmişler; ancak dış dünyadan olan kopukluklarını korumuşlardır. Bu kabilelerden biri olan Dunkers kabilesindeki herkesin kan grubu B tipidir. Bunun tek sebebi, kabileyi kuran az miktarda kişinin kan grubunun B olması ve bunun, bir rastlantı eseri bu şekilde denk gelmesidir. Kabileyi kuranlar kan gruplarına göre ayrılmamışlardır ki bu yüzden genetik sürüklenmede yüksek bir rastlantısallık faktörü bulunmaktadır.

Gerek kromozom çaprazlanması sürecinde, gerek göçler sonucundaki üreme sırasındaki gen karışımından ötürü, gerekse de genetik sürüklenme sebebiyle canlıların niteliklerinin nesiller içerisinde yeni çeşitler (varyasyonlar) yaratabileceğini anladıysak, şimdi de genlerin kombinasyon açısından değil ama, tekil olarak nasıl değişebileceğine bir göz atalım. Bunun için, halk arasında en yaygın şekilde bilinen Çeşitlilik Mekanizması olan Mutasyonlar'dan bahsetmekte fayda var. Mutasyonları meşhur yapan muhtemelen yüksek rastlantısallık faktörleridir, çünkü Evrimsel Biyoloji'yi çarpıtmak isteyen kaynaklar mutasyonların yüksek rastlantısallık özelliğini ön plana çıkararak her şeyin rastgele, karman çorman bir şekilde var olduğunu iddia etmemizi sanmanızı isterler. Elbette ki bu, yine çarpık bir zihniyetin sancılı bir yanılığsından ibarettir. Doğada belli oranlarda rastlantı her zaman vardır; Evrimsel Biyoloji'de de, doğada ne kadar rastlantı varsa, o kadar rastlantı bulunmaktadır.

Etrafımızda bulunan kimyasallar ve radyoaktif ışınlar sürekli olarak ve rastgele bir biçimde genetik yapımızı değiştirmektedir. Anlık olarak meydana gelen bu genetik değişimlere mutasyon diyoruz. Hatırlatmakta fayda var: Mutasyonlar, diğer Çeşitlilik Mekanizmalarının da olmadığı gibi, evrimin kendisi değildir; sadece çeşitliliğe katkı sağlarlar! Evrim, bu kitapta bahsedeceğimiz tüm mekanizmaların (ve daha fazlasının) toplamı sonucu oluşan değişimdir, bir süreçtir.

Mutasyonlar, türlerdeki genetik çeşitlilik açısından oldukça değerlidir; ancak evrim açısından en önemli mekanizma olmaktan son derece uzaktırlar. Canlı bireylerinin genlerinde, az önce saydığım çevresel etmenlerden ötürü sürekli genetik değişimler meydana gelmektedir. Evrimsel süreç açısından genlerin değişimi ve çeşitliliği her ne kadar faydalı bir unsur olsa da, genlerin rastgele değişimi oldukça tehlikeli sonuçlar doğurabilir. Bu sebeple evrimsel süreç içerisinde, genlerimizdeki hataları ve mutasyonları düzelten bazı mekanizmalar gelişmiştir. Bu mekanizmaların çalışma biçimi ve mekanizmaların kendilerinin evrimi bile kademeli bir süreçtir. Yani prokaryotik, ilkin yapıları canlılarda bu mekanizmalar çok daha hatalı ve basit işlerken, ökaryotik, yani gelişkin hücre yapıları canlılarda çok daha kapsamlı ve etkili çalışmaktadır. Ancak ökaryotik canlılarda bile hata payı oldukça yüksektir ve genlerdeki hataları düzelten mekanizmalar sıklıkla hata yapabilir.

Evrimsel süreçte mutasyonlara karşı açıklığın da oldukça farklı olduğunu görebiliriz. İstatistiki olarak yapılan araştırmalar, bir *Escherichia coli* bakterisinin

bünyesinde her gün 10 milyon civarında mutasyon meydana gelmektedir. Ancak genetik düzeltme mekanizmaları, bunu ortalama %99 başarı ile düzeltmektedir. Bu durumda hemen hemen bütün hatalar düzeltilebilmektedir. Ancak yapılan araştırmalar, laboratuvar ortamında her yarım saatte bir bölünerek sayısını ikiye katlayan *E. coli* bakterilerinin, her birkaç saatte bir, en azından 1 mutasyonu düzeltilemediklerini göstermektedir. Bu, gerçekten yüksek bir mutasyon oranıdır. İnsan türü içinse bu oran biraz daha düşüktür: Her bir insanın vücudundaki, her bir hücrede, günde ortalama 10.000 adet mutasyon meydana gelir. Bu sayı, vücudumuzdaki tüm hücrelerle (yaklaşık 100 trilyon hücre ile) çarpılınca akıl almaz sayılara ulaşmaktadır. Ancak yine, düzeltici mekanizmalar sayesinde bu mutasyonların büyük bir kısmı düzeltilebilmektedir. Düzeltilemeyenler, eğer kötü bir etki yaratacak olursa, savunma hücreleri tarafından bu değişmiş hücreler yok edilebilmektedir. Eğer ki mutasyonlar, hücrenin üreme döngüsünü bozarsa ve savunma sistemi, bu hücreyi yok etmek konusunda başarısız kalırsa, kanser dediğimiz ölümcül hastalık oluşmaktadır. Yani mutasyonlar, çok önemli bir dizi etkiyi beraberinde getirir.

Popüler kültür içerisinde mutasyonların tamamının zararlı olduğuna dair saplantılı bir kanı yaratılmaya çalışılmaktadır. Hâlbuki bilimsel araştırmalar, bize mutasyonların yarar/zarar durumlarıyla ilgili çok ayrıntılı sonuçlar verebilmektedir. Evrimsel Biyoloji'nin matematiksel analizlerle bütünleşmesi, günümüzde birçok biyolojik kuramın matematiksel ifadesini mümkün kılmıştır. Buna değinmeden önce,

mutasyonların faydalı mı, yoksa zararlı mı etkileri olduğuna dair konuya genel bir bakış atalım:

“Fayda” ve “zarar” sözcükleri, durumdan duruma, canlıdan canlıya, zamandan zamana değişebileceği için son derece tehlikeli sözcüklerdir. Örneğin, vücudunuzun savunma sisteminden ötürü bir bakteriye karşı tam koruma altında olduğunuzu düşünelim. Bu bakteride meydana gelebilecek mutasyonlar sonucu, sizin savunma sisteminizden kurtulmanın bir yolunu bulan varyasyonlar meydana gelebilecektir. Bunların Doğal Seçilim ile desteklenmesi sonucunda, vücudunuz kolayca bakteriye esir olabilecek ve ölüme kadar giden bir zincir başlatılabilecektir. Şimdi soru şudur: Bu mutasyon, faydalı mıdır, zararlı mı? Açıktır ki, mutasyon bakteri açısından son derece faydalıdır; çünkü yayılıp üremesini sağlamış, yepyeni bir konağa yayılmasına yardımcı olmuştur. İnsan içinse son derece zararlıdır; çünkü insanı ölüme götürebilecek bir zinciri başlatmıştır. Yani mutasyonlara tek açıdan bakmak mümkün değildir. Mutlaka geniş bir açıdan, mutasyonun meydana geldiği canlı, etkilenen diğer canlı, zaman, koşullar gibi durumlar göz önüne alınarak incelenmelidir.

Ancak genel kullanıma uygun olarak, mutasyonun faydalı olmasının, meydana geldiği canlının (herhangi bir canlı olabilir) hayatta kalma veya üreme başarısına olumlu etki sağladığını varsayacağım. Zararlıların etkisi ise tam tersi olacak. Yine de bir üst paragraftaki açıklamamı unutmamakta fayda vardır.

Prof. Dr. Motoo Kimura, yaptığı matematiksel analizler sonucunda, 1968 yılında mutasyonların yarar-



zarar dengesiyle ilgili en net ve bilimsel açıklamalara ulaşmıştır. Bu açıklama, mutasyonlarla ilgili şaşırtıcı bir gerçeği, insanlığın yüzüne vurmaktadır ki bu da kitabımın yedinci değişim noktası olacaktır: Mutasyonların büyük bir kısmı ne yararlıdır ne de zararlıdır; mutasyonların çok büyük bir kısmı etkisizdir (nötrdür).

Kimura'nın yaptığı analizler ve bundan yola çıkarak yapılan güncel çalışmalar bizlere göstermiştir ki, canlılarda meydana gelen mutasyonların çok büyük bir kısmı (%70-90'ı) etkisiz mutasyonlardır. Yani mutasyonun meydana geldiği dönem ve bu dönemden sonra, belirli bir ortam değişimi olana kadar geçen dönemde herhangi bir fayda ya da zarar sağlamazlar. Nötr mutasyonlardan geriye kalan mutasyonların (%10-30'luk dilim) büyük bir kısmı zararlıdır ve popülasyondan derhal elenir (bu mutasyona sahip canlılar kısa sürede ölür). Ancak geriye kalan bu dilimin küçük bir kısmı da (genelde %1-10 olarak ifade edilir) doğrudan faydalı etkilere sebep olabilir. Yani mutasyonların fayda-zarar dağılımında en büyük pay, etkisiz mutasyonlarındır.

Peki bu durumda, mutasyonların geneline baktığımızda, büyük bir kısmı kaplayan nötral mutasyonların etkisi nedir? İşte bu etki, yukarıda açıkladığım gibi ortama, zamana, canlıya ve bakış açısına göre değişebilmektedir. Bir canlı için faydalı sonuçlar doğuran bir mutasyon, bir diğer canlı için olumsuz etkili olabilir. Daha önemlisi, belli bir dönemde nötr olan mutasyon, çevrenin değişimiyle olumlu veya olumsuz bir etki yaratabilir. Böylece anlık değişimler

olan mutasyonların etkisi yavaşlatılmış ve uzun bir değişim sürecine yayılmış olur. Çevre değişimi süresince bu mutasyonun etkisi adaptif ve yavaş olarak çıkar, canlıya zarar vermez. Ya da evrim tarihinde ve uzun dönemli laboratuvar araştırmalarında sıklıkla gördüğümüz üzere, nötral olan bir mutasyon bir diğer nötral mutasyon ile (ve hatta bazen daha fazlasıyla) bir araya gelerek evrimsel değişime katkı sağlayabilir. Bu durumda da sıçramalı bir değişim yerine, kademeli ve canlının adapte olabileceği bir süreçte değişim gözlenir. Bu da mutasyonların zararlı etkilerini hiçe ya da çok aza indirgemektedir. Bunların anlaşılması, mutasyonların yarar/zarar durumunun anlaşılması ve genel olarak mutasyonların etkilerinin değerlendirilmesi açısından son derece önemlidir.

Mutasyonların çoğunun zararlı olduğuna yönelik yanlış anlaşılma, bilimsel dergilerdeki makalelerin düzgün okunmamasından, bazı çevrelerce çarpıtılmasından ve insanların mutasyonlara olan önyargısından kaynaklanmaktadır. Yapılan bir araştırmada, *Drosophila melanogaster* isimli meyve sineğinde meydana gelen mutasyonların, protein yapısını değiştirmeleri ve bu değişimin nötral etkiye sahip olmaması durumunda, meydana gelen mutasyonların %70 ihtimalle zararlı etkilere sebep olduğunu ortaya koymaktadır. Burada bilimden uzak kimselerin düştüğü tuzak, makalenin düzgün okunmamasından kaynaklanmaktadır. Altı çizili yerlere dikkat edilecek olursa, nötral olmayan mutasyonların büyük bir kısmının zararlı olduğundan bahsedilmektedir; genel olarak mutasyonların tamamından değil. Üstelik bu veri türden

türe değişebilmektedir. Örneğin maya mantarında meydana gelen nötral-dışı mutasyonların sadece %7'si zararlıdır. Dolayısıyla “Mutasyonların çoğu zararlıdır” önermesi yanlıştır çünkü birçok türden elde edilen veriler sonucu geliştirilen matematiksel hesaplamaların ispatladığı şekliyle, mutasyonların çoğu nötraldir. “Nötral dışı mutasyonların çoğu zararlıdır” önermesi de koşullu yanlıştır çünkü canlıdan canlıya bu oran oldukça değişmektedir. Uzun lafın kısası, böyle bir genellemeye kalkışmak hatalı olacaktır.

Doğada, mutasyonlardan kaynaklı çeşitlilik artışına yönelik sayısız örnek mümkündür. Burada anlamamız gereken en önemli nokta, mutasyonların evrime katkısının çoğunlukla karşımıza çıkan etkisiz mutasyonlar üzerinden olmasıdır. Bunlar, her ne kadar “etkisiz” olarak adlandırılrsa da, evrimsel sürece çeşitli şekillerde etki ederler. “Etkisiz” denmesinin sebebi, mutasyonun meydana geldiği canlı üzerinde bir değişim yaratmamasıdır. Ancak nesiller içerisinde bu mutasyonlar yavrulara aktarıldığında ve bu yavrularda da başka etkisiz mutasyonlar meydana geldiğinde, bu birkaç etkisiz mutasyon ilerleyen nesillerde bir araya gelebilir ve bunların bir araya gelmesi sonucu oluşan yavrularda, atalarında olmayan özellikler ortaya çıkmaya başlayabilir. Unutmayın ki genellikle özelliklerimizi belirleyenler tekil genler değil, gen gruplarının ortaklaşa etkisidir. Bu sebeple, farklı noktalardaki nötr mutasyonlar bir araya geldiğinde, beklenmedik sonuçlar doğurabilir. Dolayısıyla mutasyonlar, aslında düşünöldüğü kadar hızlı etki etmeyen, uzun vadede evrimsel sürece önemli katkılar sağlayan, yavaş bir

Çeşitlilik Mekanizmasıdır. Halk arasındaki çarpık mutasyon anlayışı ise, fazla Marvel çizgi romanı okuyup, aşırı X-Men çizgi filmleri izlemekten kaynaklanmaktadır; bilimsel bir arka planı yoktur!

Mutasyonların tür içi çeşitliliğe katkısına dair o kadar fazla örnek vardır ki, sadece bununla ilgili ciltlerce kitap yazılabilir. Bunun sebebi, mutasyonların nötral etkisinden ötürü, farklı kombinasyonların hiç beklenmedik çeşitliliğin var olmasına katkı sağlayabilmesidir. Örnek verecek olursak, *Science* dergisinde Eylül 2008'de yayınlanan bir makaleye göre köpeklerin 17. kromozomu üzerinde bulunan *FOXI3* isimli bir genin 7 farklı noktada mutasyona uğraması, günümüzdeki kılsız köpeklerin var olmasına neden olmaktadır. Görüldüğü üzere birden fazla mutasyon bir araya gelerek bir değişim yaratmaktadır. Ancak dikkat edilmesi gereken nokta şudur: Elde edilen bir genetik çeşitliliğe, varyasyondur. Bu yeni özelliğin faydalı, zararlı veya nötr olmasına ancak çevresel etmenler ve bunlar sonucu oluşan seçim süreçleri karar verecektir.

Bir diğer örnek, *E. coli* bakterisindeki beta galaktosid geninde meydana gelen bir faydalı mutasyondur. Normalde *E. coli* bakterisi, laktozu sindiremeyen bir bakteridir ve glikoz ile beslenmek zorundadır. Ancak Boston Üniversitesi'nden Prof. Dr. John Cairns ve ekip arkadaşlarının yaptıkları araştırma sonucu, bahsettiğim bu gende meydana gelen bir mutasyon, bakterinin laktozu sindirebilmesini sağlamıştır. Bu sayede mutant *E. coli* bireyleri, süt şekeri olarak bilinen laktozu sindirerek daha kolay enerji kaynağı bulabilirler ve bunu

yapamayan türdeşlerine göre avantajlı bir konuma geçmiş olurlar.

Örnekleri sayısız olarak arttırmak mümkündür; ancak mutasyonlar hakkındaki bu açıklamalarım yeterli olacaktır diye düşünüyorum. Şimdi, ilginç bir diğer mekanizmaya geçelim: Transpozonlar, genetik materyalimizde bulunan, zaman zaman, durup dururken kromozomlar üzerinde bulunduğu bölgeden bir diğer bölgeye sıçrayabilen DNA dizilimleridir. Tahmin edebileceğiniz üzere, genlerimizdeki parçaların rastlantısal olarak yer değiştirmeleri, genlerimizin sürekli karışması anlamına gelmektedir ve çeşitliliğe büyük oranda katkı sağlamaktadır. Yapılan araştırmalar, 100 milyondan biraz fazla baz çiftine ve 21.000 civarında gene sahip olan *Caenorhabditis elegans* türü toprak solucanlarının genlerinin %13'ünün bu şekilde sıçrayan gen parçalarından oluştuğunu göstermektedir. 3 milyar baz çiftine ve yine 21.000 civarında gene sahip olan *Homo sapiens* (insan) türünün genlerinin de %40'ının transpozonlardan oluştuğu keşfedilmiştir. Bu oran, mısır ve buğday gibi zirai bitkilere bakıldığında %50-90 arasına ulaşabilmektedir. Bu sayıların büyüklüğü oldukça açıktır. Genlerinin büyük bir kısmı kromozomlar üzerinde hareket eden bir canlının, gelecek nesillere her seferinde farklı gen kombinasyonları aktarması ve bu sayede çeşitliliği arttırması kaçınılmazdır. Üstelik bu sıçrayan parçacıklar sadece kendi yerlerini değiştirmezler; aynı zamanda değişimleri sırasında yapıştıkları bölgedeki diğer genleri de kopararak, farklı bir bölgeye taşıyabilirler. İşte bu

sebeple, hiçbir mutasyon ya da başka bir etken olmaksızın da genlerimiz değişebilmektedir.

Transpozonlardaki değişimler ve sıçramalar sırasında bunlara yapışan genlerin analizi, evrimsel sürecin nasıl gerçekleştiği hakkında önemli bilgiler vermektedir. Örneğin insanın transpozonlarından en meşhuru olan *Alu* dizilimi isimli yapının sıçrama hareketi, evrimsel süreç içerisindeki birçok hastalığın (hemofili, nörofibromatoz, diyabet, vb.) ve kanser türünün (meme kanseri, akciğer kanseri, mide kanseri, vb.) oluşmasından doğrudan veya dolaylı olarak sorumludur. Yine de bu yapının analizleri sayesinde, insanların primatlar içerisindeki evrimini gösteren çok değerli verilere ulaşılabilmektedir. Transpozonlardaki değişimler ve türler arası benzerlik/farklılık analizleri, evrimsel süreci destekleyen ve netleştiren sonuçlar vermektedir.

Transpozonlara benzer bir diğer Evrim Mekanizması, Plazmidler olarak isimlendirdiğimiz halkasal gen parçalarıdır. Genelde prokaryotlarda (bakteriler ve arke bakterilerde) bulunan bu genler, ökaryotlarda bulunan doğrusal gen yapısının aksine hücre dışarısında da varlıklarını sürdürebilirler ve kimi zaman, diğer canlıların hücre yapılarına katılıp genlerine yapışarak kendilerindeki bilgiyi onlara aktarabilirler. Böylece bir hücre, kendisinde daha önceden bulunmayan genleri dışarıdan gelen genlerdeki bilgilerle edinebilir veya kendi yapısında bulunan bilgiler, bu genlerin katılımı sebebiyle bozulabilir. Bu sürekli gen aktarımı süreci, çeşitliliğin aktif olarak artmasını sağlar. Plazmidler aracılığıyla kazanılan bu genler, gelecek nesillerde değişimlere sebep olabilmektedir. Günümüzde de

genetik bilimciler, laboratuvar ortamında doğada hiçbir zaman var olmamış canlıları veya canlı özelliklerini plazmidler aracılığıyla yaratabilmektedirler. Basitçe, kendi tasarladıkları plazmidleri başka canlılara enjekte ederek bu canlıların genlerine yapışmasını ve bu sayede genlerini değiştirmesini sağlarlar. Bu noktadan sonra plazmid bulaştırılmış gen, bilim insanlarının istedikleri ürünleri üretir veya onların istediği görevleri gerçekleştirir. Yani Evrimsel Biyoloji sayesinde açığa çıkardığımız mekanizmalar (*doğa gerçekleri*), günümüzde insana fayda sağlamak için kullanılmaktadır. Eskiden çok zor şartlarda üretilen ve çok pahalı olan insülin gibi birçok kimyasal, Evrimsel Biyoloji'nin güçlenmesinden sonra önem kazanan plazmidler sayesinde kolaylıkla üretilebilir hale gelmiş ve oldukça ucuzlamıştır. Öte yandan doğada bulunan plazmid yapıları sebebiyle türlerin genlerinde sürekli değişimler olmakta, dışarıdan edinilen bu genler sebebiyle genetik çeşitlilik sürekli artmaktadır.

Plazmidlerin evrimsel çeşitliliğe katkı sağladığını gösteren en iyi verilerden biri, 2011 yılında *BMC Evolutionary Biology* dergisinde yayınlanan bir makalede, Dr. Fabian Svara ve Dr. Daniel Rankin'in yaptığı bir deneyin sonuçlarından alınmaktadır. Bu deneyde kullanılan plazmidlerin bir kısmı, bakteriyi öldürmek amacıyla kullanılan bir antibiyotiğe karşı dirençliliği sağlayan genleri taşımaktadır; bir kısmı ise bu genlere sahip değildir. Yapılan araştırma sonucunda, bu plazmidlerin birbirleri arasında bir evrimsel mücadeleye girdikleri ve bağışıklık genlerini taşıyan plazmidlerin, daha kolay konak bularak varlıklarını

sürdürdüğü ve kendilerindeki genleri, bünyesine girdikleri popülasyona yaydıkları gösterilmiştir. Yani plazmidler, açık bir şekilde genlerin değişiminde ve çeşitlenmesinde rol oynamaktadır.

Kimi zaman da çok yakından bildiğimiz olgular, Evrim Mekanizması olarak karşımıza çıkabilmektedir. Bunların en iyi örneği Virüsler'dir. Virüsler, "cansızlıktan canlılığa geçişin eşiğinde" olarak tanımlanan, teknik olarak cansız olan varlıklardır. Virüsler bilimsel olarak cansızdır; çünkü önceki bölümde izah ettiğim canlılık tanımına uymazlar. Hatırlayacak olursanız bir varlığı, "canlı" olarak tanımlayabilmemiz için kendine ait bir organizasyonu ve aktivitesi (metabolizması) olması gerekmektedir. Virüslerin konak hücrelerin dışındayken belli bir organizasyonları vardır; ancak kendi başlarına hiçbir organizasyon içi aktivitesi (metabolizması) yoktur. Ne zaman ki bir konak hücreye tutunur (bu bizim hücrelerimiz olabildiği gibi bir bakteri, bitki, vs. de olabilir), o zaman içerisinde bulunan genetik materyal aktive olur ve bu konak hücreye geçer. Ancak bu noktadan sonra, bir aktivite görülse de, artık virüsün kendisine ait bir organizasyonu yoktur. Sadece virüs genetik materyali aktiftir ve kendisini dış ortamdan soyutlayan bir zırhı kalmamıştır. Bu sebeple, aynı anda organizasyon ve aktivitesi bir arada bulunmadığından, canlı olarak sayılmazlar. Bu, gerçekten baş döndürücü bir gerçektir. Çünkü canlılık ile cansızlık arasındaki çizginin ne kadar belirsiz olduğunu bize göstermektedir. Genetik materyali olan, evrim geçirebilen, canlılar üzerinde aktif etkileri olan, çevresine belli ölçüde tepki veren bir varlık, kendine ait bir metabolizması



olmamasından, enerjiyi aktif olarak kullanarak entropi artışına karşı koyamamasından ötürü canlı sayılamamaktadır. Bu örnek de, ilk bölümdekileri anlamamız için faydalı olacaktır.

Ancak virüslerin bu sayılanlardan daha önemli bir özelliği, tıpkı bakterilerin genetik materyali olan plazmidler gibi, başka hücrelere genler taşıyarak biyolojik çeşitliliğe katkı sağlamalarıdır. Bir virüs, ilk konağına bulaştığında, genlerini ona aktararak, onun genlerini kendi bölünmesi için kullanmaya başlar. Ancak biyokimyasal süreçler, kusursuz işleyebilen süreçler değildir. Bu süreçte, ister istemez konağının genlerinden bazı parçalar, yeni üretilen virüslere aktarılır. Bu yeni üretilen, genetik yapısı değişmiş virüsler bir diğer konağa bulaştığında, ilk konaktan “çalınan” genler bu yeni konağın genlerine yapışabilir. Bunun sonucunda, yepyeni genetik kombinasyonlar vücut içerisinde meydana gelir. İşte bu şekilde, aslında aralarında ebeveyn-yavru ilişkisi olmayan, hatta aynı tür bile olmayan, birbiriyle çiftleşemeyecek canlılar arasında bile gen aktarımı olabilmektedir. İşte plazmidler ve virüsler tarafından gerçekleştirilen bu genetik olaya Yatay Gen Transferi diyoruz.

Burada, ilki Darwin tarafından çizilen ve yaşamış, yaşayan ve yaşayacak tüm türleri Evrimsel Biyoloji'nin aydınlatıcı ışığı altında birbirine bağlayan Evrim Ağacı'na da kısaca değinmekte fayda görüyorum. Bildiğiniz gibi normalde genler, ebeveynden yavrulara aktarılır ve bu nesiller boyunca hep böyle sürer. Buna, bilim dilinde “dikey gen transferi” demekteyiz. Evrim Ağacı üzerinde, türleşmenin gerçekleşmesiyle birlikte

çatalların oluştuğu, dalların farklı yönlere doğru ilerlediği görülür. Bu, evrimin kaçınılmaz bir sonucudur. İşte özellikle virüslerin etkisi sonucunda, bu farklı dallar, yani farklı türler arasında gen aktarımı söz konusu olabilir. Normalde farklı türler bir araya gelecek olsa genellikle üreyemezler ve aralarında bir gen aktarımı olamaz. Fakat virüslerin bulaşıcı etkileri ve farklı konaklarda varlıklarını sürdürebilme yetileri sayesinde bu aktarım gerçekleşir. Evrim Ağacı üzerinde, ebeveyninden yavruya değil de, türler arasında olan bu genetik aktarıma Yatay Gen Transferi adını veriyoruz.

Bu mekanizmanın evrimsel çeşitliliğe katkısına birçok örnek verilebilir. Örneğin prokaryotlarda, bazı bakteriler bir grup antibiyotiğe dirençliyken, diğer bir bakteri bir diğer grup antibiyotiğe dirençli olabilir. Virüslerin bulaşması sonucunda, normalde aralarında hiçbir şekilde gen aktarımı olamayacak olan bu iki bağımsız bakteri türünden biri, diğerine genlerini istemeden de olsa aktarabilir. Bunun sonucunda diğer grup, kendisinin dirençli olmadığı antibiyotiğe karşı direnç sağlayan genleri edinebilir. Bu da, evrimsel süreçteki çeşitlilik açısından büyük önem arz eder.

Yatay Gen Transferi'nin çeşitlilik açısından önemini gösteren başka örneklerden biri de, âlemler arası gen aktarımıdır. Örneğin Arizona Üniversitesi'nden araştırmacıların gösterdiği üzere, bezelye biti olarak bilinen *Acyrtosiphon pisum* türünün genleri arasında, bu türe ait olmayan, tamamen farklı bir âlem olan Mantarlara ait genler tespit edilmiştir. Aktarılan bu gen sayesinde bu bit türü, aslında bitkiler veya mantarların üretebildiği renklendirici kimyasallardan olan

karotenoidlerin biri olan “torulen” pigmentini üretebilmeye başlamıştır. Bu bit, Hayvanlar Âlemi içerisinde bunu yapabilen tek hayvan türüdür. Benzer şekilde, insanlarda sıtmaya neden olan *Plasmodium vivax* türünün de, insanın genlerinden bir kısmını çaldığı Şubat 2011 yılında ileri sürülmüştür. Bu konulardaki araştırmalar kapsamlı bir şekilde sürmektedir.

Tüm bu mekanizmaların genel hatlarıyla özetlenmesinden dahi kolayca görülebileceği gibi, günümüzde, çeşitliliğe etki eden birçok Evrim Mekanizması, detaylarıyla ve sayısız örnekleriyle beraber bilinmektedir. Bu mekanizmalar, yönetici kimyasallar olarak bilinen genetik materyallere sahip her canlıya, her an etki etmektedir. Bu mekanizmaların etkisi altında canlıların genleri sürekli olarak değişmektedir ve bu da gelecek nesillerde yeni özellikteki canlıların oluşabilmesini sağlamaktadır. Tüm bu mekanizmalar, sizlerin ve bizlerin birbirimizden ve ebeveynlerimizden farklı olmamızı sağlayan mekanizmalardır. Ancak unutulmamalıdır ki, tüm bunlar evrimin sadece ilk adımıdır. Asıl olan, daha sonradan değineceğimiz Seçilim Mekanizmaları ve bunlara bağlı olarak canlıların nesiller içerisindeki değişimidir.

Burada önemli bir noktaya daha değinmekte fayda görüyorum. Elbette ki vücudumuzda meydana gelen her genetik değişim, evrimsel değişimlere katkı sağlamaz. Zira karaciğerimizde meydana gelen bir genetik değişim, gelecek nesillere aktarılmayacaktır ve bu yüzden evrime doğrudan katkı sağlayamaz (karaciğerinizde meydana gelecek bir değişim, size fayda veya zarar sağlayarak, nesiller bazında olmasa da,

bireysel bazda, dolaylı yoldan evrimsel sürece katkı sağlar ama bu noktayı basitlik amacıyla göz ardı ediyorum). Ancak üreme hücrelerimizde ve üreme organlarımızda meydana gelen değişimler, doğrudan nesilleri etkileyecek kadar önemlidir. Üstelik, özellikle üreme hücrelerimiz, genetik yapıları gereği değişimlere daha müsaittir. Sadece üreme organları ve hücreleri değil, aynı zamanda döllenme sonucu oluşan, tek bir hücreden oluşan zigot ve bu zigottan oluşacak ilkin birkaç hücrede meydana gelen genetik değişimler de, bireyde ve nesillerde kalıcı değişimler yaratabilir. Zira zigot oluştuktan sonra birkaç hafta boyunca dokular ve organlar oluşmaz, sadece oluşumun ön basamakları gerçekleşir. Bu süreçte meydana gelen genetik değişimler, diğer tüm organlarla birlikte, üreme organlarının yapısını ve dolayısıyla üretebildikleri üreme hücrelerinin niteliğini değiştirecektir. İşte bu kadar farklı şekillerde, farklı zamanlarda meydana gelen genetik değişimler, evrimsel sürecin üzerinde çalışacağı malzemeyi sağlamaktadır. Bu genetik değişimler, çevremizdeki sonsuz çeşitliliğin hammadesini oluşturmaktadır.

Tüm bu sebeplerle, Babür'ün heyecanı son derece anlaşılırdır. Canlılığın çeşitlenebilirliğinin bildiğimiz herhangi bir sınırı bulunmamaktadır. Çok ilkel bir tek hücreli olarak, cansızlık içerisinde başlayan canlılık, milyarlarca yıl içerisinde, milyarlarca dönemden geçerek bugünkü karmaşık yapılara ulaşabilmiştir. Gelecek bölümlerde bunun nasıl başarıldığını göreceğiz.

Bu bölümü toparlamak adına, kitabımın sekizinci değişim noktasını burada vermek istiyorum:

Canlılardaki evrimsel değişimlerin hammaddesi, genetik malzemedeki sürekli ve durdurulamaz değişimdir. Evrim'in Çeşitlilik Mekanizmaları, Evrim'in Seçilim Mekanizmalarının çalışabileceği bir alan, bir çeşitlilik yaratır. Çeşitlilik olmaksızın seçim düşünülemez.

Ayrıca bunca değişik mekanizmayı toparlayıcı bir dokuzuncu değişim noktasından da bahsetmek istiyorum: Genetik çeşitliliği sağlayan tek mekanizma, Mutasyonlar değildir! Mutasyonlar, Evrim Mekanizmalarının sadece ufak bir kısmıdır, onlarcasından yalnızca biridir. Mutasyonlar hiç var olmamış olsaydı dahi, genetik çeşitliliği sağlayabilecek birçok mekanizma bulunmaktadır. Dolayısıyla halk arasında inatla sürdürülen "Evrim'in sebebi mutasyonlardır" yanlış anlaşılması, bu noktadan itibaren tamamen silinmelidir. Mutasyonlar, sıradan bir evrim mekanizmasıdır ve asla diğerlerinden daha büyük bir etkisinden söz edilemez.

Şimdi, eğer ki çeşitliliğe sebep olan mekanizmaları anladıysak, bu çeşitlilik içerisinde seçilimin nasıl gerçekleştiğini ve Evrimsel Biyoloji'nin ana değişim unsurlarının hangi doğa gerçekleri üzerine kurulduğunu ele almaya başlayacağız. Bu noktadan itibaren hayata bakış açımız daha da değişecektir. Umuyorum ki bu noktaya kadar anlattıklarım, sizin doğaya bakışınızı daha bilimsel ve gerçekçi bir temele oturtmanıza katkı sağlamıştır.

## BÖLÜM 4

# İhtiyaca Bağlı Olarak Yaratılan Canlılar: Yapay Seçilim

Sezai, sıcak Temmuz güneşinin altında, yorgun bir şekilde sallanan sandalyesine çöktü ve 8 yaşındaki küçük kızı Seray'ın ineklerle, öküzlerle, atlarla ve koyunlarla dolu geniş çiftliğin bahçesinde bir o yana bir bu yana koşturmasını, ineklerin kuyruğunu tutarak tırmanmaya çalışmasını ve ineklerinin homurdanarak Seray'dan kurtulma denemelerini hafif bir gülümsemeye izledi. Bu sırada yorgunluğun üzerine çöktüğünü hissediyor, sandalyesinin sallanmasıyla çıkan gıcırtilar onu düşüncelere sürüklüyordu.

Bir süre aklından birçok düşünceyi geçirdikten sonra, sandalyesinde sallanmayı bırakarak tek bir düşünceye odaklandı. Seray birkaç saat önce ineklerinin nasıl bu kadar çok süt taşıdığını sormuştu. O kocaman memeleriyle (Seray onlara “memicik” diyordu) bu kadar çok sütü nasıl taşıdıklarını merak ediyordu. Haklıydı da, merak edilmeyecek gibi değildi. Fakat Sezai'nin kafasını kurcalayan bu değildi, çünkü ineklerinin nasıl bu kadar çok süt verebildiğini, bunun yöntemlerini zaten çok iyi biliyordu. Babası sağ olsun, okuyamamış olsa da kendisini elinden geldiğince geliştirmiş, oğlunu da imkânlarını zorlayarak liseye kadar okutmuştu. İlkokuldan ve ortaokuldan pek hoşlanmamıştı Sezai belki ama lise çok ilgisini çekmişti. Özellikle de

gördüğü biyoloji derslerini asla unutmuyordu. Liseyi daha çok sevmiştir çünkü lise, hayata bir adım daha yakındı. Babasının on yıllardır köylerindeki çiftliklerinde hayvanları ve bitkileri üzerine uyguladıkları tekniklerin benzerlerini okulda öğretiyorlardı. Okulda, koskoca öğretmenin anlattığı şeyleri zaten biliyor olmak Sezai'ye hep gurur vermişti. Ancak Sezai, elbette ki anlatılan her şeyi bilmiyordu. Babasından hayvanlarla, bitkilerle ilgili sayısız şey öğrenmişti, buna şüphesi yoktu; ancak babası asla ona hayvanları ve bitkilerinde uyguladıkları yöntemlerin neden ve nasıl işe yaradığını anlatmamıştı. Muhtemelen kendisi de bilmiyordu ya, kullanıp gidiyordu işte, öğretebildiği her şeyi de Sezai'ye öğretmişti.

İşte lisede gördüğü bazı bilgiler, Sezai'nin kendi çiftliklerinde, 48 yaşına kadar uyguladığı her şeyi tamamlayıcı nitelikteydi. Sezai'nin aklına kızının sorusu geldi yine: “Baba, neden inekler bu kadar çok süt veriyor, biz içelim diye değil mi?” Doğrusunu söylemek gerekirse içinden “Evet kızım, inekler biz sütlerini içelim diye bu kadar çok süt veriyorlar” demek gelmişti, çok kolaydı bunu söylemek çünkü, arkasından soru gelmeyeceği belliydi. Ancak liseyi bırakmak zorunda kaldığı dönemden bu yana özellikle biyolojiye duyduğu ilgi, bu alana yönelik elinden geldiğince okudukları ve bu konuda araştırmalar yapıp, bu basit cevaba sığınmayan on binlerce bilim insanına duyduğu saygıdan ötürü, kızının hayal gücüne hitap edip, kolayca “Ne güzelmiş!” deyip içinden sıyrılacağı bir cevap veremedi. Çünkü cevabın bu olmadığını biliyordu. O yaşına kadar doğada gördüğü ve insan için var olduğunu iddia ettiği

ne olduysa, eğitimi ve küçük çaplı araştırmaları sırasında hiçbirinin insan için var olmadığını, insanın sonradan doğada var olanları kendi hayatına adapte ettiğini öğrenmişti.

“Neden insan için olsun ki?” diye düşündü. İnsan da sıradan bir türdü bu dünya üzerinde, milyonlarcasından sadece biri... Beyin konusunda diğer hayvanlardan ileri olmamız, bizi farklı bir canlı tipi yapmıyordu. Geri kalan bütün özelliklerimiz hayvanların hemen hepsinin gerisindeydi: onlar gibi hızlı koşamıyoruz, uçamıyoruz, saklanamıyoruz, avlanamıyoruz, kaçamıyoruz. Bunlardaki eksiklerimizi beynimizin bir ürünü olan zekâ ile hallediyoruz, ancak bu bizi farklı bir canlı yapmıyor. En küçük moleküllerimizden, en devasa organlarımıza kadar her parçamızı milyonlarca diğer canlı türüyle ortak olarak paylaşıyoruz. Sezai'nin aklına biyoloji dersinde gördüğü sınıflandırmalar geliyordu; ancak kafasını sallayarak bu karmaşık konuları kafasından uzaklaştırdı. İnsanın da Hayvanlar Âlemi içerisinde sıradan bir tür olduğunu öğrendiği günü ve hissettiklerini çok iyi hatırlıyordu. O günleri gülümseyerek hatırlıyordu. İlk başta şiddetle karşı çıkmış ve insanın bir hayvan türü olamayacağını, hepsinden üstün olduğunu iddia etmişti öğretmenine. Öğretmeni de, sinirlenmek yerine, aynı şu anda Sezai'nin bu düşünceye acıyarak ve ne kadar çocukça, saf ve cahilce olduğunu bilerek gülümsemesi gibi gülümsemişti ve detaylıca insanın hayvanlardan tek bir farkının dahi olmadığını anlatmıştı. Sezai bunu kolayca kabullenememiş olsa da, üzerinde düşündüğü haftalar ve



aylar sonunda gerçekten de öğretmeninin haklı olduğunu anlamıştı.

Sezai, babası, dedesi ve hatta dedesinin babası bu çiftlikte büyümüşü. Daha gerisini bilmiyordu, muhtemelen onlar da burada büyümüşü. Ailelerinde çiftçilik ve besi hayvancılığı babadan oğula geçen bir meslekti ve ilk defa dedesinin babasının, komşulardan aldığı ucuz ve niteliksiz inekler ve öküzlerle başlamıştı. Şimdiyse Zonguldak'ın Çaycuma ilçesinin en meşhur, en kaliteli, en yüksek düzeyde süt ve et üreten çiftliği kendilerinininkiydi. Bu işte oldukça iyilerdi ve kimse işlerini aksatmadan yapardı. İşlerden kaçış yoktu ama kaçmak isteyen de yoktu pek. Sezai, üniversite okusa kendisi için daha iyi olacağını düşünüyordu tabii ama artık olan olmuştu.

Çiftlik evlerinde, Sezai'nin dedesinin babasından beridir, yani besi hayvancılığına girdikleri ilk günlerden beridir tutulan eski defterler bulunurdu. Bu defterlerde çiftlikten aylık ve yıllık olarak ne kadar süt çıktığı, hangi ineğin yaklaşık ne kadar süt verdiği, bu sütün o dönemin parasıyla ne kadara satıldığı, ineklerin çiftleştirilme zamanları, ömürleri, verdikleri yavru sayısı, bu yavruların hangilerinin satılıp, hangilerinin büyütüldüğü gibi çiftlik hayvanlarına dair hemen her şey not edilirdi. Garip bir gelenektir bu, ailesinin titizliğinden kaynaklanıyordu belki ama kimse aksatmamıştı bu işi bugüne kadar. En az 20, belki 30 tane kalın defter, son 140 yıldan bu yana muntazam bir şekilde tutulmuştu. Aslında Sezai otomatik bir şekilde tutuyordu kendi defterini, babası öyle öğrettiği için. Ancak lisede gördükleri ve son birkaç aydır, yıllar önce okulda

öğrendiklerini garip bir şekilde yeniden, yoğun olarak düşünmeye başlaması, bu defterlere farklı bakmasına sebep olmuştu. Başını yana çevirdi ve sallanan sandalyesinin yanında duran, 120 yıl öncesinden, yani dedesinin babasından kalma, Osmanlıca harflerle yazılmış deftere baktı. 20-30 defterin içerisinde rastgele 5 tanesini seçmişti ve son günlerde yanından ayırmıyordu. Birçoğunu detaylıca incelemişti zaten ama uzun bir zaman dilimine, yaklaşık 120 yıla yayılan bu 5 defteri özellikle seçmişti... Sehpadaki defterlerin en eskisini aldı ve Osmanlıca yazıyı okumaya başladı:

“Hicri: 14 Ramazan 1309” yazmıştı dedesinin babası. Kafasından kabaca bir hesap yaptı Sezai. 1890’lı yıllara denk geliyor olmalıydı. “Kınalı: 2 batmandan biraz fazla” yazıyordu. O devirde kullanılan ağırlık ölçülerinden olan 1 batman, yaklaşık 7-8 kilogram yapmaktaydı. Yani zamanında yaşayıp ölmüş olan, dedesinin babasının ineği olan Kınalı, o gün için yaklaşık 15 kilo süt vermişti. Sezai sayfaları karıştırdı ve Kınalı’nın yaşadığı zaman dilimi boyunca hep bu civarlarda süt verdiğini gördü. Bu miktar, Sezai’nin ineklerininkine göre bayağı düşüktü; ancak Sezailerin bugünkü durumlarıyla, o zamanki durumları kıyas dahi edilemezdi. Sezai bunu her gördüğünde garipseirdi ama pek umursamazdı; sonuçta inek, inekti. Ancak son zamanlarda, özellikle çiftliklerdeki inek ve öküz (genel adlarıyla sığır) soylarının, dışarıdan alınan hayvanlarla çiftleştirmek suretiyle güçlendirilmek yerine, daha çok çiftlik içi hayvanların çiftleştirilmesi ve soylarının yakından takibi yoluyla korunduklarını görmesi, kafasında bazı şimşekler çakmasına neden

olmuştı Sezai'nin. Eğer ki dışarıdan, çok sağlıklı hayvanlar alınıp da çiftliğin başarısı arttırılmadıysa, o zamanki inekler ile bugünkü inekler nasıl bu kadar farklı olabiliyordu?

O güne ait tüm verileri okudu Sezai. Dedesinin ve babasının da birçok ineği varmış o dönemler, tıpkı Sezai'nin olduğu gibi. Her birinin süt kapasitesi farklı ama üç aşağı beş yukarı hep 15 kilogram ve civarında süt vermişler zamanında. Birkaç tane de boğaları varmış damızlık, olabildiğince güçlü, bunlar tek tek işlenmiş deftere.

Sezai şöyle bir göz gezdirdi defter üzerinde. Kendisinin de yapmayı sürdürdüğü gibi, hangi ineğin hangi boğa ile çiftleştiği, kaç yavru doğduğu ve daha nice bilgi de defterlere detaylıca işlenmişti. Sezai bunlara da dikkatlice göz attı. Her inek yaklaşık 13 aylık olduğunda hamile kalmış ve normal bir şekilde, hormon takviyesi yapılmadığı için (Sezailerin çiftlik anlayışını farklı kılan da bu doğal ama çok daha zahmetli olan üretimdi) yılda sadece 1 tane yavru doğurmuş. Dedesinin babası bolca inek üretebilmek için her sene yavrulamasına izin vermiş ineklerinin. Günümüzde de uygulandığı gibi, her bir ineğin, yaklaşık 13-14 ayda bir yavrulamasını sağlamış. İnekler ve yavruları, yüksek para getirisi olan besi hayvanları. Dolayısıyla sağlıklı ve bol yavrulamaları çok önemli... O zamanlar da dedesinin ineklerinin yeterince sağlıklı ve oldukça doğurgan olduğu notlardan görülebiliyordu. Ancak Sezai'nin dikkatini çeken asıl olarak şuydu: Tıpkı şu anda Sezai'nin de yaptığı gibi, çiftlikteki her yavru ineği 1 yaşına gelecek kadar büyütüyorlardı, çünkü bir yavru,

üreme yaşına gelip üremeden süt üretimine başlayamamaktadır. Bunu başarabildikten sonra, artık yetişkin olan yavrunun 2-3 defa üremesine izin verip yaklaşık ne kadar süt ve ne kadar sağlıklı yavru verebileceğini görüyor, ancak ondan sonra satıyorlardı. Böylece ineğin yavrularının gelecekte ne kadar süt vereceği, işlerine ne kadar yarayacakları az çok kestirilebiliyordu. Aynı şey, erkek yavrular için de geçerliydi; ancak sağlıklı ve üreme potansiyeli yüksek olan öküzler bulmak, süt bakımından verimli inekler yaratmaktan çok daha kolaydı, bu yüzden erkek hayvanlar bulmak çok fazla dert olmuyordu. Yeni yetişkin olan dişilerin belki daha fazla doğurmasını ve daha çok dönemde süt vermelerini beklemek daha net sonuçlar verirdi; ancak çiftliğin giderleri düşünülduğünde, fazladan doğan yavruların bakımı gereksiz masraf demekti ve bir an önce bir karar verilip bazı ineklerin ve yavrularının satılması gerekirdi. İşte bu yüzden birkaç sefer üremeye izin verip, sonucu görüp, sonrasında hangi ineklerin satılacağına karar veriyorlardı.

Sezai, dedesinin ve onun babasının tuttuğu verileri şöyle bir alt alta değerlendirdi ve elde ettiği sonuç çok ilginçti: Tek bir inekten yaklaşık 20 yıllık ömrü içerisinde ortalama 18 adet yavru elde ediyorlardı. Dedesinin babası zamanında bu yavruları doğuran anne inekler (örneğin Kınalı), yaklaşık 13-16 kilogram süt veriyordu. Ancak yavrularının süt verme oranları farklılık gösteriyordu: Ömür boyunca tek bir ineğin verdiği 18 civarı yavrunun genelde 10-12 tanesi anneleriyle hemen hemen aynı miktarda süt

verebiliyordu. Ancak üreme çağına gelen bu yavrulardan bazıları, örneğin 3-4 tanesi yaklaşık 18-19 kilo süt verebiliyorlar ve annelerinden daha “başarılı” oluyorlardı. Yavruların bazılarıysa, örneğin 3-4 tanesi, üreme çağına eriştiklerinde, annelerinden daha az, yaklaşık 8-9 kilo süt verebiliyordu.

“Bu ilginç” diye düşündü Sezai. “Nasıl ki biz anne-babamızdan görünüş, yapı, davranış olarak farklı doğuyorsak, bu inekler de ebeveynlerinden farklı doğuyor” diye mırıldandı. Sonra bir anda içini bir heyecan kapladı, çünkü az önce defterlerde okuduğu süt verme farklılığının arkasında yatan temel mantığı, o güne kadar hiç olmadığı kadar net bir şekilde fark etti: “Yeni doğanlar üreme yaşına gelince üremelerine izin ver, onun doğuracağı yavruların süt verme miktarını test et ve yeterince iyiyse onları damızlık olarak sakla. Diğerlerini test et, süt verimliliklerini not al ve diğerlerinden az ise doğrudan sat.” Çok basit ve düz bir mantıktı, ancak yüzyıllardır işe yarıyordu.

Tüm sülalesi, kendilerini bildiklerinden beri bu yöntemle yüksek miktarda süt veren inekleri kendilerine saklayıp, daha az verenleri doğrudan satarak hayatlarını geçindirmektelerdi. Bu sayede yörenin en sağlıklı, en fazla süt veren, en doğal hayvanlarını yetiştirmeyi kendilerine görev bilmişlerdi. Ancak Sezai hiç detaylıca bu işi neden bu şekilde yaptıklarını düşünmemişti. Lisede “gen” diye bir şey öğrendiklerini hatırlıyordu. Kimi zaman televizyon ve gazetede haberlerde de gördüğü bu şeyler, anne ve babamıza benzememizi sağlayan; ancak aynı zamanda belli miktar onlardan farklı olmamıza sebep olan, ufacık yapılarıydı. Bunlar

hücrelerimizde gizliydi, hücre çekirdeğinde bulunuyorlardı ve hücreyi yönetiyorlardı. Üreme sırasında da kendilerini eşliyorlardı, anneden gelen bir grup gen ile babadan gelen bir diğer grup gen birleşip yavruyu oluşturuyordu. Yani anne ve babanın bir karışımı oluşuyor; ancak ne tam olarak anne oluyor, ne de tam olarak baba oluyordu. Genler, yavruların her birinin birbirinden ve ebeveynlerinden farklı olmasına sebep oluyordu. Bu genler ineklerin bazılarının daha fazla süt verebilmesini, bazılarının daha az süt vermesini, bazılarının anneleriyle hemen hemen eşit miktarda süt vermesini sağlıyordu.

Sezai daha da heyecanlandı. Bir keşfin eşiğinde gibi hissetmişti kendini! Eğer ki genlerle bu özellikler gelecek nesillere aktarılabilirse, sadece hayvan besiciliğiyle uğraşan çiftlik sahiplerinin istediği özellikleri sağlayan genler yavrulara geçebiliyordu. “İstedığımız gibi olmayanların neslini sürdürmüyoruz ve genelde kasaplara satıyoruz veya kendimiz kesiyoruz; bu yüzden de onların hücrelerinde bulunan, anne-babalarından aldıkları, annelerinden daha az süt vermelerine sebep olan genler, gelecek nesillere ulaşmayı başaramıyor. Yani yavrulara geçmeden eleniyor” diye düşündü Sezai. Öte yandan çok süt verenlerin üremesine izin verdikleri ve hatta daha fazla üremeye teşvik ettikleri için her yavruya çeşitli kombinasyonlarda genler geçiyor, her yeni nesilde daha çok süt veren yavruların doğması sağlanabiliyordu. Elbette daha çok süt veren inekten üretilen her yavru, üreme çağına geldiğinde aşırı çok süt vermiyordu. Yine bir dağılım vardı: Çoğu annesi kadar ama kimi daha az,

kimi daha çok... Fakat yine bunlar arasından en çok süt vereni seçtikleri için, dolaylı olarak en fazla süt vermeyi sağlayan genleri yeni nesillere aktarmış oluyorlardı!

İçerisinde bir heyecan dalgası yükselerek sandalyesinde doğruldu Sezai ve hemen defterleri eline aldı, sayfaları hızla çevirmeye ve sayılara bakmaya başladı. Gerçekten de sadece dedesinin babasının tuttuğu defterlerden, dedesinin tuttuğu defterlere geçtikçe, süt verme oranının o nesil için giderek, 1'er 2'şer litre arttığı görülmekteydi. Kimi zaman şanssızlıktan ötürü yüksek süt veren hiçbir yavru doğmuyordu; ama azimle o soy sürdürülüyor ve sonunda gelişim kaydediliyordu. Bazı ineklerin soyları, bu şekilde, bugüne kadar gelebilmişti. Kimi zamansa civar çiftlikler ve köylerden kendilerinininkinden bol süt veren inekler bulup satın almışlardı, bunların soyunu sürdürmüşlerdi. Kimi zamansa hiçbir şekilde başarılı olunamamış ve soyun son üyeleri de satılarak o soya son verilmişti. Sadece 40 yıl içerisinde elde edilen nesillerde, süt verme oranı günlük ortalama 15 litreden 21 litreye kadar çıkmıştı. Dedesinin defterlerinden babasınkilere geçtiğinde, aynı ineğin soyunu takip ettiğinde, bu oranın 24 litreye ulaştığını gördü. Kendi defterlerinden birini alıp aynı ineğin soyunu inceledi. Büyüleyiciydi: 26-28 litre civarı. Yani 140 yıl öncesinde başlayıp, Sezai'nin zamanına kadar ulaşabilen bir ineğin nesli, bir buçuk asır civarı bir sürede, 15 litreden 27 litreye kadar çıkmıştı, 2 kat!

Sezai kalbi üzerinde bir heyecan dalgası hissetti. Hayatında ilk defa pratikte sürekli uyguladığı bir kuralı, yani ineklerin fazla süt verenlerinin sürekli, nesil nesil seçilmesiyle daha yüksek süt verebilen ineklerin

üretilebileceği gerçeğini net bir şekilde, hem de bilimsel verilerle, bilimsel bilgileriyle açıklayabilmişti. Şöyle bir durup gülümsedi Sezai. Lisedeki Felsefe dersi hocasının sözleri geldi aklına:

“Hep ‘Neden’ diye sorun arkadaşlar. Etrafınızda bir şeylerin olup bittiğini bilirsiniz ve her birine açıklamanız olduğunu sanırsınız. Ancak ‘Neden’ diye bir sormaya başlasanız, neredeyse hiçbir şey bilmediğinizi göreceksiniz. Ancak bu sorulara cevap vermeyi başarabilerseniz, işte o zaman bilimden, düşünmekten heyecan duyduğunuzu, keyif aldığınızı hissedeceksiniz. Daha önemlisi, var olduğunuzu hissedeceksiniz!” Böyle demişti hocası. Tam şu anda bu hocasının ne yapıyor olduğuna dair düşüncelere dalacakken, aklını bir diğer düşünce bıçak gibi yarıp geçti: “İyi de, süt verme miktarı ineğin sadece, tek bir özelliği ve biz, ihtiyaç duyduğumuz ürün süt olduğu için bu özelliğe göre seçim yapıyoruz” diye düşündü. “Peki ya ineğin ya da herhangi bir diğer hayvanın geri kalan onlarca, yüzlerce özelliği? Bunlara göre, bunların farklı kombinasyonlarına göre seçim yaparsak ne olacak?”

Sezai boğazının kuruduğunu, alnının terlediğini hissediyordu. Kalbi daha hızlı atıyor, düşünceler onu bir o yana, bir bu yana çekiştiriyordu. Sandalyesini artık sallamıyor, tamamen dik ve sabit bir şekilde oturuyordu. Gözleri yerdeki otlara kilitlenmişti. “Ne olacak, sadece garip inekler elde edersin; yine de elde edeceğin bir *inek* olur” dedi bir ses içinden. Pek tatmin edici bulmadı bu cevabını Sezai: “Neden garip? Nasıl garip?” Bunlara cevap bulmalıydı. Düşüncelerini sürdürdü:



“Eğer ki inekleri karmakarışık şekilde seçecek olursak, örneğin aynı anda sadece koyu renklilerini, saldırgan olanlarını, bacakları en kısa olanlarını seçecek olursak bir süre sonra, belki 100 yıl içerisinde elde edeceğimiz yavrular çoğunlukla koyu renkli, saldırgan ve kısa bacaklı olacaklar” dedi. Bu garip düşünce aklını başka bir düşünceye bıraktı: “Koca Oğlan, yani boğamız, böyle bir inekle çiftleşmek ister mi?” Bu ilginç bir soruydu; çünkü boğalarından her birinin farklı özelliklerdeki ineklerle daha kolay çiftleştiğini görüyordu. Bazılarının daha asi ve saldırgan olanları tercih ettiğini, bazılarının daha uzun boyluları tercih ettiğini görüyordu. Bunu şimdilik açıklayamayacağını düşündü, çünkü aklına birçok soru geliyordu ve sorular içerisinde kaybolduğunu fark etti. “Odaklan!” diye mırıldandı.

Derin bir nefes almak için başını kaldırdı ve uzaktan çiçek toplayan Seray’ın kendisine el salladığını gördü. Hafifçe ve gergince gülümseyerek, düşünceler içerisinde o da el salladı. Sonra dalgın dalgın ufka baktı. Kendi elleriyle yaptıkları canlı seçimi, birkaç nesilde yepyeni görünümlü canlılar yaratabilirdi, belki aşırı değişimi kendisi görmezdi ama mutlaka kendi defterlerini okuyan torunu veya torununun torunu, eğer yeterince meraklı olursa, görecekti! Bunu her zaman yapıyorlardı, sadece süt için yapıyorlardı ama yapabileceklerinin sınırı yoktu. Başka çiftliklerden insanların aynı yöntemle dövüş boğaları elde ettiğini duymuştu. Bazıları ise bol yağlı öküzler, koyunlar üretiyor, böylece yüksek kâr elde ediyorlardı. Bunların hiç bu şekilde seçme ile olduğunu düşünmemişti. Hep bu şekilde bir üretim

yapılabileceğini biliyordu, bu onun için ve tüm çiftçiler için bir normdu âdeta ama hiç nedenlerini sorgulamamıştı. Şimdi, hayatında ilk defa bunu detaylıca sorguluyordu ve cevaplar baş döndürücüydü. Canlılar, insanların yaptıkları seçimle değişiyordu. O anda aklına gelen soru, gerçekten nefesini kesti, bir an boğulacağını sandı, sonra derin bir nefes alarak kalbinin sakinleşmesini bekledi. Soru şuydu: “Eğer böyleyse, canlılar değişebiliyorsa, bundan binlerce yıl önce yaşamış canlılar da değişmiş olamaz mı?”

Sorusunu giderek artan bir heyecanla irdelemeye çalıştı Sezai: “Yani benim şuracıkta yaptığım, dedelerimin yaptığı basit bir seçim bile yeni niteliklere sahip canlılar yaratmaya yetiyor. Tamam, belki ineklerim yine inek görünümlü kalıyor ama kısa bacaklı, zebra gibi şeritli renkte derisi olan, bol kıllı, küçük memeleri olan, saldırgan, hızlı koşabilen bir hayvana inek demekte zorlanırdım sanırım. Kuşlar arasında da öyle ahım şahım farklar olmayanlar var ama birçok kuş, birbirlerinden son derece farklı. Bir kere birbirleriyle üreyemiyorlar, ben kendi çiftliğimdeki kuşlardan biliyorum. E bunlara, sırf ikisi de uçabilen, az çok birbirine benzeyen varlıklar oldukları için aynı canlı demek doğru mu? Bir insanla bir şempanze de ne kadar benziyor birbirine ama bu ikisi aynı canlı mıdır? Yarasa da, kuş da uçabiliyor diye bunlara ‘kuş’ mu diyeceğiz? Elbette hayır. Ama peki ya... Ya eskiden yaşamış canlıların bu şekilde farklılaşmasıyla bugünkü çeşitli canlılar var olduysa? Ya benim çiftliğimde yaptığım gibi seçmede olduğu gibi, canlılar gıdım gıdım farklılaşarak değişiyorlarsa? Ve belki de bu değişim bir noktadan

sonra o kadar ciddi bir miktara ulaşıyor ki, artık baktığımızda, aynı canlıdan başlayan, fakat farklı seçimlerle farklı yönlere doğru nesiller geliştiren bireyler, artık birbirinden tamamen farklı gözüküyorsa?”

Kaşları bu defa sertçe çatıldı. Dedelerinden, babalarından canlıların bu şekilde var olduğunu öğrenmemişti. Öğrendiği, her canlının binlerce yıl önce, bir anda var olduğuydu. Bu düşünceye inancı tamdı, buna şüphesi yoktu. Ancak canlılığın nasıl başladığı, canlıların değişebilirliği açısından çok da önemli değildi. Bir noktada, bir şekilde başladıktan sonra değişmiş olamaz mıydı? Onca zaman geçmişti, ne canlılar yaşayıp yok olmuştu dünyada? “Mutlaka böyle olmuş olmalı” dedi Sezai şaşkınlıkla. Hayata bir anda bakışının değiştiğini hissediyordu. Doğaya hiç bu kadar yalın ve gerçek, somut, sade bir gözle bakmamıştı. Aklına lise üçüncü sınıfın sonlarında “Evrim” başlıklı ders konusu geldi ve o günlere dair silik anılarını hatırlamaya başladı. “Buna ne yazık ki zamanımız kalmadığı için işleyemiyoruz arkadaşlar, ancak bilin ki evrim, ilk canlıların var olmasından bu yana canlılıkta meydana gelen kademeli ve yavaş değişimi inceleyen bilim dalıdır. Hiçbir canlı eskiden bugünkü gibi değildi, hepsi farklıydı. Bunlar, değişerek, farklılaşarak, evrimleşerek, nesiller içerisinde günümüzdeki halini aldılar.” Hocası böyle demişti zamanında, Sezai o zamanlar hocasının ne demek istediğini anlamamış ve üzerinde pek de düşünmemiş olsa da... Şu anda Sezai’nin kendi düşünceleriyle vardığı sonuç da aynıydı. “Evrim ile ilgili araştırma yapmalıyım” diye mırıldandı Sezai kararlı bir şekilde. Gözlerinin önünden bir perdenin kalktığını,

doğa içerisinde ilk defa somut bir yerinin olduğunu hissetti. Düşünebildiğini, sorgulayabildiğini, araştırabildiğini ve öğrenebildiğini hissetti. *İnsan* olduğunu hissetti.

Fakat tüm bu düşünceleri, küçük kızı Seray'ın topladığı çiçeklerle kendisine doğru koşmasıyla dağıldı. Kucağına atlayıp sıkıca sarılması ve “Baba bak, annişime çiçek topladım!” demesiyle tamamen yok oldu. Sezai, tüm bu düşünce seansı boyunca, kendisinden yaklaşık 200 sene önce yaşamış bir doğa bilgininin geçtiği yollardan neredeyse aynen geçtiğinin farkında bile değildi. Az önce yaptığı kısacık düşünceler silsilesi, insanlık tarihinin en güçlü kuramına giden kapının eşiği idi ve Sezai'den 130 yıl kadar önce, İngiliz doğa bilimci, jeolog ve biyolog Charles Robert Darwin tarafından benzer bir şekilde geçilmişti.

Sezai'nin bu yeniden keşfettiklerine ve babadan öğrenerek uyguladıklarına bilimsel terminolojide Yapay Seçilim diyoruz. Adından da kolaylıkla anlaşılacağı üzere bu, bir canlının belli özelliklerine göre seçilmesi ve bu canlının hayatta kalmasına ve üremesine izin verilirken, kendi soyundan olan kardeşleri ya da türdeşlerinin hayatta kalmalarına veya en azından üremelerine engel olmak demektir. Başlı başına Evrim Mekanizmaları arasında yer almaktadır ve bu kitap içerisinde göreceğimiz ilk Seçilim Mekanizmasıdır. Yapay Seçilim sayesinde, Sezai'nin detaylıca irdelediği gibi, bir türe ait nesillerin kademe kademe değişmesi yapay yollarla sağlanabilir.

Açıkçası bu yöntem hemen her çiftçi, her besi hayvancılığıyla uğraşan insan, her ziraatçi tarafından

bilinmekte ve yüz yıllardır uygulanmaktadır. Son derece etkili olan bu yöntem, kimi zaman gıda ürünlerinin besin değerlerini yükseltmek için kullanılmış (sürekli daha etli domatesleri seçip üretmek gibi), kimi zaman yepyeni bitkilerin yaratılmasını sağlamış (karnabahar, brokoli, lahana gibi bitkilerin vahşi hardaldan evrimleştirilmesi gibi), kimi zamansa insana asırlarca dostluk edecek hayvanların yaratılmasını (evcil köpeklerin vahşi kurtların en sakin, ağırbaşlı, canayakın olanlarının seçilmesiyle var edilmesi gibi) sağlamıştır.

Gerçekten de herhangi bir ziraatçılık ya da genel biyoloji kitabını açarsanız karşınıza çıkan ilk örnek vahşi hardal bitkisi olarak bilinen *Brassica rapa* türünden evrimleştirilen, günlük yaşantımızda bolca yer bulan bitkilerdir: karnabahar, brokoli, lahana, mangır ve alabaş bitkileri, bundan birkaç asır önce doğada rastlamadığımız bitkilerdi. Yani bundan 10.000 yıl kadar önce, yerleşik yaşama yeni geçmiş insan grupları akşam yemeğinde brokoli pişirip yiyemezdi, çünkü doğada böyle bir canlı bulunmuyordu. Nesilden nesle aktarılan botanik bilgisi ve biliminin gelişmesiyle, farklı canlıların çaprazlanması ve doğada hükmettiği keşfedilen seçilime bağlı değişim yasalarının fark edilmesinden sonra bu canlıları evrimleştirmek mümkün oldu.

Yapılan araştırmalar, doğada kendi atalarından evrimleşerek doğal olarak bulunan vahşi hardal bitkisinin farklı özellikteki çeşitlerinin (varyasyonlarının) çiftleştirilmesi ve elde edilenlerin, tıpkı Sezai'nin ve dedelerinin inekler için yaptıkları gibi, istenilen özelliktekilerinin üremesine izin verilip diğerlerinin üremesinin engellenmesinin sonucunda

yukarıda saydığımız bitkilerin ortaya çıkması sağlanmıştır. Örneğin bir sebeple, gerek meraktan yapılan araştırmalar sonucunda, gerekse de bilinmeyen bir sebepten ötürü, vahşi hardal bitkisinin sarı renkli çiçeklerinin oluşumu daha gür olan ve grup halinde bulunan bireylerinin birbirleriyle sürekli çaprazlanması (çiftleştirilmesi) ve her seferinde elde edilen yeni bireylerden sadece çiçekler bakımından daha gür ve öbeklenmiş olanlarının seçilmesi sonucunda gitgide bugün “brokoli” diye bildiğimiz canlıya daha çok benzeyen bireyler elde edilmiştir. Bunun sürekli yapılması sonucunda, atasal türden tamamen farklı ve doğal ortama bırakıldıklarında birbiriyle çiftleşemeyen yeni bir tür evrimleşmiş olmaktadır. Bu canlıya bugün brokoli, yani bilimsel adıyla *Brassica oleracea* demektediriz.

Benzer şekilde vahşi hardalın çiçek yapılarının üremeye daha elverişsiz olanlarının sürekli birbiriyle çiftleşmeye zorlanması, birkaç nesil içerisinde bugün karnabahar dediğimiz türün evrimleşmesine sebep olmuştur. Aynı vahşi hardalın ilkin bireylerinin dal bağlantılarının kısa olanlarının birbiriyle çaprazlanması nesiller içerisinde lahananın ortaya çıkmasını, yapraklarının daha geniş olanlarının birbiriyle çaprazlanması mangır bitkisinin evrimleşmesini ve vahşi hardalın yan meristemlerinin daha üretken olanlarının sürekli birbiriyle çaprazlanması ise nesiller içerisinde alabaş bitkisinin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Kısaca tek bir ata türden, yeni bir tür grubu elde edilmiştir. Üstelik bu yeni canlılar, atalarıyla zorlandığında çiftleşebilmektedirler (zorlamaktan kasıt laboratuvar

ortamlarında çiftleştirilmeleridir); ancak doğada çiftleşemezler. Bu da, bu canlıların biyolojik tür tanımını dahilinde türleştiklerini, yani yeni türlerin evrimleştiğini göstermektedir. Bunun yapılmasını sağlayan tek şey ise, atasal olarak ele alınan bir bitkinin (vahşi hardal) popülasyon içerisindeki çeşitliliğinin sürekli belli bir yönde seçilmesidir. Burada önemli olan nokta, seçimi insanın yapmasıdır.

Bir diğer örnek günümüz mısır bitkisinden verilebilir. Bilimsel ismi *Zea mays* olan mısır türü, aslında MÖ 7500 yıllarından daha öncesinde doğada yetişen bir bitki değildi. Atasal bir tür olduğu düşünülen ve oldukça sınırlı sayıda taneciği bulunan teosintelerin, tanecik yapısının fazlalığına göre yapılan bir yapay seçilimin, birkaç yüz nesil içerisinde bildiğimiz, bol taneli mısırların evrimleşmesini sağladığı düşünülmektedir. Teosinte, tanecik açısından fakir; ancak çorak ortamlarda bile başarıyla yaşayabilen bir bitki alt türüdür. Bu alt türün seçim sonucu farklılaşması sonucunda öncelikle daha bol taneciklere sahip bir ara basamağın, sonrasında ise bu tanecik yapısının seçiminin sürdürülüp, sadece daha fazla tanecikli bireylerin üremesinin sağlanmasıyla günümüz mısır bitkisinin evrimleştiği düşünülmektedir. Günümüzde, mısır ile atası olduğu düşünülen teosintelerin çiftleşmeye zorlanması durumunda tanecik bakımından ikisinin arasında bir melez canlı ortaya çıkmaktadır, bu da türleşmenin tamamen sonlanmadığını, evrimin sürdüğünü göstermektedir.

Kısaca bitkilere baktığımızda, yapay seçilimin envai çeşit örneğini görmek mümkündür. Tüm bu örnekleri ve

benzerlerini her türlü ziraat kitabında da bulmanız mümkündür. İnsanlık, uzun yıllardan beridir işlerine gelen bitkileri üretebilmek adına, doğal yollarla öğrendikleri bu “seçerek üretme” yöntemini kullanmış ve deneme yanılmalar sonucunda istedikleri ürünü elde edebilmişlerdir. Üstelik bunu sadece bitkilerde değil, hayvanlarda da uygulamış ve örneğin, günümüzdeki köpeklerin sayısız çeşitliliğine bu şekilde ulaşılmıştır.

Günümüz evcil köpeklerinin hepsinin atası vahşi gri kurt olarak bilinen *Canis lupus* türüdür. Bizlerin de içinde bulunduğu, anatomik olarak modern olan insan türü, yani *Homo sapiens* türü günümüzden 200.000 yıl önce evrimleşmiştir ve bugüne kadar gelmeyi başarmıştır. Bu süreçte birçok canlı ile doğrudan ya da dolaylı olarak etkileşime girmiş ve hatta bazılarının evrimsel gelişimlerini etkilemiştir. Bunların başında da hiç şüphesiz köpekler gelmektedir. Köpeklerin evcilleştirilmeye başlamasının günümüzden 10.000 yıl öncesine kadar dayandığı düşünülmektedir. Ancak bu erken zamanlarda ortada tek bir evcil köpek dahi bulunmamaktaydı ve insanlar da henüz yeni yeni yerleşik yaşama geçmekteydiler. İşte bu süreç içerisinde, sıklıkla insanların kurdukları geçici kamplara yemek bulmak amacıyla gelen vahşi kurtlar ile insan atalarımız arasında çeşitli etkileşimler olmuştur.

Zorlu koşullarda kurtların insanları zaman zaman koruyabilmesi, insanların da yiyeceklerini kurtlarla paylaşması, belki bütün kurtlarla değil ama kurtlar arasında genetik farklılıklardan ötürü daha evcil, daha uysal, daha sakin, daha ağırbaşlı olanlarıyla aralarında bir bağ kurulmasına neden olmuştur. Bu bağın



kurulmasından sonra kurtlarla daha da yakın etkileşime giren insanlar, onların sadece en sakin ve uysal olanlarını besleyip, diğer saldırgan ve hırçın olanlarını ister istemez yaşadıkları bölgelerden uzak tutmuşlar, vahşi hayatın içerisinde bırakmışlardır. Sürekli en uysalların beslenip korunması, en vahşilerin ise vahşi doğaya itilmesi ile insan kamplarında tutulan uysalların sürekli kendi aralarında çiftleştirilmesi sonucu sadece birkaç nesilde giderek daha uysal ve ağırbaşlı yavrular doğmaya başlamıştır. Bunun sebebi, kolayca görülebileceği gibi anne-babası en uysal olanların hayatta kalıp üremiş olması, diğerlerininse hayatta kalma ve üreme şanslarının düşmüş olmasıdır. Bu sayede hayatta kalanlar, kendilerini daha uysal yapan ya da buna yönelten genleri yavrularına daha sık aktarabilmişlerdir.

İnsanın yaşam biçiminin gitgide karmaşıklaşıp değişmesiyle, bu giderek uysallaşan kurtlarla olan etkileşimi de farklılaşmaya başlamıştır. Aradan yüzlerce nesil geçtikten sonra, artık bu kurt benzeri, ancak kurtlardan çok daha ufak, uysal, sakin olan bireylerden doğan yavrular, atasal kurtlara gitgide daha da az benzemeye başlamışlardır. Sonunda, yeterince evrimsel değişim yaşandıktan sonra ortaya çıkan tür, bugünkü bütün köpeklerin de dahil olduğu *Canis lupus familiaris* alt türüdür. Evcil köpekler, kurtlardan henüz tamamen türleşmemişlerdir, çünkü vahşi doğada halen bu iki canlı grubunun en azından bir kısmının çiftleşmesi mümkündür. Aralarındaki yüzlerce farka rağmen, farklı köpek çeşitleri de ayrı türler sayılmamaktadır, çünkü sadece üreyip üreyememe türlerin tanımlanması için

yeterli değildir; morfolojik, filogenetik (evrimsel), genetik, ekolojik, fizyolojik, anatomik, vb. birçok özelliğin analiziyle türler birbirinden ayrılmaktadır. Birçok köpek çeşidi artık birbiriyle çiftleşmemektedir (bir Danua ile bir kanişi düşünün); ancak yine de bu, onların evriminin tamamen farklı türlere ayrılmaları için yeterli bir sebep değildir. Ne var ki çiftleşemiyor olmaları, aralarındaki evrimsel mesafenin sürekli açılmasına destek olan bir unsurdur ve gelecekte, birden fazla köpek türüyle bir arada yaşayacağımızı garanti edebilirim. Öte yandan, köpeklerin türleşmesine engel olan bir diğer unsur, köpek besleyicilerinin sürekli olarak farklı çeşitleri birbirleriyle çiftleştirerek canlılar arası izolasyon bariyerlerini yıkmalarıdır. Bu sürekli olan karışım, farklı yönlere doğru gidebilecek evrimi kısıtlamakta ve bireylerin genlerinin birbirinden farklılaşması yerine, birbirine karışmasına sebep olmaktadır (izolasyona engel olmaktadır).

İşte köpekler üzerinden verdiğim bu örnekler, aslında bütün canlılara uyarlanabilecek genel bazı ilkeleri bizlere göstermektedir. Evrimsel türleşmeye katkı sağlayan en önemli unsur, herhangi bir şekilde meydana gelecek izolasyonlardır (bariyerlerdir). Bu bariyerler, coğrafi olabilir ve aynı türün farklı bireyleri, coğrafi olarak artık bir arada bulunmadıkları için aynı koşullara tabi değildirler ve birbirleriyle çiftleşme şansları kalmaz. Coğrafi izolasyon, türleşmeye sebep olan en güçlü bariyerlerden biridir. Ancak türleşmeye, sadece coğrafi bariyerler neden olmaz. Kimi zaman, aynı türe ait farklı bireylerin üreme mevsimlerinin değişmesi (zamansal bariyerler), cinsel organların farklı ortamlarda farklı

yönlere evrimleşmesi sonucu mekanik olarak birbirine uymuyor hale gelmesi (mekanik bariyerler), aynı türün bireylerinin ürettiği üreme hücrelerinin genetik olarak uyumsuz olması (gametik bariyerler) ve daha nice bariyer tipi, türleşmeye sebep olan doğal unsurlardır. Öte yandan izole olmuş bu grupların birbirine herhangi bir şekilde karışabilir hale getirilmesi, yani bir önceki bölümde ele aldığım göç (gen akışı) ise, türleşmeye engel olan, farklı yönlere doğru evrimleşen bireylerin genlerinin tekrar karışmasına neden olan unsurlardan biridir. Yani doğadaki bazı süreçler türleşmeye destek olurken, bazıları onu engellemektedir. Bu iki kuvvet arasındaki bir nevi “dans”, eskiden aynı tür olan bireylerin nesiller içerisinde farklılaşmasına neden olabilecektir. Bu ilkelerden sonra tekrar köpeklere dönecek olursak...

Günümüzdeki bu köpek çeşitliliğinin var olmasının sebebi, insanların dünyanın dört bir yanına dağılıp, görsel zevklerinin birbirinden farklılaşması sonucu köpekler üzerinde uyguladıkları yapay seçilimin de yön değiştirmesidir. Kimi insan ufak köpeklerden hoşlandığı için köpek besicilerini ufak köpekler üretmeye teşvik ederken, kimi sert ve güçlü, büyük köpekleri sevdikleri için bu tip köpekler istemişlerdir. Köpek yetiştiricileri de, doğal yollarla öğrenilen ve babadan oğla aktarılan yapay seçilim bilgisi ile bir köpek neslinde her seferinde küçük boyutlara ulaşabilen bireyleri seçerek ve çiftleştirerek, daha küçük ebatlarda köpeklerin oluşmasına sebep olan genlerin sürdürülmesini sağlamışlardır. Böylece Chihuahua (Çivava) gibi ufacık köpeklerden, Danua ve Dalmaçyalı gibi devasa

köpeklere kadar geniş bir çeşitlilik elde edilmiştir. Bu boyut farklılıklarının zaman içerisinde çiftleşmeye tamamen engel olacağı düşünülmektedir (bir Chihuahua ile bir Danua'nın çiftleşmesini hayal etmek bile gariptir ki doğal ortamlarında çiftleşmeleri mümkün değildir, cinsel organları uyumlu değildir, yani türleşmenin önemli bir adımı çoktan tamamlanmıştır) ve bunun sonucunda sadece tek bir köpek alt türü değil, onlarca yeni köpek türünün evrimleşmesi beklenmektedir. Şu anda bile, yukarıda da örneğini verdiğimiz üzere, artık birbiriyle çiftleşemeyecek kadar farklılaşan, ancak ataları aynı tür olan alt türler bulunmaktadır ve türleşme, dolayısıyla evrim, hızla sürmektedir. Öte yandan giderek birbirinden farklı yönlere evrimleşen türlerin, bazı insanların görsel zevklerinden ötürü çiftleşmeye zorlanması sonucunda (yani türleşmeye giden iki kol arasında *gen akışı* olduğunda), evrimleşme hızı azalacak, türleşme yavaşlayacaktır. Yani evrimsel süreç analizi, tek bir bakış açısıyla değil, çok geniş bir yelpazede yapılmalıdır.

İnsan doğadaki zekâ bakımından en ileri tür olabilir; ancak zekâyâ sahip olan tek tür değildir. Hatta bu özelliğe sahip olmaktan çok uzaktır, çünkü sinir sistemi evrimleşmiş olan her hayvan türünün zekâyâ sahip olduğunu artık biliyoruz. Bunu gerek nörobiyolojik olarak, gerekse de etolojik (davranışsal) olarak görmek mümkün; ancak bu kitabımın odağını aşacağı için burada yer vermeyeceğim. Fakat bir örnekle, yapay seçim gibi sadece insanın kullanabileceği düşünülen bir doğa yasasının bile diğer canlılar tarafından uygulanabildiğini görebiliriz:

*Atta colombica*, yaprakkesici karıncaların 41 türünden biridir ve Guatemala'dan Kolombiya'ya kadar geniş bir alanda bulunur. Bu tür, Attini oymağına ait bir türdür ve bu oymakta yer alan 230'dan fazla tür gibi, bu tür de mantar çiftlikleri kurmaktadır. Evet, yanlış duymadınız! Karıncalara ait tam 230 tür, yuvaları içerisinde bazı mantarlar yetiştirmektedir, tıpkı bizim inekler yetiştirip süt almamız ya da mısır yetiştirip yememiz gibi... Karıncaların yuvalarında sayısız mantar türüne ve grubuna rastlamak mümkündür, çünkü nemli, karanlık ve bol leşli bir ortam, mantarların sevdiği ve sporlarının yayılabileceği bir ortamdır. Ancak karıncalar, evrimsel süreçte bu mantarlarla karşılıklı bir evrim geçirerek bazı mantarlarla mutualist (çift taraflı, iki tarafın da fayda gördüğü) bir ilişki geliştirmişlerdir. Bu karıncalar, sadece basidiyomiket şubesine ait mantarları hayatta bırakırken, diğer türlere ait bütün mantarları söküp yuvanın dışarısına atarak ölüme terk etmektedirler veya doğrudan parçalayarak öldürmektedirler. Yuvada bıraktıkları mantarların ise sadece yaşamasına izin vermekle kalmazlar, aynı zamanda besleyerek ve koruyarak gelişmelerini sağlamaya çalışırlar. Bunun sebebi, basidiyomiket şubesine ait mantarların ürettikleri kimyasalların, karıncaların avcısı olan hayvanların bazılarını yuvalarından uzak tutmakta olduğu gerçeğidir. Salgılanan bu koku, karınca avcısı bazı türlerin hoşuna gitmemekte ve bu kokunun yayıldığı yuvalardan uzak durmaktadırlar. Yani mantar, karınca yuvasından kolaylıkla besin bulup, karıncalar tarafından kollanırken, ürettiği kimyasal sayesinde karıncaların yuvasını koruyarak yuvaya fayda sağlar. Böylece karıncalar,

Yapay Seçilim'i kullanarak kendilerine fayda sağlayan canlıların hayatta kalmasını kolaylaştırır ve evrimlerine destek olur, diğerlerini ise elerler.

Karıncalar bunu yapmayı nereden bilir? Elbette oturup, hesap kitap yapıp da bu sonuca ulaşmazlar. Bu davranışın kökenlerinin 40 milyon yıl kadar önceye gittiği düşünülmektedir. Muhtemelen bu davranışın ilk evrimleştiği dönemde, karıncalar sadece basidiyomiket şubesini değil, başka mantarları da korudular. Aynı zamanda birçok karınca türü kendi eğilimlerinden ötürü hiçbir mantarı korumadı. Ancak bunlar arasında, sadece basidiyomiket grubundan olan mantarları koruyanlar, kendi bölgelerindeki avcılarının koku ve tat eğilimlerine de bağlı olarak, avantajlı konuma geçtiler. Çünkü sadece bu mantarın salgıları, o dönemdeki (ve bu döneme kadar evrimleşerek gelen) karınca avcılarını uzak tutabiliyordu. Hatta bazı mantarlar, belli tip bazı diğer mantarları koruyarak, o dönemin şartlarından ötürü geçici olarak avantaj sağlamış olabilir; sonrasında çevresel koşulların değişmesiyle dezavantajlı konuma geçerek yok olmuş olabilirler veya bu koruyucu niteliklerinden uzaklaşmış olabilirler.

Sonuç olarak, her karıncanın eğilimleri birbirlerinden farklıdır ve bu sebeple farklı mantarlarla etkileşime girmeye meyilli olabilirler. Karıncaların o dönemdeki atalarından bir grup, belki şans eseri, belki de o bölgede basidiyomiketlerin daha fazla bulunmasından ötürü onları korudu ve gerçekten bu şubenin mantarlarının ürettikleri salgı, onları korumaya yetti. Böylece nesiller içerisinde, bu şubeye ait mantarları koruyan karıncalar avantajlı konuma geçtiler ve bu davranışa sebep olan

genler, nesiller içerisinde seçilerek geldi. Burada yapay seçim, sadece karıncaların mantar türlerinin bazılarını seçip bazılarını elemesi şeklinde değil, aynı zamanda basidiyomiket şubesi içerisindeki mantarlardan sadece avcıları uzak tutan kimyasalı en yoğun olarak salgılayanları hayatta bırakmaları şeklinde olmaktadır. Buna ihtiyaç duyarlar ve bundan fayda sağlarlar. Tıpkı insanların ineklerin daha fazla süt verenlerine ihtiyaç duyması ve onlardan fayda sağlaması gibi... Arada hiçbir fark yoktur.

Tüm bunlar alt alta konulduğunda ve sayısız örnekle çeşitlendiğinde, Sezai'yi heyecanlandıran gerçekleri keşfetmenin, Darwin'i de zamanında nasıl heyecanlandığını anlayabiliriz. Darwin, sadece bu örneklerde anlatılanları değil, kendi evinde yaptığı denemeler ve deneyler sonucunda kuşlarda da bu şekilde bir evrimin, değişimin gerçekleşebileceğini gördü. Zaten Viktoryen Dönem İngilteresi'nde kuş yetiştiriciliği yaygın bir hobiydi ve Darwin de bu hobiden geri kalmamıştı. Doğada tek bir tür olarak bulunan kaya güvercininin (*Columba livia*), paçalarının fazla tüylülüğü, takla atma davranışına olan yatkınlığı, boyun bölgesindeki tüylerin kabarıklığı, göğüs kafesi kemiklerinin sayısındaki farklılıklar gibi özelliklere göre yapılan seçim, evrimsel sürecin uzunluğuna kıyasla sadece birkaç on nesil içerisinde bu özellikleri daha fazla gösteren, yeni canlıların ortaya çıkmasına, evrimleşmesine sebep olmaktaydı. Darwin, yaptığı analizler sayesinde, kaya güvercininin bu farklı özelliklerine göre uygulanan yapay seçilimin sonucunda, birkaç nesil sonunda kuyruk sokumundaki ve kalçadaki

omur sayısında, kaburga kemiklerinin sayısı ve genişliğinde, lades kemiğinin iki ucu arasındaki açıklık miktarında, uçuş ve ses çıkarma biçimlerinde ve hatta erkekle dişi arasındaki farklılıklarda bile değişimler olduğunu gördü. Daha sonradan gelen bilim insanlarının yaptıkları analizler, gerçekten de son 5000 yıldır evcilleştirilmekte olan güvercinlerin, yapay seçilim sonunda birçok yeni özellik kazandığını doğruladı.

İşte bunu gören Darwin, derin düşünme seansları ve araştırmaları sonucunda canlıların en azından yapay olarak değiştirilebileceğini ve var oldukları gibi kalmalarının pek zor olduğunu gördü ve buna kısa sürede ikna oldu. Ancak onu bir adım öteye götüren nokta, yapay seçilim gibi bir mekanizmanın doğada benzer bir şekilde işleyip işlemediğini sorgulamak oldu. Fakat bu soru, bu bölümün konusu değil, bir sonraki bölümde ele alacağım.

Şöyle bir toparlarsak, bu bölümden edinmemiz gereken bazı önemli ve hayata, bilime, evrime bakış açımızı değiştirecek, yaşam görüşümüzü etkileyecek, dolayısıyla bu kitabı amacına ulaştıracak fikirler şunlardır:

İlk olarak doğada sadece türler arasında değil, türler “içerisinde” de çeşitlilik vardır. Bu çeşitlilik, bir bölüm önce değindiğim mekanizmalardan kaynaklanır. Tıpkı bir insan bebeğinin, anne babasından farklı özellikler taşıması; ancak onu andırıyor olması gibi, doğadaki hemen hemen bütün canlılarda bu şekilde bir varyasyon (çeşitlilik) oluşmaktadır. Bu çeşitlilik, canlıdan canlıya değişmekle birlikte, sayısız özelliği etkileyebilir: boy, ağırlık, uzunluk, genişlik, saç rengi, saç teli kalınlığı,



kıllılık, göz rengi, yaprak genişliği, belli bir hormonu üretebilme miktarı, kas gelişimi, sinirsel bağlantıların tipi, köklerin sağlamlığı, köklerin saçaklık oranı, besin depolama kapasitesi, çiçek geliştirme kapasitesi, yaprak sayısı ve belki katrilyonlarca başka değişken... Hepsi, bu genetik çeşitlilikten etkilenmektedir. Canlılar, bu çeşitlilik içerisinde evrimsel süreçte edindikleri yetenekler ve bağlı oldukları evrimsel zorunluluklardan ötürü bazı seçimler yapabilirler. Bu seçimler, türlerin evrimsel değişimiyle sonuçlanır.

Tüm bu anlatılanlardan da görülebileceği üzere evrim, kesinlikle tek bir bireyde gerçekleşmez! Hiçbir canlı ömrü içerisinde evrim geçirmez, sadece gelişimsel değişimler yaşar. Bir bebeğin 1 aylıkken 40 santimetre, 18 yaşında ise 180 santimetre olması bir evrim değildir. Bir erkeğin antrenman yaparak kaslanması, bir kadının solaryuma giderek bronzlaşması evrim değildir. Bunların hepsi geçici değişimlerdir (modifikasyonlardır) ve gelecek nesillere aktarılmazlar (veya epigenetik yöntemlerle, şimdilik bu kitabın kapsamında çok fazla önemsenmeyecek şekilde aktarılırlar). Evrim, popülasyonlarda, nesillerde meydana gelen değişimdir. Yani bir soyun tamamını, nesilden nesile takip ettiğinizde evrimi görebilirsiniz. Örneğin tek bir ineğin süt verebilirliği ömrü içerisinde çok dar aralıkta artsa ya da azalsa da bu evrim değildir. Evrim dediğimiz, nesiller içerisinde ineklerin süt verebilme kapasitesindeki genel artıştır. Yani atasal bir popülasyon içerisindeki bireylerin ortalama süt miktarı günde 15 kilogram iken, sonradan ortaya çıkan, torun bireylerin popülasyonunun günlük ortalama süt verimi 30 kilogram ise, bu nesillerde bir

evrimsel değişim yaşanmış demektir. Bu değişimin boyutu, türleşmeyle belirlenir.

Burada, kitabımda karşılaşacağınız onuncu değişim noktasına ulaşmış olduk: Modern (Evrimsel, Filogenetik) tür tanımına göre, bir türün diğerlerinden ayırt edilebilmesi için, türün evrimsel (filogenetik) geçmişiyle birlikte biyolojik, ekolojik, morfolojik, anatomik, fizyolojik ve genetik geçmişine bakmak gereklidir. Yani modern bilimde, sadece iki canlının birbiriyle çiftleşip çiftleşmemesine bakılarak tür tanımı yapılamaz! Burada, önemli bir eğitimsel hatayı düzeltmeyi hedeflemekteyim. Okullarımızda, bilimde “Biyolojik Tür Tanımı” olarak bildiğimiz tür tanımını öğreniyoruz: “Birbiriyle çiftleşebilen canlılar aynı türdür, çiftleşemeyenler veya verimli/üreyebilen yavrular veremeyenler farklı türlerdir.” Bu, modern bilimde tek başına geçerli bir tanım değildir. Bugün biliyoruz ki, türleşme hemen gerçekteşen bir olgu değildir, bir izolasyon ve kademeli bir evrimsel değişim gerektirir. Türleşme tamamlanana kadar, birbirinden uzaklaşmakta olan canlı grupları çiftleşebilirler ve yavrular verebilirler. Hatta kimi zaman, ayrı türler olduğundan genetik, morfolojik, fizyolojik, vb. analizlerden sonra kesin olarak karar verebildiğimiz canlılar bile birbirleriyle çiftleşip verimli döllere verebilirler. Bu, Evrimsel Biyoloji’nin güç kazanmasıyla, daha fazla yeni türlerin keşfedilmesiyle Evrim Ağacı üzerindeki türler arası bağlantıların netleştirilmesiyle ve türlerin evrimsel geçmişlerinin fark edilmesiyle anlaşılmış bir gerçektir. Bunun da temelinde,

Yapay Seçilim ile yaptığımız deneylerin ve bu konuda yaptığımız gözlemlerin sunduğu veriler yatar.

Burada, Sezai'nin düşünce sisteminden de görebileceğiniz, on birinci değişim noktasına geliyoruz: Evrim, bir canlının tamamen farklı bir canlıya, bir anda dönüşüvermesi demek değildir. Örneğin bir insanın bir kuşa dönüşüp uçmaya başlaması, bir kedinin timsaha dönüşüp suya dalması demek değildir! Bu abartılı örneklerde anlatmak istediğimiz, evrimsel süreçler sonucunda, göreceli olarak kısa bir zaman diliminde evrimleşen bir tür, atasal türünden çok da farklı olmayacaktır. Örneğin bir bitkinin ya da bir kuşun evrimi gözlemlendiğinde, bu kuşun kendisinden bir önceki atasının, kendisinden aşırı farklı olmadığı; ancak belirgin ve bilim eğitimi almış kişilerce kolayca görülebilecek farkları bulunduğu görülecektir. Ancak nesiller takip edilirse görülür ki, zaman içerisinde ilerledikçe canlıların birbirlerine olan benzerlikleri azalmakta, farklılıkları ise artmaktadır. Sonunda, aynı kuş türünün 100.000 nesil sonraki bireyi ile 100.000 nesil önceki bireyi arasındaki fark, ciddi miktarda olacak ve bu fark kimi zaman denizel bir canlının artık karada yaşayabilir adaptasyonlar geçirmiş olmasıyla, karasal bir canlının uçuş yetisini kazanmasıyla, görme yetisine sahip bir canlının gözlerinin tamamen işlevsiz hale gelmesiyle, vs. sonuçlanabilecektir. Yani evrim çok yavaş gelişen bir süreçtir ve ömrü 70-80 yıl olan bir canlı tarafından gözlenemez. Ancak ömrü 1 milyon yıl olan zeki bir canlı var olsaydı, birçok türün evrimsel değişimini tek bir ömür içerisinde gözleyebilirdi.

Darwin, insanlar tarafından uygulanan Yapay Seçilim'in yeni türler yaratma gücü olduğunu gözlediğinde, ilk olarak üzerinde durduğum bu sonuçlara ulaşmıştı. Fakat bunlar yepyeni bir bilimin doğuşunun daha ilk adımlarıydı. Darwin'in ve kendisinden sonra gelen yüzlerce bilim insanının daha keşfedeceği birçok Evrim Mekanizması bulunmaktaydı. Şimdi, bu bölümü Sezai'nin heyecan duyduğu sorular zincirini yeniden gündeme getirerek bitirelim:

*“Acaba insanın ya da diğer canlıların uyguladığı yapay seçilime benzer bir mekanizma, doğa içerisinde, doğal yollarla, hiçbir canlının tercihiyle bağlı olmaksızın bulunuyor olabilir mi? Türler, doğal tarihleri içerisinde bu mekanizmaya bağlı olarak, nesiller içerisinde, ister istemez değişiyor, farklılaşıyor ve evrimleşiyor olabilir mi? Kısaca, insanın yapabildiğini, doğa da yapıyor olabilir mi?”*

Bu soruların cevabının Darwin tarafından net bir şekilde verilmesi, onun günümüzde “Evrim'in Babası” olarak bilinmesine neden olacak ve aynı zamanda bilimde yeni bir çağın açılması demek olacaktı.

## BÖLÜM 5

### **Doğa Bir Savaş Alanıdır: Doğal Seçim**

Bunaltıcı bir sıcak... Yerden, katman katman buhar kalkıyor. Toprak çatlamış, susuz. Kupkuru, damarlı toprak içerisinde fişkıran sarı ve yeşilimsi otlar birkaç santimetre uzunluğunda ve göz alabildiğine bir alanı kaplıyor. Uçsuz bucaksız bir yer burası: Kalahari Çölü, Güney Afrika. Yarı çöl olan bu savana, yani kurak, otlar ve kısa ağaçlardan oluşan düzlük ufka doğru uzanıp gidiyor.

Bölgede en azından son 2000 yıldır varlıklarını sürdüren San kabilesinden 3 kişi, 45 santigrat dereceyi geçen sıcakta, sessizce yürüyor. Yaklaşık 30 kişilik grubun içerisinde avcı olarak yetiştirilmiş olan bu üçlü, geride onların getireceği yemeği bekleyen yaşlılar, kadınlar ve çocuklar için avlanmak zorundalar. Av yoksa, yemek de yok. Dolayısıyla oldukça vahşi bir yaşam sürüyorlar, sürmek zorundalar. Avcılar, oldukça zayıf ve çelimsiz yapılı görünüyor olsalar da, aslında son derece dirençli kişilerden oluşuyor. Bu sıcakta, saatlerce yürüyüp koşabilecek kadar dinamik ve güçlüler. Günün ilk ışıklarıyla başlayan ve yaklaşık 45 dakikalık sessiz bir yürümenin ardından, sonunda av sürüsünün toprak üzerinde bıraktığı ilk izlere ulaşıyorlar. İzlerin sıklıklarına ve yönelimlerine bakarak, sürünün nerede olduğunu tespit etmeye çalışıyorlar.

Avcıların peşinde oldukları *Tragelaphus* cinsi antiloplardan olan Kudu sürüsünde de sessiz bir bekleyiş

var. Sürüdeki 15 civarı birey, gergin bir şekilde kafasını kaldırıp indiriyor ve zar zor yetişebilmiş, kısacık, yeşil otlarla besleniyorlar. Bu arada her lokma arasında hızlıca etraflarını kontrol edip, sayısız avcılarından birinin civarda olmadığından emin olmaya çalışıyorlar. Her biri hızla önündeki otları tüketip, buldukları bölgeden uzaklaşmayı hedefliyor. Çünkü her biri biliyor ki, bu çölde bir noktada uzun süre kalmak demek, kaçınılmaz bir şekilde ölüm demek...

Sürü içerisinde aileler yok. Kudular, sınırlı miktarda bulunan otlaklarda beslenme zamanları ve çiftleşme dönemleri haricinde çoğunlukla tek başlarına yaşayan hayvanlar. Erkekler, sadece üreme dönemlerinde dişilerle bir araya geliyor. Normalde, diğer bütün hayvanlar gibi Kudular da üreyebildikleri kadar üremek ve nesillerini sürdürmek peşindeler. Ancak şu anda hiçbirinin aklında üremek yok, çünkü buldukları bölgeye yayılan koku çok net! Onlar, buradalar. Sinsice ilerliyorlar ve adım adım Kudu sürüsüne yaklaşıyorlar. Her bir Kudu, keskin burunları ve hassas kulakları sayesinde avcılarının yaklaştığını hissedebiliyor.

Kudular kadar keskin bir burna ve en ufak sesleri bile duyabilen kulaklara sahip olmasalar da, oldukça keskin gözlere ve çok yüksek bir zihinsel algı düzeyine sahip üç *Homo sapiens* (insan) avcı da, sürüdeki hareketlenmeyi görüyor, hissediyor. Aralarındaki mesafenin iyice kapanması ve ayaklarının altındaki otların ezilmesi sırasında çıkan hışırtı ve nefes alış veriş seslerinin Kudulara ulaşmasıyla birlikte sürü bir anda, hızla koşmaya başlıyor. Avcılar da zaten bunun olmasını bekliyordu. Sürünün hareket etmesi demek, sürüye

onları korkutacak kadar yaklaşabildikleri sırada tespit ettikleri bireyi (hedef olarak seçtikleri avlarını) sürüden ayırabilmeleri demek. Avcıların gözlerine kestirdikleri, büyük bir ailenin akşam yemeği için fazlasıyla yeterli olabilecek olan, sürünün en büyük boynuzlu erkek bireyi. Normalde, uzun boynuzlar erkek Kuduların dişilerini etkilemesine ve dişileri kapabilmek için diğer erkeklerle mücadele etmesine yarıyor. Ancak şu anda, bir erkek Kudu'nun dişileri nasıl etkilediği, diğer erkeklerle nasıl mücadele ettiği Sanları ilgilendirmiyor. Onları ilgilendiren tek şey, büyük boynuzlara sahip olan Kudu'nun az sonra başlayacak ve belki de saatlerce sürecektir olan koşuda, daha küçük boynuzlu bireylere göre çok daha kolay yorulacağı gerçeği...

Günümüzde yaşayan San insanları, bilim insanlarının bildiği en eski avlanma yöntemini kullanıyorlar: avın peşinden koşuyorlar, yeterince yaklaşıncaya kadar hiçbir silah veya tuzak kullanmıyorlar. Av yorulup yere yığılana kadar peşini bırakmıyorlar. Buna "direnc avı" deniyor. Adından da anlaşılacağı gibi sadece dirence dayanıyor. Daha doğrusu avın mı, yoksa avcının mı direncinin daha önce kırılacağına... Ve San avcıları, sürünün hareketlenmesiyle birlikte bu vahşi avın başladığının farkındalar.

Kudular dört bir yana doğru dağılıyor. Uçsuz bucaksız ve aşırı sıcak savanayı bir anda Kuduların ayaklarının kaldırdığı toz bulutu kaplıyor. Kudular, kısa sürede saatte 50-60 kilometre hıza ulaşabilen, hızlı koşucular. Bir diğer hayvan türü olan insanın, yani bu durumda San halkı avcılarının hızı ise saatte ortalama 40 kilometreyi zar zor geçiyor, o da en yüksek hızda koştuklarında...

Normalde, saatte ortalama 25 kilometre hızla koşabiliyorlar. Dolayısıyla bu av, hiçbir zaman kolay olmadı ve olmayacak.

Kudular, hızlanmaya başlıyor. Avcılar da hemen harekete geçiyor ve gözlerine kestirdikleri iri erkeği bir taraftan kısıtılarak ve üzerine koşarak sürüden ayırıyorlar. Böylece az sonra gözden kaybolacak olan Kudu'nun izlerinin diğerleriyle karışmamasını sağlıyorlar. Gerçekten de sürü, çok kısa bir sürede arayı açıyor ve her biri savana içerisinde gözden kayboluyor. Fakat avcılar, çoktan hedeflerini sürüden ayırdılar ve tek başına, diğerlerinden farklı bir yöne doğru kaçmasını sağladılar. Dolayısıyla endişelenmelerini gerektirecek bir durum yok. Büyük boynuzlu Kudu'nun attığı her adım, avcılara yerini bildirecek. Zaten avcılar bunun için buradalar: Avı takip etmek, izini sürmek ve zamanı geldiğinde... Öldürmek. Bunu yapmak zorundalar, yoksa kendileri ölecek. Bu yüzden aralarında hep bir savaş var, hep bir mücadele var. Bir taraf, hayatta kalmak için diğerini alt etmek zorunda...

Avcılar düşük bir tempoda yarı yürüyor, yarı koşuyorlar çünkü erken yorulmamalıdır. Büyük boynuzlu Kudu'nun gittiği yönü gayet net bir şekilde gördüler; artık tamamen gözden kaybolmuş olsa da... Zaten göz teması kurmaları gerekmiyor. Kafaları sürekli yerde, hayvanların bıraktığı ayak izlerini gözlüyorlar. Ellerini ileri doğru, yarı yumruk yapmış bir şekilde, havada ufak daireler çizerek koşuyorlar, bu şekilde hayvanın havada bıraktığı sıcak izleri daha iyi hissedebileceklerine inanıyorlar. Ayrıca bu avın hiçbir şakası yok. Tam konsantrasyon gerekiyor. Avcılar bu



sırada, tamamen avına kilitlenmiş aç bir hayvan konumundalar. Aslında bu avda, avcı olmak değil, “av” olmak gerekiyor. Avın beyninde olmak, her hareketini takip edebilmek ve gideceği yeri öngörebilmek... Bu yüzden avcıların hiçbiri konuşmuyor, sadece hedeflerine odaklanmış bir şekilde, düşük tempoda ilerliyorlar.

Bu düzenli ve orta tempolu koşu aralıksız 2 saat boyunca, sessiz ve kararlı bir şekilde sürüyor sürüyor. Henüz avcılar, avlarına yaklaşmış bile değiller! Fakat izleri halen görebiliyorlar ve hızla oldukları yerden uzaklaşan Kudu'nun peşini bırakmıyorlar. Güneş, bu sırada tepeye yükselmeye devam ediyor ve bunaltıcı bir şekilde etrafı kavuruyor. Giderek sıcaklaşan havayla birlikte, dirençlerinin kırılmaması adına tempoyu biraz düşürüyorlar. Ne de olsa av, nereye giderse gitsin arkasında avcıların takip edebileceği bir iz bırakmak zorunda. Avcılar, aralıklarla yere eğilerek avın bıraktığı izleri kontrol ediyorlar, sıcaklığına, avın yere basış biçimine, şiddetine, yönüne bakıyorlar. Sadece tek bir ayak izinden, avın yorulup yorulmadığını, gittiği yönü, hızını anlayabiliyorlar. Takip bu şekilde, 2.5 saat kadar daha sürüyor. Bu sürenin sonunda artık avcılar, âdeta transa geçmiş bir şekilde, tam konsantrasyon halinde, avlarının izini sürüyorlar.

Avın başlangıcından itibaren 5 saat geçtikten sonra, çölün dış kısımlarında, göreceli olarak daha sık ağaçlık alana ulaşıyorlar. İzler, onları buraya kadar getiriyor. Ve artık yerdeki izler giderek daha silik hale geliyor çünkü zemin sert ve kupkuru, iz oluşumuna elverişli değil. Ancak avcılar, bunun için de hazırlıklılar. Yıllardır babalarından ve dedelerinden bu işin nasıl yapılacağını

tüm detaylarını bu yüzden öğrendiler. Av ile “bir” olabilmek için... Avın nerede olduğunu, nasıl olduğunu, ne şekilde olduğunu hissedebilmek için...

Ağaçlıkların arasında sessizce yürürken, izini artık tamamen yitirdikleri avın aynı yerlerden geçerken nerelere dönüp, nerelerden sapabileceğini hayal ediyorlar. İnsanın diğer türlerden tek üstünlüğü olan zekâlarını kullanıyorlar. Etraftaki her veriyi değerlendirerek, avın yerini saptamaya çalışıyorlar. Önlerine çıkan bir ağacın konumundan, orta uzunluktaki çalılardan bükümünden, hafif esen rüzgârın yönünden ve şiddetinden yola çıkarak, farklı noktalarda yön değiştiren Kudu'nun yolundan gitmeye çalışıyorlar. Bu sırada, güneş de etkisini iyice artırıyor. Bedenleri sıcaktan yanıp kavruluyor, ancak siyah derileri, bu güneşin kavurucu ve tehlikeli etkisini azaltıyor. Eğer ki beyaz derili bir insan, aynı avı deneyecek olsa, muhtemelen ilk saatin sonuna ulaşmadan sıcaktan şoka girerdi. Fakat San insanların doğal ortamı bu: çöl ve bu sıcaklar... İnsanın evrimsel süreçteki atalarından kalan bu koyu renkli derileri sayesinde çöl ortamının yakıcı güneşi altında hayatta kalabiliyorlar.

Bu yoğun sıcak altında aradan 1 saat daha geçtikten sonra, artık giderek yorulduğunu tahmin ettikleri ava yaklaşıyorlar ve bir anlığına da olsa, kısa ağaçların arasında durup dinlenen hayvanla göz teması kurabiliyorlar. Bütün adımları doğru atabilmeyi ve yeni ortamda, arkasında fiziksel pek bir iz bırakmayan Kudu'nun yerini doğru tespit etmeyi başarıyorlar. Avcısını hisseden ve muhtemelen gören Kudu, korku içerisinde geriye bakıyor ve aksi yönde kaçmaya devam

ediyor. Artık Kudu yeterince yorulduğuna ve durma riskini göze alabilmeye başladığına göre, avın ilk kısmı olan “takip evresi” bitiyor ve yeni bir kısmı başlıyor: “kovalama”. Avcılardan biri, bir ucunda içerisinde çölün kutsal saydıkları kumlarının bulunduğu ufak bir torbanın asılı bulunduğu uzun sopayı avı gördükleri yöne doğru, havaya fırlatıyor. Bu, San insanların avlanma ritüeli içerisinde, avcılarının koşmaya başlamasını bildiren bir işaret. 3 avcıdan sadece 1 tanesi bu kovalamayı gerçekleştirecek: *Coroje*, yani “koşucu”. Havada taklalar atan sopanın yere düşmesiyle, koşucunun ekipten ayrılarak avın olduğu yöne doğru atılması bir oluyor. Bir anda, hızlı bir deparla diğer avcılardan ayrılıyor ve av ile arasındaki farkı kapatmak üzere koşuyor. Çalılıkların ve kısa ağaçların arasında rüzgâr gibi ilerliyor. Yerdeki dikenli otlara aldırılmadan, keskin ağaç dallarına takılmadan, yerde aralıklarla serilmiş çalı çırpıların üzerinden atlayarak, sanki son 5 saattir avı takip edip de yorulmamış gibi, durmadan koşuyor.

Hedefinden sapmamalı, yorulmamalı, bıkmamalı ve daha önemlisi... Düşmemeli, pes etmemeli. Bundan sonrası, bir direnç sınavı gibi: Hangisi daha önce yorulacak ve çökecek? Av mı, avcı mı? Kudu mu, insan mı? Bu süreç, kasaba giderek kolaylıkla et aldığımız, arabamıza atlayarak kilometrelerce ötedeki alışveriş merkezlerine 10 dakikada ulaşmamızdan çok eski zamanları, günümüzden binlerce yıl önceki doğal yaşantımızı temsil ediyor. Günümüzde Kalahari Çölü’nde yaşayan bu insanlar halen, ilk bakışta “insan” bile demekte zorlanabileceğimiz kadar eski atalarımızın, *Homo sapiens* olarak isimlendirilen “modern insan”dan

yüz binlerce ve milyonlarca yıl önce yaşamış diğer insan türlerinin yaşadığı dönemlerdeki yaşantıyı sürdürüyorlar. Bu yaşantıda teknolojiye ait hiçbir silah, araç, yapı yok. Tek silah, insanın kendi direnci, kasları, kemikleri ve zekâsı... Ödülünü de sadece bunlarla alabilecek.

Av ile avcı arasındaki ölümcül mücadeleyi, birçok fiziksel özellik şekillendiriyor. Bu direnç avının sonucunu, milyonlarca yıldır farklı yönlerde doğru evrimleşen nitelikler, bu özellikler belirliyor. Avcının ayakları her yere bastığında sıcak toprağa gömülüyor. Uzun mesafeler kat etmek hesaba katıldığında, iki ayak üzerinde koşmak, dört ayak üzerinde koşmaya göre çok daha verimli. Bu yüzden, bu avda insanın geçirdiği evrim, ona avantajlar sağlıyor. Daha doğrusu, bu şekilde iki ayak üzerinde koşmak bir avantaj olduğu için evrimsel süreçte bu yapı gelişebilmiş, insan bu yönde farklılaşabilmiştir. Kudularda ise genelde kısa mesafelerde çok yüksek hızlarda koşarak kaçabildiği için, ekstra bir direnç katan ve kısa mesafe koşularda daha fazla enerji harcamayı gerektiren iki ayak üzerinde hareket etme (bipedalizm) evrimleşmemiştir.

Ayrıca insan, geçirdiği evrim sırasında vücudundaki kılların birçoğunu kaybetmiştir ve bunlar yerine sıcaklığı ayarlamak konusunda daha etkili olan ter bezleri evrimleşmiştir. Bu sayede sürekli olarak, yoğun bir biçimde terleyerek aşırı sıcak ortamda vücudunu çok daha kolay serinletebilir. Ancak vücudu kıllarla kaplı bir Kudu, insana göre çok daha az terleyebilir ve vücudu çok daha çabuk ısınır. Buna karşılık kıllar, vücut sıcaklığını sabit tutmak açısından avantajlıdır, hava soğuduğunda bile, bir yere sığınmaksızın, dışarıda

uyuyabilirler, yaşayabilirler. Dolayısıyla avcıdan kaçılan zamanlar haricinde durgun bir yaşam süren Kudular için kıllara sahip olmak çok daha avantajlıdır. Ancak bu koşu ve kovalama sırasında, Kudu eğer serinlemek istiyorsa, gölgeye girmek ve dinlenmek zorundadır. İnsansa terleyerek, koşu sırasında bile serinleyebilir.

Son olarak insan, iki ayak üzerinde yaşayan bir hayvan türü olduğu için, elleri (ön uzuvları) boşta ve bu eller, bu zorlu ve uzun koşuda su taşıyabilir, vücudun sorunlarıyla ilgilenebilir (vücuda bir şey yapıştığında kurtulmak, ağrıyan bir yeri koşu sırasında bile ovalayabilmek gibi). Koşu halinde bile su içerek, ter ile kaybedilen vücut sıvısını geri alabilir. Üstelik insan, koşu sırasında suyu vücuduna dökerek serinleyebilir. Tüm bunlara karşılık, dört ayak üzerinde koşan ve boşta hiçbir uzvu bulunmayan bir Kudu, tüm bunları başarmak için durmak zorundadır. Bir su kenarında durarak su içmek, vücudunu rahatsız eden bir unsurdan (saplanan bir diken gibi) kurtulmak için koşuyu sonlandırması gerekmektedir. Ancak bunlara karşılık Kudular, insandan kat kat hızlı koşabilmekte, bu hızlı koşuyu çok daha uzun sürdürebilmekte, çok daha hızlı ve atik manevralar yapabilmekte, çok daha uzağa sıçrayabilmektedir.

Kısaca son 6 saattir gözlenen, evrimsel süreçte kazanılmış birçok özelliğin çatışmasından ve çarpışmasından ibarettir. İşte vahşi doğadaki evrimsel uyum başarısını (fitness) belirleyen bu unsurlar ve burada saymaya yer bulamadığımız daha onlarcasıdır. Doğadaki bütün evrimsel süreçlerin temelinde, bu hayatta kalma mücadelesi yatmaktadır. Bu mücadele her

zaman avcıdan kaçmak ya da avı kovalamak kapsamında olmak zorunda değildir. Kimi zaman yeni bir ortama adapte olmak, kimi zaman bir organın yapısal evrimi, kimi zaman bir davranışın evrimi bile hayatta kalma mücadelesinin bir parçası olabilir. Bu konuya az sonra geri döneceğiz. Her canlı türü evrimsel süreçte bu mücadeleyi kazanabilmek için nesiller içerisinde farklı adaptasyonlar geçirmiştir. Bu adaptasyonlar, daha önce de değindiğim gibi hiçbir zaman tek bir bireyde, tek bir ömür içerisinde edinilmemiş, aktarılan genlerin etkisi ve çevrenin şekillendirmesiyle nesiller geçtikçe edinilmiş, canlılar binlerce, milyonlarca yılda farklılaşarak bu özellikleri kazanabilmiştir. Avımıza geri dönelim:

Koşucu, yanında taşıdığı bidonun içerisindeki suyun bir kısmını içiyor ve diğer kısmını vücuduna döküyor. Su, teniyle buluştuğu anda bir buhar dalgası kalkıyor. Hava gerçekten çok sıcak ve bu sıcakta av da, avcı da, son 6-7 saattir aralıksız koşuyor veya yürüyor. Biraz serinledikten sonra avcı tekrar hızlanıyor. Gözü bir yerdeki izlere gidiyor, bir etrafı kolluyor. Avı ile göz temasını sağlamaya çalışıyor ve koşusunu sürdürüyor. Zaman geçtikçe, avına daha da yaklaşıyor. Aralıklarla ufukta avının koştuğunu görebiliyor. Bu kovalamaca, ta ki Kudu yüksek çalılar ve ağaçlarla çevrili bir alana girene kadar sürüyor.

Kudu'nun bu alana girmesiyle birlikte, görüş alanı bir anda birkaç metreyle sınırlanıyor ve koşucu, avın izini yeniden kaybediyor. İzler tamamen yok oluyor! Koşucu, konsantrasyonunu arttırarak kendisini avın beynine sokmaya çalışıyor: "O olsaydım ne yapardım?" Bu noktadan sonra avının izini sürebilmesinin tek yolu bu...

Kısa bir süre sonra, bir ağacın altına varıyor ve ağacın gölgesinde dinlenmiş olduğunu tahmin ettiği Kudu'nun yaptıklarını, yapabileceklerini taklit etmeye, hayal etmeye çalışıyor. Nerede, ne yöne bakarak durdu, ne kadar durdu, ne tarafa hareket etti, nereye doğru koştu? Bunların hepsini yeniden canlandırmaya çalışıyor. Gözlerini kısarak düşüncelerini toparlamaya çalışıyor, önceki deneyimlerini hatırlamaya çalışıyor. Babasının, dedesinin küçükken öğrettiklerini... Akrabalarıyla ava çıktığı zamanlarda gözlediği Kudu davranışlarını... Etraftaki çalılıarı inceliyor, eğik dallara bakıyor, kan izleri arıyor, kısaca işine yarayabilecek her bilgi kırıntısını işliyor. Hepsini değerlendiriyor ve karar vermeye çalışıyor. Bunu yapmak zorunda, yoksa saatlerdir süren koşusu hüsrarla ve daha fenası, ailesinden birçok kişinin bir gün daha aç kalmasıyla sonuçlanacak. Ancak koşucu hiçbir şekilde konsantrasyonunu dağıtmıyor ve hedefine kilitlenmiş bir şekilde avının beynine girmeye çalışıyor. Eli sürekli havada daireler çiziyor ve avın havada bıraktığı sıcak akımı hissetmeye çalışıyor.

Yaklaşık 15 dakika sonra, sonunda gittiği yönü tahmin ediyor ve o yöne doğru, kesin bir kararlılıkla harekete geçiyor. Aradan çok geçmeden, tahmininin tamamen doğru olduğunu anlıyor. Kudu, çok yakında. Yaklaşık 80 metre ötede, gölgede dinlenmek zorunda kalan, derin ve kesik bir şekilde nefes alan avını görüyor. Avın yorgunluktan tükendiğini hissediyor. Ava bu kadar yaklaşmanın rehavetiyle, bir anda bacaklarının ne kadar ağrıdığını fark ediyor. Ancak konsantrasyonunu bozmadan hedefine kilitli kalmayı sürdürüyor. Çok ağır

adımlarla, hiç ses çıkarmadan yaklaşmayı deniyor. Sırtında asılı duran, ucunda keskin metal bir uca sahip mızrağını yavaşça eline alıyor. Mızrağı, başının yanından yukarıya kaldırmış ve her an fırlatmaya hazır bir şekilde, adım adım avına yaklaşıyor. Bu mızrak uzun mesafelerde fırlatılmaya uygun yapıda değil, sadece ava son darbeyi vurmaya yarıyor.

Tam 8 saatlik kovalamanın sonunda avına, aralarında sadece birkaç metre kalacak kadar yaklaşabiliyor. Av da, avcı da, artık güçlerinin sonlarına yaklaşıyorlar. Kovalamaca biraz daha sürecek olursa, ikisinden biri kas krampları ve belki de kalp krizi sebebiyle yığılacak. İkisi de daha fazla devam edemez.

Avcı, sessizce avına yaklaşmayı sürdürüyor. 50 metre... 40 metre... 20 metre... Kudu yavaş yavaş uzaklaşmaya çalışsa da, artık yaklaşan sonunu kabullenmiş gibi, olduğu yerden pek fazla ilerleyemiyor. 10 metre... 5 metre... Yaklaşık yarım saat süren, ağır kovalamacanın ardından, avcının birkaç metre ötesindeki Kudu, çalıkların arasında daha fazla dayanamayarak yere yığılıyor. Bu yığılmanın tek sebebi, bitkinlik... Kaslarının yoğun olarak çalışmasıyla biriken laktik asit, kasların daha fazla kasılıp gevşemesine izin vermiyor. Artık kasları kendi ağırlığını bile taşıyamıyor. Vücut sıcaklığı, kalbinin ve diğer iç organlarının dayanamayacağı kadar artmış vaziyette. Koşucu da, tamamen bitmiş olmasına rağmen, ödülünü almak üzere olmanın verdiği güçle avına yaklaşıyor. Artık 1-2 metre ötesinde, yere yığılmış vaziyette yatan Kudu, ölüme çok yakın.



Koşucu, mızrağını başının arkasına kadar çekiyor ve olanca gücüyle, Kudu'nun kalbinden çıkıp tüm organlarına dağılan ve aşırı çalışması sebebiyle şişerek dışarıdan kolaylıkla görünebilir hale gelmiş ana atar damarına doğru fırlatıyor. Mızrağın sivri ucu, damara girer girmez Kudu acıyla kasılıyor. Olduğu yerde kıvranan antilobun yanına gelen avcı, boynuzlarından tutarak onu sakinleştirmeye ve huzurlu bir şekilde ölmesini sağlamaya çalışıyor. Sadece bir dakika içerisinde Kudu ölüyor. Koşucu, San halkının geleneklerine uygun olarak, cesareti ve gücü için ölü Kudu'yu kutsuyor ve üzerine çölün kumlarından serpiyor. Böylece, hayvanlarda var olduğuna inandığı, Kalahari Çölü'nün verdiği ruhunun, yine çöle dönmesini sağlamayı umuyor. Ölü hayvanın can çekişmesi ve ölümü süresince yanında kalıyor ve başka hiçbir şeyle, kendi acıları, ağrıları ve yorgunluğuyla dahi ilgilenmeden, avının acısını paylaşıyor. Çünkü bu Kudu, avcının yaşadığı süre zarfında onunla aynı bölgede yaşadı, aynı topraklarda koştu, aynı havayı soludu. Bunlara derin saygı duyuyor. Aralarında bir “av-avcı” ilişkisinden çok, doğal bir döngüden kaynaklanan kaçınılmaz bir “doğa bağı” olduğuna inanıyor. Doğayla “bir” olduğunu biliyor. Avından edineceği yiyeceğin ve bundan gelecek enerjinin, kendisinin ölümüyle birlikte diğer canlılara besin ve enerji olacağını biliyor. Ömrü boyunca çölden aldıklarını, ölümüyle birlikte tamamen çöle bırakacağını farkında... Kudu'nun ölümünden sonra, nefessiz yatan hayvanın dışarı sarkmış dilinden sıyrarak aldığı tükürüğü, dizlerine ve bacaklarına sürerek yanan kaslarını dinlendirmeye çalışıyor. Bu

süreçte, aldığı can için doğaya teşekkürlerini sunuyor. Çünkü bu can sayesinde, kendisinin ve kamplarında bekleyen ailesinin karnı doyabilecek ve hayat mücadelesini sürdürebilecek... Döngü, türler var olduğu müddetçe bu şekilde sürüp gidecek.

Çok net bir şekilde görülebileceği gibi, her ne kadar sadece son birkaç bin yıldır bu sürecin oldukça dışına çıkmış olsak da, doğada çok sert, çok acımasız, çok vahşi bir mücadele vardır. Elbette sadece vahşi yaşayan insanlarla avları arasında değil, doğadaki türlerin tamamına yakını bu mücadelenin içerisindedir. Gerek av olarak, gerek avcı olarak, gerek iki görevi de zaman zaman üstlenerek. Bu mücadelenin tek amacı hayatta kalmayı sürdürebilmek ve mümkünse, üreyerek soyunu devam ettirmektir. Bunu başarabilenler varlıklarını korur. Başaramayanlarsa... Yok olurlar. Bu mücadelenin amacı elbette “vahşet yaratmak” değildir. Canlılar birbirlerine acı çektirmek, eziyet etmek için saldırmazlar, bunun için avlanmazlar. Buna mecburdurlar. Doğanın dengesi, bu acımasız mücadele üzerine kuruludur. İnsani duygularımıza ne kadar çirkin geliyor olsa da, doğa için normal olan budur. Her av, avcısından kaçmaya çalışır, kendi besinini kendi avladığı canlılardan edinmeye çalışır. Bu av kimi zaman hayvan, kimi zaman bitki, kimi zaman diğer canlılar olur; ancak ne olursa olsun “canlı” ölümlerinden beslenmek zorundadırlar. Bu, sıradan bir hayvan türü olan insan için de aynen geçerlidir. İster otçul, ister etçil, ister karışık besleniyor olun, mutlaka canlar alarak, başka canlıları yiyerek hayatta kalabilirsiniz. Doğanın kanunu budur.

Her av ve her avcı bir şekilde besin bulmaya çalışır. Bu besinleri elde edebilecek şekilde evrim geçirmişlerdir. Bir sebeple, bunu yapmasına engel olan veya sınırlandıran bir genetik kombinasyona sahipse (daha önce anlattığım sebeplerle ebeveynlerinden bu genetik kombinasyon, gerek şans eseri, gerek evrimsel süreçte gelişen planlı mekanizmalarla geçtiyse), diğerlerine göre daha kolay ölür, daha çabuk elenir. Ancak tam tersine, birazcık bile daha başarılı olmasını sağlayacak genetik yapıya sahipse ve çevresel unsurların durumu, bu genleri destekliyorsa, diğerlerine göre daha avantajlı konuma geçecek, kendisindeki çevreyle daha uyumlu, daha başarılı olmasını sağlayan bu genleri gelecek nesillere daha kolay aktarabilecektir. İşte doğada gördüğümüz ve ilk defa, tüm detaylarıyla Charles Darwin tarafından 1859 yılında yayınladığı *Türlerin Kökeni Üzerine* isimli kitabında tanımlanan Doğal Seçilim Yasası (İlkesi) budur.

Ancak burada daha fazla ilerlemeden önce, Doç. Dr. Ergi Deniz Özsoy'un da bu kitabın önsözünde net bir şekilde belirttiği gibi, bir noktanın altını önemle çizmekte fayda var: Doğal Seçilim, av-avcı ilişkilerinden ibaret bir yaşam mücadelesi ilkesi değildir! Ben burada bu çarpıcı örneği vermek istedim, çünkü bu sayede bu kitabı rahat koltuklarınızda okurken, sizle birebir aynı türden olup, av peşinde ölümüne koşmak zorunda olan ve evrimsel bir yaşam mücadelesi veren bireyler olduğunu görebilin istedim. Yani her ne kadar insan büyük oranda Doğal Seçilim'in dışında kalmayı başarmışsa da, bu her insan bireyi için aynı düzeyde geçerli olmak zorunda değildir. Üstelik okurların kendi

hayal güçleri ve doğa bilgileriyle, insan dışı avcılarının da avlarıyla olan ilişkilerini, bu örnekten yola çıkarak görebileceklerine inanıyorum. Ancak Doğal Seçilim, o kadar kapsamlı, o kadar güçlü bir doğa yasasıdır ki, onu istisnasız olarak her canlının çeşitli yapı, organ ve sistemlerinde, çeşitli derecelerde görebiliriz. Örneğin farklı genetik yapılara sahip aynı bakteri türünün, zorlu koşullarda besin elde edebilmeye yönelik evrim geçirmesinin nedeni, Doğal Seçilim'dir. İşlevini yitirmiş bir organın, farklı bir yapıda kullanılarak bulunan ortama uyum sağlanmasını mümkün kılan doğa yasası, Doğal Seçilim'dir. Örneğin penguenlerin kanatları, bir kuş türü olmalarına rağmen körelmiştir ve uçmalarına yarayamaz; ancak Doğal Seçilim sebebiyle evrimsel süreç içerisinde bu kanatlar tamamen yok olmamış, farklı özellikler edinerek buldukları yeni ortama adapte olmalarını sağlamıştır. Günümüzde, kanatlarla birebir anatomik benzerliğe sahip bir organlar, yüzgeç olarak kullanılmaktadır. Yine benzer şekilde, yaşam koşullarının çok zor olduğu çöllerde, bitkilerin en az düzeyde su kaybederek varlıklarını sürdürmelerini sağlayan birçok adaptasyonu, Doğal Seçilim mümkün kılmıştır. Bu örnekleri milyonlarca sayıda arttırmak mümkündür. Dolayısıyla Doğal Seçilim'i sadece vahşi bir av-avcı ilişkisinden ibaret olarak görmek hata olacaktır. Her ne kadar Doğal Seçilim, yaşamın "hayatta kalma" gayesini vurgulayan bir doğa yasası olsa da, bunun illa bir av ile avcı arasındaki mücadeleden ibaret olmadığını vurgulamakta fayda görüyorum. Bunu göstermek için de, bölüm içerisinde size bazı ek örnekler

vererek olabildiğince ufkunuzu genişletmeye çalışacağım.

Doğal Seçilim, evrende tıpkı cisimlerin birbirini çekmesi gibi gördüğümüz bir doğa yasasıdır. Evren'in dokusu, canlılığın tanımı, var oluş biçimi kökünden değişmediği sürece bu ilke her zaman var olacaktır. Çeşitliliğe sebep olan yasalar ve sadece bu seçim yasası bile var olmayı sürdürdükçe, canlılar nesiller içerisinde kaçınılmaz bir şekilde değişecek, farklılaşacak, evrimleşeceklerdir. Bu süreçte yeni türler oluşacak, var olan türler yok olacaktır. Doğanın tüm dengesi, bu yasaların karşılıklı çalışması üzerine kuruludur.

Daha önceki bölümlerde anlattığım gibi, hiçbir canlı ebeveynlerinin aynısı olarak doğmaz. Mutlaka bir genetik farklılık, dolayısıyla fiziksel farklılık bulunur. Ama mutlaka. İşte bu sebeple, her bir yavru farklı üstünlüklere ve zayıflıklara sahiptir. Bu üstünlükler ve zayıflıklar, bireyin ömrü boyunca hayatta kalıp kalamayacağını belirleyen en temel unsurlardır.

Bir önceki bölümde, bu unsurlardan sadece bilinç ve tercih dahilinde yapılan seçimi, yani Evrim Mekanizmaları içerisinde Yapay Seçilim'i anlatmıştım. Bu mekanizma sayesinde, türlerin değişebileceğini ve farklılaşabileceğini görmüştük. Ve yine hatırlayacak olursanız, Darwin'i Evrim Kuramı'nı geliştirmeye iten soru, Yapay Seçilim Mekanizmasının bir benzerinin doğada, bilinçsiz bir şekilde bulunup bulunamayacağı idi. Darwin, *HMS Beagle* isimli gemiyle çıktığı 5 senelik dünya seyahatinde topladığı yüzlerce bilgi ve örnek sayesinde, doğadaki mücadeleyi ve bu mücadelenin

nedeni olan, kendisinin Doğal Seçilim adını verdiği mekanizmayı keşfetti. Bu bölümde, 150 yılı aşkın süredir Evrim'in en güçlü ve etkili mekanizması olarak bilinen bu doğa yasasını anlatmaya çalışacağım.

Çevre, şimdilik önceden kestiremeyeceğimiz kadar fazla sayıda değişkenin etkisi altında, oldukça rastlantısal bir şekilde sürekli değişmektedir. Örneğin bir göktaşının Dünya'ya beklenmedik bir şekilde çarpması, şu anda bize "tıkır tıkır işliyormuş" gibi gelen bu sakin Dünya'nın tüm dengelerinin altüst olmasına neden olabilecektir, 65 milyon yıl önce koskoca bir dinazor süper-ailesini neredeyse tamamen yok edecek kadar değiştirdiği gibi... İnsanın zekâsı bile bu kaotik sürecin üstesinden gelmeye yetmeyebilir ve bu hızlı değişen süreçte, insan türü bile tamamen yok olabilir. Üstelik bu çevresel değişimler her zaman bu kadar ciddi miktarlarda olmak zorunda değildir. Çoğu zaman çevre, türlerin ve bireylerinin hissedemeyeceği kadar yavaş bir şekilde değişir. Besin değerleri ve miktarları hissedilmeyen bir şekilde değişir. Hava sıcaklığı ve basıncı fark edilmeyecek şekilde değişir. Avların ve avcılarının nitelikleri ve popülasyon içerisindeki özellik dağılımları nesiller içerisinde yavaş yavaş değişir. Kıtalar her sene birkaç santimetre buldukları yerden kayar. Sular yükselir, alçalır, buzullar erir, havadaki gaz derişimi değişir. Bunun gibi katrilyonlarca fiziksel, kimyasal ve biyolojik etmen sürekli olarak değişir.

Canlılar bu değişimlere çoğu zaman birey bazında tepki verebilirler. Örneğin çok klasik bir örnek olarak, deniz seviyesinden yüksek dağların tepelerine çıkıp buralarda yaşamaya başlayacak olursanız, atmosfer

basıncı düşeceğinden akciğer hacminiz birkaç sene içerisinde artar. Ancak yeniden deniz seviyesinde bir yere taşınırsanız, akciğerlerinizin kapasitesi eski haline dönecektir. Ayrıca yüksekliğin artmasıyla havada bulunan serbest oksijen miktarının azalmasından ötürü de, kanınızda bulunan ve oksijenin vücudunuzda taşınmasını sağlayan hemoglobin isimli kimyasalların sayısı birkaç senede, hatta birkaç ayda artacaktır. Fakat deniz seviyesine dönülmesiyle, aylar içerisinde bu fazladan oluşan hemoglobin yitirilir ve vücut eski haline döner. Benzer bir şekilde, normalde alışık olduğunuzdan fazla miktarda güneş altında kalacak olursanız, güneş ışınları derinizdeki kimyasalların yapısını değiştirerek derinizin bronzlaşmasına neden olur. Güneşten bir müddet uzak durduğunuzda ise, günler içerisinde deriniz eski rengine dönecektir. Bir diğer klasik örnek, vücut çalışan bireylerin kaslarının giderek büyümesi ve genişlemesidir. Ancak spordan uzak durulacak olursa, birkaç ay içerisinde kaslar yeniden zayıf ve çelimsiz, sarkık hallerine dönecektir.

Görülebileceği gibi tüm bunlar, çevresel değişimlere canlıların verdikleri geçici tepkilerdir. İşte bunlar gibi çevresel değişimlere birey bazında verilen geçici tepkilere modifikasyon adı verilmektedir. Bu değişimlerin hiçbiri genlerinizi etkilemez (aslında son zamanlarda yapılan araştırmalarda, modifikasyonların bile evrime önemli sayılabilecek düzeyde katkı sağladığı keşfedilmiştir, bunu merak edenler, daha teknik bir alan olan epigenetik alanını inceleyebilirler, bu kitabın basit dili sebebiyle bu konuya girmeyeceğim). Bir birey kas çalıştı diye, ondan doğan yavrular kaslı olmaz.

Dolayısıyla kitabımdaki on ikinci değişim noktasına gelmiş bulunuyoruz: Birey bazında geçici olarak meydana gelen değişimler (modifikasyonlar) evrim değildir! Elbette kaslarını daha çok geliştiren bir bireyin doğada hayatta kalma şansı, belki biraz daha fazla olabilir. Benzer bir şekilde, örneğin bronzlaşmış bir birey, duruma bağlı olarak bir ihtimal vahşi doğada biraz daha iyi kamufle olabilir. İşte modifikasyonların Doğal Seçilim Mekanizması üzerindeki bu zayıf etkilerine dolaylı uyumluluk diyebiliriz. Çoğu zaman bunlar evrimsel süreçlere, diğer mekanizmalarla pek kıyaslanmayacak kadar az katkı sağlarlar (tekrar edeyim: kazanılan karakterlerin de gelecek nesillere çeşitli şekillerde ve sınırlarda aktarılabilceğini gösteren epigenetik mekanizmalar son zamanlarda giderek önem kazanan bir Evrim Mekanizması olarak karşımıza çıkar ama burada etkilerini şimdilik göz ardı edeceğim).

Öte yandan ebeveynlerden rastgele aldığımız genlerimiz, bizim ne olduğumuzu belirleyen en önemli unsurlardır. Canlıların hemen hemen tüm özellikleri, birden fazla genin farklı kombinasyonları ile belirlenir. Dolayısıyla bu kombinasyonların sonsuz farklı şekillerde bir araya gelmesiyle, çok çeşitli özelliklerde yavrular doğabilir. Bu çeşitli özellikler belli bir ortamda o bireye avantajlar ve dezavantajlar sağlayabilir. Benzer şekilde, çevrenin değişmesiyle birlikte bir özelliğin canlıya kattığı avantaj/dezavantaj durumu değişebilir, tamamen tersine dönebilir. Örneğin kahverengi bir fare, çıplak toprak üzerinde genetik yapısından ötürü beyaz olan bir bireye göre çok daha başarılı kamufle olabilir (avantajlıdır). Ancak toprağın üzerine kar yağmasıyla



birlikte (veya o toprakta pamuk gibi alanı beyaza bürüyecek bir bitki yetiştirilecek olursa), beyaz renkliler bir anda avantajlı konuma geçebilir. Dolayısıyla çevresel değişimler, bir türün tüm dengelerini altüst edebilir.

Doğal Seçilim’de anlaşılması gereken en önemli nokta ve bu kitapta göreceğimiz on üçüncü değişim noktası şudur: Fiziksel ve genetik yapılarıyla bir bütün olarak organizmalar (canlılar), çevrelerinden bağımsız olarak düşünülemezler! Evrimsel Biyoloji’nin en önemli kollarından biri olan ekolojik analizler bize göstermektedir ki, canlılar mutlaka çevreleriyle sıkı bir ilişki içerisinde olduklarıdır. Hatta evrimsel geçmişi inceleyen bir insanın göreceği, türlerin her birinin temel amacının çevrelerine ayak uydurmak olduğu hissine kapılacaktır. Bu, sınırlı olmakla birlikte, oldukça doğru bir çıkarımdır. Canlıları değiştirmeye iten güç, çevredeki değişimdir.

İnsan türü, kendisini üstün görmesinden ötürü çevresinde mutlak bir hâkimiyeti olduğu inancını besler, böyle olmasını ister. Ne var ki birkaç saat sonraki hava durumunu bile net olarak belirlemekten aciz insan teknolojisinin, esasında çevre üzerinde son derece kısıtlı bir etkisi bulunmaktadır. İnsan türü, çevresini kontrol etmekte beceriksiz olduğu gibi, korumak ve kollamak konusunda da son derece sıkıntılı bir türdür. Dolayısıyla, bütün modern ihtişamına rağmen insan türünün de vahşi doğadaki âcizane hayvan türlerinden pek de bir farkı olmadığını, büyük binalarımızın ve uzaya giden araçlarımızın esasında insanın biyolojik becerilerinden çok, zihinsel ürünlerinin bir göstergesi olduğunu görmek çok da zor değildir. Ancak kitabımın ana odağı, insan türü değildir. Görüleceği üzere canlılığı, bir bütün olarak

ele almaktayım. Ancak gerektiği zaman, insanın Doğal Seçilim'den nasıl etkilendiğine de örnekler vereceğim.

Bu anlatımlarımdan görülebileceği gibi çevre, bir türün istek ve arzularından bağımsız olarak değişmekte olan, son derece kapsamlı ve bir o kadar da kaotik bir sistemdir. İçerisinde yüz milyarlarca unsuru bir arada bulundurur ve bu unsurların birbirleriyle olan ilişkilerini basitçe belirlemenin bir yolu yoktur. Etrafımızda sürekli değişmekte olan fiziksel, kimyasal ve biyolojik unsurlara bakacak olursak, listenin sonunu getirmekte zorlanacağımız görülür. Örneğin çevrenin fiziksel unsurları her an değişmektedir. Fiziksel olarak var olan her varlık, her an karmaşık bir biçimde değişen basınç, sıcaklık, nem, titreşim frekansları, yönelim, kütleler, hacimler, yoğunluk, opaklık, esneklik, gerilim, ses, direnç, akışkanlık gibi yüz binlerce değişkenden etkilenirler. Benzer şekilde her fiziksel unsur, kimyasal özellikler taşıdığı için, bunlardaki her değişim de canlıları doğrudan etkiler. Çevremizdeki unsurlar, kimyasal yapılarından ötürü sürekli olarak oksidasyon miktarı, tepkimeye girme yatkınlığı, yanabilirlik, koordinasyon numaraları, kimyasal kararlılık, manyetik geçirgenlik, termal geçirgenlik, faz değişim sıcaklıkları, yanma ısısı, bağ tipleri gibi yine sayısız değişkenden her an etkilenirler. Tıpkı fiziksel değişkenler gibi, bunların da ne yönde, nasıl, ne hızda değişeceğini öngörmek oldukça zordur. Ayrıca etrafımızdaki her canlı unsurun, her an değişmekte olan biyolojik özellikleri de bulunur. Bu değişim sadece evrimsel değildir. Varlığın, biyolojik olmasından kaynaklı sahip olduğu nitelikler, öngörülemez bir biçimde değişmektedir. Bu nitelikler

arasında hücre geçirgenliği, iletim miktarı ve hızı, biyoçözünürlük, katalizlenme hızı, protein üretim oranı, mikrotüp dağılımı ve daha nice... Tüm bu değişkenler bir araya getirildiklerinde, belki milyonlarla ifade edilebilecek kadar özelliğin, tamamen rastlantısal bir biçimde etrafımızda değişmekte olduğunu görürüz.

Üstelik sadece bunlar da değil. Her canlı organizma, etrafındaki diğer canlılarda meydana gelen değişimlerden de her an etkilenmektedir. Ekoloji isimli bilimin incelediği bu önemli etkileşimler, bir türün çevresindeki değişimlerin, tür üzerinde birçok etki doğurmaktadır. Bunun en güzel örneği, av-avcı ilişkisi olarak bilinen, doğanın en temel olgularından biridir –ki bölümün girişinde okuduğunuz hikâye, bu durumu örnelemektedir. Avın özelliklerindeki her bir değişim, avcıyı doğrudan etkilemektedir. Benzer şekilde avcının özelliklerinin değişimi de, avın özelliklerini doğrudan etkilemektedir. Bu ekolojik ilişkileri yalnızca av-avcı olarak görmek de doğru olmayacaktır. Örneğin türlerin birbirleriyle kurduğu karşılıklı faydacı (mutualist), tek taraflı faydacı (komensalist), tek taraflı zararlı (parazitik) gibi ilişkiler, türlerin var olma mücadelesi içerisinde aynı ortamda yaşamak için girmek zorunda oldukları mücadelecilik ilişkiler, tür içerisinde ebeveyn ile yavru arasındaki, eşler arasındaki ilişkiler gibi sayısız etkileşim, canlılar arasında karmakarışık ve her an değişebilir bir ekolojik ağ oluşmasına neden olur.

Uzun lafın kısası, burada on dördüncü değişim noktasından bahsetmemiz gerekir: Bir canlının içerisinde bulunduğu çevre, onun istek ve arzularından bağımsız olarak, her zaman ve genellikle kaotik

(karmaşık) bir şekilde değişir. Bunu biz (ve diğer canlılar) her zaman hissetmeyiz, çünkü çoğu zaman bu değişim oldukça yavaştır (tıpkı evrimsel değişimler gibi, kıtaların hareketi gibi, vs.). Ancak dikkatli bir şekilde inceler, doğru yerlere bakar ve doğru biçimde ölçerse, çevrenin değiştiiğini görmememiz imkânsızdır. İşte ekolojik analizler, bu değişimlerin canlılar üzerindeki etkisini görmeyi hedefler.

Gelin şimdi size bu temelden yola çıkarak bazı Doğal Seçilim'e dayanan evrim örnekleri vereyim: İlk örneğim, halk arasında sıçan yılanları, bilim camiasında ise Colubridae ailesi olarak bilinen ve Kuzey Yarımküre'de bulunan bir boğucu yılan ailesinin renk açısından dağılımı ile ilgili olacak. Kimi yılan türleri ve hatta aileleri, Dünya'nın çok belirli bölgelerinde yaşamaktadır ve o bölgeler haricinde yaşamaları mümkün değildir (veya zorlu evrimsel değişimler gerektirir). Bu yılanların yapılarına baktığımızda, özellikle renk ve hareket kabiliyeti olarak buldukları bölgelere olabildiğince adapte olduklarını görürüz. Bu sebeple görünüşleri hemen hemen hep aynıdır. Öte yandan, sıçan yılanları gibi Kuzey Yarımküre'nin geniş bölgelerine yayılmış yılan türlerinde, siyahtan turuncuya, yeşilden beyaza kadar birçok farklı tür bulmak mümkündür. Ancak bu türlerin renklerinin dağılımına baktığımızda, buldukları coğrafi koşullarla tam bir uyum içerisinde oldukları görülür. Bu türlerin genetik analizleri incelendiğinde, her birinin ortak bir atayı paylaştığını, dolayısıyla bir zamanlar tek bir bölgede yaşayan bir yılan türünden evrimleşerek bu geniş coğrafyaya yayıldıkları görülür. Ancak bu yayılım

sırasında, buldukları ortama kademe kademe adapte olarak, atalarında görülen ortak özelliklerin bir kısmını yitirmişlerdir ve kendilerine has, ayırt edici özellikler evrimleşmiştir. Tıpkı Darwin'in meşhur ispinoz evrimi örneğinde olduğu gibi, sıçan yılanlarının da yarımküre içerisindeki dağılımı ve bu dağılımla uyumlu olarak geçirdikleri evrimleri, Doğal Seçilim'in gücünü güzel bir şekilde göstermektedir.

Bir diğer örnek olarak zirai ilaçlara karşı evrim geçirerek bu ilaçlara dirençli hale gelen böcekler verilebilir. Bu örnekte anlaşılması gereken bir nokta, Doğal Seçilim'in bir popülasyon üzerinde işleyebilmesi için o popülasyon içerisinde yeterli miktarda genetik çeşitlilik (varyasyon) bulunması gerekiyor olmasıdır. Yani eğer ki bir popülasyon yeterince çeşitli değilse ve sınırlı olan genetik dağılım, farklı koşullarda hayatta kalmak için yeterli değilse, türün veya o popülasyonun tamamen yok olması mümkündür. Ancak genellikle, daha önce izah ettiğim genetik mekanizmalar sebebiyle tür ve popülasyonlar içerisinde dışarıdan kolay kolay fark edilemeyecek; ancak detaylı analizlerle baş döndürücü miktarda olduğu anlaşılabilir kadar çeşitlilik bulunur. Yani bir tarlada, zararlı böcekleri toplayıp inceleyecek olursanız, gözle görülür ciddi farklılıklar görmeniz mümkündür; ancak gözle göremediğiniz, görebildiğinizden çok daha fazla çeşitliliğin o canlı grubunda bulunduğunu unutmamalısınız. İşte bu böcekler üzerine belirli kimyasallar sıkıldığında, o böceklerin büyük bir kısmı ölür. Neden mi? İnsanlar genelde bunun nedenleri üzerinde durmazlar. Hâlbuki duracak olsalar, evrimin ne

kadar net bir şekilde, gözümüzün önünde işlediğini görebilecekler: zararlılara karşı üretilen zirai ilaçlar, tıpkı her sene olduğumuz grip aşırıları gibi, o sene tarlalarda (veya vücudumuzda) bulunan en yoğun böcek çeşitlerini (varyasyonlarını) yok etmeyi hedefleyecek şekilde üretilir. Yani tarlalardan alınan böcek örnekleri analiz edilir ve en çok bulunanları yok etmeyi sağlayacak kimyasallar üretilir. İşte tam olarak bu sebeple, genetik çeşitlilikten ötürü bazı böcekler bu kimyasaldan etkilenmez. Yani burada olan, gaz sıkıldığı için bir anda mutasyon geçirip birdenbire dirençli hale geçiveren canlılar değil, halihazırda var olan genetik çeşitlilikten ötürü hayatta kalabilen bireylerin üreyip çoğalmasındır. Bu sayede, geriye kalan az sayıda birey bütün yıl boyunca üreyerek, bir sonraki senenin “zararlı canlı” grubunu oluşturur. Peki öyleyse, birkaç sene düzenli olarak ilaçlandığında, neden var olan tüm böcek gruplarını yok edemiyoruz? Cevabı çok net: evrim... Çünkü o süre zarfında, yeni genetik kombinasyonlar oluşup, popülasyon içerisinde yayılıyor da ondan... Bu genetik kombinasyonlar gerek mutasyon, transpozonal sıçrama, crossing-over gibi doğrudan genlerdeki değişimlerden ötürü oluşmaktadır, gerekse de o tarlaya dışarıdan gelen diğer gruplarla olan çiftleşme sonucu yeni genetik bileşimlerin oluşmasından ötürü... Ne olursa olsun, biz evrimle mücadele ettikçe, genetik çeşitliliğe bağlı evrim de bir nevi bizimle “mücadele etmektedir”. Elbette bu, bilinçli bir mücadele değildir; ancak bunun sonucunda evrimsel değişimler gözlenir.

Doğal Seçilim sonucu yeni çevreye adapte olmanın, yani evrimin örneklerinden en çarpıcı bir diğeri ise,

“savaşçı karıncalar” olarak bilinen ve yaklaşık olarak 200 civarında karınca türü için kullanılan bir grubun evrimidir. Savaşçı karıncalar, başka kolonilere saldırarak onların ürünlerini çalabilir ve kendi hayatlarını sürdürebilirler. Bu bile başlı başına bir evrim örneğidir; ancak benim burada bahsetmek istediğim, bu karıncaların biraz daha farklı bir özelliği... Bu savaşçı karıncalar, normalde kendi aralarında belli sinyaller ileterek, birbirlerine “Ben dostum, bana saldırma” mesajı verebilirler. Bu sayede, kendi gruplarını diğerlerinden ayırt edebilirler. Ancak bu savaşçıların bazıları, evrimsel süreçte farklılaşarak diğer kolonilerin kendi içlerinde kullandıkları sinyalleri de üretebilecek bir hale gelmiştir. Dolayısıyla, bu şekilde diğer bir grubun sinyallerini taklit edebilen bir savaşçı karınca grubu, taklit edebildikleri gruba saldırarak olursa, bu sinyali kullanarak onların kendilerine karşı koymasına engel olabilmektedirler. Böylece, sadece onların sinyallerini taklit ederek, bu koloni içerisindeki savaşçı karıncaların, işgal altında olduklarını fark etmeksizin çalışmaya ve besin toplamaya devam etmelerini sağlayabilirler. Böylece, kolay yoldan hayatta kalmış olurlar. Bu, evrimsel adaptasyonun en müthiş örneklerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bazı zamanlardaysa, ciddi çevresel değişimlerden ötürü evrimin çok daha hızlı bir şekilde gerçekleştiğini görürüz. Örneğin, Kambriyen Dönemi sırasında bildiğimiz bütün hayvan şubelerinin 20-30 milyon yıl gibi jeolojik olarak “kısa” bir sürede evrimleşmiş olmaları bunun bir örneğidir. Ancak bu hızlı evrim örnekleri için illa 540 milyon yıl öncesine gitmek

gerekmez. Sadece birkaç bin yıl içerisinde ciddi değişimler geçiren canlılar da tespit edebilmekteyiz. Bunlardan bir tanesi, *Peromyscus* olarak bilinen geyik faresi cinsidir. Normalde geniş olarak ABD'nin Nebraska bölgesinde yaşayan geyik fareleri koyu kahverengi bir renge sahiptir. Bu renk, cins için son derece uygundur, çünkü yaşadıkları bölgede bol miktarda odun ve ağaçlık alan bulunur, kolayca kamufle olabilirler. Ancak bir diğer bölgede, Sand Hills'de yaşayan geyik fareleri, sadece 8000 yıl içerisinde tamamen farklı bir renge, açık bir kum sarısı rengine evrimleşmişlerdir. Yapılan analizler, tek bir gende meydana gelen mutasyonun, bu renk değişimini sağladığı ve bu avantajlı rengin Sand Hills bölgesinde kuvvetli bir şekilde seçilmesi sonucu, birkaç bin yıl içinde yepyeni renkli bir geyik faresinin evrimleştiğini göstermiştir. Bu, hızlı evrim örneklerinden biridir.

Bu şekilde örnekler çoğaltılabilir; ancak genel olarak, bu analizlerden yola çıktığımızda ise, çok net bir gerçekle karşılaşırız: Genetik çeşitliliğe sebep olan, 3. Bölüm'de gördüğümüz Evrim Mekanizmaları sebebiyle popülasyon içerisindeki dağılım, çevrenin bu çoğunlukla öngörülemez değişimlerine paralel olarak değişmektedir. Yani canlıların özellikleri, çevrelerinin değişimlerine bağlı olarak belirlenmektedir. Bu çevresel değişimler, kimi zaman birey bazında geçici değişimler (modifikasyonlar) yaratır, bu doğrudur. Ancak sadece bireyler değil, tür toplulukları (popülasyonlar) incelendiğinde, bunlardaki değişimin de çevresel değişimlere paralel olduğu gözlenir. Üstelik bu değişim, bireydeki gibi her zaman geri döndürülebilir şekilde



olmaz, çünkü bir türün geleceğini belirleyen özellik olan genlerin, toplum içerisindeki dağılımının değişimi söz konusudur. Bu süreçte, çevrenin tür üzerinde yarattığı baskıdan ötürü popülasyon içerisinde kimi genler seyrelir, kimi sıklaşır, kimi zaman yeni genler oluşur, kimi zamansa var olan genler yok olur. İşte çevrenin, kendi değişiminden ötürü türler üzerinde yarattığı bu değişim baskısına çevresel baskı (ya da çevre baskısı) adını veriyoruz. Bu baskının etkisi altında türler değişim geçirmekte, evrimleşmektedir.

Dolayısıyla, farklı nesillerin bu farklı genetik dağılımlarının (frekanslarının), farklı çevresel unsurlarla bir arada bulunması, bireylerin bazılarının seçilmesine, bazılarının elenmesine neden olur. Bunun sonucunda, kendilerinde bulunan genlerin, çevre ile uyumlu olmasından ötürü avantajlı olanların seçilmesi, benzer sebeplerle dezavantajlı olanların elenmesiyle, nesiller içerisinde canlıların dış görünüşleri ve genetik dağılımları değişir. İşte modifikasyonlardan farklı olarak, genlerin popülasyon içerisindeki değişiminden kaynaklanan, nesilleri etkileyen ve türün geleceğine yön veren değişimlere adaptasyon adını vermekteyiz. Zaten basit bir tanımla, adaptasyonların bir araya gelmesi ise Evrim dediğimiz değişim olgusuna neden olmaktadır.

İşte Darwin'i bu kadar büyük bir bilim insanı yapan, doğadaki bu sade ama son derece güçlü gerçeği görmüş olmasıdır. Nasıl ki Yapay Seçilim Mekanizması sayesinde bir tür, bir diğerini belli özelliklerine göre, belli bir bilinç dahilinde seçiyorsa ve bu nesiller içerisinde evrimsel farklılaşmalara neden oluyorsa, doğanın da sürekli değişen çevresel unsurlarının,

nesillerin genetik dağılımlarını etkilemesi sonucu oluşan elenme ve seçilme, nesiller içerisinde evrimsel değişimlere neden olmaktadır. İşte Darwin'in ileri sürdüğü esas teori olan Doğal Seçilim'e Bağlı Meydana Gelen Değişim Teorisi budur. Darwin, evrimsel bir değişimin doğanın çok net bir gerçeği olduğunu görmeye kalmadı (bunu görenlerin tarihinin Antik Yunan'a kadar gittiğini hatırlayınız), ayrıca bu değişimlerin nasıl meydana geldiğine dair mekanizmaları da (en azından bir kısmını) keşfetti ve ortaya koydu. İşte bu yüzden Evrim Kuramı, Darwin ile bütünleştirilmektedir ve Darwin bu yüzden "Evrim'in Babası" olarak anılmaktadır.

Unutulmamalıdır ki Darwin, bilimde bir devir açmış olsa da, Evrim Kuramı'nın her şeyi değildir. Darwin'den sonra yüz binlerce bilim insanı Evrim Kuramı'nı elden geçirmiş, hatalarını ayıklamış ve yeni mekanizmalar keşfetmiştir. Darwin, bundan sonraki bölümlerde değineceğim 2 diğer seçilim mekanizmasına kısaca değinmiş olsa da (*Türlerin Kökeni* daha çok Doğal Seçilim üzerinde dursa da, diğer mekanizmalara farklı kitaplarında daha detaylı değinmiştir), en çok Doğal Seçilim üzerinde durmuştur ve doğada, Doğal Seçilim sonucu oluştuğunu fark ettiği sayısız örneği ortaya çıkarmıştır. Ondan sonra gelen bilim insanları ise diğer seçilim mekanizmalarının detaylarını ortaya çıkarmışlardır ve Darwin'in teknik hatalarını düzeltmişlerdir (evet, Genetik Mekanizmalarla ilgili açıklamalarında gördüğümüz gibi, Darwin de herkes gibi hatalar yapmıştır ama bunlar bu kitabın konusu değildir).

Burada anlaşılması çok önemli olduğundan ve artık yeterince mekanizma tanıdığımızdan, kitaptaki on beşinci değişim noktasından da bahsetmek istiyorum: Evrim Kuramı olarak isimlendirdiğimiz kuramlar bütünü, sadece “Darwin’in Doğal Seçilim’e Bağlı Meydana Gelen Değişim Teorisi” ile sınırlı değildir. Darwin’den sonra gelen birçok büyük bilim insanı, doğadaki evrimsel değişim gerçeğine açıklamalar getiren farklı evrim teorileri ileri sürmüştürler ve bunlar da, Darwin’in Teorisi gibi son derece önemlidir. Örneğin 1972 yılında ileri sürülmüş ve günümüzde halen yaygın olarak kabul görmekte olan, evrimsel değişimlerin sürekli olan kademeli bir farklılaşmadan çok, doğada evrimsel açıdan yavaş ilerleyen, büyük doğal felaketlerle kesilen bir dengenin olduğunu söyleyen ve bu felaketlerden sonra gerçek ve hızlı evrimsel değişimlerin gerçekleştiğini söyleyen Sıçramalı Evrim Teorisi (veya Kesintili Denge Teorisi), canlılığın nasıl değiştiğini ve evrimleştiğini açıklayan teorilerden bir diğeridir. Akli başında bilim insanları tarafından ileri sürülen her kuram gibi, Kesintili Denge Kuramı da evrimsel değişim gerçeğini dışlamaz; sadece Darwin’in aksine, ana mekanizmanın Doğal Seçilim’den çok Genetik Sürüklenme olduğunu ileri sürer. 1960 ile 1980 arasında geliştirilen bir diğer teori olan Bencil Gen Teorisi ise, evrimsel süreçlerin organizmalar bazında değil, sadece genler bazında incelenmesi gerektiğini, canlıların esasında yalnızca kendilerini kopyalamak amacıyla var olan genlerin kullandığı bir köle olduğunu ileri sürer. Bu teori, canlılara ait her özelliğin genlerle açıklanabileceğini iddia eden bir diğer teoridir. Yine,

evrim gerçeğini dışlamaz, tam tersine onun nasıl olduğunu açıklar. Bir diğer teori olan Kızıl Kraliçe Kuramı da, Darwin'in Doğal Seçilim Teorisi gibi, evrimsel süreçlerin sürekli olması gerektiğini, çünkü çevrenin sürekli değiştiğini ve canlı nesillerinin buna sürekli bir adaptasyon halinde kalması gerektiğini ileri sürer. Yani birçok kuram vardır; hiçbiri evrim gerçeğini yanlışlamaz, sadece onun nasıl olduğunu açıklamaya çalışır.

Günümüzde ise genel olarak kabul gören açıklama, bir nevi Modern Sentez olarak görülen, bu farklı kuramların güçlü yanlarından oluşan açıklamalardır –ki kitabımın da üzerinde durduğu budur. Bu görüşe göre, herhangi bir mekanizmanın ön plana çıkarılması doğru değildir; her birinin, farklı ortam ve koşullarda farklı etkisi vardır. Dolayısıyla her canlının evrimi, bu koşullara göre, farklı mekanizmaların farklı şiddetlerdeki etkisiyle açıklanmalıdır. Genler de, çevre de, canlının evrimsel değişimi açısından değişen miktarlarda öneme sahiptir ve hiçbiri göz ardı edilemez. Tek bir etki dağılımını bütün türlere uyarlamak doğru olmayacaktır. Bu yüzden bu kitabın bölümleri, tüm mekanizmaları mümkün olduğunca basit bir şekilde tanıtmayı hedeflemektedir.

Doğal Seçilim, muhtemelen anlaması en kolay olan Evrim Mekanizmasıdır. Evrim'i sorgulayan ve tam olarak kabul etmeyen çok az miktardaki bilim insanı (ki bunlar, genelin %1'i civarındadır) ile bağınaz bir şekilde Evrim Kuramı'na dair doğru düzgün tek bir bilimsel bilgiye sahip olmayan, çoğunlukla bilim düşmanlığından prim yapan kişiler dahi doğadaki seçim/eleme mekanizmasını, yani genel olarak yaşam mücadelesini

kabul ederler. Bu mücadele dahilinde türlerin genetik dağılımlarının nesiller içerisinde değişebileceğini de kabul ederler (dolayısıyla Yapay Seçim yasasını da kabul ederler). Bu kişilerin kabul edemediği, bir türün bir diğerine dönüşebildiği gerçeğidir. Basit bir koaservattan, bu kadar geniş bir çeşitliliğin kademeli değişimlerle ulaşılabileceğidir. Oldukça karmaşık yetiler olan zekâ, düşünce, algı gibi olguların, seçilimsel bir şekilde evrimleşebileceğidir. Son hallerine bakıldığında son derece karmaşık görünen beyin, göz, kanat gibi yapıların kademeli olarak gelişebileceğidir. Çünkü bu yapı ve özelliklerin tam gelişmemiş hallerinin işe yaramaz yapılar olacağını düşünürler veya türlerin birdenbire bir diğerine dönüştüğü bir evrim sistemi hayal ederler. Bu sebeplerle, tamamen bilgisizliklerinden doğan “İndirgenemez Karmaşıklık” gibi bilim dışı yaklaşımların ardına sığınır ve canlıların nesiller içerisinde değişebileceğini kabul edip, türlerin farklı türlere evrimleşemeyeceklerini iddia ederler (buna bilimde “indirgenemez karmaşıklık safsatası” adı verilir). İşte bu kişilerin yanılığa düşmelerinin birkaç temel sebebi vardır ki bunlar, kitabımın önemli değişim noktalarıdır:

İlk olarak bu insanlar, türlerin birbirine evrimini bir farenin bir file bir anda dönüşüvermesi, bir ceylanın bir kaplana değişmesi, bir kurbağanın kanatlanıp uçması gibi düşünmekte, bu şekilde anlamak istemektedirler. Kitabımın bir önceki bölümünde, on birinci değişim noktasında izah ettiğim gibi, evrimsel süreçlerde asla böyle sıçramalar görülmez. Eski bir fare türü eğer ki evrim geçiriyorsa, muhtemelen yine kemirgen olan, fare

benzeri bir diğere türe evrimleşecektir; bir kuşa, ata, file, ayıya, balığa değil. Ancak her ne kadar birbirlerine oldukça benzer olsalar da, nesiller geçtikçe bu iki yakın/benzer canlı arasında birbirleriyle çiftleşmelerine engel olacak kadar farklılık birikebilir. Çünkü her bir nesilde, iki farklı evrimsel süreçte oluşan değişimler, birikerek canlıların birbirinden giderek farklılaşmasına neden olur. Dolayısıyla eskiden tek bir türe ait popülasyonlar, nesiller içerisinde farklı iki (ya da daha fazla) türe evrimleşebilirler. Bu, kademeli olarak değişimler yaratan Doğal Seçilim ile ilgili anlaşılması gereken en önemli noktalardan biridir.

Bu kişilerin Doğal Seçilim'i anlayıp ve kabul edip, evrimin bir doğa yasası olduğunu reddetmelerinin ikinci bir sebebi de, son derece karmaşık olarak gördükleri organlar ve yapılar hakkında bilimsel/akademik bir arka plana sahip olmamalarına rağmen, bilimin en güçlü kuramlarıyla ilgili ileri geri açıklamalar yapmaya cüret edebilmeleridir. Burada anlaşılması gereken on altıncı değişim noktası şudur: Canlılık tarihinde olan bir değişimin, gelişen bir yapının, evrimleşen bir özelliğin nasıl olabildiğini anlamıyor olmamız, bu özelliklerin evrimsel süreçlerle var olmadığı anlamına gelmez. Olsa olsa, bizim bu konudaki bilgisizliğimizi veya konu hakkında yeterli bilimsel araştırmanın yürütülmediği anlamına gelir. Zaten güncel araştırmalar takip edilecek olursa, günümüzdeki bir bilim insanı, gözün yapısal olarak daha ilkel versiyonlarının canlıya nasıl avantaj sağlayabileceğini tüm detaylarıyla anlatabilecektir. Bir göz, işlevsel olabilmesi için illa bugünkü halinde bulunmak zorunda değildir. En basit bir ışık algılayıcı

bile, hiç ışık algılayamayan bir yapıdan daha avantajlı olabilecektir. Günümüzdekine göre %10 başarıyla çalışan bir göz, %8 başarıyla çalışan bir gözden daha fazla avantaj sağlayacaktır. Benzer şekilde beyin, bakteri kamçıları, vb. yapıların her birinin, daha basit, daha ilkel ve kademeli değişimin görüldüğü bir geçmişi bulunmaktadır. Bunlar, konuyu çok derinleştireceği ve uzatacağı için açıklamalarını bir diğer kitabıma sakladığım konulardır.

Şimdi, Doğal Seçilim'in yeni türler yaratma gücünü gösteren bir örnek üzerinden giderek bu bölümü noktalayalım. Esasında Doğal Seçilim dendiğinde, akla ilk gelen örnekler Sanayi Devrimi'nden sonra evrimleşen *Biston betularia* türü kelebekler ya da Darwin'in meşhur Thraupidae ailesine ait ispinoz kuşları gelir. Bense burada daha farklı, daha az bilinen, ancak belki de hepsinden daha önemli bir örneği vermek istiyorum: Lenski Deneyi'ni...

Richard Lenski, 13 Ağustos 1956 yılında doğmuş Amerikalı bir Evrimsel Biyolog'tur. Babası Gerhard Lenski, din sosyolojisi, sosyal eşitsizlik ve ekolo-evrimsel sosyal teoriye katkılarıyla bilinen ünlü bir sosyologtur. Richard Lenski, Oberlin Koleji mezunudur ve doktorasını University of North Carolina'dan almıştır. Günümüzde ise "Hannah Ayrıcalıklı Profesör" unvanıyla Michigan Eyalet Üniversitesi'nde akademisyenlik yapmaktadır. 1996 yılında prestijli bilim ödülü MacArthur Fellowship'i kazanmış, 2006 yılında ise Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Bilimler Akademisi'ne girmeye hak kazanmıştır. 17 Şubat 2010

tarihinde Ulusal Bilimler Akademisi Evrim'i Gözleme Araştırmaları Bilim ve Teknoloji Merkezi'ni kurmuştur.

Lenski ve ekibi (bundan sonra sadece Lenski olarak bahsedeyeğim), başlangıçta aynı popölasyona ait *Escherichia coli* bakterilerinden ele alıp, bunları 12 gruba ayırmışlardır. Böylece birbiri ile başlangıçta hemen hemen aynı, 12 farklı bakteri popölasyonu elde edilmiştir. Deney, 24 şubat 1988 tarihinde başlatılmıştır.

Deneyde *E. coli* bakterilerinin kullanılma amacı, bu bakterilerin bölünme hızının 20 dakika olmasıdır. Yani bu bakteriler, yaklaşık olarak her 20 dakikada 1 defa bölünürler, dolayısıyla Evrimsel süreçte 1 nesli sadece 20 dakikada atlayabilirler. Kıyaslama olması açısından, insanların ömrünün 80 sene olduğunu ve bu sürede ortalama 25 yaşına ulaştıklarında ürediklerini, böylece 1 neslin aşılmasının 25 sene kadar sürdüğünü ve bu sebeple bir insanın ömründe en fazla 2 veya 3 (şanslıysa 4) insan nesli görebileceğini söylemek isteriz. Öte yandan eğer ki bir insan doğduğu anda gözlem yapmaya başlayabilseydi, 80 yaşına geldiğinde 2 milyondan fazla *E. coli* nesli görebilecekti. 2 ila 4 arası nesle kıyasla 2 milyon nesil! Bunun daha fazla anlam ifade etmesi açısından bir diğer bilgiye yer vereyim: tüm türler arasında bilinen türleşme hızlarının ortalaması alındığında, bir türden yeni türlerin evrimleşebilmesi için geçmesi gereken nesil sayısı, ortalama olarak yaklaşık 1.000 nesildir. 1.000 nesil, odaklanılan tür insan ise 250.000 yıl, odaklanılan tür *E. coli* bakterisi ise 333 saat civarı, yani 14 gün (2 hafta) kadardır. Dolayısıyla evrimin gözlenebilmesi için türlerin üreme hızlarının ne



kadar önemli olduğunu ve türler arasındaki farkı görebileceğinizi umuyorum.

Şimdi, devam edelim:

Lenski, ürettiği bu 12 bakteri grubunu (hepsi aynı popülasyona aitti) alarak sürekli çoğalmalarına izin verdi. Her bir grubu, minimal büyüme ortamında (bir canlının yaşamını sürdürmesi için gereken minimum koşullarda) tutmaya başladı. Yani ortamda bol miktarda besin yoktu, sadece popülasyona yetecek minimum miktardaydı. Her yeni günde, büyüyen popülasyonun %1'lik kısmını yeni bir kap içerisine alarak, "1 nesil" olarak işaretledi. Çünkü Lenski'nin kullandığı bakteriler, ortamda bol besin bulunmadığı için yukarıdaki bilgiden daha yavaş üüyorlardı, her 150 günde 1.000 nesil vermekteydiler (ki bu yaklaşık her 4 saatte 1 nesil demektir). Lenski, bu nesilleri *Ara(-)* ve *Ara(+)* isimli bir arabinoz operonu (teknik bir terim, ayrıntısına girmeye gerek yok burada) üzerinden işaretledi. 12 koloniden 6'sı *Ara(-)*, 6'sı *Ara(+)* olarak işaretlendi. Bu teknik basamağı, ileride hangi bakterinin hangi nesilden geldiğini anlayabilmek için uyguladı.

Lenski, evrimsel geçmişi inceleyebilmek için "fosil kanıtlar"a sahip olmalıydı, zira büyük çaptaki değişimi gözlemenin en kolay yolu, fosillere bakmaktır. Bunun için, bu şekilde her gün nesilleri kaydederken, 500 nesilde bir, yani 75 günde bir elde ettiği son nesilden birkaç üyeyi kriyoprotektan (biyolojik yapıları dondurarak saklayan bir kimyasal) içerisinde gliserol ile birlikte "dondurdu" ve böylece, tıpkı fosillerde olduğu gibi kesintili ama sürekli bir kayıt elde edebilmeyi başardı. Kriyoprotektan ve gliserol içerisinde saklanan

bakteriler, istenildiği zaman tekrar “çözülerek” yaşamlarına devam ettirilebilmektedir, bu da bakterilerde meydana gelen değişimleri incelemek için iyi bir yöntemdir.

Lenski, sürekli olarak bakterilerin ortalama başarısını (mean fitness) takip etti ve nesillerden aldığı örnekler üzerinde ek deneyler yaptı, ancak ana nesle asla dokunmadı ve bir evrimsel süreci izleyecek şekilde takip etti ve kaydetti.

Şubat 2010 tarihine gelindiğinde, bakteriler çoktan 50.000 nesil atlamıştı ve bölünmeye devam etmekteydi. Bu miktar, istatistiki olarak *E. coli* genomunda bulunan tüm tekil nükleotitlerin (DNA’yı oluşturan parçacıklar olduğunu hatırlayın) geçirebilecekleri mutasyonları birden fazla defa geçirebileceği kadar yeterli süre demektir. Kısaca, genetik çeşitliliğin yaratılması (Evrim’in Çeşitlilik Mekanizmalarını hatırlayın) ve bunların seçilmesi için yeterince zaman geçmişti.

Gözünüzden kaçmış olabilecek bir detaya dikkatinizi çekelim: Deney, sizin de görebileceğiniz gibi toplamda 22 sene sürdü! Bu sürede olanları bir düşünün! Pek çok bilimsel devrim yaşandı: internet insanların yaşamına yeni yeni tam olarak girmeyi başardı, televizyonlar, radyolar, arabalar gelişti, uzaya defalarca mekik gönderildi. Ancak bunların yanında çok ilginç ve benim bu kitabım için çok daha önemli sayılabilecek olan bir olay yaşandı: Evrim, laboratuvarında, insanların kendi gözleriyle gözlendi! İzah edeyim:

Deneyin başlangıcında, pek çok özellik 12 farklı koloni tarafından paylaşılmaktaydı, çünkü 12 ayrı kaba ayrılmadan önce, her bir bakteri aynı popülasyona aitti.

Lenski'nin yaptığı gözlemlere göre, ilk yıllarda her bir popülasyonun ortalama başarısı hızla arttı, ancak 20.000'inci nesilden sonra bu artış yavaşladı. Ata türe kıyasla hepsi daha büyük hücre hacimlerine ulaştılar ve popülasyondaki bireylerin yoğunluğu azaldı. Yani bol besinli ortamda olduğunun aksine, hücreler daha büyük yapıları bir hale değiştirdiler ve popülasyon içerisindeki bireylerin sayısı azaldı. Ayrıca her bir koloni, glikoz kullanma konusunda atalarına göre çok daha başarılı hale geldi. Bunlar gerçekleşiyordu, çünkü gerçekte, doğal ortamlarında *E. coli* bakterileri bolca yiyecek bulabilmekte ve özgürce yayılabilmektedir. Ancak kısıtlı besin ortamında ve alanda, bunlar olamaz ve farklı yönde evrimsel süreçler başlar. Bunların her biri, evrimsel değişimlerdir, zira daha önce var olan özelliklerin gücü, şiddeti, yoğunluğu, biçimi değişmekte, popülasyon içi dağılımı farklılaşmaktadır. Fakat Lenski'nin peşinde olduğu, var olan özelliklerin gelişmesinden çok, yepyeni bir özelliğin popülasyon içerisinde evrimleştiğini görmektir. Çünkü var olan özelliklerin evrimleştiğini artık bütün bilim camiası net olarak kabul etmekte ve izah etmektedir.

Yapılan diğer gözlemler gösterdi ki, 12 nesilden 4'ünde DNA tamiri konusunda sorunlu mutasyonlar meydana geldi. Bu da, bu nesillerde çok daha fazla mutasyon meydana gelmesine sebep oldu. Çünkü mutasyonları tamir edici mekanizmalar, bu 4 nesilde bozulmuştu. Lenski, 20.000 nesil sonunda toplamda yüz milyonlarca nokta mutasyonu meydana geldiğini; ancak bunların 10 ila 20 tanesinin popülasyon içerisinde fayda sağladığı için sabitlendiğini tespit etmiştir. Buna

rağmen, belirlediği nötr (etkisiz) mutasyonlarla birlikte kolonilerde 100 adet mutasyonun sabitlendiğini (popülasyon için norm haline geldiğini) tespit etmiştir. Yani meydana gelen mutasyonların bir kısmı, gerek faydalı oldukları için, gerekse de etkisiz yapılarından ötürü popülasyon içerisinde yaygın hale gelebilmektedir.

Öte yandan Lenski, aradığını sonunda, 2008 yılında buldu. İnceledikleri kaplarda çok daha ciddi, önemli ve heyecan verici bir adaptasyon keşfettiler. Bu adaptasyon, 12 popülasyondan sadece 1'inde meydana gelmişti: *E. coli* bakterileri, daha önce hiç sahip olmadıkları bir özellik kazanmışlardı: sitrat moleküllerini hücre içerisine alıp sindirerek enerji üretmeyi başaracak şekilde evrimleşmişlerdi! Bunun ne demek olduğunu anlayamayanlara izah edelim:

Vahşi doğada bulunan *E. coli* bakterileri sitrat molekülünü bırakın sindirmek, hücre içerisine bile alamamaktadır, çünkü molekül çok büyüktür. Hatta bu durum, *E. coli*'nin hastalık yapıcı bir bakteri olan *Salmonella*'dan ayırt edilebilmesi için kullanılmaktadır. Ancak 33.127'nci nesil civarında bir yerde, 12 popülasyondan birinde inanılmaz ve hiç görülmedik bir sayı artışı tespit edilmiştir. Araştırmacılar, bunun sebebini incelediklerinde, minimal büyüme ortamı dahilinde bulunan sitrat moleküllerinin, o popülasyona ait bakteriler tarafından sindirilebilmeye başladığını keşfetmişlerdir. Bu da, diğer popülasyonlara göre bakterilerin hayatta kalma şansını arttırmaktadır, çünkü daha fazla besin demektir; diğer kolonilerin aksine hem glikozu hem sitratı besin olarak kullanabilmeye başlamışlardır. Bu, var olmayan ve hatta daha önce

doğadaki *E. coli* bakterilerinde de hiç görülmemiş bir özelliğin evrimleşmesi demektir!

Lenski, hemen elinde bulundurduğu kriyonik fosillere bakarak, hangi noktada bu özelliği kazandıracak mutasyonların elde edildiğini bulmaya çalışmıştır. Bu araştırması sonucunda, 31.000 ile 31.500'üncü nesiller arasında bir mutasyon meydana geldiğini ve bu mutasyon sayesinde sitratın sindirilebilmeye başladığını keşfetmiştir. Ayrıca, sitratı sindirebilen *E. coli* bakterilerinin dışarıdan gelmediğinden emin olmak için pek çok genetik işaretleyici ile sonuçları test etmişler ve bakterilerin *Ara* operonu ile işaretli olan orijinal bakterilerin neslinden olduğundan emin olmuşlardır.

Lenski'nin ilginç keşifleri burada da bitmemiştir: 31.000'inci nesilden önceki birkaç bin nesilden bakteriler alıp, bunları başka kaplarda üretmeye devam ettiklerinde, sitrat sindiriminin spontan olarak (hızlı bir şekilde) yeniden evrimleştiğini görmüşlerdir. Ancak 20.000 nesilden önce aldıkları hiçbir bakteri, bu özelliği hızlıca, yeniden evrimleştirememiştir. Daha ayrıntılı yaptıkları araştırmalar sonucunda bunun sebebinin, 20.000'inci nesilden sonraki birkaç nesilden birinde meydana gelen bir "ön-faydalı-mutasyon"dan kaynaklandığını bulmuşlardır. Bu, şu demektir: Bu mutasyon, sitratı sindirebilmeye sebep olacak ikinci mutasyonun gerçekleşme şansını arttırmaktadır. Dolayısıyla bu ilk mutasyonu geçiren bireyler, kolayca sitratı sindirebilmelerine sebep olacak mutasyona da açık olmaktadır. Ancak bu ilk mutasyona sahip olmayan bireylerin, tek seferde bu ana mutasyona

ulaşmaları o kadar düşük bir ihtimaldir ki, muhtemelen hiçbir zaman gerçekleşmez. Ancak bir kere o ilk mutasyon gerçekleşti mi, evrimsel açıdan her Şeyi değiştirebilecek, devasa önemdeki bir olayın gerçekleşmesini sağlayan ikinci mutasyon kolayca gerçekleşebilmektedir.

Ayrıca, bir diğer genel evrim de her bir popölasyonun, daha önce de dediğimiz gibi, çok daha yuvarlak ve iri hücrelere sahip olacak Şekilde evrimleşmesidir. Bunu da incelediklerinde, sebebini bulabildiler: Bir diğer mutasyon, Penisilin Bağlayıcı Protein isimli bir proteini sentezleyecek genin ürününü değiştirmiştir. Bu keşif de başka bir keşfe götürmüştür: Bu proteinin değişimi hücre büyüklüğünü ve yuvarlaklığını arttırmıştır; ancak aynı zamanda osmotik strese karşı dayancını düşürmüştür. Yani suyun hareketinden kaynaklı basınca daha zayıf hale gelmişlerdir. Dolayısıyla bu bakteriler, atasal türlere göre sabit çevresel koşullarda daha kısa süreler yaşayabilmektedirler. Bu da, daha küçük bir popölasyonu ve o popölasyon içerisinde daha iri bireylerin bulunabilmesini mümkün kılmaktadır.

Bu örnek, evrimi anlamak için ne mükemmel örneklerden biridir ki bu, evrim karşıtlığıyla bilinen insanların bile evrimsel süreçlerle türlerin değişebileceğini kabul etmelerini sağlamasından anlaşılmaktadır. Çünkü bu örnek, Evrim Mekanizmalarından 3 tanesinin ortaklaşa kullanımını ve sadece 3 tanesiyle bile evrimin gerçekleşebileceğini göstermektedir. Bu kısa analizle, bölümü sonlandıralım:

Deney adım adım incelenecek olursa, birkaç önemli nokta fark edilecektir. İlk olarak, ana *E. coli*

popülasyonu, 12 ayrı gruba bölünmektedir. Bu bölünme tamamen rastlantısal yapılmaktadır. Dolayısıyla her bir gruba giden binlerce bakterinin genetik özellik dağılımı bilinmemektedir. İşte Genetik Sürüklenme burada devreye girmektedir. Rastgele seçilen bireyler, ana popülasyondan ayrılmakta ve yeni gittikleri ortamda, sıfırdan bir koloni kurmaktadır. Bu süreçte, belki önceki büyük popülasyondaki gen dağılımından çok daha farklı bir genetik dağılım, yeni popülasyonun genlerini belirlemektedir. Çünkü eski, büyük popülasyonun bütün genetik dağılımını temsil edecek bireyler seçilip, kaplara ayrılmamaktadır. Dolayısıyla, eski popülasyondaki gen dağılımı, 12 kaba rastgele dağıtılmaktadır. Kısaca genler, bu bireylerle birlikte yeni ortama “sürüklenmektedir”.

Daha sonra gelen, daha bariz nokta ise mutasyonlardır. Mutasyonlar her an, her daim olmaktadır ve olacaktır. Bunların bir kısmı düzeltilebilir, bazıları düzeltilemez ve kalıcı hale gelir. Ancak ne olursa olsun, burada iki nokta çok önemlidir: Birincisi, mutasyonlar genetik çeşitliliğe sürekli katkı sağlamaktadırlar. Ne olursa olsun genler, mutasyonlar sayesinde değişmektedir. Burada kritik olansa, mutasyonların doğrudan evrime sebep olmaması, sadece genetik çeşitlilik yaratmasıdır. İkincisi ise her bir kaptaki bireylerde meydana gelen mutasyonlar, birbirlerinden belli ölçüde farklıdır. Yani esasında büyük oranda aynı ortamlarda yaşayan canlıların genleri, tamamen farklı mutasyonlar geçirebilirler. Bu da, evrimsel sürecin üzerine etkiyeceği malzemenin tamamen farklı yönlerine değişmesi demektir.

Son olaraksa, Doğal Seçilim devreye girmektedir. Meydana gelen mutasyonlar, belli bir çeşitlilik

yaratmaktadır, evet. Ancak bu çeşitliliğin baskın hale gelmesi ve popülasyona yayılması, Seçilim Mekanizmaları sayesinde olmaktadır. Eğer ki özellik, aynı popülasyondaki diğer bireylere göre avantaj sağlamasaydı, muhtemelen asla yaygın hale gelemeyecekti. Burada, Doğal Seçilim'in kritik rolü budur.

Ufak bir ekleme olarak, her bir basamakta Genetik Sürüklenme'nin yeniden etkidiğine dikkat çekmekte fayda görüyorum. Çünkü her bir yeni nesil oluşturulurken, önceki 12 kabın her birinden rastgele bireyler seçilmektedir. Bu durumda sürekli bir sürüklenme etkisi oluşmaktadır. Her seferde seçilen bireyler, popülasyonun genetik dağılımını tamamen yansıtmayacaktır. Bu da her seferinde yeni kaplarda oluşturulan popülasyonların, atalarından farklı gen dağılımıyla yeni koloniler kurması demektir. Bu, evrimi ciddi miktarda hızlandıran bir olgudur.

Görüldüğü gibi Lenski Deneyi, muhteşem sonuçlara imza atılmış, son derece öğretici bir deneydir. Bu deneyde Lenski ve arkadaşları, açık bir şekilde bir türün, daha önce hiç sahip olmadığı ve hiç de küçük önemi olmayan, devasa bir değişimi başarabildiğini göstermiştir. Zaten Evrim de, bu ufak değişimlerin zaman içerisinde sayıca ve değerce birikmesi sonucu, yavru türlerin atalarıyla çiftleşemeyecek kadar, biyolojik açıdan kıyaslanmayacak kadar farklılaşması, türlerin birbirlerinden bu farklı özelliklerin birikimiyle ayrılması demektir. Eğer *E. coli* bakterileri, eşeyli olarak çiftleşen bireyler olsalardı, bir süre sonra bu tip özellikler ve bu özelliklerin genlerdeki yansımaları o kadar fazla olacaktı



ki, deneyin en başındaki kaplardaki bireylerle çiftleştirilmeye alışıldıklarında genleri uyuşmayacak ve yavrular üretmeyeceklerdi. İşte Evrim, tam olarak budur.

İşte bu şekilde, doğadaki istisnasız her özelliğin, kademeli bir şekilde oluşabileceğini anlayan ve doğada çeşitliliğe sebep olan ve bu çeşitlilik içerisinden seçime/elemeye yarayan mekanizmalar olduğunu kavrayan bir birey, her canlının kimyasal bir evrim sonucunda var olmuş ilkel koaservatların farklılaşmasıyla oluştuğunu anlayabilecektir. Canlılık, bir sefer, doğal süreçlerle başladıktan sonra, bu geniş çeşitliliğin Evrim Mekanizmaları ile (hatta onlardan sadece birkaçının etkisiyle bile) var olmaması için hiçbir fiziksel, kimyasal ve biyolojik engel bulunmamaktadır. Bu da bizi bu bölümdeki son, kitaptaki ise on yedinci değişim noktasına getirmektedir: Genetik çeşitliliğin ve Doğal Seçilim'in varlığını kabul eden biri, otomatik olarak evrimsel değişimlerin varlığını kabul etmek durumundadır. Çünkü sadece bu ikisi aracılığıyla bile evrimsel değişimler sağlanabilir, kaldı ki diğer onlarca mekanizmanın varlığı unutulmamalıdır.

Doğada, insan haricinde hiçbir türün karşı koyamadığı, insanınsa sadece kısmen engel olabildiği değişim yasalarının temelinde, Doğal Seçilim ilkesi yatmaktadır. Genetik eşitliliğin Doğal Seçilim sonucu elenmesi veya seçilmesi, evrime neden olmaktadır. Bu, kimsenin karşı çıkamayacağı, doğada kolaylıkla gözlenebilen ve laboratuvar deneyleriyle de gözlenmiş bir doğa yasasıdır.

Bu noktadan sonra, Doğal Seçilim ile yakından ilişkisi olan, uzun bir süre Doğal Seçilim'in içerisinde bir mekanizma olarak görülen, sonrasında ise başlı başına önemi anlaşılmış olan, yine Darwin tarafından tanımlanmış ve detaylandırılmış bir diğer Seçilim Mekanizmasını tanıyacağız. Evet, cinsiyetlerin birbiri üzerinde uyguladığı seçilim baskısından doğan, Doğal Seçilim'den sonraki en gcl mekanizmalardan biri olan Cinsel Seçilim ile tanışacağız.

## BÖLÜM 6

### Üreme İçin Bir Savaş: Cinsel Seçilim

Güneşin doğuşundan hemen sonra, ağaçların içerisinde çıkan bir çift göz, biraz ürkekçe, etrafını kolaçan etti. Hafifçe nemli olan burun delikleri genişleyip daralarak havayı kokluyor, tehlikenin olup olmadığını hissetmeye çalışıyordu. Tehlikeye dair hiçbir iz yoktu; öte yandan burnuna gelen başka bir koku, kendisini ağaçların ilerisindeki açık alana çekiyordu. Koku, havada yoğun değildi, fakat hissetmemek imkânsızdı. Bir değil, birden fazla güzel koku vardı havada. Bu iyiye işaretti, ne kadar fazla, o kadar iyi...

Ağır kafasını çeşitli boydaki ağaçların dallarına çarpmadan, onlara takılmadan ilerlemesini sürdürdü. Alana yaklaştıkça, vücudundaki değişimleri hissedebiliyordu. Böbreklerinin üzerinden vücuduna yavaşça verilen adrenalin, onu hazırlıklı tutuyor ve kalp atışlarının hızlanmasına, vücudunun ısınmasına neden oluyordu. Adımlarını sıklaştırarak, dikkatlice ilerleyişini sürdürdü.

Sık ağaçların arasında bulunan, göreceli olarak dazlak ve açık olan alana otuz metre kadar kaldığında, ağaçlar seyreldi ve gökyüzünde yavaşça yükselen güneşin ışınları daha parlak bir şekilde gözüne ulaşmaya başladı. O anda, havadaki hoş kokuların haricinde burnuna gelen yeni kokular, beynine şimşek gibi sinyallerin gitmesine neden oldu. Beyni, bu sinyalleri değerlendirdikten birkaç milisaniye sonra vücuduna hızla birçok uyarı

göndermeye başladı. Göğüs kasları sertleşti ve vücudundaki kıllar hızla dik bir konuma geldi. Böbreküstü bezlerinden salgılanan adrenalin, bir anda katlanarak arttı ve bu yüzden kalp atımı hızlandı, gözbebekleri büyüdü, ağzı kurumaya başladı. Ter bezleri olsa, muhtemelen terlerdi de...

Güçlü boyun kasları, yeni kokunun etkisiyle kasılarak, kafasını daha dik bir konuma getirmesini sağladı. Kendine güveni tamdı, son yılların en başarılılarından biriydi çünkü. Ancak yine de, her yeni sene, yeni sürprizleri beraberinde getiriyordu. Bu sene neler olacağını öngörmenin pek bir yolu yoktu. Genellikle gençler, çok ateşli, çok hırslı oluyorlardı. Bu, onlara kısmi bir avantaj sağlasa da, aynı zamanda deneyimli, sakin ve emin adımlarla ilerleyenler karşısında şanslarını yitirmelerine de sebep oluyordu. Ancak her bireyin özellikleri, davranışları, eğilimleri birbirinden farklıydı. Dolayısıyla her sene, bu alana her şeye hazırlıklı olarak gelmek gerekiyordu.

Açıklık alana yaklaştıkça, burnundaki kokuların sayısı da artmaya başladı. Hoş kokular haricinde yaklaşık 8 farklı tehlike sinyali veren koku alabiliyordu. Koku, bireyler hakkında birçok bilgi verse de, yine de kesin bilgilere ulaşmak ancak onları gördükten sonra mümkün olabiliyordu. Bir anlığına durdu ve derin derin nefes alarak, havadaki kokuların kendisinde ne gibi etkiler yaratacağını bekledi. 1-2 koku, beyninin derinliklerindeki amigdala bölgesini uyarıyordu. Bu da vücudunu korkunun kaplamasına neden oluyordu. Ancak yine de bu korkunun şiddeti, geri adım atmaya veya kaçmaya degecek kadar kuvvetli değildi.

*Dövüşmek*, bu durumda çok daha avantajlı gözüküyordu. Burnuna gelen diğer kokular ise oldukça zayıftı ve kendisinde pek bir etki yaratamıyordu. Bu, iyiye işaretti aslında. 1-2 tane rakip, önceki senelere göre daha iyiydi. Bundan birkaç sene önce, 6-7 farklı rakiple mücadele etmesi gerektiğini hatırlıyordu. Her biri kanlı, ölümcül ve vahşi mücadelelerdi. Yine de, o seferlerde de kazanmasını bilmişti. Şans, önemli bir faktördü ama mücadelede kullanılan beceriler, şanstın çok daha kritik bir öneme sahipti.

Vücudunda yükselen korkuyu görmezden gelerek, artık ağaçların iyice seyrelerek bittiği noktaya doğru son adımlarını attı. Ufukta yükselen güneş bir anlığına gözlerini aldı, sonra hemen alıştı. Arenaya çıkan bir gladyatör edasıyla, başını yerden göğe doğru sertçe kaldırarak açıklık alana vardı. Bütün vücudu ve ihtişamıyla alana çıktığı anda, alanda bulunmakta olanların bakışları hızla ona doğru döndü. Rakiplerinin gözlerine hızlı bir bakış attı, çoğundan yükselen korkunun belirtileri, önce gözlerine, sonra burnuna ulaştı. Bu, yine iyiye işaretti. Daha önceden kendisinde korku uyandıran kokuların sayısı da bire indi. Bu daha da iyiydi, demek ki alana çıkmasıyla rakiplerine verdiği görsel bilgi ve yaydığı koku, dişli rakiplerinin bile ondan korkmasına ve geri durmalarına neden olabiliyordu. Hâlâ, eskisi kadar iyiydi.

Vücuduna korku salan o tek bireyin gözlerine dikti gözlerini. Bakışların üzerine kilitlendiğini gördüğü anda, rakibin kılları da, kendisinininkiler gibi hızla dikleşti, göğsü kabardı, vücudu daha dik konuma geldi ve tıpkı kendisi gibi, başı gökyüzüne doğru yükseldi. Bunların

hepsi beklenen davranışlardı. Onu endişelendiren ise, kafasının üzerindeki boynuzların büyüklüğü ve aşırı çatallı yapısı idi.

1.2 metreyi aşan uzunluktaki, yaklaşık 20 farklı dala ayrılan, toplamda 18 kilogramı aşabilen boynuzları, hemen hemen kendisinininkiler kadar büyüktü. Her gün 2.5 santimetre artacak şekilde büyüeyebilen kemiklerin farklılaşmasıyla oluşan bu boynuzlar, *Cervus canadensis* türü geyiklerin (elk olarak bilinirler) kafalarının bu kadar ağır olmasının en temel sebebiydi. Ancak onlar olmaksızın, amaca ulaşmanın hiçbir yolu yoktu. Tehlikeli rakibinden sonra, hızla alandaki diğer rakip erkeklere baktı. Her biri, kendisinden daha ufak boynuzlara sahip, sıradan elklerdi ve bir tehlike oluşturmayacaklardı. Sonrasında ise, burnuna gelen güzel kokuların sahibi olan, az ileride sakince otlayan dişilere baktı. Her biri birbirinden farklı özelliklerdeydi. Kimisi uzun, kimisi kısa, kimisi ağır, kimisi hafif, kimisi sert görümlü, kimisi çelimsiz, kimisinin renkleri parlak, kimisinininki solgundu. Yaklaşık 40 farklı dişi olduğunu görebiliyordu, gerisi de ağaçların arasında ve henüz alana gelmek üzere olmalıydı. Bunlardan sadece 10 civarı, arzulayacağı dişilerdi ki hedefinde de onlar vardı. Ancak önce, önündeki engeli aşması gerekiyordu.

Yaklaşık yarım saatlik bir bekleyiş ve alanın giderek kalabalıklaşmasından sonra, böğürmeler başladı. Kükremeyi andıran bu böğürmeler, aynı zamanda bir borazan ötüşünü de anımsatıyordu. İlk böğürüşlerle birlikte dişiler de otlamayı keserek erkeklere bakmaya başladı. Böğürmeler giderek yükseliyor ve öfkeli bir hale dönüşüyordu. Erkekler de artık birbirlerini süzmeyi

ve rakiplerini belirlemeyi tamamlamıştı. Alandaki gerginlik kolaylıkla hissedilebiliyordu.

Alanın en yaşlı ve baskın elki olarak, ağır adımlarla alanın ortasına doğru yürüdü. O bunu yapmaya başladığı anda, karşısındaki daha genç ama en az kendisi kadar güçlü görünen elk de alanın ortasına doğru adım atmaya başladı. Birbirlerine yaklaştıkça, kılları daha da kabardı, boyunları daha da dikleşti. Aralıklarla böğürerek rakibini ürkütmeyi denese de, yakın şiddetteki bir karşılıkla, bunun o kadar da kolay olmayacağı cevabını aldı.

Birbirlerine yeterince yaklaştıklarında, artık nefes alışverişlerini de duyabiliyordu. Bu öfkeli mücadele, mutlaka birinin kaybıyla sonuçlanacaktı. Öteki tarafın zaferi, diğerinin kısa sürede vazgeçmesi sonucu basit bir şekilde olabileceği gibi, uzun süren mücadele sonucunda ölüm ile de belirlenebilirdi. Kimin kazandığını, rakiplerin inatçılığı belirleyecekti.

Ölüm, bu mücadelenin muhtemel bir sonucu olduğundan, ölüme sebebiyet verecek bir mücadele, başvurmak isteyeceği son yöntemdi. Karşısındaki genç ve inatçı rakibi de aynı şekilde düşünüyor olmalıydı. Bu sebeple, kısa bir süre karşılıklı durup, boynuzlarını birbirlerine yeterince gösterdikten sonra, hâlâ tarafların uzaklaşmaması, iki tarafın da kolay kolay caymayacağını gösteriyordu. Bu durumda, bir diğer aşamaya geçmeliydi. Hemen rakibinin yanına geldi ve olabilecek en dik pozisyona geçti. Rakibi de buna cevap vererek dikleşti, kaslarını kasti, kıllarını kabarttı. Bu şekilde, bir ileri bir geri yürümeye başladılar. Buradaki mesaj çok açıktı: “Benimle baş edemezsin, ben daha

güçlüyüm! Vakit varken vazgeç!” Ancak iki taraf da, üreme içgüdüsünün kendilerine verdiği motivasyonla, rakibine üstün gelmeyi istiyordu. Üstelik, yapılarının birbirine oldukça yakın olmasından ötürü, kaçmaları için de bir neden yoktu.

Boy ölçüşme faslı, saatlerce sürebiliyordu. Yaşlı ve güçlü elk, bir defasında 8 saat boyunca rakibiyle boy ölçüşmüş ve herhangi kanlı bir mücadeleye gerek kalmadan, rakibinin caymasını sağlamıştı. Bu defa da öyle olabilirdi, ancak buna pek ihtimal vermiyordu. Her zamanki gibi daha genç olan elkler, çok daha inatçı oluyorlardı.

Alandaki diğer elkler de, boy ölçüşebilecekleri rakiplerle yan yana dizilerek, aynı davranışları sergiliyorlardı. Arada bir itişmeler, hafif boynuz darbeleri olsa da, kimse hemen kanlı mücadeleye girmekten yana değildi. Alandaki erkeklerin sayısı giderek artıyordu ve yaklaşık 10 elk, rakipleriyle dişiler için mücadele etmekteydi.

Bu şekilde geçen 3 saat sonunda artık yorulmaya başladığını hissedebiliyordu. Ancak durması doğru olmazdı. Bu noktada, bir taktik değişikliğine giderek, yan yana yürümeyi bıraktı ve hızla, ayaklarını kullanarak bir çukur kazmaya başladı. Rakibi, ne yapmak istediğini hemen anlamış olacak ki, o da aynısını yapmaya başladı. Bu, kısa sürede dişilerin dikkatini çekti ve ara ara yerdeki otlardan yiyen dişilerin gözleri onlara dikildi. Çukurun kazımı kısa bir sürede bitti ve sonrasında, hafifçe çömelerek çukurun içerisine idrarını bıraktı. Bu işlemi tamamladıktan sonra, sertçe çukurun içerisine kendisini bıraktı ve bir o yana, bir bu



yana yuvarlanarak vücudunu kendi idrarına buladı. Bu güçlü koku, çok kısa sürede dişilerin burnuna ulaştı ve hemen ardından, birkaç dişi alandaki diğer erkekler arasındaki mücadeleden uzaklaşarak, onların bulunduğu yere doğru yaklaştı. Zaten bu da beklediği davranıştı, çünkü bu genç ama ısrarcı erkekle daha fazla zaman kaybetmeye niyeti yoktu. Yorgunluğu artacak olursa, vahşi mücadelede dezavantajlı olacaktı. Bir an önce bu işi bitirmeliydi. Bu yüzden idrarında bulunan kimyasalların kokusu ile yeterince dişinin dikkatini üzerine çektikten sonra, hâlâ yılmayan rakibine yönelik gerekli hamleyi yapması gerektiğini anladı. Kendinden emin bir şekilde, idrara bulanmış vücuduyla ayağa kalktı, şöyle bir silkindi ve boynuzlarını yere paralel gelecek şekilde önce yere eğdi, sonra göğe kaldırdı. Alandaki herkesin net bir şekilde duyabileceği şekilde böğürdükten sonra, rakibinin tam karşısına geçti ve boynuzlarını tekrar yere, sivri uçlarını rakibine doğrultacak şekilde eğdi.

Bu noktadan sonra olacaklar, genelde daha belirli bir sona işaret etmekteydi. Taraflardan biri mutlaka yaralanacaktı, belki de ölecekti. Geriye kalan ise, etkilemeyi başardığı dişilerin tamamını alacaktı. Bu, üzerindeki en güçlü motivasyonlardan biriydi. Çok fazla oyalanmadan, bir iki böğürmeden sonra, ağır kafasını öne doğru eğdi. Boynuzları neredeyse yere degecekti. Bu, “Saldırmaya hazırım” demekti. Rakibi de aynı pozisyonu aldı. Güçlüce nefes alıp verdikten sonra hamlesini yaptı.

Güçlü bacakları anında kasılarak, aralarındaki 7-8 metrelik mesafeyi kısa sürede almasını sağladı. Saatte

yaklaşık 60 kilometrelik bir hızla rakibinin kafasına boynuzlarını geçirdi. Çarpışan boynuzlardan ve kemiklerden çıkan ses, kulakları sağır ediciydi. İlk hissettiği, sert çarpmanın etkisiyle duyduğu acıydı. Sonrasında, kafasından akan sıcak kanı da hissetti. Ancak rakibinin de çarpmanın etkisiyle afalladığını görebiliyordu. Bu, iyi bir fırsattı. Hemen yeniden geriledi ve hızla saldırıya geçti. Bu defa rakibi daha hazırlıklı idi, hafifçe kenara çekerek çarpmanın etkisini hafifletti ve boynuzlarıyla karşıladı. Her bir çarpmadan sonra, boynuzlarının uzun ve karmaşık çatalları birbirine takılıyor, biraz çabayla kurtuluyordu. Bu sırada birbirine sürtünen boynuzlar, aşınmaya ve hafif kırılmalara sebep oluyordu.

Yaklaşık 10-12 defa birbirlerine çarptıktan sonra, iyice yorulduğunu hissetti. Artık çarpmaların etkisi de azalmıştı. Rakibi, hızla üzerine geldi ve vurmaya çalıştı. Olabildiğince hızlı bir şekilde geriledi ve boynuzlarıyla karşıladı. Boynunu hızla yukarı kaldırarak, boynuzlarının rakibinin boğazına girmesini sağlamaya çalıştı ama başaramadı. Bu sırada rakibi, azıcık gerileyip tekrar saldırdı. Boynuzlarının derisine battığını ve deldiğini hissetti. Canı acıyordu ama durması mümkün değildi. Kafasını hızla sağa sola sallayarak boynuzlardan kurtuldu. Boynunu hafifçe yana eğerek, var gücüyle boynuzlarını bu defa rakibinin gözüne saplamayı denedi; ancak yine başaramadı. Genç rakibi oldukça atikti ve hızlı bir hareketle yana sıçradı. Rakibi, sonrasında ise yine sertçe vurarak, vücudunda yeni yaralar açtı. Buna da aldırmadan bir saldırı daha denedi. Bu defa daha aşağıdan ve daha sert... Göğüs bölgesine sertçe

sapladığı boynuzlarıyla, rakibinin acıyla böğürmesine neden oldu. Artık birçok dişi, onları izliyordu.

Mücadeleyi bitirme şansı vardı. Son darbesi, rakibini oldukça yıldırılmıştı. Hemen ileriye atıldı ve kafasına boynuzlarını saplamayı denedi. Pek başarılı olamadı ve boynuzlar, tebeşirin tahtada çıkardığı o tiz sese benzer bir ses çıkararak birbirine sürtündü. Kafasını yine sağa sola sallayarak, uzun boynuzlarındaki daha küçük çatalların rakibinde yaralar açmasını sağladı. Artık başarıya çok yakın olduğunu hissediyordu, rakibi saldırıya geçmiyordu bile. Bunu fırsat bilerek, hızla geriye adım atmaya ve yeni bir saldırı daha denemeye yeltendi. Ancak bir sorun vardı. Geri gidemiyordu, çünkü boynuzları, rakibinin boynuzlarına takılmıştı.

İçini hızla bir korku kapladı. Vücudunun artan ısı ve yaraların verdiği acı hissi, korkuyla birleşince ona bir anlık güç verdi. Sertçe geriye gitmeye çalıştı, ancak boynuzlarını kurtaramıyordu. Rakibi de bu durumdan korkmuş olacak ki, panikle kendisinden uzaklaşmaya çalışıyordu. Ancak boynuzları kurtarmak imkânsız gibiydi. Çatallar, öyle bir noktada birleşmişlerdi ki, ayırmak çok güçtü. Ne yapacağını bilemeden, kafasını bir o yana bir bu yana sallayarak rakibinden kurtulmayı denedi. Hiçbir başarıya ulaşamadı. Az önceki cinsellik amaçlı mücadele, bir anda hayatta kalma mücadelesi haline dönüşmüştü.

Boynuzlarını ne kadar kurtarmayı denediyse de, başarılı olamadı. Âdeta rakibiyle kilitleyip kalmışlardı. Üstelik bu süreçte, diğer erkeklerin de mücadeleleri sona ermekteydi, artık dişilere çok yakınlardı. Bunun korkusu ve motivasyonu, boynuzlarını daha da güçlü çekmeyi

denemesine neden oluyordu. Ancak ne kadar zorlarsa zorlasın, gerilen boynuzlarının kafasına verdiği acıyı hissetmekten fazlasını başaramıyordu. Rakibi de korkuyla uluyor, kendisinden kurtulmak için aralıklarla ileri geri gidiyordu. Bu süreçte boynuzları batıyor, vücudunda yeni yaralar açılıyordu.

Bu şekilde kurtulma mücadeleleri, 1.5 saat kadar sürdü. Artık dişileri umursamıyorlardı bile, zaten birçok erkek alanı terk etmiş, başarılı erkekler dişilerden kuracakları haremleri oluşturmaya başlamış, bazıları bunu bile bitirerek alanı terk etmişlerdi. O ise halen kilitli boynuzu ve vücudundan akan kanlarla, rakibiyle alanın orta yerinde kalakalmıştı. Hava artık kararıyor ve soğuyordu.

Aradan 4 saat daha geçtikten sonra, artık kurtulmak için bile mücadele vermeyi bırakmışlardı. Rakibi de, kendisi de, ölümü kabullenmiş gibiydi. Kararan ağaçlık alandan kurt ulumaları ve çatırtılar geliyordu. Artık pek şansları kalmamıştı, zira boynuzları kurtulsa bile, avcılardan bu yorgunlukla kaçmaları imkânsızdı. Boynuzlarını son bir kere kurtarmak için zorladı, ancak herhangi bir sonuç alamadı. Rakibi, umutsuzluk içerisinde yere çöktü ve onu da çökmeye zorladı. Artık ağaçların arasındaki hırıltılar duyuluyordu ve gececi avcılarının kokusu burunlarına geliyordu.

Ağaçlar arasından 5 kurt, hırlayarak ve ağızlarından sular akarak çıktığında, zaten çoktan vücudu ölümler sarılmaya başlamıştı. Oradan yaklaşık 50 kilometre ötedeki yuvalarındaysa, cinsel mücadeleyi başarıyla geçen erkekler, yeni yavrular üretmek için girişimlere başlamıştı bile.

Bir yanda sessiz ölüm çılgınlıkları atılırken, diğer yanda yeni yaşamlar başlamak üzereydi...

Bu “hüzünlü” hikâyeden alacağımız birçok ders var aslında. Bu bölümde, bunlar üzerinden giderek sizlere evrimin en güçlü mekanizmalarından biri olan Cinsel Seçilim’i tanıtmaya çalışacağım. Bunu yaparken birçok örnek kullanacağım ve diğer bölümlerde de olduğu gibi, bunların insan üzerindeki etkilerine kabaca değineceğim.

İlk olarak, hikâyeden de anlaşılabilceği gibi Cinsel Seçilim, eşeyli (farklı cinsiyetlere sahip bir şekilde) üreyen türlerin içerisinde bulunan cinsiyetlerin, üremeyi gerçekleştirebilmek adına kendi cinsiyetlerinden bireylerle mücadele etmesi veya bir şekilde karşı cinsiyeti kendisiyle üremeye ikna etmesi çabasıdır. Bu, çoğu zaman bilinçli bir şekilde değil, evrimsel süreçlerin türlere kazandırdığı davranışsal mekanizmalar dahilinde yapılabilmektedir. Dolayısıyla Cinsel Seçilim söz konusu olduğunda, bilişsel davranışlardan çok içgüdüsel davranışlar ön plana çıkmaktadır.

İlk defa Charles Darwin tarafından ileri sürülen, 1859 yılında yayınlanan *Türlerin Kökeni*’nde tarif edildiği biçimiyle “*Türlerin başarısı yalnızca yaşam mücadelesi ile değil, aynı zamanda erkeklerin dişilere sahip olmak amacıyla girdikleri mücadele ile de belirlenmektedir. Bu mücadele, başarısız olanın ölümüne değil, bireyin daha az yavru üretebilmesine veya belki de hiç yavru üretememesine neden olmaktadır.*”

Bu tanım, bazı eksikler içermekle birlikte, Cinsel Seçilim’in ana unsurlarının birçoğunu içermektedir. Şimdi bu cümle üzerinden giderek, yukarıdaki ufak hikâyemizi de unutmadan, Cinsel Seçilim’i irdelemeye

çalışalım. Darwin'in yaptığı tanıtmda göze çarpan ilk nokta, türlerin başarısının sadece yaşam mücadelesi ile belirlenmediğidir. Bu noktayı biraz açmak istiyorum:

Biyolojik bilimlerde canlıların nasıl var oldukları, nasıl varlıklarını sürdürdükleri ve nasıl yok oldukları incelenirken, ister istemez, benim biyolojik amaç olarak isimlendirdiğim bir kavram ileri sürmemiz gerekmektedir. Bu amaç, sanılabileceği gibi önceden belirlenen ve daha üst bir kuvvet tarafından canlılara bahşedilen amaçlar değil, evrimsel süreç içerisinde canlılığın devamlılığı için gerekli bileşenlerin sürdürölme çabasıyla ortaya çıkan amaçlardır.

Özellikle insan türünü incelediğimizde, birey bazında herkesin farklı yaşam amaçları olduğunu görürüz. Kimi yaşamının amacı olarak bilimi görürken, kimi yaşamını "başarılı" olarak görmek için sanata yönelir, kimi din ile uğraşır, kimi müzik yapar, kimi gezer ve daha çok yer görmeye çalışır, vs. Bunların tamamı, bizler için çok kıymetli olan amaçlardır ve belki de, eğer bu alanlarda başarılı olamazsak "amacımızı gerçekleştirememiş" veya "başarısız" olarak nitelendiriliriz veya kendimizi başarısız görürüz. Öte yandan bu saydıklarım, yani bilim, felsefe, din, sanat, müzik, gezi, sosyallik, vb. unsurların her biri çok kıymetli veya en azından birey bazında insanlar için önemli amaçlar olmakla birlikte, hiçbirini biyolojik amaç olma niteliği taşıyamamaktadır.

Bunu bir düşünelim... Bildiğiniz gibi, türlerin varlığının sürdürölmesi, birey bazında değil, tüm popölasyon bazında incelenmesi gereken bir unsurdur. Türün içerisinde bireylere tekil olarak olan olaylar, türün genelini pek de fazla etkilemez. Öte yandan, eğer ki

meydana gelen bir gelişme veya alınan bir karar türün bir bütün olarak geleceğini etkileyecek olursa, bu kararların ya da meydana gelen olayların, türlerin biyolojik amaçlarını ve bu amaçlara ulaşma başarılarını etkilediğini söyleyebiliriz. Bu sebeple bir biyolojik amaç belirlerken bireyleri değil, toplumun tamamını göz önüne almamız gerekmektedir.

İşte bu şekilde incelediğimizde, bireyleri de geçtim, toplumun tamamı, bir bütün olarak bilimi, sanatı, dini, felsefeyi, müziği veya kendinize “yaşam amacı” olarak biçtiğiniz her neyse onu bıraktığında, türümüz yine de varlığını sürdürebilir. Elbette ki sanatsız, müziksiz, felsefesiz, bilimsiz bir hayat, sıkıcı ve boş bir hayat olabilecektir, bunu kabul ediyorum ve böyle bir hayatı desteklemiyorum. Ancak bu bölümün amacı, benim bu konudaki düşüncelerimi anlamanız değil, Cinsel Seçilim’in, bir doğa yasasının evrime nasıl ve neden yön verdiğini algılayabilmenizdir. Dolayısıyla tarafsız olarak düşünüldüğünde kabul edilecektir ki, bizler için ne kadar değerli olurlarsa olsunlar, insan türü olarak biyolojik varlığımız, bu sayılanlar olmaksızın da sürdürülebilir.

Bu durumda, öyle amaçlar belirlememiz gerekir ki sadece insan değil, bütün türler, evrensel olarak bu amaçlara ulaşmaktan vazgeçecek olursa veya bunları gerçekleştiremeyecek konuma düşerse, yok olacak olsun. İşte bu nokta üzerinde biraz düşünüldüğünde, karşımıza bütün türleri istisnasız etkileyen, iki temel biyolojik amaç çıkar. Bu noktada, kitabımın on sekizinci değişim noktasına da gelmiş bulunuyoruz: Dünya üzerindeki bütün türlerin ortak iki adet biyolojik amacı bulunmaktadır: hayatta kalmak ve üremek. Türler,

bunlar haricindeki bütün amaçlarından vazgeçseler veya yapamayacak konuma düşseler dahi tür bazında varlıklarını sürdürebilirler, bunda artık hemfikiriz. Ancak herhangi bir türün, bütün bireyleri, hayatta kalmaktan veya üremekten vazgeçtikleri andan itibaren, belirli bir süre sonra tür tamamen yok olacaktır. Örneğin bütün insanlar, eğer ki bugün hayatta kalmaktan vazgeçerler ve kendilerini öldürecek olurlarsa, tür aynı gün içerisinde tamamen yok olacaktır. Benzer bir şekilde bütün insanlar, üremekten bugün vazgeçecek olursa, bugün doğan bebeklerin doğal bir şekilde ölümüyle birlikte, Dünya üzerinde bir süre sonra hiçbir insan kalmayacaktır. Dolayısıyla tür, biyolojik olarak başarısız olmuş olacaktır. İşte “biyolojik amaç” dediğim, budur.

Bir önceki bölümden hatırlayacağınız üzere, hayatta kalma mücadelesi ile ilgili olan seçilim, Doğal Seçilim’di. Bu amaç dahilinde türler, birbirleriyle ister istemez mücadele ederek çevresel ortama en uygun hale gelmeye çalışmakta, genetik ve fiziksel unsurlar bakımından yetersiz olanlar Doğal Seçilim dediğimiz mekanizma dahilinde elenmekte, başarılı olanlar ise hayatta kalmalarını sürdürebilmekteydiler. Dolayısıyla başarılı olan bu bireyler, genlerini de kendileriyle birlikte *potansiyel olarak* başarılı kılmış olmaktadır.

“Potansiyel olarak” kalıbını vurguladım, çünkü biyolojik bir başarı için hayatta kalmak tek başına yeterli değildir. Hayatta kalmayı başarabilen bireylerin, aynı zamanda üreyerek, kendilerini başarılı kılan genleri yavrularına da aktarması gerekir. Canlılığın sürdürülebilirliği, canlılığın ilk başlangıcından beridir bu iki yöntem (hayatta kalma ve üreme) sayesinde



çözölmüştür. Günümüzdeki tüm türlerin biyolojik amaçlarının tıpatıp aynı olması, biyolojik kökenlerinin de ortak olduğu fikrini desteklemektedir.

İşte söz konusu Darwin'in dediği gibi hayatta kalmak değil ama üreme olduğunda, türlerin bireylerinin başarılı veya başarısız olarak nitelendirilmesini sağlayan süreç, Cinsel Seçilim'dir. Bu süreç de, diğer hiçbirini gibi bilinçli bir müdahale ile sürmemektedir. Tamamen doğal süreçlerin bir ürünüdür ve bu şekilde devam etmektedir. Tıpkı Yapay Seçilim ve Doğal Seçilim gibi, yine genetik farklılıkların neden olduğu fiziksel çeşitliliğe (varyasyonlara) bağlı olarak süregelen bir süreçtir. Şimdi biraz bunu irdelemekte fayda görüyorum.

Her canlı bireyin, daha önce açıkladığım genetik mekanizmalardan ötürü, birbirinden farklı sayısız özelliği bulunmaktadır. Bu genetik özellikler, tür içerisinde bireyden bireye farklı şekillerde dağılmıştır. Ancak popölasyonu incelediğimiz zaman, bu dağılımın tamamen rastgele olmadığını görmekteyiz. Özellikle aynı tür içerisindeki farklı cinsiyetlere baktığımız zaman, belli başı özelliklerin cinsiyetlerde toplandığını görebiliriz. Yani bir türün erkekleri ile dişileri, çoğu zaman birbirlerinden görsel olarak ayrılabilcek kadar farklıdır. İşte bu şekilde, morfolojilerine (dış görünüşlerine) bakarak cinsiyetlerini birbirinden ayırabildiğimiz türlere cinsel çiftbiçimli türler demektediriz. Tahmin edebileceğiniz gibi, böyle bir tanım yaptığımızı göre, cinsiyetlerin birbirinden görsel olarak ayrılamadığı türler de bulunmaktadır. Bunlara da, cinsel tekbiçimli türler deriz.

Esasında cinsel çiftbiçimlilik, Cinsel Seçilim sürecinin başlamasındaki ana unsurlardan biridir. Cinsiyetler genler bazında birbirlerinden ayrılmaya başladığı dönemlerden itibaren, belli başlı özellikler bu cinsiyetler üzerinde toplanmıştır. Bu sürecin en önemli adımlarından birinin, örneğin XY kromozom sistemine sahip türlerde, cinsiyet kromozomlarının yapısal olarak birbirinden ayrışması olduğu bilinmektedir. Bu ayrışma sırasında, genetik bazı özellikler erkeklığe sebep olan kromozom üzerinde toplanırken, bazı diğer genetik özellikler dişiliğe sebep olacak kromozom üzerinde toplanmıştır. Genlerdeki bu simetrik olmayan dağılım, bu genlerden kaynaklı cinsiyetlerin yapılarının ve davranışlarının da birbirlerinden farklı olmasına neden olmaktadır. Bu da, hem hayatta kalma mücadelesi, yani Doğal Seçilim açısından, hem de üreme mücadelesi, yani Cinsel Seçilim açısından, üzerine etkiyecek birçok yeni malzeme oluşturmaktadır. İşte 3. Bölüm içerisinde anlattığım Eşeyli Üreme'nin evrime katkısını burada bir kere daha anlamaktayız: Cinsiyetlerin oluşumu, yepyeni genetik çeşitliliklerin oluşmasına neden olmuştur.

Bu genetik çeşitlilik de, cinsiyet içerisinde eşit olarak dağılmamaktadır. Erkekler arasında birçok özellik farklılık göstermekte olduğu gibi, dişiler arasında da geniş bir çeşitlilik dağılımı görmekteyiz. Bu, cinsel tekbiçimlilikten cinsel çiftbiçimliliğe geçiş sırasında bu kadar belirgin değildi ve günümüzde, cinsiyet bazında genetik olarak ayrılrsa da, fiziksel olarak ayrılamayan cinsel tekbiçimli canlılarda bu durumu halen görmekteyiz. Öyleyse burada, cinsiyetler arası özelliklerin bu kadar ciddi biçimde ayrılmasını

destekleyecek bir süreç olmalıdır. İşte bu sürecin adı, Cinsel Seçilim'dir.

Genlerimiz, bizim ne olacağımızı büyük ölçekte belirlemektedir. Çevre de bu genler üzerine etki ederek detayları oluşturmakta ve netleştirmektedir. Dolayısıyla bir yavrunun ne olacağını, tamamen olmasa da büyük ölçekte genlerine bakarak görebiliriz. Bu durumda ebeveynler için, kendi genlerini de taşıyacak yavruları oluşturmak açısından en uygun eşleri seçmek şart olmaktadır. Dolayısıyla Cinsel Seçilim dediğimiz bu seçim süreci, cinsiyetlerin ayrılması sırasında, ilk başlarda muhtemelen daha az etkiliyken, zaman geçtikçe daha güçlü bir mekanizma haline almıştır.

Bu nasıl olabilir? Burada gördüğümüz, bir seçim türünün, bir diğerini pekiştirmesidir. Cinsiyetlerin ayrımı sırasında, günümüzden yüz milyonlarca yıl öncesinde, Cinsel Seçilim çok fazla etkili değildi diye belirtmişim, çünkü bu tip seçilimin etki edebileceği kadar cinsel farklılık bulunmuyordu. Dolayısıyla, cinsiyetlerin oluşumundan sonraki dönemde, farklı cinsiyetten bireyler birbirlerini halen rastgele seçiyorlardı. Ancak süreç ilerledikçe, bazı tercihler genetik kombinasyon bakımından daha verimli yavrular üretmeye başlarken, bazıları daha başarısız yavrulara neden oluyordu. Bunun sebebi ise cinsiyetlerin oluşumuyla birlikte farklılaşan genetik dağılımdı. İşte Doğal Seçilim (ve hatta muhtemelen Genetik Sürüklenme), bu noktada Cinsel Seçilim'i tetiklemeye başladı diye düşünebiliriz. Yani en doğru eşleri seçmeyi başarabilenler, bunu her ne şekilde başarıyorlarsa, Doğal Seçilim sayesinde bu seçimin sonuçları desteklenmiş olabilir. Bu durumda, bu

ebeveynlerden oluşan yavrular da, üreme çağına geldiklerinde benzer bir başarıyla eşlerini seçmiş olabilirler. Bu sürecin devamı sonucundaysa giderek farklılaşan cinsiyetleri ve giderek güçlenen Cinsel Seçilim'i görmemiz işten bile değildir.

Burada şu soru sorulabilir: Peki neden cinsiyetler oluştu ve birbirlerinden ayrıldılar? Bunun için belki de öncelikle mayoz bölünmenin, yani daha karmaşık bir mekanizmaya sahip olan ve temel olarak üreme hücrelerinin üretiminde kullanılan hücre bölünmesi tipinin nasıl evrimleştiğini anlamamız gerekir. Ancak bu konu, bu bölümü aşırı uzatacaktır ve kitabımın alanının dışına çıkacaktır. Bu sebeple bunu bir başka kitabımda anlatmak istiyorum. Ancak burada bazı tarihler vereyim: Yapılan araştırmalar, eşeyli üremenin eşeysiz üremeden evriminin günümüzden 1.2 milyar yıl öncesine denk geldiğini düşündürmektedir. Bu dönemde, Dünya halen prokaryotların hükümdarlığındadır; ancak ökaryotlar da artık evrimleşmiştir ve giderek yayılmaktadır. Bu evrimsel süreç içerisinde bir noktada, ökaryotik bir atada eşeyli üremenin evrimleştiği düşünülmektedir. Sonrasında, o atadan gelen bütün ökaryotlarda üreme sırasında bu durum görülür. Öte yandan eşeyli üremenin evrimi, cinsel çiftbiçimliliğin hemen ortaya çıkmasını sağlamamıştır. Bunun ortaya çıkması, günümüzden 550-400 milyon yıl kadar önce olabilmiştir. Şu anda bu alanda halen araştırmalar sürmektedir; ancak cinsel çiftbiçimliliğin evriminin, cinsel organların evrimiyle aynı döneme denk geldiği düşünülmektedir. Hayvanlarda gördüğümüz cinsel organların ilk olarak 500 milyon yıl kadar önce, *Funusia dorothea* isimli,

serbest hareket edemeyen bir hayvan türünde evrimleştiği düşünülmektedir. Kaotik deniz ortamında üreme başarısını arttırıcı “kanca-delik” mantığı ile hareketin sınırlanmasını sağlayıcı bir adaptasyon olarak ortaya çıktığı düşünülen cinsel organlar, nesiller içerisinde cinsiyetler arası farklılaşmanın da temel sebebi haline gelmişlerdir.

Her ne sebep olursa olsun, cinsiyetlerin birbirinden ayrılmasından sonraki süreçte Cinsel Seçilim giderek güç kazanmış ve Evrim Mekanizmaları arasında çok önemli bir yer edinmiştir. Günümüzde, Doğal Seçilim ile Cinsel Seçilim arasında sıkı sıkıya bir ilişki görürüz. Bu noktaya girmek amacıyla, Darwin’in birkaç sayfa önce verdiğim tanımının analizine geri dönelim.

Hatırlayacak olursanız Darwin, tanımında “... *erkeklerin dişilere sahip olmak amacıyla girdikleri mücadele...*” şeklinde bir ifade kullanmaktadır. Tanımsal olarak bunun tamamen doğru olmadığını söyleyebilirim çünkü günümüzde, dişilerin de erkeklerle sahip olmak amacıyla mücadeleye girdiği birçok örnek tespit edilmiştir. Fakat türlerin çoğunluğunda gördüğümüz, daha çok erkeklerin dişileri etkilemek için kur yapan konumunda kaldığıdır ve dişilerin ise seçici taraf olduğudur. Bunun sebebi ne olabilir?

Doğayı incelediğimiz zaman, çok ciddi bir enerji dengesi görmekteyiz. Aslında bu, kitabımın içerisinde anlattığım yaşam görüşü ile tam olarak uyum içerisinde. Hatırlayacak olursanız ilk canlılık evrimleşirken amaç, enerjinin aktif olarak kullanılması, böylece entropi artışına lokal olarak karşı gelebilmektir. Sonrasında ise hayatta kalma ve üreme amacıyla birçok

evrimsel süreçten geçildiğine değindim ve hâlâ bunları anlatıyorum. Ancak buraya kadar anlattıklarımı analiz edecek olursanız, esasında bunların her birinin tek bir temelde, enerji korunumu temelinde incelenebileceği görülecektir.

Türler, “başarılı” olmak amacıyla enerjiyi en uygun şekilde kullanabilmelidirler. Evrimsel tarih, enerjinin düzgün kullanımına bağlı olarak yazılmaktadır. Örneğin çok hücreliliğin evrimi, ancak bunun için gerekli enerjinin sağlanabilmesi, yani atmosferdeki oksijen oranlarının artmasıyla mümkün olabilmiştir. Evrimsel süreçte körelen organlara baktığımızda, bunların körelme sebebinin türün bireylerine gereksiz enerji harcatması olduğunu görebiliriz. Türlerde, bütün ömür boyunca işe yaramaz bir organı taşıyan ve besleyenler yerine, bu gereksiz organları en az veya en körelmiş biçimde üretenlerin seçildiğini görürüz. Çünkü bilinçli olarak yapılmıyor olsa da, bu gereksiz organların üretimi, beslenmesi ve korunmasına harcanan enerji, tür içerisinde çok daha farklı ve faydalı amaçlara kullanılabilir. Benzer şekilde, bir organın veya yapının evrimleşebilmesi için, o evrimin sonucunda alınacak faydaların türe, evrim süresince harcanan enerjiden daha fazla katkı sağlaması gerekir. Trade-Off (Takas) İlkesi dediğimiz bu ilke, evrimin ilerleyişinin en temel unsurlarından bir tanesidir. Yani evrimsel süreçte, gereksiz bir yapının evrimleştiğini pek sık görmeyiz (ancak gördüğümüz zamanlar da olur). Bunun sebebi, gereksiz bir yapıyı evrimleştirme yoluna giren türlerin, enerji sarfiyatından ötürü, bu gereksiz yapıyı evrimleştirmeyenlere göre başarısız olmaları ve

elenmeleridir. Kısaca, enerji sonsuz değildir ve dolayısıyla son derece düzgün kanalize edilmesi gerekir. Gerek genetik, gerek çevresel unsurların etkisi altında, enerji dağılımını en düzgün yapabilen türler evrim sürecinde başarılı olacaktırlar.

İşte bu prensipleri, Cinsel Seçilim'e uyguladığımızda, yap-bozun parçalarının birbirine tam olarak oturduğunu görebiliriz: Cinsiyetlerin özelliklerinin ayrışması sırasında, cinsel organların, üreme hücrelerinin, farklı cinsiyetlerin yavrulara yaptıkları katkıların da birbirinden farklılaşmaya başladığını görürüz. Örneğin erkek üreme hücresi olan sperm, genellikle aşırı fazla sayıda üretilirken ve üretimi, türler açısından genel olarak pek de zor değilken, dişi üreme hücresi olan yumurta, genellikle çok az sayıda üretilir ve o az sayıdaki yumurtanın üretimi oldukça güçtür. Çünkü yavru, bu yumurtadan beslenerek varlığını sürdürür ve bu yüzden yumurta, yüksek besin değeri olan, oldukça korumalı bir yapı olmak durumundadır. Üstelik, evrimsel süreçte farklılaşan davranışlardan ötürü, dişi konumunda olan bireylerin yavruların bakımına daha fazla katkı sağladıkları da görülmektedir. Bunun tam sebepleri bilinmemekle birlikte, yumurtanın evrimiyle bir ilişkisi olabileceği düşünülmektedir. Ancak ne olursa olsun, eşey katkısı olarak isimlendirdiğimiz, ebeveynlerin yavrularına olan katkılarındaki farklılık, enerji dengesini bozmaktadır. Bu dengenin bozulumu ise, bir diğer yolla sağlanmaktadır: Daha fazla eşey katkısı sağlayan, daha nadir bulunan üreme hücrelerini üreten taraf, yani dişiler, seçici ve daha az enerji harcayan konumda kalırken; daha az eşey katkısı

sağlayan ve daha kolay bulunan üreme hücrelerini üreten taraf, yani erkekler, seçilen ve seçilmek için çok daha fazla enerji harcayan tarafta olmaktadır. Bu, tüm türler için evrensel olarak geçerli olmasa da, hangi cinsiyetin seçimde ne kadar rolü olduğunu belirleyen, işte bu enerji dengesidir.

Darwin'in sözündeki tek taraflı yaklaşım, modern bilimde pek de kabul görmemektedir. Çünkü bu seçimin en ciddi biçimde taraflı olduğu, yani yoğun bir şekilde dişilerin seçip, erkeklerin seçildiği türlerde bile, seçilen tarafın da karşı cinsiyette bazı özellikleri seçtiği, her önüne gelenle çiftleşmediği görülmektedir. Dolayısıyla iki cinsiyet de birbirine seçim uygular diyebiliriz. Böyle bir tanım, daha evrensel ve gerçekçi olacaktır.

Doğal Seçilim ile Cinsel Seçilim arasındaki bu enerji bazındaki ilişkinin, yine algılarımızı açacak bir diğer sonucu vardır: Dengelenme ve en uyguna ulaşma. Bölümün başındaki elkleri hatırlayacak olursanız, devasa boynuzlu hayvanlar olduğundan bahsetmiştim. Boynuzların büyük olması, şüphesiz ki üreme başarısı için gereklidir, çünkü hem diğer erkekler egale edilmelidir, hem de dişiler büyük boynuzlardan etkilenmektedir. Öte yandan büyük boynuzların çok ciddi bir sıkıntısı vardır: Avcılardan kaçma sırasında, hayvanı yavaşlatmaktadır. Bu durumdaysa küçük ve hafif boynuzlular avantajlı olacaktır. İşte bu bize, çok net bir gerçeği gösterir: Tür üzerindeki avcı baskısı arttıkça, yani Doğal Seçilim güçlendikçe, boynuzlar küçülecektir, çünkü boynuzların büyük olması üreme açısından avantaj sağlasa da, Doğal Seçilim'in etkisinden ötürü büyük boynuzlu bireyler daha kolay ölecek ve üremeyi



deneyemeyeceklerdir bile. Ancak Doğal Seçilim'in etkisi azalıp, Cinsel Seçilim'in etkileri arttıkça, üremek daha önemli hale gelecek, avcı baskısının azalmasından ötürü büyük boynuzlular seçilecektir. İşte bu dengelenme sürecinde, belli bir ortam için en uyguna ulaşma gerçekleşebilir. Yani Doğal Seçilim ile Cinsel Seçilim arasındaki dans, türlerin adaptasyonunda büyük bir öneme sahiptir.

Darwin, çok yakın arkadaşı olan Asa Gray'e yazdığı bir mektubunda "...bir zamanlar gözün evrimi fikrinin beni nasıl üşüttüğünü hatırlıyorum, ama şimdi bunu aştım. Şimdi ise, bazı ıvır zıvır yapılar beni rahatsız etmekte. Ne zaman bir tavuskuşunun kuyruğundaki tüylere bakacak olsam, her seferinde midem bulanıyor!" şeklinde anlatmıştı. Çünkü 1860 yılında, bu mektup yazıldığı zamanlarda, evrimin bilinen tek mekanizması olan Doğal Seçilim ile tavuskuşunun kuyruk yapısının açıklanması mümkün değildi. Bunun sebebi ise, tavuskuşunun kuyruğu büyüdükçe ve parlak hale geldikçe, avcılarının dikkatini çekmesini kolaylaştırması ve avcılardan kaçmasını zorlaştırmasıydı. Bu durumda nasıl olurdu da Doğal Seçilim, böyle bir yapının evrimleşmesini sağlardı?

Ancak Darwin, üzerine düşeni yaptı ve bu soruların üzerine giderek, Cinsel Seçilim'in, bir diğer Evrim Mekanizması olarak türlerin üzerine etkidiğini keşfetti. Eğer ki bu rahatsızlığından kaçacak olsaydı, belki de bir doğa gerçeğini keşfetmemiz çok daha uzun zamanlar alacaktı. Darwin'in yaptığı açıklamadan sonra görüldü ki, tavuskuşlarının dişileri, solgun ve küçük kuyruklu erkekleri çok daha az tercih etmekteydi. Bu yüzden,

Doğal Seçilim ile Cinsel Seçilim arasında kurulan denge sayesinde tavuskuşunun parlak, büyük ve katlanabilir kuyruğu evrimleşmişti: hem dişileri etkileyebilecek kadar büyük ve parlak, hem de avcılarından az çok kaçabilecek kadar küçük...

Peki dişiler veya erkekler, bu tercihleri nasıl yapıyor? Bir dişi, bir erkeğe bakıp, “Hmm, ne kadar da güzel, parlak tüyleri var, en iyisi bununla çiftleşeyim!” mi diyor? Elbette ki hayır, bunu algı düzeyi en yüksek hayvan olan insan türü bile yapmıyor. Karşı cinsiyetten birini gördüğümüz anda, herhangi bir bilinçli değerlendirme yapmadan etkilenebiliyoruz ya da etkilenmiyoruz. Bu, tamamen bilinçaltımızdaki süreçlerle, otomatik olarak gerçekleşiyor. Dolayısıyla burada, genetik yapımızın bize kazandırdığı eğilimleri analiz etmek gerekiyor. Bir tercih yaparken, her ne kadar büyük oranda ömrümüz içerisinde edindiğimiz deneyimlerden yola çıkarak bu tercihleri yapıyor olsak da, bunların bilinçaltı analizinde genlerimizin büyük bir önemi bulunuyor. Genlerimiz, beynimizde sürececek olan biyokimyasal aktivitenin tipini, diğer bireylerden olan farklılıklarını ve yöntemlerini belirliyor. İşte bu genler, ebeveynlerimizden aldığımız genler olduğu için, ister istemez onların tercihlerine belirli oranda yön veren bu yapılar, bizlere de geçiyor. Bu sayede, evrimsel süreçte en isabetli tercihleri yapabilen bireylerin yavruları da, bu şekilde başarılı tercihler yapmaya meyilli olabiliyor. Bu sadece insan türünde değil, her türünde bu şekilde bulunuyor. Bu nokta size garip gelebilir, çünkü tercihlerinizi bilinçli olarak yaptığınızı, genlerinizin bunda az etkili olacağını düşünebilirsiniz. Bilinç ve

özgür irade kavramları da, bir diğer kitabımın konusu olacak olmakla birlikte, büyük ölçekte yanıldığınızı söyleyebilirim. İnsan türü olarak bizlerin de eğilimlerini, büyük oranda genlerin etkilediğini söyleyebilirim. Elbette bizler, zeki türler olarak neden-sonuç ilişkileri kurmakta daha becerikliyiz; bu sebeple de genlerimizin tercihlerimiz üzerindeki etkisi çok daha kısıtlı. Ancak zekâ düzeyi daha düşük canlılara gidildikçe, yapılan tercihlerin genlerden çok daha fazla etkilendiğini görmek mümkündür.

Dolayısıyla, evrimsel süreç içerisinde birçok canlı türünde, farklı birçok tercih yapılmıştır ve yapılmaktadır. Örneğin dişi tavuskuşları, evrim tarihi içerisinde her zaman özellikle mavi-yeşil renkteki, büyük kuyrukları seçmemiş olabilirler. Erkek tavuskuşları ise (evet, erkekler de tercih yapar, bundan bahsetmiştim), daha parlak boyun tüyleri olan, ibikleri daha uzun dişileri her zaman tercih etmemiş olabilirler. Ancak bir noktada, farklı genetik dağılımdan/varyasyondan, farklı tercihler doğmuştur ve bunlardan birisi, daha başarılı seçimlerin yapılabilmesini sağlamıştır. Bunun Doğal Seçilim ve Cinsel Seçilim tarafından desteklenmesi sonucunda bugünkü torun bireyler, atalarının tercihlerini belirli çerçevede sürdürmektedir. Yani davranışlarımız da, evrimsel süreçte ciddi bir biçimde şekillenmektedir.

Son olarak bir soru daha: Neden parlak renkler, büyük boynuzlar, ışıltılı bir cilt? Bunun da arkasında yatan sebep çok basittir: Görsel veri aktarımı, önünde bazı engeller olmakla birlikte (karanlıkta yapılamaması gibi) bilinen en hızlı bilgi aktarımlarından biridir. Dolayısıyla karşı cinsiyete bir bilgi verilecekse, bunun görsel yolla

yapılması en kolaydır. İşte eğer ki seçilen taraf erkeklerse, dişilere “Ben sağlıklıyım, ben güçlüyüm!” demelerinin en kolay yolu, parlak renklere sahip olmaları, büyük boynuzlar veya yapılar evrimleştirmeleridir. Çünkü parlak renkleri sağlayan, bazı pigmentler ve proteinlerdir. Bunların üretimi ise, DNA sayesinde, yani genetik materyal aracılığı ile olmaktadır. Dolayısıyla, parlak renklerin görülmesi, genler hakkında doğrudan ve tam bilgiler vermese de, dolaylı ve büyük ölçekte isabetli bilgiler edinilmesini sağlar. Yani parlak renkleri, güçlü boynuzları bir noktada seçmeye başlayan bireyler, avantajlı konuma geçecek ve daha başarılı yavrular üretebileceklerdir.

Yani Cinsel Seçilim’in her adımı, tıpkı diğer doğa gerçekleri gibi genetik ve çevresel olarak takip edilebilirdir. Bu adımları izleyen biri, Cinsel Seçilim’in türler üzerindeki etkisini net bir şekilde görebilecektir: Darwin’in tanımının sonunda gördüğümüz gibi, Cinsel Seçilim açısından başarısız olan bireyler ölecek olmasalar da, üreyemeyecekleri için kendilerindeki genleri gelecek nesillere aktaramayacaklardır. Bu da, bölümün ortalarında tanımladığım biyolojik amaçlar açısından başarısızlık demektir. Çünkü unutmayın: Türün (veya bireyin) başarısı için sadece hayatta kalmak değil, üreyebilmek de bir zorunluluktur.

Tıpkı Doğal Seçilim’in laboratuvar ortamında yarattığı evrimsel değişimleri göstermek amacıyla verdiğim örnek gibi, Cinsel Seçilim’in de yarattığı evrimi nasıl gözleyebileceğimizi gösteren bir deneyle, bu bölümü noktalandırmak istiyorum:

Prof. Dr. John Endler, Avusturalya'da bulunan Deakin Üniversitesi'nde görev yapan bir Duyusal Ekoloji ve Evrim profesörüdür. 1986 yılında yazdığı *Vahşi Hayatta Cinsel Seçilim* isimli kitabıyla ün kazanmıştır. Ancak onu büyük bir bilim insanı yapansa, Endler Deneyi olarak bilinen, Cinsel Seçilim'in evrimsel değişimler yaratabileceğini gösteren deneyleridir.

Endler, gupi ya da lepistes olarak bilinen *Poecilia reticulata* isimli balıklar üzerinde bir araştırma yürütmüştür. Lepisteslerin erkekleri, dişilerinden çok daha parlak renklidir. Bunun iki sebebi vardır: İlki, akvaryumcuların balıkları satabilmek için en parlak olanları birbiriyle çiftleştirmeleri, yani Yapay Seçilim'in etkisi, ikincisi ise dişilerin en parlak renkli erkekleri seçmesi, yani Cinsel Seçilim'dir. Ancak bu deneydeki amaç, bu ikinci basamağı ispatlamak ve Cinsel Seçilim'in evrimsel süreçlerdeki rolünü, ne kadar etkili olduğunu, değişim yaratma gücünün olup olmadığını anlamaktır.

Endler'in lepistesler üzerinde yaptığı incelemelerde fark ettiği ilk şey, vahşi hayattaki bireyler arasında, cinsiyetler içerisinde ciddi bir çeşitlilik olduğuydu. Özellikle erkeklerde, kimi çok parlak renklere sahipken, kimi sıradan ve daha solgun, mat renklere sahipti. Esasında Endler'in gördüğü bu gerçek, bildiğimiz her türde olduğu gibi, lepisteslerde de var olan çeşitliliktir (varyasyondur). Ancak Endler'in aklını kurcalayan soru şudur: “Mademki dişiler parlak renkli erkekleri seçiyor, nasıl oluyor da bazı bölgelerde yaşayan solgun ve daha mat renkli bireyler de varlıklarını sürdürebiliyor?”

Bu sorusuna cevap bulabilmek adına, lepisteslerin çevresel unsurlarını ve ekolojisini inceleyen Endler, çok ilginç bir gerçekle karşılaşmıştır: Yaşadıkları çakıllı dere tabanlarında, avcılarında kamufle olabilme konusunda mat renkli balıklar çok daha avantajlıdır. Parlak renkliler ise, avcılar tarafından kolaylıkla seçilip avlanabilmektedir. Bu sebeple, her ne kadar dişiler en parlak renkli erkekleri tercih ediyor olsalar da, ortama kamufle olup hayatta kalabilme, yani Doğal Seçilim'in baskısı, bu bölgelerdeki bireyler için daha üstün gelmektedir.

Bu gerçekten yola çıkan Endler, ekolojik araştırmalarını sürdürdü ve daha genel gerçeklerle karşılaştı: Avlanmanın daha az olduğu bölgelerde erkekler çok daha parlak renklere sahiplerdi, büyük ve gösterişli kuyrukları vardı ve kolaylıkla, farklı renklerde vücut yapıları evrimleşebiliyordu. Yani bu bölgelerde, avlanma baskısı (Doğal Seçilim), dişilerin erkekler üzerinde kurduğu eşeysel baskıdan (Cinsel Seçilim) daha zayıftı, bu sayede dişilerin tercihlerinden kaynaklı evrimsel değişimler daha kolaylıkla gerçekleşebiliyordu. Bazı diğer bölgelerde ise, özellikle avcılarının sayısı fazlaysa, dişilerin tercihleri daha az etkili oluyordu, çünkü parlak renkliler, her ne kadar daha kolay üreme şansına sahiplerse de, çok daha kolay avlanarak belki de üreme çağına erişmeden ölüyorlardı. Bu yüzden Doğal Seçilim'in daha kuvvetli olan baskısı, parlak renklerin evrimleşmesine izin vermiyordu.

Endler, her ne kadar sonuçlarına ikna olmuş olsa da, bu gözlemlerini bilimsel hale sokabilmek adına bazı deneyler geliştirdi. Endler Deneyleri olarak bilinen bu

deneylerin amacı, daha önce bahsettiğim gibi, Cinsel Seçilim ile Doğal Seçilim arasındaki ilişkiyi kurabilmek ve Cinsel Seçilim'in yeni türler yaratma gücü olup olmadığını anlamaktı.

Endler, bunu başarabilmek için büyük seralar geliştirdi ve bunların içerisine 10 adet büyük akvaryum kurdu. Doğal ortamdaki farklılığı yaratabilmek adına, bu 10 havuzdan 5 tanesinin dibine büyük taşlar yerleştirirken, kalan 5 tanesine oldukça ufak çakıl taşları yerleştirdi. Bunun sonucunu öngörmek çok zor değildir: Lepistesler, avcılarından korunmak adına buldukları ortamın zemin renklerine adapte olacak, bu şekilde 5 tanktaki lepistesler büyük kayalarla uyumlu bir hale evrimleşecek, diğer 5 tanktakiler ise küçük çakıl taşları üzerinde kamufle olabilecek bir yapıya evrimleşecektir. Ancak Endler'in görmek istediği bu değildi, evrimin bu şekilde yeni türler yaratabileceğini zaten artık biliyoruz. Merak edilen, avcı baskısı ile eşey baskısı arasındaki ilişkiydi.

Bunu görebilmek için Endler, 10 havuzdan biri büyük taşlı, diğeri küçük taşlı havuzlar olacak şekilde 2 tanesine hiçbir avcı koymadı ve kontrol grubu olarak belirledi. Burada göreceği, sadece Cinsel Seçilim'in etkileriydi (zira hiç avcı bulunmuyordu). Kalan 8 havuzdan 4 tanesine (2'si büyük taşlı, 2'si küçük taşlı olacak şekilde), Cichlidae ailesinden Turna Sihlidi (Cikleti) adı verilen, lepistes avlama konusunda son derece vahşi olan bir tür yerleştirdi. Böylece bu tanklarda, yoğun bir şekilde avcı (Doğal Seçilim) baskısı oluşacaktır. Geriye kalan 4 tanka ise (yine 2'si büyük, ikisi küçük taşlı olacak şekilde), Turna Sihlidi'ye göre

oldukça zararsız olan, ancak yine de lepistesleri avlayabilen Dev Rivulus (*Rivulus hartii*) türünden balıklar koydu. Bu şekilde güçlü ve zayıf avcılarının etkisini test etmek istemesinin amacı, doğal yaşamda avcısız ortamda yaşayan lepisteslerin bulunmaması, ancak doğada kimi yerde yaşayan lepisteslerin güçlü avcılarının, kimi yerde yaşayanlarınsa zayıf avcılarının bulunmasıdır (ki bu yüzden farklı renklerde ve yapılarda lepistesler evrimleşmiştir).

Bu 10 tanktaki lepistesler, doğal koşulları birebir tekrar eden bu deneyde, öncelikle avcılar hiçbir tanka dahil edilmeden 6 ay boyunca ürediler ve çoğaldılar. 6 ayın sonunda ise, yukarıda açıkladığım şekillerde avcılar havuzlara dahil edildi. Böylece 6 aydan sonra, tanklarda doğal bir ekosistem kurulmuş oldu. Endler, deneyin başlangıcından öncelikle 5 ay sonra (avcılarının dahil edilmesinden 1 ay önce), daha sonra ise 14 ay sonunda (avcılarının dahil edilmesinden 8 ay kadar sonra) birer yoklama yaptı ve her bir tanktaki, her bir lepistes bireyinin benek sayısını, renk dağılımını, iriliğini, davranış özelliklerini ve tabii ki, eğer olduysa, bunlardaki evrimsel değişimi not etti.

Sonuçlar, tahmin edilebileceği gibi, son derece ilgi çekiciydi: Havuzlara konulan lepistesler, deney başlamadan önce oldukça geniş bir varyasyona sahiplerdi. Her havuzda, büyük benekli veya küçük benekli, büyük yapılı veya küçük yapılı, parlak renkli veya mat renkli, vb. birçok farklı lepistes bireyi bulunuyordu. Avcıların tanklarda bulunmadığı ilk 5 ayın sonunda, beneklilik miktarı en üst düzeylere ulaştı. Her tanktaki, hemen hemen her birey, inanılmaz bir benek



sayısına ulaştı. Çünkü Doğal Seçilim'in hiçbir etkisi yoktu ve erkeklerden her nesilde en benekli doğan bireyler dişileri, avlanma baskısı olmaksızın, etkileyebiliyorlardı. Ayrıca daha iri bireyler evrimleşebilmişti, çünkü nesiller üzerinde kamufle olma baskısı bulunmuyordu. Böylece, sadece Cinsel Seçilim'in etkisi altında, canlıların farklılaşabileceği, boyutlarının ve şekillerinin değişebileceği ispatlanmış oldu. Kısaca evrimin, sadece Cinsel Seçilim Mekanizması sayesinde bile yeni türler yaratabileceği gösterilmiş oldu. Ancak deney burada bitmiyordu.

14. ayın sonundaki sayımlar, daha da ilginçti: Tehlikeli avcıların (Turna Sihlidlerinin) koyulduğu havuzlarda, benekler neredeyse yok olmuşlardı, parlak renkler neredeyse tamamen yok olmuştu, mat renkli bireyler hâkim hale gelmişti! Bununla da kalmayarak bu yoğun avcı baskısı altındaki lepistesler, buldukları ortamdaki taş büyüklüğüne uygun bir şekilde evrim geçirmişlerdi. Yani daha ufak taşların bulunduğu tanklarda sadece bu koşullarda kamufle olabilen, küçük benekli varyasyonlar hayatta kalabilmiş, daha iri taşların bulunduğu tanklarda ise tam tersi bir durum görölmüş ve daha iri benekliler hayatta kalabilmişlerdi. Elbette tür içerisinde, her zaman olduğu gibi varyasyonlar görölüyordu: biraz daha az/fazla benekli, biraz daha ufak/iri benekli, farklı yapılı, çok başarılı kamufle olamayan bireyler de bulunuyordu. Ancak 5. ayın sonundaki sayımlarla kıyaslanacak olursa, aradaki fark inanılmazdı.

Daha da ilgini, avcıların olmadığı 2 tanktaki bireylerle, zayıf avcıların bulunduğu tanktaki bireyler, neredeyse hiçbir şey değişmemiş gibi yüksek benek

sayısını ve parlak renklerini korumayı sürdürüyorlardı. Yani Cinsel Seçilim, halen Doğal Seçilim'den daha baskın haldeydi. Üstelik tüm bu evrimsel değişimler ve çok daha fazlası, yalnızca 15 nesilde meydana gelmişti! Endler, bu deneyini uzun yıllar sürdürmüş ve değişimleri kaydetmiştir: Deneyin başlangıcından 9 yıl sonra (ilk/ata lepesteslerden yaklaşık 120 nesil sonra), farklı tanklardaki farklı lepesteslerde parlaklık, üreme davranışları, eşeyssel olgunluğa erişme yaşı, vücut büyüklüğü, yavrulama sayısı, yavrulama sıklığı gibi birçok özellik değişmiş ve farklı yönlere doğru evrimleşmiştir. Eğer ki süreç devam ettirilecek olursa, bu farklı yönlerde evrimleşen nesiller o kadar farklılaşacaklardır ki, artık bu canlıları aynı tür altında isimlendirmek mümkün olmayacaktır. İşte evrim, budur. Endler de, Cinsel Seçilim'in evrimsel değişimleri nasıl sağladığını net bir şekilde ortaya koyabilmiştir.

Dolayısıyla bu bölümü sonlandırmadan, kitabımın on dokuzuncu değişim noktasına gelmek istiyorum: Evrimsel değişimler, farklı Evrimsel Mekanizmaların birbirine bağımlı etkisi sonucu oluşmaktadır. Dolayısıyla evrimsel süreçleri, farklı Evrimsel Mekanizmaların bağımsız etkilerinden ayrı olarak düşünmek mümkün değildir. Bir türün evrimi, hiçbir zaman tek bir mekanizma açısından değerlendirilemez!

Bu nokta anlaşıldığı zaman, esasında evrimin ne kadar kapsamlı bir konu olduğu da anlaşılacaktır. Kitabımın başından beri, canlılar üzerine etkileyen birçok farklı değişkenden bahsettim. Bu değişkenlerin, farklı mekanizmalardan farklı yönlerde ve şekillerde etkilenmesi olasılıkları da hesaba katıldığında, bir türün

evrimsel değişimine katkı sağlayan sonsuz sayıda faktör olduğu gerçeği ile yüzleşilecektir. Bu sebeple, en basit yapılı türün evrimi bile analiz edilirken, çok kapsamlı ve açık fikirli bir yaklaşım geliştirmek bir zorunluluk olmaktadır.

Bölümün başında anlattığım hikâyemdeki elkler gibi, doğadaki her canlı, her hayvan, her bitki, her mantar, her protista, her bakteri ve her arke, iki aynı, temel motiv (güdü) etkisi altında yaşamlarını sürdürmektedir: Hayatta kalmak ve üremek. Sadece bu basit görünümlü, ancak esasında son derece karmaşık olan güdü bile, türlerin basit bir başlangıçtan, bu muhteşem çeşitliliğe erişebilmesini sağlayabilecek güçtedir. Hele ki bu iki güdüden doğan Doğal Seçilim ile Cinsel Seçilim'in üzerine, daha önceki bölümlerde anlattığım Genetik Sürüklenme ve bir sonraki bölümde anlatacağım yeni mekanizma da eklenecek olursa, türleri nesiller içerisinde değişime zorlayan faktörlerin fazlalığı daha da net anlaşılacaktır.

Böylece, kitabımın son bölümüne ve tanımlanmış olan son Evrim Mekanizmasına geçebiliriz. Sanıyorum ki artık kafanızda, evrimsel süreçlerin büyük resmi oluşmaya başladı. Bu son mekanizma ile, bunun daha da oturacağına ve artık evrimle ilgili tam bir algılayışa erişeceğinize inanıyorum.

## BÖLÜM 7

### **Kollamaya Cesaretin Var mı? Akraba Seçilimi**

Kalahari Çölü'nde avlanan Kudu'nun birkaç bin kilometre kuzey doğusunda bulunan Somali'de, Kismayo bölgesinde Hint Okyanusu'na dökülen Jubba Nehri'nin etrafında, gün yavaş yavaş doğuyordu. Bu bölgede her yer verimli olmasa da, Etiyopya'nın yüksekliklerinden başlayıp Hint Okyanusu'na kadar ulaşabilen bu nehrin civarı, birçok ilginç türün yuvasıydı. Güneş, yarı kurak bölgeyi yavaş yavaş ısıtmaya başladığında, türler de yeni bir güne başlamanın telaşıyla hareketlenmişti. Bu türlerden biri, bir *Homo sapiens* bireyi olan Mehmet Arif'ti. Arif, esasında kıtanın kuzeyinde, Turkana Gölü çevresinde fosil kazıları yapan ve tarihin gizemlerini ortaya çıkaran bir arkeolog ve paleontologdu. Ancak işlerin duraklamasını fırsat bilerek, Afrika'nın derinliklerinde çekilecek bir belgesel ekibine katılmış ve buradaki çalışmalara katkı sunuyordu. Ekip, onu Somali'ye kadar getirmişti.

Günün ilk ışıklarıyla birlikte devasa kameralar, uzun ipler, kuvvetli halatlar, arazi araçları, vb. âlet ve edevatlar hazırlanmış, yeni günde yakalanacak yeni belgesel kareleri için heyecanlı bekleyiş başlamıştı. Aslında hedefleri bir *Loxodonta africana*, yani Afrika Çalı Fili yakalayabilmektir, ancak bir süredir pekiyi görüntü alamamış oldukları için, herhangi bir ilgi çekici tür veya olay için gözlerini dört açıyorlardı. Seyrek

ağaçlar ve kurak çalılar arasında etrafı gözleyerek ilerliyorlardı.

Etrafı merakla inceleyen gözler, sadece *Homo sapiens*'e ait değildi. Olabildiğince sessiz bir şekilde ilerleyen araçlarından birkaç yüz metre ötedeki çalıların arkasında, genişçe bir *Chlorocebus pygerythus*, yani vervet maymunu ailesi yaşıyordu. Bu çevik maymunlar, genelde çalılardan ve ağaçlardan buldukları meyveler ve otlarla besleniyorlardı. İnsanlara oldukça benzer davranış kalıpları bulunan vervet maymunlarının, kimi zaman tıpkı insanlar gibi hipertansiyon veya anksiyete hastalıklarına yakalandığı, hatta insanların yaşam alanlarında barındırılan bireylerinin alkol bağımlılığı geliştirdiği bile biliniyordu. Yaklaşık 45 santimetre uzunluğundaki bu ufak Eski Dünya Maymunları, çalıların arkasından sessizce, ilerleyen arabayı ve içindekileri gözlüyorlardı.

Arabanın gözden kaybolmasından birkaç dakika sonra, elindeki vahşi muz yaprağını bitiren, toplamda hayatta olan 4 çocuğa ve 11 toruna sahip olan yaşlı vervet maymunu, ağır bir şekilde yakındaki kısa ağacın üzerine tırmandı ve oradan etrafı izlemeye başladı. Yaklaşık yarım saat boyunca etrafı kolaçan eden büyükanne maymun, yine ağır bir şekilde ağaçtan inip, başka besin kaynakları bulmak üzere ailesinden uzaklaştı.

Birkaç dakikalık bir yürüyüş sonrasında, daha önce varmadığı bir bufalo çalısına vardı. Bu çalılıklarda bulacağı meyveler için heyecanlanarak, hızla çalıların arasına daldı. İşte o anda, kendi türünden olduğuna emin olduğu bir bireyin zayıf ciyaklamalarını duydu. Gözüne kestirdiği meyvelerin yerini ezberlemeyi ihmal

etmeyerek, hızla sesin kaynağına döndü ve çalılar arasında 3 metre kadar ilerledi. Bu noktada, kokusundan ve görünümünden kendi ailesinden bir birey olmadığına emin olduğu, yaklaşık 2.5 aylık ufak vervet maymununu, ayağına ve bileğine dikenler batmış bir şekilde buldu.

İkinci bir defa düşünmeksizin yavruyu kucakladı ve dikkatli bir şekilde çalılardan çıkardı, hızla ailesinin yanına götürdü. Ailesinin gizlendiği çalılıklara vardığında, elindeki yavruyu yavaşça yere bıraktı. Kısa sürede etrafını ailenin diğer bireyleri doldurdu ve her biri, dikkatlice kendi türünden olan ancak kendi ailelerine ait olmayan yavruya baktı. 3-4 tanesinin ilgisi kısa sürede kayboldu ve çalılar arasında meyve yemeyi sürdürmek üzere geri döndüler. Birkaç tanesi ciyaklayan yavruya yanaştı, biraz kokladı, birkaç yerine dokundu, sonrasında ürkererek geri çekildi. Büyükanne ise onların tepkilerini bir miktar izledikten sonra, yavruya usulca yanaşarak elleriyle, ayağına batmış dikenleri toplamaya başladı. Bunu gören dişi vervetlerden biri, diliyle yavrunun gözlerini ve burnunu yalayarak temizledi. Yavru vervet, 20 dakika içerisinde tüm dikenlerinden arınmış ve iyice temizlenmişti.

Aradan 15 gün geçmişti ve besin bulmanın güç olduğu, kurak dönemde, obur yavruya aile itinayla bakmış ve toparlanmasını sağlamıştı. Kısa sürede ailenin tüm bireyleri, yavruya alışmış ve kendilerinden biri olarak görmeye başlamıştı. Artık yabancı yavru, yeni yavrularla oynuyor, anneler ve özellikle büyükanne, ufaklıkla yakından ilgileniyordu. Vervetler, kendi besin

ve alanlarından fedakârlık ederek, tamamen yabancı bir yavrunun bakımını üstlenmişlerdi.

Tüm bu olaylara tanıklık eden, sadece vervetler değildi. Ariflerin ağaçlar arasına kurdukları gizli kameralar, tüm bu yaşananları kaydetmiş ve depolamıştı. Kısa süre sonra birçok önemli bilim dergisinde, vervetlerin bu fedakâr davranışı, “Maymunlarda İnsan Benzeri Fedakârlığa Yeni Örnek” başlığıyla sunulacaktı...

Gerçekten de, doğayı incelediğimizde çok net bir gerçeğe karşılaşıyoruz: Doğada sadece türler, popülasyonlar, bireyler yoktur. Doğadaki en önemli sosyal gruplardan bir tanesi, ailedir. Genelde insanların aklına “aile” denince gelen, 1. dereceden akrabalar, yani anne, baba, kardeşler ve çocuklar. Ayrıca gözümüzün önünde canlanan “aile” figürü, sıcak bir odanın içerisinde oturan insanlardır. Hâlbuki doğaya baktığımızda, örneğimizde gördüğümüz gibi, aile kavramının çok daha ucu açık olduğunu ve hiç de rahat bir ortamda gelişmediğini görürüz.

Doğadaki türlerde kimi zaman aileler olabildiği gibi, kimi zaman bireyler tek başlarına yaşarlar. Fakat hayvanların büyük çoğunluğunda, öyle veya böyle bir aile kavramının olduğunu görürüz. Örneğin fillerde ve aslanlar gibi birçok kedigilde, aile yapısı çok önemlidir. Benzer bir şekilde, en yakın yaşayan kuzenlerimiz olan şempanzeler ve bonobolarda, ilginç aile yapılarına rastlarız. Kimisinde aile bağları sıkıdır, kimisinde daha gevşektir. Üstelik aynı türün içerisindeki ailelerde bile, birbirinden farklı bağlılık seviyeleri görürüz.

Ancak burada daha ilginç olanı, çeşitli durumlarda canlıların aldığı kararların ve sergiledikleri davranışların, grup içerisinde bulunan akrabaların sayısına, onlara olan yakınlığa ve koşullara göre değişiyor olmasıdır. Yani grup içerisinde bir aile üyemizin bulunduğu zamanlar sergilediğimiz davranışlarla, bulunmadığı zamanlar sergilediğimiz davranışlar birbirinden farklıdır. Benzer şekilde, bir grubun içerisindeki bireylerin birbirinden farklı eğilimleri, akrabalık ilişkilerinin etkilenmesine neden olabilmektedir. Yazının başında aktardığım hikâyede, ailenin genç bir bireyi o yavruyu bulmuş olsa, sahiplenemeyebilirdi. Ancak yavruyu bulan, ailenin en yaşlısı olan birey olunca, işler değişmekte ve o birey grubunun (ailenin) evrimsel başarısı olumlu ya da olumsuz olarak etkilenebilmektedir. Evrimsel açıdan bakıldığında, bu farklılığın önemi özellikle türün veya bireylerin devamlılığına etki edecek durumlarda ön plana çıkmaktadır. Bu örneğimizde, kendi alan ve yiyeceklerinden fedakârlık ederek, türlerinden bir diğer bireyi sahiplenen bir aileyi sizlere sundum. Az sonra ise, akrabalarını kayıran bazı tür örneklerini size anlatacağım. Fakat önce, Akraba Seçilimi'nin ne olduğuna bir bakalım.

Akraba kavramının seçilimsel bir anlamı olabileceğini fark eden ilk bilim insanı, yine Charles Darwin olmuştur. *Türlerin Kökeni* isimli kitabında türlerin yaptıklarının ailelerinden etkilendiğine değinmiş, bununla ilgili inek türleri üzerinden örnekler vermiştir. Ancak bugün bizlerin Akraba (Kin) Seçilimi adını verdiğimiz ve detaylandırdığımız Seçilim Mekanizmasına, bütün



detaylarıyla girmemiş ve yüzeysel olarak değinebilmiştir. Bu sebeple, Darwin'den sonra gelen evrimsel biyologlar, bu konuda ön plana çıkmaktadır. Bu arada belirtmekte fayda görüyorum: “kin” kelimesi, biyolojik olarak “aynı soydan gelen bireylerin oluşturduğu grup” anlamında kullanılmakta, evrimsel biyoloji açısından ise “akraba” ile eşanlamlı olarak kullanılmaktadır.

Akraba Seçilimi'ne yönelik matematiksel çalışmalarıyla ünlü olan biyologlar arasında, 1930 yılında yayınladığı *Doğal Seçilim'in Genetik Teorisi* isimli kitabıyla Ronald Fisher, 1932 yılında yayınladığı *Evrimin Nedenleri* isimli kitabı ve 1955 yılında yayınladığı *Popülasyon Genetiği* başlıklı makaleleriyle John Burdon Sanderson Haldane ve son olarak, muhtemelen bu alandaki en ünlü evrimsel biyologlardan olan, 1964 yılında yayınladığı *Sosyal Davranışların Genetik Evrimi* başlıklı makalesiyle William Donald Hamilton bulunmaktadır. Bu ünlü evrimsel biyologlar, evrimin Doğal, Cinsel ve Yapay Seçilim haricinde, kendisinden önce gelenlerin araştırmalarından yola çıkarak 1964 yılında yazdığı *Grup Seçilimi ve Akraba Seçilimi* başlıklı makalesinde ünlü evrimsel biyolog John Maynard Smith'in ilk defa adını koyduğu Akraba Seçilimi isimli dördüncü bir etmeden etkilendiğini keşfetmişlerdir. Smith, kitabında Akraba Seçilimi'ni “çevresel baskılardan etkilenen bireylerin, yakın akrabalarının hayatta kalma başarısını destekleyen karakterlerin evrimi” olarak tanımlamaktadır.

Tanım, oldukça açıklayıcı ve nettir: Türlerin içerisindeki bireyler, kendilerinin yakın akrabalarını (ve

hatta türdeşlerini) korumak için, normalde Doğal Seçilim tarafından desteklenmeyecek davranışlar sergileyebilir, nesiller içerisinde buna yönelik özellikler evrimleştirebilirler. Bu, ilk bakışta mantıksız gözükmektedir, çünkü kitabımın bu noktasına kadar bir nevi canlılığın ne kadar bencil, vahşi ve hayatta kalma/üreme odaklı olduğundan bahsettim. Ancak biliyoruz ki doğada, özellikle Memeliler Sınıfı içerisinde, birçok “şefkat”, “kardeşlik”, “dayanışma” duyguları bulunuyor. İnsan türünde tüm bunlar, daha da kapsamlı olabiliyor. Bazı türlerde, sadece kendi türüne değil, başka diğer türlere yönelik bile şefkat gelişebiliyor. Peki, bunlar nasıl oluyor da bu vahşi hayatta kalma ve üreme mücadelesi içerisinde evrimleşebiliyor? Doğal Seçilim ile Cinsel Seçilim, bunların evrimine nasıl müsaade ediyor?

Burada, tekrar evrimin genetik boyutuna dönmekte fayda görüyorum. Bir süredir genlerden bahsetmiyordum. Bu sebeple, bu noktadaki dönüşün, kitabımın bu noktasına kadar olan konuların bir toparlaması olacağına inanıyorum.

Bildiğimiz ve artık öğrendiğimiz şekilde Evrimsel Mekanizmalar esasında genlerdeki çeşitliliği seçmeye yönelik olarak işlemektedir. Çevre şartlarının öngörülemez bir biçimde değişiminden ötürü, canlılar üzerinde oluşan seçim baskıları, nesiller içerisinde evrimsel değişimlere neden olmaktadır, çünkü sadece genetik yapıları çevreye uyumlu olan bireyler hayatta kalabilmekte, geri kalanlar elenmektedir. Hayatta kalanlar genlerini gelecek nesillere aktarmayı

sürdürebilirken, elenenler genleriyle birlikte yok olmaktadır.

Bu süreç içerisinde gördüğümüz ilginç bir nokta vardır: Canlıların davranışsal eğilimlerine doğumlarından ölümlerine dek katkı sağlayan genler, yakın akrabalarda birbirine daha yakın nitelikte, uzak akrabalarda ve çok uzak akrabalarda (akraba sayılamayacak bireylerde), birbirinden oldukça uzaktır. Çünkü örneğin kardeşlerin ebeveynlerinden aldıkları genler büyük oranda birbirine benzerken, sokaktan rastgele seçeceğimiz iki insanın genlerinin birbirine benzerliği daha az olacaktır. Bu durumda karşımıza çıkan şudur: Sadece seçilimsel açıdan avantajlı bireylerin değil, aynı zamanda bu avantajlı bireylerin yakın akrabalarının da hayatta kalma şansı arttırılabilirse, başarılı olan daha fazla gen varlığını koruyabilecek ve gelecek nesillere aktarılacaktır. Bunu başarabilen türler, toplam başarı değerlendirildiğinde, başaramayanlara göre daha da başarılı olacaklardır. Dolayısıyla, evrimsel süreç içerisinde yakın akrabaların korunması, bir nevi kendi genlerimizin korunması anlamına gelmektedir. Bu sebeple, evrim tarihinde, akrabaların korunmasını sağlayacak süreçler, hem Doğal Seçilim, hem Cinsel Seçilim tarafından desteklenecektir. İşte canlıların üzerinde bulunan ve akrabalarını, daha uzak yakınlıktaki bireylere göre daha fazla kollamalarına zorlayan seçim baskısına, Akraba Seçilimi denmektedir.

Bu karmaşık gibi gözükten anlatımın temelinde, çok basit bir özet yatmaktadır: Bir türe ait bireyler, hayatta kalma ve üreme konusunda akrabalarını, türün diğer

bireylerine karşı kayırırlar. Konu, esasında bu kadar basit ve açıktır. Doğanın bu sade gerçekliğinin matematiksel olarak ifade edilebileceğini düşünen W. D. Hamilton, günümüzde kendi adıyla anılan Hamilton Kuralı'nı (kitabımın ilk bölümüne referans olarak: Hamilton İlkesi'ni, Hamilton Gerçeği'ni) keşfetmiştir. Bu kurala girmeden önce, yine hatırlamamız gereken ve kitabımın bu noktasına kadar olan kısımlarını toparlamanızı sağlayacak bir noktaya değinmemde fayda görüyorum:

Hatırlayacak olursanız Cinsel Seçilim'e atfettiğim 6. bölümde takas (trade-off) ilkesinden bahsetmiş, evrim tarihinin tamamının esasında enerji dengesi üzerine kurulu olduğunu anlatmıştım. Burada, bu gerçeği, tamamen farklı bir konuda yeniden görüyoruz: koruyuculuk yapmak amacıyla kaybedilecek enerjinin, koruduğumuz bireyden veya gruptan türün veya bireyin elde edeceği avantajdan fazla veya az olması durumu... Bunu biraz açayım: Bir türün herhangi bir bireyi, akrabalarını koruyucu bir davranışa girecekse, Doğal Seçilim tarafından bu "gereksiz olabilecek" enerji sarfiyatının elenmemesi için, türün bu koruyuculuktan fazlasıyla fayda etmesi gerekmektedir. Çünkü koruyuculuğun sonucu, vahşi doğada ölüm olabilir. Bir aslanın bir geyiğe şefkat duyması, kendisinin ve çocuklarının ölümü demektir. Bir kartalın avına merhamet etmesi, soyunu tüketebilecek bir yaklaşım olabilir. Çünkü avcılarının varlığı, avlarından beslenmelerine bağlıdır. Sadece av-avcı ilişkisi olarak düşünmek de doğru değil: bir annenin, bir yavruya şefkat gösterip, onu kollaması bile, kendisinin yok olma

riskini arttırmakta, gelecekte vereceği muhtemel yavruları tehlikeye atmaktadır. Bu, Doğal Seçilim açısından kabul edilmez bir sarfiyattır; ancak az sonra göreceğimiz sebeplerle, Akraba Seçilimi'nin kattığı faydalarla dengelenmektedir.

İşte Hamilton Kuralı, bir türün fedakâr/koruyucu/şefkatli/merhametli davranışlarının ne zaman Doğal Seçilim'in eleyici etkisinden üstün geleceğini matematiksel olarak yalın bir şekilde göstermektedir:

$$r \times B > C$$

Basit, yalın, sade... İki kavramın matematiksel çarpımı, bir üçüncüsünden büyük ise, fedakârca (altruistik) yaklaşmak evrimsel açıdan avantajlıdır; küçük ise, dezavantajlıdır. Elbette doğadaki türler bu matematiği bilerek, buna uygun olacak şekilde çalışmazlar; bu, doğada gördüğümüzün matematiksel bir ifadesinden ibarettir. Doğanın türler üzerinde dikte ettiğini, matematiksel bir şekilde izah ederiz, birbirimize aktarır, analiz ederiz. Zaten matematik de bunun için vardır. Peki bu denklem bize ne anlatır?

Buradaki “r” ifadesi, tür içerisindeki bir bireyin, bir diğerine olan genetik yakınlığıdır. Yani “akrabalık ilişkisi”dir. Bunu matematiksel olarak ifade etmek için, kesirli bazı sayılar kullanırız. Örneğin, yukarıdaki Hamilton İlkesi içerisinde, ikizlerin genetik yakınlığı 1, iki öz kardeşin genetik yakınlığı  $\frac{1}{2}$ , yani 0.5 olarak ifade edilir ve bu değer ebeveyn-yavru ilişkisi için de aynıdır. Büyükbaba ve büyükannelerin torunları ile olan genetik yakınlığı, amcalar ve teyzelerin yeğerleriyle olan

genetik yakınlığı  $\frac{1}{4}$ , yani 0.25 ile ifade edilir. Kuzenler ise  $\frac{1}{8}$ , yani 0.125 yakınlıktadır (kuzenlerle ilgili daha detaylı analizler de mevcuttur). Görüleceği gibi akrabalık ilişkisi uzaklaştıkça, “r” çarpanı da küçülmektedir.

“B” çarpanı ise, Akraba Seçilimi’nin ana unsuru olan fedakârlığın, bireye getireceği ek katkıdır. Genellikle, üreme başarısındaki artış ile ifade edilir. “C” terimi ise, yapılacak olan bu fedakâr davranış sonucunda, bireyin üreme başarısındaki düşüşü temsil etmektedir. Örneğin yapılacak olan davranış, eğer bireyin ölümüne sebep olarsa, üreme başarısı %100 düşecektir diyebiliriz.

Bu terimler dâhilinde, matematiksel ifadeyi analiz edecek olursak: genetik yakınlığın, fedakâr davranışın katkısıyla çarpım değeri, bu fedakâr davranışın mal olabileceklerinden fazlaysa, fedakâr davranış sergilemek Akraba Seçilimi tarafından desteklenecektir. Eğer daha düşükse, bu davranışı sergileyen bireyler, elenecektir. Dolayısıyla bu yalın matematiksel ifade, bize çok net bir şekilde Akraba Seçilimi’nin nasıl işlediğini göstermektedir (benzer matematiksel ilişkiler diğer seçim türlerinde de görülür; ancak en kolay anlaşılana ve basiti bu olduğu için, kitabımda buna yer vermek istedim).

Göreceğiniz üzere, bu ifadeye göre, genetik yakınlık 1’e yaklaştıkça (tek yumurta ikizlerinde olduğu gibi), fedakâr davranışların sergilenme ihtimali artar. Eğer ki genetik yakınlık 1’den çok düşükse, muhtemelen kaybedilecek şeylerin miktarı çok daha fazla olacak ve altruistik davranış sergilemek, bireyin elenmesine neden olacaktır.

Bu noktada, kitabımın yirminci ve son değişim noktasına geliyorum: Türlerin evrimsel değişimleri, her zaman ve mutlaka enerji dengesi üzerine kuruludur. Eğer ki enerji kaybı (ki bu kayıp, hayatta kalmak ve üremek amacıyla kullanılacak enerjiden kayıp demektir), edinilecek faydadan büyükse, o davranışı sergilemek, o evrimsel sürece girmek, o yöne doğru evrimleşmek başarısızlıkla sonuçlanacaktır (“trade-off” ilkesini hatırlayın). Ancak eğer ki harcanacak enerji, o enerjinin harcandığı değişimin türe kazandırdıklarından çok daha fazlasını türe katacaksa, o yönde giden bireyler diğerlerine göre avantajlı olacaktır. Yeniden söylemem gerekirse, elbette doğa ve evrim bir hesaba kitaba göre ilerlemez, sürecin gelişimi böyledir. Biz bu sürece bakar, onu matematiksel ve fiziksel olarak analiz ederiz. Matematiksel analizimiz bizleri yukarıdaki gibi denklemlere götürürken, fiziksel analizimiz bizlere enerji dengesinin önemini göstermektedir.

Şimdi doğadan bir diğer Akraba Seçilimi örneğini ele alalım. Benim en hoşuma giden, Cornell Üniversitesi’nden Dr. Paul W. Sherman’ın “Belding Yer Sincabı” olarak bilinen *Urocitellus beldingi* türü üzerinde yaptığı Akraba Seçilimi deneyleridir. Şimdi, bu deneylere bir göz atalım ve Akraba Seçilimi’nin önemini ve Hamilton İlkesi’nin nasıl çalıştığını anlayalım:

Uzun yıllar boyunca sincapların, avcılarının yaklaşması sırasında çıkardıkları uyarı çığlıklarının Akraba Seçilimi ile alakası olabileceği düşünölmekteydi; ancak 40 yılı aşkın bir süre için kimse bunu nasıl ispatlayabileceğini bilemedi. Dr. Sherman ve 10 kişilik alan ekibi, bunu gösterebilmek adına 1977

yılında kolları sıvadılar ve yıllar boyunca Amerika'nın Kaliforniya eyaletinde bulunan Sierra Nevada'daki yer sincaplarının soy ağaçlarını çıkardılar. Yaklaşık 2 yıl boyunca, toplamları yüzlerle ifade edilebilecek kadar sincabın birbirleriyle olan akrabalık ilişkilerini tespit ettiler. Alanda, 3000 saatten fazla zaman geçiren Sherman ve ekibi, aynı zamanda sincapların karadan saldıran avcılarını da denetleyip takip ettiler. Gözlem boyunca inceledikleri popülasyon 67 defa sansarlar, 11 defa porsuklar ve 24 defa diğer avcılar tarafından saldırıya uğradı. Bunca saldırı, farklı bireylerin verdikleri tepkiyle ilgili detaylı analizler yapabilmelerini sağladı. Her saldırıda mutlaka, bazı bireyler (hepsi değil!) saklanacakları yerde dik konuma geçerek çılgınlık atmaktaydı. Ancak bunun neden olduğu, asıl araştırma konusuydu.

Sherman ve arkadaşları, öncelikle bu çılgınlıkların avcıyı yanıltma, korkutma, şaşırtma gibi amaçlarla yapılmadığını gösterdi. Hiçbir saldırıda avcı, bu çılgınlık sebebiyle herhangi bir davranış değişikliği göstermiyordu. Üstelik yaptığı istatistiki çalışmalarda bu çılgınlık atan bireylerin, atmayanlara göre avcının dikkatini çekme ve saldırıya uğrama, dolayısıyla ölme şansının daha da arttığını gösterdi. Böyle bir durum, ne Doğal Seçilim tarafından desteklenir, ne de Cinsel Seçilim'in desteğini alabilir (zira üreme amaçlı bir davranış değildir). Demek ki bu çılgınlıkların bambaşka bir sebebi vardı, bu bulunmalıydı.

Özellikle akrabaların bir arada bulunduğu ve bulunmadığı gruplarda yapılan daha detaylı gözlemler, çok ilginç bir sonucu ortaya çıkardı: avcının yaklaştığını



gören dişiler, eğer ki yakınlarında, yakın akrabalarının sayısı fazlaysa çok yüksek frekanslı, arka arkaya alarm çığlıkları atmakta ve kendilerini ekstra riske atmak pahasına akrabalarını uyarmaktaydı. Ancak aynı bireyler, eğer ki çevrelerinde çok az akrabaları bulunuyorsa veya bu akrabaların yakınlık derecesi fazla değilse, daha düşük frekanslı, daha seyrek alarm çığlıkları atıyordu. Hele ki etrafta hiç yakın akrabası bulunmuyorsa, tamamen sessiz kalıyor ve kendisini hiç riske atmıyordu.

Sherman ve arkadaşlarının yaptıkları bu keşif, çok net bir şekilde Akraba Seçilimi'ni, yani bir nevi "akrabaları kayırma ve destekleme ilkesi"ni ortaya koydu. Sonrasında, diğer canlılar üzerinde yapılan incelemelerin de aynı sonuçları vermesi, Akraba Seçilimi'nin bir Evrim Mekanizması olduğunu gösterdi. Burada, bireyin evrimsel uyumluluk kabiliyetini belirleyen doğrudan uyum başarısı (direct fitness) yerine, kapsayıcı uyum başarısı (inclusive fitness) kavramı geliştirilmiştir. Bu kavram dâhilinde, sadece bireyin evrimsel başarısı değil, aynı zamanda akrabalarının bireye bağlı olan evrimsel başarıları da değerlendirilir. Bu, Evrimsel Biyoloji'nin doğayı kavramamıza yaptığı devasa katkılardan bir diğeridir.

Bu araştırma sonuçlarını destekleyen bir diğer alışma, Kansas Üniversitesi'nden Dr. Kenneth B. Armitage tarafından yapılan uzun soluklu bir deneyden gelmiştir. 35 yılı aşkın bir süredir sarı karınlı dağ sincaplarını (*Marmota flaviventris*) inceleyen Armitage, eğer ki etrafta bir tehdit unsuru varsa, yalnızca yakınlarında kardeşleri olan bireylerin uyarı çığlığı attıklarını tespit

etmiştir. Yalnız Armitage'ın çalışmalarında görülmüştür ki, dağ sincapları kuzenlerini ve diğer akrabalarını pek de korumaya yanaşmamaktadır. Bu durum, türden türe aile bağlarının değişikliğine bağlanmaktadır. Yani birkaç sayfa önce verdiğim Hamilton İlkesi'nde, B teriminin değeri, türden türe oldukça değişebilmektedir.

Hikâyenin başındaki örnek tamamen bencillik karşıtı geliyorken, bu örnek kulağa biraz bencil geliyor olabilir. Ancak doğa, bencillik, şahsi düşünceler, vb. kavramlara takılmaz. Biz, doğayı gözler ve gerçekleri ortaya koyarız. Daha sonra bu gerçekleri, kendi değer yargılarımıza göre isimlendirebiliriz. Eğer ki bu koruyucu içgüdü, bencil bir davranış ise, yapacak bir şey yoktur, doğa bizim düşüncelerimiz ve duygularımız ile ilgilenen bir sisteme sahip değildir. Her ne kadar insani duygularımız, kardeşimizi kollamamızın “tamamen duygusal” bir olay olduğuna inanmak istiyor olsa da, en azından mantıklı aklımızın bir kenarında, bunun evrimsel ve genetik kökenleri olduğunu hatırlamakta fayda görüyorum.

Akraba Seçilimi'nin evrimsel değişime katkısı da açıktır, buna da değinerek noktalayalım: Türler içerisindeki bireyler, yakın akrabalarını korudukları zaman, onların kapsayıcı uyum başarılarını arttırırlar. Bu sayede, kendilerinde de büyük oranda bulunan birçok gen yapısının da korunmasını sağlarlar. Eğer ki korunan bu bireyler üreyecek olurlarsa, onların yavruları, koruyan bireyin genlerini de temsil edecektir. Böylece, evrimsel süreç içerisinde, koruyuculuğu sağlayan yapıların evrimine doğru bir yönelim olacak; ancak bu yönelim, çevresel durumların sağladığı enerji

dengelerine bağlı olarak değişebilecektir. Yani çevre değiştikçe, ne oranda altruistik davranış sergilemenin faydalı olacağı durumu değişecek, türler de Akraba Seçilimi'nin etkisi altında buna uyum sağlayacak şekilde değişeceklerdir. İşte nesiller içerisinde oluşan bu değişime, evrim diyoruz.

Böylece, Akraba Seçilimi konusunun, bilinen temel Evrim Mekanizmalarının ve kitabımın sonuna gelmiş olduk. Şimdi tüm bu anlattıklarımı kafanızda oturtabilmeniz adına, toparlayıcı bir sonsöz ile sözlerimi noktalayacağım. Böylece, umuyorum ki modern Evrim Kuramı'nın tam olarak ne olduğunu sizlere aktarabilmiş olacağım.

## Sonsöz

Evrim Ağacı, sadece sıradan bir bilim imgesi değildir. Aynı zamanda, felsefemizi, hayata bakışımızı ve hayatın kendisini algılayışımızı değiştirmiş bir ağaçtır. Bu ağaç, sadece yakın akrabaları değil, hayatın bu gezegende 4 milyar yıl kadar önce başlamasından günümüze kadar geçen akıl almaz sürede yaşamış, yok olmuş veya yaşamakta olan istisnasız her canlı türünü birbirine bağlayan, müthiş bir gerçekliktir. Var olan her bir canlı türünün, uzak veya yakın olarak, bir şekilde diğer bütün türler ile akraba olduğu gerçeğinin sürerliliğini sağlayan doğa yasası, evrimdir. Bu yasayı anlamak için bilim insanlarının yönelttikleri “Neden” sorusunun cevabı, bize Evrim Teorisi’ni vermiştir. Dünya çapındaki on binlerce bilim insanı, ömürlerini bu teoriyi bir gıdım olsun geliştirebilmeye adanmışlardır. Bilim, özveri isteyen, müthiş enerji gerektiren, azmin ve çok çalışmanın ürünü olarak gelişen bir bilgi türüdür. Kendi hatalarını görüp, kabullenip, düzeltebilen veya önceki açıklamalarını geliştirebilen tek bilgi türüdür. Şahsi düşüncelerden arındırılabilmiş tek bilgi türüdür. Bunlar, bilimin hayattaki tek gerçek yol gösterici olmasını sağlamaktadır.

Evrim gerçeğinin fark edilmesinin, neredeyse bilim kadar eski bir tarihi vardır. Antik Yunan’da oldukça yüzeysel bir şekilde fark edilen bu gerçeğin, öncelikle çeşitli coğrafyalardan bilim insanlarınca daha belirgin tanımlarla önü açılmış, sonrasında, 1859 yılında Charles

Robert Darwin sayesinde büyük ölçekte tanımlanmıştır. Bundan sonra ise, 150 yılı aşkın bir süredir, bu bilim dalı hatalarından ayıklanmakta, geliştirilmekte, güçlendirilmektedir. Bu sebeple, kitabımdaki örneklerden de anlamış olacağınız gibi, Evrim Kuramı'nı yalnızca Darwin ile özdeşleştirmek, yapılabilecek en büyük hatalardan biri olacaktır.

İnsanoğlunun kibri, ne yazık ki bilimsel tarafsızlığının önüne geçmiş ve geçmektedir. “Nereden geldik?” sorusuna, bugüne kadar verilmiş bilim dışı ve doğaüstü cevapların kökten hatalarının gösterilmesi ve tamamen yıkılmış olması, birçok insanı tedirgin etmekte ve bilimi, düşman ya da tehdit olarak görmelerine neden olmaktadır. Bu, yalın bir şekilde saçmalıktır. Zira bilim, herhangi bir şekilde düşmanımız olamaz. Bilim, doğayı anlama sanatıdır. Bilim, doğayı anlamlandırma felsefesidir. Bilim, doğanın olabildiğince yalın bir edebiyatla anlatılması işidir. Bilim, şahsi inançların tarafsızlığın önünden tamamen çekildiği bir araştırmalar bütünüdür. Bu yapısıyla bilim, bizim düşmanımız olabilecek son alandır. Bu yüzden hastalandığımızda kendimizi gözü kapalı bilime teslim ederiz. Arabamıza bindiğimizde, bilim ile üretilmiş bir aracın çalışmasına güveniriz. Bu kitabın yazımında, bilimin bir ürününü, ona duyduğum tam güven ile kullanmaktayım. Evren'in dokusunu anlamak konusunda, tek güvенеbileceğimiz alan bilimdir. Canlıları, doğayı anlamada ve anlamlandırmada, bilimsel çıkarımlara, araştırmalara güveniriz. Sağlığımızla, kendimizle, yaşantımızla ilgili bir sorun söz konusu olduğunda, en bilimsel kaynaklara ulaşmaya çalışırız, mümkün olduğunca başka

kaynaklardan medet ummayız. Çünkü biliriz ki bilim, gerçeğe giden yoldaki en güçlü ışıktır. Bilim, en güvenilir, en güçlü, en tarafsız bilgi türüdür.

İşte bu sebeplerle, sırf şahsi inançlarının zedelenebilecek olmasından ötürü insanların bilimden ve bir bilim dalı olan Evrimsel Biyoloji'den korkmaları, son derece anlamsızdır. Bilim, yalnızca ve yalnızca gerçekleri bulmayı hedeflemektedir. Bu gerçeklerin, bizim şahsi inanç ve görüşlerimize tamamen uyumlu olmasını beklemek anlamsız olacaktır. Çünkü bilim, doğası gereğiyle 7 milyar insanın her birinin potansiyel olarak farklı olabilecek ihtiyaçlarına, doğrularına, inançlarına uyamaz, uymaya çalışmaz, uymaz da zaten... Tam tersine, bu her bir şahsi inanç ve düşünce, eğer gerekiyorsa, bilimsel gerçeklere adapte edilmelidir, uyarlanmalıdır. Bilimle, şahsi inanç sistemlerinin arasındaki çatışma, yalnızca bu şekilde çözülebilir. Bilimin inançlara göre manipüle edilmeye çalışılması, hiçbir şeyi çözmemiştir ve asla da çözemeyecektir. Hiçbir zaman başarıya ulaşamamıştır ve asla da ulaşamayacaktır. Adapte edilmesi ve çağa ayak uydurulması gereken, bireylerin şahsi görüşleri ve inançlarıdır. Bu, tarih boyunca her daim böyle olmuştur ve sonsuza dek böyle olacaktır. Bilime, teknolojiye, özgür düşünceye, tarafsızlığa yeterli önemi veremeyen toplumlar, tarih sahnesinden silinmeye mahkûmdurlar. Bunu, Anadolu coğrafyasının tarihinde de görmek pek kolaydır.

İnsanlarımız, biraz daha açık fikirli bir şekilde bilime yaklaştıklarında göreceklerdir ki, esasında hem herhangi bir bilim dalı içerisinde, hem de Evrimsel Biyoloji

dâhilinde korkulacak, çekinecek, sakınılacak hiçbir unsur yoktur. Tam tersine, bilimin amacı korkularımızla yüzleşmek, gerçekleri açığa çıkarmak, böylece yersiz yere korktuğumuz unsurları ortadan kaldırmaktır. Zira birçokları, evrimi var oluşun baş döndürücü bir yöntemi olarak görmekte ve bu “güzelliği” (ki doğal bir süreci, insani bir sıfatla nitelendirmek ne kadar doğrudur, tartışılır), şahsi inanç sistemlerinin bir parçası olarak görmektedirler. Ben, şahsi olarak, bireysel inançlar ile bilimin bir arada bulunmaması gereken alanlar olduğunu düşünsem de, az önce de belirttiğim gibi, toplumsal bütünleşmenin tarafların bilimsel çerçevede barışmasıyla mümkün olacağına inanıyorum. Zaten kitabımın amacı da, Evrim Kuramı’nın *ne* olduğunu tam olarak bilmeyen okurlarımın bu konuya sağlam temellere dayanarak giriş yapabilmesini sağlamak, hâlihazırda Evrim Kuramı hakkında bilgisi olan diğer okurlarımın ise bilgilerini tazelemek ve güncellemek, temellerini güçlendirmektir. Umarım bir nebze faydası olabilmiştir.

Kitabımın 7 bölümünde özetlediğimden görebileceğiniz gibi, evrim artık tartışılmaz bir doğa yasasıdır ve Evrim Kuramı, artık tamamen çürüyeceğini göremeyeceğimiz kadar kapsamlı ve güçlüdür. Bu noktadan sonra bize düşen, bu kuramın temelinde yatan doğa yasalarını daha iyi tanımak ve buna paralel olarak, mümkünse Evrim Kuramı’nı daha da geliştirmek ve kuramı tam olarak anlamaktır. Bunun için çok fazla okumalı, araştırmalı ve zihnimizi açmalıyız. Sadece bir bilimin değil, birçok bilimin alanına girmeliyiz. Zaten bunu yaptığınızda göreceksiniz ki, her bilim dalında evrim, kendisine uygulama alanı bulabilmekte ve o

bilime güç katmaktadır. Tabii ki bilimin doğası gereği, Evrimsel Biyoloji de diğer bilim dallarından güç almakta ve önündeki engelleri bir bir kaldırmaktadır.

Kitabımda, 20 farklı değişim noktasından bahsettim. Bunlara “değişim noktası” adını vermemin sebebi, şu anda yaşadığımız hayata dair görüşlerimizi, Evrimsel Biyoloji’nin bize gösterdiği gerçekler dâhilinde değiştirdiğimizde görebileceğimiz ihtişamını anlayabilmenizi sağlamak ve sizi, bu gerçeklere alıştırmaktı. Tekrar göz atmak isteyenler için, bu 20 maddelik değişim noktaları listesini burada tekrar sunacağım. Bunları bağımsız olarak da okuduğunuzda göreceksiniz ki, esasında bu 20 madde, evrimin tam olarak anlaşılabilmesi ve en temel hatalara düşülmemesi için kavranması gereken önemli noktalaradır:

1) Evrim Teorisi’nin bir kuram olması onun ispatlanmamış, eksik, zayıf, öylesine ileri sürülmüş bir açıklama olduğu anlamına gelmez. Tam tersine Evrim Kuramı, 150 yıllık kuramsal tarihi, 2000 küsur yıllık fikirsel (fikri) tarihiyle bilimin gördüğü en güçlü, en az hasar görmüş, en çok sayıda bilim insanı tarafından geliştirilmiş ve geliştirilmekte olan teorilerden biridir.

2) Evrim ile Evrim Kuramı aynı şey değildir. Evrim (nesillere bağlı olarak gelen değişim) bir doğa yasasıdır/gerçeğidir, Evrim Kuramı ise bu yasanın *nasıl* işlediğine yönelik açıklamalar bütünüdür.

3) Bir kuramı tamamıyla çürütmek/yanlışlamak istiyorsanız, o kuramın dayandığı doğa gerçeklerini teoriye bağlayan, test edilmiş hipotezlerin her birini, tek tek çürütmeniz/yanlışlamanız gerekmektedir; yani



gerçekler ile teori arasındaki bağı/köprüleri kırmanız gerekmektedir.

4) Doğada her şeyin bilimsel bir açıklaması vardır.

5) Evrim, hiçbir zaman tek bir bireyde meydana gelmez, nesiller içerisinde meydana gelen değişimdir! Evrimden söz edebilmek için mutlaka, en azından 1 neslin geçmesi gerekir.

6) Bireyde meydana gelen genetik değişimler, evrimsel değişimler değildir! Bunlar, çoğunlukla kalıtsal olmayan, geçici değişimlerdir (modifikasyon). Üstelik, bir bireyin genlerindeki her değişim evrime neden olmaz! Bu değişimleri, yalnızca Evrimsel Seçim Mekanizmalarının üzerinde işleyebileceği genetik çeşitliliğe katkı sağlarlar. Evrimin olabilmesi için, popülasyon içerisindeki bu çeşitliliğin seçilmesi veya elenmesi gerekmektedir!

7) Mutasyonların büyük bir kısmı ne yararlıdır ne de zararlıdır; mutasyonların çok büyük bir kısmı etkisizdir (nötrdür).

8) Canlılardaki evrimsel değişimlerin hammaddesi, genetik malzemedeki sürekli ve durdurulamaz değişimdir. Evrim'in Çeşitlilik Mekanizmaları, Evrim'in Seçim Mekanizmalarının çalışabileceği bir alan, bir çeşitlilik yaratır. Çeşitlilik olmaksızın seçim düşünülemez.

9) Genetik çeşitliliği sağlayan tek mekanizma Mutasyonlar değildir! Mutasyonlar, Evrim Mekanizmalarının sadece ufak bir kısmıdır, onlarcasından yalnızca biridir.

10) Modern (Evrimsel, Filogenetik) tür tanımına göre, bir türün diğerlerinden ayırt edilebilmesi için, türün

evrimsel (filogenetik) geçmişle birlikte biyolojik, ekolojik, morfolojik, anatomik, fizyolojik ve genetik geçmişine bakmak gereklidir. Yani modern bilimde, sadece iki canlının birbiriyle çiftleşip çiftleşmemesine bakılarak tür tanımı yapılamaz!

11) Evrim, bir canlının tamamen farklı bir canlıya, bir anda dönüşüvermesi demek değildir. Örneğin bir insanın bir kuşa dönüşüp uçmaya başlaması, bir kedinin timsaha dönüşüp suya dalması demek değildir!

12) Birey bazında geçici olarak meydana gelen değişimler (modifikasyonlar) evrim değildir!

13) Fiziksel ve genetik yapılarıyla bir bütün olarak organizmalar (canlılar), çevrelerinden bağımsız olarak düşünülemez!

14) Bir canlının içerisinde bulunduğu çevre, onun istek ve arzularından bağımsız olarak, her zaman ve genellikle kaotik (karmaşık) bir şekilde değişir.

15) Evrim Kuramı olarak isimlendirdiğimiz kuramlar bütünü, sadece “Darwin’in Doğal Seçilim’e Bağlı Meydana Gelen Değişim Teorisi” ile sınırlı değildir. Darwin’den sonra gelen birçok büyük bilim insanı, doğadaki evrimsel değişim gerçeğine açıklamalar getiren farklı evrim teorileri ileri sürmüştür ve bunlar da, Darwin’in Teorisi gibi son derece önemlidir.

16) Canlılık tarihinde olan bir değişimin, gelişen bir yapının, evrimleşen bir özelliğin nasıl olabildiğini anlamıyor olmamız, bu özelliklerin evrimsel süreçlerle var olmadığı anlamına gelmez. Olsa olsa, bizim bu konudaki bilgisizliğimizi veya konu hakkında yeterli bilimsel araştırmanın yürütülmediği anlamına gelir.

17) Genetik çeşitliliğin ve Doğal Seçilim'in varlığını kabul eden biri, otomatik olarak evrimsel değişimlerin varlığını kabul etmek durumundadır. Çünkü sadece bu ikisi aracılığıyla bile evrimsel değişimler sağlanabilir, kaldı ki diğer onlarca mekanizmanın varlığı unutulmamalıdır.

18) Dünya üzerindeki bütün türlerin ortak iki adet biyolojik amacı bulunmaktadır: hayatta kalmak ve üremek.

19) Evrimsel değişimler, farklı Evrimsel Mekanizmaların birbirine bağımlı etkisi sonucu oluşmaktadır. Dolayısıyla evrimsel süreçleri, farklı Evrimsel Mekanizmaların bağımsız etkilerinden ayrı olarak düşünmek mümkün değildir. Bir türün evrimi, hiçbir zaman tek bir mekanizma açısından değerlendirilemez!

20) Türlerin evrimsel değişimleri, her zaman ve mutlaka enerji dengesi üzerine kuruludur.

Bunlar, elbette ki evrimin tamamını anlamaya yeterli olmaktan çok uzaktır; ancak yine de kafalarımıza yerleştirilen temel yanlışları çözmek için önemli birer adım olacaklardır diye düşünüyorum. Unutmayın ki her bir maddenin detaylı açıklaması, kitabımın içerisinde bulunmaktadır, dolayısıyla bilgi almak için ilgili kısımlara yeniden gidebilir ve buraları okuyabilirsiniz.

Darwin, 5 yıl süren Beagle gezisinin sonunda, bu kadar güçlü bir gerçeği keşfedeceğini hiç düşünmemiştir. Canlıların nasıl yaratıldığını ispatlamak üzere bindiği kraliyet gemisi, 5 yılın sonunda onu tamamen farklı bir gerçekle, canlıların kendilerinden önceki türlerden, kademeli ve çok yavaş bir biçimde

değişerek var oldukları gerçeğiyle yüzleştirmiştir. Darwin, sırf toplumsal normlara ve inançlara ters düşmemek için, gezisinde gördüklerini yayınlamak konusunda yıllarca çekingen davranmış, toplumsal yapıya duyduğu saygısı bilime duyduğu aşka baskın gelmiştir. Sırf *Türlerin Kökeni*'ni yayınlamamak ve insanları bu gerçekle bir anda yüzleştirmemek adına, kitabının baskısını 8 yıl boyunca ertelemiştir. Gerçeklerin toplumun yapısını bozacağından o kadar çekinmiştir ki, bu kararsızlık sürecinde solucanların hayatı, toprak oluşumuna olan katkıları, solucanların ekosistem için önemi gibi konularda yazdığı kapkalin kitabı, günümüzde halen ders kitabı olarak okutulacak kadar kapsamlı olmakla beraber, bilim insanları tarafından biraz da esprili bir şekilde, “bilim tarihinin en detaylı ve bir o kadar da sıkıcı solucan kitabı” olarak tanımlanmıştır. Bu çalışmanın tek amacı, kafasını evrim gerçeğinden ve bu gerçeği sayısız farklı şekilde ispatlayan, topladığı örnek ve yaptığı deneylerden uzak tutmak, toplumsal bütünlüğü gözetmek uğruna bilimsel gerçekleri gizlemektir. Ancak bilim ve gerçekler, her zaman olduğu gibi yolunu buldu ve Darwin, birçok sebepten ötürü ömrü boyunca keşfettiği gerçekleri yayınlama kararı aldı. Bu kitabımın son satırlarını yazdığım 24 Kasım 2012 tarihinden tamı tamına 153 sene önce, 24 Kasım 1859 gününde basılan kitabı tüm dünyada ses getirdi ve bilim tarihinin gidişatını tamamen değiştirdi. Günümüzde halen devam etmekte olan bu bilimsel devrim de, onun açtığı yol sayesinde sürmektedir.

*Türlerin Kökeni*'nden tamı tamına 153 sene sonra tamamlanan kitabımda, size birçok Evrim Mekanizmasından bahsederek, evrimsel sürecin nasıl işlediğini ve esasında “evrim” olarak isimlendirdiğimiz gerçeğin, ne kadar basit doğa yasalarına bağlı olarak meydana geldiğini anlatmaya çalıştım. Darwin'in kitabının sonunda belirttiği “ihtişama sahip yaşam görüşü”nü, modern veriler ışığında, bir bütün olarak size aktarmaya çalıştım, olabildiğince fazla mekanizmaya kitabımda yer vermeye çalıştım, ancak belki bir bu kadar daha mekanizmadan bahsetmemiz gerekiyor. Bu sebeple en önemlilerini ve en kolay anlaşılabilir olanları seçmeye çalıştım. Ancak lütfen, bu bahsettiklerimin her bir tanesi ve hatta alt başlıkları üzerine, en az şu an elinizdeki bu kitap kalınlığında birçok kitap yazıldığını ve yazılabileceğini unutmayınız. Elbette bu kitap, bu mekanizmaların hepsinin, bütün derinliklerine tam olarak girememiştir; ancak popüler bilim camiasındaki çok önemli bir eksiği, temel evrim bilgisine yönelik çalışmalardaki eksiği kapatmayı hedeflemiştir.

Popüler bilim dünyasında bulabileceğiniz birçok kitap, ne yazık ki okurun temel evrim bilgisine sahip olduğu varsayımıyla yola çıkmaktadır. Bu kitapta ise bu varsayımı görmezden gelerek, sizlere sıfırdan ve çok sayıda farklı açıdan yaklaşarak bir temel oluşturmaya çalıştım. Çünkü inanıyorum ki, Evrim Mekanizmalarını ve nasıl işlediklerini tam olarak anlamış bir birey, kafasını karıştıran bütün doğa olaylarını çözebilecek ve canlıların özelliklerinin nasıl evrimleştiğini, herhangi bir kaynağa başvurmaksızın bile, kendi başına çözebilecektir. Siz okurlarıma kitabımda katmaya

çalıştığım temel, tam olarak budur. Öte yandan, evrim biliminin akademik olarak öğrenilmesinin tek yolunun üniversite eğitiminden geçtiği, bu kitabın size, piyasadaki diğer tüm kitaplar gibi yalnızca popüler bir anlayış kattığı gerçeği asla unutulmamalıdır.

Tüm bunlarla birlikte, eğer ki burada izah ettiğim ve detaylandırıdığım mekanizmalar ve evrim anlayışı ile ilgili olarak, hayata bakış açınıza bir nebze katkı sağlayabildiysem ne mutlu bana!

Bana da soracak olursanız, 19. yüzyılın en büyük bilim insanlarından Charles Darwin'e yürekten katılmak durumundayım: "Dünya'mız bu şekilde sabit gibi görünen fizik yasaları etkisi altında dönmeyi sürdürdükçe ve canlılık, geçmişte olduğu gibi günümüzde de basit doğa yasalarına bağlı olarak varlığını sürdürdüğü müddetçe, Evrimsel Biyoloji'nin hayatımıza kattığı bakış açısında, yani çok basit bir başlangıçtan, bu kadar çeşitli, bu kadar güzel sayısız türün evrimleşmiş ve evrimleşmekte olduğunu gösteren *bu yaşam görüşünde ihtişam var!*"

Ve bilimin bu ihtişamı, düşünen, sorgulayan, araştıran, merak eden, soru soran beyinler var olduğu sürece, karanlık dünyamızı aydınlatan bir mum ışığı olarak kalmaya devam edecek.

Önüne çekilen bütün engellere rağmen, bilimin ve yaşamın daima yolunu bulacağına hiç şüphem yok.

Çünkü karanlığı, yalnızca bilim ile fethedebiliriz.

Teşekkürler.

Çağrı Mert Bakırcı

24.11.2012, 02:01

Ankara / Türkiye

*Son Düzenleme:*  
*28.10.2013, 00:22*  
*Texas / ABD*

# Kaynaklar ve İleri Okuma

Burada vereceğim kaynaklar, benim evrimsel biyoloji alanında yaptığım araştırmalarda bana yol gösteren makaleler ve kitaplardan derlenmiştir ve bu kitabın çıkmasında her birinin büyük önemi bulunmaktadır. Bu alanda belli bir düzeye ulaşmak isteyen her kişinin, öncelikle piyasadaki sıradan popüler bilim kitaplarıyla başlayıp, sonrasında belli bir olgunluğa eriştikten sonra değerli hocalarımız tarafından Türkçeye kazandırılmış ders kitaplarına geçip, sonrasında makaleleri okumaya başlaması gerekmektedir. Bilimin basamaklarını bu şekilde tırmanabilir ve konuyla ilgili detaylı bir kavrayışa erişebilirsiniz diye düşünüyorum.

Aşağıdaki kaynaklar yazarın soyisim sırasına göre dizilmiştir.

Anderson, J. T., vd. (2013). The evolution of quantitative traits in complex environments. *Nature Heredity*, 1-9.

Attenborough, D. (Writer) (2002). Human mammal, human hunter [Belgesel Serisi]. In Salisbury, M. (Baş Yapımcı), *Life of Mammals*. United Kingdom: BBC Natural History Unit & Discovery Channel.

Austin, J., Szalanski A.L., Uva P., Bagneres, A. & Kence, A. (2002). A comparative genetic analysis of the subterranean termite genus *reticulitermes* (isoptera: Rhinotermitidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 95(6), 753-760.

Bahcall, O. (2013). Pigeon genome. *Nature Genetics*, 45(233)

Barrick, J. E., vd. (2009). Genome evolution and adaptation in a long-term experiment with *Escherichia coli*. *Nature*, 461, 1243-1247.

Brown, W. M. (2001). Natural selection of mammalian brain components. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(9), 471-473.



Buffum, Burt C. *Arid Agriculture; A Hand-Book for the Western Farmer and Stockman*, sf. 232

Carletti, T., vd. (2008). Sufficient conditions for emergent synchronization in protocellmodels. *Journal of Theoretical Biology*, 254(4), 741-751.

Chalub, F. A. C. C., & Souza, M. O. (2009). From discrete to continuous evolution models: A unifying approach to drift-diffusion and replicator dynamics. *Theoretical Population Biology*, 76(4), 268-277.

Cezilly, F. (2010). Behavior adaptation and selection. *Encyclopedia of Behavioral Neuroscience*, 127-132.

*Cogito 60-61 – Darwin Devrimi: Evrim*, (İstanbul: Yapı Kredi Yayınları, 2009).

Conner, J. K. (2001). How strong is natural selection?. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(5), 215-217.

Crouch, J. A., vd. (2008). The evolution of transposon repeat-induced point mutation in the genome of *Colletotrichum cereale*: Reconciling sex, recombination and homoplasy in an “asexual” pathogen. *Fungal Genetics and Biology*, 45(3), 190-206.

Dale, K., & Collett, T. S. (2001). Using artificial evolution and selection to model insect navigation. *Current Biology*, 11(17), 1305-1316.

David, R. (2012). Symbiosis: Ants and fungi stay faithful. *Nature Reviews: Microbiology*, 10(442)

Darwin, C.R. (1859). *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*. (1. Baskı). Londra, İngiltere: John Murray.

Darwin, C.R. *İnsanın Türeyişi ve Evrim Üzerine*, çev. Orhan Tuncay (İstanbul: Gün Yayıncılık, 2001).

Darwin, C.R. (1859). *Türlerin Kökeni*, çev. Öner Ünalın (İstanbul: Evrensel Basım Yayın, 2009).

Darwin, C.R. *Seksüel Seçme*, çev. Öner Ünalın (İstanbul: Onur Yayıncılık, 1977).

Dawkins, R., *Ataların Hikâyesi: Yaşamın Kökenine Yolculuk*, çev. Ahmet Fethi (Adıyaman: Hil Yayınları, 2008).

Duret, L. (2008). Neutral theory: The null hypothesis of molecular evolution. *Nature Education*, 1(1),

*Dünü ve Bugünüyle Evrim Teorisi* (İstanbul: Evrensel Basım Yayın, 2009).

Edelaar, P., & Bolnick, D. I. (2012). Non-random gene flow: an underappreciated force in evolution and ecology. *Trends in Ecology & Evolution*, 27(12), 659-665.

Emeline, A. V., vd. (2003). Abiogenesis and photostimulated heterogeneous reactions in the interstellar medium and on primitive earth: Relevance to the genesis of life. *Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews*, 3(3), 203-224.

Etterson, J. R., & Shaw, R. G. (2013). Evolution in response to climate change. *Encyclopedia of Biodiversity (Second Edition)*, 385-391.

Ewens, W. J. (2013). Fundamental theorem of natural selection. *Brenner's Encyclopedia of Genetics (Second Edition)*, 126-128.

Ewens, W. J. (2013). Shifting-balance theory of evolution. *Brenner's Encyclopedia of Genetics (Second Edition)*, 423-425.

Fernando, C., & Rowe, J. (2007). Natural selection in chemical evolution. *Journal of Theoretical Biology*, 247(1), 152-167.

Futuyma, D.J., *Evrım* (1'inci baskı), çev. Aykut Kence, A. Nihat Bozcuk (Ankara: Palme Yayıncılık, 2008).

Gardner, A. (2013). Group selection. *Brenner's Encyclopedia of Genetics (Second Edition)*, 362-364.

Geissman, T. A. 2011. *The Cannizzaro Reaction*. Organic Reactions. 94-113.

Gibson, J. M. (1989). Simulated evolution and artificial selection. *Biosystems*, 23(2-3), 219-228.

Gishlick, A. D. (2008, October 19). *The miller-urey experiment*. Alındığı site: [http://ncse.com/files/pub/creationism/icons/gishlick\\_icons1.pdf](http://ncse.com/files/pub/creationism/icons/gishlick_icons1.pdf)

Gould, C.G. & Gould, J.L., *Hayvan Zihni: Hayvanlarda Akıl Yürütme ve Problem Çözme Becerisi*, çev. Deniz Yurtören (Ankara: TÜBİTAK Yayınları, 2001).

Gould, S.J., *Pandanın Başparmağı: Doğa Tarihi Üzerine Düşünceler*, çev. Ülkün Tansel (İstanbul: Versus Kitap Yayınları, 2010).

Gould, S.J., *Yaşamın Tüm Çeşitliliği: İlerleme Mitozu*, çev. Rahmi Ögdül (İstanbul: Versus Kitap Yayınları, 2010).

Grether, G. F. (2010). Sexual selection and speciation. *Encyclopedia of Animal Behavior*, 177-183.

Heffernan, J. M., vd. (2002). The effects of genetic drift in experimental evolution. *Theoretical Population Biology*, 62(4), 349-356.

Hernandez-Jimenez, A., & Rios-Cardenas, O. (2012). Natural versus sexual selection: predation risk in relation to body size and sexual ornaments in the green swordtail. *Animal Behaviour*, 84(4), 1051-1059.

Herron, J.C. & Freeman, S.C., *Evrimsel Analiz* (4'üncü baskı), çev. Battal Çıplak, Hasan H. Başbüyük, İslam Gündüz, Süphan Karaytuğ (Ankara: Palme Yayıncılık, 2009).

Honnay, O. (2013). Genetic drift. *Brenner's Encyclopedia of Genetics (Second Edition)*, 251-253.

Jablonka, E., & Lamb, M., *Evrimin Dört Boyutu*, çev. Mehmet Doğan (İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi Yayınları, 2011).

Jaschke, A. (2000). Evolution of dna and rna as catalysts for chemical reactions. *Current Opinion in Chemical Biology*, 4(3), 257-262.

Jones, S., *Neredeyse Bir Balina: Türlerin Kökenine Güncel Bir Bakış*, çev. Levent Can Yılmaz (İstanbul: Evrensel Basım Yayın, 2006).

Kandemir, I., Kence, M., & Kence, A. (2005). Morphometric and electrophoretic variation in different honeybee (*apis mellifera* l.) populations. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29, 885-890.

Kence, A., & Bryant, E. H. (1978). A model of mating behavior in flies. *The american naturalist*, 112(988), 1047-1062.

Kence, M., & Kence, A. (1993). Control of insecticide resistance in laboratory populations of house fly (*diptera: Muscidae*) by introduction of susceptibility genes. *Journal of Economic Entomology*, 86(2), 189-194.

Kence, M., vd. (2006). Mitochondrial dna variation in honey bee (*apis mellifera* l.) populations from turkey. *Journal of Apicultural Research*, 45(1), 33-38.

Kimura, Motoo. 1983. *The neutral theory of molecular evolution*. Cambridge

Koonin, E. V. (2009). The origin at 150: is a new evolutionary synthesis in sight?. *Trends in Genetics*, 25(11), 473-475.

Leakey, R. *İnsanın Kökeni*, çev. Sinem Gül (İstanbul: Varlık Yayınları, 1998).

Lenormand, T. (2002). Gene flow and the limits to natural selection. *Trends in Ecology & Evolution*, 17(4), 183-189.

Lenski, R. E., vd. (2011). Chance and necessity in the evolution of a bacterial pathogen. *Nature Genetics*, 43, 1174-1176.

Liu, Y., vd. (2013). Consequences of gene flow between oilseed rape (brassica napus) and its relatives. *Plant Science*, 211, 42-51.

Ma, W., vd. (2010). The emergence of ribozymes synthesizing membrane components in rna-based protocells. *Biosystems*, 99(3), 201-209.

Mayr, E., *Biyoloji Budur: Canlı Dünyanın Bilimi*, çev. Afife İzbirak (Ankara: TÜBİTAK Yayınları, 2008).

Melendez-Hevia, E., Montero-Gomez, N., & Montero, F. (2008). From prebiotic chemistry to cellular metabolism—the chemical evolution of metabolism before darwinian natural selection. *Journal of Theoretical Biology*, 252(3), 505-519.

Miller, G., *Sevişen Beyin: Eş Bulma Süreci İnsan Doğasını Nasıl Belirledi?*, çev. M. Asım Karaömeroğlu (İstanbul: NTV Yayınları, 2010).

Ohta, T. (2002). Near-neutrality in evolution of genes and gene regulation. *PNAS*, 99(25), 16134-16137.

Orgel, L. E. (2004). Prebiotic chemistry and the origin of the rna world. *Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology*, 39, 99-123.

Örs, Y., *Süreç Kuram ve Kavram Olarak Evrim* (İstanbul: Kaynak Yayınları, 2001).

Özsoy, E.D., Erkmen B., Özeren, S.C. & Kolankaya D. (2012). Detection of Aquatic Pollution in Meric River by a Measure of Developmental Instability, Fluctuating Asymmetry in the Fish, Common Carp, *Cyprinus carpio* L., 1758. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 11(8), 1213-1216.

Özsoy, E.D., *Evrimsel Biyoloji Yazıları* (Ankara: Bilgesu Yayıncılık, 2013).

Parker, J. (2013). Genome-wide signatures of convergent evolution in echolocating mammals. *Nature*, 502, 228-231.

Parvinen, K., & Dieckmann, U. (2013). Self-extinction through optimizing selection. *Journal of Theoretical Biology*, 333, 1-9.

Rebecca, J. S., vd. (2013). Contributions of natural and sexual selection to the evolution of premating reproductive isolation: a research agenda. *Trends in Ecology & Evolution*, 28(11), 643-650.

Ridley, M., *Kızıl Kraliçe: Cinsellik ve İnsan Doğasının Evrimi*, çev. Erhun Yücesoy (İstanbul: Yapı Kredi Yayınları, 2010).

Robertson, H. M. (1997). Molecular evolution of the second ancient human mariner transposon, hsmar2, illustrates patterns of neutral evolution in the human genome lineage. *Gene*, 205(1-2), 219-228.

Saladino, R., vd. (2012). Formamide in non-life/life transition. *Physics of Life Reviews*, 9(1), 121-123.

Shubin, N., *İçimizdeki Balık: İnsan Vücudunun 3.5 Milyar Yıllık Tarihi*, çev. Aysun Yavuz (İstanbul: NTV Yayınları, 2010).

Smith, J.M.S. *Evrin Teorisi*, çev. Hüsen Portakal (İstanbul: Evrim Yayınevi, 2002).

Snyder, W. D., vd. (1975). A model for the origin of stable protocells in a primitive alkaline ocean. *Biosystems*, 7(2), 222-229.

Sole, R. V. (2009). Evolution and self-assembly of protocells. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 41(2), 274-284.

Stillwell, W. (1976). Facilitated diffusion of amino acids across bimolecular lipid membranes as a model for selective accumulation of amino acids in a primordial protocell. *Biosystems*, 8(3), 111-117.

Sznajd-Weron, K., & Pekalski, A. (1998). Evolution under stabilizing selection through gene flow. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 252(3-4), 336-344.

Takao K., vd. "Coal Liquefaction", Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 2001, Wiley-VCH, Weinheim.

Wang, G., vd. (2013). The genomics of selection in dogs and the parallel evolution between dogs and humans. *Nature Communications*, 4(1860)

Weaver, T. D. (2007). Were neandertal and modern human cranial differences produced by natural selection or genetic drift?. *Journal of Human Evolution*, 53(2), 135-145.

Weber, J. N. (2013). Discrete genetic modules are responsible for complex burrow evolution in *peromyscus* mice. *Nature*, 493, 402-405.

Weibull, J. W., & Salomonsson, M. (2006). Natural selection and social preferences. *Journal of Theoretical Biology*, 239(1), 79-92.

Wilner, E. (2006). Darwin's artificial selection as an experiment. *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History*

*and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 37(1), 26-40.

Winston, R., *İnsan İçgüdü: İlkel Dürtülerimiz Modern Yaşamlarımızı Nasıl Biçimlendiriyor?*, çev. Sinan Köseoğlu (İngiltere: Say Yayınları, 2011).

Yiğit, V., *Evrimin Öyküsü*, (İstanbul: Evrim Yayınevi, 2008).