

TAMER KAYA

Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi mezunu olan Dr Kaya, aynı kurumda 1990 yılında Radyoloji Uzmanı oldu. Eskişehir Osmangazi Üniversitesinde akademik kariyerini yaptı. 2000 yılında profesör unvanını aldı. 2012 yılında üniversiteden ayrılan Kaya, mesleğine serbest hekim olarak devam etmektedir. Dr. Kaya 2015 - 2018 yılları arasında Türk Radyoloji Derneği başkanlığı yapmıştır. Evli ve iki çocuk babasıdır. Genel evrim ve Evrimsel tıp ile uzunca bir süredir ilgilenmekte, bu konuda araştırmalar yapmakta ve konferanslar vermektedir. Kaya'nın konuyla ilgili en geniş kapsamlı eseri *İçimizdeki İzler - Yaşam, Evrim ve Biz* 2015 yılında yayımlanmıştır.

CEPTE BİLİM - 2

BİLİM DANIŞMA KURULU

KEREM CANKOÇAK • GÜNSELİ BAYRAM AKÇAPINAR • FERHAT SARI

EVİRİM - TAMER KAYA

İNSANIN KÖKENİNİ ÇÖZME HİKÂYESİ

© Tamer Kaya, 2019

KAPAK ve İÇ TASARIM • DEVRİM KOÇLAN

ISBN 978-605-80678-5-1

Birinci Basım Temmuz 2019 • İkinci Basım Mart 2020

© Ginko Kitap Ltd. Şti. 2019

Baskı: Mutlu Basım Yayın - Bahri Mutlu
Davutpaşa Cad. Güven İş Merkezi C Blok No. 256 Topkapı / İst.
Sertifika No: 18569

Ginko: Osmanağa Mah. Ali Suavi Sk. No: 10 D. 3 Kadıköy / İstanbul • Sertifika No: 35054

T: 0216 449 20 99 • F: 0216 449 21 00

www.ginkokitap.com • posta@ginkokitap.com



TAMER KAYA

EVİRİM

İNSANIN KÖKENİNİ
ÇÖZME HİKÂYESİ



GINKO BİLİM

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ	7
EVİRİM	11
İNSANIN KÖKENİNİ ÇÖZME HİKÂYESİ	21
YAŞAM ve CANLILAR	53
İNSANIN EVRİMİ	79
REDDETMESEK	99
KAYNAKLAR	105

GİRİŞ

Eğer bilimi tek bir sembolle tarif etmek gerekseydi, bu sembol sadece bir soru işareti olurdu. Çünkü bilim, insan sorguladıkça var olmuştur. Sorular bittiğinde bilim de biter. Bilim insanlığın gören gözüdür. Gözümüzle doğru-
dan görme şansımız olmayan doğa olaylarını ve kafamızı meşgul eden soruların yanıtlarını bilim süzgecinden geçi-
rerek görürüz ve anlarız. Görmek için önce bakmak gere-
kir. Soru sormak bakmanın karşılığı, bilim ise görmenin karşılığıdır. Gözlerimiz evrimsel adaptasyonun sonucu doğada tehdit ve fırsatları algılayacak şekilde evrilmiştir. Duyu organlarımızın bize aktardığı hislerle doğayı ve evreni tam anlamıyla anlamak mümkün değildir. Ancak doğayı ve etrafımızda olan biteni, bu boyutun çok daha ötesinde algılayabilmek için farklı bir vizyona ihtiyaç vardır. Farklı soru işaretleri ile farklı bakış açıları gerekir.

Elma yuvarlak bir cisimdir. Bir elmaya büyüteçlerle yeterince yakından bakarsanız yüzeyini düz olarak görür-
sünüz. Dünya da yuvarlak bir cisimdir. Çok büyük olması nedeniyle onu düz olarak algılarız. Ancak bir uzay aracıyla yeterince uzaklaşırsanız dünyayı yuvarlak olarak görebilirsiniz. Bugün dünyanın düz olduğunu iddia etmek gülünç karşılanır. Ancak halen bunun böyle olduğu iddia-

sıyla bir araya gelen gruplar bulunmaktadır. Düz dünyacılar, görme organlarının onlara aktardığı verileri dikkate alarak dünyayı düz olarak algılamamanın tarafındadırlar. İçgüdülerimiz bizi sadece gördüklerini kabul etme şeklinde bir donanımla yüklemiştir. Bugün dünyanın yuvarlak olduğuna dair sayısız bilimsel veri gözlem ve hatta bunu doğrudan gösteren ve fotoğraflayan teknolojilerin varlığına rağmen bu kabul edilmek istenmez. Düz dünyacıları ikna etmek kolaymış gibi görünse de onlar düşüncelerinden vazgeçmez.

Evrim için de aynı koşullar ve kurallar geçerlidir. Tüm akılcı kanıtlara rağmen evrimin ilkeleri reddedilir. Düz dünyacıları ikna etmeye kıyasla, evrimi reddedenleri ikna etmek daha zordur. Çünkü evrimi reddedenler için ortaya konulan kanıtlar dünyanın yuvarlak olduğunu anlatmak için elimizdeki kanıtlara göre biraz daha karışık gelebilir. Dünyanın yuvarlak olduğunu görmek için uydudan çekilen tek bir fotoğraf her şeyi gözler önüne serer. Evrimi anlayabilmek için ise tek bir fotoğraf yoktur. İnsanlığın gözüne yani bilime başvurmak gerekir. Bilimsel açıklamaları dikkatle inceleyen ve bilimsel ilkelere açık olan meraklı birisinin evrimi anlaması çok kolaydır. Evrim büyük resimdedir.

Düz dünyacıların varlığı, evrimin neden reddedilmekte olduğunu anlamamıza katkıda bulunur. Çünkü dünyanın yuvarlak olduğu bugün mutlak kanıtlarla ispatlanmışken bunu reddeden bir grubun olması, evrimi de tüm kanıtlarına rağmen reddeden bir grubun olmasının neden-

lerini gayet iyi anlatır. Bu Şu anlama gelir. Elinizde çok net kanıtlarınız olsa da bazı gruplar bunu reddedebilmektedir. Bu bize insanların birlikte olabilmek ve gruplaŐabilmek için rasyonel olarak aklı ve bilimi ön planda tutmak zorunda olmadıklarını gösterir.

EVİRİM

Canlılar, kaynakların destekleyebildiğinden daha fazla yavru üretme eğilimindedir. Her türün bireyleri birbirlerinden farklıdır (varyasyon). Bireylerin bu farklılıkları, çevreye uyumlu olan yeni bireylerin ortaya çıkma şansını artırır. Uyumlu olanlar daha fazla hayatta kalma ve üreme şansına sahip olurken uyumsuz olanlar elenir (seçilim). Bir sonraki nesilde, uyumlu olanlar daha fazla oranda temsil edilirler (kalıtım). Nesiller boyunca devam etmekte olan bu süreç, türün bireylerinde uyumluluğu artıran bir değişime yol açar (evrim).

Evrim, varyasyon ve seçilimle şekillenen bireysel özelliklerin kalıtımla sonraki nesillere aktarılmasıyla ortaya çıkar. Türlerinin değişebilir ya da dönüşebilir olmasını sağlar. Yeni koşullara uyumlu yeni nesiller, türün varlığını devam ettirmesinin tek yoludur. Evrim bir nesilde olmaz. Nesiller boyunca kalıtılabilen özelliklerin aktarılmasıyla ortaya çıkar. Ancak kalıtım bir canlının sahip olduğu bütün özellikleri belirlemez. Canlılar, yaşamları süresince karşılaştıkları çevresel etkilerle ortaya çıkan bazı gelişimsel değişiklikler gösterebilir. Tek yumurta ikizlerinin aynı genlere sahip olduğu halde farklılıklar göstermeleri bunun iyi bir örneğidir. Genlerin ötesinde bireye özgü değişiklik-

lere neden olan ve kalıtımda rol oynamayan bu durum, “epigenetik” başlığı altında incelenir.

Çeşitlilik

Kendi türümüze ve tüm canlılara baktığımızda bütün bireylerin birbirinden farklı olduğunu görürüz. Yaklaşık 7 milyarın üzerindeki insan nüfusunun hemen her bireyi birbirinden farklıdır. Çeşitlilik yaşamın temel ilkesidir. Genetik bilginin kopyalanması, şifrenin bir sonraki nesle aktarılmasını sağlar. Ancak DNA'nın kopyalanması sürecinde çok küçük kopyalama hataları olur. Bu küçük hatalar, yeni neslin bir öncekinden biraz daha farklı olmasına neden olur. Canlıların çeşitliliği başlıca bu kopyalama hatalarına bağlıdır. DNA zinciri üzerindeki mesaj, bunlara bağlı olarak değişir. Bu değişim mutasyon olarak adlandırılır. Mutasyonlar bireylerde çok büyük oranda etkisizdir. Düşük oranda zararlıdır. Daha düşük bir oranda da avantajlı özellikler ortaya çıkarır. Avantajlı mutasyonlar düşük oranda görülüyor olsa da sonraki nesillerde seçim mekanizmalarıyla korunur ve türün daha sonraki şekillenmesine katkıda bulunur. Yaşam döngüsü bu mutasyonlara sahip bireylerden yana olacaktır. Diğer yandan çevre ve yaşam koşulları öyle farklılaşabilir ki, başlangıçta avantajlı olmayan mutasyonlar, yararlı olabilirler. Burada unutulmaması gereken şudur. Yaşamın çoğalarak devam edebilmesi için uyumlu olan bir bireyin bir kez ortaya çıkması bile yeterlidir.

Bu, özellikle çok sayıda yavru yapmakta olan canlılarda en uyumlu olanın hayatta kalma ilkesiyle yaşama tam

adapte olacak canlıların varlığını garanti altına alır. On binlerce yumurta yapan bir canlının yavrularında bu kopyalama hataları ile büyük bir çeşitlilik söz konusudur. Sadece uyumlu olanlar hayatta kaldığında onların da yavruları daha çok bu özelliklerde olacağından daha uyumlu yeni nesillerin varlığı garanti altına alınır.

DNA'nın kopyalama hataları ortamda bulunan uzaydan gelen kozmik radyasyon gibi etkilerle ortaya çıkar. Yani bugün canlılar için çok zararlı olduğunu düşündüğümüz radyasyon aslında DNA'nın sonraki nesillerdeki dönüşümünü belirleyen temel etkidir. Evrimin ana motoru olan çeşitliliği bu sağlar. Canlılar için yüksek dozlarda radyasyon ölüm getirirken, ortamdaki düşük doz radyasyon yaşamın evrilerek devam etmesine katkıda bulunur. Ekmeği pişiren de yakan da ateştir.

Çeşitliliği belirleyen ikinci durum ise kromozomal çaprazlanma (rekombinasyon) başlığı altında yer alır. Eşeyli üreyen canlılarda mayoz bölünmeyle ebeveynlere ait kromozomlar parçalara ayrılır ve yavruyu oluşturacak genler rastgele olarak tekrar bir araya gelir. Rekombinasyon süreci de mutasyonda olduğu gibi rastlantısaldır.

Seçilim

Çeşitlilik, uyumlu olabilecek bir canlının ortaya çıkma olasılığını artırırken, seçilim uyumlu olmayanların elenmesidir. Böylece yeni nesil daha uyumlu olan bireylerden oluşacaktır. Dipte çakılların olduğu bir ortamda bulunan bir balık

türü genellikle bu taşların rengine uyumlu olan bir renge sahiptir. Bu sayede onları avlayan canlılardan gizlenebilirler. Her bir yeni nesilde yavruların çoğu da ebeveynlerinin sahip olduğu bu özelliklere sahip olarak dünyaya gelir. Ancak yukarıda değindiğimiz çeşitlilik nedeniyle bazı yavrular biraz farklı renklerde olabilir. Eğer balıkların ortamı değişip daha açık renkli çakılların olduğu bir ortama giderlerse, bu kez açık renkli olan yavrular avcılarının dikkatini çekmeyecek, diğer yavrular ise daha kolay av olacaklardır. Sayıları başlangıçta çok az dahi olsa sonraki nesillerde bu uyumlu olanların sayısı kısa zamanda hızla artacaktır.

Her tür, değişen yaşam koşullarına, yeni özellikler kazanarak ya da özelliklerinden bazılarını kaybederek uyum sağlar. Yeni vücutlar, daha önce sahip olunan özelliklerin üzerine, seçilimin etkisiyle yeni eklenenler ve körelmekte olan yapılardan ibarettir. Yeni eklenen yapılar genellikle mevcut yapıların dönüşümüyle ortaya çıkar. Evrim, vücudun yapısını, yaşam koşullarının bir yansıması olarak ortaya çıkarır. Karada dört ayaklılık harekete en iyi olanak sağlayan bir modeldir. Denizde ise hareket için yüzgeçlerin olması kaçınılmazdır. Ağaç yaşamında dört eli yapı avantaj sağlar. Havada ise kanatlar ve daha hafif bir vücut yapısı gerekir.

Seçilim tüm canlılarda evrimin temel mekanizmasıdır. Özellikle böceklerde çarpıcı örnekler verir. Bulduğu ortama uyum sağlamak yaşamsaldır. Bu nedenle bazı çekirge türleri yaprakların ya da kuru dalların şeklini taklit ederek onların arasında avcılarından gizlenir. Bazı kurtçuklar kuşların dışkularına çok benzer görünümüleriyle yem olmaktan

kurtulur. Bazı denizatları su yosunlarına benzeyerek kamufle olur. Ağaçların dallarına benzeyen kuşlar, zehirli türleri taklit eden canlılar, baykuş gözlerini andıran kelebekler gibi doğal seçilimin birçok inanılmaz örnekleri bulunmaktadır. Uyum sağlamak için, vücut eksenlerini değiştirmiş türler vardır. Dil balığı, kalkan balığı ve pisi balığı gibi yassı balıklar bunun için iyi bir örnektir. Vücutlarını dipte gizleyerek, avlarına pusu kurma ya da avcılardan saklanabilme avantajlarından yararlanmak için dikeyden yatay konuma geçerek uyumsal bir değişim göstermişlerdir. Gözlerden birisi dipte kalmamış ve diğerinin yanına gelmiştir. Bu balıklar yeryüzündeki en asimetrik omurgalılarıdır.

Doğal seçim, türlerin belirli bir sürede muhakkak değişim geçirmeleri gerektiği anlamına gelmez. Evrimsel değişim, seçim baskısı altında ortaya çıkar. Seçim baskısı başlıca diğer canlılarla rekabet ya da çevresel koşulların değişikliği ile ortaya çıkar. Bu koşullar değişmediği zaman seçim baskısı olmaz. Böylece başarılı uyum gösteren canlılar milyonlarca yıl hiç değişmeden kalabilirler. Ginko ağaçları 170 milyon yıldan bu yana sadece çok küçük bir yapısal değişim göstererek varlığını sürdürmüştür. Köpekbalıklarının temel vücut yapıları yaklaşık 300 milyon yıldır değişim göstermemiştir. At nalı yengeçleri ise 450 milyon yıldır değişiklik göstermeksizin yaşam sahnesinde varlıklarını devam ettirmektedir. Ancak seçim baskısı olduğunda canlıyı değişime yani evrilmeye zorlar. Buna evrilerek uyum sağlayabilecek yeterli bir zaman olmazsa türün soyu tükenektir.

Seçilim, sadece bu örneklerde olduğu gibi doğal seçim şeklinde olmaz. İnsanın eliyle olan yapay seçim ve eşlerin istek ve davranışıyla olan cinsel seçim başlıkları da bulunmaktadır.

Yapay seçim insanların evcilleştirdikleri canlıların üremesine müdahale ederek sonraki nesillerde istedikleri özellikleri ortaya çıkaracak şekilde yaptıkları üretimlerdir. Buna en iyi örneklerden birisi köpeklerdir. Yaklaşık 30.000 yıl öncesine uzanan bir dönemde insan yaşam alanına yaklaşan kurtların insanla birlikteliği, bugünkü köpeklerin varlığının temel nedenidir. İnanılmaz boyut ve şekil farklılıkları olmasına rağmen köpeklerin hepsi aynı türün üyeleridir. Hatta vahşi ataları olan kurtlarla da aynı türdedirler. Çiftleşip üreyebilirler. Evcil hayvanların hepsinin köpeklerle benzer bir hikâyesi vardır. Çiftlik hayvanlarının hepsinin doğada vahşi ataları bulunmaktadır. Bitkilerde, sebze ve meyvelerde de istediğimiz şekil, istediğimiz renk ve istediğiniz lezzette olmasını sağlayacak şekilde yüzyıllardır yapay seçilimi gerçekleştiriyoruz.

Bir türün dişisi ile erkeği arasında farklılık varsa o türde cinsel seçimden bahsedilebilir. Cinsel seçim, başlıca iki temel nedenle olabilmektedir. Bunlardan birisi dişinin seçimiyle ilgiliyken diğeri erkeğin gücüne bağlıdır. Bazı türlerin dişileri erkeklerin farklı olmasını bekler ve bu özelliklere sahip olanlarla çiftleşir. En tipik örneğini tavus kuşunda gördüğümüz bu tercih, özellikle birçok kuş türünün erkeğinin göz alıcı özelliklerde olmasının nedenidir. Yapılan deneyler, erkekler daha uzun kuyruklara sahip ola-

bilirlerse dişilerin onları tercih etmeye devam edeceğini göstermiştir. Ancak erkeklerin kuyruk uzunluğu doğal seçimle sınırlanır. Daha uzun kuyruklara sahipseniz avcılara yem olursunuz. Bu durumda doğal seçim ile cinsel seçim arasında bir denge oluştuğunu görüyoruz. Birçok balık ve böcek türlerinde de dişiyi etkilemek üzere evrilmiş özellikler bulunur. Cinsel seçim için sadece alımlı kuyruklar ve renkli tüyler değil, erkek kuşun şarkısı, kur yaparken yapılan danslar ya da güzel yapılmış bir yuva gibi dişiyi çekebilen başka özellikler de olabilir. Denizati gibi dişilerin alımlı olduğu çok az birkaç tür dışında hemen her zaman erkekler bu cezbedici özelliklere sahiptir. Cinsel seçimin erkeğin gücüyle ilgili olduğu türlerde erkeklerin dişiyi çiftleşme hakkına sahip olabilmek ya da harem ele geçirmek için diğer erkeklerle fiziksel olarak mücadele etmesi gerekir. Erkekler ne kadar çok sayıda dişiyeye sahip olmak için kavga ediyorlarsa kavgalar o kadar kanlı geçer. Aslanlar, goriller gibi harem yaşamı yaşayan ve dişiler için mücadele eden türlerde erkekler dişiyeye oranla daha büyüktür. Bunun en ileri örnekleri deniz fillerinde görülür. Sayıları yüze yaklaşan dişilerden oluşan harem ele geçirmek için birbirleriyle mücadele eden deniz fillerinin erkekleri dişilerden yaklaşık sekiz kat kadar ağır olabilir.

Evrim ağacı

Evrimsel dönüşüm doğrusal dizilişle olmaz. Türlerin birbirinden ayırımı, bir merdivenin mükemmel giden basamakları gibi değil, bir dallanma süreci şeklindedir.

Canlılığın ortak atadan türleşme ve çeşitlenmesi bir ağaca benzetilebilir. Bugün yaşayan her canlı ağacın en uç dallarını oluşturur. Her canlının bulunduğu uç noktadan ağacın gövdesine doğru uzanan bir soyağacı çizgisi vardır. İki dalın ayırım noktası akrabalığı ve ortak atayı gösteren kavşak noktasıdır. Türlerin birbirlerinden evrimsel dönüşümle ne zaman ayrılmış oldukları, fosil kayıtları ve DNA üzerinden yapılan moleküler saat yöntemiyle belirlenir. Canlıların genetik akrabalıklarını gösteren evrimsel yakınlık dereceleri ve ortak ataları dikkate alınarak evrim ağacı ya da diğer adıyla filogenetik ağaç adı verilen diyagram ve çizimler oluşturulur. Bu diyagramlarda birçok dal bulunur.

Bu dallar içerisinde memeliler bir ana dalın devamıdır. Bu nedenle memeliler başlığı altında yer alan canlılar birbirlerine çok benzeyen temel yapısal özelliklere sahiptir. İskelet sistemi, doku ve organlardaki tipik memeli yapısı bu gruptaki tüm canlılar için geçerlidir. Örneğin bir fil ile bir insan dış görünüş olarak çok farklı gibi görünse de vücut kemikleri kıyaslanırsa, her iki canlıda da her kemiğin karşılığı bulunur. Bir zürafa ile bir fare kıyaslandığında bütün iskelet yapılarının karşılığının olduğu görülür. Fare yedi adet boyun omuruna sahiptir. Zürafada da diğer tüm memelilerde olduğu gibi yedi boyun omuru bulunur. Bir fareye çekilen akciğer röntgeni bir insanın akciğer röntgeni ile büyük benzerlik gösterir. Dış yapıları çok farklı olsa da bir köpeğin ön ayak röntgeni, bir insanın el röntgeni ile çok benzer. Memelilerin soyağacında

bulunan diğerk canlılarda da durum böyledir. Örneğın uçan memeliler grubundaki yarasaların kanatlarında bulunan kemikler ya da bir balınının yüzgeçlerinde bulunan kemik yapılar tipik olarak memelilerin ön bacaklarındaki ya da kolumuzdaki kemiklerle karşılığın bulan yapılara sahiptir.

DNA

Canlılık yeryüzündeki varlığını, kendisini kopyalayarak nesilden nesile devam ettirir. Tüm canlılarda değışmez bir şekilde tek bir kopyalayıcı molekül bulunur. DNA'nın taşıdığı bu bilgilerle vücudun yapıtaşları olan proteinler yapılarak vücut oluşturulur. Tüm canlılarda DNA'nın tek bir kopyalayıcı molekül olması yanı sıra protein yapımının mekanizmasının da aynı olduğunu görüyoruz. Bu, yaşamın tüm canlılarda ortak bir atadan geldiğini gösterir. DNA başlıca dört adet bazın oluşturduğu burgulu merdiven şeklinde bir dizilime sahip uzun bir zincir şeklindedir. DNA, genetik şifrenin sonraki nesile aktarılması için kendisini kopyalar. DNA molekülünün bir fermuar gibi açılmasıyla, başlangıçta tek bir zincirde bulunan genetik bilgi ikiye ayrılır. İki adet yarım zincir de ortamda bulunan serbest bazlarla birleşerek tekrar tam bir zincire dönüşür. Böylece, bir beden oluşturmak için sahip olunan tüm bilgi, bir iken iki olur. Artık yeni nesilde de yeni hücrede de bu bilgi bulunacaktır. Genler, DNA zincirinin bilgi taşıyan parçalarıdır. Toplam 23 çift insan kromozomunda 20.000-30.000 kadar gen bulunur. Kromozomlar bir kitabın ciltlerine benzetildi-

ğinde, genler, sayfalara ya da fasiküllere benzetilebilir. Genlerin bedenlerin yapımındaki etkileri tek yöndedir. Yani genlerin edinilmiş özellikleri kalıtımla aktarılamaz.

Sessiz Genler (Fosil Genler)

İnsanın DNA zincirinde bulunan genlerin ancak %2 kadarı işlevseldir. Yani DNA'nın %98'i protein üretiminde görev almaz. Bunların bir bölümünün, başka dizilimlerin ifadesini düzenledikleri düşünülmektedir. Bu da dikkate alınsa, DNA'nın yine de yaklaşık %90'ından fazlasının protein yapımında işlevi bulunmaz. Sessiz gen, çöp gen ya da fosil gen olarak adlandırılan, faydası olmayan, belirgin bir zararı da olmayan bu ezici üstünlüğe sahip olan gereksiz genetik fazlalık, eşeyli olarak üreyen her türün kromozomları üzerinde bulunmaktadır. Bu genler, binlerce hatta milyonlarca kez tekrarlanan, farklı uzunluklarda olan dizilimler içerirler. Genetik şifrenin oldukça önemli bir kısmının fonksiyon görmemesi elimizdeki projenin çoğunun bir yapım işlemini tarif etmediği anlamına gelmektedir. Bu genetik şifre nesilden nesile kopyalanarak taşınırken gereksiz olan bu bölümleri çıkartmak için evrim bir yol üretmemiştir. Onlar, kopyalamayla devam etmekte olan bu genetik yolculuğun faydasız otostopçularıdır.

İNSANIN KÖKENİNİ ÇÖZME HİKÂYESİ

Anadolu toprakları, bilimin temelini atıldığı ve ilk aydınlanmanın yaşandığı yerdir. Evrimle ilgili ilk yazılı kanıtlar yaklaşık 2500 yıl önce Miletli Anaksimandros (MÖ 610-546) tarafından ortaya konulmuştur. Kayaçlar ve fosiller üzerinde gözlemler yapmış, yeryüzü katmanlarında alt seviyede bulunan fosillerin üst seviyede bulunanlardan daha basit yapıları olduğunu gözlemlemiştir. Bu gözlemleriyle, yaşayan formların daha basit formlardan dönüşerek ortaya çıktığını öne sürmüştür. Anaksimandros, canlılığın suda oluştuğuna, daha sonra karaya çıktığına ve ilk aşamalarında balık şeklinde olduğuna değinen ilk kişidir. “*Canlıların kaynağı denizdir. Başlangıçta balık olan atalarımızdan bugünkü formumuza evrilerek ulaştık,*” vurgusunda bulunmuştur. Aynı dönemde Anadolu’da yaşayan bir başka filozof olan Efesli Heraklitos (MÖ 535-475) canlıların gelişmesinde aralarındaki çatışmanın rolüne değinmiştir. Aristoteles’in (MÖ 384-322) bugün doğaya ilişkin bilinen ilk deneysel çalışmaları içeren eserleri, kuzey Ege’de Assos ve Midilli adasında yaptığı gözlemlerinin sonucunda ortaya çıkmıştır. Aristoteles’e göre doğa belirli bir ölçüğe göre düzenlenmişti ve türler değiştirilemez bir sabitlik içindeydi.

Batı Anadolu'da Antik Yunan döneminde şekillenen bu bilimsel miras, dokuzuncu-on dördüncü yüzyıllar arasında İslam coğrafyasında yaşayan bilim insanları tarafından devir alınmıştır. Antik Yunan döneminde kaleme alınan eserler bu dönemde Arapçaya çevrilmiş ve bir bilgi zenginliğine ulaşılmayı mümkün kılmıştır. Avrupa karanlık bir çağda huzursuz bir uykudayken, İslamiyet coğrafyasında bilimsel bakışın değer kazandığı dönemler olan bu dönemde yaşayan birçok İslam âlimi ve düşünürünün eserlerinde evrim düşüncesine ait izler bulunmaktadır. Bu eserlerde, canlıların cansızlardan gelişip bitkiye, bitki düzeyinden hayvan düzeyine ve oradan insana doğru işleyen bir sürecin varlığına sürekli değinilmiştir. Basra'da, kozmolojik evrimci yaratılış teorisini geliştirmiş olan Nazzam'ın talebesi olan El-Cahiz de (MS 781 – 869) biyolojik evrim teorisini geliştirmiştir. El-Cahiz erişkinliğe ulaştığında, Abbasi Devleti eşi görülmemiş bir çeviri hareketinin ortalarındaydı. Aristoteles'in *Hayvanların Tarihi Üzerine* isimli kitabının Arapça çevirisini okuduğunda ona hayran kalmıştı. Kendisi de kaleme aldığı ve 350'nin üzerinde hayvan türünü tanımladığı ansiklopedik bir eser olan kitabı *Kitab`ül Hayavan*'da doğal çevrenin hayvanlar üzerindeki etkisinden söz etmiştir. "Türler sabit değil, değışkendirler, dönüşürler," görüşüyle çağdaş evrim tanımına yakın bir fikir öne sürmüştür. En iyi uyum sağlayanın hayatta kalması olgusunun farkındadır. Gazne'de yaşayan ve hemen tüm pozitif bilimlerle ilgisi olan ve çok sayıda önemli eserleri bulunan Biruni (MS 973 – 1048), hem kozmolojik hem biyolojik evrimi savunmuştur. Bu

dönemin sonlarında yaşayan 14. yüzyıl İslam dünyası düşünürlerinden olan İbn-i Haldun da (MS 1332 - 1406) türlerin sabit olmadığını düşünmekte ve eserlerinde bununla ilgili pasajlara yer vermektedir. Bu dönemde özellikle El-Cahiz'in evrim ve doğal seçim kuramına çok yakın, eşi benzeri görülmeyecek bakış açısının bin yıl daha bir örneği olmamıştır.

Batı'da bu süre zarfında bilimsel açıdan bir yenilik olmamıştı. Avrupalılar İslam coğrafyasında bilimsel zenginliğin yeşerdiği bu dönemde bilimden uzak kaldı. Arapça eserler 1100 yıllarından itibaren çevrilmeye başlandı. Bu sayede Avrupa'da bilimsel bakış tekrar keşfedildi. İslam coğrafyasının tanınmış bilim insanlarının o dönemde Avrupa'da saygın bir yeri bulunmaktaydı. Bilimin sonraki yüzyıllar içinde Avrupa'da yükselişinde bu eserlerin önemli yeri olmuştur. Avrupa'da 17. ve 18. yüzyıllarda evrime yönelik düşüncelerin ortaya çıktığını görüyoruz. Ancak bu iddialarla ortaya çıkan bilim insanları, her zaman dini otoritenin sert tepkisiyle karşılaşmıştır.

Fransız doğa bilimci Comte de Buffon Georges-Louis Leclerc (1707-1788), canlıların sınıflandırmasına ilişkin Aristo sistemini geliştirme amacıyla çalışmaya koyulmuştu. Dini dogmalara karşıydı. Otuz beş ciltlik doğa tarihi eserinin yazarıydı. Evrim, ilgilendiği konuların başında yer almaktaydı. Buffon, fosil ve diğer kanıtlardan yola çıkarak canlı türlerin evrimle oluştuğu görüşüne ulaşmıştır. Dünyanın o dönemde bilinenden daha önce var olduğunu öngörmüş ve insanı hayvanlar âlemine yerleştir-

mekte tereddüt etmemiştir. Ancak Sorbon teoloji fakültesi ve kilisenin sert tepkisiyle karşılaşınca, birbiriyle çelişen yazılar kaleme almaya başlamış sonra da “kutsal kitapta bildirilenlere ters düşen sözlerimi geri alıyorum,” diyerek bu konuda sessizliğe gömülmüştür.

Anadolu’da 200 yıl önce yaşamış olan Erzurumlu İbrahim Hakkı (1703-1772) evrim düşüncesini açık bir biçimde dile getirmiştir. Kaleme aldığı *Marifetnâme* eserinde (1757) dönüşüm sürecini şöyle açıklamıştır: “Bu şerefli vücudun yükselişinin başlangıcı madenler olmuştur. En önce kaygan çamurdur, sonra taş mertebelerine yükselmiştir, sonra kıymetli cevherler mertebesine vasıl olmuştur. O mertebeden de yükselerek tohumuz biten bitkiler mertebesine varmıştır. Sonra tohumla biten bitkiler mertebesine, oradan ağaç şeklini alıp hurma ağacına kadar varmıştır. Hurma mertebesinden hayvanların mertebelerine yükselip nice seneler o mertebede ömür sürmüştür. Oradan fiil ve şekil bakımından insana benzeyen yarı insan (nesnas) ve maymun mertebesini bulup daha da yükselerek insan şekline gelmiştir.” Bu tanımlama, daha sonra Lamarck tarafından ortaya konulacak evrim tanımıyla büyük benzerlikler göstermektedir.

İnsanın kendi evrimini anlama sürecinde önemli kilometre taşlarından birisi de Charles Darwin’in büyükbabası Erasmus Darwin’dir (1731-1802). Erasmus Darwin, yaşamı en ilkel formlardan insana uzanan bir zincir olarak görmüştür. Türlerin ayrı olarak yaratıldığına ve canlı varlık kategorilerininin sabit olduğu fikrine açıkça karşıdır.

Organizma ve türlerin gereksinim baskısı altında gitgide dönüştüğünü düşünen ilk kişilerdendir. Hayatın cansız varlıklardan oluştuğunu, tek bir kökenden evrilerek geliştiğini, denizlerden başlayıp karaya yayıldığını savundu. Büyükbaba Darwin, torununun da üzerinde yoğunca çalışacağı seçici hayvan üreticiliği ve evcil hayvanların melezleştirilmesi işlemlerinden yola çıkarak canlıların dönüşebileceği sonucuna varıyordu.

Fransız doğa bilimci Jean Baptiste Lamarck (1744 - 1829) insanın evrim serüveninde en önemli kilometre taşlarından birisidir. Biyoloji teriminin yaratıcısıdır. Başlangıçta profesyonel bir bitki bilimciyken sonra zoolog olmuştur. Tüm canlı varlıkların karmaşık bir soy zinciri içerisinde birbirlerinden türedikleri düşüncesini ortaya koymuştur. Lamarck hipotezlerini halka açık olarak verdiği dersler aracılığıyla biçimlendirerek oluşturmuştur. Başlıca iki hipotez öne sürdü. İlki, kullanmanın bir organı geliştireceği, kullanmamanın ise körelteceği idi. İkincisi ise kullanma ve kullanmamanın sonuçlarının üreme yoluyla bir sonraki nesle aktarıldığıydı. Bu, “kazanılan karakterlerin kalıtımı” olarak bilinen Lamarck’ın sloganlaşmış hipoteziydi.

Lamarck, insanın atasının dört elli insan benzeri canlılar olduğunu belirtmiş ve buna şu şekilde değinmiştir. “Herhangi bir dört elli ırk, özellikle de içlerinden en mükemmeli, koşullar gereği ağaçlara tırmanma ve dallara tutunma alışkanlığını kaybederse ve bu ırkın üyeleri birkaç nesil boyunca ayaklarını sadece yürümek için kullan-

mak durumunda kalırsa, dört elliler kuşkusuz iki elli olacaklar, başparmakları diğer parmaklarından ayrılmayı bırakacaktır.”

Zooloji Felsefesi (1809) adlı eserinde Lamarck, dönüşümcülüğünün ilkelerini daha toparlayıcı bir biçimde sergilemiştir. Bu eser, başta Lamarck ile birlikte Paris doğa tarihi müzesi profesörü olan Georges Cuvier (1769-1832) olmak üzere bilim çevreleri tarafından pek de hoş karşılanmamıştır. Cuvier, paleontolojist ve karşılaştırmalı anatomi uzmanıydı. Zamanının en nüfuzlu doğa bilimcilerindendi. Dönüşümcülüğe ve evrim fikrine olabildiğince karşıydı. İnançlı bir yaratılışçı olan Cuvier, Hıristiyan cemaatinin başkanı yardımcısıydı. Fosillerin yapısında gözlenen değişikliklerden yola çıkarak bunların ani değişimlerin göstergesi olduğunu düşünüyordu. Türlerin zaman içinde dönüşmediğine, onların yok olduklarına ve yenilerinin yaratıldığına inanıyordu. Ancak Lamarck’a göre fosillerin bu değişimleri ve yaşayan türlerin bu fosillerden farklı olmasının başka bir nedeni vardı. Bu, türlerin evriminin, yani jeolojik zamanlar boyunca aşamalı olarak birbirlerine dönüşümünün kanıtıydı. Lamarck’tan nefret etmekte olan Cuvier, Lamarck’ın tüm kariyerini engelledi. Cuvier’in bu gücü karşısında Lamarck, yaşamını yoksulluk ve unutulmuşluk içinde ve görme yetisinden yoksun olarak tamamladı.

Ancak Lamarck takipçilerine bu öğretiyi devretmişti ve fikirleri tüm muhalefete rağmen varlığını korumuştur. Zamanının en iyi evrim mekanizması kuramını sunmuş

olan Lamarck'ın başarısı, Darwin'e benzer şekilde yaşamın doğal yasalarla açıklanabilir olduğunu ifade etmesidir. Lamarck'ın evrim kuramına göre organizmalar evrilirken, kazanılmış özelliklerin kalıtımıyla yavaş yavaş değişime uğramaktadır. Lamarckçılığın Darwin'den sonraki dönemde, özellikle "evrimsel sentez" ortaya çıkana kadar çok taraftarı olmuştur. 1930'lara kadar muhtemelen Darwincilerden daha çok Lamarckçı bulunmaktaydı. Genetikçilerin kazanılmış özelliklerin bir sonraki kuşağa geçirilemeyeceğini göstermeleriyle Lamarckçı kuramlara duyulan ilgi azaldı. Diğer yandan Lamarck'ın görüşlerinin Darwin'in evrim kuramına yakınlık içeren önermeleri bulunmaktadır. Lamarck'ı yorumlayan bilim çevreleri, Lamarck'ın eğer Darwin'in kuramının farkında olmuş olsaydı bu kuramı kabul edip destekleyeceğini öngörürler.

Charles Darwin, doğal seçim yoluyla evrim teorisini geliştiren ve en geniş anlamda kitlelere ulaştırabilen bilim insanıdır. Gençliğinde dedesinin fikirlerinden etkilenmişti. Başlangıçta babasının isteğiyle almakta olduğu tıp eğitiminin kendisi için uygun olmadığını anladı. Kilise eğitimi almaya başladı. Ancak tutkusunun gelişmekte olan jeoloji, botanik ve zooloji gibi doğa bilimlerine olduğunu fark etti. Daha sonra ilgi alanına uygun olan bir keşif gemisi gezisi tam da onun beklentilerini karşılayan bir fırsat olmuştu. Darwin, başlıca güney yarımkürede tüm dünyayı dolaşacak olan Beagle gemisiyle 1831-1836 yıllarında yaklaşık beş yıl süren bir geziye katılmıştır. Darwin'in gezi sürecinde yaptığı gözlemler, bulgular ve kayıtlar, daha sonra geliştirdiği

teorisinin ana ilkelerini oluşturmasını sağlamıştır. Beagle gemisi, kaptan Robert FitzRoy yonetiminde başlıca, Gney Amerika kıyılarının haritasını çıkarmak amacıyla seyahat etmiştir. Darwin, bu uzun keşif gezisinde biyolog ve kaptanın danışmanı konumunda gönüllü olarak yer almıştır. Atlantik Okyanusu'ndan gneye inen keşif gezisinin ilk durağı gney Amerika ve çevresi idi. Sonra Avustralya'ya uğrayan gemi, Hint Okyanusu ve takiben Afrika'nın gneyinden tekrar Atlantik Okyanusu yoluyla İngiltere'ye dönüşüyle seferini tamamladı.

Darwin, bu uzun gezi sayesinde çok sayıda farklı coğrafyada farklı bitki, hayvan ve insan topluluklarını gözleme fırsatına sahip oldu. Ayrıca bulduğu fosiller üzerinde yaptığı gözlemlerle de geçmiş yaşam ile bugnkn kıyaslama şansı oldu. Darwin'in bu gezide ayrıca yeryüzü hareketleri, yer katmanları ve kaya tabakaları hakkında da gözlemleri ve fikirleri oluşmuştur. Fosiller üzerinde yaptıkları gözlemlerde Darwin, yakın tarihli olan fosillerin, yaşamakta olan canlılara, eski fosillerden daha çok benzemekte olduğunu fark etmiştir. Gezinin ilk durağı olan Gney Amerika'nın doğu sahillerinde görmüş olduğu nesli tükenmiş dev memeli fosilleriyle orada halen yaşamakta olan bazı hayvan türlerinin gözle görülür bir benzerlik gösterdiğine dikkat etmiştir. Bunlar için en tipik iki örnek, günümüzde bu bölgede yaşamakta olan tembel hayvanın benzeri devasa boyutlu megaterium fosili ve yine bu bölgelerde yaşayan armadillonun benzeri büyük boyutlu gliptodon fosilidir.

Darwin bu gezide gözlemleri sadece biyolojiyle sınırlı kalmamış, ayrıca jeolojiyle ilgili araştırmalar da yapmıştır. Geziye çıktığı yıl basılmış olan modern jeolojinin kurucusu olan Charles Lyell'in *Jeolojinin Esasları* kitabından yararlanmıştı. Bu eser, Darwin'in, yerkürenin değişiminin ve kıta hareketlerinin, türlerin çeşitlenmesiyle ilişkisini anlamasını sağlamıştır. Gözlemlerinden yola çıkarak kilisenin eğitiminde öğrendiklerinden farklı olarak yeryüzünün oldukça eski bir geçmişi olduğunu düşünmeye başladı. Şili'de dağlara çıktı ve And sıradağlarında, denizden 2000 metre üzeri yüksekliklerde kabuklu deniz canlılarına ait fosiller olduğunu gördü. Ayrıca Şili'de iken bir deprem yaşadı. Bu deprem sonrasında deniz kıyısının yükseldiğini gözledi. Lyell'in kitabında bahsettiği kara hareketleriyle ilgili kuramı, Darwin'in gözlerinin önünde gerçekleşmişti. Depremden sonra sahilde kara 60-90 cm kadar yukarı itilmişti. Darwin, kara katmanlarındaki yükselmeleri dikkate alarak, deniz tabanının dağlarda deniz fosillerini bulduğu seviyelere ne kadar bir zamanda yükselebileceğini hesapladı. Bu bulgularla, dünyanın yaşının yüz milyonlarca yıldan fazla olması gerektiğini öngörüyordu. Bu hesaplamalar, o dönemde dünyanın yaşının 10.000 yıl olduğuna dair kabul edilen yaygın görüşü yanıltıyordu.

Beagle, Güney Amerika'dan sonra Galapagos takımadalarına geçmiştir. Bugün birisine Darwin'in adı verilmiş ve onunla özdeşleştirilmiş olan bu takımadalarda Darwin'in önemli gözlemleri olmuştur. Burada topladığı

örneklerin, daha sonra teorisiyle ilgili kavramları oluşturmada önemli yeri olmuştur. Özellikle ispinozların beslenme ve yaşam koşullarına göre adadan adaya değişen gaga yapıları üzerinde durmuştur. Buraya özgü olan deniz iguanalarını ve bugün Darwin kaplumbağası olarak adlandırılan dev kara kaplumbağalarını incelemiştir. Farklı adalarda yaşayan farklı canlı türlerinin birbirlerine çok benzer olmakla birlikte, bunları birbirlerinden ayıran küçük farkların olduğunu görmüştür.

Galapagos adalarını takiben Pasifik Okyanusu'nda ilerleyen Beagle önce Tahiti'ye uğradı sonra Yeni Zelanda ve Avustralya'yı dolaştı. Pasifik Okyanusu'nda uğradıkları birçok adada Darwin, hayvan türlerinin yok denecek kadar az olduğunu gözlemlemiştir. Mercan adalarından ayrıldıktan sonra, Ümit Burnu'na döndü. Tekrar Güney Amerika'ya ve Azor Adalarına uğradıktan sonra geminin Britanya'ya ulaşmasıyla seyahat tamamlandı. Darwin, çok yorucu olan bu geziden sonra bir daha Britanya'nın dışına çıkmadı.

Gezi bittiğinde Darwin'in aklında doğal seçim ve evrim kavramları henüz tam olarak şekillenmemişti. Gezisinde gözlemleri hakkında tutmuş olduğu notlar ve örneklerini almış olduğu birçok canlı türü ve fosiller ona ışık tutmuştur. Canlıların coğrafi dağılımı ve fosiller üzerine yaptığı dikkatli gözlemler sonucunda, türlerin birbirine dönüşümüyle ilgilenmeye başladı. Teorisini, bu birikim ve gözlemlerinden yola çıkarak daha sonra geliştirdi. Türlerin sabit olmadığı, uzun süre içinde çevre koşulları-

na bağlı olarak değişmekte olduğu konusunda şüphesi yoktu. Ancak bu değişimin düzeneğinin ne olduğunu merak etmekteydi. Bu sorunun yanıtını ararken okuduğu bir kitap Darwin'e ilham kaynağı olur.

Darwin, doğal seğılim fikrine yönelik ilk sezgilerini Thomas Malthus'un, *Nüfus Prensibi Üzerine Bir Deneme* adlı kitabını okurken kazandığını belirtmektedir. Kitap, yaşamın canlılar için bir var olma savaşı olduğunu, nüfus artışının hemen her çevrede beslenme olanaklarını kat kat aşmış olduğunu ve bu savaşta zayıf olanların, güçlü olanlar karşısında yok olup gitmekte olduğunu söylüyordu. Uyumsuzlar elenirken, uyum sağlayanlar çoğalmaktaydı. Bu düşünce, türlerin nasıl değişmekte olduğu sorusunun cevabını vermekteydi. Darwin'in aklına yaşam koşullarında yararlı değişikliklerin korunduğu, yararsız değişikliklerin ise yok olduğu düşüncesi ile yeni türlerin bu şekilde oluşacağı fikri gelir. Nihayet üzerinde çalışabileceği bir teori bulmuştur. Bu kitabı okuduktan yaklaşık yirmi yıl sonra yazacağı kitabında bahsedeceği kuramının özünü de bu düşünce oluşturacaktır.

Kitabını yazmadan önce seğılimin temel ilkelerini ve kalıtım yasalarını daha iyi anlayabilmek için gözlemler ve araştırmalar yapmaya başladı. Daha sonra yapay seğılim olarak adlandıracağı sürecin detaylarını incelemek için evcil hayvan yetiştiricilerinin yeni hayvan çeşidi üretmelerini irdelemiş ve bu konuda yıllarca gözlemlerde bulunmuştur. Farklı hayvan türlerini devamlı incelemiş hayvanlar ve kendi üzerinde çeşitli deneyler yapmıştır.

Londra hayvanat bahçesine 1837 yılında getirilmiş olan dişi orangutan Jenny’i ziyaret ettiğinde ilk kez bir büyük maymun görmüş olan Darwin, insana şaşılacak derecede benzeyen orangutanın vücut yapısı ve davranışlarından etkilenmişti. Kraliçe Victoria’nın iğrenme hissi içeren “acı verecek ve sinir bozacak ölçüde insan,” şeklindeki yorumuna karşılık, aynı tablo Darwin’i farklı bir yorum yapmaya itmişti. Defterindeki notlarından görüldüğü üzere, ünlü doğa bilimci ilk kez kendisine “insan maymundan mı gelir?” sorusunu sordu.

Darwin, düşüncelerini ve kuramını yaklaşık 20 yıl kadar açıklamadı. Ancak, kuramının topluma açılışının gecikmesi, başarısının büyüklüğünün farkında olmayışı ile ilgili değildi. Kuramının sağlamlığından emindi. Ancak fikirlerini halka ve hatta bazı yakınlarına açmak ve açıkça paylaşmaktan çekiniyordu. Daha önce benzer fikirlerin sapkınlık olarak nitelendirildiğini ve bastırıldığını görmüş olduğundan, uzun süre fikirlerini ve ulaştığı sonuçları en yakın arkadaşları dışında kimseye açmadı. Kuramını geliştirmek ve olası itirazlara en iyi şekilde cevap verebilmek için araştırmalar yapıyor ve kanıtlar topluyordu. Kuramının ve çıkarımının ön taslaklarını 1844 yılında tamamladı. 230 sayfa kadar olan metni çalışma odasına kilitleti. Büyük yapıtını bitirmeden ölmesi durumunda ne şekilde hareket edileceği ve elyazmaları içinden yalnızca bunları yayımlatması gerektiği yönünde eşine kesin talimat verdiği bugün Darwin’in otobiyografisinden anlaşılmaktadır.

Darwin, dünyanın farklı bölgelerinde yaşayan birçok bilim insanıyla mektuplaşarak fikir alışverişi yapmaktaydı. Bunlar içinde bir başka İngiliz doğa bilimci Alfred Russel Wallace da bulunmaktaydı. Wallace, biyocoğrafyayla ilgilenmekteydi ve türlerin dünya üzerindeki dağılımını anlamaya çalışıyordu. Darwin'le 1850'lerde türleşme konusunda yazışmakta olan Wallace, 1858 yılında Malay Takımadalarında Darwin'den bağımsız olarak doğal seçim fikrini geliştirdi. Bir hayvan koleksiyoncusu olan Wallace, bireysel çeşitlenmeyi geniş anlamda gözlemlemiştir. Bir türün zengin çeşitlilik gösteren bireyleri içinde tam gerektiği gibi değişikliğe sahip olanlar, türün devamını sağlayanlardır. Gösterdikleri değişimler uygun olmayanlar yok olacaktır. Çeşitlenmenin çok az olduğu durumlar bile bir bireyin uyumlu olabilme ve hayatta kalma şansını etkileyebilecektir. Çok küçük değişimler bile baştaki türlerden adım adım uzaklaşarak yeni türlere dönüşümü sağlayabilir. Bunu düşünmek onu uzun zamandır aradığı, türlerin kökeni problemini çözecek olan doğa yasasını bulmuş olduğuna ikna eder.

Darwin'in teorisinin doğuşuna ilham kaynağı olan Malthus'un kitabı aynı zamanda Wallace'ı da etkilemiştir. Wallace, Malay Takımadalarında, bir gün sıtma ateşi nöbetiyle boğuşurken, yıllardır aramakta olduğu evrimin temel mekanizması olan doğal seçim ilkesinin, bir anda gözünün önüne gelmiş olduğunu söyler. On beş yıl önce okumuş olduğu kitapta, doğanın insan üzerinde her zaman sınırlayıcı bir etkisi olduğunu, en dayanıksız ve en zayıf

bireylerin elendiğini ve nüfusun oldukça sabit bir değerde kaldığını ifade edildiğini hatırlar. Hayvanlar arasında sadece doğal koşullara uygun bireyler sağ kalırken diğerleri elenmektedir. Çevresel koşullar sabit kalmamakta, kara, deniz yaşam alanları, iklimin şartları, gıda kaynakları veya düşmanlar devamlı değişim göstermektedir. Wallace, “Malthus’un kitabındaki bu savı, belleğime o kadar yerleştirmiş olmalıyım ki, kitabı okuduktan yaklaşık 15 yıl sonra, ilke aklıma şimşek gibi tekrar indi ve o anda keşfettim,” demiştir.

Wallace, bu fikirleri içeren mektubu büyük bir heyecanla ilk postayla Darwin’e gönderdi. Mektubunda türlerin kökeninin açıklanmasında eksik olan bağlantıyı bu fikirleriyle çözmüş olduğunu düşündüğünü yazmış ve “Varyetelerin (başka biçimlerin) orijinal tipten sınırsızca farklılaşma meyilleri üzerine” başlıklı makalesini de eklemişti. Mektupta Darwin’in düşüncesini soruyor, mektubun saygın bilim insanı ünlü yerbilimci Lyell’a iletilmesini istiyor ve fikirlerinin yayımlanması için Darwin’den yardım talep ediyordu.

Darwin mektubu aldığı anda büyük bir şaşkınlık yaşadı. Çünkü Wallace’ın fikirleri Darwin’in yıllardır oluşturduğu evrim kuramının bire bir aynısıydı. Doğal seçim fikri henüz yayımlanmadan bir başkası tarafından da keşfedilmişti. Darwin bu durumu Charles Lyell’le paylaştı. Durumun bilimsel bir komite tarafından gözden geçirilmesi kararlaştırıldı. Londra’da bulunan Linnaean Bilim Topluluğunda düzenlenen bir toplantıda Darwin ve

Wallace'ın fikirleri görüldü. Doğal seçilim fikrini ilk olarak kimin ortaya attığı saptanmaya çalışıldı. Sonuçta yirmi yılı aşkın bir süredir çalışmakta olan Darwin'in bu fikirleri daha önceden oluşturduğu kabul gördü. Bu toplantıdan bir yıl sonra, 1859 tarihinde Darwin, evrimle ilgili ilk kitabı olan *Türlerin Kökeni*'ni yayımlamıştır. Kitabın 1.250 adet basılan ilk basımı hızla tükenir. Darwin, kitabıyla birlikte ortaya atmış olduğu teorisini nihayet tanıtmaya ve yaygınlaştırma fırsatı bulmuştur. *Türlerin Kökeni*, tüm zamanlarda yayımlanan bilimsel kitaplar arasında hem en fazla satış rakamına çıkan ve hem de en fazla etki yaratan kitaplardan birisi olmuştur.

Türlerin birbirine dönüşümü düşüncesi daha önce farklı zamanlarda dile getirilmişti. Fakat Darwin'e kadar bu görüş genel bir kabul görmemiştir. Darwin, ortak ata kavramını belirleyerek türlerin birbirine dönüşümünün yaygın olarak kabul edilmesini sağlayan ve doğal seçilimi tanımlayan ilk kişi olmuştur. Darwin, 1882 tarihinde yaşamını kaybeder. Mezarı Westminster Manastırı'nda, Newton'ın hemen yanındadır. Britanya İmparatorluğu'nun zirvesi olarak kabul edilen Victoria döneminde ona ayrılan mezarın yeri, onun saygınlığını, büyük bir bilim insanı olarak kabulünü ve kendisiyle özdeşleşen teorisinin geçerliliğini ortaya koyan bir diğer göstergedir.

Darwin'in döneminde yeterli bir bilgi birikimi olmadığından onun kalıtımla ilgili açıklamaları, teorisini tanımlamakta yetersiz kalıyordu. Kalıtımla ilgili temel araştırmalar aslında Darwin'in zamanında yapıl-

mıştır. Çek rahip ve bilim insanı olan Gregor Mendel (1822-1884), bezelyelerle yaptığı deneylerde genetik biliminin temellerini ortaya koymuştur. Çalışmalarında, kalıtsal karakterlerin iki formla taşındığı sonucunu bulmuştur. Çalışmalarının evrim teorisi için önemini görmüş olan Mendel, notlarında sayfa kenarlarında çalışmasını “köken” olarak tanımlamıştır. Mendel fareler üzerinde de çalışıyor, farklı renkteki fareleri çapraz üreterek inceliyordu. Ancak manastırı ziyaret eden piskoposun bu şekilde hayvanları üretmesini ahlaksızca bulması nedeniyle bu çalışmalarını sona erdirerek bitkilere yöneldi. Birçok biyolog Mendel’in çalışmalarını bilmekteydi. Ancak o dönemde ne yazık ki çalışmalarını küçümsemiş ve deneylerinin sonuçları geniş kabul görmemiştir. Mendel gözlemlerinin önemini farkındaydı. Ölümünden önce çalışmalarının dünyanın her yerinde hak ettiği yeri bulacağına inandığını açıklamıştır.

Mendel’in yaptığı deneylerin önemi, öne sürdüğü kalıtım ilkelerinin, onun ölümünden sonra 1904 yılında tekrar keşfedilmesiyle anlaşılmıştır. Bu şekilde aynı türün bireylerinin sahip oldukları genetik çeşitliliğin anlaşılmasında önemli bir adım atılmış oldu. Genetik bilimi artık Darwin’in çok merak ettiği ve doğal seçim için gerekli olan kalıtsal çeşitliliğe bir kaynak sunmaktaydı. Kalıtım kuramının bütün canlılar için geçerliliği saptandı ve biyolojinin temel ilkelerinden biri haline geldi. Mendel’in bulguları ve ardından da kalıtımda kromozomların rolü-

nün anlaşılması modern genetiğin temelini oluşturmuş, “genetik” terimi ilk kez 1906 yılında kullanılmış, 1909 yılında ise kalıtım birimine “gen” adı verilmiştir.

Kalıtımla ilgili temel konunun çözülmesi de evrimin ilk planda geniş anlamda kabulünü sağlamadı. İlk genetikçiler grubuna giren birçok bilim insanı Mendel kuramının doğal seçilimle bağdaşmaz olduğunu düşünüyordu. Onlara karşı çıkan doğacılar grubu ise Mendel’in gösterdiği kısmi kalıttan çok karışimsal kalıtımı benimsiyordu. Ancak 1910’lu yılların sonuna doğru, popülasyon genetiği adı altında yeni bir bilimsel düşünce akımı şekillenmeye başladı. Evrimsel açıdan önemli olanın bireylerin değil, birey kümelerinin yani nüfusun olduğunu ileri süren bu akımın mimarları, İngiliz Ronald Fisher, John Haldane ve Amerikalı Sewall Wright idi. Fisher, kitabında evrim kuramını çok sağlam bir matematiksel temele oturtmuş, Haldane çok sayıda makalesinde doğal seçilimin matematikle nasıl açıklandığını anlatmıştır. Wright ise evrim konusuna hem matematiksel hem de deneysel olarak yaklaşmıştır. Bu üçlünün çalışmalarıyla, Mendel genetiği ile doğal seçilimin bağdaştığı artık istatistiksel çalışmalarla da gösteriliyordu. Böylece evrim, matematiğin temel bilimsel zemininde de doğrulanmıştı.

Tüm bu gelişmelere rağmen evrimin bilim çevrelerinde yaygınca kabulü için erkendi. Bilgi birikimlerini oldukça ilerletmiş olan genetikçiler ve doğacılar için 1930’lu yılların başlarında bile bir fikir birliği olmaya-

cağı görüşü vardı. Birbirlerinin geldikleri bu ileri noktadan habersizlerdi ve bu durum iletişimsizlikten kaynaklanıyordu. Genetik ile evrimsel düşüncenin birleştirilmesi için bir köprüye gereksinim vardı. Bu köprü, hem doğacı hem de genetikçi olan Theodosius Dobzhansky'nin (1900-1975), 1937 yılında yayımladığı *Genetik Bilimi ve Türlerin Kökeni* adlı eseri sayesinde kurulmuştur. Ukraynalı genetikçi Dobzhansky, kitabında evrimsel biyolojinin bu iki büyük dalının hakkını doğrulukla verdi. Bu kitap, evrimin genetik açıdan ne kadar anlamlı olduğunu kapsamlıca açıklayan ilk kitap olmuştur.

Evrim kuramının 20. yüzyıldaki gelişimde ve genetik bilimiyle birleştirilmesinde en önemli rolü olan bilim insanlarından birisi de Alman bilim insanı Ernst Mayr (1904-2005)'dir. Mayr'a göre *Türlerin Kökeni*'nin önemi, insanı durağan bir dünya görüşünden evrilen bir dünya görüşüne itmiş olmasıydı. Ona göre bu olay, "insanlık tarafından yaşanan en muazzam entelektüel devrim" idi. Fisher, Haldane, Wright, Dobzhansky ve Mayr gibi bilim insanları, 1930'ların sonunda Darwin'in evrim fikirleri ile genetik biliminin bulgularını bir araya getirdiler. *Türlerin Kökeni*'nin yazılmasını takiben bilim dünyasında bir fikir birliğinin ortaya çıkması, seksen yıl kadar bir zaman almıştı. İnsanın evrim farkındalığının kilometre taşlarından birisi olan genetik düşünce ile evrimsel düşüncenin bu birleştirilme süreci, modern evrimsel sentez ya da neo-Darwinizm olarak da adlandırılmıştır.

DNA'nın yapısının aydınlatıldığı 1950'li yıllara gelindiğinde ise kalıtım için fiziksel bir kanıt da gösterilmiş oldu. O zamandan beri de genetik ve moleküler biyoloji, evrimsel biyolojinin temelini oluşturmaktadır. Günümüzde insanın ve binlerce diğer canlı türünün genomlarının okunmasıyla kuram, konuyla ilgili bilim çevrelerince anlaşılan, kabul gören bir kuram halini almıştır. Darwin, kitabını yayımladıktan sonra evrimin birkaç on yıl içinde geniş çevrelerce kabul edileceğini öngörmüştü. Ancak, sadece bilim çevrelerinde dahi evrimin kabulü oldukça zaman almıştır.

Yerküre

Evrenin oluşumunu anlatan ve bilim insanları arasında bugün en yaygın kabul gören teori, evrenin genişlemekte olduğunun ortaya çıkarılmasıyla tanımlanmış olan büyük patlama teorisidir. Bu teoriye göre evren yaklaşık 14 milyar yıl önce çok sıcak ve yoğun küçük bir nokta halindeydi. Büyük patlamayı takiben evren genişlemeye ve aynı zamanda da soğumaya devam etmektedir. Güneş Sistemi günümüzden yaklaşık 4,6 milyar yıl önce oluşmaya başlamış, takiben yaklaşık 100 milyon yıllık bir zaman diliminde gezegenler ortaya çıkmıştır. Dünya da Güneş gibi bir gaz ve toz bulutunun yoğunlaşmasıyla oluşmuş, 4,5 milyar yıldan bu yana varlığını devam ettirmektedir. Dünya, başlangıçta bugünkü bileşimdeki bir atmosfere sahip değildi. Güneş'ten gelen zararlı morötesi (UV) ışınlar filtre edilememekte ve yer yüzeyine oldukça yüksek enerjilerde düşmekteydi.

Yeryüzü, varlığından bu yana bir devinim içinde olmuştur. Yeryüzünde gördüğümüz kaya katmanları yer-kürenin ve yaşamın tarihinin izlerini taşır. Bu katmanlar yeryüzünün parmak izleri gibidir. Ait olduğu dönemin canlılarının fosillerini içerirler. Fosiller başlıca dişler ve iskelet sistemi gibi canlının vücuduna ait kalıntılardır. Ancak katmanlar, canlının ayak izleri ya da canlının dışkı gibi bazı vücut dışı ipuçlarını da barındırabilir. Fosillerle ilgili önemli bir buluş 1666 yılında İtalya’da yaşanan bir olaya dayanır. İtalya açıklarında balıkçıların yakaladığı büyükçe bir köpekbalığının kafa kısmı, o dönemde Floransa’da yaşayan Danimarkalı anatomist Nicholas Steno’ya incelemesi için getirilir. Steno, köpekbalığını incelerken çok önemli bir ayrıntıya dikkat eder. Köpekbalığının dişleri, o güne kadar kaya tabakalarında bulunan ve ne olduğuna anlam verilemeyen yapıların ta kendisidir. Deniz seviyesinden oldukça yüksek seviyelerde de bulunduğundan o zamana kadar uzaydan geldiği zannedilmekte olan bu yapıların ne olduğu nihayet açıklığa kavuşmuştur. Steno anatomiyi ilgilendirmekteyken bu süreci takiben kaya tabakalarındaki gizemleri çözme çabasında olur. İtalya’da uçurumların ve kaya tabakalarının yoğun olduğu bölgelerde çalışmalarına devam eder. Yerbilimle ilgili çalışmaları onu paleontoloji biliminin babası olarak anılması noktasına taşıyacaktır.

Steno, kaya katmanlarının ve fosilleşmenin nasıl oluştuğunu tanımladı. Kaya katmanlarının, yeryüzünde bulunan yapıların zamanla okyanuslarda çökelerek oluştur-

dukaları tabakalar olduğunu, volkanik akıntıların ise bu katmanların arasına uzanarak kendi tabakalarını oluşturduğunu gösterdi. Katmanların bitki ya da hayvan kalıntılarını hapsederek fosile çevirdiğini ve bunun da tabakalar içerisinde korunduğunu belirtti. Fosillerin, kemiklerin ve dişlerin içindeki her bir zerrenin birer birer mineral zerreleriyle yer değiştirerek oluştuğu fikrini öne sürdü. Steno, yerküre katmanlarındaki canlılığın bıraktığı bu izlerin belirli bir tarih sıralamasıyla olduğunu göstermiştir.

Steno, kayaçların konumları, şekilleri ve pozisyonlarını dikkate alarak bugün “Steno’nun süperpozisyon ilkeleri” olarak bilinen ilkeleri ortaya koymuştur. Bu ilkelere göre, katmanlar en eski tabakaların en altta, en yeni tabakaların da en üstte olduğu belirli bir sıralama gösterir. Üstteki kayalar alttakilere göre daha gençtir. Ancak deprem, volkanik aktivasyonlar ve kıta hareketleri gibi bazı doğa olayları nedeniyle katmanların yapısı değişebilir. Katmanlar eğilip bükülebilir ya da yatay konumdan dikey konuma geçebilir. Kayaçlar bir nehir tarafından aşındırılıp bir kanyon ya da vadi oluştuğunda kanyonun kenarlarında ve vadilerin iki tarafında aynı döneme ait katmanlar görülür. Çok nadiren katmanlar ters dönerek yaşlı kayalar genç kayaların üzerine çıkabilir. Oluşan fay hatları çatlaklara yol açarak katmanların devamlılığını bozabilir. Bu fay hatları ve katmanlarda oluşan çatlaklardan volkanik lavların geçişiyle yeni ve sıralamaya aykırı volkanik katmanlar da oluşabilir. Ancak tüm bu durumlarda, kayaçların konum ve pozis-

yonları dikkate alınarak katmanların başlangıçtaki düzeni belirlenebilmektedir.

Bir deniz kıyısı, dağın yamacı ya da bir vadide olduğu gibi doğada bu katmanların açık yüzeylerine çokça rastlarız. Ancak tüm yeryüzü tarihini gösteren tabakaların hepsine sahip bir sütun bulunmaz. Kıta hareketleri bunu önler. Bu katmanlar yeryüzü tarihinde kısa zaman dilimlerini gösterir. Tüm yeryüzü tarihini ortaya koymak, farklı sütunlarda elde edilen farklı kaya katmanlarını tarihyerek elde edilen bulguların bir araya getirilmesiyle mümkün olabilir.

Yeryüzü tarihinde her dönem, kendine özgü izler bırakarak tabakalar oluşturmuştur. Bu katmanların içindeki fosiller, katmanların oluştuğu zaman dilimine uygun yaşadadır. Böylece yeryüzünde hangi zaman diliminde hangi canlıların yaşadığını bilmek mümkündür. Kayaçların tipik özellikleriyle onların hangi döneme ait katmanlar olduğu anlaşılabilir. Steno'nun prensiplerini kullanarak o günden bugüne kaya katmanlarında fosiller araştırılmış ve jeolojik kayıtlar özenle ortaya konmuştur. Bu şekilde tabakalar kendilerine özgü özellikleriyle isimlendirilmiştir. Dönemleri gösteren kayaç katmanlarına Kambriyen, Ordovisyen, Devon, Jura, Kretase, Eosen, Oligosen, Miyosen gibi isimler verilmiştir. Örneğin Devon İngiltere'de bir ilçenin adıdır. Orada bulunan Devon çökelleri dünyanın her yerinde aynı katmanda bulunmaktadır. Eskiden bu kayaçların yaşları birbirlerine kıyasla ortaya konulmuş olup kayaçların gerçek yaşları

değil sadece sıralaması bilinmekteydi. Ancak günümüzde radyoaktif yaş tespiti yöntemleriyle kayaç tabakalarının hangi zaman dönemine ait olduğu hesaplanabilmektedir. Böylece kayaçların ve içinde bulunan fosillerin gerçek yaşları oldukça güvenli olarak hesaplanabilmektedir. Eğer bir oluşumun jeolojik yaşını öğrenmek istersek, elde edilen kütlede bulunan radyoaktif madde ile hemen yanında bulunan ve onun dönüşmekte olduğu bilinen son ürünün miktarına bakarız. Kayaç oluştuğu dönemde ne kadar radyoizotopun orada olduğu jeologlar tarafından büyük doğrulukla hesaplanmaktadır. Şu anda ne kadar izotop kaldığı da kolaylıkla ölçülür. İzotopun yarı ömrü bilindiğine göre, kayaçların yaşı güvenilir bir şekilde belirlenmektedir. Bazı durumlarda farklı radyoizotoplar kullanılarak çapraz kontrol yapılır.

Yaş tayini yapılırken, incelenen örneğin tahmini yaşına uygun bir yarılanma ömrüne sahip olan bir maddenin kullanılması esastır. Eski kayaçların tarihlendirilmesi için yarılanma ömrü çok uzun olan bir radyoaktif izotop kullanılmalıdır. Bu amaçla en çok kullanılan izotop, yarılanma ömrü 1,26 milyar yıl olan potasyum-40'tır. Potasyum / Argon saati denilen yöntemle potasyum-40'ın bozduğu elementlerden birisi olan Argon-40'a dönüşümünün hesaplanmasıyla yaş tayini yapılır. Bu, volkanlardan çıkan lavlardan oluşan püskürük kayaçlarda yapılabilmektedir. Fosilleşmenin olduğu tortul kayaçlarda bu şekilde doğru tarihlendirme mümkün değildir. Bu nedenle fosillerin yaşını tahmin edebilmek için tortul kayaçların

yakınlarında ya da içinde gömülü halde bulunan püskürük kayaçların yaşı hesaplanır. Arkeolojik zaman dilimlerinin tarihlendirmesinde yarılanma ömrü 5730 yıl olan karbon 14 ile yapılan yaş tayinleri, uygundur. Bu şekilde, taş devrinde yaşayan bir canlıya ait olan bir kemiğe bakarak yaklaşık 1 yıl kadar hatayla, yaşadığı tarih bulunabilir. Bu yöntem, yaklaşık 50.000 yıldan daha yaşlı olan örneklerde yeterli veri sağlamaz.

Kayaçlar üzerinde bulunan fosil kayıtları evrimsel dönüşümü açıkça gösterir. Fosiller, çıkarıldıkları kaya tabakasına göre sıralandıklarında, zamana bağlı değişimler ortaya konulur. Fosil kayıtları, canlıların evrim sürecinde kazandıkları her bir yeni özelliği, tarihine göre net olarak göstermektedir. Katmanların zamanlamasını dikkate alarak fosillere baktığımızda, önce kabuklular, sonra balık fosilleri, daha sonra amfibilere ait fosiller, daha sonra sürüngen fosilleri, sonra dinazor fosilleri ve en sonunda da memeli fosilleri görülmektedir. Türlerin belirlenen evrimsel sıralaması, katmanlarda ortaya çıkarılan fosil kayıtlarının zaman dizisiyle tam bir uyumluluk içindedir. Memelilere ait fosil örnekleri yaklaşık 240 milyon yıllık kayalar ve sonrasında, primat fosilleri ise yaklaşık 60 milyon yıl ve daha yakın tarihli kayaçlarda bulunmaktadır. Yakın tarihli kayaçlara baktığımızda bu fosillerin günümüzde yaşayan türlere gittikçe benzemekte olduğu görülmektedir. Bugüne kadar bu sıralamaya uymayan bir fosil bulunmamıştır.

Hiçbir zaman bir kara canlısı fosili ilk balık fosillerinden önce görülmez ya da bir memeli fosili ilk sürüngen

fosillerinden önce izlenmez veya bir insan fosili ilk primat fosilinden önceki katmanlarda yer almaz. Türlerin dönüşüm dönemlerini gösteren ara geçiş formlarının fosilleri tahmin edilen zaman dilimlerine uymaktadır. Hatta geçiş dönemlerine yönelik fosil araştırmaları, kayaçların zaman dilimleri dikkate alınarak yapılabilmektedir. Karaya çıkan ilk canlının fosili, tam tahmin edildiği gibi 375 milyon yıllık kayaçlarda bulunmuştur. Bugün Asya ve Afrika'da yaşamakta olan develer ile Güney Amerika'daki lamalar akrabadır. Deve familyası üyesi olan bu iki türün yaşam alanlarının devamlılık göstermemesinin nedeni uzun süre anlaşılammıştır. Ancak Kuzey Amerika'da deve fosillerinin bulunmasıyla bu durum açıklığa kavuşmuştur. Bu veriler, yerkürede yaşamın izini oluşturmakta olan kayaçların aynı zamanda evrimin de parmak izlerini taşımakta olduklarını bize gösterir.

Değişen kıta tabakaları

Yerkürede uzun bir zaman diliminde devamlı kara hareketleri olmuştur. Beş ana kıtanın şekillerine dikkat edildiğinde birbirleriyle bir zamanlar ilişkili olduğunu düşündürecek bulgular vardır. Özellikle Güney Amerika'nın doğusu ile Afrika'nın batısı, birbirlerini tamamlayan bir yapbozun parçalarına benzer. Bu bulgu 20. yüzyılın başlarında Alman jeofizikçi Alfred Wegener'in dikkatini çekmişti. Wegener, Güney Amerika'nın doğu kenarındaki çıkıntının Afrika'nın batısındaki girintiye tam uyumlu olarak görülmesini bir rast-

lantı olarak kabul etmedi. Bu verileri çok anlamlı bulup detaylı araştırmalar yaptı. Afrika ve Güney Amerika'nın birbirine bakan sahillerindeki canlı türlerinin ve fosil kalıntuların birbirleriyle benzerlik gösterdiğini keşfetti. Wegener, teorisini 1915 yılında Kıtaların ve Okyanusların Kaynağı adlı eserinde açıkladı. Afrika ve Güney Amerika'daki fosillerin birbirine başka türlü bu kadar benzemeyeceğine dikkat çekmişti. Ayrıca kıta hareketlerine esas teşkil edecek şekilde Madagaskar ve Hindistan'da bulunan fosillerin de benzerlik göstermekte olduğunu fark etmişti. Bu gözlemlerini kendi bilim camiasında meslektaşlarının dikkatlerine sundu. Ancak bu düşünceleri meslektaşları tarafından kabul görmediği gibi çok komik olduğu ve bilimsel olmadığı yönünde eleştiriler aldı. Çok derin araştırmaları karşılığını bulmamıştı. Ama bu durum onun kıta hareketleri üzerine çalışmalarına devam etmesine mni olmadı. Ateşli tartışmalara zemin olan bu kuram temelinde kendi bulgularından emindi. Ancak magma üzerinde kıtaların nasıl kaymakta olduğunu izah edemiyordu. Wegener, 50 yaşındayken, 1930 yılında Grönland'da kıta hareketlerine yönelik yaptığı bir keşif gezisi sırasında, buz tabakalarının üzerinde ekibine destek olma abasındayken donarak yaşamını kaybetti.

Kuramının geniş anlamda kabul edildiğini göremeden len Wegener'in kuramı daha sonra birçok bilimsel çalışmayla doğrulanmıştır. Yirminci yüzyılın ikinci yarısında yapılan araştırmalar, iki kıtanın jeolojik yapısındaki uyumu desteklemekteydi. Kıta hareketlerinin olduğu sevi-

yelerde okyanus tabanlarında görülen yarılma çizgileri, sürekli aktif yanardağ faaliyetleriyle kıtaların birbirinden uzaklaşmasına neden oluyordu. Batı Afrika ve Doğu Amerika'da sonradan bulunan fosillerin her iki tarafta da aynı tarihe uyan kaya katmanlarında olması da bu bağlantı yönünden önemli bilgi vermekteydi. Ayrıca iki kıtadaki hayvan türleri üzerinde yapılan daha sonraki çalışmalar da bu kuramı destekledi.

Bugün levha tektoniği teorisi, yerkabuğunda kıta hareketlerini açıklamaktadır. Yerkabuğu, tektonik levha adı verilen tabakalar halindedir. Kıtalar, Dünya'nın manto tabakasının üzerinde yüzmekte olan levhalar üzerinde yılda ortalama birkaç santimetre kadar hareket etmektedir. Bu, çok kısa bir mesafe gibi görülse de milyonlarca yılda yüzlerce kilometreyi bulur. Bu levhalar sadece kayma göstermez, ayrıca birbirlerini sıkıştırarak yükselebilir ya da birbirlerinin altına girer. Kuzey Kutbu'nda Amazon'dakine benzeyen eski bir tropikal deltanın kalıntıları izlenmiştir. Dağlarda deniz canlılarının fosilleri bulunmaktadır. Everest'te 8 bin metrenin üzerindeki kayalarda deniz tabanının izleri vardır.

Günümüzden yaklaşık 250 milyon yıl önce, bir araya gelmiş kıtalar Pangea adı verilen büyük tek bir ana kara şeklindeydi. Pangea, zaman içinde Kuzey'de Laurisia ve Güney'de de Gondwana adı verilen iki kara parçasına ayrıldı. Bu iki kara parçası arasında, Tetis Denizi bulunmaktaydı. Van Gölü, Tetis Denizi'nin kalıntısıdır. Zamanla bu kara parçaları da levha hareketleriyle bölüne-

rek bugünkü kıtaları oluşturmuştur. Laurisia bölünerek Avrasya ve Kuzey Amerika'yı meydana getirmiştir. Gondwana ise 170 milyon yıl önce tek bir kara parçasıyken zamanla bölünerek şimdiki Afrika, Güney Amerika, Avustralya, Hindistan, Madagaskar ve Antarktika'ya ayrılmıştır. Hindistan daha sonra kuzeye doğru uzun bir yol katederek Asya'yla birleşmiştir. Hindistan'ın bundan sadece 50 milyon yıl önce Asya levhasıyla birleşmesi ve orada yılda yaklaşık 30 cm kadar yükselmesiyle Himalayalar oluşmaya başlamıştır. Wegener'in kıtaların şekillerinden yola çıkarak ortaya koymuş olduğu bu kuram, basit bir gözlemin ne kadar büyük bir bilimsel buluşa zemin hazırlayacağına bir örnek oluşturmaktadır.

Değişen iklim

Yerkürenin varlığından bu yana, atmosferin yapısı, iklim koşulları ve sıcaklık devamlı değişmektedir. İklim koşullarını sadece dört mevsim belirlemez. Uzun bir zaman penceresinden baktığımızda, iklimi etkileyen başka değişenlerin de bulunmakta olduğunu görürüz. Yeryüzünde suyun iki hali arasındaki denge devamlı değişmiş, bazı dönemlerde aşırı buzullaşmalar olurken bazı dönemlerde de sıcak iklim koşulları ortaya çıkmıştır. Bu, dünyanın konumunun ve pozisyonunun değişken olmasıyla ilişkilidir. Yerkürenin güneşin etrafındaki yörüngesi, dünyanın ekseni ve dünyanın yalpalama hareketi değişkenlik gösterir. Bunlarda ortaya çıkan farklılıklar yerküredeki iklimi bilinenin ötesinde değiştirir.

Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesi, bir elips şekli, bir daire şekli alacak şekilde değişir. Bu değişim yavaş bir dönüşümle yaklaşık 100.000 yılda bir olur. Yeryüzünün dönme hareketinin eksenini, yörüngeye bir açı gösterir. Bu açı da her 41.000 yılda bir 22,1 dereceyle 24,5 derece arasında değişir. Ayrıca yerkürenin bir yalpalama hareketi vardır. Bu yalpalama, yeryüzünün ekseninin her 26.000 yılda tamamlanan bir salınımı şeklindedir.

Bu üç farklı etkileşimin birleşik etkilerinin ortaya çıkardığı döngüler, Güneş'e olan uzaklığı değiştirerek yeryüzünde bildiğimiz mevsimlerin ötesinde küresel ısınma ve buzul çağı dönemlerinin oluşmasına neden olur. Milankoviç Döngüsü adı verilen bu döngü, yerkürede çok değişken olmakla birlikte yaklaşık 20.000-25.000 yılda bir görülen buzul çağlarını oluşturur. Bu teori, birinci dünya savaşı yıllarında yaptığı çalışmalarla Sırp jeofizikçisi Milutin Milankoviç tarafından sadece matematiksel ilkelerle ortaya konulmuştu. Bu ilkeler iklim değişikliklerinin yeryüzünde bıraktığı izlere bakılarak yapılan yeryüzü analizleriyle ancak 1970'li yıllarda doğrulanmıştır.

Değişen kara tabakaları ve değişen iklim dönüşümleri nedeniyle yaşam koşullarının devamlı bir değişim göstermekte olduğunu görüyoruz. Bu durum, canlı türlerinin de nesiller boyunca bulunduğu çevre koşullarına uyum sağlayacak şekilde devamlı değişmesini zorunlu kılmaktadır. Çevre koşullarındaki hızlı değişimler canlılığın ölmesine ya da türün yok olmasına yol açar. Bu nedenle çevre koşulları farklı olan yerlere bırakılan can-

lılar, çoğunlukla buna uyum sağlayamayarak ölür. Çevre koşullarının değişimi yavaş olduğunda ise uyum için gerekli olan değişim, evrimsel prensipler üzerinden gerçekleşir. Bu şekilde tüm canlı türleri, bulunduğu çevre koşullarıyla uyumlu yaşam özelliklerine sahip olacak şekilde bir dönüşüm geçirmektedirler.

İnsan evriminin en önemli son dönemecinde insanın bugünkü şeklini alması, başlıca yeryüzü katmanları ve iklim koşullarında ortaya çıkan değişimin sonucu olmuştur. Dünya haritasına baktığımızda ekvatora yakın bölgeler hemen her yerde ormanlık iken Kuzey Afrika çöl olarak görülür. Önceleri yine diğer alanlar gibi yeşil olan bu bölge, yaklaşık 5 milyon yıl önce kuzeydoğu Afrika'da oluşmaya başlayan sıradağların iklime olan etkisiyle zamanla çöle dönüşmüştür. Oluşan sıradağ silsilesi, Hint Okyanusu'nda yükselmekte olan nem tabakasının Afrika'nın kuzeyine hareketini önlemiştir. Bu nem tabakası Asya'nın güneyine yönelerek Muson yağmurlarına neden olur. Afrika'nın bu bölgesinin giderek kuraklaşması, ağaçların seyrekleşmesine neden olarak insanları ağaçlardan inmeye ve gittikçe yer yaşamına adapte olmaya zorlamış ve insanın evrimine giden yolun başlangıcı olmuştur.

Biyocoğrafya

Biyocoğrafya, türlerin yeryüzünde dağılımlarıyla ilgilidir. Her coğrafik bölgenin iklimi ve yaşam koşulları farklıdır. Her bölgede, bu bölgenin yaşam koşullarına uyumlu

olabilen türler yaşar. Biyocoğrafya, evrimi anlamamızı sağlayan çok iyi ipuçları ortaya koyar. Biyocoğrafyayla çok yakından ilgilenmekte olan Darwin'in ve Wallace'ın evrim kuramını birbirlerinden bağımsız olarak ortaya koymuş olmaları bir tesadüf değildir.

Yakın coğrafyalarda birbirine daha yakın türler ya da alttürler görülürken, uzak coğrafyalarda yaşam koşulları benzer olsa da farklı türler görülür. Afrika'nın geniş düzlüklerinde, Güney Amerika'nın geniş düzlüklerine çok benzeyen yaşam koşulları olduğu halde çok farklı canlı türleri yaşamaktadır. Kuzey Kutbu ile Güney Kutbu arasında yaşam koşulları benzer olduğu halde yaşayan canlılar çok farklıdır. Kutup ayısı sadece Kuzey Kutbu'nda izlenirken penguen türleri sadece güney kutbunda yaşar.

Yerkürenin tarihinde kıtaların ayrılma ve birleşmesiyle ortaya çıkan yeryüzü hareketleri, canlı türlerinin dağılımını doğrudan etkilemiştir. Ortak atası tek bir kıtanın olduğu dönemde yaşamış olan timsah, bu kıtanın bölünmesiyle oluşan yeni kıtaların üzerinde yaşamını devam ettirmektedir. Timsah bu nedenle her kıtada yaşayan bir türdür. Güney yarımkürede üç ayrı kara parçası olan Güney Amerika'da rhea, Avustralya'da emu, Afrika'da ise devekuşu olarak bilinen büyük uçmayan kuşlar yaşamaktadır. Genetik çalışmalar birbirine çok benzeyen bu kuşların ortak bir atadan geldiklerini gösteriyor. Bu üç kuşun ortak atası, yaklaşık 125 milyon yıl önce güney yarımküredeki üç kıtanın birleşik olduğu Gondwana kıtasında yaşamıştır. Bu üç kıta ayrılarak Güney Amerika, Afrika ve Avustralya'yı

oluşturduğunda, bu türler de kaldıkları kıta parçasına uyum sağlayarak yaşamlarını sürdürmüşlerdir.

Adalardaki türlerin incelenmesi de evrim için çok güçlü kanıtlar sunar. Adalar, kıtasal adalar ve okyanus adaları olarak iki ana gruba ayrılır. Kıtasal adalar, bir zamanlar kıtalarla ilişkili olup daha sonra ayrılmış olan Madagaskar, Yeni Zelanda, Britanya, Sri Lanka gibi adalardır. Okyanus adaları ise deniz tabanının volkanik ykselmeleriyle oluşmuştur ve daha önce bir kıtayla birlikte olmamıştır. rnek olarak başlıca Hawaii, Galapagos adaları verilebilir. Kıtasal adalar, anakaradan ayrılmadan önce var olan çok sayıda tatlı su balığı, amfibi, sürüngen ve memeliler gibi türleri barındırır. Okyanus adaları ise kıtalarda ve kıtasal adalarda bulunan bu canlı türlerinden önemli oranda yoksundur. Okyanus adaları oluştuklarında, yaşama uygun özellikte değildir. Zamanla komşu anakaradan deniz ya da hava yoluyla gelen türler burada evrilerek çoğalır. Diğer yandan adalarda yaşam çok kırılgandır. Burada canlılar rekabetçi, avcı hayvanlardan ve parazitlerden uzak bir şekilde evrimleşmiş olup savunma mekanizmaları gelişmemiştir. Yabancı istilacılarla kolaylıkla mücadele edemezler. İzole bir ortamda evrilmiş olan bu canlıların diğer türlerle bir araya gelmeleri risk oluşturur.

YAŞAM ve CANLILAR

Canlılar, çevrelerinde bulunan cansız maddelerle aynı atomlardan oluşur. Etrafımızda, canlı olarak nitelendirdiğimiz her şey aslında cansız maddelerin bir bileşimidir. Havada yoğun olarak bulunan oksijen, azot, karbon, gibi elementler aynı zamanda vücudumuzun önemli bir bölümünü oluşturan yapıtaşlarıdır. Canlılığı özel kılan durumlardan birisi, bazı elementlerin oldukça yoğun olmasıdır. Karbon ve oksijen içeriğinin fazlalığı canlı vücutlarının bariz özelliğidir. Vücudumuzda bulunan tüm bu elementler bir devinim içindedir. Atomlar yaşamımız sürecinde bizimle birlikte değildir. İnsanı bir robotla kıyasladığımızda, robotun yapısında bulunan atomlar değişmez. Ancak yenilenen vücut hücrelerine ve yine değişim göstermekte olan kimyasallara bağlı olarak vücutta devamlı bir değişim vardır.

Dünya üzerindeki yaşamın cansız maddelerden nasıl oluştuğu konusu, kimyasal evrim ya da abiyogenez başlığı altında incelenmektedir. Günümüzde, yaşamın cansız maddeden kök salmasını, fiziksel ve kimyasal yasalar ışığında açıklamanın önünde temel bir güçlük yoktur. Yeni bilimsel yöntemlerle zenginleşen coğrafik veriler ve yeni keşfedilen fosiller gibi artan kanıtlar sayesinde yaşa-

mın kökeni sorusu, bugün varsayımlarla açıklanmaktan kurtulmaktadır. Güneşten gelen mor ötesi ışınların, canlılığın yapıtaşlarını oluşturan karmaşık moleküllerin sentezini sağladığı ve ilk yaşamın oluşmasında gerekli olduğu bilinmektedir. Buna en iyi örnek, vücudumuzdaki D vitaminin de ciltte güneş ışını etkisiyle sentezlenmesidir.

Hücrelerin oluşumundan önce, hücre yapısının temel taşları olan RNA, DNA ve proteinler oluşmuş olmalıdır. Bu büyük organik moleküllerin doğada rastlantısal olarak oluşma olasılığı, tahmin edilenlerin oldukça altındadır. Ancak bu durum günümüz koşulları için geçerlidir. O dönemde atmosfer katmanlarının daha az olması ve ozon tabakasının olmaması nedeniyle morötesi ışınları daha az filtrelenmekte ve yeryüzünde daha yüksek enerjili olarak ulaşmaktaydı. Bu nedenle, yeryüzünde, organik moleküllerin oluşumunu kolaylaştıracak daha yüksek bir etki oluşturmaktaydılar. Morötesi ışınların ilk organik moleküllerin oluşumunda yapıcı olan bu etkileri, canlılar üzerinde yıkıcıdır. Yani yaşamın oluşmasını mümkün kılan bu enerji, canlılığın sürdürülmesini olanaksızlaştırıyordu. Bilindiği gibi bakterileri öldürmekte olan bu ışınlar dezenfeksiyon için de kullanılır. Bugün bu ışınların zararlı etkilerinden korunabilmek için, birçok canlı türünün evrilerek farklı özelliklere sahip olduklarını görüyoruz. Çoğu canlı kabuk ya da pigment maddeleriyle bu korunmayı sağlar. Bizler de yaşadığımız coğrafyada maruz kaldığımız güneş ışınının miktarına göre değişen bir şekilde ciltte pigmentlere sahibiz. Ekvatora yakın yaşam

alanlarında siyah cilt yapısı yaşamsaldır. Ancak kutuplara gittikçe cilt rengi açığa döner.

Hayatın suda başladığına, ilk canlıların suda gelişmiş ve türleşmiş olduğuna dair birçok kanıt bulunmaktadır. Yaşamın dünya üzerinde ilk olarak suda ortaya çıkmış olması, suyun yüksek enerjili morötesi ışınları filtre ederek bir korunma sağlamasıyla ilişkilendirilmektedir. Morötesi ışınlar, sularda 15 metreden daha derinde etkili olmaz. Bu nedenle derindeki büyük moleküller bozunmaz. Su, morötesi ışınların hem yapıcı hem de yıkıcı etkilerinin görülebilmesi için uygun ortamlar sağlar. Bu moleküllerin bir kısmı, suyun yüzeyine çıktıklarında ışınların etkisinde kalırken, derinde ışınlardan korunmaktaydılar. Bu şekilde oluşan döngülerle büyük organik moleküllerin miktarı gittikçe arttı. Bu süreç, canlılığın ilk temellerini oluşturdu.

Yaşamın var olmasından önce yeryüzünde suyun yanı sıra hangi kimyasal maddelerin hangi oranlarda bulunduğunu tam olarak bilmek mümkün değildir. En akla yakın olasılıklar arasında, karbondioksit, metan ve amonyak bulunmaktadır. Bu bileşikler aynı zamanda Güneş Sisteminin diğer bazı gezegenlerinde de olduğu bilinen maddelerdir. Bu maddelerden ilk yaşamsal maddeler oluşabiliyor muydu? Bu olasılık ilk kez 1953 yılında Amerikalı kimyager ve biyolog Stanley Miller tarafından test edilmiştir. Bu deneyde ilk atmosferde var olduğu düşünülen, karbon kaynağı olarak metan, azot kaynağı olarak amonyak, oksijen kaynağı olarak su buharı ve hidrojen olmak üzere bir gaz karışımı kullanıldı.

dı. Miller, bu basit maddeleri dar boyunlu bir kaba koydu. Ortamdaki organik maddelerin kaba bulaşmaması için tam steril bir ortam sağlamıştı. Kaba morötesi ışık ve elektrik kıvılcımı gibi ilkel şimşeği taklit eden bir enerji uyguladı. Amacı, ilk atmosferdeki güneş enerjisinden, yıldırımlardan, dünyaya çarpan meteor şok dalgalarından ya da volkanlardan oluşan yüksek enerjili ortamı sağlamaktı. Birkaç hafta sonra kapta konulanlardan daha karmaşık olan çok sayıda organik molekülleri ve proteinlerin yapıtaşları olan aminoasitleri buldu. Bu deney, atmosferde bulunan gazların, bazı yanardağların, güneş ışığının veya yıldırımlı bir havanın etkisiyle organik moleküllerin oluşabildiğini ve oksijenden yoksun bir atmosferde birikebildiğini gösterdi. Daha sonra, kimyacılar dünyada yaşamın ortaya çıkmasından önceki kimyasal koşulları laboratuvarında taklit ederek, DNA ve RNA'nın yapıtaşları olan pürin ve pirimidin adı verilen organik maddeleri de elde ettiler.

İlk ortaya çıkmış yaşamsal yapılar, protein, DNA ya da RNA gibi büyük molekülleri kurmak zorundaydı. Bunun için gerekli ara ürünler olan aminoasitler, pürinler, pirimidinler ve şekerler artık mevcuttu. Bu en basit bileşikler birbirleriyle tepkimeye girerek polimerleri ve sonunda daha karmaşık yapıları bileşiklerini oluşturdu. Başlangıçta yoğun olmayan organik maddeler gittikçe artarak yaygınlaştı. Bu moleküllerden bir aşamada kopyalayıcı bir molekül oluştu. Bu molekülün oluşma olasılığı da oldukça düşüktür. Ancak yüz milyonlarca yıl

içinde ve sadece belirli bir bölgede bunun gerçekleşme olasılığından bahsedilebilir. Ayrıca bu molekülün sadece bir yerde ve bir kere çıkmış olması yeter.

İlk kopyalayıcı?

İlk kopyalayıcı molekül olması olası olan üç seçenek DNA, proteinler ve RNA'dır. Bu üçü içinde kendini en iyi kopyalayan molekül DNA'dır. DNA, açık ve düz şekildedir. Ancak kendini basitçe kopyalayamaz. Proteinler ise kendi üzerine katlanmış üç boyutlu bir yapıdadır. Bu nedenle bilgilerinin kopyalanması mümkün olmaz. Bu durum, ilk kopyalayıcının DNA ya da protein olmadığını düşündürmektedir. Ancak RNA'da durum farklıdır. RNA, DNA ile aynı zincir molekül yapısına sahiptir. DNA gibi dört harfi vardır. DNA'dan aldığı genetik şifreyi taşır. RNA ayrıca bazı virüslerde olduğu gibi genetik bilginin nesilden nesile aktarılmasını da sağlayabilir. Bütün bunlar RNA'nın ilk eşleyici olarak daha önce oluşmuş, DNA ve proteinlerin ise daha sonra ortaya çıkmış olduğunu düşündürmektedir.

Hücreler

İlk kopyalayıcılar oluşuktan sonra, bazıları korunmak için kimyasal bir duvar örmeye başlamış olmalıdır. İlk hücre zarlarının oluşması, evrimin önemli bir aşamasıydı. Böylece genetik içerik koruma altına alınacaktı. Bu şekilde çevreden bağımsız yaşam birimleri olan hücreler ortaya çıkmış, kimyasal evrim zamanla yerini biyolojik evrime

devretmiştir. İlk hücre örnekleri içinde daha iyi muhafazalar geliştirenler, diğerlerini yok ederek varlıklarını devam ettirdiler. Canlı hücrelerin ilk oluştuğu yaşam alanları için farklı hipotezler vardır. Bunlar içinde öne çıkan yerler, okyanus diplerindeki hidrotermal bacaların çevreleridir. Bacanın sıcak suyu ve okyanusun soğuk suyu arasındaki ılıman bölgeler, enerji, mineraller ve diğer kimyasal maddeler açısından zengin olan ve ilk hücrelerin ortaya çıkabileceği düşünülen yerlerdir. Bugün de bu bacaların çevresinde ışıksız ortamda zengin bir çeşitlilikle bakteri türleri ve çok hücreli yaşam formları bulunmaktadır.

Canlılığın uzunca bir dönemi için yerkürede tek hücreli organizmalar vardı. Yaşamın ilk bulgularının olduğu dönemde dünyanın atmosferinde oksijen yoktu. Oksijensiz ortamda yaşayabilen bakterilerin yaptığı fotosentezler, zamanla atmosferin bileşimini oksijensizden oksijenliye dönüştürdü. Güney Afrika ve Avustralya'da bulunan stromatolit adı verilen tarih öncesi fosil kayalarda mikroorganizmaların üst üste katmanlar halinde birikmesiyle oluşan özellikle mavi-yeşil algler olarak da bilinen siyanobakterilerin atalarına ait hücre mikrofosilleri yoğun olarak bulunmaktadır. Gerçek bakteri fosilleri olan bu kayalar, yaklaşık 3,5 milyar yıl öncesine tarihlendirilmiştir.

İlk hücreler prokaryot hücrelerdi. Canlılığın yaklaşık ilk 1,6 milyar yılı boyunca, dünya üzerinde sadece prokaryotlar yaşamıştır. Prokaryotlar çekirdeksizdir. Çekirdekli olan ökaryot hücrelerin ilk ortaya çıkışı ise yaklaşık 2,2 milyar yıl öncesi olarak tahmin edilmektedir.

Ökaryot hücreler zarla çevrili bir çekirdeğe sahiptir ve DNA'yı bunun içinde saklarlar. Hücrenin çekirdeğini ilk olarak hücrenin içine aldığı bir prokaryot hücrenin oluşturduğu düşünülmektedir.

Ökaryot hücrelerin boyutlarını artırması ve gelişimi, bir işbirliği sonucu ortaya çıkmıştır. Bu iş birliği, ökaryot hücrenin bir bakteriyi sindirmek amacıyla içine almasından sonra bu iki canlının eskisinden olduğundan daha avantajlı bir konuma geçmesi sonrası olmuştur. Burada büyük hücre küçük hücreyi korumakta ve gerekli besini temin etmekte iken, küçük hücre ise büyük hücreye enerji kaynağı olmaktadır. Endosimbiyoz olarak adlandırılan bu süreçte küçük hücre bugün mitokondri olarak hücrelerin içinde kendi DNA'sıyla yaşamaya devam ediyor. Aynı durum bitki hücreleri için de olmuştur. Kloroplastlar mitokondrilerin bitki hücrelerindeki karşılığıdır. Mitokondrinin varlığı sayesinde ökaryot hücreler prokaryotlardan çok daha büyük boyutlara ulaşabilmiştir. Ökaryot hücrelerin esnek yapısı sayesinde başlangıçta tek hücreli ya da sadece hücre kolonileri olarak yaşamakta olan organizmalar için özelleşmiş yapılara giden yol açılmıştır. Zamanla çok hücreli canlılar evrilmiştir. Canlıların evriminde devrimsel önemli bir aşama olan eşeyli üreme de ökaryotların evrilmesinden sonra ortaya çıkmıştır.

Oksijen felaketi

Oksijensiz ortamda yaşayabilen bakterilerin yaptığı fotosentezler, zamanla atmosferin bileşimini oksijensiz-

den oksijenliye dönüştürmüştür. Okyanuslarda çözünmüş oksijen miktarı arttıkça okyanuslar çözünmüş olan oksijene yeteri kadar doydular. Yeryüzündeki bu oksijen miktarının artışına “oksijen felaketi” adı verilmektedir. Bunun nedeni, şimdi bizim için vazgeçilmez olan oksijenin o dönemdeki canlılar için zehirli bir gaz olmasıydı. Çok iyi bir elektron tutucu olan oksijen, daha önce oksijenin olmadığı ortamda evrimleşmiş olan canlılar için çok tehlikeliydi. Çoğu organizma kısa sürede yok oldu. Bir kısmı oksijensiz kalan ortamlarda yaşamaya devam ederken, bir kısmı da oksijene uyum sağlayacak şekilde evrilerek oksijenli solunumu geliştirdi. Doğal seçim, o dönemde zehirli olan bu gazın ölümcül etkisinin önüne geçen her bir yeteneği biriktirerek onu bir yaşam unsuruna dönüştürmeyi başarmıştı. İki milyar yıl önce atmosferde oksijen miktarı bir denge oluşturmaya başladı. Proteinler, bunu oksijen molekülünü yapılarına katıp zararsız duruma getirerek yapmıştır. Bugün yaşayan canlılar bu koruyucu proteinlerin yüzlerce farklı tipine sahiptir. Günümüzün oksijenli ortamında, organik moleküller vücutların ve hücre zarının içinde olduklarından oksijenin bu etkisinden korunur. Hücrelerin enerji deposu olan mitokondriler oksijenin elektrona ilgisinden yararlanarak gerekli enerjiyi üretir. Oksijenin önceleri canlılığın ortaya çıkmasını önleyen özelliği, bugün canlılığın devamında önemli bir avantaj oluşturmaktadır. Bugün bitkilerin ürettiği oksijen ile hayvanların tükettiği oksijen dengededir. Hayvanlar olmasaydı oksijen atmosferde devamlı artacak, zamanla bitkiler için zararlı olacak ve onları yok edecekti.

Vücutlar

Vücut, tek hücreli canlıların birlikte oluşturduğu bir organizasyondur. Ancak bir araya gelmiş her hücre kümesi vücut değildir. Çok hücrelilik, hücreler arasında bir tür karşılıklı faydaya dayanan ortaklık ilişkisi sonucu ortaya çıkmıştır. Bir işbirliği ve işbölümü söz konusudur. Vücudu oluşturan hücreler zamanla birbirlerine bağımlı olup artık tek başlarına yaşamlarını devam ettiremeyecek hale gelmiştir. Oksijenli solunumun sağladığı enerji, tek hücreli yaşam formlarından vücutlu canlıların oluşumuna ve oradan da devasa canlılara geçişi mümkün kılmıştır. Bir vücuda sahip olmanın bir bedeli vardır. Vücut büyüdükçe daha fazla enerjiye ihtiyaç duyulur. Hareket ve yerçekimine karşı iskelet oluşturmak ve kolajen sentezi için görece daha fazla miktarda oksijen gerekir.

İlk vücut oluşumu denizde olmuştur. Vücutların oluşumundan önce, tüm hücre dışı ortamı okyanus oluşturuyordu. Vücut oluşumu sonrasında bu görevi hücreleri çevreleyen sıvı devralmıştır. Hücreleri bağlayarak onları bir arada tutan sıvıyla birlikteki biyolojik karışım vücut yapısının önemli bir kısmıdır. Bu karışım sadece hücrelerin dizilişlerini sağlayıp onları bir arada tutmakla kalmayıp aynı zamanda onların birbiriyle iletişim kurmalarını da mümkün kılar. Bu harç, doku ve organlara kendine özgü, ayırt edici bir görünüm ve işlev kazandırır.

Bir araya gelen hücreler başlangıçta birbirinin aynıysa iken zamanla buldukları yerlere göre farklılaşma-

ya başladılar. Fonksiyon için hücre grupları da farklı çalışmalıydı. Sindirim, dolaşım ve boşaltma sistemi vücudun uyumu için çevresel koşullara göre seçildi. Tüm hücrelerin bu kontrolünü kumanda eden, ileti sağlayan ilkel sinir sistemi, organizmanın yeni ihtiyaçlarına göre zamanla daha uyumlu olacak şekilde değişim geçirdi. Bakterilerin üreme yöntemi olarak geliştirdikleri bölünme, vücutlarda büyüme yöntemi olmuştu. Bakterilerin belirli ortam değişikliklerinde çoğalmayı durduran becerileri bulunmaktadır. Bu beceri, kararlı boyutun korunmasını sağladı.

Vücutlar bir savunma şekli olarak ortaya çıkmış olabilir. Çok hücreliliğe geçişte ana unsurun rekabette avantaj getiren bir boyut artışı sağlamak olduğu düşünülmektedir. Büyük olmak, av olmaktan kurtulmayı, daha küçük canlıları yiyebilmeyi ve daha uzun mesafelere hareket edebilmeyi sağlar. Araştırmalar çok hücreliliğin bitkiler, hayvanlar ya da mantarlar için birbirinden ayrı olarak birden fazla kere ortaya çıkmış olduğunu gösterir. İlk çok hücreli organizmalar yaklaşık 650 milyon yıl önce ortaya çıkmıştır. Sonra bitki vücutları, mantar vücutları, hayvan vücutları gibi farklı farklı vücutlar görülmektedir. Yeni ortaya çıkan organizmalar önceki formlarla rekabet ettiler ve vücutların çeşitliliği böylece arttı. Ancak, bu durum tek hücreli ya da daha küçük olan ilkel formların tamamen yok olmasına neden olmamıştır. Uyum sağlayan ilkel formlar da yaşamda kaldılar. Bugün aramızda varlıklarını devam ettiriyorlar.

Edikara ve Kambriyen

Canlılığın hızlı ve genişçe çeşitlendiği dönem Kambriyen dönem olarak bilinir. Ancak Kambriyen öncesi döneme ait korunmuş olan yaşam formlarına daha yakından bir bakış, bu dönemde de çok sayıda farklı çeşidin var olduğunu gösterir. Edikara, Kambriyenden önce günümüzden yaklaşık 635-542 milyon yıl öncesi zaman dilimini kapsayan dönemdir. Güney Avustralya'da Edikara tepelerinde 1940'lı yıllarda bulunan bu döneme ait fosiller bugünkü canlılara hiç benzemeyen yumuşak yapılu hayvanların kalıntıları şeklindedir. Edikara faunası olarak bilinen bu dönemin canlı dünyası da çeşitlilikle doluydu. Bunlar daha sonra dünyanın diğer yerlerinde de bulundu. Kambriyen dönemindeki canlılar, Edikara fosil kayıtlarındaki vücut yapılarından tamamıyla farklıdır. Edikara dönemindeki çok hücreliliğin başarısız olarak sonlandığı, Kambriyen dönemde farklı hücre organizasyonu ile başka yoldan tekrar ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Günümüzden yaklaşık yarım milyar yıl önce 545-495 milyon yılları aralığında görece olarak kısa bir zaman diliminde canlı çeşitliliğinde çok hızlı bir artış yaşandı. Kambriyen patlaması olarak adlandırılan bu dönemde görülen türler, bugün geniş bir çeşitliliğe sahip olarak yaşayan türlerin kökenini oluşturur. Hayvanlar âleminin önemli kollarının çoğu fosil kayıtlarında ilk defa bu dönemde ortaya çıkmıştır. Bu döneme ait başlıca trilobitler olmak üzere çok sayıda kabuklu deniz canlısı fosili ve

ilk balık türlerine ait fosiller mevcuttur. Kambriyen dönemde Dünya büyük bir evrimsel serüvenden geçmiştir. Patlama terimi, oluşan çeşitliliğin, yaşamın var olduğu tüm zamana kıyasla nispeten kısa bir zaman diliminde olması nedeniyle kullanılmıştır. Bu dönemin temel özelliklerine baktığımızda tüm yaşamın sularda olduğu, yaşam formlarının çoğunun küçük yapılarda ve ortaya çıkan hayvanların çoğunun da sıradışı vücut yapılarında olduğu görülmektedir. Bu dönemde evrimsel değişim oldukça hızlı olmuştur. Fosil kayıtlarına göre bu dönemde sadece 5 milyon yıl içinde salyangozlar denizyıldızları ve eklemli uzuvları olan kimi hayvanlar ortaya çıkmıştır. Trilobitler gibi geniş çeşitlilik gösteren bazılarının soyu tükenmiştir. Ancak Kambriyen döneminde yaşayan birçok canlının torunları olan böcekler, örümcekler ve yengeçler bugün aramızdadır.

Kara göründü

Canlıların karaya çıkışı, karaya uyum sağlamanın zorluğu ile yeni bakir yaşam alanlarındaki sayısız fırsatların avantajı arasındaki bir denge ortamında gerçekleşti. Tamamıyla su yaşamına uyum sağlamış bir canlının bu çok önemli değişime uyum sağlaması, çok büyük değişimleri gerektirmekteydi. Ama evrim tüm bu sorunların üstesinden gelmeyi başarmıştır. Karanın bitki ve mantarlar tarafından işgal edilmesinden önce, karada sadece tek hücreliler yaşıyor olmalıydılar. Bitkiler yaklaşık 500 milyon yıl önce karaya geçmişlerdir. Bitkileri, böcekler ve daha sonra

omurgalılar izlemiştir. Omurgalılar için suda hareket karasal ortamla kıyaslandığında çok daha kolaydı. İlk karaya çıkan canlılar yerçekimi kuvvetiyle karşılaştılar. Kolların ve bacakların evriminin devam ettiği uzun sürede bu canlılar, sürüngen özelliklerini korumuşlardır. Günümüzde yaşama atasal özellikleriyle sürüngen formunda uyum sağlamış olan bu canlılar varlıklarını devam ettirmektedir.

Karaya çıktıktan sonra suya özgü vücut yapısı, karaya uyum sağlayacak şekilde değişmiştir. Vücut yüzeyi suda avantaj oluşturan pullu yapısını zamanla kaybetmiştir. Görme, işitme ve koklama gibi duyu organları, kara yaşamına göre uyumsal değişim göstermiştir. Karada vücudu yerçekimi kuvvetine karşı destekleyen bir iskelet yapısı gelişmiştir. Baş özellikle ilk kara canlılarında yassılaşmıştır. Bacaklar, hareket etmenin yanı sıra yerçekimine karşı vücudu taşımak üzere evrilmiştir. Başın hareketlerini olanaklı kılan boyun yapısı, karada başın gövde üzerinde çok farklı hareketlerine izin verecek şekilde daralmış ve uzamıştır. Suda hızlı yüzebilmek için hidrodinamik yapıya aykırı olması nedeniyle balıklarda boyun bulunmaz. Boyunun karadan tekrar suya dönen, yunus, balina ve fok gibi memelilerde yeniden kaybolduğunu görüyoruz. Karaya çıkan ilk canlılar sağa sola hareket edebilen bir balık omurgasına sahipti. Suda ilerlemek için çok uygun olan bu yatay omurga hareketi karada sürünme hareketine uygundu. Ancak, ayakların evrimi ve gövdenin yerden yükselmesi sonucunda bu hareket zamanla yukarı aşağı omurga hareketine dönüşmüştür.

Bu geçiş döneminde solunum ve boşaltım da önemli değişiklikler göstermeliydi. Havadaki oksijeni soluyabilmek için akciğer evrildi. Boşaltım sisteminde de azotun vücuttan atılma Şekli karaya özgü dönüşüm gösterdi. Su canlılarında azot vücuttan amonyak olarak atılırken, karada amonyak üreye çevrilerek atılacak Şekilde dönüştü. Amonyagın atılabilmesi çok sıvı gerektirirken, ürenin atılabilmesi için daha az sıvı yeterlidir. Bu da suyun kıymetli olduğu kara yaşamı için gerekli bir adaptasyondur. Ayrıca balıklarda kalın bağırsak bulunmazken, kara hayvanlarında gıda atıklarının içerisindeki suyun tekrar geri emilmesini sağlayan kalın bağırsak evrilmiştir.

Karaya ilk geçişin fosil kanıtını bulmak 21. yüzyılda mümkün olmuştur. Fosil kayıtları 2004 yılına kadar sadece deniz canlılarına veya sadece kara canlılarına uyan örnekleri göstermekteydi. Denizden karaya geçişi gösteren bir ara forma ait örnek mevcut değildi. Balık fosilleri, Kambriyen dönem ve daha sonrasına tarihlenen kayaçlarda bulunur. Bunlar içinde bulunan lob yüzgeçli balıklar, geniş ve kemikli yüzgeçleri olan ve bu sayede sığ sulara gövdelerini zemin üzerinde yukarıda tutabilmekte olan balıklardır. Kara canlılarındaki ayaklara benzer özellikleri olan lob yüzgeçli balık fosilleri 390 milyon yıl öncesine ait tabakalarda yer almaktadır. Kara canlılarına ait olduğu kesin olan fosiller ise 360 yıl öncesine ait kayalarda bulunmuştur. Denizden karaya geçişteki ara form, bu iki grup fosilin tarihlendiği dönemlerin arasında bir yerde olmalıydı. Bu bilgilerden yola çıkarak

Chicago Üniversitesi'nden evrimsel biyolog Neil Shubin ve ekibi, karaya çıkan ilk canlılara ait fosilleri bulabilmek için dikkatlerini 390 ile 360 milyon yıl öncesine tarihlenen kayalara odakladılar. Shubin, yaklaşık 6 yıllık bir araştırmanın sonunda 2004 yılında Kanada'da Kuzey Kutbu'na yakın Ellesmere adasındaki 375 milyon yıllık kayalarda, yassı kafalı bir fosil buldu. Bu fosil, balığa ait özelliklerin yanı sıra kara hayvanlarına uyan özellikler de göstermekteydi. Bulunan fosile oradaki yerel halkın dilinde büyük tatlı su balığı anlamına gelen Tiktaalik adı verildi. Ayakları, hem yüzgeç hem de ayak formundaydı. Solungaçlarıyla yaptığı solunuma ek olarak akciğerleriyle soluk alıp vermesine yardım eden, sağlam bir kaburga dizilişine sahipti. Tiktaalik, balıklar ile karada yaşayan hayvanlar arasındaki boşluğu mükemmel dolduran bir fosildi.

İlk amfibiler yaklaşık 370 milyon yıl önce, ilk sürüngenler ise yaklaşık 320 milyon yıl önce evrilmiş ve çeşitlenmişlerdir. Yaklaşık 300 milyon yıl önce çeşitli sürüngen formları vardı. Bunlardan sadece ikisi (diapsidler ve sinapsidler) daha sonra önemli rol oynayacaklardı. Diapsidler, tipik sürüngen özelliğini korudu ve bu grubun soy çizgisi, dinozorlara ulaştı. Günümüzün kertenkeleleri, timsahları ve kuşları da bu grubun devamıdır. Sinapsidler ise memelilere giden yolun başlarını oluşturmuyordu. Sinapsidler başlangıçta diapsidlere göre çok daha iyi performans gösterdiler. Ancak, yaklaşık 250 milyon yıl önce yaşanan ve deniz türlerinin %96'sı, kara omurgalılarının

da %70'inin ortadan kalkmasına neden olan en geniş çaplı kitlesel yok oluş, bu grubu büyük oranda etkilemiştir. İlk dinozorlar, bundan sonraki dönemde ortaya çıktı.

Dinozorlar

Bilinen en eski dinozor fosilleri, yaklaşık 240 milyon yıl öncesine tarihlenmektedir. Dinozorlar yaklaşık 175 milyon yıl önce Jura döneminin ortalarında ise çeşitlenerek tüm yaşam alanlarını doldurmuşlardır. Dinozorlar, bir tavuk boyutundan balina boyutuna kadar değişen çok çeşitli boyutlardaydı. Başlangıçta küçük boyutlu olan bazı dinozor türleri, sadece birkaç on milyon yıl içinde onlarca ton ağırlığında devler durumuna geldi. Yaşam alanı genişledikçe denize uyum sağlayan vücutlar geliştirerek tüm okyanuslara yayılmış, ayrıca kanatlar ve uçmaya uygun vücut özellikleri geliştirerek havada da yaygınlaşmışlardır. 65 milyon yıl önce ortaya çıkan yok oluş sonrası dinozorlar tama yakın yeryüzünü terk ettiler. Suda yaşayan dinozorların timsahlar dışında soyları tükenmiştir. Bugün yaşayan kuşlar, dinozorların aramızdaki temsilcileridir. Dinozorların yaşadığı dönemde memelilere ait soy zinciri de varlığını devam ettirmekteydi. Dinozorların yok olmasıyla memeliler yeryüzünde yaygınlaştılar.

Suya dönüş

Karada canlılığın yayılması, yaşam alanların doldurulması ve su yaşamında fırsatların varlığı, zamanla

suya tekrar geçişe neden olmuştur. Bunun en belirgin şekilde dinozorlar ve memeliler zamanında olmak üzere ayrı iki dönemde olduğunu görüyoruz. Dinozorlar döneminde karadan suya geçen mosasaurs, ichtyosaurus ve plesiosaurs gibi okyanusları dolduran su dinozorları, okyanusların gerçek hâkimleriydi. Günümüzden 65 milyon yıl önceki toplu yok oluş sonrası okyanuslarda boşalan yaşam alanları bu kez memelilerin karadan geçişiyle doldurulacaktı. Bu geçiş, memelilerin suda evrilerek yunus, balina ve fok gibi bugünün deniz memelilerinin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Karada kurt benzeri bir canlı olan yunusun ve balinanın atalarının suya geçişi takiben zamanla başlarının uzaması ve boyun özelliğini kaybetmelerinin yanı sıra arka ayakları küçülerek kaybolmuş, ön ayakları ise yüzgeç formu alarak su yaşamına tam bir uyum sağlamıştır. Foklar ve deniz aslanları suya tam olmayan bir dönüş yapmışlardır. Her iki ortamda da yaşarlar. Karada doğum yaparlar. Bu canlılar bize kara canlılarının yunus ve balinalara dönüşümü sırasındaki ara dönemler hakkında fikir vermektedir. Balina ve yunusun bize en farklı gelen vücut bölgeleri, su ve hava püskürttükleri üst delikleridir. Bunlar aslında yer değiştirmiş burun delikleridir. Üst çenenin ileri derecede uzamış olması buna neden olmuştur. Yunus ve balina gibi karadan denize geçen canlılarda kuyruk hareketi balıklardan farklı olarak yukarı-aşağı yöndedir. Bunun nedeni karadayken vücutlarının sahip olduğu özelliklerdir.

Hava sahası

Omurgalıların karaya çıkmasından sonra, hava alanlarına geçebilmeleri çok uzun bir zaman aldı. Böceklerin uçabilecek şekilde evrimleşerek hava sahasını kullanmakta olduğu dönemlerde, omurgalılar hava alanlarını kullanabilmek için yeterince çeşitlilik olmasını bekleyecekti. Daha hafif olmanın yanı sıra, uçabilmek için gerekli bir özelliğin daha evrimleşmesi gerekecekti. Bunlar tüylerdi.

Tüylerin evrimi uçmak amacıyla olmamıştır. Tüm veriler, tüylerin uçuş aşamasından çok daha önce gelişmiş olduğunu gösterir. Bulunan tüylü kara dinazorları grubuna, yaşamış en büyük etçil olan meşhur T rex de dahildir. Tüylerin eş seçimi, süslenme, gösteriş ya da vücut ısısını korumak gibi bir amaçla evrilmiş olduğu tahmin edilmektedir. Tüyler daha sonra uçmaya yardımcı olmuştur. Kuşlar, uçmaya en uygun vücut yapısı gösteren dinazorların bu yeteneği geliştirerek çeşitlenmeleri sonucunda ortaya çıkmışlardır. Dinozorlardan kuşlara geçiş dönemine ait ilk fosil, Darwin'in de hayatta olduğu bir dönemde 1861 yılında Almanya'da bulunmuştur. Bu, tüm geçiş fosilleri içinde en meşhur olan, Archaeopteryx'ti. Bulunduğu kayaçların yaşı 145 milyon yıl olup bu ara form için beklenen sınırlar içindedir. Sürünge dinozor özellikleri, kuş özelliklerine göre daha belirgindi. Modern kuşlara benzeyen iki özelliği mevcuttu. Bunlar, uzun tüyleri ve tünemek için kullandığı düşünülen kavrayıcı ayak parmağı idi. Çok uzun bir zaman sonra 1990'ların ortala-

rında Çin'de benzer yeni fosiller de bulundu. Bu fosiller içinde en etkileyici olan ise 130 milyon yıl öncesine tarihlenen Mikroraptor gui'dir.

Tüylü dinazorların günümüz kuşlarına nasıl evrildiğine yönelik bazı tahminler vardır. Bunlardan birisi, uçmanın ağaçlar arasında ya da yere inmek için süzülme şeklinde başlamış olabileceğidir. Süzülme, günümüzde bazı memelilerde ve hatta bazı sürüngenlerde dahi görülebilmektedir. Diğer bir tahmin ise etobur dinazorların avlarını kovalarken ön kollarını açarak ve sıçrayarak kovalamalarının sonucunda ortaya çıktığı yönündedir. Uçmanın evrimi, omurgalıların yeryüzündeki son yaşam alanı olan hava sahasını da kullanmalarını mümkün kılmıştır. Uçmak, yeryüzünden ve yerçekiminden bağımsız olarak süratli bir şekilde mesafe kat edebilme avantajının yanı sıra, daha iyi avlanmayı ve avcılardan korunmayı da mümkün kılmıştır. Uçmak avantajlıdır. Kuşların yaşam süreleri, vücut boyutlarına göre diğer omurgalılarından daha uzundur.

Bitkiler

Bitkiler, besin zincirinin ilk halkasıdır. Toprakta ve atmosferden aldıkları inorganik maddelerle, besin ihtiyaçlarını karşılayabilir, Güneş ışığından aldıkları enerjiyi dönüştürür ve tüm canlıların kullanabileceği hale getirirler. Başka hayatları yok etmeden beslenebilirler. Dahası, kendilerini yiyip yutan varlıklara da nefes almaları için gerekli oksijeni sağlarlar. Bitkiler de hayvanlar

gibi öncelikle suda evrildiler. Bilimsel kanıtlar, kara bitkilerinin günümüzden 450-500 milyon yıl önce sular-
da yaşayan yeşil alglerden (yeşil yosun) evrimleştiğini
göstermektedir. Sudan karaya geçiş büyük ihtimalle
suyun zaman zaman çekildiği sığ bölgelerde yaşayan su
yosunlarının, gelgitlerin de sayesinde kara yaşamına
yavaş yavaş ayak uydurmasıyla başladı. Bitkilerin kara-
ya uyum sürecinde zamanla havadan gaz moleküllerinin
alışverişlerini sağlayan gözenekler oluştu. Sporla üreme,
polenle üremeye dönüştü.

Karasal bitkilere ait en eski örnekler yaklaşık 425 mil-
yon yıl öncesine tarihlenmektedir. Bu döneme ait fosil
kayıtları, Cooksania adı verilen ve sporla çoğalmakta olan
3-4 cm kadar küçük boyutlu bir bitki türüne ait örnekleri
göstermektedir. Günümüzde çok çeşidi bulunan likenler
de karada yaşayan ilk bitki türlerindendi. Birkaç metre
yükseklığe ulaşabilen küçük ağaçlar, 390 milyon yıl önce-
sinden itibaren ortaya çıktı. Kök, yaprak ve odun dokusu
bu dönemde gelişti. Kozalaklı ağaçların atası olarak düşü-
nülen ve 18 metreye kadar büyüme gösteren Archaopteris
ağacı, yaklaşık 350 milyon yıl öncesine tarihlenen fosille-
riyle o dönemde yaygın olarak görülen bir ağaç türüdür.

Bitkilerin bir bölümü karada susuz ortamda üreyecek
şekilde evrimleşmiştir. Hayvanlar kara yaşamında ürerken
sudan tamamıyla vazgeçmemiştir. Hayvanların spermisi
ancak ıslak bir ortamda yumurtayla birleşebilir. Ancak bit-
kilerin bir bölümü tohum sayesinde susuz ortamda üreyebi-
lidir. İlk tohumlu bitkiler 285 milyon yıl öncesinde ortaya

çıkmaya başladı. Tohum döllenmiş yumurtadır. Embriyonun korunaklı bir yapı içerisinde daha uygun bir dönemde gelişimine devam edecek şekilde büyümesini beklemeye alabildiği bu avantajlı özellik, tohumlu bitkilerin yaşam sahnesinde hızlı bir yükselişine sebep olmuştur. Tohumlu bitkilerin yayılması sonucunda, sporlu bitkiler zamanla toprağın altına yer değiştirmiştir. Tohumun evrilmesinden daha önce görülmeye başlayan polenler de aynı şekildedir. Rüzgârla taşınır ve kuru ortamda zarar görmezler. Eğreltiotlarının fosilleşmiş polenleri, yaklaşık 300 milyon yıl öncesinden itibaren karşımıza çıkmaktadır. Modern kozalaklı ağaçların ilk örnekleri de bu dönemde ortaya çıkmıştır. Karbonifer dönemi (350-144 milyon yılları arası), bitki çeşitliliğinde büyük bir gelişmenin olduğu dönemdir. Özellikle bu dönemin ikinci yarısında, olasılıkla iklimin sıcak ve nemli olmasına bağlı olarak, dünya tarihinde yeryüzünde hiç olmadığı kadar çok ağaç yeryüzünü kaplamıştır. Bu ağaçların fosilleri zamanla üst üste birikerek basınç ve ısının da etkisiyle bu fosillerin oluşturduğu zengin kömür yataklarını oluşturdu. Çiçekli bitkiler 144 milyon yıl önce ortaya çıktılar. Bitkiler bu dönemden sonra çiçekler sayesinde, hayvanlarla ve özellikle de böceklerle işbirliğine girmiştir. Böcekler ve kuşlar çiçeklerin nektarlarını toplarken, polenleri de diğer çiçeklere taşımaya başladılar. Kapalı tohumlu bitkiler (angiosperm) 110 milyon yıl önce hızlı bir şekilde ortaya çıkarak yayıldılar ve açık tohumlu bitkilere baskın hale geldiler. Otlaklar, bitki evriminin en son üyeleridir. Günümüzde bitki sahnesinde önemli bir aktör olan otlaklar, yaşam sahnesinde 40 milyon yıl önce görülmeye başladılar.

Memeliler

Evrim süreci, mevcut çevre koşullarına uyum sağlayacak şekilde işler, geleceği göremez ve olağanüstü durumlar için bir planı bulunmaz. Bunu bize en iyi soy yok oluşları göstermektedir. Dinozorlar da hâkim organizmalar olarak yaşam alanlarına tam bir uyum içinde çok uzun süre yeryüzünü işgal ettiler. Bu dönemde birlikte yaşadıkları memelilere çok fazla çeşitlenme ve yayılma şansı tanımadılar. Ancak evrimlerinde 65 milyon yıl önce ortaya çıkan göktaşı felaketine karşı bir felaketten kurtulma planı yoktu. Bu durumu atlatamayan dinozorların yok oluşu, memelilerin evrilerek çeşitlenmeleri için gerekli sürecin de başlangıcı anlamına geliyordu.

Memeliler yaşam sahnesinde uzun zamandan beri bulunmaktaydı. Memelilere giden yolun başlarında, ilk ataları 285 milyon yıl önceye tarihlenen memeli benzeri sürüngenler bulunur. Bu canlılar, başlangıçta oldukça başarılıydılar. Ancak 250 milyon yıl öncesinde en büyük kitlesel yok oluş olarak bilinen büyük felaket, o dönemde yaşayan türlerin önemli bir kısmının ortadan kalkmasına neden olmuştur. Yaşamını devam ettirebilen çok az türden, kısa bir sürede yeni ve farklı türler ortaya çıktı ve yok olan canlıların boşluğunu doldurdu. Bu aynı zamanda ilk dinozorların da ortaya çıktığı dönem olmuştur. Bu dönemde memelilerin ataları grubu büyük bir hasar olsa da bazı soy zincirleri üzerinden varlıklarını devam ettirebildiler.

İlk memeliler küçük, kıllı ve sıcakkanlı canlılardı. Genellikle böceklerle beslenmekteydiler. Dinozorlarla bir-

likte yaşadıkları sürece küçük boyutlarda kaldılar. Dinozorların dünyasında, onların ayakları arasında ve onlardan kaçarak yaşamaktaydılar. Ayrıca var olabilmek için dinozorların aktif olmadığı gece yaşamına uyum sağlamışlardı. Memelilerin ataları başlangıçta büyük olasılıkla yumurtlayarak çoğalmaktaydı. Yaklaşık 160 milyon yıl önce multituberculate adı verilen ufak kemirgen benzeri memeliler ortaya çıktı. Bunlar en başarılı ilkel memeli gruplarından birini oluşturdu ve günümüzden 40 milyon yıl öncesine kadar yaşam sahnesinde kaldılar. Memeliler içinde en uzun döneme ait fosil buluntuları bu gruba aittir. Bu grubun bazı türlerinde olgunlaşmadan doğan yavruların büyütüldüğü kese benzeri yapılar bulunmaktaydı. Günümüzde yaşayan keseli memeliler bu gruptan gelmektedir. Memelilerle keselilerin gerçek ayrışma tarihinin, 125 milyon ile 100 milyon yıl öncesi olduğu tahmin edilmektedir.

Dinozorların 65 milyon yıl önceki yok oluşundan sonra boşalan yaşam alanlarına yayılan türler içinde en başarılı grup olan memeliler dünya sahnesine daha geniş alanda yayılma imkânı buldular ve sayıca çoğaldılar. Bir süre küçük bir sıçan büyüklüğünde kaldılar. Birkaç milyon yıl içinde ilk memeli patlaması ortaya çıktı. Karada olduğu gibi denizlerde boşalan yaşam alanları da memeliler tarafından dolduruldu. Memelilerin suya geçişi yaklaşık 58 milyon yıl önceye tarihlenen bazı balina fosilleriyle kendini gösterir. Ancak hava sahası tamamıyla boşalmamıştı. Dinozorların devamı olan kuşlar havada varlık-

larını devam ettiriyordu. Kuşların gündüz görüşlü olmaları, memelilerin hava alanlarını gece kullanacak şekilde evrilmelerine neden olmuştur. Bu alan, bu boşluğa uyum sağlayan yarasalar tarafından doldurulmuştur. Ekolokasyon adı verilen ve sesle görme olarak değerlendirilebilecek olan becerileri, yarasalara karanlık mağaralarda olduğu gibi gecenin karanlığında da uçuş fırsatı verdi.

Aynı dönemlerde karada kemirgenlerin ve toynaklı hayvanların ataları bulunuyordu. Bugün yaşayan büyük boyutlu memelilerin ataları o dönemde küçük boyutluydular. Ataların ataları köpek büyüklüğündeydi. Filin ataları da 50 milyon yıl önce domuz büyüklüğündeydi. Ancak memeli evrimi bu küçük boyutlarla sınırlı kalmadı. Zaman içinde, gergedan ve fillerin ataları olan dev memeliler evrimleşti. Otobur memelilerin boyutları artıkça buna paralel olarak yırtıcıların boyutları da arttı. Hatta dinazorlar döneminde yaşamış olan en büyük dinozordan daha büyük bir memeli bugün varlığını sürdürmektedir. Mavi balina, tüm zamanlarda yaşamış, bilinen en büyük omurgalıdır. Bugün var olan temel memeli gruplarının tümü 45 milyon yıl önce ortaya çıkmıştır. Özellikle 30 ila 5 milyon yıl öncesi arası döneme ait çok miktarda memeli fosili bulunmaktadır. Bugün yeryüzüne yayılan memeliler yaşam alanlarına uyum sağlayarak memeli biyocoğrafyasını oluşturmuştur.

Yaşam alanlarından birisi de oldukça avantajlı bir yer olan ağaç tepeleriydi. Ağaca tutunabilecek el ve ayak parmak yapısına sahip olma gibi özellikler yanı sıra ağaç

yaşamına özgü vücut yapısı geliştiren primat olarak sınıflandırılan ilk memelilerin varlığı yaklaşık 60-65 milyon yıl öncesine uymaktadır. Ağaçları yaşam alanı olarak kullanan bu ilk memeliler, insanın evriminde öncülü olan primatların atalarıdır.

Ara formlar

Evrim, devamlı bir değişim ve dönüşüm sürecidir. Yaşam alanı ve şekli değişiklikleri, canlılığın devamı için buna uyum sağlamayı gerektirir. Çevresel koşullar değiştiğinde buna uyum sağlanması için ortaya çıkan seçim baskısı normal zamanlara göre daha güçlüdür. Bu nedenle bu dönemlerde evrimsel dönüşüm daha kısa bir zamanda gerçekleşir. Yaşamın temel ilkesi olarak canlılar geçiş dönemlerinin hiçbir aşamasında, yaşamla bağdaşmayan herhangi bir özelliğe sahip olamazlar. Balığın karaya çıkarken önce sığ su alanlarında yaşamış olan amfibilere dönüşümü ve daha sonra da kara canlılarına dönüşümü söz konusu olmuştur. Dinozorlarda uçmanın evrimleştiği dönemi gösteren bulgular, önce başka amaçla evrilmiş olan tüylerin varlığını ve bir süzülme dönemi sürecinin olduğunu göstermektedir. Bugün denizden karaya çıkış, karadan denize tekrar dönüş ve karadan havaya geçiş gibi tüm önemli geçiş aşamalarını gösteren fosiller ortaya çıkartılmıştır. Balık ile amfibi arası dönemin tipik bir modeli olan ve 375 milyon yıl öncesine tarihlendirilmiş olan Tiktaalik fosili, denizden karaya çıkış dönemini aydınlatmıştır. Modern kuşlara benzer özellikleri bulunan

dinozor örneği olan ve 145 milyon yıl öncesine tarihlenmiş olan Archaeopteryx fosili, yine 130 milyon yıl öncesine tarihlenen Mikroraptor gui fosili de uçmanın evrimine ışık tutmuştur.

Sıçramalı evrim fikrinden yola çıkılarak ara formların, yarısı balık, yarısı kara canlısı gibi olan sıradışı canlılar olması gerektiği beklentisi vardır. Bu şekilde bir dönüşüm süreci zaten evrimsel ilkelere aykırıdır. Her canlı, değişen koşullara her dönem işlevsel olan bir süreklilik içinde uyum sağlamaktadır. Bugün yaşayan canlılardan memelilerin karadan denize geçişinin değişik aşamalarını temsil eden şekilde foklar, deniz aslanları ve deniz inekleri bulunmaktadır. Fokların yüzgeç görevi gören iki ayrı arka ayağı bulunurken, deniz inekleri, balınaya daha benzeyen kuyruk yapılarına sahiptir. Diğer geçiş süreçleri için de bu şekilde sayısız örnekler vardır. Geçiş formlarının türlerden farklı olarak düşünülmesi evrim prensiplerine uymaz. Çevre koşulları canlıları bir dönüşüme zorladığında ortaya çıkan dönüşüm süreci, zaten bir geçiş dönemidir. Bugün kara, deniz ve hava yaşam alanlarını müşterek olarak kullanan çok sayıda canlı türü mevcuttur. Yaşam devamlı bir değişim ve dönüşüm sürecidir. Bu nedenle, tüm canlılar bir geçiş formu olarak değerlendirilmelidir.

İNSANIN EVRİMİ

İnsanın soy zinciri, memeliler sınıfında evrilen primatlar takımının devamı şeklindedir. Fosil kayıtları dikkate alındığında primat olarak sınıflandırılabilir ilk memelilerin varlığı yaklaşık 60-65 milyon yıl öncesine tarihlendirilmektedir. İlk primatlar fare ile kedi arası boyutlarda olup oldukça küçüktüler. O günden bu yana tanımlanmış yaklaşık altı bin kadar primat çeşidi vardır. Günümüzde 6 santimetrelik fare lemurlarından, gorile kadar değişen boyutlarda yaklaşık 250 kadarı varlığını sürdürmektedir. Primatlar ağaç yaşamına uyum sağlamışlardır. Elleri ve ayakları kavrama becerisine sahiptir. Dört üyeleri de dallara tutunabildiğinden dört elleri olarak adlandırılırlar. Beslenme, hareket etme, avcılardan kaçma ve avlanma gibi becerileri ağaç üzerinde olacak şekilde evrimleşmişlerdir. Daldan dala atlamaya uygun olarak bedeni taşıyacak kuvvetli ve hareketli omuz eklemlerine sahiptirler. Küçük nesnelere kavrayıp manipüle edebilecek parmakları vardır.

Kuzey Afrika'daki çölleşmeden önce her taraf ağaçlık alan iken, ağaç yaşamına tam uyum sağlamış olan primatlar bu alanı doldurmaktaydı. Yaklaşık 4 milyon yıl önce Doğu Afrika'da oluşan sıradağlar, Hint Okyanusu'ndan

gelen nemli havayı engellemeye başladı. Bu durum Kuzey Afrika'nın çölleşmesine giden süreci başlatmıştır. Bölgede zamanla ağaçların seyrekleşmesi ve açıklık alanların artması, büyük kuyruksuz maymunları ağaçlardan inmeye zorladı. Diğer maymunlar ormanların kaldığı yerlerde ağaç tepelerinde eski yaşamlarına devam etti ya da ağaçların yoğun olduğu alanlara gittiler. Şebekler bu gruptadır. Büyük kuyruksuz maymunlar şebeklerden ayrı olarak hominid (insansı) grubunda yer alırlar. Hominid ya da insansı terimi, insan da dahil olmak üzere şempanze, bonobo, goril, orangutan gibi yaşayan ve nesli tükenmiş olan büyük maymunlar için kullanılır.

Ağaçlardan inmek zorunda kalan primat atalarımız yerdeki yırtıcılardan korunabilmek amacıyla yer yaşamında güçlü sosyal bağlar kurdular. Oluşturdukları gruplar sayesinde büyük bir organizma gibiydiler. Hem alarm çağrısı yapan gözlemcileri sayesinde yırtıcılardan daha kolay haberdar oluyor hem de grup olmak yırtıcılara karşı doğal olarak daha iyi bir savunma sağlıyordu.

Ağaç yaşamını tamamıyla terk etmeden önce dört eli olarak adlandırılacak şekilde ağaçlarda dallara dört elleyle tutunmakta olan insansılar yavaş yavaş yer yaşamına uyum sağladılar. Yerde hareket için başlangıçta dört ellerini kullandıkları bir yürüme dönemi geçirdiler. Daha sonra ellerini daha fazla kullanabilme fırsatı veren şekilde iki ayak üzerinde konum aldılar. Attaki eller yeryüzünde dik duracak ve adım atacak şekilde dönüşüm gösterdi. Üstteki eller ise zaten sahip olduğu kavrama becerisi ile

alet tutma ve alete şekil verme yeteneğine daha hızlıca sahip olmayı kolaylaştırmıştır. Ayaklar üzerinde kalkma sonrasında başlangıçta ellere benzeyen şekilde olan ayak başparmakları zamanla diğer dört parmağın yanına doğru yer değiştirdi. Ağaçlardan inmenin getirdiği el becerileri yanı sıra zorunlu sosyalleşmenin olması, güçlü seçim baskılarının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bunun sonucu olarak da beyin süratli bir evrim sürecine girmiş ve insan zekâsı hızlı bir şekilde artmıştır.

İnsanın çok sayıda evrimsel kuzeni vardır. Bugün bunlardan çok azı yaşamaktadır. İnsanın soyağacına bakıldığında babuna yönelen dalın 25-30 milyon yıl önce, orangutan dalının 12-16 milyon yıl önce, goril dalının yaklaşık 7 milyon yıl önce, şempanze ve bonobolara ait dalların da yaklaşık 6 milyon yıl önce ayrıldığı görülmektedir. Sayılan tüm bu maymun türleri, günümüzde yaşadıkları için doğal olarak insanın atası değildir.

Maymunlar arasında en yakın akrabalarımız şempanze ve bonobolardır. Şempanzeyle genetik farklılığımız %1,2 civarındadır. Bu oran bonobolar için de aynıdır. Bu kıyaslamayı yaparken, insanların tür içi genetik farklılık düzeyinin de yaklaşık %0,5 civarında olduğuna dikkat edilirse farklılığın ne kadar az olduğu görülecektir. İnsan ile şempanze arasındaki fark, bonobo ile şempanze arasındaki genetik farkın yaklaşık iki katı kadardır. Kromozom sayıları dikkate alındığında insanda 46 kromozom bulunurken şempanzede 48 kromozom vardır. Şempanzenin kromozom sayısı fazla görülse de bunun nedeni ikinci kromozomun 2a ve 2b olarak

ikiye bölünmüş olmasıdır. Bu kromozomların uç uca eklenmesiyle oluşan gen dizilişi, insandaki ikinci kromozomun genetik dizilimiyle aynıdır. Şempanzelerin insana çok benzeyen parmak izleri ve kan grupları vardır. Şempanzeler A ve O kan gruplarına sahiptir.

Şempanze yol ayırımından sonra günümüze kadar birçok farklı insansı türü ortaya çıkmış ve zaman içinde yok olmuştur. Bu türler, bir çalı gibi karışık ve çok sayıda dal içermektedir. Mevcut bilimsel kanıtlar ışığında insan evriminin ilk aşamalarında erken hominidler, 7 milyon yıl önce görülmeye başlamıştır. Daha sonra sahneye çıkan Australopithecuslar 4,2-1 milyon yıl önce yaşamışlardır. Modern insanın da içinde olduğu *Homo* türleri ise Australopithecuslarla çakışan bir zaman diliminde olmak üzere yaklaşık 2,5 milyon yıl öncesinden bugüne varlıklarını sürdürmüşlerdir. Bunlar, *Homo habilis* (2,5-1 milyon yıl), *Homo erectus* (2 milyon-50.000 yıl), *Homo Neandertalensis* (230.000 yıl-30.000), *Homo sapiens* (300.000-bugün) olmak üzere en az dört *Homo* türüdür. Buradan da görüldüğü üzere farklı *Homo* türleri, çakışan zaman dilimlerinde yaşamını devam ettirmiş ve bazı koşullarda karşılaşmıştır. Birçok kez türlerarası çiftleşme olduğunu gösteren kanıtlar bulunmaktadır. İnsana giden soyağacının değişik aşamalarında bu türlerle birlikte yaşamış olduğu görülmektedir. Neandertallerin soy çizgisi ile soy çizgimiz yaklaşık 600 bin yıl kadar önce ayrılmıştır. Yaklaşık 50 bin yıl önce tekrar bir araya geldik. Bu karşılaşmanın nasıl süreçlerle

sonuçlandığını bilmesek de bizimle karşılaştıktan sonra onların soyları tükendi. Ancak tamamen değil. Bugün Neandertallerle türlerarası çiftleşmenin izleri olarak onların bir kısım genlerini taşımaktayız.

Bugün bilimsel veriler ışığında birisi *Homo erectus*, diğeri *Homo sapiens*'in yayılışı olmak üzere *Homo* türlerinin Afrika'dan çıkarak dünyaya iki büyük yayılım gösterdiği görülmektedir. İlki, *Homo erectus*'un yaklaşık 2 milyon yıl kadar önce Afrika'dan çıkarak uzunca bir süre Afrika, Arap yarımadası, Güney Asya ve Avrupa'daki yayılışıdır. *Homo erectus*, günümüzden yaklaşık 50.000 yıl öncesine, hatta daha yakın bir süreye kadar varlığını devam ettirmiştir. İkinci ve son olarak bugün dünyaya tümüyle yayılan bizler olduk. *Homo Sapiens*'in küçük bir grubunun Kızıldeniz'i aşarak Arap yarımadasında kolonileştiği ve bu grubun yaklaşık 80.000 yıl kadar önce Afrika dışında yayılan tüm modern insanların kurucusu olduğu tahmin edilmektedir. *Homo sapiens*, Güney Asya'ya yayılımını takiben yaklaşık 50.000 yıl önce Güneydoğu Asya'daki adalara ve Avustralya'ya ulaşmıştır. İklim koşulları ve Neandertallerle rekabete bağlı olarak Avrupa'ya yayılım daha geç olarak 40 bin yıl önce olmuştur. Asya'da kuzeye ilerleyen bazı gruplar yaklaşık 22.000 yıl önce o dönemde donmuş olan Bering boğazını geçerek Alaska ve Kuzey Amerika'ya ulaştılar. Yerli Amerikalıların atalarını oluşturan bu grupların bir kısmı daha sonra güneye yayılmaya devam etti ve insan, kalan son kıta parçası olan Güney Amerika'ya da yaklaşık 13 bin yıl önce ayak basmıştır.

Evrimin vücudumuzdaki izleri

Evrimsel geçmişimiz boyunca çok farklı ortamlara uyum sağlayabilmek için çok farklı değişim süreçleri yaşadık. Bu süreçlerin izleri vücudumuzda farklı anatomik bulgularla izlerini bırakmıştır. Ağaçlarda dört elle yaşamakta olan primat atalarımızdan yerde iki ayak ve iki elle yaşamakta olan canlılara dönüştük. Bu dönüşümle ayaklarımızda bu evrimsel geçmişimize ait izler taşıyoruz. Ayak parmaklarımızı hareket ettiren tendonlara baktığımızda baldır seviyesinden ayaklarımıza ayak başparmağı için ayrı bir tendonun olduğunu, diğer dört parmak için ise ayrı bir tendon grubu olduğunu görürüz. Bu bulgu, ellerimizin tendon yapısına benzer. Ayaklarımızın da bir zamanlar kavrayıcı özellikte olduğunu gösterir. Bu şekilde ayak yapısına sahip olmamız nedeniyle ayaklarımızın birinci parmağında birçok problem yaşamaktayız.

İnsan anatomisinde erkeklerde testis, kadınlarda yumurtalıklara giden damarlar bu organlara uzak olarak çok karnın tam orta kesiminde ana damardan ayrılarak çok uzun ve ince bir seyir gösterirler. Diğer yandan erkeklerin testislerinden penise uzanan sperm kanalları da idrar yollarını bir seviyede çaprazlayarak uzun ve kıvrımlı bir seyir göstermektedir. Bu iki durumun nedeni de suda yaşayan atalarımızın bu üreme organlarının karnın orta kesiminde olması ve karaya çıkışla beraber aşağı doğru yer değiştirmiş olmasıdır. Bu organları takip eden damarlar ve sperm kanalları da bu nedenle uzun ve kıvrımlı şekil almıştır.

Vücudumuzdaki uzun ve kıvrımlı bir başka yapı da ses tellerine giden sinirdir. Bu sinir beyinden ses tellerine kestirme yoldan gitmez. Aşağı doğru olan uzun bir yolu kat ederek göğüs boşluğunda kalpten çıkan ana damarları çaprazlayarak yukarı döner ve ses tellerine ulaşır. Bu uzun ve dolambaçlı seyrin yine uzun ve dolambaçlı bir evrimsel hikâyesi vardır. Bugünkü ses tellerimizin balıklardaki karşılığı solungaçlardır. Balıklarda solungaçlara uzanan sinirler, bugünkü ses tellerini kontrol eden sinirlerin muadilleridir. Balıkların boyunları olmadığından beyinden solungaçlara uzanan bu sinirler dolaşım sistemlerindeki bu damarları çaprazlamaz. Ancak kara yaşamına geçişte sinirin seyri anlamlı bir değişiklik göstermiştir. Kara yaşamına geçiş, boyunun evrimini gerekli kılar. Karada uzayan boyun yapısı ses tellerine giden sinirin çaprazlaşmasına neden olmuştur. Boyun uzadıkça sinir de uzamıştır. Bu nedenle, olması gerekenin iki katı olan bu anlamsız uzun mesafeyi kat eden ses telleri sinirlerine sahibiz. Bu sinirler boyun ameliyatlarında da hasara açık olup ses kısıklığı ya da ses kaybı riskine neden olmaktadır. Memeliler içinde en uzun boyuna sahip olan zürafalarda da bu sinir tüm boyun mesafesi boyunca aşağı inip dolaşım sisteminin etrafında dönüp tekrar bütün boyun boyunca yukarı gitmektedir.

Embriyo ve büyüme dönemi

Yaşam, yeni bir bireyi ortaya çıkarırken geçmişini tekrarlar. Embriyolojik gelişim tek hücreden başlar. Döllendiği

anda tek hücreden ibaret olan zigot, bölünerek çok sayıda hücreyi, işbirliği içindeki hücre gruplarını, daha sonra da doku ve organları oluşturur. Vücuttaki her bir hücre, çekirdeğinde tüm DNA'ya ve tüm genlere sahip olduğu halde birbirinden farklıdır. Bunun nedeni, hücrelerin farklılaşacakları özelliğe göre ilgili gen kümelerini okuması, diğerlerini ise göz ardı etmesidir. Bu, bir inşaatı yapan görevlinin elinde binanın tüm projeleri varken, bunların içinden sadece kendine ait bölümü okuyarak çalışmasına benzetilebilir. Bir binanın elektrik tesisatı projesine bakarak nasıl su tesisatı yapılamaz ise hücre de sadece kendine uyan genetik bilgiyi okuyarak buna göre farklılaşır.

Canlıların embriyo dönemlerinde evrimsel geçmişe benzer bir süreçten geçtiğini görürüz. Erişkinleri her ne kadar farklı görülseler de tüm omurgalı embriyoları başlangıçta birbirine benzer. Daha sonra aynı gelişim evrelerinden geçerler. Balık, amfibi, sürüngen, kuş ve memeli embriyolarının başlangıçta kuyrukları vardır. Hepsi solungaç yarıkları içerir. Gözler başın yanlarında yer alır. Balık dışında hepsinde zamanla ortaya çıkan ve gelişen kol ve bacak tomurcukları bulunur. Kuş kanadı, kollar ya da yüzgeçler gibi farklı olan üyeler bile oluşum evresinde birbirlerine çok benzerlik gösterir. Zamanla hepsi kendi türüne özgü olan görünümüne kavuşur. İnsan embriyosunda gelişim devam ettikçe solungaç yarıkları kaybolur. Kuyruğa uyan kesim daha sonra gerileyerek kuyruk sokumu şeklini alır. Solungaçlara uyan bölümler ise daha sonra çene, boyun üst kesimi ve nefes

borusunun üst kesimini oluşturur. Gözler yanlardan öne yer değiştirir.

Bazı canlıların evrimsel geçmişlerinde var olup da sonra körelerek kaybolan bazı vücut yapıları, embriyolojik dönemde görülüp kaybolabilmektedir. Kara yaşamından suya geçmiş olan yunus embriyolarında ayaklar görüldükten bir süre sonra arka ayaklar kaybolur. Ön ayaklar ise varlığını devam ettirerek yüzgece döner. Embriyonun büyüme dönemi, o canlının atalarının özelliklerini sırayla tekrarlayan aşamalardan geçer. Evrimin tekrarı gibidir. Bu süreç, evrimle ilgili çok önemli detayları anlamamızı sağlar. Ancak, büyük bir benzerlik olsa da embriyo gelişimi evrimsel geçmişin bire bir aynısı değildir.

Yeni doğan, cildi lanugo adı verilen kıllarla kaplı olarak doğar. Daha sonra bu kıllar dökülerek bebeğin cildi çıplaklaşır. Bebeğin doğum döneminde geçici olarak sahip olduğu bu özellik memeli atalarımızla ilişkilidir. Embriyo, gelişimini tamamlandıktan sonra doğum gerçekleştikten sonra bu kez bebeğin gelişimi de evrimsel geçmişten etkilenir. Bebekler yeni doğan döneminde çok güçlü yakalama refleksine sahiptir. Ellerine verilen herhangi bir şeyi sıkıca kavrarlar. Bir barfikse asılı kalabilirler. Bu yetenek, annelerine sıkıca tutunmak için gerekli olan primat becerilerindedir. Bu kavrama refleksi yeni doğanın ayaklarında da aynı şekildedir. Bu da atalarımızın dört eli olduğu dönemin izlerini de taşımakta olduğumuzu gösterir. Çocukları büyüme döneminde gözlediğinizde tırmanmaya çok yetenekli olduklarını görürüz.

Tutunabildikleri her yere tırmanabilirler. Bu da ağaç yaşamına tam uyum sağlamış olan primat atalarımızdan gelen bir beceridir.

Evrimin içimizde bıraktığı derin izlerin en tipik örnekleri, körelme ve atavizm başlığı altında incelenebilir. Burada bu iki başlık altında yer alan çok sayıdaki özelliklerden bazılarına değinilecektir.

Körelme

Körelmekte olan organlar terimi, geçmişte kullanılan ancak özelliklerini kaybetmekte olan yapılar için kullanılır. Bu yapılar, farklı farklı derecelerde de olsa tüm bireylerde görülür. Ya tamamen körelerek kaybolacak ya da farklı bir amaçla kullanılacak şekilde bir dönüşüm geçireceklerdir. Atlar, sadece tek parmak ucunda kalınlaşmış tırnak (toynak) yapısı üzerinde durur. Bu anatomik yapı, bir zamanlar beş parmaklı olan ayaklarında zamanla diğer parmakların körelmesiyle oluşmuştur. Yaşam alanlarında sadece tek parmakları üzerinde olmak çok daha avantajlı olduğu için bu körelme gerçekleşmiştir. Birçok diğer toynaklı hayvanda da iki ya da üç toynak kalacak şekilde körelme olmuştur. Körelme ile ilgili en vurgulayıcı örnek, köstebeklerin yer altına uyum sağlama sürecinde gözlerini kaybetmeleridir. Bu durum, körelmenin tam da kelime anlamına uyar. Aslında göz yuvaları vardır. Görme becerilerini yitirmiş, ancak gözlerini tam anlamıyla kaybetmemişlerdir. Göz yuvaları küçülmüş ve üzeri deriyle kaplıdır. Bazı

köstebek türleri çiftleşme mevsimini anlayacak kadar ışığa hassasiyet gösterir.

Kuyruksokumu ve kör bağırsak, bu başlıkta yer alan iki özel örnektir. Kuyruksokumu, kuyruklu atalarımızdan miras aldığımız artık faaliyet göstermeyen bir kuyruğun bu bölgede almış olduğu son şekli tanımlar. Kör bağırsak ise sindirim borumuza bağlı ek bir bağırsak cebinin soy çizgimizde bir dönem sindirim için kullanmış olmasından sonra bunun artık gerekmediği için zamanla körelmesiyle oluşmuştur. Bu iki yapının dilimizdeki kelime karşılıklarına baktığımızda da evrimin lügatimizde ne kadar oturmuş olduğu da görülür. Kuyruk sokumu terimi, tam da bu bölgede evrimsel olarak olan biteni tarif eder. Kör bağırsak dediğimizde de bir körelme olayından bahsediyoruz. Kulakları hareket ettiren kaslar bir başka örnektir. Bugün bu beceriye hâlâ sahip olan kişiler vardır. Bu kaslara yerleştirilen elektrotlar ile yapılan çalışmalar, sesin geldiği tarafa doğru kulağı yönlendirme çabasının derin izlerini taşıdığımızı gösterir.

Körelme sadece yapısal özelliklerde olmaz. Bilişsel özelliklerde de olabilir. Örneğin çok yaşamsal olan korku hissi zamanla kaybolabilir. Adalarda uzun zaman içinde doğal düşmanlarından uzak yaşamış olan birçok ada canlısında düşmanı tanıma, korkma ve kaçma gibi yaşamsal tepkilerin de köreltiğini görüyoruz. İnsanların ya da diğer istilacı canlıların bu adalara çıkmasından sonra kolaylıkla avlanmaları nedeniyle bu türlerin çoğunun nesilleri hızla tükenmiştir.

Körelme, evrimsel dönüşümün kaçınılmaz bir sonucudur. Evrim, tam olarak ekonomi yasalarını kullanır. Bir

şeye ihtiyacınız yoksa onu zamanla kaybedersiniz. Bu, en değerli organınız, gözleriniz olsa bile.

Atavizm

Bir bireyin kendi türündeki diğerlerinden farklı olarak, evrimsel geçmişine ait bir özelliği göstermesidir. Atavizm, Latince'de ata anlamına gelen atavus kökünden gelir. Türkçede de aynı anlamdadır. Bir yapısal değişikliğin atavizm olması için, atasal bir özellik taşıması gerekir. Embriyonun gelişiminde o yapının evrimsel dönüşüme benzeyen embriyolojik dönüşümü gerçekleşirken, körelme sürecinin yetersiz olmasıyla ortaya çıkar. Örneğin yunusların arka ayakları bir dönem çıkıp sonra kaybolmaktadır. Bu kaybolma gerçekleşmezse yunuslar arka ayağa benzer bir yüzgeç yapısıyla doğar. Atavizm, türün tüm bireylerinde yaygınca görülmez. At, tek bir toynakla yaşamını devam ettirecek şekilde evrilmiştir. Ancak bazen atın geçmişten kalan diğer parmaklarına ait kalıntılar, bu toynağın yanında görülebilir.

Çok doğum yapan memeli atalarımızın izlerini taşıyabiliriz. Bu şekilde ortaya çıkabilen fazladan meme başları, memelerimiz üzerinden geçen bir hat üzerinde bulunabilir. Bu normal bireylerin yaklaşık yüzde altısında izlenebilmektedir. Bazen kuyruksokumu bölgesinde yeterince körelmesini tamamlamamış kuyruk benzeri bir yapı olabilir. Hipertrikozisli bireylerde, yüzleri de içeren yoğun kıllanma görülür. Bu, soyağacımızda bulunan tipik memeli kıllı yapısına bağlı atasal özelliğin sonucudur. Rahim,

çoğunlukla tek doğum yaptığımızdan buna uygun tek bölmeli şekil almıştır. Soyağacımızda bulunan ve çok doğuma bağlı çift bölmeli olan rahimin tipik benzerleri bugün insanların yaklaşık %6'sında görülür.

Uyumsuz

İnsan evriminin çok hızlı seyretmesi bizlere çok özel yetenekler kazandırdı. Evrimin yaşam koşullarına göre oluşturduğu ve bugün hâlâ sahip olduğumuz bu özellikler bugün bizi zor durumda bırakabiliyor ya da yaşamımızı tehdit edebiliyor.

Bunlardan en önemlisi insanın iki ayak üzerine kalkmış olmasının getirdiği sıkıntılardır. Konu belimiz olduğunda yerçekimi bazen dayanılmaz bir kuvvet halini alır. Hemen hepimiz yaşamımızın belli bir döneminde bel ağrısı ya da belin anormal yüklenmesinden kaynaklanan problemlerle yüzleşme riski taşırız. Omurganın dikey konum almış olmasına bağlı olarak omurlarda artmış olan yük, sorunlara neden olur. Bu sorunlar içinde en sık görülen bel fıtıklarıdır. Omurlar arasındaki yumuşak doku yapısında olan disklerin sıkışarak fıtıklaşmaları omurilikten çıkan sinirlerle bası yaparak önemli problemlere yol açar.

İki ayaklı olmak, yerçekiminin etkisiyle vücudun alt kesiminde toplardamar basınçlarının artmasına yol açar. Bu durum öncelikle ayaklarda varislerin oluşmasına, ayaktaki dokularda da dolaşım sorunlarına neden olur. Bazı kişilerin toplar damar yapıları varis oluşumuna

daha müsait özelliklere sahiptir. Bu durum sadece ayaklarda olmaz. Kalın bağırsak son kesimini çevreleyen seviyede hemoroit olarak bilinen varislerin oluşumu da tamamen dikey iki ayaklı konuma geçmiş olmamızın bir sonucudur. Uzun süreli oturur pozisyonda bulunmak da hemoroit oluşumunu artırabilir. Testisleri çevreleyen damarlarda varikozel adı verilen varisler oluşabilir. Kadınlarda pelvik konjesyon sendromu denilen ve rahim bölgesini çevreleyen varislerin oluşması da buna benzer bir durumdur.

Evrimsel geçmişimizle şekillenen vücudumuzun bugünkü yaşamla uyumsuz olduğu bir diğer durum da beslenmedir. Taş devri diyetiyle beslenmekte olan atalarımıza kıyasla bugün beslenme kaynaklarımız ve alışkanlıklarımız tamamıyla farklı. Diyetimizdeki bu hızlı değişikliğe evrimsel bir uyum sağlamak için yeterince zaman olmamıştır. Atalarımız hiçbir zaman rafine şekerle beslenmedi. Gıdaların içinde düşük oranlardaki şekeri bir besin değeri olarak algılamak, gıda seçerken içimize yarayan bir donanımdı. Bu özelliğimiz, ucuz ve bol olarak ulaşabileceğimiz hazır gıdaların çoğunda mevcut olan şekerle karşı bizi zor durumda bırakıyor. Bugün şekeri sınırsızca tüketmemizi önleyen irademiz dışında hiçbir sebep yok. İrademizi kontrol etmek için bir evrimsel donanıma da sahip değiliz. Atalarımızın gıdaya ulaşabilmeleri için fiziksel aktivite kaçınılmazdı. Avlanmak için avın peşinden koşmak, onu avlamak, bölüşmek ve hatta yemek bile ayrıca bir

kalori gerektiriyordu. Bugün istediğimiz gıdaya herhangi bir fiziksel aktivite olmadan ulaşabilmekteyiz. Çoğu zaman masa başında sadece oturarak kazanılan parayla hazır gıdaya ulaşmak geçmişteki avlanmanın yerini almıştır. Doğada ağaç dallarından toplama, bugün market raflarından toplamaya dönüştü. Bu durumlar bizleri obezite riskiyle baş başa bırakıyor.

Konuşmak sosyal evrim sürecinin sonlarında elde ettiğimiz çok özel bir iletişim aracı. Başlangıçta beden dili vardı. Daha sonra dil kökümüzde ve gırtlığımızda sesleri şekillendirerek konuşabilmemizi sağlayan özel yapısal değişiklikler oldu. Dil kökünde gırtlak açıklığı arttı. Dilimizde bulunan kaslarda sese şekil verecek şekilde yapısal ve işlevsel değişiklikler oldu. Bugün çok özel bir sosyal donanıma sahip olmamızı sağlamış olan bu değişiklikler bizim için hayati bir tehdidin de nedeni olmuştur. Konuşabilmeyi sağlayan bu gırtlak yapımız, gıdaların nefes borumuza kaçması riskine yol açıyor. Bu şekilde yaşamını kaybeden insanlar, konuşabilir olmamızı sağlayan bu evrimsel donanımımızın bedelini ödüyorlar. Aynı durum bir başka risk daha oluşturuyor. Dilde sesi şekillendiren yapıların oluşturduğu düzeneğin yumuşaması ve dil kökü arkasında gırtlak açıklığının artması, soluk yolunu tıkayan ölümlere yol açabiliyor. Uyku apnesi olarak bilinen bu durum, derin uyku sırasında yumuşamış olan dil kökünün, açıklığı artmış olan gırtlak boşluğuna uzanmasına ve nefes yollarını tıkamasına neden oluyor.

Sadece vücut değil

Evrim sadece yapısal özelliklerin ortaya çıkmasını sağlayan bir durum değildir. Aynı zamanda bilişsel ve zihinsel özellikler de evrim yoluyla şekillenir. Davranışlarımızı belirleyen temel yönlendirici mekanizmalar evrimsel donanımlarla şekillenmiştir. Bir kuşun kuluçkaya yatması tamamıyla zihinsel bir programın esesidir. Bir kedinin kaslarını gerdirerek ve uzatarak esneme hareketleri yapması, buna yönelik programların olmasından kaynaklanır. Hemen tüm canlı davranışları temel içgüdüsel evrimsel programlarla kontrol edilir. Davranışlar ayrıca gelişimsel mekanizmalarla da belirlenir. Beynimiz sadece bedenimizi değil duygu, düşünce ve davranışlarımızı da kontrol etmektedir. Bugün, modern görüntüleme yöntemleri ile duygularımızı ve tepkilerimizi belirleyen beyin bölgelerini görüntüleyebiliyoruz. Beynimizde evrimsel aşamaları farklı farklı olan üç ana katman bulunur. Bunlardan en eski olanı ilkel beyin ya da sürüngen beyni olarak da adlandırılan tabakadır. En ilkel tepkiler ve en temel yaşamsal kontroller burada gerçekleşir. İkinci tabaka ara beyin ya da limbik beyin olarak adlandırılır. Bu tabakada davranışların programları bulunur. Örneğin yavru bakımı, çiftleşme ya da avlanma davranışları gibi temel davranışlar bu programlar sayesinde gerçekleşir. Üst beyin ise beyin kabuğu olarak da adlandırılır. Bu tabaka, bilinçli olarak yapılan eylemleri kontrol eder.

Beynimiz bizlerin yaşama uyumunu sağlayan çok özel donanımlarla yüklüdür. Korkular bunlar arasında önemli

bir başlıktır. Yaşamamız için ciddi tehdit oluşturan bir durumdan korkmak üzere programlandık. Bu programlar, beynimizin derinliklerinde yer alan ilkel beyin katmanlarında bulunur. Darwin, Londra hayvanat bahçesinde yılanın kafesi önünde kendi üzerinde bir test yapmıştır. Arada bulunan cam nedeniyle hiçbir zarar gelmeyeceğini bildiği halde kafasını her yaklaştırdığında yılanın atak yapmasıyla bundan ister istemez kaçtığını görür. İçgüdüsel olarak sahip olunan programların bilinçli olarak engellenemeyen ve hızlı tepkilerle kendilerini gösterdiğini gözlemiştir. Bu durumun ancak insanın vaktiyle daha ilkel bir hayvana benzer bir halde olmuş olmasıyla açıklanabilir olduğunu düşünmüştür. Birçok davranışımızı beynimizin daha ilkel olan bölümleriyle yapmaktayız. Hızlı reaksiyon yaşamı kurtarır. Önce ilkel tepkiler devreye girer. Onları sonradan gelişmiş olan düşünsel ve akli yeteneklerimizle düzeltme şansına da pek sahip olmadığımızı görüyoruz. Korkularımızın yüksekten korkma, kapalı yerden korkma, açık bir alanda kalmaktan korkma gibi birçok çeşidi vardır. Bunların hepsi bizleri doğadaki tehditlere karşı korumak üzere içgüdülerimize işlenmiştir. Ancak korku her bireyde aynı olan standart bir tepki değildir. Hangi korkunun kimde ve ne oranda bulunacağı değişir. Basit bir koruyuculuk sınırını aşıp hastalık derecesine ulaşabilir.

Korku çeşitlerinden önemli olan birisi de yalnız kalma korkusudur. Bu korku, insanın sosyal evrimiyle birlikte şekillenmiştir. Ağaç yaşamını terk edip yere indiğimizde yalnız kalmak yaşımsal değildi. Sosyal gruplar oluşturu-

mak, yırtıcılara karşı hayatta kalmayı kolaylaştıracak avantajlar sağlamıştı. Grup içindeki başarılı bir işbirliği ve işbölümü, bir yandan yırtıcılara karşı bir savunma sağlamaktayken diğer yandan rakip gruplarla olan rekabette de önemliydi. Grup oluşturmaya zemin hazırlayan bu temel nedenler, grupların kültürel birliğini, dil birliğini ve inanç birliğini sağlayan bir noktaya gelecek bir sosyal evrimsel alt yapının oluşmasına neden olmuştur. Sosyal olmak grup içi sevgi, empati, yardımlaşma ve fedakârlık hislerinin güçlü olmasıyla gruba bir avantaj sağlar. Ancak bu fevkalade hislerle bir araya gelmiş olan bir grup, rekabet halinde olduğu diğer gruplar için bu hisleri beslemez.

Birlikte yaşamamanın kuralları, grubun ahlakını belirlemiş ve bu ahlaki zemin tıpkı bir bağımsızlık sistemi gibi grubu canlı ve sağlıklı tutacak şekilde var olmuştur. Grup bağlılığı inanma ihtiyacı temeliyle birlikte şekillenmiş ve daha sonra dinlerin bu yapı üzerinde var olmalarını mümkün kılan zemini oluşturmuştur. İnsanın bir araya gelme ve gruplar oluşturma ihtiyacı, sosyalleşmesinin yaşamsal nedenlere dayanmasıyla ilgilidir. Göbeklitepe’de bundan yaklaşık 12.000 yıl öncesi henüz tarımın başlamadığı dönemde insanların bir araya geldikleri büyük tapınakları görüyoruz. Bugün bu birlikteliği bir zorunlulukla izah edecek herhangi bir delil yok. Yani insanların sadece bir arada olmak için bu tapınaklarda toplanmış oldukları görülüyor. Bir arada olmak, yaşamsal avantajları nedeniyle evrimsel mekanizmalarla da desteklenen bir durum olmuştur. Yalnız kalmanın korkuya neden olmasının öte-

sinde bir arada olmanın da ödüllendirildiğini biliyoruz. İnsan grupları bir araya geldiklerinde endojen morfinler salgılanır. Bireyler birlikte olduklarında bu sayede keyifli bir his yaşarlar. Bu birliktelik genellikle bir ritm eşliğinde ve çoğu zaman bir halka oluşturarak bir ritüel gerçekleştirmelerine neden olmaktadır. Bugün birçok toplumda bunun örneklerini görmekteyiz.

Sosyalleşme, doğal olarak acımasızca bir yaşam savaşı olarak görülen evrim sürecinin insanlardaki farkını da anlamamızı sağlamaktadır. Evrimin temel ilkelerine aykırı gibi görülen sevgi, paylaşma, fedakârlık gibi davranışların nasıl var olduğunu sosyalleşmenin evriminin temel ilkeleriyle anlayabiliriz. Acımasız doğal seçilime aykırı gibi görülen ve bireylerarası dayanışmayı güvence altına alan yüce hisler, ancak bir grup olarak bir arada var olmayı garanti altına alan sosyalleşmenin evrimiyle mümkün olmuştur.

REDDETMESEK

Kendi evrimimizi anlayacak kadar evrildik. Evrimi bilimsel yöntemlerle keşfettik. Beynimiz bugün evrimin bilimsel temellerini anlayabilecek bir donanıma sahiptir. İnsan evriminin bu inanılmaz noktasında yaşıyor olmak insana büyük bir heyecan veriyor. Ancak, evrim tüm bilimsel gerçekleriyle karşımızda dururken bu bilimsel bakışın tamamıyla reddedilebildiğini görüyoruz. Araştırmalar bugün evrimin Kuzey Avrupa ülkelerinde %10-20 oranlarında, Orta Avrupa'da %30-40 oranlarında, Akdeniz ülkelerinde %40-50 oranlarında, Amerika Birleşik Devletleri'nde %60 oranında, ülkemizde ise %75 oranında reddedilmekte olduğunu göstermektedir. Bu reddediş nedenleri de bilimsel araştırmaları hak eder. Evrimin neden reddedildiği sorusunun başlıca iki cevabı bulunmaktadır. Bunlardan birisi, geçmişimizde ilkel ve hoş olmadığı düşünülen canlı türlerinin bizim atalarımız olduğudur. Bunu bilmek egomuzu sarsıyor. Bu hissi yaşamamak için evrimi doğrudan reddetmek mümkün olabiliyor. Bu durum rahatsız edici olduğu için gerçekleri kabul etme cesareti gösteremeyenler için geçerli ve belki de haklı bir neden olabilir. Evrimi kabul etmemenin ikinci nedeni ise evrimin inançlarla uyumlu olmadığı düşün-

nülmesi. Bu şekilde evrimi reddeden kişiler evrimin yaradılışla bir tezat oluşturduğunu ve inandıkları dini değerlerin evrim fikriyle uyuşmadığını öne sürerler. Bu durumda inançlara bağlı olarak evrimin reddedilmesi iki farklı açıdan sorgulanabilir.

Birincisi; inançların gözlüğüyle bilime yani evrime bakmaktır. Bu bakışta, inançlar evrimi reddedebilir mi? sorusu sorulabilir. Kitabın başında da belirttiğimiz gibi, bilim insanlığın gören gözüdür. Yani doğrudan gözümüzle göremediğimiz ama insanlığın zekâsıyla algıladığı ve önümüze koyduğu buluşların hepsi bilimdir. Gözümüzle görmekte olduğumuz şeyleri nasıl reddedemiyorsak bilimin de önümüze getirdiği şeyleri reddedemeyiz. İnançlı olmak, bilimsel olarak ispatlanmış bir gerçeği reddetmek için gerekçe olamaz.

İkinci olarak bilimin gözlüğüyle inançlara baktığımızda bilim inançları reddeder mi? sorusu sorulmalıdır. Cevap ise reddetmez olmalıdır. İnsanın inanma ihtiyacı bilimsel bir gerçektir. Bu ihtiyaç bugün, farklı inanma davranışları ve dinlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. İnançlar bir anlamda insanın yaşamsal, sosyal bir organı gibidir. Bir insanın inancını reddetmek onun varlığını reddetmek gibidir. Kişiler buldukları toplumda inançlarıyla özdeşleşmiş olarak varlıklarını devam ettirirler. Bilime düşen, kişilerin inanma ve bağlanma nedenlerini araştırmak, inançları analiz etmektir. İnançları araştıran bilim dalları vardır ve bu araştırmalar tarafsız ve bağımsız olarak yapıldığı sürece bilimsel olacaktır.

Evrim bugün bilimsel metodoloji ile önümüze konulmuş bir gerçektir. Yeryüzünde yaşamın çeşitlenmesi, evrenin oluşumu ve varlığı yanında çok küçük bir ayrıntıdır. Bunun bir yaratıcının varlığı ya da yokluğuyla ilişkilendirilmeye çalışılması anlamsız bir tartışmadan başka bir şey değildir. Bizlere düşen, evrimi bilimsel bir bakış açısıyla anlayabilmektir. Evrim bilgisi, bugüne kadar çok sayıda bilimsel araştırmanın ve keşfin nedeni olmuştur. Günümüzde birçok Nobel Ödülü alan araştırmacı temel evrim bilgisini kullanır. Bugün toplumsal refleksler nedeniyle nispeten uzak durulan evrim konusu, tarafsızca bir bakış açısıyla birçok bilimin ve disiplinin temelinde daha geniş anlamda yer almalıdır. Bu konuda çok daha fazla kaynak olmalı ve daha fazla bilimsel araştırma yapılmalıdır. Evrim bilgisi, bilimsel zeminde daha doğru ve iyi anlaşılabilir bir şekilde yer almalıdır. Evrimin, yanlış anlaşılma ve yanlış kullanılması insanlık tarihinde inanılmaz yanlışların olmasına neden olmuştur.

Evrim teorisinin bir yanlış yorumu, sosyal Darwincilik başlığı altında nüfus artışından duyulan bir kaygıyla ortaya çıkan ve merhametten yoksun bir düşüncenin oluşması şeklindeydi. İlk adımları Darwin'den önce atılmış olan bu düşünce sistemi için Darwin'in Evrim Teorisi, geçerli bir zemin sağlamaktaydı. Bu sürecin ilk başlatıcısı Malthus olmuştur. Malthus, üremenin kısıtlanması gerekliliğini dile getirmiş, yoksullara yapılan her türlü yardımın, onların çoğalmalarını kolaylaştırmak anlamını taşıdığını ve bu insanları zaman içinde öldürecek doğal sürece bir

müdahale olduğuna inanmaktaydı. Evrim teorisi, insanlarda da zayıf olanın hayatta kalmaması ilkesini geçerli kılmış ve yoksullara yardıma her türlü karşı olan aşırı liberal bir kapitalist düşüncenin destekleyicisi olarak kullanılmıştır. Bu akımın öncülerinden Francis Galton, eski Yunancadan türettiği, iyi tür anlamındaki öjenik terimini ortaya atar ve sonradan soy arıtımı olarak adlandırılan kuramını 1865'ten itibaren doğal seçim kuramı temelini üzerine oturtur. "Nasıl, canlılardaki doğal seçim, avantajlı olan çeşitlenmelerin üstün tutulmasını sağlıyorsa, toplumlarda da zihinsel özellikler yönünden aynı sonuç elde edilmelidir," der. Nüfusun bu daha uygun olan bireylerinin, uygun olmayanlar aleyhine ürediğini görmekte kararlıdır. Ona göre ulusun hayatta kalması ve genişlemesi için bu sınıfların üyeleri erken yaşta evlenmeye ve büyük aileler kurmaya özendirilmeliydiler. Yüksek sermaye sahipleri böylece, sahip oldukları kaynakları, doğa ve Tanrı kanunlarının işleyişi olarak yorumlayacak haklı bir neden bulmuşlardı. Bu bakış, Amerika'da da bol taraftar bulmuştur. Bu görüş, insan topluluklarını sınıflandırmaya ve ırkçılığa dönüşmüş ve sonuçta Hitler'in saçtığı dehşete kadar uzanmıştır. Teorisinin temellerini Malthus'tan esinlenerek oluşturmasına rağmen Darwin, Malthus'un nüfus kontrol sistemini asla benimsememiştir. Öjeni, toplumu geliştirme çabası gibi görülen ancak öbür yüzünde, yolundan sapmış milliyetçiliğe ve ırkçılığa zemin hazırlayan öğeler barındıran bir akım oldu. Bu akımın etkisi altında bazı ülkeler, üremesi sakıncalı görülen kişilerin toplanmalarını ve hatta kısırlaştırılmalarını da

içeren halk sağlığı uygulamalarını ve sosyal önlemleri devreye soktular. Sadece sosyal statü ve zenginlikle tanımlanan en iyilerin üremesinin gerektiği, böylece toplumun gelişeceği iddia ediliyordu. Sosyal Darwincilerin teorilerinin en az Hitler'in kendi ideolojisi kadar tehlikeli olduğu sonradan anlaşıldı.

Bugünün gözüyle bu sürece baktığımızda, bu kişilerin evrim gibi bilimsel bir süreçten yola çıkarak yanlış zemine saptırılmış bir analiz yapmış olduklarını görüyoruz. Sosyalleşmenin evrimi, insan topluluklarında bireyler farklı olsalar da bir işbölümüyle var olabildikleri bir grup bilincini genlerimize işlemiştir. Sağlıklı bir sosyal sistem, bu bireysel farklılıklara rağmen her bireyin kendine uygun bir şekilde işbölümüne katılımını ve rol almasını temin edebilmeli ve bireylerin biyolojik olarak eşit olmadıkları halde sosyal yönden kendilerini katılımcı ve eşit olarak görebilmelerini sağlayabilmelidir. Bu yanlış anlaşılmanın önüne geçmek için bu bilgi birikimi özenle ele alınmalıdır. Bilimin önümüze koymuş olduğu bir buluşun topluma ve ahlaka aykırı kullanılmasını önlemek için insan, bedeller ödmeden önce güçlü toplumsal yapılanmalara ve güçlü ahlaki değerlere sahip olabilmeyi başarmış olmalıdır.

Evrimi hiç anlamamak, yanlış anlamaktan ya da yanlış yorumlamaktan daha iyidir.

SON

KAYNAKLAR

- Ayala F.J., Evrim; Kullanım Kılavuzu (Evolution, 2012), çev. Kılıç E., Aylak, 2014.
- Aydın A., Taş Devri Diyeti; Doğru Beslenmenin Başucu Kitabı, Hayykitap, 2013.
- Bakırcı Ç. M., Evrim Kuramı ve Mekanizmaları, Evrensel Basım Yayın, 2013.
- Cançoçak K., 2010, Evrenin Evrimi, (Bilim İnsanlarımız Darwin'i Selamlarken. Ed: Dizdar A.), Yazılama Yayınevi, 161 -166.
- Charlesworth B., Charlesworth D., Evrim (Evolution, 2003), çev. Gül S., Dost Kitabevi Yayınları, 2006.
- Cheshire G., Evolution; A Little History of a Great Idea, Wooden Boks, 2008.
- Coyne J.A., Why Evolution is True, Oxford University Press, 2010.
- Darwin C., The Origin of Species, 1859., Levine G., Stade G., Barnes & Noble Classics, 2004.
- Dawkins R., Yeryüzündeki En Büyük Gösteri, Evrimin Kanıtları (The Greatest Show On Earth; The Evidence of Evolution), çev. Fer İ., İpekdal K., Özpolat BD., Polat U., Kuzey yayınları, 2010.
- Dawkins R., Kör Saatçi. (The Blind Watchmaker, 1986), çev. Halatçı F., Tübitak Popüler Bilim Kitapları, 2008.
- De Waal F., İçimizdeki Maymun; Biz Neden Biziz, (Our Inner Ape. A Leading Primatologist Explains Why We Are Who We Are, 2005), çev. Biçen A., Metis Bilim, 2008.
- Demirsoy A., Kalıtım ve Evrim, Meteksan Matbaacılık Ankara, 2008.
- Diamond J., Üçüncü Şempanze, İnsan Türünün ve Evrimin Geleceği, (The Third Chimpanzee, 1992), çev. Tarhan Ç., Alfa Yayınları, 2011.

- Ditfurth H., Başlangıçta Hidrojen Vardı, (Im Anfang war der Wasserstoff, 1972), çev. Atayman V., Cumhuriyet Kitapları, 2009.
- Ditfurth H., Bilinç Gökten Düşmedi, (Der Geist Fiel nicht vom Himmel, 1976), çev. Atayman V., Cumhuriyet Kitapları, 2007.
- Friedman M., 2008, The Evolutionary Origin of Flatfish Asymmetry, Nature, 454 (7201): 209–212.
- Futuyma D.J., Evrim (Evolution), çev. Kence A., Bozcuk AN., Palme Yayıncılık, 2008.
- Giraud M., Darwin ve Evrim Teorisi, Evrimi Anlamak İçin Binbir Hayvan Hikâyesi, (Darwin C'est Tout Bête, 2009), çev. Berksoy Ö., Alfa Yayınları, 2010.
- Gluckman P., Beedle A., Hanson M., Evrimsel Tıbbın İlkeleri, çev. Çıplak B., Başkurt OK., Uysal H., Palme Yayıncılık, 2012.
- Gould S.J., Yaşamın Tüm Çeşitliliği, çev. Öğdül R., Versus Kitap Yayınları, 2010.
- Jones S., Neredeyse Bir Balina (Almost Like a Whale. The Origin of Species Updated, 1999), çev. Yılmaz LC., Evrensel Basın Yayın, 2006.
- Jones S., The Language of Genes, Flamingo, 2000.
- Kaya T., 2012, Evrim Tıp ve Radyoloji (Evrim Sürüyor; III. Evrim, Bilim ve Eğitim Sempozyumu Kitabı. Ed: Durmuş ZÖ., Akış I.), Yazılama Yayınevi, 79 – 94.
- Kaya T., Yaşam, Evrim ve Biz, Alfa Yayınları, 2015
- Langaney A., Clottes J., Guilaine J., Simonnet D., İnsanın En Güzel Tarihi (La Plus Belle Histoire de L'homme, 1998), çev. Devrim N., Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 1998.
- Lewontin R., Üçlü Sarmal: Gen, Organizma ve Çevre (The Triple Helix: Gene, Organism and Environment, 2000), çev. Özsoy ED., Tübitak Yayınları, 2007.
- Mayr E., Biyoloji Budur, çev. İzbrak A., Tübitak Popüler Bilim Kitapları Serisi - Ankara, 2008.
- Miller JD., Scott EC., Okamoto S., 2006, Public acceptance of evolution, Science, 313 (5788): 765–66.

- Moore KL., Persaud TVN., Klinik Yönlereyle İnsan Embriyolojisi, çev. Dalçık H., Yıldırım M., Nobel Tıp Kitabevi, 2009.
- Morris D., İnsanat Bahçesi (Human Zoo, 1985), çev. Yavuz N., İnkılap Yayınları, 2008.
- Ölçer S., Evrim Serüveni, Metis Yayınları, 2013.
- Pelt JM., Mazoyer M., Monold T., Girardon J., Bitkilerin En Güzel Tarihi (La Plus Belle Histoire des Plantes, 1999), çev. Tanyolaç N., Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 2012.
- Palmer D., Barret P., Evrim Atlası; Yaşamın Öyküsü (Evolution: The Story of Life, 2009), çev. Sunay Ç., Özgüleş M., Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 2010.
- Schrödinger E., Yaşam Nedir? (What is Life, 1945), çev. Kapkın C., Evrim Bilim Dizisi, 1999.
- Shubin N., İçimizdeki Balık (Your Inner Fish, 2009), çev. Yavuz A., NTV Yayınları, 2010.
- Shubin N., İçimizdeki Evren; İnsanların Kayaların ve Gezegenerin Ortak Tarihi (The Universe Within: Discovering the Common History of Rocks, Planets and People, 2013), çev. Duru E., Say Yayınları, 2013.
- Stott R., Darwin'in Hayaletleri, çev. Cankur AE, Panama Yayıncılık, 2018.
- Şahin D., 50 Soruda Yaşamın Tarihi, Bilim ve Gelecek Kit., 2011.
- Şahin Y., Biyolojide Geçmiş Yolculuk, Palme Yayıncılık, 2007.
- Şahin Y., Yaşambilim; Genel Biyoloji, Bilim Teknik Yayınevi, 2005.
- Tort P., Darwin ve Evrimin Bilimi (Darwin and the Science of Evolution, 2001), çev. Aygün Ö., Yapı Kredi Yayınları, 2009.
- Winston R., İnsan İçgüdüleri; İlkel Dürtülerimiz Modern Yaşamlarımızı Nasıl Biçimlendiriyor? (Human instinct: How Our Primeval Impulses Shape Our Modern Lives?, 2003), çev. Köseoğlu S., Say Yayınları, 2002.
- Wilson DS., Herkes İçin Evrim; Darwin'in Teorisi Hayata Bakışımızı Nasıl Değiştirir (Evolution for Everyone, 2007), çev. Koca G., Metis Bilim, 2011.

