DİJİTAL KÜTÜPHANE KANALI

Keyifli Okumalar Dileriz

Binlerce kategoride milyonlarca PDF e-kitap, ders kitapları, dergiler ve romanlara platformumuz üzerinden ücretsiz ulaşabilirsiniz.

RESMİ WEB SİTEMİZ

https://rantey.org

Yedek ve Duyuru Kanallarımız
Sitemize erişim engeli gelmesi veya adres değişikliği durumunda aşağıdaki kanallardan güncel giriş adresine erişebilirsiniz:

• Telegram: https://t.me/birkitapbir

• WhatsApp Kanalımız : https://whatsapp.com/channel/0029VbDHv8uE50Us4IvMoc0Y

Vural Yiğit

Evrimin Öyküsü











sarmalkitabevi

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

EVRİMİN ÖYKÜSÜ

Vural Yiğit

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

SARMAL KİTABEVİ

Yayıncı Sertifika No: 48172
ISBN 978-625-6885-75-2

Evrimin Öyküsü
Vural Yiğit

Yayıma Hazırlayan: *İsmet Gülseçgin*

1. Baskı, Aralık 2023

Baskı ve Cilt

Repar Tasarım Matbaacılık
Merkez Mah. Cemal Ulusoy Cad. No: 43
Yenibosna / Bahçelievler/İstanbul
Sertifika No: 40675

Sarmal Kitabevi
Çağlayanlar Sok. Marmaroom Sitesi No: 24, A-Blok D: 3
Maltepe - İstanbul
Tel: 0532 297 72 59

www.sarmalkitabevi.com

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

EVRİMİN ÖYKÜSÜ

Vural Yiğit

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

İçindekiler

İlk Sözler....13
1. BÖLÜM: Evrimin Öyküsü....17
Geçmişten, Geleceğe Bakmak....29
Yaşam Nedir?....29
Suyun Gizemi....31
Yaşam Başka Bir Gezegenden Mi Geldi?....37
En Eski Yaşam Biçimi....41
Mars'ta Kraterin Dibinde Buz Bulundu....43
Yeryüzünün Evrimi....50
Yapısal Katmanlar (Levha Tektoniği)....55
Kambriyen Öncesi Devirler....58
Hadeyan~4500 myö –3600 Myö....58
Kambriyen Dönem....60
Kambriyen Dünyası....61
Kambriyen Yaşamı....63
Edikara Faunası: İlkin hayvanlar....65
İz fosiller....66
İlk Makrofaualar....68
İlk Omurgalılar....69
Kambriyen Patlama Sonuçları....70
Fanerozoik Devir 545 myö–Günümüz....73
Paleozoik Zaman....74
Sudan Karaya Geçiş....74
Karaya Çıkarken Meydana Gelen Değişiklikler....76
385 milyon yıl önce....80
Balıklardan Miras....82
Trias....88
Jura....90
MTA Doğa Tarihi Müzesi....91
Hücre Bilgisi....94
Hücre Fizyolojisi....98

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

Elektron Mikroskobu İle İnceleme....99
Hücrenin Yapısı ve Büyüklüğü....100
Hücreler, Küçük Devler....102
Hücre Zarı (Membran)....102
Hücre Zarı Kesiti....103
Hücre İskeleti....105
Organeller....107
Hücre Bölünmesi....116
Hücrelerin İşlevsel Özellikleri....120
Hücre Çeşitleri....122
Hücrelerin Diğer Özellikleri....123
Nükleik Asitler....132
Moleküler Yapı....133
DNA'nın Uzun İnce Yolculuğu....134
Kök Hücreler....136
Kromozom Nedir?....143
Gen Nedir?....146
Genler Ve Genom....148
İnsan Genlerini Uç Uca Eklesek....154
Yaşamın Evrimci Doğuşu....156
Yaşam Nasıl Ortaya Çıktı....159
İlk Yaşam Biçimleri (Formları)....167
Üreme....168
Cinsiyet....171
Toplu Yok Oluşlar....176
Karmaşık Organizmalar....179
2. BÖLÜM: Evrim Düşüncesinin Evrimi....183
Evrim Düşüncesinin Kökenleri....183
Antik Çağ Düşünürleri....185
İslam Düşüncesinde Bilim Ve Biyoloji....190
İslam Düşünürlerinde Evrim Olgusu....192
Ortaçağ Hıristiyan Düşüncesi Ve Biyoloji....194
Kopernik–Kepler– Galile Süreci....194

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Descartes ve Biyoloji....195
Evrensel Yasalar....196
William Paley Ve Saat Ustası....197
Mikroskobun Bulunuşu....199
Evrim Düşüncesi Nasıl Gelişti?....201
1800'lerde Evrim Düşüncesi....203
Evrim Düşüncesinin Öncüleri....206
Buffon Kontu Ve Dönüşümcülük....207
Kendiliğinden Türeme....210
Evrim Kavramları....215
Kalıtım(Soya Çekim)....216
Kalıtsal Sürüklenme....219
Dollo Yasası....223
Dinozorlar....224
Evrimleşmeyi Sağlayan Olgular....228
Eşeylerin Arasındaki Yapısal Farkların Oluşumu....228
Üreme Yeteneğinin Evrimsel Değişimdeki Etkisi....232
Yalıtımın Evrimsel Gelişimdeki Etkisi....234
Coğrafik Yalıtım (Allopatrik Yalıtım)....234
Üreme İşlevlerinde Yalıtım (Simpatrik Yalıtım)....238
Üreme Davranışlarının Farklılaşması....239
Eşeysiz ve Metagenezle Üreme....239
Eşeyli Üreme....241
İnsanda Üreme Ve Gelişme....244
İnsanda Üreme ve Gelişme....246
Dişi Üreme Organları....248
Eşey Hücrelerinin Gelişimi....250
Döllenme....250
Yataklanma (İmplantasyon)....252
Bebeğin Döl Yatağındaki Üç Evresi....255
Üreme ve Gelişmenin Evrimi....264
Doğal Yıkımların ve Sığınmaların Etkinliği....266
Diğer Sürüklenme Şekilleri....267

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

Uyum....268
Cansız Ortama Uyum....273
Evrim Çeşitliliği....281
Evrimleşme Hızı....284
Evrimsel Öykü (Filogeni)....288
Çeşitlilik....292
Tanım Ve Sınıflandırma....294
Linnaeus Ve Taksonomisi....296
Tür – Species....297
Tür Oluşumu....298
Soy Zinciri....300
Melezlenme İle Yeni Tür Oluşumu....301
Türkiye'nin Biyolojik Çeşitliliği....303
Biyolojik Çeşitlilik Neden Önemlidir?....307
Doğal Seçilim....309
Yapay Seçilimden, Doğal Seçilime Geçiş....316
Varlık Kümeleri(Popülâsyonlar) Ve Evrim....320
Evrim Kuramının Ortaya Konması....321
Evrimleşmede Genel İlkeler....322
Lamarck'ın Evrim Kuramı....323
Lamarck Kuramının Yetersizliği....326
Felsefede "Evrim" Kavramının Yükselişi....328
Diğer Düşünce Ve kuramlar....330
Erasmus Darwin....331
Charles Lyell, Yerbilim ve Tek Düzencilik....333
Malthus'un Nüfus Kuramı....335
Evrim ve Düşünsel Akımlar....337
Russell'in Çaydanlığı....339
Darwin'in Evrimsel Gerçeği....340
Darwin Bugün Yaşasaydı....357
Uyum ve Doğal Seçilim....362
Gregor Mendel....366
Mendel Yasaları....367
Mendel'in Dominantlık (Baskınlık) Yasası....370

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Eş tiplilik (izotipi) Yasası....371
Çekinikli(resesif) Yasası....372
Ayrılma (Segrasyon) Yasası....374
Diğer Evrim Kuramları....376
Herbert Spencer Kuramı....376
Oparin–Haldane Kuramı....378
De Veries'in Değişinim–Mutasyon Kuramı....379
Çevrenin Gelişim Üzerindeki Etkisi....381
Evrim Kavramını Tamamlayan İlkeler....382
Evrim, Etik Ve Genetik....384
Yeni–Darwinizm Ve Genetiğin Öne Çıkması....389
Bitki Ve Hayvanlarda Genetik Değişmeler....395
Biyoteknoloji....397
Bencil Genler....398
Yusufçuk ve Fosilleri....403
Evrimi Destekleyen Kanıtlar....407
Yaş Saptama Yöntemleri....410
Radyoaktif Maddelerle Yaş Saptanması....410
Genetik Algoritmalar....416
Genetik Algoritma Tekniği....423
GA Değişken Nicelikleri– Parametreleri....427
Elektronik Evrim Oyunları....430
Biomorf....431
Genetik İzlence(Programlama)....432
3.BÖLÜM: YAŞAMIN KAYNAĞI....435
Canlıların Doğuşu....437
Yaşamı Algılayabilmek....441
Redi ve Biyogenez....442
Erzurumlu Hakkı Ve Yaşamı....444
Abiyogenez Düşüncesinin Yıkılması....448
Ortak Soy Yoluyla Evrim Kuramı....449
Embriyoloji Ve Yenilemeli Oluş Kuramı....450
Hücre Yaşamın Temel Birimidir....454
Yaşamın En Küçük Örgütlü Yapısı....456

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

Yaşamın Başlangıcı....460
Yeryüzünün İlk Yaşam biçimleri....462
Uzay Yolu: Özgün Dizisi....468
Hücre Bölünmeleri....474
Zincir moleküllerin doğuşu....475
Kargaşa (Kaos) İçindeki Düzen....478
Yaşam Yalnızca Bir Kez Ortaya Çıktı....480
Canlılığın Oluşumu Ve Tarihçesi....482
Genlerden Proteinlere....492
DNA'nın Cinsel Karışımı....510
Evrimin Anlamı....520
Evrim Canlıların Çeşitliliğini Açıklar....520
Fosiller Evrimi Kanıtlar....522
Dünya'nın Yaşı Onu Vurgular....524
Vahşi Doğada Evrim....526
Köpeğin Evrimi....528
Evrimin Amacı Ne?....531
Türlerin Çeşitliliği....534
Kalıtım Ve Çevre İlişkisi....535
Kalıtım Ve İklim Değişikliği....539
İklim Değişikliğinin Belirteç Türleri: Kelebekler!....540
Evrimin Evrimi....545
Evrim Biliminde Bazı Sorunlar....550
Her Şeyin Anlamı....556
Evrim Kuramına Bilimsel Karşı Çıkışlar....565
Evrim Süreci....567
Bireşim-Sentez Kuramı....576
Sonsöz....583
Biraz Da Geleceğe Bakalım....585
Türkçe Sözlüğümüz....587
Evrim Sözlüğümüz....589

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Kendi Evriminin Bilincinde Olan Tüm İnsanlara,

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Canlı evrimin bizlere en çekici ve düşündürücü gelen yönü, kuşkusuz olarak başlangıcıdır. Evrim öncesi yaşam; nerede, ne zaman ve nasıl başladı? İnsanoğlunun milyarlarca yıldır içinden çıkamadığı ve kolayca çözemeyeceği bu sorunun cevabını; sonunda tek bir nedene bağladı, bu sorgulanamayan kolaycı bir yoldu ve her şeyi açıkladığı sanılıyordu. Ancak insanoğlu çağlar boyu kendi kendine, şunları da sormadan da edemedi; Yaşam kendi kendini var edemez mi veya başlangıcın anlamlı nedenleri ve süreçleri olamaz mı? İşte buradan yola çıkarak evrim konusunda, bilimsel olarak kanıtlanmış veya akıl yoluyla erişilmiş (ulaşılmış) birçok kavram, kural ve kanıtlar bulma yolunda, uzun ve anlamlı bir dönem başlamış oldu. Bu kuramlar genellikle, çevrede gözlenen ve var olan değişim ve süreçlerin açıklanmasını amaç edinmişti.

Ancak olgular ve bunları tanımlamaya yönelik düşünceler ve kuramlar bir araya gelince, yaşamın kaynağı ile onun evrimleşmesini ortaya koyan bir bütünlük ve anlam taşıyor. Geçen sürecin milyar yılları bulan görkemine karşın, çok yakın bir dönemde ortaya konan bu çok sayıdaki kuram, bilgi ve bulgu; Evrim denen Evren gerçeğinin, belki de henüz çok küçük bir bölümünü aydınlatabiliyor. Önümüzde daha gidilecek ve aşılacak pek uzun ve çetrefilli yollar var.

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

Evrimin Öyküsü; canlı evrimi konusunda: bizlere anlamlı gelen, gelişim, oluşum, varsayım, öngörü, kavram, kuram, deney, kazı, fosil gibi daha birçok görüngü, olgu ve bulguyu bir araya getirmeyi amaçlıyor. Yaşamın var oluşu, işleyişi ve evirilişine, aklın zaman zaman aşmakta zorlandığı açmazlarına, biraz da gizem katarak bir anlam, anlama ve anlatma çabası taşıyor.

Evrimi anlayabilmek için; doğru yanlış, yeterli yetersiz birçok görüş, kuram ve bilgi var. Bunlar; düşünsel yapısal, uygulamalı kuramsal, içsel dışsal, öznel nesnel, amaçlı amaçsız gibi karşıtların birliğini içeren kavram ayrımlarını içeriyor. Bu nedenle anlamlı, ancak hangisi ne kadar doğru, ne denli gerçek veya gerçeğe yakın?

Canlının yaşam öyküsü, çok çok eski dönemlere gidiyor ve birçok aşamayı içeriyor. İşin ilginç yanı bu bilgi ve kanıtların, pek çoğunun Yeryüzünün derinliklerinde yatıyor olması. Bu kitapta yer alan; veriler, yazım, bilgi ve çizimlerin çoğu başka yazar ve düşünürlere ait. Olanları derlerken, birbirini tamamlayan ve bütünü betimleyen bir anlam çıkarma çabasını sürdürdüm. Bu kadar farklı görüş ve kaynağı bir araya getirirken, kendinizi bir kuram karmaşası, doğanın bağımsız gerçeğine uymayan soyut bilgi, düşünce ve farklı görüşlerin içinde bulmak kaçınılmazdı. Bunun için kendime bir yardımcı aradım. O yardımcı da her zaman olduğu gibi küçük Öykü oldu. Onun genç ve öğrenme yetisi ile coşkulu ve merak dolu usundan kaynaklanan pek çok soruya yanıt arayışı, aslında insanın kendini ve çevresini algılayışı, var oluş nedeni ve gelişme sürecinin, yine kendi usundaki sorgulanması idi. Bu sorular ona ve onun yaşıtlarına gelecekteki yaşamlarında, özgür düşünceleri ile vargı yolunu açıyor. Bu olgu, bu kitabı şu anda okumaya başlayanlar için de geçerli.

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

Ancak bu uzun, engebeli, kör-kara cahiller ve tuzaklarla dolu yolda; çıkarsamalar yoluyla güncel bir vargıya ulaşmak, yeni anlamlar ve bireşimler elde etmek; kurmak ve gerçekleştirmek için büyük emek, uğraş ve düşün gücünü gerektiriyor. Aksi durumda bu konuda yazılmış on binlerce kitap makale ve araştırma yerine, tüm yaşam gerçeğini tek bir öğretide toplamak ve ona inanmak daha kolay bir yol olurdu.

Tüm bu bilgiler ve olgular, doğanın kavrayamadığımız düzeni içinde sürüp gidiyor olsaydı, beynin ve aklın gelişmesine ne gerek vardı? Yalnızca kör inançlara bağlı kalmak uğruna, kendi soyunun ve türünün evrimini yadsımak niye? Doğruluğu sınanmadan benimsenen, öğreti veya köktenci savların peşinde gitmek bir inak (dogma) olmaz mı? Peki, o zaman, insan olmanın gereği ve gerekliliği nerde? Kendi özgür düşüncene ve verili olan bunca olguya karşın, dayanaksız akıl dışı dayatmaların peşinde olmak insanın seçili birikimine ters gelmiyor mu? Kendi aklına ve onun götürdüğü yolda gelişmeye çalışmak daha insanca olmaz mı? Zaten doğru yolu bulacak olan aklın yoksa sana belletilmeye çalışan şeylerin körü körüne peşinden gitmekten başka seçeneğin yok demektir. Kendi bedeninde, insanın geçirdiği evrimi kanıtlayan pek çok körelmiş organ var iken, kanıtları ortada dururken, onları görmezden gelmek, aklını hala kullanamıyor olmak değil mi? sorular uzayıp gidiyor.

Evirilen canlılar neden başlangıçtaki gibi kalmamış da bugünkü gibi olmuş? Kimi yok olurken, kimi günümüze kadar nasıl ulaşmış? Gelecekte nasıl olacağını bilemeyeceğimize göre, bu günü yadsımak niye? Soyunun evrim geçirmediğine inanan bir insan, primat halindeki o ilkel beynini

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

koruyor demektir. Ondan neden evrime inanmasını bekleyelim ki?

Tüm bu nedenlerle, insan beyninin evrimi ve buna bağlı olarak, düşüncenin ve düşünsel gelişimin derinliğinde, kısa bir yolculuğunu yapmak da kaçınılmaz oldu. Evrim yalnızca canlı beden ve formlarında(biçimlerinde) olmadı, onun düşünsel gelişiminde ve kültürünü oluşturma sürecinde de yer alıyor. Böylece ortak atalardan gelen insanoğlunun diğer canlılardan farklı kılan değişimlere de bu öyküde yer verildi.

Canlıların, özellikle insanın, evrime inanmayanların düşünce dizgeleri, onu algılamaya yetkin değil demektir. Unutmamak gerekir ki evrimin kuramları ve onların gerçekliği, kuram ve uygulam birliği içinde, insanın kendi düşünce özgürlüğünden başka bir şey değildir.

Olayın gerçek kahramanları, Sevgili Evrim Karaçetin ve Berkay Dinçer'e özgün katkılarından dolayı ne kadar teşekkür etsem az. Düzeltmeleri özveri ile yapan Necmi Uycan'a da kardeşçe sevgi ve saygılarımı sunarım.

Doç. Dr. Vural Yiğit
Nisan 2007, Göztepe

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

I. BÖLÜM
EVRİMİN ÖYKÜSÜ

Yaşam, sürekli evrim geçiren, yaşandığının belki de farkında olamadan geçen karmaşık bir evredir. Yaşamın anlamı ne? Biz ondan ne anlıyoruz? Yaşam nerede başladı, nasıl sona erecek veya karmaşıklığın ölçeği nedir? Böyle olmak zorun da mı? Bilmediğimiz şekilleri var mı? Bu sorular kendi yaşam sürecimizde uzayıp gider, çoğu zaman da cevapsız kalır.

Canlını evrimini, denge durumundan oldukça uzak koşullarda ortaya çıkan düzensiz, öngörülemeyen çalkantılar belirler. Bu aşamada söz konusu kararsızlıklar ve süreç, canlı yapılarında meydana gelen değişimler nedeni ile ikiye yarılmasına neden olur. Dirimsel bir dizge zorunlu olarak büyük ölçekli, evrenin tümüne açık ve termodinamik dengeden olabildiğince uzak ve doğrusal olmayan gelişmelere baskın olmalıdır. Gezegen yüzeyleri, soğuk yıldızlar arası molekül bulutları, denge durumundan uzak koşulların baskın olduğu ortamlardır. Evren ve gezegenler ne zaman oluştu? En bilinmeyen olgu bu olduğuna göre, canlı evriminin gizemli olması çok doğaldır. Günün birinde gen sarmalında olduğu gibi düğüm çözülecek midir, yoksa yumağı daha fazla karıştırmak uğraşında mıyız? Tüm bunlara cevap aradığımızda; Evrim belki de evrendeki en uzun yolculuktur.

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

Bu nedenle biz yine masallarımıza dönelim, yaşamın sarmal yumağını onun tekerlemelerinde çözmeğe çalışalım:

Az gittik uz gittik,

Dere tepe düz gittik.

Altı ay, bir güz gittik.

Birde arkamızı döndük ki,

Bir arpa boyu yol gitmişiz.

"Günaydın Öykü, sabahın erken saatinde böyle neler yapıyorsun bakalım?"

"Sorma dedoş, aklım bir konuya takıldı yine, onu anlamağa çalışıyorum"

"Görüyorum. Yine bir uğraş ve arayış içindesin, İnternet ve kitaplarının başından ayrılmıyorsun, devamlı bir şeyler okuyorsun"

"Evet, öyle, ancak aradığımı da pek bulamıyorum, bulsam da anlamıyorum"

"Neymiş o aradığın bakalım?"

"Yazın başında 'Evrenin Öyküsü' nü araştırmıştık ya."

"Evet, dur bakalım ardından ne çıkacak!"

"Düşünüyorum da."

"Öyle ise varsın, yaşıyorsun demektir"

"Benim aklıma takılan da bu. Yaşam nasıl başlamış ve de nasıl bir evrim geçirmiş?"

"Anlaşıldı, devam et bakalım"

"Yeryüzünde canlı yaşamın nasıl başladığını biraz araştırmıştık ya, nasıl oldu da canlılar o günden bugüne geldiler?

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

Nasıl çeşitlendiler? Hangi aşamaları geçirdiler? İnsan nasıl insan oldu?"

"Dur, dur bakalım biraz yavaşla! Çok zor ve çetrefil bir konuya girdin"

"Evet, zor olduğunu biliyorum ama canlıların neden bu kadar çeşitli, rengârenk, değişik, farklı farklı olduğunu da merak ediyorum."

"Eeee... Daha başka"

"Yeryüzünde yaşayan binlerce çeşit ve farklı canlı türü var, bunlar nasıl oluşmuş? Nasıl oluyor da birbirleri ile uyum halinde yaşıyorlar? Kendilerine bir yer, bir yöre, bir ortam seçmişler."

"Tamam. Şimdi anlıyorum. Sen önceki konumuz 'Evrenin Öyküsü' ünden çok etkilendin"

"Evet, Evrende canlı yaşamın nasıl başladığını ve çoğaldığını araştırmıştık ama bu çok kısa oldu"

"Nasıl kısa olur, milyarlarca yıldan söz etmiştik"

"İyi ya işte, bu milyarlarca yılda neler oldu? Canlılar nasıl değişti, gelişti?"

"Sözü buraya getireceğini biliyordum"

"Aklımı kurcalayan o kadar çok soru ve bilgi var ki onları bir yere oturtamıyorum"

"Ben anlıyorum, sen 'Evrimin Öyküsü' nü merak ediyorsun"

"Evet, öyle, nereden başlıyoruz."

"Elbette bir yerden başlamak lazım, ancak bakalım nereden çıkacağız?"

"Ben hazırım!"

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

"Öncelikle eski bilgilerimize bir göz atalım ve onları tazeleyelim"

"Bir yerde okumuştum, Yeryüzünde canlıların görülmeye başlanmasından bugüne kadar geçen zamanı, takvimimizin bir yılına sıkıştırabilseydik..."

"Galiba milyarlarca yıldan bahsediyoruz"

"Evet, doğru, insanoğlunun yaşamı boyunca bilgi topladığı dönem bu yılın yalnızca birkaç saniyesi kadar sürecekti"

"Bu durumda biz insanlar, bu kadar kısa bir zaman içinde kendimiz hakkında bu kadar çok şey öğrenmeyi nasıl becerdik?"

"Galiba birçok konuda öğrenecek çok şeyimiz var, gerçekten doğa karşısında bildiklerimiz çok sınırlı"

"Evet, doğru, galiba insanların, doğa gerçeklerini arama konusunda sınır tanımayan bir tutkusu var"

"İşte biz de ondan yararlanarak doğanın gerçeğini bulmaya çalışmalıyız"

"Haydi bakalım! Sen bilgisayar, ben kitaplarımın başına"

Bilgi Toplama İşlemi

İnsanların başarmış olduğu şaşırtıcı bilgi birikiminin kökleri her şeyden önce içimizde doğuştan var olan o yılmaz merak tutkusu ve doymak bilmez açıklama arzusundadır. İlk çağlardan beri, bizi kuşatan bilinmeyenlerin gizemini, onu anlamaya çalışarak yok etmeye çabaladık. Bilinmeyen, ister barınak yapmada olsun; ister savaşta, tarımda, denizcilikte veya yeni karaları keşfetmede, bütün insan uğraşla-

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

rında istenmeyen bir yoldaştır. Ancak bilinmeyenin gizemi de çok çekicidir. Hem korkutucu, hem de çekici. Başarılı bilgi toplamanın armağanları ise; belirsizlikten kurtulma, şüphe ve korkuya son verme; çevreyi, olguları ve olaylar anlamanın rahatlığı, önceden tahmin edebilmenin zevki, düzen gereksiniminin sağlanması, iyi düzenlemeler yapabilmek ve güç. Hem de doğayı kontrol edebilecek güç.

Gözlem

Merak, araştırma yapmak biçiminde bir eylemi doğurur. Araştırmak gözlem yapmak demektir; hissetmek, duymak, koklamak, tatmak, işitmek, sormak, deney yapmak gibi. Örneğin, kalıtım üzerine bilgi edinmek için binlerce meyve sineğinin davranışını ve görünüşünü sabırla saptarken, DNA nın yapısını kavramak için karton ve tellerle modeller yaparken uzun bir keşfe çıkıyoruz.

"Gözlemlediğimiz şeyleri unutmayalım, kaybetmeyelim ve başkalarına da eksiksiz aktarabilelim diye yazıyoruz"

"Biz de öyle yapıyoruz değil mi?"

Fikir–Düşün, İde

Merak ve bilgi toplamak, bilinmeyeni bilinir yapmak için yeterli değildir. Başka hayvanlarda da merak vardır ama bilgi biriktirmezler. Bizim her şeyin nedenini arama özelliğimiz, fikir üretme yeteneğimizle ve düşüncelerimizi deneyle sınayabilmemizle birleşir. Bir fikir (teori–kuram veya hipotez) gözlemleri, anlamı olan düzenlere sokar, gerçeklerin birbiriyle bağıntılı olabileceği noktaları öngörür. Düşünce, anlamı olmayan şeylerden anlam olanları çıkarmaya

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

çalışır. Usumuz, rastlantıdan hoşlanmaz. Bir neden bulmaya çalışmakta, niçin olduğunu sormakta diretir. Düşün ve düşünceler, beynimizin çok ilginç düşleme yeteneğiyle karmaşık bir biçimde bağıntılıdırlar. Düşleme, olabilecek iç bağlantıları gözümüzün önüne getirebilmemizi sağlar. Kafamızda bir resim şekillenince, gözlemlediğimiz olay üzerine kuramsal bir açıklama buluruz; bu sınanmamış bir düşüncedir.

"Bu yazdıklarımız galiba araştırma yapılırken nasıl bir düşünce sisteminden geçildiğini anlatıyor"

"Evet, gözlemlerimizi, öğrendiklerimizi ve okuduklarımızı bir düşünce süzgecinden geçirerek kümelendirmeliyiz"

"Çok doğru söyledin, bölümleme ve sınıflandırma yok ise, akıl yalnızca veri toplamış olur"

"Bunun da bilgi hamallığından başka bir anlamı ve değeri yoktur"

"Aferin sana, çok güzel tanımladın"

"O zaman, yapacağımız eylemleri şöylece özetleyebilir miyiz?"

"Algılarımız yani duyularımız ile çevremizden veri yani bilgi topluyoruz."

"Doğru, devam eder misin?"

"Verileri sınıflayarak bilgiyi elde ediyoruz"

"Daha sonra usumuzu kullanarak bir olguya varmak istiyoruz"

"Buna da kavram veya kavramlaştırma diyoruz"

"Daha sonra akıl yürütme yoluyla, bir yargı veya karara varıyoruz"

"Evet, doğru, insanlar kavramlar yoluyla öğrenir veya düşünürler ve bir yargıya varırlar"

"Bütün bunlar için özgür bir istenç gereklidir"

Düşünceyi Sınamak

Bir düşünce, tek başına ne kadar akıllıca olursa olsun yalnızca bizim kafanızdadır. Her zaman doğru olması gerekmez. Düşünceler, kanıtlar ve deneyle sağlamlaştırıp yönlendirilirler. Bir fikrin, gerçeğin karşılığı olup olmadığını anlamak için, onun doğayla gerçekten uyuşup uyuşmadığını sınamamız gerekir. Doğanın gerçeklerine uygunluğunu anlamanın en iyi yolu ise; bir şeyi önceden tahmin edebilme olanağı sağlayıp sağlamadığına bakmaktır. Düşüncemiz belirli şeylerin nedensel bağlantıları olduğunu önerebiliyorsa bir sınama uygulandığında, önceden bilinebilen bir şey gerçekleşebilir. Beklenen şey olmazsa fikir yetersizdir. Yetersiz veya yanlış bir fikrin mutlaka fena bir fikir olması gerekmez. Bizim bir dizi deney yapmanıza veya yeni araştırmalar yapmamıza yol açabilir. Bunlar düşüncemizin yanlışlığını kanıtlasa bile yeni ve daha gerçek bir öneriye yönelebiliriz.

"Bu da hayal gücü ve yaratıcılık gerektirebilir"

"Evet, bilişim yani bilgiyi işleme veya doğrulama, olguya dayalı düşünce, bilincimiz ve düşüncelerimiz bizi doğruyu ve gerçeği bulmaya yönlendirecektir"

"Herhalde bu fikirlerimizi irdelemek, şimdi yaptığımız gibi tartışmak gerekir"

"Evet, öyle Ziya Paşa ne demiş? 'Barika-ı hakikat, müsademe-i efkârdan doğar"

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

"Yani gerçek kıvılcımları, fikirlerin çatışmasından doğar"

"Ne kadar da doğru bir deyiş"

Yenilenen Deneyler

Öngörülenleri doğrulayan bir deney veya kanıtlarla doğrulanması keyifli bir iştir, özellikle de deneyi yapan kendimiz isek. Ama iş henüz bitmemiştir. Bilim adamlarının deneylerini, herhangi bir hata olasılığını ortadan kaldırmak için tekrarlamaları gerekir. Meslektaşlarının fikirlerini sormalı, deneylerdeki sakıncaları bulmalarını rica etmelidirler. Bilimsel toplantılara katılıp eleştirici meslektaşlar topluluğuna bulgularını sunarlar. Sonunda, uluslararası bilim topluluğunun da öğrenip, deneyleri yineleyebilmesi için yeterince ayrıntılı bir biçimde yayınlarlar. Çoğu bilimsel buluşlar, aynı deneyler birkaç bilim adamı tarafından tekrar yapıldıktan sonra herkesçe kabul edilir hale gelir. Ancak o zaman fikirlerimizin gözlemlerimize verdiği anlam gerçek haline gelir. Bunların hiçbiri kolay değildir. Bilim adamlarının öğrendiği en önemli gerçek, bir şeyin doğruluğunu sonuna kadar kanıtlamanın ne kadar zor bir iş olduğudur.

"Galiba bunun adına da bilim diyoruz"

"Evet. Bilim, yalnızca daha basit, daha küçük sorular sorarak, bilinçli olarak, araştırmayı sınırlar. Bir sürü küçük soru bir sürü küçük yanıtı doğurur"

Bunların her biri anahtar deneyleri tekrarlamak zahmetine katlanacak her şüphecinin geçerliliğini onaylayacağı cinstendir. Kısacası bilim kendi sınırlarını koyar: Öne sürülen gerçeklerin deneyle sınanabilir olmasını, aksi halde öne sürmeye değer olmadıklarını kabul eder. Sağlamca biriktiği

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

ve kalıcı olduğu için, bu tür gerçek elde etmenin, uzun dönem içinde, insan yaşamı üzerindeki etkisi çok büyük olmuştur.

"Bu arada teori, hipotez, öngörü, kuram gibi kavramlar çok geçecek, bunların ne olduğunu açıklayalım istersen?"

"Çok iyi olur, zaman zaman bunları birbirine karıştırıyorum"

Hipotez

Hipotez, araştırmacının incelediği sorunla ilgili olarak araştırmasının başında öne sürdüğü, doğruluğu veya yanlışlığı henüz kanıtlanmamış önermedir. Yapılan bilimsel araştırmalar sonucunda hipotezin tersi kanıtlanamazsa hipotez bilimsel bilgi niteliği taşır, aksi halde terk edilir. Tez ve karşı-tez kavramlarını ve de önermelerini içinde barındıran bir durumdur.

Öngörü

Doğrudan hipoteze dayanan, eğer hipotez doğru ise gelecekte olacak belirli bir olayı önceden kestirme ya da geçmişe ait, bilinmeyen bir olayın oluşunu hipotezle uyumlu açıklaması diyebiliriz.

Varsayım

Kanıtlanmadan geçici veya kalıcı olarak benimsenen önerme, teorik düşünce, faraziye, hipotez karşılığıdır.

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

Kuram

Uygulamalardan bağımsız olarak ele alınan soyut bilgi ve yaşadığımız hayatı yorumlama öğretisidir. Kuram, belirli bir konuda ortaya konulan, geçerliği ve güvenilirliği bilimsel yöntemlerle saptanmış bir genel açıklama düzlemidir. Kuramın hipotezden farkı, araştırma yapılan alanda ortaya koyduğu açıklamaların çalışılan alanın tamamını içine alması ve o alanla ilgili kapsamlı ve köklü açıklamalar getirmesidir. Herhangi bir bilimsel alanda geliştirilen kuram, geçmişteki ve şimdiki olayları açıklamalı, aynı zamanda da geleceğe yönelik öngörülerde bulunmalıdır. Bilimsel kuram, o alanda yapılan bilimsel çalışmaların getirdiği dağınık verilerin ve bulguların sistematik şekilde bir araya getirilmesini sağlamalıdır.

Bilimsel Yasa

Bilimsel kanıtlarla yeterince doğrulanmış ve hiç kimsenin doğruluğuna karşı koyamayacağı kuramlara denir. Örneğin yerçekimi, kimsenin aksini öneremeyeceği bir yasa olarak karşımızda durmaktadır, ama bu hiçbir yasanın sonsuza dek yıkılmayacağı anlamına gelmez. Örneğin Newton'un tüm maddeler için genelleyerek koyduğu mekaniğin temel yasaları, yüzyıllar sonra atom altı parçacıklar için kuantum fiziğiyle yıkılmıştır.

Bilimsel yöntem

Fen bilimlerinde, yeni bir bilgi edinmek için kullanılan yaklaşım tarzı, yöntemdir. Bilim adamları bu yöntemle, zaman içinde bilgilerin üst üste binmesiyle evrendeki olay-

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

ların doğru ve güvenilir bir betimlemesini yapmayı amaç edinirler. Bilimsel yöntem, en basit haliyle aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

Evrendeki bir fenomenin (Görüngü) gözlemlenmesi ve bu görüngülere ait, gözlemler ile tutarlı, ancak kesin olmayan, hipotez adında deneysel bir açıklama getirilmesi,

Hipotezin tahminlerde bulunmak için kullanılması; usa, sezgiye veya bazı verilere dayanarak gelecek bir şeyi, olayı kestirme. Deney veya ek gözlemlerle sınanması ve sonuçlar ışığında hipotezde gerekli değişikliklerin yapılması.

Tam tutarlılık sağlandığı zaman hipotez, gözlemlerin açıklanabildiği, yeni akıl yürütmelerin yapılabileceği bir kuram haline gelir. Böylelikle bir görüngü türünü açıklayan kolay anlaşılır ve tutarlı bir önermeler grubu oluşturulmuş olunur.

"Biz çalışmalarımızda nasıl bir yöntem izleyeceğiz"

"En iyisi değişik kaynaklardan elde ettiğimiz bilgileri, derleyip toplayalım, amacımıza uygun olanları bir araya getirelim"

"Daha sonra karşılaştırıp tartışalım ve bir bireşim veya sonuca varalım"

"Deneysel olarak yapacak ve kanıtlanacak bir konumuz olabilir mi?"

"Henüz bilemiyorum, ancak bütün yaptıklarımızın bir amacı ve anlamı olmalı ve ne anlam taşıdığını bilmeliyiz"

"Şunu da unutmayalım bu çalışmalarımızda çoğu zaman başka kaynaklardan ve yazarlardan alıntı ve çeviriler yapmamamız gerekiyor.

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

Alıntı Veya Çeviri

Bir araştırıcı veya gözlemci olarak, sık sık başka yapıtlardan alıntılar yapmak zorundayız. Konu yerel olmadığı sürece hele evrensel olursa yabancı dilde yazılmış kaynakları araştırmak durumundayız. Çoğu zaman da başkalarının yaptığı çevirilere bağlı kalınız. Ancak genellikle kitap çevirisi yapanlar bu işin uzmanıdırlar ve onlara güvenmek durumunda oluruz.

Ancak her türlü yazılı ve sözlü kaynaktan yaralanmanın bazı kuralları vardır. Örneğin, alıntılar kısa tutulmalı, gerektiğinde yazarından ve yayın evinden izin alınmalıdır.

"Yazardan daha özgün yazamayacağımız sözcük veya açıklamalarından bir bölümünü kendi cümlelerimize katabiliriz değil mi?"

"Evet, ancak Kendi sözcüklerimiz ve kurgulanmız egemen değilse 'öykümüzün' denetimini elimizden kaçırırız, Diğer yazarlar bizden farklı amaçlar ile yazmış olabilirler"

"Çok doğru, o zaman birbirleriyle bağlantısı olmayan parçaları ve bilgileri akıcı bir biçimde bir bütün haline getiremeyiz"

"Ancak çoğu zaman özlü bilgi edinmek için değişik kaynaklardan yaralanmak gerekiyor"

"Evet, bu çeşit bilgi kaynaklarına her zaman başvurabiliriz. Onlar zaten bu amaç için yazılmışlardır ve evrenseldirler"

"Evet, konumuz, canlının ve insanın evrimi, haydi işe koyulalım"

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

Geçmişten, Geleceğe Bakmak

İnsanoğlu, kendi gelecek evriminin koşullarını yaratmıştır. Diğer canlı türlerinin hepsinin aksine, yalnızca biz kendi çevremizi geniş ölçüde biçimleyebiliyoruz. Şimdi yazgımız doğal çevrinin bize etkilerinden çok, bizim kendimizin dünyaya yaptıklarımızla belirleniyor. Bu olguya "*kültürel evrim*" diyoruz. Bilgi birikimimizi, kocaman yaşayan bir kütüphaneye benzetebiliriz. Çağlar boyu kazanılmış bilgi orada herkesin incelemesine açık. Yeni yeni ciltler raflarda yerlerini bulmaya devam ediyorlar. Kitaplar arasında, dün-ya üzerine kesinlikle bildiğimiz pek çok şey var. Bunlar gele-cekteki bilgiyi kurmak için temeli oluşturuyorlar. Ama bazı şeyler henüz yazılmamış durumda, çünkü bilinmeyen pek çok şey var.

Yazılmamış ciltlerin eksikliği, raflardakilerin değerim azaltmamaktadır. Bilimin neleri aydınlattığını gördükçe, kendi yapımızdaki akıl almaz güzelliğe ve "doğanın becerisine" hayran olmamak elde değil. Derimizin altındaki ve kafamızın içindeki; DNA, RNA ve protein arasındaki hızlı alışverişi anlamak ve onun gizemini biraz olsun çözmek ve anlamak.

"Ne kadar hoş bir duygu, ne güzel şey canlı doğmak ve akıllı bir canlı olarak yaşamak"

Yaşam Nedir?

"Evet, Öykü kendi kendimize soruyoruz, yaşam nedir ve nerede nasıl başladı?"

"Yaşamın Evrende nasıl başlamış olduğunu daha önce biraz araştırmıştık"

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

"Evet, şimdi de Evrendeki ve Yeryüzündeki yaşamın başlangıcına ve nasıl geliştiğine daha derinlemesine eğilelim"

Yaşamın var olabilmesi için, en önemli koşul H_2O, yani sudur. 'Su gibi eren ol' sözü öylesine söylenmemiştir, çünkü doğada suyun yerine geçecek başkaca bir oluşum yoktur. Suyu yaşam için bu kadar önemli ve zorunlu yapan nedir? Suyun pek çok özellikleri vardır; en önemlisi polarize-elektrik yüklü bir yapıda olduğu için, pek çok bileşiği çözebilmesi ve iyonlar halinde içinde taşıyabilmesidir.

"Polarize-kutuplanmış ışık ve suyun polarizasyonu da yaşamın başlangıcı için önem taşıyordu, değil mi?

"Evet, öyle bunu daha önce görmüştük. Polarize ışık ve sudaki polarizasyonun yaşamı tanımlamada ilginç fizik olayları gösteriyordu"

"Suyun öyküsüne devam edelim istersen"

Suyun, sıvı katı ve gaz hallerine geçebilmesi için oldukça geniş bir sıcaklık dağılım sınırı vardır. (0 derece ile 100 derece arasında); bu dünyanın ve dünyaya benzer soğumuş gezegenlerin pek çok yerinde suyun "akışkan sıvı" olarak bulunmasını sağlar. Akışkanlık ise, atomların hareketlenerek birbiri ile çarpışma olasılığını ve bunun sonucu kimyasal tepkimeleri arttırır.

"Biliyorsun, geçmiş yıllarda, suyun gizemi adlı bir yazı hazırlamıştım, bu yazı Atlas Dergisi'nde yayınlaştırmıştı"

"Şimdi tekrar yeri geldi, onu bulabilir miyiz?"

"Evet, kolaylıkla, suyun gizemine tekrar bir göz atalım derim"

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

Suyun Gizemi

Bu yazının amacı, doğadaki suyun bilemeğimiz davranışına ve önemine dikkatleri biraz daha fazla yöneltmekti. Gerçekten etrafımızda bolca bulunan ve günde en az iki litre tükettiğiz suyun değerini çoğu zaman pek kavrayamayız. Oysaki tüm canlıların yaşamını sağlayan ve yapılarının çoğunlukla sudan olduğunu nedense yadsırız. Bazı önemsiz bulduğumuz şeylere de "sudan nedenlerle" deriz. Yeryüzündeki, yani ekosistemdeki canlı cansız tüm varlıklara şekil ve can verenin su olduğunu bilmez gibi. Diğer yandan onu bol bol tüketir ve kullanırız. Örneğin bir kilogram patates üretmek için, bir ton su gerektiğini, yine tükettiğimiz her kg. Kâğıt için doğanın ve endüstrinin 295.000 litre su kullandığını hiç aklımıza getirmeyiz. Şimdi gelin, suyun doğadaki davranışlarına biraz daha yakından eğilelim:

Yeryüzündeki tüm canlı cansız maddeler, yüzeydeki, derindeki ve atmosferdeki su ile sürekli iletişim halindedir. Bir diğer deyişle madde ile ortamdaki su, karşılıklı olarak birbirleri tarafından bir dengeye ulaşıncaya kadar karşılıklı su alışverişi halindedir. Belirli bir sıcaklıkta ve denge halindeki o nesnenin içerdiği su ile ortamdaki su buharının kısmı basıncı, su alışverişi–eşsıcaklık eğrisi–(absorbsiyon izotermi) olarak bilinir. Doygunluk basıncı ile ilişkili olan bu olay, göreli buhar basıncına(bağıl atmosferik nem) eşit olup, o maddenin "su etkinliği(aw)" olarak tanımlanır. Doğal olarak bu olaylarda suyun bağlı olmayıp, serbest konumda bulunması gerekir. Buradan yola çıkarak suyun doğadaki ve canlı cansız maddelerdeki ilişkisini anlayabilmek için daha onlarca yıl araştırma yapmak zorunludur. Çünkü su, kendi gizemini bir türlü insanoğluna vermek istemez.

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

Suyun davranışını kavrayabilmek için yaşamı sağlayan enerji ile olan ilişkisine bir bakalım. Suyun en az enerji yüklü olduğu durumu, moleküllerinin birbirine sıkıca bağlı olduğu buz yani katı halidir. Moleküllerde bir hareketlilik gözlenmez. Ortamdaki enerji yoğunluğu artarsa, bağlar gevşer, gram başına 80 kalorilik enerji alarak sıvı haline geçer. Bu durumda moleküller hareketlidir, yani enerji yüklüdürler. Enerji yoğunluğu artarsa(sıcaklık), her derece C artışına karşın 1 kalorilik enerji yüklenerek daha hareketli bir duruma geçerler. Buharlaşma noktasına ulaşıldığında bu kez 540 kalorilik bir enerji alarak gaz haline geçer, yani su molekülleri arasındaki bağ daha da azalmış olur. Ortamdaki enerji yoğunluğu artarsa, H_2O molekülleri de dağılıp, iyonlarına yani +H ve –O parçalarına ayrılır çok daha enerjik olurlar.

Şimdi Evrenin başlangıcından, örneğin buzul çağından bu yana, 1 gram buz kütlesinin, günümüz dünyasında, 1g. Su haline geçene kadar olan süreçte, ne kadar enerji alışverişi olduğunu bir düşünelim. Kabaca hesaplarsak, çevremizde dev bir enerji potansiyelinin bulunduğunu anlayabiliriz. Görüldüğü gibi evrenin ve dünyanın oluşumundan beri sürekli olarak bir enerji açığa çıkmıştır. Fizikte bu olguya "entropi artışı" diyoruz.

"Entropinin ne olduğunu önceki çalışmamızda görmüştük, yeniden bu konuya dönecek miyiz?"

"Evet, hem de sık sık"

Yaşam denilen olay ise; "eksi entropi artış" düzeni ile su bulunan her ortamda, organik maddeler oluşturarak tekrar bağlanmağa başlamasıdır. Bu enerji bağlanması sonucu, oluşan güç, organik maddeler yardımıyla "bilgi ve bilince" dönüşür. İşte canlılar yine doğadan aldıkları bu yetileri ile

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

evrensel ölçekte dağılmaya uğrayan enerjiyi tekrar bir araya toplamaya yani dengede tutmağa çalışırlar.

Kısacası su, yaşamı sürdürmek için temel olan enerjinin birbirine dönüşmesinde bir ortam görevi yapmaktadır. Bu nedenle su olamayan ortamda yaşam da yoktur.

Şimdi şöyle bir düşünelim, Dünyanın başlangıcından beri var olagelen ve doğa dediğimiz, canlı ve cansız sistemi yönlendiren su, yine onun yaşam verdiği bir canlı türü, yani insanlar tarafından, yaşamı yok etme yolunda sorumsuzca yönetilmek istenirse ne olur? Onun tepkisi ise, canlı türlerinin ve çeşitliliğin yok olması şeklinde görülmektedir. Böylece enerjinin şekil değiştirmesi doğal olamayan yollara sürüklenmektedir. Bize okullarda ilk öğretilen bilgi, "enerjinin yok olamayacağı, ancak şekil değiştireceğidir"

İnsanoğlu kendi gönenci ve tutkuları uğruna bir yandan suyun yönünü değiştirmeye çalışırken onun yaşam verdiği ekosistemi de yok ediyor. Böylece yanlış yöne sürüklenen ve milyarlarca yılda biriken enerjinin gücünü hiç hesaba katamıyor, gelişmiş saydığı bilincine karşın.

Hayvan ve bitkilerin doğal yaşamları dışındaki her etkinin onlar üzerinde olumsuz etkiler yarattığını biliyoruz. Bu durumun, başlangıçta o türün daha dayanıklı türlere dönüşmesine yol açacak bir evrime uğradığı düşünülse bile, diğer yandan dayanıksız türlerin azalmasına yol açacaktır. Böylece bir ekosistemdeki dengelenmiş ilişki de bozulur. Örneğin, su kütlelerinde organik kirliliğin ortamdaki bazı besin maddelerini arttırarak bazı türlerin gelişmesine neden olabilir. Ancak diğer yandan ortaya çıkan ek besin enerjisini tüketmek üzere yeni bireyler ortaya çıkar. Bu durum duyarlı türlerin yok olmasına neden olduğu gibi, ortamdaki bütün

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

dengeleri de bozar. Bir tür olabildiğince çoğalırken diğerleri ortadan yok olur. Tür sayısı azaldıkça besin zinciri de kısalır ve besin ağları basitleşip sınırlanır. Bir ekosistem bozulduğunda yalnızca türlerin farklılığı azalmakla kalmayıp aynı zamanda dengenin bir parçası olan tüketiciler de ölür ve ayrıştırıcı organizmaların faaliyetleri çoğalır, böylece besin enerjisi potansiyeli, faydalı besin zincirinden yok olma zincirine dönüşür.

Zincirleme tepkilerin etkisinin, doğal döngülerin etkisinden çok daha yüksek ve yıkıcı olduğunu, yine insanoğlunun bazı buluşlarından biliyoruz. Örneğin, moleküllerin ayrışması sonucu açığa çıkan enerjiyi kendi yarattığı atom bombasında görme deneyiminden geçen çağımızın insanı, nasıl olurda kendi doğasını yok etmek için bu kadar duyarsız ve bilinçsiz davranabilir?

Doğadaki canlı türlerinin azalmasının ve yok oluşunun önemini belki çok iyi kavrayamıyoruz veya ölçemiyoruz. Başlattığımız sıfır yok oluş kampanyalarının başarılı olabilmesi için önce bilinçlerde, işin çarpıcı boyutlarını sunmalıyız. Yoksa binlere tür arasından bazılarının yok olması başlangıçta çok önemli gelmeyebilir. Ancak bu çok çeşitliliğin azaldığı zaman değerinin anlaşılması gibi bir lükse de sahip değiliz. Çünkü kaybolan yaşadığımız doğanın kendisidir ve onu bir daha yerine koymanın olasılığı da yoktur. Ortaya çıkacak yeni dengelerde insan türünün yeri artık bulunmayabilir, tıpkı daha önce kaybolan dev varlıkların artık yeryüzünde olmadıkları gibi.

Düşünen ve daha sonraki geleceklere yaşamı genetik olarak aktaran insanoğullunun, yaşamını sürdürme nedeni olan diğer türlerin yok olmasına seyirci kalması doğal değil.

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

İnsanoğluna sıfır yok olmaya doğru gidebilmesi, öncelikle yaşam kaynağı olan suyun dengesini sağlaması ve bunu sürdürmesi ile olası.

"Çok güzel bir yazı imiş, devam ediyor mu?"

İkinci önemli bileşik ise, karbondur; karbonun dört farklı bağ yapabilme yeteneği, bileşik oluşturmadaki çeşitliliği ve kararlı yapıları getirmiştir. Örneğin benzen halkası 6 karbondan oluşmuş çok kararlı bir yapıdır ve pek çok organik bileşiğin içinde yer alır. Kararlı ve kolay bozulmayan ve de entropi açısından en küçük enerjiyle varlığını sürdürebilen bileşikler yaşam için çok gereklidir. Bilindiği gibi termodinamiğin ikinci yasası olan entropi yasasına göre, enerji, sürekli bir biçimde daha az enerji olan yere doğru dağılır; yani yaşam entropiye aykırı olarak gelişiyor gibi görünebilir. Fakat son yıllarda elde edilen kanıtlara göre, yaşamı oluşturan yapı taşları, entropi açısından en küçük enerji durumundadır; çok karmaşık gibi görünen DNA bile, aslında entropi ile barış içindedir.

"Entropinin ve olduğunu ve yaşam ile olan ilişkisini görmüştük, hep karşımıza çıkıyor"

"Evet entropi... Bir termodinamik dizgeden başka dizgeye iş şeklinde aktarabilecek enerji miktarını gösteren özellik veya durumun işlevi olarak da tanımlanmıştı. Dizgedeki düzensizlik arttıkça, entropisi de artar, yani düzenin yararlı iş verme yeteneği de azalır"

"Özetleyecek olursak, yaşamın var olmaması için, bazı temel elementler ve suyun olması gerekli, ışık ve enerji bunda tamamlayıcı etmendi "

"Bir de yaşımı oluşturan elementleri hatırlayalım?"

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

"Doğal olarak, oksijen, hidrojen ve azot, bir de karbon olmalı"

Canlı maddelerin % 95 i hidrojen, karbon, nitrojen ve oksijenden yapılmıştır. Dünya gezegeni başlangıçta çok az oksijen içermesine karşın, sonraları oksijen miktarı artmıştır; bu elementler açısından bakınca, dünya atmosferi ve denizler çok zengin bir ortam oluşturmaktadır. Güneşin % 87 si hidrojen, % 12,9'u helyum, geri kalanlar ise oksijen, nitrojen, karbon, magnezyum, silikon, demir ve kükürtten oluşur. Evrendeki 100 atomdan yaklaşık 93 ü hidrojen atomudur; hidrojen evrendeki tüm maddenin ağırlık olarak yaklaşık % 76–80 nini oluşturur. Eğer bir yerde, yüksek miktarda hidrojen atomu ve karbon atomu ve azot varsa, ortamda metan gazı (CH_4) ve amonyak (NH_3)oluşacaktır. Oksijen varsa, uzaydan gelen mor–ötesi ışınları ve kozmik ışınlar yardımı ile ozon (O_3) oluşur. Ozon, atmosferde bu kozmik ışınlara karşı yaşamın başlaması için bir kalkan görevi yapmaktadır. Kozmik, ışınetkin ve morötesi ışınlarının girdiği yerde yaşam oluşamaz, çünkü bu ışınlar taşıdıkları, moleküler enerji sayesinde, hem organik moleküllerde kararsızlık ve parçalanma oluştururlar, ayrıca canlının yapı taşları olan, RNA ya (veya daha sonra da DNA ya) zarar verirler.

"DNA ve RNA nın ne olduğunu ayrıntılı olarak araştıracağız değil mi?

"Elbette, bunları bilmeden yaşamın ne olduğunu anlayamayız"

"Şimdi atmosferin üst bölümlerinde bulunan ozon katmanlarının delinmesinin neden bu kadar önemli olduğunu anladım"

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

"Evet, bunu çok yakından biliyoruz. Yazın deniz kenarında uzun süre güneşlenmenin zararlı olmasının nedeni de bu ışınlar"

Karbonun, metanın, oksijenin olduğu yerde de mutlaka karbon dioksit bulunacaktır; karbon dioksit ve suyun olduğu yerde ise enerjiyi yaşamsal yapılarda kullanabilme yetisi olan şeker (glikoz, $C_6 H_{12} O_6$) ortaya kolaylıkla çıkabilecektir. İlk yaşamın bu temel maddeleri kullanan ve fotosentez yapan bitkilerle başladığına ilişkin birçok kanıt vardır. Kimyasal enerji güneş ışığından sağlanmaktadır. Metanın, suyun ve amonyağın olduğu yerde de formaldehit (HCHO) ve hidrojen siyanit (HCN) oluşabilir, bu moleküller, son yıllarda Mars'ta, ayda ve Dünyaya düşen meteoritlerde de gözlemlenmiştir. Marstan gelen ALH84001 isimli meteoritte yaşama ait çok önemli kanıtlar ve mikrop fosilleri bulunmuştur.

Yaşam Başka Bir Gezegenden Mi Geldi?

"Yine karşımıza Mars gezegeni ve Marslılar çıkıyor"

"Bu kırmızı renkli komşumuzun, yaşamın başlangıcı ile yakın ilgisi olsa gerek"

"Mars'tan gelen yaşam, bu konuda o kadar çok film izledim ve yazı okudum ki."

"Evet, Mars yüzeyinde dolaşan şu küçük araç adı galiba Expolerer idi, eskiden su bulunduğuna ilişkin resimler göndermişti, daha sonra Mars'a çok sayıda sonda aracı gönderildi. Örneğin path finder–iz bulan gibi–"

"Mars'a yollanan küçük gezici araçlar ile onun hakkında birçok bilgi ediniyoruz. Ancak bunlar henüz yeterli değil"

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

"O zaman varsa, Evrende yaşayan diğer canlılar ile iletişim kurmaya çalışalım"

"Peki, onlarla nasıl anlaşacağız? Hangi dili kullanacağız?"

"Bu çok kolay olacak, onlarla anlaşmak için bir dil var"

"Bir uzay dili olduğunu bilmiyordum"

Mars'ta yaşayan birisiyle iletişim kurduğunuzu ve ona dünyadaki nesneleri açıklamak istediğinizi varsayalım. Onlarla anlaşmak için işe, sayı kavramından başlayabiliriz:

"Masaya vuruyorum veya mesaj gönderiyorum; 'Tik=bir, tik tik=iki, tik tik tik=üç, vs.' Böylece Mars'lı kısa sürede sayı kavramını anlayacaktır"

"Umarım, onların da akıllı varlıklar olduğunu varsayıyoruz"

Sonra sırasıyla atomların ağırlıklarını ve orantılı ağırlıkları temsil eden bütün sayı dizilerini söyleriz; "Hidrojen: 1, (ardından) Döteryum, Helyum, vs" diye devam ederiz. Marslılar bu sayılara bir süre baktıktan sonra, matematiksel oranların elementlerin ağırlıklarının oranlarıyla aynı olduğunu fark ederek, bu isimlerin elementlerin isimleri olduğunu anlayacaklardır!

Bu yöntemle onunla ortak bir dil oluşturabiliriz, Marslılar'ın "Sizlerin nasıl göründüğünüzü merak ediyoruz" dediklerini varsayalım. "yaklaşık 1.75 metre boyundayız" diye yanıtladığımızda, "Bir metre ne büyüklüktedir?" diye sorar. Biz de "çok kolay, on yedi milyar hidrojen atomu kadar uzunuz" diyebiliriz. Evet, bu bir şaka değil. Marslı ile aranızda ortak bir ölçek olmadığına göre kendinizi ona bu şekilde anlatabiliriz. Marslı bize "bedeniniz neye benziyor?" diye sor-

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

duğunda ona kalbi anlatır ve "şimdi kalbi hafifçe sol tarafa koy" deriz. Fakat ne yazık ki Marslı solun ne taraf olduğunu bilmiyor. Bunu da şu örnekle açıklayabiliriz: Çekirdekteki yükün bir arttığı ve elektronun açığa çıktığı birçok ışın etkin bir olay vardır. Burada ilginç olan şudur; elektronlar çıkarken kendi çevrelerinde dönerler. Bu dönmeyi ölçerseniz yönünün sol tarafa doğru (arkadan bakıldığında) olduğunu görürsünüz. Bunu da Marslı'ya "Dinle; ışınetkin bir bileşik, bir nötron al ve beta bozunması sonucu ortaya çıkan elektrona bak. Eğer elektron çıkarken yukarıya doğru gidiyorsa, onun dönme yönünü sapta" Bu elektron sırtından giriyor olsaydı dönme yönü sola doğru olurdu. "Bu, solu tanımlar. Yüreğimiz de oradadır" şeklinde açıklayabiliriz. Solu ve sağı bu şekilde ayırt etme olanağı vardır.

"Yani şimdi de Marslılara simetriyi öğretiyoruz"

"Hayır, onların bunları hep bildiğini varsayıyoruz. Amacımız bildiklerimizi karşılıklı doğrulamak"

"Çok ilginç oluyor"

Simetrilerden yola çıkarak "Her parçacık için, karşı- parçacık vardır; elektron için bu pozitrondur, proton için de karşı - proton. Acaba madde için bir karşı madde var mıdır?" sorusunu yöneltiyoruz, çünkü karşıt-maddedeki her atom, maddede olan atomların zıt-parçacıklarından oluşur. Örneğin; Hidrojen atomu bir elektron ve bir protondan oluşmaktadır. Elektrik yükü eksi olan bir zıt proton ile elektrik yükü artı olan bir pozitronu birleştirirsek zıt-hidrojen atomu oluşur. Böyle bir şey gerçekte yapılmış değil, ancak ilke olarak her madde için anti madde yapılabileceği düşünülür. Peki, anti madde, madde gibi mi davranır? Bildiğimiz kadarıyla evet. Çünkü simetri yasalarından biri de zıt-

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

madde ile yaptığımız bir şeyin madde ile yapılan aynı şeyle aynı yolda davranacağı şeklindedir. Ancak bunlar bir araya gelirlerse kıvılcımlar çıkararak birbirlerini yok ederler.

"Bu ve buna ve benzer fiziksel olaylarla Mars'lılar ile aramızda bir bağlantı kurabiliriz"

"Bu durumda, yeryüzündeki ve Marstaki maddelerin ayni olduğunu varsayıyoruz demektir"

"Evet öyle"

"Peki, farklı maddelerden ve simetrilerden oluşuyor ise o zaman ne yapacağız?"

Eğer Marslı karşı maddeden yapılmışsa onun elektronları pozitron olacağından ve ters yönde döneceklerinden Mars'lı, kalbi sağ tarafa koyacaktır. Şimdi de Marslı ile yüz yüze görüşme olanağımız olduğunu düşünelim. Ona doğru yürüyüp sağ elinizi uzattığınızda, o da sağ elini uzatırsa her şey yolunda. Ama eğer sol elini uzatırsa dikkat edin, birbirinizi yok edeceksiniz! Sağ ile solu ayırt edebilmeyi beta bozunmasıyla gerçekleştirebiliyoruz. Bu da doğada sağ ile solun % 99,99 olasılıkla birbirinden ayırt edilemeyeceği demek oluyor. Ancak bu, aynı zamanda tamamen farklı tepetakla, küçücük bir şeyin, küçücük bir olgunun var olduğu anlamına geliyor. İşte bu, henüz hiç kimsenin en ufak bir fikir yürütemediği akıl ermez bir sırdır.

"Bu konuşma dili çok hoşuma gitti, bunu biraz daha geliştirelim, kendi aramızdaki sırları başkalarına çaktırmadan anlatabiliriz"

"Buna gerek olmayacağını sanıyorum. Ancak yine de bilim dili ile anlaşmak güzel bir şey olurdu"

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

"Örneğin ben susadım demek için, masaya önce iki, sonra bir kere tık tık vurayım"

"Hah, ha ha, o zaman tuzu istemek için masaya çok kez vurmamız gerekecek"

"Aklıma bir oyun geliyor, çok eğlenceli olabilir"

"Neymiş o oyun bakalım? Nasıl oynanacak?

"Birimiz uzaylı olsun, diğeri dünyalı"

"Tıpkı bir kurgu bilim romanı gibi"

"Mars'lı olan, işaretler ile kendini tanıtsın, bakalım diğeri nasıl algılayacak, ortaya nasıl bir yaratık çıkacak?"

"Evet, bir ara bunu yapalım, herhalde ortaya çıkan dostumuz, yine iki ayaklı, iki kollu olacak ve iki de çekik gözü bulunacak"

"Evet, çünkü bizim bildiğimiz, düşünen canlı türünün şekli bu, oysaki Yeryüzünde ne kadar değişik canlılar ve farklı türler var değil mi?"

"Mars'ta, niçin böyle olmasın?"

En Eski Yaşam Biçimi

"Marslılar ile iletişim kurma çok hoşuna gitti galiba"

"Evet, öyle, şimdi onların Yeryüzündeki, ayak izlerini araştıralım"

"Bunu nasıl yapıyorsun?"

"Genellikle İnternet kaynaklarına bakıyorum, arama motorlarını tarıyorum, birçok bilimsel kuruluşun sitesine giriyorum"

"Yani sörf, kaymaca yapıyorsun"

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

"Evet, öyle, bu kaynaklardan ve sitelerden çoğuna da üye oldum"

"Uzayda dolaşma çok değişik ve ilginç olmalı"

"Evet, şimdi bulduğum bu makaleyi birlikte okuyalım"

NASA Ames araştırma merkezi bilim adamlarından E. Imre Friedmann, elektron mikroskop ile yaptıkları incelemede, ALH84001 adı verilen taşın üzerindeki manyetik kristal parçasının (Magnetite), bir zincir oluşturduğunu gözlediklerini açıkladı. Friedmann, dünyadaki bakterilerde de manyetik kristallerin olduğu ve dışı zar ile kaplı bir zincir şeklinde oluşmuş zarın görülebildiğini belirtti. Friedmann, zincir oluşumun sadece biyolojik etkiler sonucunda meydana geldiğini, biyolojik etkinin dışında bu biçimlerin meydana gelemeyeceğini kaydetti. Dünyada göllerin tabanında yaşayan bakterilerin, oksijen miktarı az olan bölgeyi tercih ettikleri ve biçim kazandırdıkları, manyetik kristalleri bir pusula gibi kullanarak, bulundukları bölgede hareket etmeyi sağladıkları belirtildi. Mars taşında saptanan manyetik kristal parçasının, taşın içindeki bir karbon mineralin içinde bulunduğu ve dünyadan taşa bulaşmamış olduğu açıklandı.

"Çok ilginç, bu taşın Dünyamıza ne zaman gelmiş olduğunu da bulmuşlar mı?"

Manyetik kristalin yaşını da analiz eden bilim adamları, 3,9 milyar yıl önceden kaldığını belirledi. Dünyada 16 adet bulunan meteor parçasından biri olan ALH84001'in, 13-16 milyon yıl önce Mars'a çarpan ve Mars yüzeyinden birtakım parçaların yörüngeye fırlamasına neden olan meteordan koptuğu saptandı. Meteor parçasının dünyaya 13 bin yıl önce düştüğü ve düşmeden önce, milyonlarca yıl uzayda dolaştığı belirtildi. Meteor parçası, 1984 yılında Antarkti-

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

ka'nın Alien Hills buzulunda bulunmuş ve o tarihten beri incelemeye alınmıştı.

Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi NASA, Mars'ta incelemeler yapan araştırma robotu Opportunity'nin kızıl gezegende bir zamanlar yaşamı destekleyecek koşullar olduğuna dair kanıtlar bulduğunu bildirdi. 2 Mart 2004— Opportunity uzay aracının dünyaya gönderdiği verileri değerlendiren NASA bilim adamları, Mars'ta geçmişte yaşamın ortaya çıkmasına fırsat verecek kadar su bulunduğunu belirttiler.

"İşte güncel bir haber daha"

Mars'ta Kraterin Dibinde Buz Bulundu

Kızıl Gezegenin yörüngesindeki Avrupa sondası Mars Express, Mars'ın kuzey kutbunda bir yanardağı ağzının dibinde buz saptadı. Avrupa Uzay Ajansı (ESA) yetkilileri, Mars Express'in yüksek çözünürlüklü çifte resim çekicisi ile kayıt ettiği görüntüleri dünyaya gönderdiğini belirttiler. Mars Expres'in saptadığı büyük bir buz katmanı, 35 km genişlik ve 2 km derinliğe sahip krater geniş "Vastitas Borealis" düzlüğünde bulunuyor.

Volkan ağzının dibinde geniş bir alana yayılmış buz tabakası, Mars Express'in yıl boyunca çektiği resimlerde de açıkça görülüyor. Sıcaklık ve basınç, buzun katı halden gaz haline geçmesine izin vermiyor ve sürekli görülmesini sağlıyor. Bilim adamları, buz tabakasının kalınlığının 200 metre civarında olduğunu ve geniş bir kumul alanı kapladığını tahmin ediyor. Sonuçta su gibi belli bir ortam olduktan sonra, belirli 5–6 atom çeşidinin olduğu yerde, yaşamın te-

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

melinde var olan organik bileşiklerin zamanla kendi kendine oluşması olanaklıdır. Bu durum, deneysel laboratuar koşullarında birçok kez elde edilmiştir.

"Anlaşıldığı kadarı ile Mars'ta bir yaşamın bulunduğu ve Dünyandaki yaşamın da buradan gelmiş olabileceği konusunda kanıtlar var"

"Evet, ama bu konu henüz çok güncel, bakalım zaman neyi gösterecek" "Hatırlarsan, uzaya gönderilen KOBE uydusu ile evrenin derinliklerinde de bu elementlere rastlanmıştı"

"Gerçekten uzayın derinliklerinde başka yaşam var mı? Büyük olasılıkla insanoğlunu en çok düşündüren konu bu"

"Evet, bilim ve teknolojinin en büyük amaçlarından biri de, Evrende başka canlıların yaşayıp yaşamadığını araştırmak"

Son bulgular, pek çok organik maddenin uzaydan gelen tozda, meteorlarda bulunduğunu kanıtlamıştır. Dünyada, Okyanuslarda ve atmosferde amonyum, metan, karbon dioksit, amonyaktan sentezlenebilen organik maddenin, uzaydan da gelebileceği NASA'nın araştırmalarının kesin bir sonucudur. Eğer günde 30 ton organik madde uzaydan düşen tozla dünyaya karışmaktaysa (kuyruklu yıldızlarla, meteorlarla gelenleri saymıyoruz) yılda, (10 üzeri 4) ton (10000 ton) çeşitli organik madde dünyada okyanuslara karışır. Bu ilk bir milyar yıl için 10 üzeri 9 x 10 üzeri 4= (10 üzeri 13) ton (10 un yanında 13 sıfır) ya da 10 000 000 000 ton organik madde eder. Bu miktarda organik madde, dünyada girdikleri tepkimeler de işin içine katılırsa, kesinlikle ilk yaşamın tohumlarını atabilir.

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

Halley, Hale–Bopp, Hyakutake isimli kuyruklu yıldızlarda pek çok organik madde olduğu kanıtlanmıştır. Bir kuyruklu yıldız, güneş sisteminin sıcak bölgelerinden geçerken, bir kısmı erir, gaz ve toz olarak dünyanın (veya başak gezegenlerin) çekimine kapılıp, zamanla dünyaya düşer. Göktaşlarında ise, ketonlara, nukleobazlara, quinonlara (klorofil benzeri yapılarda yer alır), karboksilik asitlere ve 70 farklı çeşit amino aside rastlanmıştır. Dünyadaki yaşantıda kullanılan amino asit sayısı ise yalnızca 20 dir, yani uzay bize ihtiyacımız olandan çok daha fazlasını hediye etmektedir.

Daha ilginç bir bulgu ise Louis Allomandola'nin uzay koşullarının benzetimi ile yaptığı deneylerden gelmiştir. Bu deneyler çok düşük ısılarda ve sıcaklıklarda, morötesi ışınımların kimyasal bağları yıkabileceğini; hatta içinde donmuş etanol ve amonyak (uzayda bulunduğu oranda) bulunan buzlaşmış toz kitlelerinde, bu ışınların; ketonları, nitrilleri, eterleri, alkolleri, hatta (HMT) oluşturabileceğini göstermiştir. HMT asidik ortamda amino grup asitleri oluşturur. Bu deneyler son yıllarda gerek NASA, gerekse üniversitelerdeki bilim insanları tarafından tekrarlanmış benzer sonuçlar bulunmuştur. Bu su demektir: uzayda donmuş buz kitleleri olarak seyahat eden moleküller durgun değillerdir; uzaydaki farklı ışınların ve morötesi erkenin etkisiyle sürekli içlerindeki kimyasal yapı değişime uğramaktadır, bu değişim, özellikle daha yüksek ısılı, ışınlı ve enerjili güneş sistemi bölgelerine girince artmaktadır. Yani gerek uzaya dağılan tozlar, gerek meteorlar, içlerinde dünya gibi uygun koşullara sahip gezegene ulaşınca yaşamın temel taslarını oluşturacak tüm bileşenleri, organik maddeleri fazlasıyla taşımaktadırlar. Üstelik 4,5 milyar yıllık dünya tarihini, kolay anlayabil-

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

mek için, 1 saatlik bir zaman dilimi olarak alırsanız, doğa ilk 55 dakikayı, bu temel yapı taslarını ve tek hücreli yaşamı oluşturmak için harcamış, geri kalan beş dakikada da diğer tüm bitkileri, çok hücreli canlı varlıkları meydana getirmiştir.

"Evet, biz yine Yeryüzündeki yaşam nasıl ortaya çıktığı konusuna dönelim"

"Örneğin; aklıma hemen dinozorlar geliyor, ama onlar galiba çok daha sonra idi"

"Evet, Yeryüzünde yaşam çok daha eskilere milyonlarca yıl önceye gidiyor" "Evet, hem de çok öncelere"

"Dinozorlar deyince aklıma bir şey geldi"

"Nedir o, yoksa "Jurisic Park" filmi mi? hani beraberce gitmiştik"

"O da geldi ama bu daha başka bir şey"

"Neymiş bakalım o aklına gelen?"

"Masallardaki, öykülerdeki devler. Hemen her masalda bir dev bulunur. Örneğin; Dede Korkut hikâyeleri, tırmanan fasulyeler, parmak çocuk."

"Devam et bakalım ardından neler çıkacak yine"

"Masalların çok eski geçmişi olduğunu biliyoruz, daha çok nineler ve dedeler anlatıyor, binlerce yıldır anlatıla gelmiş"

"Acaba diyorum, masallardaki devler, dinozorlar olabilir mi?"

"Yani İnsanlar, dinozorları görmüş olabilir mi?"

"Evet, bunları araştıracağız, bunun için canlıların evrim öyküsü önem kazanıyor"

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

"Şimdi gelelim Yeryüzündeki yaşamın nasıl geliştiğine"

"Acaba nereden başlayalım? Hangi bilgilere ihtiyacımız olacak bilemiyorum?"

"O zaman hemen araştıralım"

"Hangi kaynakları kullanacaksın?"

"Önce İnternet ten bir tarama yapacağım"

"Bunu nasıl yapıyorsun?"

"Daha önce söylediğim gibi, arama motorlarına girip, anahtar sözcükleri yazacağım"

"Yani sörf–kaymaca yapacaksın"

"Elektronik iletişim dilindeki adı bu, engin ve derin sularda yapılan bir gezinti"

"Evet, öyle, ancak önce gelen iletileri açmalıyım, birçok bilimsel kuruluşa mail, yani ileti yollamıştım"

"Sen bak bakalım, benim de biraz işim var"

"Bir dakika! Burada konusu ilginç bir mesaj var, hemen açıyorum"

"Nereden ve kimden gelmiş acaba?"

"Bilmiyorum, ancak şu iletiyi bir okur musun?"

Sevgili Öykü,

Yaşamın başlangıcını, Evrende ve uzayda aramak doğru bir yoldu. Yeryüzünde ne zaman başladığını anlamak için, işe jeolojik devirlere bakmalısın, hem de çok eski dönemlerine... Orada çok ilginç bulgulara erişeceksin. İşte sana aradığın bazı kaynaklar."

"Dedoş! Bu mesajı sen mi yolladın acaba, senin şakalarından biri daha olmasın?"

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

"Kesinlikle ben yollamadım"

"Peki, kim yollamış olabilir o zaman?"

"Ben de gerçekten şaşırdım, gönderenin adresine bakar mısın?"

"<karacete@onid.orst.edu>" yazıyor, böyle birisini tanıyor muyuz?"

"Karacete, karaçete olmalı, bu galiba bir şaka, birisi bizimle eğleniyor"

"Diğer iletişim bilgilerde neler var?"

"Gönderim tarihleri filan, adresin sondaki 'edu' bunun bir eğitim kurumundan geldiğini gösteriyor"

"Bir dakika! Bir de ne zaman gönderildiğine bakayım"

"10 saat önce gönderilmiş, gece yarısı 2.40 PM"

"Yani biz uykuda iken"

"Nasıl oluyor. Gerçekten anlamadım, bu 'karaçete' benim adımı ve bizim neyi araştırdığımızı, yani ne yapmakta olduğumuzu nereden biliyor?"

"İstersen kendisine soralım, nasıl olsa adresi vardır"

"Bu işte bir gizem var, gönderen adını ve kimliğini yazmamış"

"Bakalım anlayacağız"

"Önce söylediği şeyleri bir araştıralım derim, yani jeolojik devirleri"

"Haydi, kolay gelsin"

"İnanılır gibi değil, bunu gerçekten sen göndermedin değil mi?"

"Hayır, doğrusu ben de çok şaşırdım, gece yarısı mışıl mışıl uyuyordum"

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

"Bir dakika, dün gece yarısı yazıldığına göre karaçete üyesi, bizimle ayni zaman diliminde yaşayan biri olamaz"

"Yani bizim yaşadığımız zaman dilimi, bulunduğu yerden, çok doğuda olmalı"

"Veya gece yarısı çalışmayı seven birisi, belki de uykusu kaçmış kalkmıştır"

"Aramızdaki saat farkı yaklaşık 10 saat"

"Aferin sana zehir hafiye, 'karaçete' çetesinin hemen peşine düştün"

"Onu kesinlilikle bulmalıyım"

"Bir dakika benim anlamadığım bir şey var, bu on saat zaman farkını nereden buldun"

"İnternet saatinden, işte burada yazılı, internette 24 saati bin birime bölmüşler, her birim 1 dakika 26 saniye oluyor. Örneğin İsviçre de gün @900 da sona erer. Dünyanın başka yerlerindeki saat @ 000 olarak gösterilir. Dolayısı ile Dünyada tek saat kullanılmış olur"

"Desene GMT dama atıldı"

"Evet, öyle oldu"

"Buna sevindim, örneğin şimdi herhangi ülke ile aramızdaki saat farkını aramayacağız"

"Evet, şimdi neye bakıyoruz"

"Yaşamın geliştiği jeolojik devirlere"

"Yaşamın ortaya çıkışı konusunda jeolojik dönemlere bakarken ne buldum biliyor musun?"

"Hayır, nereden buldun?"

"Gelen iletideki kaynaktan"

"Yoksa karaçete, bir ipucu mu vermiş"

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

"Evet, öyle, iletinin ekinde bir kaynak yollamış, hem de Türkçe"

"İnanılır gibi değil, on saat uzaktan gelen bir mesajda, Türkçe bir kaynak adresi"

"İşte o kaynakta bulunan ve jeolojik devir ve dönemleri gösteren bir çizelge"

"Evet de kadar çok devir ve dönem varmış, ayrıca bunlar da kendi içinde bölümlere ayrılıyor"

"Her biri arasında milyonlarca yıl var. Dile kolay geliyor, hepsi de bir çizelgeye sığmış"

"Şimdi de şu açıklamalara bir bakalım"

Yeryüzünün Evrimi

Dünya'nın 4,5 milyar yıl önce meydana geldiği kesinleşmiştir. O zamanlar kendi etrafında dönme hızı çok daha fazlaydı, günler 18 saatti, yerçekimi ivmesi (g=9,8 m/sn2) bile biraz daha farklıydı. Güneş daha soluktu ve şimdiye göre genç bir yıldızdı. Dünya üzerinde Kıtalar oluşmamıştı, yalnızca okyanusların üzerinde fışkıran volkanlar dünyanın alt tabakalarındaki elementleri yüzeye saçıyordu. Atmosferde oksijen hemen hiç yoktu, daha çok, hidrojen, az oranda azot ve su buharı vardı.

"Bir dakika, oraya gelinceye kadar neler oldu acaba?"

"Haydi, onu da sen bul"

"Çok kolay, işte uzun bir dönemin kısa tarihi..."

►Azoik devir (Yaşam Yok)

►13,5 milyar Büyük patlama ile maddenin evriminin başlaması: Big Bang

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

► Büyük patlamadan 10–35 saniye sonra atom altı parçacıkları; kuarkların oluşması

► Büyük patlamadan 1 saniye sonra Gama ışınları

► Büyük patlamadan 3 dakika sonra genişleyen evrenin yarıçapı 40 ışık yılı noktaya ulaşması

► Büyük patlamadan 100 bin yıl sonra maddenin görünmesi

► Büyük patlamadan 3 milyon yıl sonra ilk elementlerden, Helyum ve Hidrojen'in ortaya çıkması

► 5 milyar, Güneş'in oluşması

► 4,5 milyar, Dünya'nın oluşması

► 4 milyar, Ay'ın oluşması

► Arkeozoik devir (Yaşam Başlıyor)

► 3,5 milyar Canlılığa geçiş ve tek hücreliler

► 3,4 milyar, Cynobacteria benzeri canlılar

► 3 milyar, prekaryotlar (çekirdeksiz tek hücreliler)

► 2 milyar, ökaryotlar (çekirdekli tek hücreliler)

► Proterozoik Devir

► 1,5 milyar, 600 milyon, bakteriler – deniz yosunları – mantarlar – ilkel canlılar

► 1,2 milyar, eşeyli üreme

► 700 milyon hayvanlar ve bitkiler farklılaşıyor

► Paleozoik Devir

► 600–500 milyon, Kambriyen dönemi omurgasız deniz canlıları

► 500 milyon, Omurgalı deniz canlıları, yaşamın karalara geçmeye başlaması

►500–400 milyon, Ordovisyen dönemi kabuklular, midyegiller, deniz yosunları, su otları

►440–400 milyon, Silurian dönemi, soluk alan hayvanlar

►400–350 milyon, Devonian dönemi, amfibiler, kafadan bacaklılar

►350–300 milyon, Missisippian dönemi, karaların genişlemesi, ilkel kafadan bacaklılar, kanatlı böcekler

►300–270 milyon, Pennysylvanian dönemi, sıcak iklim, bataklıklar, iri sürüngenler, böcekler

►270–220 milyon, Permiyen dönemi, sürüngen türleri

►Mezozoik Devir (Orta Evrim Düzeyinde Canlılık)

►220 - 180 milyon, Triassic dönem, volkan etkinlikleri, deniz sürüngenleri,

►200 milyon eski (arkaik) (yumurtlayan) memeliler

►180–135 milyon, Jurassic dönem, dinozorlar, kozalaklı bitkiler

►135–70 milyon, Cretaceous dönemi, dev kertenkelelerin yok oluşu, çiçekli ağaçlar, günümüz böcekleri

►100 milyon yeni (eteneli) (plesental) memeliler

►Senozoik Devir (Son Jeolojik Dönem)

►70–60 milyon, Paleojen dönemi, Paleosen çağı, kemirgenler (prosimiyen) (kemirgen memeliler) ağaç sivrifaresi, kuşlar

►65 milyon, dinozorların yok oluşu

►60–40 milyon, Paleojen dönemi, Eosen çağı, yüksek memeliler (primatlar)

►40–25 milyon, Paleojen dönemi, Oligosen çağı, hançer dişli kedigiller

►30 milyon, antropoidiler (insana yaklaşan primatlar)

►25–10 milyon, Neojen dönemi, Miysen çağı, otlayan memeliler, Catharhin'ler (insanınkine benzeyen diş yapısı bulunan eski dünya maymunları)

►20 milyon, İnsanımsılar (homonoidler)

►10–15 milyon, Neojen dönemi, Pliyosen çağı, dağların yükselmesi, iklimin soğuması

►15 milyon, Kuyruksuz iri maymunlar (ape'lar)

►7,5 milyon, Pongit'ler (Orangutan soy ağacının ayrılması)

►6 milyon, Panida'lar (Goril ve Şempanze soy ağacının ayrılması)

►5 milyon, İnsansılar (hominidler)

►4–3 milyon, Australopithecus

►4 milyon, İnsansıların dikilmesi (hominianlar) (ayağa kalkması)

►3 milyon, İnsan cinsi (homo) ve onun ilk türü (homo habilis)

►Paleolitik Kültür Evresi başlangıcı (Eski Taş Çağı)

►2,5 milyon, kültürel evrimin organik evrim önüne geçmesi,

►2,5 – 2 milyon, dik duran insan türü (homo erectus), taş aletler

►1 milyon, Kuaternar dönemi, Pleistosene çağı (10 bin yıla kadar) düşünen insan türü (homo sapiens), buzulların yayılması

►500 bin, Ateş kullanımı

►200 bin, Çağdaş tipte düşünen insan (modern homo sapiens) (bugün var olan ırklar), dinler

►Mezolitik Kültür Evresi başlangıcı (Orta Taş Çağı)

►31–13 bin, Sanat

►14 bin, Hayvanların evcilleştirilmesi

DEVİR	ZAMAN	DÖNEM	BÖLÜM
Fanerozoik Devir (545s myö - Gunumuz)	**Senozoik** (65.5 myö-Gunumuz)	**Kuaterner**(1.81 myö-Günümüz)	**Holosen** (0,01 myö-Günümüz)
			Pleistosen (1.81-0.01 myö)
		Neojen(23.8 myö-1.81 myö)	**Pliyosen** (5.32-1.81 myö)
			Miyosen (23.8-5.32 myö)
		Paleojen(65.5 myo-23.8 myo)	**Oligosen** (33.7-23.8 myö)
			Eosen (55.0-33.7 myö)
			Paleosen (65.5-55.0 myö)
	Mezozoik (251.4 myö-65.5 myö)	**Kretase** (142 myö-65.5 myö)	
		Jura (205.1 myö-142 myö)	
		Trias (251.4 myö-205.1 my	
	Paleozoik (545 myö-251.4 myö)	**Permiyen** (292 myö-251.4 myö)	
		Karbonifer (354 myö-292 myö)	
		Devoniyen (417 myö-354 myö)	
		Silüryen (440 myö-417 myö)	
		Ordovisyen (495 myö-440 myö)	
		Kambriyen (545 myö-495 myö)	
Kambriyen Öncesi (545 milyon yıl ve öncesi)	**Proterozoik Devir** (2500 myö-545 myö)		
	Arkeyan Devir (3600 myö-2500 myö)		

Neolitik Kültür Evresi başlangıcı

M.Ö. 10 bin – Kuaternar dönemi, Holosene çağı, asalaklıktan üreticiliğe geçiş,

"Evet, bu dönemsel bilgiler oldukça uzun bir süreci kapsıyor, neredeyse tüm Evrenin ve dünyanın oluşumunu kronolojik olarak özetliyor"

"İşte burada bir de çizelge var, jeolojik devir ve dönemleri zamanları ile belirtiyor"

"Güzel bir çizelge bulmuşsun, pekâlâ incelemeye nerden başlayalım?"

"En iyisi kaldığımız yerden, dünya'nın oluşumundan"

"Oradan başlıyoruz!"

"Dünya'da ilk, oluşumlar nasıl meydana geldi acaba?"

"Yani volkanik olaylar. Bunun için pek çok kuram var"

Yapısal Katmanlar (Levha Tektoniği)

İnsanoğlu düşünmeye başladığı andan itibaren çevresindeki yer şekillerin nedenlerini merak etmiştir. Yeryüzünün sürekli bir devinim ve evrim içinde olduklarını anlayınca da bunu sağlayan kuvvetin doğasını ve kökenini araştırmaya başlamıştır. Sayıları oldukça kabarık olan jeotektonik hipotezlerin veya teorilerin başlıcaları:

"Büzülme (Kontarksiyon) Teorisi", "Genleşme (Ekspansiyon) Teorisi", "Magmatik Yükselme –Kabarma Teorisi"; "Isı–yayım (Konveksiyon) Akımları Teorisi", "Kıtaların Kayma Teorisi" ve nihayet "Yapısal Katman(Levha Tektoniği) Teorisi" dir. Büzülme Teorisinin ana fikri, Yerküre'nin başlangıçta sıcak–ergimiş bir kütle halinde bulunduğunu

varsaymasıdır. Yeryüzü'nün zamanla soğuyarak büzüldüğü, hacminin küçüldüğü ve dış kısmında katı bir kabuğun oluştuğu daha 17. yüzyılda Descartes (1664) ve Newton (1681) tarafından benimsenmiştir. "Ekspansiyon veya Genişleme- Büyüme Teorisine" göre, Yeryuvarının hacminin büyüme nedeni, temelde ısısal genişlemedir. Diğer bir neden yer içindeki yoğunluğu fazla yüksek basınç fazındaki maddelerin yoğunluğu daha az düşük basınç evresindeki türlerine dönüşmesidir. Isıyayım akımları teorisinin dayandığı ana görüş ise; yer içinde kabuk altında cereyan eden ısı değiş tokuşudur. Teoriye göre yerin içi ile yeryüzünün sıcaklığı arasındaki ısı farkı yerin manto kesiminde yılda bir kaç santimetre hızla hareket eden bir konveksiyon akımı oluşturmaktadır.

"Peki, Isı-yayınım veya konveksiyon nedir?"

"Isıyayınım, bir gaz veya sıvının ısınarak hafifleyip yükselmesi ve başka bir yerde soğuyup ağırlaşarak aşağı inmesi veya aktarımı, kısacası ısının ortamda yayılmasıdır"

"Bu durum halen devam ediyor, depremlerin ve bazı yeryüzü hareketlerinin nedeni bu"

"Böyle bir ortamda yaşam nasıl var oluyor acaba?"

"Açıklamaları okumaya devam ediyorum"

4,5 milyar yıl önce meydana gelen dünyanın koşulları çok farklıydı. İlk oluşum sırasında dünyanın dönüş hızı bugünkünden daha fazla ve günler daha kısaydı. Bu dönemde yanardağ işlevlerinin çok daha yaygın ve etkin olması bugün dünyada bir yaşamın oluşmasını sağladı. Çünkü yanardağlar yalnızca kızgın lavlar değil, büyük ölçüde su buharı, azot, karbondioksit, hidrojen, metan, amonyak gibi

gazlar çıkarırlardı. Yerkürenin ya da yer kabuğunun altında bulunan bu atmosfer elemanları serbest oksijen içermiyordu. Dolayısıyla bu bileşimdeki bir atmosfer bugünkü canlılar için ölümcüldü; ama bu gazlar siyanobakterilerin var olması ve canlılıklarını devam ettirebilmeleri için yeterliydi. Foto sentetik siyanobakteriler, Kambriyen öncesi dönemlerden Arkeyan ve Prote-rozoik evre boyunca yeryüzünde oksijenin var olmasını sağladılar. Bu ilkel organizmalar, çevrebilimle ilgili değişikliklerde önemli role sahip olmalarının yansıra, oksijeni okyanuslardaki demir iyonlarıyla birleştirerek demir yataklarını oluşturdular.

Siyanobakteriler, iki milyar yıl önce dünyada bir yaşam biçimini başlattılar ve Yeryüzünde ilk defa deniz yüzeyinin hemen altında bulunan kaya şeklindeki yapıları oluşturdular, işte bu yapılara "stromatolit" adı verildi.

"Demek ki; "Stromatolit" denen hareketsiz yapılar yaklaşık 4 milyar yıl önce, ilk mikropların oluşmasına ortam sağladı"

"Öyle görünüyor, stromatoli in ne olduğunu araştırdık mı?"

"Evet, bakıyorum; fosilleşmiş canlı kalıntılarından oluşan kayalara 'stromatolit' adı veriliyor"

Stromatolitler, bakterilerin çıkardığı karbondioksitle çamur tortularının katman katman birikmesinden oluşuyor. Avustralya'nın Marble Bar kenti yakınlarındaki 10 km. bir alana yayılan Pilbara kayalıkları ilginç görünümüyle dikkat çekiyor. Bu teze göre, Batı Avustralya'daki söz konusu 3,4 milyar yıllık kayalar Dünyandaki, mikrobiyolojik yaşama en eski kanıtlardan birisi sayılmaktadır.

"Buna şimdilik en eski demek gerekir, belki daha eskileri de bulunabilir"

"Evet doğru"

Kambriyen Öncesi Devirler

"Bu çizelgeye bakınca; jeolojik dönemlerin kambriyen öncesi denen bir dönem ile başladığı anlaşılıyor"

"Kambriyen öncesi" Yeryüzünün oluşumundan, Kambriyene kadar geçen dört milyar yıllık zaman dilimidir. Yeryüzü tarihinin 7/8 lik bölümü, Dünyanın yüzeyinin soğuyup, katılaşması, kıtasal katmanların, atmosferin ve okyanusların oluşması, Kambriyen öncesinde olmuştur. Yaşamın jeobiyokimyasal süreçler sonucu ortaya çıkması, bakterilerin evrimi, atmosferin oksijence zenginleşmesi, ilk hayvanların ortaya çıkması hep Kambriyen öncesinde gerçekleşir. Ne var ki Kambriyen öncesine ait bilgileriniz son derece sınırlı ve tartışmalı sayılır.

Hadeyan~4500 myö -3600 Myö

Hadeyan adı verilen bu dönemde, ilkin atmosfer ve okyanuslar oluştu. Bu zamanda oldukça bol olan göktaşları, yeryüzünü sürekli bombardıman ediyordu. Hadeyanın ilk dönemlerinde Mars boyutlarındaki bir gök cisminin Dünya ile çarpışmasıyla, Dünyadan kopan parçalar Ay'ı oluşturdu. Volkanik etkinlik oldukça yüksekti, kıtalar da bu zamanda oluştu.

Yaşamın Ortaya Çıkışı, Myö 3600–2500

İlkin okyanuslarda başlayan mikrobiyal yaşam jeobiyokimyasal süreçler sonunda bu dönemde ortaya çıkıp, evrildi. Canlıların bugün kullandığı biyokimyasal süreçlerin temeli atıldı ve bu süreçlerin büyük çoğunluğu bu dönemde kuruldu. Arkeaların baskın olduğu yaşam biçimi okyanuslarda yaygındı. Foto sentetik bakteriler olan Siyanobakteriler ortaya çıkıp, o zamana kadar oksijensiz olan okyanuslara oksijen salmaya başladı. Bu yeryüzünde ilk kez bol miktarda bulunan serbest oksijenin okyanuslarda çözünmüş halde bulunan demirle tepkimeye girerek birlikte çökmelerine neden oldu.

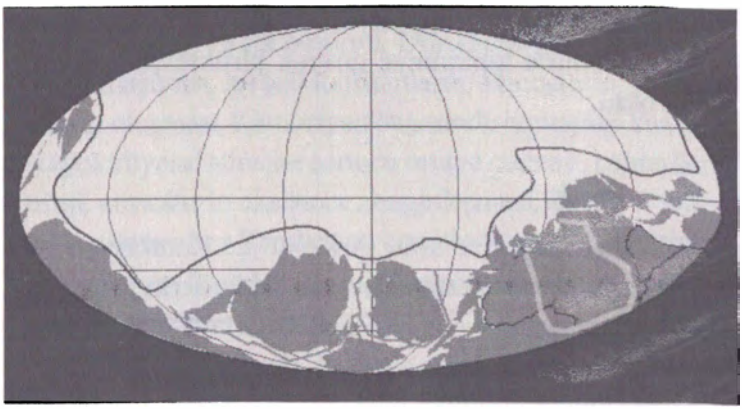
Proterozoik

2500 myö–545 myö arası Arkeyan ile Kambriyen arasında oksijenli atmosferin oluşumu, bakterilerin yaygınlaşması, ökaryotların ve çok hücrelilerin ortaya çıkması. Kıta hareketleri normal seyrine girerken, dev kıta Rodinia oluştu. Arkeyan dönemde ortaya çıkan stromatolitler yaygınlaştı. Arkeyandan beri okyanuslara salınan oksijen, artık serbest halde okyanuslarda ve atmosferde bol miktarda bulunmaya başladı. Bu Proterozoik okyanuslarının çekirdeksiz –prokaryotik– canlıları için bir felaket oldu. Bildiğimiz bu ilk, belki de tüm zamanların en büyük çevresel felaketi Arkeyan canlılarının büyük bir kısmını yok etti. Arkealar azalıp, oksijensiz ortamlara çekilmek zorunda kalırken; bakteriler üstünlüğü ele geçirdi.

Oksijenin artması ve canlılarca kullanılmaya başlamasıyla, ilk çekirdekli –ökaryotik– canlılar ortaya çıktı. Prote-

rozoiğin sonlarına doğru ilk çok hücreli -algler ve ilkin hayvanlar-canlılar ortaya çıktı. Proterozoik boyunca birkaç kez yeryüzünün gördüğü en büyük buzul çağları yaşandı. "Kartopu Dünya" olarak adlandırılan bu buzul çağlarında yeryüzünün tamamı birkaç kilometre kalınlığında bir buz tabakasıyla kaplandı. Bu buzul çağlarının sonuncusundan hemen sonra ilkin hayvanlar ortaya çıktı.

Kambriyen Dönem



Kambriyen Öncesi Dünya

Kambriyen Dönem, Paleozoik zamanın ilk alt bölümü olarak Kambriyen kayaç sistemlerinin oluştuğu jeolojik zaman dilimidir. Günümüzden 545 milyon yıl önce başlayıp, yine günümüzden 495 milyon yıl önce sona erdiği kabul edilir. Kambriyen Dönem, gezegenin tüm tarihi boyunca, yaşamın çeşitliliği ve yaygınlığı yönünden en parlak zaman aralığıdır.

Deyim yerindeyse "yaşamın altın çağı"dır. Kambriyen Dönemin başlarında kıtaların güney yarıkürede toplanmış

olması nedeniyle kuzey yarıküre, uçsuz bucaksız bir okyanus halindeydi. Ekvator kuşağından yayılan sıcak akıntılar bu devasa okyanusu ılıman hale getiriyor ve kıtaların kıyı kesimlerinde de nemli ve ılıman bir iklime neden oluyordu. Kambriyen Dönem boyunca kıtaları kuzeye doğru ilerleyişiyle -bugünün kıtalarının genel görünümü, Kambriyen Dönemin sonlarına doğru şekillenmiştir- bu kıtaların kuzey kıyıları, sığ ve ılıman denizler haline geliyordu. Tüm bu koşullar, özellikle deniz "Kambriyen Patlaması" olarak tanımlanan bu altın çağın yaşanmasında belirgin rol oynamıştır.

545–495 myö Arası, Kambriyen Patlaması

Hayvanların hızlı evrimi ve çeşitlenmesi, kabuklu canlılara ait ilk fosiller, bilinen hayvan şubelerinin çoğu bu dönemde çeşitlenmiştir.

Kambriyen, yeryüzü yaşamı için bir dönüm noktasıydı. Yaşamın ortaya çıkışından Kambriyene kadar geçen yaklaşık üç milyar yıllık süreç içinde yaşam hücresel düzeyde pek çok gelişme kaydetti; fakat bu gelişim bakterilerden, bir ve çok hücreli alglerden öteye geçemedi.

Kambriyen Dünyası

Kambriyen kıtaları dev kara parçası, Rodinia'nın parçalanmasıyla oluştu. Kambriyen kıtalarının en büyüğü olan Gondvana günümüz güney kıtalarından oluşuyordu. İkinci büyük kıta olan Laurentiy'nın büyük bir bölümü günümüz Kuzey Amerika'sından oluşuyordu. Baltık'a ve Sibirya kıtaları ise güney yarıkürede Laurentia ile Gondvana arasında yer alıyordu. Bugünkü Avrupa ve Asya'nın diğer bölümle-

riyse küçük parçalar halinde Gondvan'nın kuzey kıyılarına dağılmıştı.

"Rodinia, Laurentia, Gondvana Kıtaları jeolojik dönem kara parçaları olmalı"

"Evet, öyle "Proterozoik Devir, Kambriyen öncesi dönemde oluşan kayaç katmanlarının daha üstte yer alan bölümüdür" diye yazıyor. Kambriyen Öncesi Dönemin son alt bölümüdür. Kıtaların Güney Yarıkürede bir araya gelmesiyle, dev kıta Rodinia oluşmuştur. Arkeyan boyunca beri okyanuslara salınan oksijen, artık serbest halde okyanuslarda ve atmosferde etkin bir büyüklüğe ulaşmıştır. Bu Arkeyan okyanuslarının çekirdeksiz -prokaryotik- canlıları için bir felaket oldu. Bildiğimiz bu ilk, belki de tüm zamanların en büyük çevresel felaketi Arkeyan canlılarının büyük bir kısmını yok etti. Arkealar azalıp, oksijensiz ortamlara çekilmek zorunda kalırken, bakteriler üstünlüğü ele geçirdi. Oksijenin artması ve canlılarca kullanılmaya başlamasıyla, ilk çekirdekli -ökaryotik- canlılar ortaya çıktı. Proterozoiğin sonlarına doğru ilk çok hücreli canlılar -ağırlıklı olarak algler- ortaya çıktı.

Proterozoik boyunca birkaç kez yeryüzünün gördüğü en büyük buzul çağları yaşandı. "Kartopu dünya" olarak adlandırılan bu buzul çağlarında yeryüzünün tamamı birkaç kilometre kalınlığında bir buz tabakasıyla kaplandı. Sonuncu buz çağının son bulmasının ardından ilk yumuşak dokulu çok hücreli canlılar ortaya çıkmaya başlamıştır. Bunlar, bugünkü denizanaları ve süngerleri andıran canlılardı. "Edikara Faunası" olarak bilinen bu ilk hayvansal yapıların yer aldığı fosil yatakları oldukça geniş bir alana yayılmışlardı.

Kuzeydeki Engin Deniz, Güneydeki Büyük Kıta, Kambriyende büyük çoğunluğu güney yarıkürede toplanmış olan kıtalar Ordovisyen boyunca daha da güneye kayar. Kuzey yarıkürenin tamamına yakın bölümü uçsuz bucaksız bir okyanusla kaplıyken, Gondvana ve ona oldukça yakın konumda olan diğer kıtaların oluşturduğu karalar topluluğu Güney Yarıkürede bulunuyordu. Ordovisyen boyunca Gondvana bir bütün halinde Güney kutbuna doğru kayarken, ekvatoral konumda ki Laurentiya ve Baltıka birbirine yaklaşmaya başlar. Bu iki kıta arasında bulunan Iapetus okyanusu, bu olay sonucu gittikçe küçülür. Orta ve Batı Avrupa ise Avrasya'nın geri kalanından ayrı olarak güney tropiklerinde bulunuyordu

"Yaşam, halen denizlerde yayılıyor, karalara çıkış için daha uzun bir dönemin geçmesi gerekecek galiba"

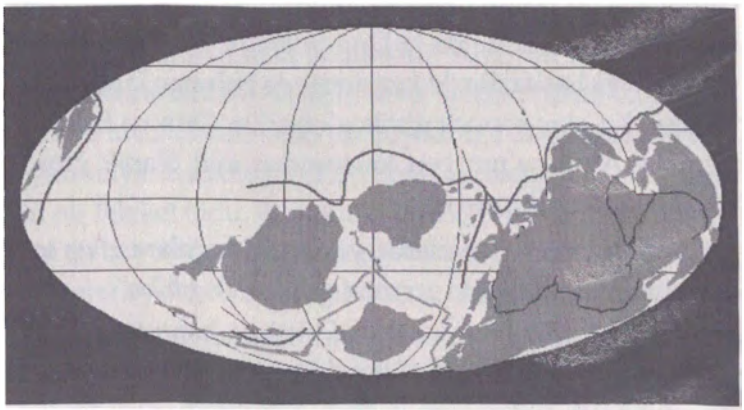
"Evet, o kadar aceleci olmayalım. Kambriyen döneminde yaşam nasılmış ona bir bakalım istersen"

"Hay, hay bu eski dönemlerdeki yaşam ve canlılar çok değişik ve ilginç oluyor"

Kambriyen Yaşamı

Günümüz hayvan şubelerinin hemen hepsi Kambriyende çeşitlenip, fosil kayıtlarına girmiş olsa da Kambriyen dünyası bize oldukça yabancı bir yerdi. Çünkü günümüz şubelerinin Kambriyen temsilcileri bugün artık nesli tükenmiş ya da oldukça az sayıda üye ile temsil edilen sınıflara dâhildi. Ayrıca Kambriyenin en önemli sakinleri günümüz şubelerinin üyeleri değil; bu dönemde ortaya çıkıp yine bu dönemin sonunda nesli tükenmiş hayvanlardı. Bu canlılar

bugün ancak bilim-kurgu filmlerinde görmeye alışık olduğumuz biçimlere, bize oldukça garip gelebilecek vücut yapılarına sahipti. Kambriyen, hayvanlar için bir deney süreciydi: Kambriyen Patlaması olarak adlandırılan bu süreç içinde pek çok farklı vücut planı ve yapı hayvanlarca denendi, günümüz hayvanlarının kullandıkları da dâhil tüm vücut planları bu dönemde ortaya çıktı.



Kambriyen Dönemi Dünya

Kambriyen Faunaları

İlkin hayvanlardan günümüz şubelerine kadar ulaşan gelişim süreci, Vendiyan ile Erken Kambriyen arasındaki dört farklı faunalı topluluğa ait fosillerden izlenebilir.

"Peki, hayvan varlığı nedir?"

"Belli bir bölgede yaşayan hayvanların tümü, buna Öztürkçe "direy" diyebiliriz. Bir ülke veya bir jeoloji dönemine ait hayvanların tanımını yapan veya bu hayvanlar hakkında yazılmış eser" demektir.

"Peki, bitki topluluklarına ne ad veriliyor?"

"Onu da sen bil bakalım, sana ipucu vereyim, İstanbul'da Yeşilköy Havaalanına yakın bir semtin adı, ayni zamanda Çiçek anlamına da geliyor"

"Yeşil ve çiçek! Bu semt Florya olmalı"

"Bir bölgede yetişen bitkilerin tümüne ve oraya ait bitki örtüsüne; "bitey", yani flora diyoruz"

"Çok güzel, bir de fosil ne demek ona bakalım"

"Fosil, Yerin altında kalıp taşlaşmış hayvan ve bitki kalıntısı, "taşıl"

"Direy, bitey, taşıl ne güzel Türkçe isimler. Ancak fosil, yani taşılın bir başka anlamı daha var"

"Galiba onu tahmin ediyorum"

"Düşünce, yaşayış biçimi vb. bakımlardan çağın gerisinde kalmış kimse"

"Yani taşıllaşmış kimse"

Edikara Faunası: İlkin hayvanlar

Dünyanın farklı bölgelerindeki pek çok alanda 610–510 milyon yıl öncesine ait kayaçlarda bulunan fosiller arasında tüysü eğreltiotu yaprağına, torbaya veya diske benzeyen organizma kalıntıları bulundu. Edikara faunası hayvanlarının hangi gruba ait oldukları tartışmalı olsa da bilinen ilk metazoa benzeri fosilleridir.



Edikara faunası ve Edikara faunasından bir fosil

İz fosiller

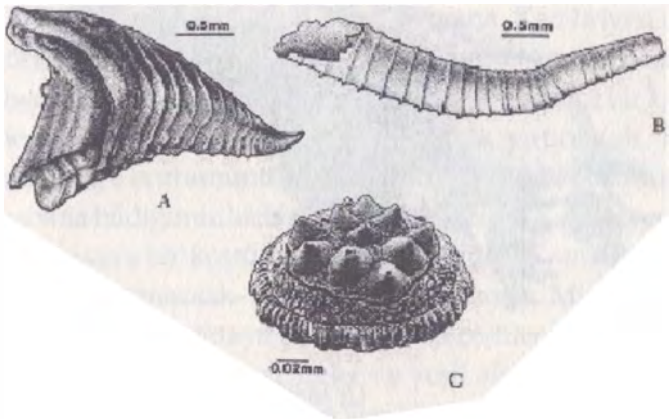
Çok hücreli hayvanlara ait ilk kesin kanıtlar, Neoproterozoiğin son zamanlarında Edikara faunasıyla birlikte görülmeye başlanan iz fosilleridir. Bunlar, solucan benzeri canlıların deniz tabanında dolaşırken bıraktıkları izler ve açtıkları yuva delikleriydi. Bıraktığı izlerin karmaşıklığından bu canlıların davranışlarındaki ve vücut yapılarındaki gelişmeler rahatlıkla izlenebilir. İlk karmaşık biçimli denebilecek izleri bırakan ve dünya çapında yaygın fosilleri bulunan canlı "Trichophycus pedum" dur. Bu canlı ilk karmaşık yapılı ve gelişmiş hayvan olarak kabul edilir. Trichophycus pedumun bulunduğu en yaşlı katman Kambriyenin başlangıcı sayılır.

Erken Kambriyenin başlangıcında kabuk fosillerine rastlanmaz.



Bir Trichopychus iz fosili

İlk karmaşık iz fosillerinden oldukça sonra kabuklu canlılara ait fosiller kayıtlara girer. İlk kabuklu fosiller oldukça küçük tüpler, dikenler, koni ve plakalardan oluşuyordu. Bu kabukları taşıyan canlıların günümüz gruplarıyla ilişkileri kesinlik kazanmadı. İlk kabuklu fosillerin en ilkel biçimleri Tommotian faunası olarak adlandırılır.



Tommotian Faunasından örnekler

İlk Makrofaualar

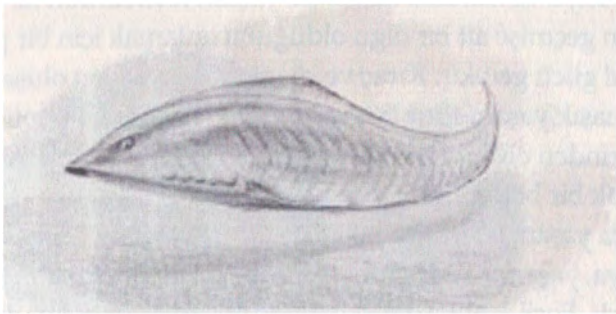
Erken Kambriyenin sonlarına yaklaşırken karmaşık yapılı hayvanlar ortaya çıkar. Kambriyene özgü kalkerli süngerler olan Archaeocyathaların ortaya çıkması ve resifler oluşturmasıyla ilk Kambriyen makro faunaları kurulur. Yosun hayvancıkları dışında, fosil kayıtları yeterli olan tüm şubeler Kambriyen de vardır.

Eklembacaklılar Kambriyenin en çeşitli şubesiydi. Erken Kambriyenin ortalarında ortaya çıkan ilkel eklembacaklılardan olan üç loblular pek çok nişe uyum sağlayıp, dünya çapında yaygınlaşıp, Kambriyenin ve Paleozoiğin en önemli gruplarından oldu. Orta Kambriyen ve Ordovisyende evrimsel gelişimlerini tamamlayan üç lobluların önemi Ordovisyenden sonra azalmaya başlar, Paleozoiğin sona ermesiyle soyları tükenir. Dallı bacaklılar, derisidikenliler, yumuşakçalar, halkalı solucanlar ve ilkel graptolitler Kambriyenin bazı omurgasız gruplarıydı.



Üç loblu

İlk Omurgalılar



İlk omurgalılardan Myllokunmingia

Omurgalıların dâhil olduğu şube olan Sırt ipliler pek çok omurgasız şubesi gibi Kambriyende ortaya çıktı. Omurgalıların ortaya çıkışı da Kambriyende gerçekleşti. Yunnanozoon ve Pikaia bilinen ilk sırt ipliler ve Erken Kambriyene ait bilinen ilk çenesiz balık fosilleridir.

Olağandışı Canlılar

Günümüzde var olan şubeler bir yana, Kambriyen denizleri olağandışı canlılarla dolup taşıyordu. Anomalocaris, Wiwaxia, Halkeria, Opabinia bu canlılardan sadece bir kaçı. Anomalocaris Kambriyeninin en büyük yırtıcısıydı. Beş gözü, itfaiye hortumunu andıran burnu ve loblu vücuduyla Opabinia bildiğimiz hiçbir canlıya benzemez. Kambriyende deniz yaşamı bir kostümlü baloyu andırırken –mikroorganizmaları saymazsak– karalar tamamen boştu. Mineralleşebilen formlarının ortaya çıkması ya da çeşitlenmesiyle fosil kayıtlarına giren kırmızı algler ve yeşil algler, Kambriyen "kendi beslek" canlılarının en ileri biçimiydi. Ancak bitkiler henüz ortaya çıkmamıştı.

Kambriyen Patlama Sonuçları

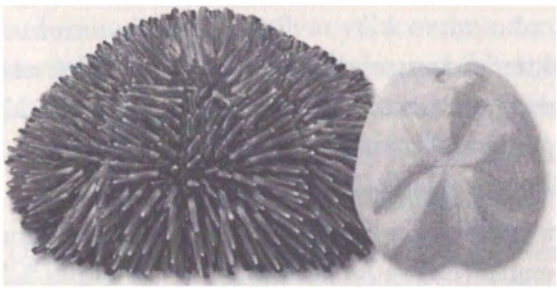
Dünya üzerindeki karmaşık yaşam formlarının ne denli yakın geçmişe ait bir olgu olduğunu anlamak için bir parça hayal gücü gerekir. Kıraç ve rüzgârlı kayalardan oluşan, en karmaşık yaşam formlarının alg toplulukları ve köpük göletlerinden olduğu bir dünya hayal edin. Yeryüzü tarihinin büyük bir bölümünde durum böyleydi. Milyarlarca yıl boyunca yaşam belirtileri çok azdı. Derken aniden bu durağan dünya, yaşamın tarihindeki en coşkun patlamalardan birini yaşadı. Fosil kayıtları farklı yaşam biçimlerinin son derece sıra dışı artışını ortaya koyuyor. Kaya tabletlerinde kabuklu ve iskeletli hayvanların ortaya çıkışı görünmektedir. Okyanuslarda yeni yaşam şekillerinin adeta bir patlama gibi ortaya çıkışı, Proterozoik dönemin temel yaşam formu olan eski stromatolitlerin kitlesel tükenişiyle paralel gelişmişti. Çok hücreli yaratıkların ortaya çıkışı sonrası yeryüzünün çehresini sonsuza dek değiştirdi.

Ordovisyen Dönemi

495–440 myö arası, deniz omurgasızlarının çeşitlenmesi, Paleozoik faunasının kurulması, bitkilerin ve eklembacaklıların karaya çıkışı.

Ordovisyen, Paleozoik dönemin geri kalanında okyanusları dolduracak olan faunanın kurulduğu dönemdir. Kambriyen döneminde ortaya çıkan hayvanların pek çoğu aynı dönem içinde gerçekleşen yok oluşlar sonucunda tamamen ortadan kalktı. Bu yok oluşlardan yara almadan ya da hafif bir zararla kurtulabilenler ise gidenlerden kalan yerleri işgal ederek oldukça çeşitlendi. Deniz omurgasızlarında görülen

bu büyük çeşitlenme "Ordovisyen uyumsal açılımı" olarak bilinir.



Ordovisyen dönemine (495--440 milyon yıl öncesine) ait katmanlarda dahi rastlanan denizkestanesi fosili (sağda) ve günümüze ait bir örneği.

Kabuklu deniz canlılarına ait fosillerden izleyebildiğimiz kadarıyla, Kambriyen sonunda bu canlılara ait aile sayısı 150 iken uyumsal açılımın ardından, "Erken Ordovisyen"de bu sayı 400 e çıktı. Ordovisyen uyumsal açılımı Paleozoiğin geri kalanına da damgasını vuran, bildiğimiz en büyük uyumsal açılım olayıdır. Bu olay sonucu kurulan hayvan varlığı Paleozoiğin sonuna kadar varlığını sürdürecek oldukça karmaşık bir ekosistem oluşturdu. Ordovisyenin en önemli olayı, çok hücreli yaşamın karaya ayak basmasıydı. Bu olay bizim açımızdan oldukça önemli olsa da dönemin yaşamı üzerinde büyük izler bırakmadı. Ordovisyenin ilgi çekici olaylarından biri de süzerek beslenen canlılarda görülen dikkat çekici artıştı.

Ordovisyen uyumsal açılımıyla, Kambriyende önemsiz olan bazı kümelerin önemli hale geldikleri ve daha önce gö-

rülmeyenlerin, birden bire ortaya çıktıkları görülür. Bunlardan başlıcaları: Midyeler, yosun hayvancıkları, mercanlarla, derisi dikenlilerden denizlaleleri, denizkestaneleri ve denizyıldızlarıdır.

Siyanobakteriler zamanla fotosentezi geliştirdiler ve dışarı verdikleri oksijenle atmosferi değiştirmeye başladılar. Dünya gezegeninde ilk canlılar için zehir olan oksijenle doğanın kirletilmesi yaklaşık 2 milyar yıl sürdü.

Hesaplara göre, oksijenli yasamın başlaması için atmosferdeki oksijenin en az % 10 civarlarında olması (şimdi % 21) gerekiyordu. Oksijenin atmosferi doldurmasının gecikmesinin ilk nedenlerinden birisi, üretilen oksijenin denizlerde çok fazla olan demir iyonları ile tepkimeye girip, onları yakması (yani paslanmaya yol açıp, demir oksit oluşturması) bu pasın da okyanus dibine çökmesidir. Okyanus dibinde bulunan 2-3 milyar yaşındaki demir-oksit kayalar bunu kanıtlamıştır. Bu kayalarla ayni yerde bulunan 2 milyar yaşındaki, Grypania isimli aerobik canlıların fosilleri de geçiş dönemi hakkında önemli bilgiler vermektedir.

Okyanuslardaki tüm demir kullanılıp, dibe çöktükten sonra, oksijen atmosfere yükselmeye başlamıştır. Bu sırada da ozon atmosferde kalkan tabakası oluşturarak, okyanus yüzeyinde gezinmekte olan primordial RNA'nın ve amino asitlerin, morötesi ışınlar tarafından parçalanmasını, bilinçsiz olarak engellemiştir. Anaerobik bakterilerin bir birim şekeri fermantasyona uğratmaları sonucunda, 2 birim enerji ortaya çıkar. Aerob bakteriler bir birim şekeri yakmaları sonucunda 36 birim enerji üretip gövdelerinde saklayabilirler. Böylece hücreler ata-hücreleri için bir zehir olan oksijeni kullanmakla vücutlarında enerji biriktirme konusunda bir dev-

rim yaratmışlardır. Biz aslında kendi vücudumuzda bile Prekambriyen döneme ait bakterileri, sonra gelişen ökaryotları, paramesiumları taşımaktayız. Yani her soluk alışımızda, vücudumuzdaki 3,5–4 milyar yıllık evriminden gelen farklı bakterilerini beslemekte olduğumuzu bilmek, doğaya sonsuz bir hayranlık duymak için yeterli bir olgudur.

Fanerozoik Devir 545 myö–Günümüz

Dünya ve yaşam tarihinin üç devrinden sonuncusu ve en kısa olanıdır. Yeryüzü yaşamının son 545 milyon yıllık dilimini içine alan Fanerozoik, kelime anlamıyla "görünür ya da bilinen yaşam" demektir. Yaklaşık elli yıl öncesine kadar bu zamandan öncesine ait kayaçlarda canlı fosiline rastlanmamıştı. Fanerozoiğin ilk dönemi olan Kambriyenin başında hayvanlar birden bire çok çeşitli ve yaygın fosiller bıraktı.

Fanerozoikte yaşam önce suda çeşitlenip yaygınlaşmış daha sonra karaya çıkıp kıtaları da işgal etmiştir. Artık yeryüzü yaşamının tarihinin çok daha eskilere, 3,5 milyar yıl kadar öncesine dayandığını, ilk hayvanların da Kambriyen öncesinde Vendiyanda ortaya çıktığını biliyoruz. Fanerozoik adı, artık bire bir anlamını korumasa da bu devir 3 milyar yıllık sönük Kambriyen öncesi bir hücreli yaşamının karmaşık biçimlere evrimleşip çeşitlendiği, canlıların yeryüzüne belirgin biçimde damgalarını vurdukları görkemli bir zaman dilimini betimler. Fanerozoik, hayvanlardan, dinozorlar çağına ve günümüzün memeli baskın yaşamına; ilkin bitkilerden, Karbonifer bataklık ormanlarına ve günümüz çiçekli bitkilerine, basit sucul bir ekosistemden günümüzün karmaşık ve yer kürenin üzerini kaplayan çok katmanlı eko-

sistemine uzanan evrimsel bir patika ve yeryüzü yaşamının en etkileyici dönemidir.

Paleozoik Zaman

(545 myö–251,4 myö) 294milyon yıl sürdü

Yaklaşık üç yüz milyon yıl süren Paleozoik, Fanerozoiğin ilk ve en uzun zamanıdır. Bu zaman çok hücreli canlıların ortaya çıktığı, gelişip yaygınlaştığı ve ekosistemin baskın yaşam biçimi haline geldiği zaman dilimidir. Paleozoik boyunca iklim genel olarak nemli ve ılımandı. Zaman zaman güney kıtası Gondvan'nın kutup bölgesinden geçmesiyle ya da başka biçimlerde buzul çağları yaşanmıştır. Kambriyenden hemen önce süper kıta Rodinia'nın parçalanmasıyla daha küçük kıtalar doğar. Bu kıtalardan en büyüğü olan Gondvana, Paleozoik kıtalarının ana kitlesini oluşturur. Paleozoiğin sonuna doğru kıtalar yeniden bir araya gelerek yeni bir süper kıta olan Pangea'yı oluşturur.

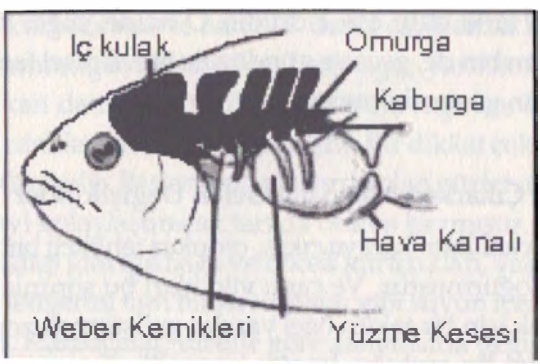
Paleozoiğin hemen başında Kambriyen Patlaması olarak bilinen olayla birlikte hayvanlar fosil kayıtlarına girer. Nerdeyse bilinen tüm hayvan şubeleri Paleozoiğin başında çeşitli türlerce temsil ediliyor, çok çeşitli omurgasız grupları denizleri dolduruyordu. Bunların arasında bazı bilim adamlarınca deneysel olarak kabul edilen ve kısa sürede ortadan kalkan yaşam biçimleri de vardı. Erken Paleozoikte henüz çok kırılgan olan ekosistemde yaşanan yok oluşlarla dönemin geri kalanına damgasını vuracak canlılar belirlenir.

Sudan Karaya Geçiş

Zamanımızdan 500 milyon yıl öncesine dayanan canlılığın sudan karaya çıkışının çok uzun bir zaman alması, evrim

konusunun açıklanması en zor yönlerinden birini oluşturmaktadır. Özünde, bir yaşam ortamından diğerine geçişin getirdiği yararların yanı sıra, sayılamayacak kadar çok büyük tehlikeleri de vardır. Suda yaşamaya uyum sağlayan canlılar için; serbest hava zehir etkisi yaptığı gibi; karada yaşmaya uyum sağlamış canlılara da su ortamı büyük tehlike yaratır. Bu tehlikeleri başlıca 3 başlıkta toplayabiliriz.

1. Ağırlığın Taşınması Tehlikesi: Sudan karaya geçişte karşılaşılan ilk sorun, vücut ağırlığının nasıl taşınacağıdır. Balıkların hücrelerindeki sitoplâzmanın özgül ağırlığı, suyun özgül ağırlığı ile hemen hemen aynıdır. Bu; balıkların suda, kendi ağırlıklarını algılayamamalarını sağlar. Sitoplâzma için; hücrenin organellerinin dışında kalan boşluğu dolduran sıvı kısımdır diyebiliriz. İşte biz insanların da hücre sitoplâzmalarının özgül ağırlıklarının tıpkı balıklar gibi, suya aşağı yukarı eşit olması; bazı bilim adamlarınca, sudan geldiğimizin açık kanıtı kabul edilir. Bu sayede, kocaman bir balina dahi, suda ağırlıksızdır.



Bazı balıklarda ise hava baloncukları ve diğer bazı özel yapılar sayesinde, vücut ağırlığı yaşadığı ortama denkleşti-

rilmeye çalışılır. Oysaki karada yaşayan canlıların büyük bir kısmı, vücut enerjilerinin %40 gibi büyük bir bölümünü, vücut ağırlıklarını taşımak için kullanırlar.

2. Suyun Kullanımı: Canlı vücutlarının birçok işlevini yerine getirebilmesi için suya ihtiyaçları vardır. Buradaki tehlike, suyun kara ortamında çok az bulunması ile başlar. Suyun ve hatta nemin korunması ve iyi kullanılması koşul olduğundan, yardımcı bir takım yapıların gelişmesi zorunluluğu doğmuştur. Özellikle boşaltım işlevi için su gereklidir. Oysa suda yaşayan canlılar, zaten suyun içinde oldukları için suyun tutumlu kullanmalarını sağlayan yapılara gereksinim duymamış, geliştirmemişlerdir. Ama örneğin çöl hayvanlarında suyun yeterince kullanımı için birçok yardımcı düzenek gelişmiştir. Bu nedenle; karaya çıkan canlılarda öncelikle susama duygusunun geliştirilmesi gerekir çünkü deniz canlılarında bu duygu yoktur.

3. Sıcaklığın Korunması: Bilindiği gibi okyanuslarda veya denizlerdeki sıcaklık farklılıkları, karada olduğu gibi ani değişiklikler göstermez. Kara ortamında gece ile gündüz arasındaki ısı farkı dahi çok ciddidir. O halde, diğer büyük sorunlardan biri de, gece ve gündüz ile mevsimsel farklılıklarına uyum gösterebilmektir.

Karaya Çıkarken Meydana Gelen Değişiklikler

Sudaki canlıların karaya çıkışı, oldukça tehlikeli bir takım sorunlar doğurmuştur. Ve canlı vücutları bu sorunları elemine etmek için bir takım özel yapılar geliştirmek zorunda kalmışlardır. Bu zorluğu, bugün insanoğlunun uzaya çıkışında karşılaştığı tehlikeli sorunlara benzetebiliriz. Bu sorunların çözümü o zamanlar, canlıların yapısında kalıtsal

değişiklikler olmasını gerektirirken bugün; usumuzun bir ürünü olan teknolojinin değiştirilmesi gerekiyor...

Deri Oluşumu: Karaya çıkarken yaşanan ilk önemli değişim, deri yapısında olmuştur. Derinin, su yitirilmesini ve buharlaşmayı önleyecek bir yapıya ulaşması gerekiyordu. Bunun yanında, aynı zamanda kazanması gereken bir diğer özellik, vücut sıcaklığının onu dış etkenlerden koruyacak nicelikte olması idi. Vücudun dış yüzeyinde post ve tüyler bu nedenle oluşmuş bir değişimdir. Ananın dölyatağındaki bebeğin 4. ayında bedeninde oluşan kıllılığın, doğuma yakın bir zamanda ortadan kalkması, bu evrimsel sürecin yaşandığının bir kanıtı kabul edilir. Örneğin farklı hayvanların embriyoları incelendiğinde, birbirlerine ne kadar benzedikleri açık ve şaşırtıcı bir şekilde görülebilir. İnsan yavrusunda doğumdan önce ilk haftalarda oluşan kuyruk, daha sonra kuyruk sokumuna dek körelir. Bazı ender durumlarda kuyruklu insan yavrusu doğumları görülmüştür.

En önemli gelişim, solungaç oluşumlarıdır. İnsan embriyosunun ilk evrelerinde oluşan solungaç kalıntıları, atalarımızın kurbağalara ve hatta ilk deniz canlılarına kadar bağlanmasını sağlar. Embriyosal solungaç yarıkları her defasında kan damarları ile donatılmasına rağmen, karada yaşayan canlılarda işlevini yitirmiştir. Bir dikkat çekici gelişim de gözlerdedir. Başlangıçta yanlarda olan gözler, üç boyutlu görmeyi kolaylaştıracak tarzda ortaya kaymıştır. Çoğumuzun bildiği gibi kurbağa ve böcek kurtçukları, yaşamlarının ilk dönemlerini tam bir su hayvanı gibi suyun içerisinde geçirirler. Kurbağalar, türüne göre zamanlarla değişerek kara hayvanı olurlar.

Boşaltım Sistemindeki Değişikler: İkinci önemli gelişim,

karada az bulunan suyun tutumlu kullanılmasıdır. Bunda deri kadar boşaltım sistemi de önem kazanır. Suda yaşayan canlılar bilindiği gibi, madde yıkımı sonucunda ortaya çıkan atık maddelerini yani dışkılarını, su bol olduğu için hemen süzerek atarlar. Bu arada bol miktarda su da dışarıya atılır. Fakat karada bu olanaksızdır, çünki karada bu derece bol su bulmak olanaksızdır. Su hayvanlarında sindirimden sonra geriye kalan tipik atık madde amonyaktır. Amonyak canlılar için zehir demek olduğundan oluşur oluşmaz atılır. Oysa kara hayvanlarında oluşur oluşmaz atılamayacağından, amonyağı üreye çeviren doğal yapılar gelişmiştir. Üre zararsız bir maddedir, bu nedenle zaman zaman çok az miktarda sıvı içeren bileşikler halinde dışarıya atılır. Bu su arıtımı sıcakkanlı hayvanların böbreklerinde çok enerji gerektirir. Bu nedenle böbrek, beyinden sonra en çok oksijen kullanan organımızdır.



Solunum Sistemimdeki Değişiklikler: Bir diğer önemli gelişim de solunum sisteminde olmuştur. Bilindiği üzere, sudaki oksijen erimiş haldedir ve suda yaşayan canlıların, bu erimiş oksijene uyumlu olan bir solunum düzeneği vardır.. Karaya geçerken, bu olay sorun yaratacak ve canlının havada gaz halinde bulunan oksijene uyumlu bir solunum sistemi geliştirmesi gerekecektir. Solunum sistemlerinin doğru çalışabilmesi için, doğrudan doğruya ortamla temasta olması ve nemli tutulması gerekli olduğundan; suda yaşayan canlılarda, vücut dışında, solungaçlar veya püsküller halindedir. Karada nemin korunması sorunu yaşandığından, solunum organları vücut içine çekilmeye başlamıştır. Bataklıklarda veya çamurlu ortamlarda yani nemli yerlerde yaşayan canlılardaki solunum düzenleri, bu iki ortam arasındaki geçişin bir ara basamağı olarak düşünülebilir.

Sudan karaya geçişte, bu ortamın en tipik hayvanı, bugün dahi yaşamını sürdüren, Periophthalmus denen bir balıktır. Başının şekli, yüzgeçlerinin yapısı, deri solunumu ve döllenmenin içte oluşuyla kara yaşamına uyum sağlamayı başarmıştır. En yakın akrabaları denizlerde yaşar ve gelişmesinin ilk evrelerini denizde geçirdikten sonra tiroit bezinin etkisiyle kara hayatına uyacak şekilde değişikliğe uğrayarak, sonunda karaya geçer. Kurak mevsimlerde çamurların içine gömülerek bir çeşit akciğer solunumu yaparak hayatta kalmayı başarırlar.

Avustralyalı bilim insanları, kara omurgalılarının özelliklerini taşıyan bir balık fosili buldular. 380 milyon yıllık bir geçmişi olan Gogonasus'un, balıkların karaya çıkma sürecindeki en önemli Kayıp halka olduğu açıklandı. Yeni fosil ayrıca kara hayvanlarının sanılandan daha önce evirildiğini

de kanıtlaması açısından önem taşımaktadır. İlk kara hayvanları suda gelişmiştir. Sudan karaya geçiş süreci kuşkusuz evrimsel gelişmelerin en önemli örneklerinden biridir. Bu geçiş sürecini, evrimin yarattığı olağanüstü geçiş biçimlerinde görürüz. Dünyayı değiştiren bu evrim sürecinde çok zorlu değişimler yaşanmıştır. Örneğin, gövdenin taşınması, hareket biçimi, kafanın daha iyi hareket ettirilebilmesi için boynun gelişimi, beslenme, soluk alma, üreme vb bu tür değişimler adım adım gerçekleşmiştir. Son yirmi yıl içinde gün ışığına çıkarılan buluntular sayesinde dört ayaklı omurgalı biçiminin (tetrapodlar) suda oluştuğu görüşü yaygınlık kazanmıştır. Sudan karaya geçişin teorik olarak sığ sularda yani hem yüzmenin hem de yürümenin mümkün olduğu çevrede üç adımda geliştiği tahmin ediliyordu. İlk önce parmaklar (ve tipik tetrapod uzuvları) oluşuyor, daha sonra yürüme yetisi gelişiyor ve hayvanlar son olarak karaya çıkıyordu.

385 milyon yıl önce

Suda ve karada yaşayan hayvanların özelliklerini taşıyan canlılara ait fosilleri inceleyen uzmanlar, balıkların ilk kez yaklaşık olarak 385 milyon yıl önce sığ sularda yürümeye başladıklarını ve aşağı yukarı 365 milyon yıl önce de yüzgeçlerinin parmak olarak evirilmeye başladığını öğrendiler. Örneğin 370–360 milyon yıl önce üst Devoniyen'de yaşadığı bilinen Panderichthys, sudan karaya geçişi simgeleyen iyi örneklerden biridir. Ön yüzgeçleri önemli ölçüde bacağa doğru evirilmeye başlamış olan hayvanın karın yüzgeçlerinden hiçbir değişim saptanmamıştı. Uzmanlar ön uzuv kemiklerindeki değişimleri ve kemiklerin gövdeye bağlanış

biçimini inceleyerek, kas yapısının bedeni kısmen de olsa taşıyacak kadar geliştiğini saptadılar.

Panderichthys'in ön organlarını kullanarak yılan gibi süründüğü açıklanmıştı. Fakat fosildeki asıl dikkat çekici özellik, solungaç bölgesinde yer alan geniş soluk delikleriydi. Bu deliklerin zamanla işitme organının bir parçası (orta kulak) olarak gelişmiş olabilirdi.

Ayrıca hayvanın kafa kemikleri de hem balık hem de kara omurgalıların özelliklerini taşıyor olması, Panderichthysların, evrim geçiş tablosundaki önemli bir boşluğu doldurması, genelde "kayıp halka" olarak tanımlanan bu tür fosillere bir yenisi daha eklemişti.

"Bu da bazı yılan türlerinde görülen bacak kalıntılarının nedenini açıklıyor galiba"

"Evet, bunun gibi örneklere sık rastlayacağız, sanırım"

Tiktaalik roseae

Kanada'ya bağlı Ellesmere Adalarında bulunan Tiktaalik roseae, günümüzden 383 ila 375 milyon yıl önce ırmakların sığ sularında yaşıyordu. Fosilin iskelet yapısından, hayvanın zaman zaman kısa süreler için de olsa karaya çıktığı anlaşılıyordu. Daeschler'in görüşüne göre Tiktaalik, daha çok balık özellikleri taşıyan Panderichthys ve karada yaşamaya başlayan Ichtyostega arasındaki boşluğu doldurabilirdi. Kısa bir süre önce, geçen yıl Avustralya'nın batısındaki kireçtaşı katmanlarında bulunan ve yaklaşık olarak 380 milyon yıllık olduğu düşünülen bir balık fosilini inceleyen Victoria Müzesi araştırmacısı John Long, fosilin beklenmedik şekilde kara hayvanlarının gelişmiş özelliklerini taşıdı-

ğını açıkladı. Gogonasus, balıklara ait çok sayıda tipik özelliklere sahip olmasına rağmen, kulakları ve diğer organları şaşırtıcı bir şekilde dört ayaklı omurgalılarınkine benzer bir şekilde gelişmiş ayrıca ön yüzgeçlerinin iskeleti de kara omurgalılarına benzeyen Tiktaalik fosiliyle aynı özellikleri taşıyordu.

Balıklardan Miras

Son incelemelerle böylece kulakların ve organların, kara omurgalılarına balıklardan miras kaldığı anlaşılmış oldu. Gogonasusu, sudan karaya geçişi kanıtlayan ve en iyi korunagelen fosil diye tanımlayan ve yüzlerce farklı açıdan röntgen ışınıyla ışınlayan araştırıcılar, bilgisayar kesityazar aletiyle fosilin üçboyutlu bir görüntüsünü elde etmişlerdir. Gogonasus da diğer geçiş biçimleri gibi solungacın alt kısmında büyük soluk deliği olarak tanımlanan açıklık, günümüz kara omurgalılarındaki orta kulağın öncüsüydü. Fosilin dikkat çekici diğer bir özelliği de insan ve dört ayaklı hayvanlarda olduğu gibi üst kol kemiği (Humerus), ön kol kemiği (Radius) ve dirsek kemiğinden (Ulna) oluşan bir yüzgeç/bacak yapısına sahip oluşu. Ayrıca el eklem bağlantıları da gelişmeye başlamıştı. Bilim adamları hayvanın sığ sularda sürünmek ve avının üzerine atlamak için ön ayaklarından yararlandığını öngörüyorlar.

"Burada aklıma önemli bir soru geliyor, denizlerden karaya geçiş döneminde acaba iklim koşulları nasıldı?"

"Kara yaşamına geçişte bazı soruların yaşandığı biliyoruz, ancak canlılar kara yaşamına uyumu başardılar, yalnız bu sırada karalar ve sular donmuş durumda buz devirlerini yaşıyorlardı"

"Evet, milyonlarca yıl suda yaşamış olan bu canlılar, sudan çıkmış balığa dönmüş olmalılar"

Suyun Katı, sıvı, gaz gibi üç durumu olduğunu biliyoruz... İşte suyun, bu üç evresi arasında yer değiştirirken gösterdiği davranışlardan her biri, bizim için büyük önem taşır. Katı cisimlerin çoğunlukla sıvılardan ağır olduğunu ve sıvılar içinde batarlar, o halde buz parçaları neden batmıyor veya batsaydı neler olurdu? Su, donma noktasını geçerken yani buz halini aldığında hacmi genişler. Dolayısıyla sıvı olan sudan hafif olur ve batmaz. Suyun üzerine çıkarak yüzen buz parçaları, suların üzerini bir örtü gibi kaplayarak göl ve denizlerin dibinin +4°C de kalmasını sağlar. Dolayısıyla suyun bu özelliği sayesinde canlılık korunmuş ve bugüne dek yaşamasını sağlanmıştır.

Aksi olsaydı, buz kütleleri dibe çökecek ve tüm canlılığı ortadan kaldıracaktı. Üstte kalan kısmın ısısının korunamaması nedeni ile; üst kısımdaki su da zamanla donacak ve kutuplardaki su kaynaklarımız, büyük bir buz kütlesinden başka bir işe yaramayacaktı. Öyleyse bugünkü varlığımızı, suyun donarken hacmini genişletmesine borçluyuz.

"Evet, bu da doğanın dengesi ve fizik olayların yaşamımızda nasıl bir yeri olduğunu gösteriyor"

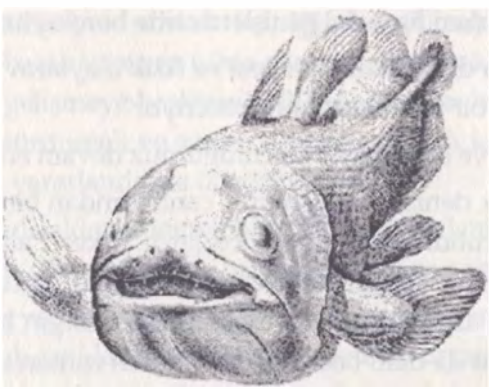
"Karada ve denizlerde yolculuğumuz devam ediyor"

Paleozoik denizlerinin en tipik canlılarından biri eklembacaklılar grubundan olan üç loblulardı. Erken Paleozoikte çok yaygınlık ve çeşitlilik kazanan üç loblular, zamanın sonuna doğru azalarak ortadan kalktı. Paleozoiğin bir diğer baskın grubu da dallı bacaklılardı. Zaman zaman tüm türlerin %50 sinden fazlası dallı bacaklılar arasından çıktı. Paleozoiğin ortalarına doğru omurgalılar denizlerin en önemli

gruplarından biri olur. Balık Çağı olarak adlandırılan bu dönemde, ilkel çenesiz balıkların ardından ilk çeneli balıklar, ilk kemikli balıklar ve köpek balıkları ortaya çıkıp yaygınlaşır. Denizlerde balıkların üstünlüğü ele geçirdiği sıralarda ilk bitkiler ve hayvanlar karaya adımlarını çoktan atmıştı. Damarsız kara yosunu benzeri bitkilerin ve kırkayak benzeri eklembacaklıların öncülük ettiği karaların çok hücreli canlılarca işgaline, Orta Paleozoiğin sonlarına doğru omurgalılardan da destek geldi. Geç Paleozoiğe gelindiğinde yeryüzü karaları uçsuz bucaksız ormanlarla kaplandı, pek çok hayvan kümesinin de katılımıyla karmaşık bir karasal ekosistem kuruldu. Karasal hayvan varlığının en göze çarpan üyeleri, artık uçma yeteneğini geliştirmiş olan böcekler, iki yaşamlılar ve sürüngenlerdi.



İki yaşamlı (Greererpeton)



Çeneli balık (Coelacant)

Paleozoiğin sonlarına doğru Pangea'nın oluşmasıyla iklim kuraklaşıp, karasallaşır. Sucul ortamların azalmasıyla geniş alanlara yayılmış sporlu bitkilerin oluşturduğu bataklık ormanları, yerini açık tohumlu bitkilerin oluşturduğu ormanlara bıraktı. Zamanın sonlarında sürüngenler oldukça çeşitlendi ve memelilerin ve dinozorların ataları olan gruplar ortaya çıktı. Bu canlılardan bazılarının kürklü ve sıcakkanlı oldukları düşünülüyor. Permiyen sonunda, bir gök cisminin yeryüzüne çarpmasıyla, Paleozoik canlılarının büyük çoğunluğu ortadan kalkar. Yok oluşun ardından sahneye yeni canlılar çıkar. Eskisinden oldukça farklı olan bu yeni yaşamla, "Dinozorlar çağı" olarak da anılan Mezozoik Zaman başlar.

"İşte şimdi, dinozorların yaşadığı devirlere geldik galiba"

Mezozoik Zaman (251–65,5myö) Dinozorlar çağı

Bu zamanda sürüngenlerin Permiyende başlayan karasal ekosistemlerdeki baskınlığı, diğer ekosistemlere de yayılır ve artarak devam eder. Permiyende oluşan dev kıta Pangea, Mezozoiğin ilk döneminin sonuna kadar varlığını sürdürür; fakat daha sonra parçalanmaya başlar. Zamanın son dönemi olan Kretasede Lavrasya ve Gondvana yeniden birbirinden ayrılır. Kıtalar daha da küçük parçalara bölünerek hemen hemen günümüzdeki biçimlerini almaya başlar. Ayrılan kıtalar üzerinde farklı biyocoğrafik bölgeler oluşur.

Mezozoik boyunca dünya sıcak bir dönem yaşar. Kutuplar da buzullaşma olmaz. Permiyende başlayan kurak ve aşırı karasal iklim, Trias boyunca devam eder. Jura da iklim yeniden nemli hale gelir, kıtalar yeniden bitkilerle kaplanır.

Bu nemli ve mevsimselliğin çok belirgin olmadığı yumuşak iklimsel eğilim, Kretase boyunca da devam eder.

Permiyen yok oluşunda neredeyse yok olma tehlikesi atlatan deniz yaşamı, sağ kalmayı başaranların uyumsal açılımıyla çeşitlenir, pek çok yeni grup ortaya çıkar. Gelişmiş deniz omurgasız yaşamı Mezozoikte kurulur. Mercanlar, kabuklular, fitoplanktonlar, planktonik foraminiferler, radiolaryalar, belemnitler ve ceratites ammonitler ortaya çıkar ve yaygınlaşır. Paleozoik denizlerinin en baskın grubu olan dallı bacaklılar azalırken midyeler yaygınlaşır. Mezozoiğin kemikli ve kıkırdaklı balıkları da günümüzden çok farklı değildir. Ancak Mezozoik denizlerinde besin zincirinin en üstünde bulunan yırtıcı grupları günümüzdekilerden oldukça farklıdır. Günümüzde balina, yunus gibi memelilerin yaşadığı bu alanları, Mezozoikte dev deniz sürüngenleri kullanılıyordu. Triasın sonunda kıtaların parçalanmasıyla birlikte, sığ denizler geri döner ve deniz yaşamı yeniden çeşitlendi.

Deniz Sürüngenleri

Mezozoiğin en tanınmış grubu olmalarına rağmen, dinozorlar Jura'ya kadar çok yaygınlaşamaz. Permiyen yok oluşundan kurtulan sürüngenler ve memeli benzeri sürüngenler, Trias karasal eko-sisteminin baskın kümeleriydi. Bu ilkel sürüngen gruplarından kaplumbağalar yeni sürüngen ortaya çıkar. İlk gerçek memeliler de Triasın sonunda ortaya çıkar. Triasın sonunda gerçekleşen yok oluşla, memeli benzeri sürüngenler de içeri, ilkel sürüngenlerin ve labyrinthodont iki yaşamlılar çoğu yok olur; dinozor ve yeni sürüngen gruplarının yolu açılır. Dinozorlar Jura da karasal ekosiste-

min baskın omurgalı grubu olur, timsahlar, kaplumbağalar, kertenkeleler ve kurbağalar da öncekilerden boşalan boşluklara yerleşirler.

Karalarda dinozorların egemenliği sürerken, bazı sürüngen grupları da sucul yaşama uyum sağlar, bir kısmı ise uçma yeteneğini kazanarak krallıklarını gökyüzünde kurar. Mezozoikte bitkiler de büyük bir değişim geçirir. Permiyenin kurak iklimine uyum sağlamayı başaran açık tohumlular, Mezozoiğin baskın bitki grubudur. Sürüngenlerin egemenliği altındaki Mezozoik dünyasında memeliler önemsiz bir grup olarak varlıklarını sürdürür. Oldukça küçük boyutlarda olan memeliler büyük olasılıkla sürüngenlerle rekabetten kaçınmak üzere gececi bir yaşama biçimini benimsemişti. Dinozorlardan köken alan kuşlar da ilk kez Jura'da ortaya çıkar.

"Hem dinozor hem de kuş, acaba nasıl oluyordu"

"İşte burada bir çizimi var"



Archaeopetryx

Trias

251.4 myö– 205,1 myö. Arasında bir dönem olan, Triasta Permiyen yok oluşundan kurtulmayı başaran az sayı ve çeşitlilikteki canlı grubu, uyumsal açılımla boşalan ekosistemlere yayılır. Bu nedenle Trias yaşamı, Paleozoiğin canlıları ile Mezozoiğin canlıları arasında bir geçiş dönemidir.



Dinozorlar (Plateosaurus)



Memeliler (Oligokhyphus)

Bu dönemde deniz omurgasızları büyük oranda modern biçimlerine kavuşur ve Mezozoik denizleri –baskın yırtıcıları hariç– az çok tanıdık bir biçim alır. Bitki yaşamında açık tohumlularının ve özellikle kozalaklı bitkilerin baskınlığı giderek artar. Karasal eko-sistemlerde omurgalıların baskınlığı Permiyende, olduğu gibi devam eder. Dinozorlar karada hüküm sürerken, bilinen en büyük uçan omurgalılar olan Pterosaurslar gökyüzünde yaygınlaştı. Ichthyosaurslar, plesiosaurslar ve dev deniz timsahları, denizlerde sürüngen hanedanın temsilcileri olarak besin zincirinin en üstünde yerlerini aldı. Jurada sürüngenlerin ezici üstünlüğü olsa da ilkin memeliler bu dönemde gelişme ve çeşitlenmelerine sessizce devam etti. İlk çiçekli bitkilerin de Jura'nın sonlarına doğru evrimleştiği düşünülüyor.

Jura

205.1 myö–142 myö Pangea Parçalanmaya başlar, Ekvatoral ve nemli olan iklim dönem boyunca gittikçe yumuşar. Dinozorlar karasal ekosistemlerin baskın omurgalı grubu olur. Denizlerde sürüngenler çağı başlar. Sürüngenler gökyüzünün de egemen olur. Belemmitler denizlerde yaygınlaşıp çeşitlenir. Jura döneminde yaygınlaşan dinozorlar, Kretasenin sonunda çeşitlilikçe ve yaygınlıkça zirveye ulaşmışlarken, pek çok canlı grubuyla birlikte ortadan kalkarlar. Bugün yaygın şekilde kabul edilen görüş, yeryüzüne çarpan bir gökcisminin yeryüzünün son kitlesel yok oluşuna neden olduğudur. Kretase/Tersiyer yok oluşu olarak bilinen bu olayla sürüngenlerin yüz milyonlarca yıl süren egemenliği sona erer ve Tersiyerde memelilerin yaygınlaşmasını sağlayacak koşullar sağlanır.



Jura Yaşamından Bir Görünüm

"Peki, yurdumuzda bu fosil ve kalıntıların sergilendiği bir yer var mı?"

"Elbette var. MTA, yani Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Doğa Tarihi Müzesi"

"Yurdumuzun bu konudaki zenginliğine ve buluntulara ayrıca eğilmeliyiz, Anadolu ne de olsa en eski oluşum ve yerleşim yerlerinden birisi olduğunu biliyoruz"

MTA Doğa Tarihi Müzesi

Türkiye Cumhuriyeti'nin yaratıcısı Atatürk'ün emriyle 1935 yılında kurulan MTA Genel Müdürlüğü bünyesindeki Tabiat Tarihi Müzesi, 7 Şubat 1968 tarihine bilim dünyası ve halkın hizmetine açılmıştır.

MTA Genel Müdürlüğü'nün kuruluşundan bugüne kadar yapılmakta olan jeolojik, mineralojik, paleontolojik, araştırma ve çalışmaların yanı sıra, fakültelerimizin yerbilimleri ile ilgili bölümlerinin yapmış, yapmakta olduğu bilimsel ve teknik araştırmalar sonucu toplanan materyallerden 10.000 adedi gösterimde sergilenmekte ve 75.000 adedi depolarda saklanmaktadır. Bu haliyle MTA Doğa Tarihi Müzesi, yerbilimlerinin tüm evrelerine ait her türdeki gereç ve belgenin saklandığı, korunduğu, bunların içindeki en seçkin örneklerin uluslar arası standartlara uygun, bilimsel ve eğitsel şekilde sergilendiği bir müzedir.

MTA Genel Müdürlük binası içinde 4000 m^2 lik bir alanda yer alan Tabiat Tarihi Müzesi 3 kata yerleştirilmiş 5 bölümden oluşmaktadır.

Giriş katı tümüyle paleontolojiye ayrılmış olup bu katta yaklaşık 6400 fosil materyali sistematik bir şekilde sergilenmektedir. Bu bölümde ABD'den satın alınmış olan etobur bir dinozorun (allasaurus) fosil iskeleti var. Fransa Tabiat Tarihi Müzesi tarafından müzeye armağan edilen ve 15 milyon yıl önce Fransa'da yaşamış fillerin atalarından birine (trilophodon angustidens) ait kalıbın yanı sıra Kahraman-

maraş/Gavur Gölü bataklığında bulunan ve M.Ö. 1000. yılın ikinci yarısında yaşamış olan Maraş filinin (elephas indicus) özgün kurgulu iskeleti bulunmaktadır.

Yine bu bölümde, Köserelik civarında 193 milyon yıl önce yaşamış olan (lytoceras) dev bir mürekkep balığı (1,5 m. çapında) fosili, Adana-Karataş sahilinde bulunmuş olan bir cüce balinanın (balaenopteraacutoros) çene kemiği iskeleti vardır. Ayrıca günümüzden yaklaşık 25.000 yıl önce Batı Anadolu'da yaşamış insanların (Manisa-Salihli-Köprübaşı) fosil ayak izleri (bunlar dünyada bu güne kadar bulunan ve korunan en iyi ayak izlerindendir) yer almaktadır.

Kızılcahamam-Güvem bölgesindeki diatomitler içinde bulunan ve yaklaşık 13-15 milyon yıl yaşlı kurbağa, balık, karınca, bitki gibi zengin hayvan varlığı ve flora örneklerini içeren fosillerle birlikte, mercanlar, süngerler, yumuşakçalar, yassısolungaçlılar vb. omurgasız canlı fosilleri de bu katta bulunmaktadır.

Müzenin birinci katı mineralojik-petrografik örneklere ayrılmıştır ve 3300 den fazla örnek uluslararası standartlara uygun bir şekilde sergilenmektedir. 1972 yılında Ay'a giden bir Amerikalı jeolog-astronot tarafından getirilen aytaşı ile en büyüğü 1989 yılında Sivas, Yıldızeli-Şeyh Halil köyüne düşmüş olan irili ufaklı göktaşlarının yanı sıra ülkemizdeki kıymetli, yarı kıymetli taşlardan örnekler bulunmaktadır. Türkiye'nin zengin mermer örnekleri, son derece ilginç doğa olaylarından olan karstlaşmaya ait örnekler (Pamukkale travertenleri, sarkıt ve dikitler)de bu katta bulunmaktadır. Madenciliğin beşiği olan ülkemize ait örneklerin yer aldığı Türkiye Madencilik Tarihi bölümde ise yaklaşık 200 adet materyal sergilenmektedir.

Müzenin en alt katı, Türkiye'de yaşamış/yaşamakta olan hayvan ve bitki örneklerinin (hayvan varlığı–flora) sergilendiği kısımdır. Bu katta yer alan 100 e yakın örnek, soyları tükenmekte olan veya tükenen bitki ve hayvan türlerinden seçilmiş olup doğal ortamlarına uygun bir şekilde sergilenmektedir.

Yılda yaklaşık 40–50.000 kişi tarafından gezilmekte olan Tabiat Tarihi Müzesi; tanıtım broşürleri, kitapçıklar vb. basarak yerbilimlerinin bütün disiplinleriyle ilgili konferans–film–yansı gösterileri düzenleyerek ilk–orta öğretim kurumları ve üniversitelere materyal (fosil, kayaç vb) temin ederek eğitime bilimsel olarak katkı sağlamaktadır.



"Burada, MTA Tabiat Tarihi Müzesi, çeşitli üniversitelerin küçük çaptaki müzelerini saymazsak, Türkiye'nin ilk ve tek "Doğa Tarihi Müzesi" olması görevini, temeli 5.8.1998 tarihinde atılmış ve MTA Genel Müdürlüğü Yerleşkesi içinde 10.000 m² lik bir alanda kurulmakta olan yeni binasında da sürdürecektir diye bir bilgi notu var"

"Bence en kısa sürede bu Müzeye bir gezi düzenlemeliyiz"

"Ne iyi olur, ben de çoktandır Ankara'ya gitmedim"

"Jeolojik devirleri de böylece tamamlamış olduk"

"Evet, milyarlarca yıl içinde kısa bir gezinti yaptık"

"Sanırım ilk canlılara da rastladık"

"Dur bakalım aceleci olma, öğreneceğimiz daha çok var"

"Bence çalışmamıza biraz ara verelim ve elimizdeki kitaplara da tekrar bir göz atalım derim"

"Bu arada aklıma geldi, senin 'karaçete' den ses seda yok mu?

" Dalıp gittik, onu unutmuş değilim. En iyisi yeni bir teşekkür iletisi yollayalım"

Hücre Bilgisi

"Öykü, günaydın, nasılsın bakalım? İyi uyudun mu?"

"Evet. Mışıl mışıl, bir de rüya gördüm"

"Hayırlar olsun, anlat bakalım!"

"Ben çok çok eski dönemlerde yaşıyormuşum, etrafımda hep daha önce görmediğim canlılar ve bitkiler var. Dümdüz ovalar, yüksek dağlar, dev ağaçlar, dumanı tüten yanardağlar sürüp gidiyor, gökyüzü parlak kırmızımsı, ufka doğru koyu lacivert-mor bir renk alıyor"

"Vay canına, bu ne renkli bir rüya, eeee. Daha sonra neler oluyor?

"Her taraf çok sessiz ve sakin, değişik canlılar karmakarışık, dolaşıyor, uçuyor ve yüzüyorlar"

"Peki, sen neredesin ne yapıyorsun?"

"Bir şey yapmıyorum, yalnızca gözlüyorum, sanki bu çevrenin bir parçasıyım, yok yok değilim, ben de yüzüyorum sonra da kayraya çıkıyorum, ama bedenim ıslak değil"

"Rüya çok ilginç bir durum alıyor, galiba okuduklarımızın ve gördüğümüz resimlerin etkisinde kaldın, daha sonra.?"

"Bir amacım olmadan, yalnızca çevreyi izliyorum, derken uzaktan bir insana benzeyen bir gölge bana yaklaşıyor, neyse yalnızlıktan kurtuldum diyorum."

"Sakın gelen karaçete olmasın?"

"Bilemem, gelen genç bir adam, iki yana ayrılmış uzun beyaz saçları ve bıyıkları var, sanki bir bilge. Noel baba gibi sırtında beyaz bir torba taşıyor, yükü de çok ağır gibi"

"Hem genç, hem de beyaz saçlı bir bilge!"

"Ne taşıyormuş acaba?"

"Torbanın içi kitap dolu"

"Torbanın içinde kitap olduğunu nasıl anlıyorsun? Acaba saydam mı?"

"Hayır, içniden eski, kapağı solmuş bir kitap çıkarıp bana uzatıyor"

"Acaba kitabın bir başlığı da var mı?"

"Evet, adı 'Yaşamın Kitabı' idi. Üzerinde de karmaşık, içi dolu, çok köşeli bir şekil vardı. Kitabı vereni çok net hatırlıyorum, neşeli tombulca bir yüzü var"

"Benimle konuşuyor, galiba anlamadığım bir dilde bir şeyler söylüyor"

"Oooo... Bu sakın Noel Baba olmasın"

"Olabilir, yılbaşı yaklaşıyor bu yıl kurban bayramı ile birlikte kutlayacağız"

"Ne güzel tatil de var, ailece bir gezi yapmağa ne dersin?"

"Ailemizin diğer bireyleri ne düşünüyor acaba?"

"Onların da bir soralım, sen her zaman olduğu gibi konu ile ilgili rüyalarını görmeğe devam et, çok ilginç oluyor"

"Evet, çalışmamızın, çok etkisinde kalıyorum, artık ona dönsek ne dersin? Önce posta kutumuza gelen mesajlara bir bakalım"

"Hey buraya bakar mısınız? Karaçete'den yine bir ileti var"

"Sen ona cevap yollamış mıydın?"

"Evet, teşekkür edip kim ve nerede olduğunu? Bize neden yardım ettiğini sormuştum"

"Ne yazmış bakalım, çok heyecanlandım"

"Şöyle başlıyor."

Sevgili Öykü,

Gönderdiğim kısa bilgi için teşekkür etmişsin, çok incesin, ancak benim işim ve mesleğim bu. Bana kısaca 'Evrim' diyebilirsin. Ben doğa ve evrim konuda çalışanlara hep yardım ederim. Nerede yaşadığımı ve size nasıl ulaştığımı merak ediyorsan, bunu araştırıcı yeteneğin ile kendin kolayca bulabilirsin.

Jeolojik devirlerde oldukça uzun bir yolculuk yapmış olmalısınız, ne kadar ilginç dönemler değil mi? birçok karmaşık devir-dönem, isim ve terim ile karşılaştın. Canlıları ve onun evrimini daha iyi anlayabilmek ve tanımak için, işe "en

küçük birimden" başlamalısın. Unutma bir fili tanımak istiyorsan onu küçük parçacıklara bölmelisin. Göremeyenlerin, fili tuttuğu yer gibi algılamasını hatırla. Ya bu bir fil değil de dinozor olsaydı! İleride daha sık görüşeceğimizi umuyorum. Kolay gelsin. Evrim.

"İşte sana araştırılacak bir konu daha hem de polisiye roman gibi, ama ortada suçlu yok, gizemli bir yol gösteren var. Kendini bu işe adamış görünüyor"

"Üstelik sanki beraber çalıştığımızı da biliyor, bu " karaçete" senin bir arkadaşın olmasın?"

"Kesinlikle böyle birini tanımıyorum, inan bu çeteyle benim bir ilgim yok"

"Evet inanıyorum... Kendine Evrim adını takmış, yardımsever bir insanla karşı karşıyayız. Onu bulmalıyım, yoksa meraktan çatlarım"

"Onu belki de rüyanda görürsün"

"Konumuza dönelim. 'Evrimin en küçük birimi'. Bunun bir anlamı olsa gerek"

"Şuna yaşamın veya canlının en küçük birimi desek"

"Evraka, buldum! Bu canlı hücreleri olmalı"

"Evet, katılıyorum, canlıların en küçük birimi "hücre"dir, bu konuda neler biliyoruz?"

Bütün canlıların yaşayan en küçük biriminin hücre olduğunu biliyoruz. Onu ilk defa 1665 yılında İngiliz bilim adamı Robert Hook, mantar dokusunda gözleyerek, boşluk anlamına gelen "hücre" sözcüğünü kullanmıştır. Bir müze müdürü olan Robert Hook, bitki örneklerini bir jiletle keserek mikroskop altında 30 kat büyüterek inceledi. Bu incelemeler sonucunda bitkilerin hücre adını verdiği küçük bölmelerle

dolu olduğunu buldu. Anton van Leeuwenhoek isimli bir Alman bakkal ise doku örneklerini 300 kat büyüterek, bakteri, kan hücresi, sperm hücresi gibi, tek hücreli organizmaları inceledi. Bu organizmalara hayvancık anlamına gelen "animalcules" adını verdi.

Hücreler, yaşayan organizmaların yapısal ve işlevsel birimleridir, küçük fakat karmaşık yapılardır. Hücreler ya tek başına ya da çok hücrelilerde olduğu gibi belirli bir görevi yapmak için farklılaşmış hücre grupları (= dokular) halinde bulunurlar.

Hücre Fizyolojisi

"Biz, okulda mikroskop kullanarak canlı hücrelerini gözlüyorduk"

"Bunu nasıl yapıyordunuz bakalım?"

"Hayvanı ya da bitki dokularını, onun doğal ortamda bulunduğu şekilde mikroskop altında inceliyorduk"

"Hücre yapısında ve şeklinde herhangi bir değişme olmaksızın incelemeye, "in vitro"' adı verilir, in Vitro Latince tüpte ya da cansız ortamda demektir"

"İn vitro, vitrin gibi bir şey yani camdan yapılmış anlamında olmalı, peki canlı ortama ne ad verilecek?"

"İn vivo, bunlar bilimde kullanılan Latince kökenli önemli terimler"

"Peki, mikroskopta gözlem yapmadan önce hücreleri boyuyor muydunuz?"

"Evet, şimdi hatırladım, çeşitli boyalar kullanıyorduk, o zaman çok güzel görünüyorlardı"

"Biz buna, Vital boyama diyoruz" incelenecek kısım, zehiri az olan bir boyanın çok fazla sulandırılmış çözeltisi içine konur. Vital boyamada kullanılan boyalar, asidik ve bazik olmak üzere ikiye ayrılır. Hücre bileşenleri, çeşitli boyaları emerek görünür duruma geçerler. En çok kullanılanlar yansız kırmızı, metilen mavisi, yunus yeşili vs. (1/10.000 veya 1/30.000 defa seyreltilmiş) dir. Hücre, bu yöntemle canlı olarak daha ayrıntılı incelenebilir. Bu yolla 5–10 mikron, en fazla 30–60 mikron kalınlığında kesilmiş doku preparatları cansız olarak incelenebilir.

"Preparat ne anlama geliyor?"

"Hücrelerden incecik keserek aldığımız zarları lam üzerine koyup üzerine lamel koyuyorduk. İncelemek için hazırlanan dokulara genelde preparat denir"

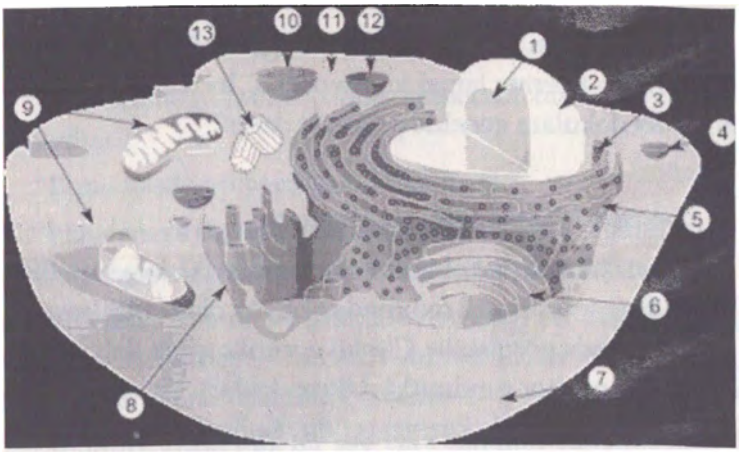
Elektron Mikroskobu İle İnceleme

En iyi ışık mikroskobunda bir nesne 2.000 defa büyültülebilir. Bu durumda 0,2 mikrondan büyük olan cisimler mikroskop altında görülebilir. Çünkü görünür ışığın dalga boyu en kısa olanı, mor ışındır (0,4 mikron kadar). En uzun dalga boyu da 0,8 mikronla kırmızı ışındır. Kullanılmakta olan ışının dalga boyunun ancak yansı kadar büyük olan cisimleri görmek mümkündür. Bu da mor ışının en fazla yarısı kadar olabilir.

Elektron mikroskobunda ışık dalgaları yerine hızlı elektronlardan yararlanılmış, mercek yerine de manyetik alanlar kullanılmıştır. Bu suretle 200.000 den daha fazla büyültme elde etmek mümkün olmuştur, yani 0.001 mikron = 10 A° (Angström lük ayrıntıyı saptayabilecek güçte). Ancak insan

gözü elektronları göremediğinden, elektronların florsan bir ekrana yansıtılması ya da fotoğrafının çekilmesi gerekir. Bu yolla hücrenin ayrıntılı yapışı ve virüsler incelenebilmektedir. Elektron mikroskobunda 0,2 mikron kalınlığındaki preparatlar incelenebilir. Bu preparatlara karşıt (gölge) vermek için altın gibi ağır atomlar kullanılır. Elektron mikroskobunda yüksek vakum ve sıcaklıktan dolayı, bugüne kadar canlı herhangi bir şey incelenememiştir.

Hücrenin Yapısı ve Büyüklüğü



Hücre Yapısı:

Hücrenin yapısının ilk keşfedildiği yıllarda basit bir molekül yumağından ibaret yapılar olduğu zannediliyordu. Ancak teknoloji ilerledikçe hücrenin içyapısının inanılmaz derecede karmaşık olduğu ortaya çıkmıştır. Hücre konusunda ders kitaplarında anlatılan bilgiler hücrenin en kaba halini göstermekle birlikte kolaylıkla anlaşılması için organel

ve hücre sistemlerinin çizimleri oldukça basite indirgenmiştir. Eğer hücre üzerine araştırmalarınızı derinleştirirseniz, yalnızca hücre zarının bile oldukça karmaşık sistemlere sahip olduğunu keşfedebilirsiniz. Bizlere verilen hücre bilgileri kısaca hücre zarı, mitokondri, endoplazmik retikulum ve nukleusu kapsayan bilgilerdir. Şimdi hücrenin birkaç organel ile birlikte mikroskobik boyutlarına karşın akıl almaz karmaşık yapılarını özetlemeye çalışalım:

1) Çekirdekçik 2) Çekirdek 3) Ribozom 4) Vezikül 5) Granüllü (Tanecikli) Endoplazmik Retikulum 6) Golgi Aygıtı 7) Sitoiskelet 8) Granülsüz (Düz) Endoplazmik Retikulum 9) Mitokondriler 10) Koful 11) Sitoplâzma 12) Lizozom 13) Sentriyoller

Hücreler ışık mikroskobu ile incelendiği zaman, sitoplazma ve çekirdek adı verilen iki bölümden oluştuğu görülür. Ancak daha büyük büyütme sağlayan elektron mikroskobuyla yapılan incelemeler, hücrenin bir takım alt birimlerden, hücre organellerinden oluştuğunu ortaya koymuştur. Bunlar; Hücre zarı, Sitozol, Organeller ve Çekirdektir. Serbest kalan bir hücre kendini korumak amacıyla genellikle, yüzey geriliminin etkisi altında, küre şeklini alır. Çünkü hacmi en büyük; fakat yüzeyi en küçük olan geometrik şekil küredir. Hücreler, türden türe, dokudan dokuya ve yaptıkları işe göre şekil bakımından büyük değişiklikler gösterirler. En küçük boylu hücreler gametler, bakteriler ve parazit bir hücrelilerdir. Bu hücreler 0,2–0,5 mikron (1 mikron=0.001 mm.) çapındadır. En büyük hücre, kuş yumurtasıdır. Bugün yaşayanlardan devekuşunun yumurtası ile 100 sene önce Madagaskar'da yaşayan Aepyornis kuşunun 8 litrelik yumurtası en büyük hücrelerdir. Bilinen en uzun hüc-

reler ise aksonlarıyla beraber 1 m. kadar uzunluktaki bazı sinir hücreleridir.

Hücreler, Küçük Devler

Doğadaki tüm canlılar hücrelerden oluşmuştur. Tek hücreli olsun çok hücreli olsun her canlının yapısının temelinde hücre vardır. Bir bakteri veya bir algin vücutları yalnızca bir hücreden oluşmasına karşın bir kedi, köpek, koyun vs. diğer tüm canlıların vücutları ise birden fazla hücreden oluşurlar. Bu hücreler birbirleriyle sürekli bir işbirliği içerisindedirler ve aralarında sürekli bir madde veya hormon alış verişi vardır..

"Hücreyi ele alırken en dıştan en içe doğru yapıları teker teker ele almak daha doğru olacak galiba"

"Evet, hücrenin en dış bölgesi olan zardan, en iç bölgesi olan çekirdeğe kadar her yapıyı teker teker inceleyelim istersen"

Hücre Zarı (Membran)

Zar ya da membranlar yaşam için çok önemlidir, çünkü bir hücre iki nedenden dolayı kendisini dışarıdaki ortamdan ayırmak zorundadır. DNA, RNA ve benzeri yaşamsal moleküllerini dağılmaktan korumalıdır. Hücre molekül ya da organellerine zarar verebilecek yabancı molekülleri uzak tutmalıdır. Ancak hücre bu iki kurala uyarken bir taraftan da çevreyle haberleşmeli, dış ortamı sürekli olarak izlemeli ve ortam değişikliklerine ayak uydurmak zorundadır. Ayrıca hücre besin maddelerini dışarıdan almalı ve metabolizması sonucunda ürettiği toksik (zehirli) maddeleri dış

ortama vermelidir. Tüm biyolojik membranlar gibi hücre zarı (membranı) da lipit, protein ve az miktarda karbonhidrattan oluşmuştur.

Hücre Zarı Kesiti

Hücre zarının yapısı en yalın olarak "fosfolipit" adı verilen bir katmandan oluşur. Bu tabakanın kalınlığı her hücre için farklı olmasına karşın ortalama kalınlığı 8 - 10 nm dir (Nano metre metrenin milyarda biridir). Fosfolipit katmanları, birbirlerine sırt sırta dayanmış molekül gruplarından oluşmaktadır. Bu moleküller biyo-kimyasal özellikleri itibariyle sulu ortamlara yaklaşma eğilimi gösterirler. Suyu seven moleküllere ise "suyu seven-hidrofillik" denir. Bunun hemen altında bulunan ve karşı karşıya gelmiş ipliksi moleküller ise yağ molekülleridir. Yağ molekülleri ise suya yaklaşma değil kaçma eğilimi gösterirler. Suyu sevmediklerinden dolayı bunlara da suyu sevmeyen-hidrofobik" denir. Bunun dışında zardaki proteinlerin ve iyon pompalarının nasıl çalıştığı üzerinde fizyolojik çalışmalar halen devam etmektedir. İyon pompalarının çalışması ise tıpkı bir karınca gibidir. Bir molekülü tutarak diğer tarafa taşırlar ve bu işi hiç durmaksızın yaparlar.

"Evet, bu konuda hareketli bir animasyon tasarımı görmüştüm, hücre içindeki hareketleri üç boyutlu olarak gösteriyordu"

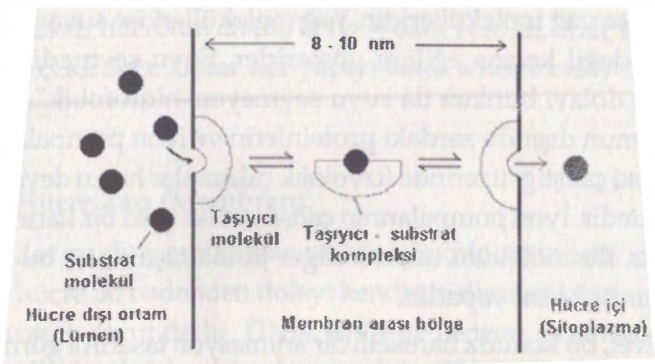
"Öylesine etkileyici ve şaşırtıcı idi ki sorma! Küçücük hücre içinde neler oluyor"

"Doğru, pek çok şey oluyor, şimdi onları teker teker göreceğiz"

"Şekildeki substrat ne anlama geliyor, biliyor musun?"

"Elbette biliyorum. Enzimlerin ve mikroorganizmaların yaşaması için gerekli ortam demek, biz laboratuarda organizmaları çoğaltmak için besin maddesi yüklü ortamlar hazırlardık"

Şekilde, hücre zarının şematik olarak enine kesitin ve zarın içinde moleküllerin bir taraftan diğer tarafa aktarılmasını sağlayan taşıyıcı molekül görülüyor. Bu moleküller, taşınması zor olan ve difüzyon (yayınma) yoluyla geçemeyen büyük molekülleri ATP enerjisi kullanarak hücre içerisine veya hücre dışarısına taşırlar. Bu molekül pompalarının, kalınlığı yalnızca 8 - 10 nm olan zarın içerisinde kusursuz bir biçimde çalışması ise insanı adeta hayranlık içerisinde bırakmaktadır.



"ATP enerjisi neydi? Sözlüğümüze bakıyorum"

"ATP: Adenosin trifosfat. Hücrelerde yararlı kimyasal enerjinin, hücrenin çalışmasını sağlayan biçimi olarak açıklanıyor"

Hücre İskeleti

Aslında hücre iskeleti terimi yanlış bir deyimdir. Hücre iskeleti saydam olduğu için hem ışık hem de elektron mikroskobu preparatlarında görülmez. Hücre çizimlerinde de gösterilmemesine rağmen önemli bir hücre bileşenidir. Hücre iskeleti hücrenin şeklini, hücre organellerinin yerinde durmasını sağlar ve hücre hareketinden sorumludur.

Hücre iskeleti şunlardan oluşmuştur.

Sentriyoller

Mikrotübüller

Aktin filamentleri

Sentriyoller çekirdeğe yakın olarak yer alan bir çift silindirik yapıdır. Her biri üçerli guruplar halinde dokuz tübülden oluşmuştur. Sentriyoller hücre bölünmesi sırasında kromozomların hücre kutuplarına çekilmesini sağlarlar. Mikrutübüller tübülin denilen alt birimlerden oluşmuştur. Görevi hücreyi yerinde tutmaktır, aynı zamanda silya ve flagellanın da ana bileşenidir. Aktin filamentleri ise hücrenin şeklini değiştirmesinde görev alırlar.

Sentriyoller, yalnızca hayvan hücrelerinde bulunmakla beraber, çok az bitki hücresinde de rastlanmıştır. Sentriyoller, çekirdeğin yakınında ve birbiriyle dik açı yapacak şekilde yerleşmiş iki kısa silindirden ibarettir. Üçlü gruplar halindeki tüpçükler sentriyolün duvarları içinde uzunlamasına olarak ilerlerler. Çeper boyunca bu üçlülerin 9 tanesi düzgün aralıklarla yerleşmişlerdir.

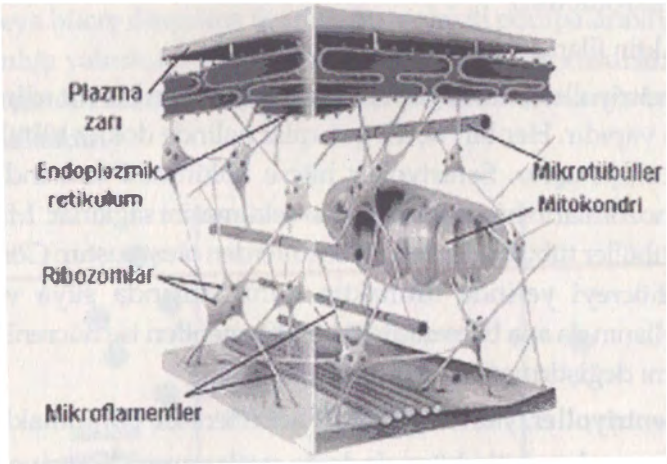
"Özet olarak, hücre, canlının canlılık özelliklerini taşıyan, yapı ve görev bakımından en küçük parçasıdır"

" Hücreye aynı zamanda "göze" de deniyor. Hücrenin % 75 lik kısmının genelde su olduğunu belirtmiş miydik?"

"Evet, bu da canlı yapılarının yani bizlerin, bedenlerinde bol miktarda su olduğu anlamına geliyor"

"Pekâlâ, içerisinde bu kadar fazla miktarda su bulunan eden bir yapının, dağılmadan ayakta durabilmesi, nasıl oluyor diye sormanı bekliyorum"

"Evet, gerçekten de bu durumda vücudumuz içi su ile doldurulmuş, plastik torbalara benziyor olurdu"



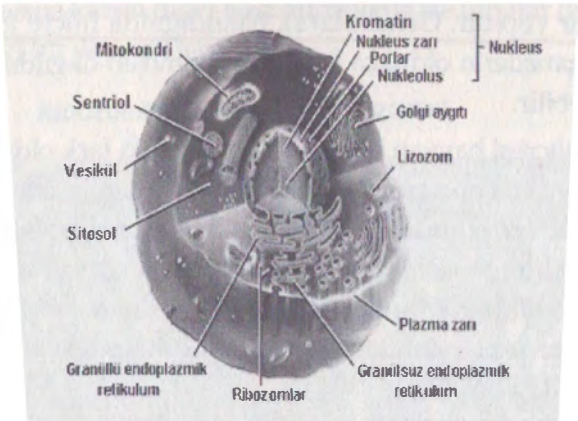
"Bu çok komik bir benzetme, ancak durum öyle değil"

Canlı hücre içerisindeki iskelet ve tıpkı kaslar gibi hareket eden bir tür sistem sayesinde mümkün olmaktadır. Hücre içerisinde sistematik olarak yerleşmiş olan "Mikrotubul" ve "Mikroflament" ler hücre iskeletini meydana getiren ana unsurlardır.

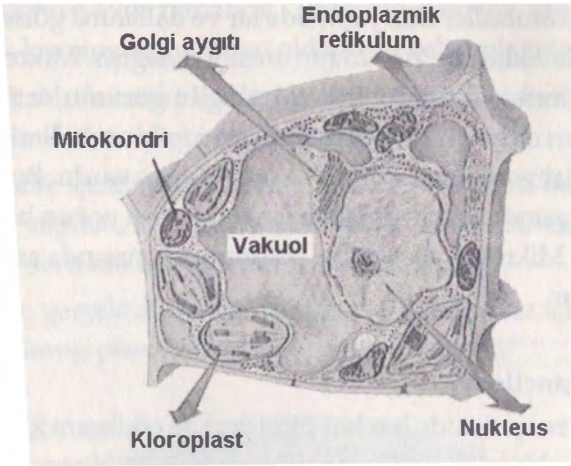
Mikrotubuller düz yapıdadırlar ve dallanma göstermezler. Kalınlıkları ise 20 – 25 nm arasında değişir. Mikrotubuller resimde çok basit birer çubuk gibi görünürler fakat iç kısımları oldukça karmaşıktır. Öyleki mikrotubullerin içerisinde dairesel olarak sıralı 13 adet alt birim vardır. Bu birimlerin arasında yani merkezde ise elektronca yoğun bir bölge vardır. Mikrotubuller hücre bölünmesi esnasında sayılarını artırırlar.

Organeller

Hücre içerisinde her biri birbirleriyle etkileşim içerisinde bulunan birçok organel ve bu organellere yardımcı unsurlar vardır. Fakat bu organeller gerek sayı olarak gerekse yapı olarak hücreden hücreye farklılık gösterebilir. Biz temel olarak bitki ve hayvan hücresini karşılaştıralım:



Şekilde tipik bir hayvan hücresi görülmektedir. Hayvan hücreleri ile bitki hücreleri yapı itibariyle pek fark göstermeseler de organel büyüklükleri, sayıları ve işlevleri bakımından farklıdırlar.



Şekilde de görüldüğü gibi çekirdek hücrenin ortasında konumlanmıştır. Bundan başka hayvan hücrelerinin dış yüzeylerinde çeper yoktur, çeper yalnızca bitki hücrelerine uygun bir yapıdır. Genel olarak bakıldığında hücre içerisinde organellerin oldukça bağdaşık-homojen dağıldıkları fark edilebilir.

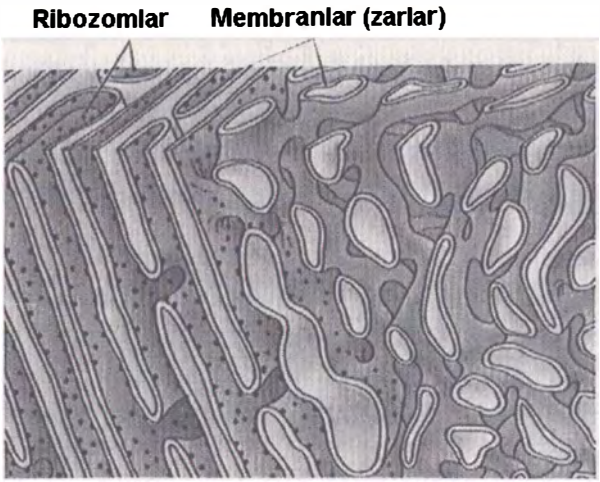
Bitki hücresi hayvan hücresiyle arasındaki fark oldukça belirgindir.Bitki hücresinin en dış tarafında membrana ilave olarak kalın bir yapıya sahip "Selüloz çeper" görülmektedir. Çeper bitki hücresini hem dış ortamlardan korur hem de hücreye sertlik verir. Bu yüzden bitki hücreleri hayvan hücreleri kadar esnek değildir. Ayrıca bitki hücresinde "Vakuol" oldukça büyüktür.

Vakuol esas olarak depo organı olarak iş görür ve yüksek miktarda su içerir. Örneğin fotosentez tepkimeleri sonucunda elde edilen nişasta, karbonhidrat ve diğer besin maddeleri vakuolde depo edilir. Bitki ve hayvan hücreleri

arasında organeller dışında biyokimyasal farklarda vardır. Bitki hücresinde fotosentez için gerekli olan "Klorofil" molekülü vardır.. Ve yine bitki hücrelerinde polisakkaritler nişasta halinde depo edilirler. Hayvan hücrelerinde ise polisakkaritler "Glikojen" şeklinde depo edilir ve klorofil molekülü bulunmaz. Bu nedenle hayvanlar fotosentez yapamazlar.

Endoplazmik Retikulum

Endoplazmik retikulum hücre içerisinde madde iletimini sağlayan boru ağı gibi iş görür. Hücreyi bir şehir gibi düşünürseniz endoplazmik retikulumuda bu şehrin su borusu şebekesi gibi düşünebilirsiniz ve hemen hemen tüm hücrelerde bulunur. Fakat hücreden hücreye yapısal olarak farklılık gösterebilir. Örneğin bazı hücrelerde yassı kese şeklinde olmasına karşın diğer bazı hücrelerde ise tubular (boru şeklinde) bir yapı gösterebilir.



Şekilde endoplazmik retikulumun bir kesiti görülmektedir. Retikulum granüllü bir yapıya sahiptir. Yani üzerinde "Ribozomlar" tutunmuş bir durumdadır.

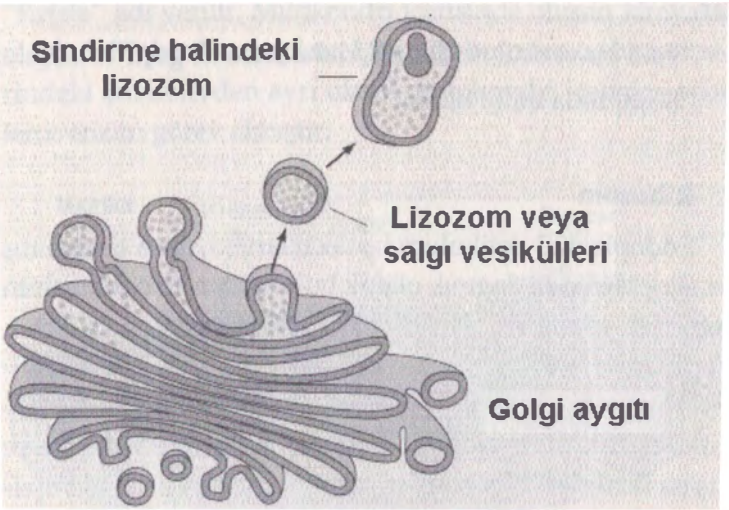
Golgi Aygıtı

Zarımsı tüp ve keseciklerin bir araya gelmesiyle meydana gelir. Genellikle çekirdeğe yakındır. Özellikle, salgı yapan bez hücrelerinde göze çarpar. Asıl görevinin hücrenin salgıladığı proteinleri depolamak olduğuna inanılmaktadır. Örneğin; ter bezlerinden ter, tükürük bezlerinden tükürüğün atılması gibi bir olaydır. Golgi hem yapı hem de işlev yönünden endoplazmik retikulum ile yakından ilişkilidir. Bu organel birbirine paralel bir dizi membran öz kanaldan oluşur ve salgı yapan hücrelerde iyi gelişmiştir. Golgi nin bir diğer işlevi endoplazmik retikulumda sentezlenen maddelere son şeklini vermek ve bu maddeleri bir membranla çevrelemektir. Ayrıca hücre zarının yenilenmesi ve yüzeyinin genişletilmesi görevini de üstlenir. Şekli, ardışık olarak sıralanmış keselere benzeyen golgi aygıtı, endoplazmik retikulumla bağlantılı olarak "vezikül" üretmekle görevli bir organeldir.

Lizozom

Lizozomlar 0,2 ila 2 mm çapında organellerdir. Hücre içi sindirimi sağlamak üzere yaklaşık 40 civarında enzim içerirler. Bu enzimler için en uygun PH 5 civarıdır. Lizozomlarda ATP hidrolizi ile çalışan H^+ pompası vardır. Bu yolla lizozomun PH sı düşük tutularak enzimlerin etkin hale geçmesi önlenir.

"PH nedir?bunu herkesin anlayacağı bir şeklilde açıklayabilir miyiz?"



Şekilde bir golgi aygıtının kısımları net olarak görülüyor.

"Evet, Ph, bileşiklerdeki, H iyonu derişimidir. Asit be baz olma durumunu belirler, onut ölçütüdür.

En alttaki kısımlar yukarıdaki bölgelere göre daha ince olup "Oluşma bölgesi"dirler. Ribozomlar tarafından üretilen ve endoplazmik retikulumda biriktirilen polipeptidler (proteinler)ise, daha sonra geçiş vezikülleri ile golgi aygıtına ulaşırlar.

Golgi aygıtına ulaşan polipeptidler, hücre tarafından üretilen polisakkaritlerle (şeker molekülleri) ile etkileşim içerisine girerek golgi aygıtı içerisinde bir seri işleme tabi tutulur. Bu seri işlemler devam ederken, moleküller golgi aygıtının olgun bölgesine yani şeklin üst bölgesindeki keselere doğru hareket ederler. Ve sonuçta golgi aygıtından kökenlenen bir

zar vasıtasıyla sentezlenen salgı veya sindirici enzimler vezikül halinde sitoplazmada serbest olarak yüzmeye başlarlar.

"Peki bu vezkül ne demek, daha önce de geçti"

"Boşaltımla ilintli olmalı"

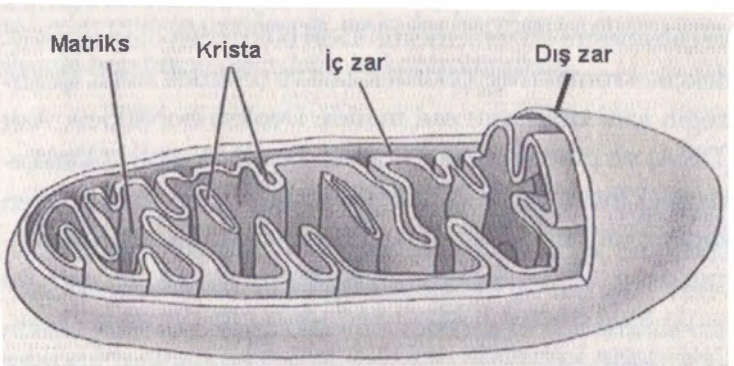
Ribozom

Endoplazmik retikulum kanalcıkları boyunca sıralanmış ve sitoplâzmada dağınık olarak bulunan protein sentezinin başladığı yapılardır. Yaklaşık 150 Angström çapındadırlar. Yapılarının % 65'i RNA (ribonükleik asit) ve % 35'i proteindir. Ribozom yardımı ile sentezlenen proteinler endoplazmik retikulum aracılığı ile hücre içi bölgelere veya hücre dışına iletilirler. Ribozomlar proteinlerin bireşiminin yapıldıkları yerdir.

Mitokondriler

Sosis veya çomak biçiminde, zarımsı bir yapıdır. Hücrenin enerji meydana birimlerdir. Hücre solunumunun sitrik asit devri (Krebs çemberi) burada gerçekleşir. Organik moleküllerden kimyasal bağların kopmasıyla açığa çıkan enerji burada ATP (Adenozin TriFosfat) şekline çevrilir. Mitokondriler, eukaryotik hücrelerde ana enerji üretim merkezleridir. Biri iç diğeri dış olmak üzere iki zarı vardır. İç zarda çok sayıda katlanmalar vardır, bu membranın yüzey alanını genişleterek, membran bağımlı tepkimelerin daha fazla sayıda olmamasını sağlar. Mitokondrilerin kendi DNA ve ribozomları vardır. Mitokondri, hücre için gerekli olan enerjinin üretildiği bir organeldir. Bu organelde tıpkı diğer organeller gibi

birim zar ile çevrilidir fakat iç kısmındaki zar dıştaki gibi düz değildir ve kıvrımlar meydana getirir. Bu kıvrımlara ise "Krista" adı verilir. Mitokondri içerisinde oluşan kimyasal olaylar oldukça karmaşıktır. Hücrede bulunan üç binin üzerindeki enzimlerden ayrı olarak mitokondri içerisine yüzlerce enzim görev almıştır.



Şekilde görüldüğü gibi mitokondrinin iç tarafındaki zar oldukça fazla kıvrım yapmıştır. Zarın bu şekilde kıvrılmasının nedeni, yüzey alanını genişleterek daha fazla kimyasal tepkimelere yataklık yapmak içindir.

Bizler koşarken eğer yeteri kadar nefes alamazsak, kandaki oksijen miktarı düşer. Kas hücrelerine ve hücrelerden de mitokondriye oksijen gelmediği zaman kaslarda piruvatın parçalanmasıyla laktik asit birikimi meydana gelir. Laktik asit ise yorgunluğa neden olur. Kanda yeteri kadar alyuvar bulunmazsa, hücrelere taşınacak olan oksijen miktarı düşer. Dolayısıyla spor yaptığınızda çok çabuk yorulursunuz.

"Kanınızdaki alyuvar miktarını artırmak için doğadan bize sunulmuş ilaçlar var mıdır?"

"Evet, kırmızı üzüm ve pekmez"

Çekirdek (Nükleus)

Hücre çekirdeğinin işlevi hücrenin yaşamını sürdürmek ve çalışmasını düzenlemektir. Dört bölümden oluşur; çekirdekçik, kromatin ağ, çekirdek zarı ve çekirdek sıvısı. Çekirdeğin içini dolduran asıl madde DeoksiriboNükleik Asit (DNA) ve protein molekülleridir. Bu DNA molekülleri çekirdek içinde rasgele dağılmış olamayıp kromozom denilen yapılar içinde protein molekülleri ile birlikte organize olmuşlardır. Çekirdek yapısı gereği bir zar ile kuşatılmıştır. Bu zarda tıpkı hücrenin kendi zarındaki gibi porlar bulunur. Çekirdeğin içerisinde ise DNA içeren kromatin iplikçikler bulunur. Bu iplikçikler hücre bölüneceği zaman katlanmalar yaparak kromozomları meydana getirirler. Çekirdek genelde bir tane olmasına karşın bazı hücrelerde birden fazla sayıda olabilir. Çekirdek içerisinde bulunan sıvıya ise "Karyolenf sıvısı" adı verilir. Sözünü ettiğimiz kromatin iplikçiklerde bu sıvının içerisinde yüzerler ve boyandıkları zaman üzerlerinde açık ve koyu renkte bantlar görülür. Bu bantların açık veya koyu görünmesi, o bölgedeki genlerin etkin veya etkin olmaya durumda olduklarını gösterir.

Çekirdeğin içerisinde "Nukleolus" (Çekirdekçik) bulunur. Çekirdekçiğin etrafında ise bir zar yoktur yani çekirdeğin içerisinde serbest haldedir.

"Gördüğün gibi çekirdek, hücre içerisindeki tüm metabolik faaliyetleri kontrol eden beyin gibi bir organel durumunda"

"Peki, metobolik veya metobolizma nedir, bu terimi çok sık duyuyorum, dilimize yerleşmiş"

"Canlı organizmada veya canlı hücrelerde hareketi, enerjiyi sağlamak için oluşan, biyolojik ve kimyasal değişimlerin bütünü demektir"

"Örneğin hücrenin ne zaman dış ortamdan besin alacağı, ne kadar protein üretileceği, ne kadar hormon ve enzim üretileceği hep hücre çekirdeğinin kontrolündedir."

Koful

İçleri kendilerine has bir özsu ile dolu yapılar olup bitki hücrelerinde hayvan hücrelerinden daha fazla bulunur. Genç hücrelerde küçük, yaşlı hücrelerde ise tek tek ve büyüktür. Kofullar plazmoliz ve deplazmoliz olaylarında rol oynarlar. Bir hücreli hayvanlarda, besinlerin sindirildiği besin kofulları ile fazla su ve zararlı maddelerin atıldığı boşaltım kofullarının hücre canlılığını koruma da önemli yeri vardır. Bitki hücresinde büyük hayvan hücresinde küçüktür.

Kloroplast

Yeşil renklidir, klorofil içerirler. Bitkilere yeşil rengini bunlar verirler. Güneş ışığı karşısında su ve karbondioksitten organik maddeler imal ederler ki, bu olaya karbon özümlemesi (fotosentez) adı verilir. Kromoplastlar, renkli plastitlerdir. Turuncu renkte olanlara "karoten", sarı renkte olanlara "ksantofil", sarımsı kırmızı olanlara da "likopen" denir. Havuç ve domates gibi meyve ve sebzelerin kendine has renklerini verirler.

"Karoten, bol miktarda havuç gibi sebzelerde bulunuyordu, likopen ise domateste"

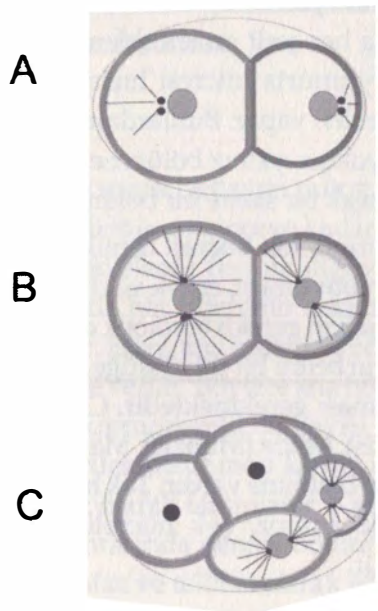
Lökoplast

Renksizdirler. Bitkilerin ışık görmeyen kısımlarında (kök, yumru vb.) bulunurlar. Nişasta depolarlar. Fotosentez sonucu oluşan glikoz, iletim sistemi aracılığıyla depo yeri olan lökoplastlara gelir. Burada glikoz molekülleri birleşerek nişasta molekülleri meydana gelir. Nişastanın sentezi esnasında, su açığa çıkar. "n" sayıda glikoz molekülünün birleşmesi esnasında (n–1) sayıda H_2O molekülü açığa çıkar. Nişasta taneciklerinin şekil ve büyüklükleri bitkinin çeşidine göre farklılık gösterir.

Hücre Bölünmesi

Hücreler ya canlıların büyüyüp gelişmesi, dokularının yenilenmesi ya da üreme işleminin gerçekleştirilmesi amacıyla bölünür. Bölünmelerin ayrıntısına geçmeden önce hücrelerin niçin bölündükleri konusundaki görüşlere yer verelim. Hücre, büyüklük bakımından belirli bir sınıra ulaştığı zaman, kuramsal olarak ikiye bölünmesi gereklidir. Çünkü hücre genel olarak bir küre şeklinde düşünülürse, büyümede hacim yüzey orantısı r^3/r^2 dir. Yani hacim yarıçapın küpüyle artarken, yüzeydeki büyüme yarıçapın karesine bağımlı kalır. Bir süre sonra hücrenin yüzeyi gerek besin alış verişini gerek artık maddelerin atılımını ve gerekse gaz alış verişini bütün hücreye sağlayamayacak duruma gelir ve hücre, yüzeyini artırmak amacıyla bölünmeye başlar. Ayrıca büyüyen hücrede sitoplazma çekirdek oranı arttığından ve

çekirdeğin etki alanı sınırlı olduğundan bu durum hücreyi ölüme sürükleyebilir, dolayısıyla hücreyi bölünmeye zorlar. (Bu fikri 1908 yılında ilk defa HERTWIG ortaya atmıştır.) hücrenin içine yapay olarak iki çekirdek yerleştirildiğinde ya da çekirdek içindeki kromozom sayısı iki katına çıkarıldığında, hücrenin hacmi normal büyüklüğünün iki misli olabilir.



Bitki ve hayvanlarda hücre döngüsünün tamamlanması 20 saat kadar sürer. Bu sürenin yaklaşık bir saati mitoz bölünmeye ayrılmıştır. Geri kalan süre interfaz daki büyüme için kullanılır. En uygun beslenme ve sıcaklık koşullarında dahi, herhangi bir hücre çeşidinin bölünme süresi değişmez. Uygun olmayan koşularda bu süre uzayabilir. Fakat her hücre için en uygun olandan daha hızlı büyümesini hem de

daha hızlı döngüsünü sağlamak olanaksızdır. Bundan şu sonuca varabiliriz; her hücrenin döngü süresi kusursuz bir zamanlamayla gelişecek şekilde programlanmıştır. Bu program iki aşamada yürütülür. İlkinde kromozomlardaki kalıtsal materyal iki katına çıkarılır, ikincisinde ise hücrenin diğer organelleri çoğaltılır. Döllenmiş yumurtalarda bölünme, alışılmışın tersine bir saatte ya da daha az bir süre içerisinde tamamlanır. Çünkü yumurta hücresine, yumurtanın olgunlaşması sırasında her çeşit molekülden bol miktarda verilmiştir. Böylece yumurta hücresi hızla bölünerek gittikçe daha küçük hücreleri yapar. Bunlardaki hücre döngüsünde büyüme evresi yoktur, yalnız bölünme için hazırlık yapılır. Bu nedenle yaklaşık bir saatte bir bölünebilir.

Hücre bölünmesi, tek hücreli canlıların çoğalması, çok hücreli canlıların büyümesi, erkek ve dişi eşey hücrelerinin meydana gelmesi için gerekli biyolojik olaydır. Bir hücrenin bölünebilmesi için belirli bir büyüklüğe ulaşması ve nükleik asitlere sahip olması gerekmektedir. Canlılar dünyasında; Amitoz (Amitozis), Mitoz (Mitozis), Mayoz (Meiosis) olmak üzere üç farklı tip bölünme vardır. Tek hücreli canlılarda bölünme genellikle amitoz, çok hücrelilerde ise mitoz ve mayoz ile görülür.

Amitoz

Genellikle tek hücrelilerde görülen bu bölünmeyle o türe ait birey sayısı artar. Amitoz bölünme yapan hücrelerin önce çekirdeği uzar, çekirdeğin uzamasıyla çekirdekçik de uzayıp boğumlanarak ikiye ayrılır. Bunu sitoplâzma bölünmesi takip ederek, bir hücreden iki yeni yavru oluşacak şekilde bölünme gerçekleşir. Amitozda çekirdek zarı kaybolmaz,

kromozomlar belirmez, sentriyoller iğ iplikleri oluşmaz. Tekhücreliler dışında bazı özel hallerde yüksek yapılı organizma hücrelerinde de amitoz görülebilir. Bu durumda çoğu kez hücrelerin ölümü zorunlu olur, çünkü tekrar mitoz bölünme yapamazlar. Amitoz bölünme bu organizmalarda bazen açlık nedeniyle yozlaşmış olan hücrelerde, bazı yaşlı kıkırdak hücrelerinde, ayrıca hızla çoğalan kuş embriyosunun blastoderm hücrelerinde görülebilir. Gametlerde genellikle amitoz bölünme görülmez.

Mitoz

Zigot oluştuktan sonra başlayan mitoz bölünme, organizma belli bir büyüklüğe erişinceye kadar tüm soma hücrelerinde ve bazı hücrelerde (kemik iliği vb.) yaşam boyu devam eder. Mitozda her hücrenin çekirdeğinde kromozomlar kendini eşler. Eşler, ana hücrenin bölünmesiyle oluşan iki yavru hücreye verilir. Böylece ana hücreye benzeyen, diploit sayıda (2n) kromozomlu iki yavru hücre meydana gelir. Mitoz da çekirdek bölünmesi karyokinez, sitoplâzma bölünmesi sitokinez olarak tanımlanır. Karyokinez başlangıçta interfaz ve sonrasında gerçek bölünme evreleri olan profaz, metafaz, anafaz ve telofaz olarak görülür.

Mayoz

Eşeyli olarak çoğalan canlılarda zigotu oluşturacak gamet hücrelerinin yapılması (gametogenez) mayoz ile gerçekleşir. Gametogenez sırasında oluşan gamet hücrelerinde kromozom sayısının yarıya inmesi olayına mayoz denir. Mayoz bölünme I. ve II. mayoz bölünme şeklinde olup, bunların

her biri aslında birbirini izleyen iki gerçek mitoz bölünmeden oluşur.

"Hücrelerin bölünme şekillerini de gördük, böylece çoğalma şekillerini de anlamış olduk, ancak pek çok farklı aşaması var"

"Evet, öyle, bunlara tekrar değiniriz. Şimdi de canlı hücrelerin diğer özelliklerine dönelim"

Hücrelerin İşlevsel Özellikleri

Hücreler ortamdan ham maddeleri alarak buradan enerji üretirler. Bu enerji iç ortam dengesini sağlamak ve bireşim tepkimelerini yürütmek için gereklidir. Böylece hücreler:

► Kendi moleküllerini yaparlar.

► Organize bir şekilde büyürler.

► Çevreden gelen uyarılara cevap verirler.

► Çoğalırlar.

► Kalıtsal bilgiler DNA içinde saklanır.

► Bilgi DNA dan proteinlere RNA aracılığı ile geçer.

► Proteinler ribozomlar tarafından yapılır.

► Proteinler hücrenin fonksiyon ve yapısını düzenlerler.

► Bütün hücreler; seçici, geçirgen bir zar olan plazma zarı- membranı ile çevrilmiştir.

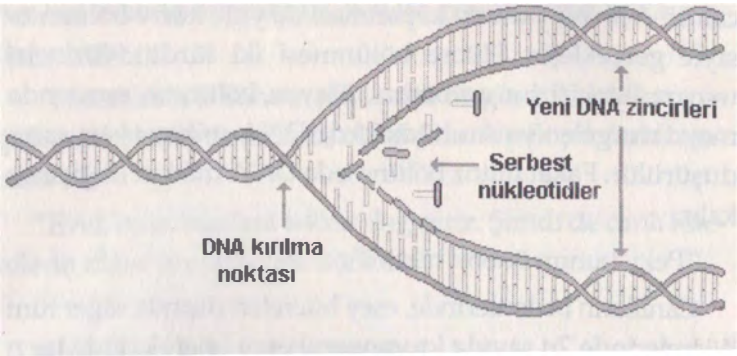
Bedenimizde her an her saniye bir hücre, ölmekte fakat bu hücrelerin yerini yeni hücreler almaktadır. Hücreler ise bölünerek çoğalırlar. Elimizde ayağımızda veya bedenimizdeki herhangi bir bölgesinde bir yara meydana geldiği zaman bu yara bir kaç gün içerisinde kapanmaya başlaya-

caktır. Açık bir yaranın kapanması da yine hücre bölünmesiyle gerçekleşir. Hücre bölünmesi iki türdür: Birincisi mayoz ikincisi ise mitozdur. Mayoz bölünme esnasında meydana gelen yavru hücrelerde DNA miktarı yarı arıya düşürülür. Fakat mitoz bölünmede DNA miktarı değişmez kalır.

"Peki, bunun önemi nedir?"

Canlıların bedenlerinde, eşey hücreleri dışında diğer tüm hücrelerinde 2n sayıda kromozom, eşey hücrelerinde ise n sayıda kromozom bulunur. Erkek bireyden gelen sperm taşıdığı n sayıdaki kromozomu, dişi bireyden gelen ve yine n sayıda kromozom taşıyan yumurta ile birleştirir. Sonuç olarak 2n kromozomlu bir zigot meydana gelir ki normal bir bireyde olması gereken kromozom miktarı da budur. Eğer eşey hücrelerinde de diğer hücrelerdeki gibi 2n kromozom bulunsaydı erkekten gelen sperm ile dişiden gelen yumurtanın birleşmesi sonucunda oluşacak olan zigotta 4 n kromozom bulunacaktı. Ve bu kromozom sayısı her kuşakta iki katına çıkacak ve canlıların yavruları birer hilkat garibesine dönüşecekti. Hücre böyle bir yanılgıya meydan vermemek için mayoz bölünme ile eşey hücrelerindeki DNA miktarı yarıya indirir.

Zigot meydana geldikten sonra mayoz bölünme devam etseydi bu seferde DNA miktarı her yavru hücrede yarıya düşecek ve en sonunda DNA dan iz kalmayacaktı. Hücre bu sorununu mitoz bölünme yoluyla çözmüştür. Mitoz bölünmede ise hücre içerisindeki DNA miktarı değişmez tutulur.



DNA nın iki katına çıkması işlemi ise yukarı şekilde gösterilen "Tekrarlama-Replikasyon" düzeneği ile gerçekleştirilir. DNA kırılma noktasından tıpkı bir fermuar gibi açılır ve tek zincire düşer. Tek zincirler, ortamda bulunan serbest nükleotidleri kullanarak kendilerini eşlemeye başlarlar. Böylelikle oluşan iki yeni zincirle DNA miktarı 2 katına çıkarılır. Mitoz bölünmede bu zincirlerden birisi birinci yavru hücreye giderken diğer zincir ise ikinci yavru hücreye gider.

Hücre mitoz bölünme geçirecekse DNA miktarı iki katına çıkarılır. Eğer mayoz bölünme geçirecekse DNA miktarı sabit tutulur ve böylelikle yavru hücrelerdeki DNA miktarı yarıya indirilmiş olur. İnsan somatik hücreleri (eşey hücreleri dışındaki tüm hücreleri) bölünme esnasında 46 kromozom bulunur. Kromozomlar birer çift olup son iki tanesi eşey kromozomu adını alırlar.

Hücre Çeşitleri

Ökaryotik Hücreler

Ökaryotlar (Lat. Eukaryota), organel zarı bulunduran dolayısıyla çekirdek içeriği hücrenin sitoplâzmasına dağılma-

mış ve gerçek çekirdeği olan organizmaları kapsayan canlı âlemidir. "Karyon" Latincede çekirdek anlamını verir, "eu" ön takısı da gerçek demektir. Kalıtsal özdek, hücre içerisinde belirli bir zarla çevrilmiş çekirdeğin içinde bulunur. Kromozomlar DNA dan ve proteinden oluşmuş olup, mitozla bölünürler. Sitoplâzmalarında karmaşık organeller bulundururlar.

Prokaryotik Hücreler

Bakteriler ve mavi-yeşil alglerdeki hücre tipleri bu gruba girer. Bunların çekirdek zarı ile çevrili çekirdekleri yoktur. Sitoplâzmalarında, mitokondri gibi zarlı organeller yoktur. Kalıtım maddesi olan DNA sitoplâzma içerisine dağılmış durumdadır. Ribozomları vardır. Bu hücrelerin yaşamsal işlevleri sitoplâzmada ve hücre zarında gerçekleşir.

Hücrelerin Diğer Özellikleri

Hücreler hem morfolojik(şekilsel) hem de metabolik (Canlı organizmada veya canlı hücrelerde hareketi, enerjiyi sağlamak için oluşan, biyolojik ve kimyasal değişimlerin bütünü) olarak çok büyük farklılıklar gösterirler. E.coli isimli bakteri 1mm (m m=mikrometre=1metrenin milyonda biri)uzunluğunda iken, aksonları 1 metre uzunluğunda olan sinir hücreleri vardır. Ama yine de hücrelerin çok büyük bir çoğunluğu 1-30 mm arasındadır.

"Bu koli bakterisini çok sık duyuyoruz, nasıl bir organizma?"

"E. Coli, yani Esherichia Coli, daha çok kirlenmiş sularda sık rastlanan bir bakteri tipi"

"Evet, ancak mikroskopla görülebiliyor ve sayımı yapılıyor, beli sayıdan fazlası, sağlığa zararlı olabilir"

"Mikroorganizmalar neden bu kadar küçük oluyorlar acaba?"

"İyi ki öyleler, ya kurbağa yavrusu kadar büyük olsalardı, etkilerini düşünebiliyor musun?"

"Ayrıca mikroorganizmalar çok hızlı çoğalırlar, ancak yavaş hareket ederler"



"Neden acaba, küçük oldukları için daha hızlı hareket etmeleri gerekmez mi?"

"Galiba canlı yaşamın önemli bir konusuna değindik, Şu kuralı iyi biliyoruz, canlı bir parçacık tarafından gidilen yol, zamanın karekökü ile doğru orantılıdır. Yani bir parçacık; 1 saniyede 1 mm gidiyorsa, 4 saniyede 2 mm ve 100 saniyede 10 mm ve 3 saatte (10.000 saniye) 100 mm gidecek demektir"

"Galiba büyük canlılarda durum nasıldır diye soracaksın"

"Evet, acaba dinozorlarda durum neydi?"

"Şimdi hatırladım, Jurisic Park filminde dinozorlar ne kadar da hızlı koşuyorlardı"

"Öykü, konumuz hücrelerdi, nerelere geldik"

"Evet, güzel bir açıklama oldu, Şimdi hücre içindeki diğer parçacıkları inceleyelim"

"Hücrelerdeki farklı ve benzer yapıları nasıl sınıflandırabiliriz?"

"Aferin, bak artık her öğrendiğini sınıflandırmaya bayılıyorsun"

"Hücre: Seçici geçirgen bir zarla çevrili, içinde sitoplâzma ve çeşitli yaşamsal olayları yöneten çekirdek, endoplazmik retikulum, mitokondri, sentriol, lizozom, ribozom gibi organelleri içeren, genetik materyali bir zarla çevrili (ökaryot) veya sitoplâzma içinde serbest bulunan (prokaryot), genellikle çıplak gözle görülemeyen, canlının yapı ve görev bakımından en küçük birliğidir"

"Küçücük hücrenin içinde neler var, ne kadar da karmaşık bir yapı değil mi?

"Evet, ama daha bitmedi"

"Peki, bir de hücre çeşitleri hakkında öğrendiklerimizi özetlesek"

"İstersen önce hücre içi yaşamı ve onun evrimsel gelişimini de açıklayalım"

Hücre İçinde Yaşam

"Bak işte buradakiinternet görüntülerinde, hücre içindeki yaşamı hareketli ve üç boyutlu olarak görüyoruz, ne kadar etkileyici değil mi?"

"Çalışmayı hazırlayanlar: Harvard Üniversitesi Moleküler ve Hücre Biyolojisi Bölümünden bir araştırma görevlisi"

"Bu yapımda, bize örnek olabilecek ve gurur duymamızı sağlayan bir bilim adamını görüyorum"

"O da kim acaba?"

"Myosin V adı verilen proteinlerin yürümeye benzer hareketini bulan Ahmet Yıldız isminde, 24 yaşında bilim tarihine geçen bir Türk var. Ahmet Yıldız bu buluşuyla 2005 yılı genç bilim adamı ödülünü almış ve dünyanın en saygın bilim dergilerinden Science'a kapak olmuş"

İlk kez 1995 yılında ABD'li Prof. Dr. Lee Sweeney tarafından bulunan ve vücuttaki hücrelere yaşamsal öğeler taşıyan "myosin V" adlı proteinin nasıl hareket ettiğini keşfeden Yıldız, hazırladığı makaleyi 4 Mart 2003 te San Antonia'da düzenlenen "Dünya Biyofizik Konferansında bilim dünyasına sundu.

"Burada Ahmet Yıldız ile yapılan bir söyleşi var bakalım bizim de aklımıza takılan bazı soruları nasıl yanıtlıyor":

Myosin V molekülü nedir? Bu protein, dev bir moleküldür. Yani, normalden çok büyük. Ne kadar büyüklükte? Büyüklüğünü karıştırmayalım. Çünkü kavram karmaşası yaratabiliriz. Bu moleküller vücut içinde kimyasal enerjiyi hareket ve işe dönüştürüyor. Hani makinelere yakıt koyuyorsunuz ya, onu yakıp iş yapıyor. Bunlar da böyle. Yani kimyasal enerjiyi kinetik enerjiye dönüştürüyor. Örneğin bunlardan bir tanesi kas proteini ve adı "myosin II". Bunun yaptığı hareket çekme. Kasınızı kasmanız için o proteinlerden milyarlarcasının beraber çalışması lazım. Bir başkası da hücre bölünmesinde eş kromozomları iki ayrı hücreye eşit olarak dağıtıyor. Bunu yapmazsa genetik hastalıklar ortaya

çıkıyor. Yani vücudumuzdaki 36 kromozom eşit olarak dağıtılmazsa, çok ciddi hastalıklar ortaya çıkıyor.

Ne gibi hastalıklar? Örneğin, spastik çocuk ve ölü doğumlar gibi. Yani sizin 36 Kromozomunuz yoksa yaşamla ilginiz kalmıyor, işiniz bitti demektir. Yaşamsal işlevlerimizin birçoğunu yerine getiremezsiniz. Bunlardan bir tanesinin eksik olması, hatta farklı olması bile yeter.

Siz nasıl bir protein üzerinde çalışma yaptınız? Hücreler içinde bir yere gönderilmesi gereken bir yük var. Benim çalıştığım proteinler o yüke bağlanarak, onları vücudun gerekli bölgelerine taşıyor. Bunlar, hücreler içi raylar üzerinde yürüyor. Her yere bu şekilde gidiyor. Normalde hücre içerisi sıvı bir ortamdır. Sıvı ortamda da yürümekten bahsedemezsiniz. Yürümek için katı bir yol lazım. Onlar yollar üzerinde yürüyüp, gerekli yerlere bunu gönderiyor.

Gönderilen yük nedir? Organeller veya hücre zarında gerekli olan proteinler gibi. Şöyle bir örnek verelim. Vücudumuzdaki sinir hücreleri çok uzundur. Yani, beynimizden ayak parmağımıza giden sinir 1,5 metreyi bulabiliyor. Hücrelerin yaşayabilmesi içinde çok dinamik bir ortam gerekiyor. Sürekli bir şeyleri yıkılıyor ve yapılıyor. Onun için merkezimiz olan beynimizle sinir uçları sürekli bağlantılı olmalı. Beynimizin oralara sürekli bir şeyler gönderip, kontrol etmesi lazım. Bunun için de malzemelerin taşınması gerekiyor. Bu malzemeleri sıvı içine bıraksa ulaşması iki yıl alıyor. Ama bu proteinler onlara bağlanarak, raylar üzerinde 15 saniyede beyinden ayakucuna götürebiliyor.

O raylar neden yapılmış? Onlar da protein. Yol kenarlarındaki kaldırımlar gibi. Bir araya gelerek iplik oluşturuyor ve moleküller de yürüyebiliyor.

Bunlar ne taşıyor? Organeller, proteinler, retiküller. Bu malzemeye ihtiyacınız var, onları bir paketin içine koyuyor, proteinlerini üzerine yerleştiriyor. O proteinler de bunu taşıyor. Bu protein özellikle sinir ve deri hücrelerinde bulunuyor. Bu, proteinde meydana gelebilecek bir bozukluk, ani kriz, sinir hastalıkları ve deride pigmentasyon dediğimiz, derimizin rengini veren hücrelerin bir yerde birikmesi gibi hastalıklara neden oluyor. Bu proteinle ilgili ve yol açtığı şeyleri anlayabilmemiz için en önemli parametre, nasıl çalıştığıdır. En önemli şey de, bunun nasıl yürüdüğü ve ayaklarının nasıl hareket ettiğinin bilinmesidir.

Protein nasıl yürüyor? Aynen, insan gibi ayakları ile yürüyor. Benim çalıştığım proteinin bir adımı 37 nanometre (milimetrenin milyarda biri). Bu proteinler çok küçük adımlarla yürüyor. Zaten milimetrenin milyarda birini mikroskopla da göremezsiniz. Onların bacağına ışıklı floresan parçacığı taktık. Moleküle yakıt olarak Adenozintirifosfat (ATP) vererek yürümesini bekledik. Molekül yürüyünce, ışık veren parçacığın konumunu görüyorum. Molekül 37 nanometre ilerlerken, bu flüoresan parçacıklar 75 nanometre gidiyor. Bu da gösteriyor ki, bu molekül yürüyor. Başka tahmin edilen modeller vardı ama yöntemimiz sayesinde bu molekülün insan gibi yürüdüğünü ortaya çıkardık.

Parçacığı nasıl taktınız? Bilinen yöntemleri uyguladık. Ama biz yeni bir teknik geliştirdik. 37 nanometrelik flüoresan ışık adımını görebilmemiz lazım. Onun için hata payınızın çok düşük olması gerekiyor. Biz bu hata payını 1,5 nanometreye kadar düşürdük. Bu, aslında çok önemli bir buluş. Bizim yöntemimizle bunu bütün proteinlere uygulayıp, onların hareketini gözleyebilirsiniz. Bir nanometre bile

hareket etse elektron mikroskobunda görüntü gider. Bu yöntem ileride bilimsel bir alan olacak.

Nasıl izliyorsunuz? Günışığı parçacıklarını lazer ışınına tutuyorum. Örneğin yol kenarlarında fosforlu işaretler olur ve arabanın farı geldiğinde onlar parlamaya başlar ya, aynen öyle. Işık vurduğunda başka renkte bir ışık veriyor. Bunları mikroskopla toplayıp, kamerada değişmez konumu ortaya çıkıyor ve onları gözlüyorum.

Kullanılan alet nedir? Total Internal Reflection mikroskobu. Biz buna "TIR mikroskobu" diyoruz. Moleküllerin üzerinde yürüdüğü iplikleri alıp mikroskop camına yapıştırıyoruz. Sonra molekülleri çözelti içinde bırakıyoruz ve gidip ipliklerin üzerine yapışıyor. Daha sonra ATP' yi veriyorum. Yürümeye başlıyorlar.

Neden 1995 ten bu yana hareketi kimse çözülememiş? Bu moleküllerin ne kadar yürüdüğü biliniyor, ama onu yapmak için gövdesine molekülün büyüklüğünün bin katı kadar bir küre koyuyorlar. O kürenin hareketini görüyorsunuz, ancak alıp molekülün bacağına takamıyorsunuz. Çünkü bacakları ufacık durumda bulunuyor. Her ne kadar güçlü de olsa, kafanızın üzerinde çok büyük bir topu taşıyabilirsiniz ama bacağınıza koyduğunuzda hareket edemezsiniz. Çünkü yer yok. Onun için çok küçük bir parçacığı ayağa bağlamak gerekiyordu. Bu yapılamıyordu. Biz bunu 20 kat ileriye getirdik ve şimdi ancak kullanılır hale geldi. Şu anda bir molekül daha inceliyorum. Onu da tamamlarsam bitecek.

Bu hangi molekül? Kinesin adı verilen bir bileşik. Görevi sinir hücrelerindeki moleküllerin bir yerden bir yere taşınmasını sağlamak. Ayrıca, kromozomların ayrılmasını sağlı-

yor. O da sekiz nanometre yürüyor. Adımları biraz daha kısa ve izlenmesi zor. Başarırsak büyük bir adım olacak.

"İşte sana çok güncel bir gelişim, küçücük hücre içinde olanların araştırması halen sürüyor"

"Evet, çok ilginç! acaba hücrenin bu evrimsel gelişmesi nasıl oldu?"

"Bu arada hücre bileşenlerini ve işlevlerini araştırmak ve öğrenmek yerinde oldu, artık birçok terim ve tanımın ne olduklarını kolaylıkla anlayabiliyoruz"

Hücrenin Evrimsel Gelişimi

Bundan yaklaşık 2-3 milyar yıl önce, bir gen-bir enzim şeklinde kendini eşleyebilen ilk molekül meydana gelmiş ve bir zaman sonra bu molekül lipit ve protenoit moleküllerinden oluşmuş bir keseciğin içine girerek ilk hücreyi yapmıştır. Başlangıçta oksijensiz ortamda yaşayan bu hücre, çevredeki birikmiş besin maddelerini kullanıyordu (heterotrof canlılar). Bir süre sonra besin maddesi azaldı ve bu arada anorganik yoldan sentezlenmiş porfirini bünyesine alarak (klorofil oluşumu), aşama aşama Su + CO + güneş ışığından organik maddeleri sentezleyebilen canlılar (ototrof canlılar) ortaya çıktı. Bu sentezlemenin yan ürünü olan serbest oksijeni, metabolizmalarının etkili bir maddesi olarak kullanan hücrelerden bir kısmı, diğer hücrelerin içine girerek onlarla ortak yaşamaya başladı. Bu arada hücre içine giren simbiyont hücre, birçok hücresel yapısını yitirerek mitokondriye dönüştü. Yalnız, kendi başına (otonom) bölünme yeteneğini ve özel DNA sını bugüne kadar saklayabildi.

Bu arada ilkin denizlerde de burgu gibi dönerek hareket eden bazı bakteriler (Spirochaeta benzeri) bu hücrelerin üzerine yapışarak, onlara hareket olanağı vermiş ve onların ya-

kaladığı besin maddelerine de ortak olmuştur. Bir zaman sonra aralarındaki ilişki ortak yaşama (simbiyozise) dönüşerek, yapışan hücreler; Kamçı, Flagella ya da Flagellum, ince, uzun ve iplik benzeri organeller–yüzeyinden çıkar, hareket ve beslenmede kullanılır. Aynı zamanda akıcı madde ve taneciklerin taşınmasına yararlar. Sil, Kirpik ya da Cilia cellularia, ise; hücrenin serbest yüzeyinde meydana gelen farklılaşmalardan ve tek hücrelilerde görülen hareket organellerindendir. Bu bakterilerin (bugün yaşayanlarının) yapısı, kamçıların ve sillerin yapısına benzemektedir.

"Hücrenin yapısı giderek daha karmaşık bir durum almağa başladı, küçük hücrelerin içindeki yapılar uzun bir süreçte anlaşılabilmiş"

"Evet, öyle, Hücre her ne kadar 1665 yılında Robert Hook'un 'Micrographia" adlı eserinde tanımlanmış ise de, hücrelerin tün canlıların yapı taşı oldukları ancak 19. Yüzyılda fark edildi"

"Biyoloji öğretmenimiz, hücrelerin sitoplâzma adı verilen sıvı ile dolu, dış dünyadan ince bir zarla ayrılan küçük odacıklar olarak tanımlamıştı. Ayrıca canlılar bir tek hücreden ibaret olabileceği gibi, beraberce işbirliği halinde çalışan farklı hücre topluluklarından oluşabilir"

"Bir tek hücreden oluşan bir canlı, ne kadar ilginç değil mi? Bunlar; bakteri, virüs, maya, küf veya amip gibi organizmalar olmalı"

"Evet, onlara mikroorganizmalar diyoruz, çok ayrı bir dünya. Ancak gözle görülemeyecek kadar küçükler ama doğadaki önemleri ve işlevleri çok büyük"

"Onların varlığı ve önemi çok sonraları anlaşıldı. Biliyorsun Louis Pasteur'ün yaptığı deneyler sonucu, birçok has-

talık ve olayın bu canlılar tarafından meydana getirildiği bularak insanlığa büyük yaralar sağladı"

"1960 larda yaşamın her defasında kendiliğinden oluşmadığı ve yaşamın yapı taşları olan hücrelerin ancak diğer hücrelerden meydana gelebileceği düşüncesini R. Wirchow tarafından ortaya atıldı"

"Evet, milyonlarca yıl süren uzun bir yolun ardından, geriye baktığımızda yalnızca bir arpa boyu yol gitmişti insanoğlu"

Nükleik Asitler

Bilindiği üzere canlıların hangi aminoasitlerden veya bileşimlerden yapılacağının yapısal bilgisi DNA da kodlanmıştır. Ökaryotlarda, mRNA, DNA dan aldığı bilgiyi, hücre içinde ribozomlara iletip, protein sentezi yaptırmakla sorumludur. Ama genetik bilgiyi RNA'nın taşıdığı durumlarla da karşılaşılmıştır; ama RNA, DNA gibi kendini eşleme, kopyasını yaratma yeteneğine sahip değildir.

"Galiba Yaşamın özü olan Nükleik asitler ve çeşitleri konusunda biraz daha bilgi edinmemiz gerekiyor"

"Evet, öyle, koş bakalım ansiklopedik bilgi kaynaklarımıza"

Hücrelerin içinde neler olduğunu çözmek gerçekten uzun yıllar aldı ve ancak mikroskop denen aygıt ile gözlenebildi. Birçok hücrenin ortasında bir çekirdek bulunduğu ancak 1891 yılında anlaşıldı. Daha sonra 1869 yılında İsveçli biyokimyacı F. Miescher tarafından mikrop kapmış yaralardan sızan bakteri ve kan plazmasından ilk DNA ayrımını yapıldı. Miescher çekirdekten (nukleus) gelen bu maddeyi,

nüklein olarak adlandırdı. Nüklein, daha sonra 'Nükleik Asit' olarak tanımlandı.

Deoksiribonükleik asit ya da kısaca DNA, tüm hücreli canlıların ve bazı virüslerin biyolojik gelişimleri için gerekli genetik bilgiyi taşıyan bir çeşit nükleik asittir. DNA, canlının özelliklerinin soydan soya geçmesini sağladığı için bazen kalıtım molekülü olarak da adlandırılır. Bakterilerde ve diğer basit hücreli canlılarda DNA hücrenin içinde dağınık biçimde bulunur. Hayvanları ve bitkileri oluşturan daha karmaşık hücrelerde ise DNA nın çoğu hücre çekirdeğindeki kromozomlarda bulunur. Enerji üreten kloroplast ve mitokondri organellerinde ve pek çok virüste de bir miktar DNA bulunur.

Moleküler Yapı

Bazen "kalıtım molekülü" olarak adlandırılsa da, DNA aslında tek bir molekül değil, bir çift moleküldür. Bu çift molekül, bir sarmaşığın dalları gibi birbiri çevresinde dönerek bir sarmal oluştururlar. Sarmaşık dalına benzer her molekül, bir DNA "ipliği" dir. Bu iplikler birbirlerine kimyasal olarak bağlanmış nükleotidlerden oluşur. Nükleotidler ise bir şeker, bir fosfat ve bir de dört çeşit azotlu temellerden–bazlardan birisinden oluşur. Bu dört çeşit temel, adenin, timin, sitozin ve guanindir. Sırası ile A, T, C ve G harfleri ile kısaltılırlar.

Bir DNA ikili sarmalında, iki polinükleotid (çok nükleotidli) iplik hidrofobik etki ile bağlanabilirler. Hangi ipliklerin birleşik kalacağı zıt eşleşme ile belirlenir. Her temel diğer bazların yalnızca bir çeşidi ile hidrojen bağları kurabilir (A ile T, C ile ise G bağ kurabilir) böylece bir iplikteki bazın ni-

teliği kurulan bağın gücünü belirler; zıt bazlar ne kadar çok olursa kurulan bağ da o kadar güçlü ve uzun ömürlü olur.

"Bu yapıları daha sonra ayrıntılı olarak göreceğiz"

DNA nın Çoğalması

DNA çoğalması ya da DNA sentezi, hücre bölünmesi öncesinde çift sarmallı DNA nın kopyalanması işlemidir. Kopyalanan yeni DNA iplikleri hemen hemen tamamen aynıdır, ancak zaman zaman çoğalmadaki hatalar nedeniyle kopyalama mükemmel olmaz ve sonuçtaki her iki sarmal da bir eski ve bir yeni iplikten oluşur. Buna yarı korunumlu çoğalma denir. DNA nın çoğalması işlemi üç adımdan oluşur: *başlatma, ikileşme* ve *sonlandırma.*

"Şimdi DNA nın bulunmasında günümüze kadar olan aşamalar bir bakalım derim"

DNA'nın Uzun İnce Yolculuğu

1869 DNA (Dioksi Ribonükleik Asit) bulundu

1955 James Watson ve Francis Crick, DNA'nın yapısını çözmeyi başardılar.

1966 Bilim adamları, proteinler ile amino asitler arasındaki ilişkinin nasıl çalıştığını ortaya çıkardılar.

1973 DNA'lar üzerinde ayrıntılı çalışmalara olanak sağlayan genetik mühendislik faaliyeti başladı. 1983 Bilinen yaklaşık dört bin adet "kalıtsal" hastalığın nedeni sayılan genlerin araştırılması başladı.

1984 İnsanların DNA "parmak izi" alınmaya başlandı. Suçlular kolayca belirlenir oldu.

1990 15 yıl sürmesi öngörülen ve üç milyar dolara mal olacağı hesaplanan "Genome Projesi" başlatıldı.

1992 Bir Fransız araştırma ekibi, genetik şifreyi çözme yolunda ilk adımları attı.

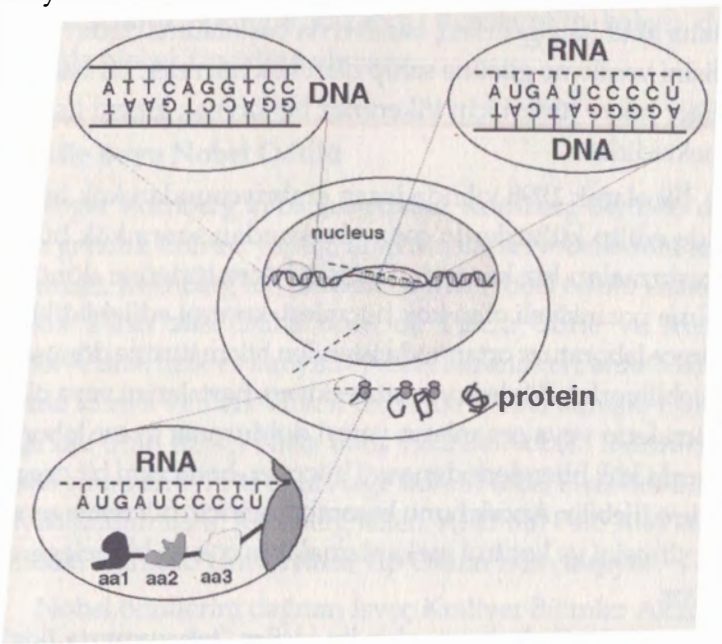
1993 İngiltere'deki Sanger Centre adlı bilim araştırma laboratuarı açıldı.

1995 Yaşayan bir organizma ile ilgili ilk Genom çalışması tamamlandı. Aynı yıl ilk kez bir solucanın genomu çözüldü.

1999 DNA'nın bilmece sayılan ünlü 22 numaralı kromozomu ortaya çıkarıldı.

2000 Genom projesi tamamlandı.

2003 İnsan genomunun ilk modelinin oluşturulması bekleniyor.



Kök Hücreler

Farklı hücre tiplerine dönüşebilme potansiyeline ve kendisini yenileyebilme gücüne sahip olan hücrelere "kök hücre"adı verilmektedir. Vücudumuzdaki kas, cilt, karaciğer hücreleri gibi hücrelerin belli bir hedefi var ve bölündüklerinde yine kendileri gibi bir hücre oluşturlar. Yani karaciğer hücresi bölününce yeni bir karaciğer hücresi oluşur. Bundan farklı olarak, kök hücrelerin bu şekilde belirlenmiş bir görevleri yoktur. Aldıkları sinyale göre farklı hücre türlerine dönüştürürler. Bunu kontrol eden unsurlarsa genlerdir. Bir kök hücresinin hangi hücreye dönüşeceğini hücre çekirdeğindeki genler belirlemektedir. Diğer hücreler ölünce veya hasar görünce, kök hücreler hangi hücre türüne ihtiyaç varsa o hücreye dönüşürler. Bu işlem sırasında bazı genler daha aktif hale gelirken, bazıları da baskılanmaktadır. Kendisini yenileme gücüne sahip olan kök hücreler, bir bakıma diğer hücre türleri için tükenmez bir kaynak görevi üstlenmektedirler.

İlk olarak 1998 yılında insan embriyosundan kök hücre elde edilip kültürlerde çoğaltılmasından sonra kök hücre araştırmaları hız kazandı. Değişik hücre türlerine dönüşebilme potansiyeli olan kök hücreleri, kontrol edilebildikleri sürece laboratuar ortamında istenilen hücre türüne dönüştürülebiliyorlar. Böylece vücutta eskiyen, hastalanan veya ölen hücrelerin veya organların yerini doldurmak üzere laboratuarda kök hücrelerinden yeni hücreler, hatta yeni bir organ elde edilebilir. Ancak bunu başarabilmek için hücrenin genetik şifresini ve kontrol mekanizmalarını çok iyi bilmek gerekiyor.

Genetik şifreleri aynı olan bu kişiler "tek yumurta ikiz"

leridir. Beşinci günden, yani 2-3 hücre bölünmesinden sonra meydana gelen hücreler "blastosit" denilen küresel bir şekil alırlar. Bu kürenin içerisindeki hücreler vücuttaki tüm hücrelere dönüşebilecek potansiyele sahipler; ancak tek başlarına tüm organizmayı oluşturamamaktadırlar.

"2006 Yılının Nobel ödülleri benzer çalışmalara verildiğini anımsıyorum?"

"Tıp ve kimya dalındaki ödüller yine konumuzla çok ilgili, hem de adları çok tanıdık"

"Kimlermiş bakalım"

"2006 Kimya Nobel'i hücre çalışmalarına verildi"

ABD'li bilim insanı Roger D. Kornberg, hücrelerin genlerden protein üretme süreçleri üzerine araştırmasıyla, 2006 Nobel Kimya ödülünü kazandı. Kornberg'in babası da 1959'da Nobel Tıp ödülü almıştı.

Aile Boyu Nobel Ödülü

Roger Kornberg'in babası Arthur Kornberg de, 1959'da yine genetik üzerine yaptığı araştırmalarla Nobel ödülü kazanmıştı. Kornberg'ler, babadan oğula Nobel ödülü kazanmada 6'ıncı aile. Daha önce de Pierre Curie ve Irene Joliot-Curie, fizik ve kimyada Nobel kazanırken, anne Marie Curie kimya ve fizik olmak üzere iki Nobel almıştı. Danimarkalı ünlü fizikçi Niels Bohr 1922'de Nobel'i kazanmış, daha sonra da 1975'te oğul Aage Bohrs Nobel Fizik ödülüne layık bulunmuştu. Kornberg halen, ABD'nin Palo Alto kentindeki Stanford Üniversitesi Tıp Okulu'nda çalışıyor.

Nobel ödüllerini dağıtan İsveç Kraliyet Bilimler Akademisi'nden yapılan açıklamada; Kornberg'in araştırmalarının

RNA ve diğer genetik çalışmalara önemli bir ufuk açtığı belirtildi.

2006 Nobel Tıp Ödülü iki genetikçinin

Andrew Z. Fire ve Craig C. Mello genetik bilgilerin aktarılması alanında geliştirdikleri teknikle tıp dalındaki Nobel ödülünü paylaştı. Söz konusu teknik, yüksek kolesterole yol açan genlerin yok edilmesini sağlıyor. Bu yöntemle sayesinde pek çok hastalığın önlenmesi hedefleniyor. Fire ve Mello bu alandaki keşiflerini 1998 yılında yapmıştı. İki bilim adamı yaklaşık 1,4 milyon dolar değerindeki para ödülünü de paylaşacak.

ABD'li bilim adamları Andrew Z. Fire ve Craig C. Mello'nun 2006 Nobel Tıp Ödülüne layık görülen çalışmaları, bilim adamlarının kanser gibi çeşitli hastalıklar için yeni tedavi yöntemleri bulmalarına yardımcı olacak.

"Genetik bilginin akışının denetlenmesi" için bir yöntemi keşfeden Fire ve Mello, araştırmacıların kandaki kolesterol seviyesini artıran genleri yok etmesine ve diğer hastalıklarla mücadelelerine yardımcı olabilecek "RNA müdahalesi" sürecini keşfetmeleriyle İsveç'in Stockholm kentindeki Koralinska Enstitüsü tarafından bu ödüle layık görüldü.

Enstitü tarafından yapılan açıklamada, "Bu yılın Nobel ödülü sahipleri genetik bilgi akışının denetlenmesi için temel bir mekanizma keşfettiler" denildi. Bitkilerde, hayvanlarda ve insanlarda doğal yoldan oluşan RNA müdahalesinin, gen kavramı açısından büyük önem taşıdığı belirtilen açıklamada, bunun ayrıca, virüs bulaşmalarına karşı savunmada rol oynayacağı ve genleri denetim altında tutacağı kaydedildi.

Stanford Üniversitesi'nden Fire ve Massachusetts Üniversitesi' nden Mello, 10 milyon İsveç Kronu değerindeki ödülü 10 Aralık'ta düzenlenecek törenle alacaklar. 10 Aralık 2006 da düzenlenen bir törenle, Nobel Ödülleri, İsveç Kralı tarafından Stockholm kentinde sahiplerine verildi.

"2006 yılında, Nobel alanlar arasında bir de Türk vardı?"

"Ever, Edebiyat dalında yazarımız Orhan Pamuk da bu Ödülü aldı, Ülkemiz ve Türkçe'miz için çok gurur verici bir olay"

"Böylece Nobel tıp ve kimya ödüllerini de verip, hücre ve genler üzerindeki çalışmalarımızı tamamladık"

"Şimdi ne yapıyoruz?"

"Öykü, biraz da soluklan, okuduklarımızı iyice özümseyelim, daha gidilecek çok yolumuz var"

"Evet, az gittik, uz gittik

Dere tepe düz gittik"

"Evet, çalışmalarımız çok güzel gidiyor, Evrende ve Yeryüzünde yaşamın nasıl başladığını devirleri gördük, ne kadar da çeşitli canlılar, gelip geçmiş, tek hücreliden, kabukluya, yumuşakçalardan, sürüngenlere, omurgalılar, memeliler, böylece uzayıp gidiyor"

"Evet, çoğu kaybolup gitmiş, koskoca dinozorların nasıl olup da yok olduğunu anlamak zor. Onlar bir gerçek, doğmuşlar yaşamışlar, kalıntıları ve fosilleri, kanıtları her yerde var, daha da yenilerini bulacağımıza inanıyorum"

"Pekâlâ, şimdi su soruyu sormak lazım galiba. Bütün bu canlılar, nasıl olup da kendine benzer kendi özelliklerini taşıyan canlı soyunu devam ettirmişler, nasıl olup da bu kadar çeşitlenmişler, farklılaşmışlar?"

"Evet, karşımızda yine çok çetrefilli bir soru çıktı, ince uzun bir yolumuz daha var. Nereden başlasak acaba?"

"Bizim Karaçete ye bir sorsak mı, ne dersin?"

"Ben sordum bile"

"Peki, cevap geldi mi?" "Hayır, henüz değil"

"Bu arada kimlik bulma çalışmaları nasıl gidiyor?

"Gizemini koruyor"

Genetik Bilimi ve Genlerimiz

"O zaman biz yolumuza devam edelim, aklıma şu soru geliyor? Hücre çekirdeğinin içinde, DNA ve RNA gibi nükleidlerin, nasıl olup da canlı yaşamı devam ettirdikleri ve bazı bilgileri nerede ve nasıl sakladıkları"

"Sonra da bunları nasıl kuşaktan kuşağa aktardıkları"

"Bunu biraz biliyoruz ancak çok derinlemesine incelemek gerekiyor. İnşallah öğrendiklerimiz ve bilgilerimiz bunu anlamağa yeter"

"Evet, doğru bilgisayarın başına, ben de bu arada aldığımız kitapları okumağa devam edeyim"

"Yine gizemli çeteden bir mesaj var"

"Bu kez ne yazmış bakalım"

"Sevgili Öykü,

"Kar beyaz renkli ve karışık alınlı garip bir balina... Vücudunun kimi bölgeleri çizgi çizgi, kimi bölgeleri noktalıydı. Mermerden damarlı bir örtüyle kaplanmış gibiydi ve sonunda 'Beyaz Balina' adını aldı."

"Bu kadar mı?" "Evet, yalnızca dört satır"

"Beyaz bir balinadan söz ediyor, de demek şimdi bu! Beyaz balina da nereden çıktı?"

"Bize bir şeyi anımsatmak istiyor, hem de bulmaca şeklinde"

"Sanki senin bulmaca ve bilmece çözmeyi çok sevdiğini biliyor, gel de çöz bakalım"

"Beyaz balina. Konumuzla ilgisi ne olabilir ki?"

"Sana başka neyi anımsatıyor?"

"Küçükken okuduğum bir kitabı 'Moby Dick'"

"Evet, Moby Dick! Beyaz bir balinanın romanı idi, önce kitaba tekrar bir bakalım"

"Kitaplığımda yok, ancak onunla ilgili internet te bazı bilgiler var"

...Moby Dick adlı bir beyaz balinanın peşine intikam için düşen denizcilerin maceralarının anlatıldığı bu roman, ilk kez 1851 yılında İngiltere'de yayımlandı, ama hiç ilgi görmedi ve çok az sattı. Yaklaşık 70 yıl sonra, Birinci Dünya Savaşı'nın bitiminde edebiyat eleştirmenleri, Moby Dick'i fark ettiler. Karşılarında yalnızca bir macera romanı durmuyordu. Moby Dick, insan ruhunun derin ve karanlık bölgelerine iniyor, felsefi anlamlar taşıyordu. Tartışmasız bir başyapıttı. Tüm dünyada en çok okunan ve sevilen romanlardan biri oldu. Beyaz balina Moby Dick de dünyanın en ünlü balinası unvanını aldı...

"Gerçekten de böyle dev bir beyaz balina var mı?"

Herman Melville'in tüm dünyaya tanıttığı "dev beyaz balina" çok uzun yıllar söylenti ve hayal ürünü kabul edildi. Dev bir beyaz balinanın (albino) olabileceğine bilim adamları da şüpheyle yaklaştı. Ama 1951–52 kışında Norveçli balina avcıları, süt beyazı renginde bir kaşalot öldürdüler. Boyları kaşalot tan hayli küçük olan (3–5 metre) beluga türü

balinalar da beyaz renklidir. 1990 lı yılların başında Sinop'un Gerze ilçesi yakınlarında görülen ve "Aydın" adı verilen balina da beluga türüydü.

"Bu beyaz balina Aydın'ı ben de anımsıyorum. Karadeniz'in karşı kıyısından gelen küçük sevimli bir balina yavrusu idi"

"Sonra ne oldu"

"Çok sevildi ve neşe kaynağı oldu, onu görmek için büyük bir turizm hareketi başladı"

"Ne güzel, peki daha sonra ne oldu?"

"Sevgili Aydın balina, bir süre sonra ülkesine döndü, herkes çok üzüldü"

"Burada da Moby Dick ile ilgili bir şiir buldum"

"Okur musun?"

Belki de büyürüm günün birinde
Derim kalınlaşır korur içimi
Sıcak denizlerden buzlu sulara
Yıllarca bir üzgün balina
Belki beni bir avlayan çıkar
Ahab zıpkınıyla kanatır beni
Binlerce mekik ve iplik sırtımda
Diplere kaçırırım katilimi
Ta derinlerde o nefretiyle
Ben kılıfımla baş başa
Ne güzel ölürler ağır ağır
İş bitip gemi batınca
Köpüren dalgalar sessiz derinler
Ölü gemiciler hepsi düş

Pekod'un peşinde kıyıya vurdum

Kimseler beyaz demesin bana...

"Barış Pirhasan"

"Evet, acıklı bir şiir, buradaki Pekod, kaptan Ahab'ın gemisinin adıydı"

"Ancak henüz konumuza gelemedik, acaba karaçetenin evrimcisi bize neyi anlatmak istemiş?"

"Beyaz renkli albino bir balina, albino biliyorsun bir renk eksikliği hastalığı"

"Doğuştan beyaz saçlı, akşın hayvan veya insan diyor sözlükte, akşın ne demek acaba?" "Kıllarında ve gözlerinde, bazen de derisinde doğuştan boya maddesi bulunmadığı için her yanı ak olan (hayvan veya insan), albino demekmiş"

"Doğuştan, yani kalıtsal bir rahatsızlık"

"Demek ki bizim beyaz balina albino hastası"

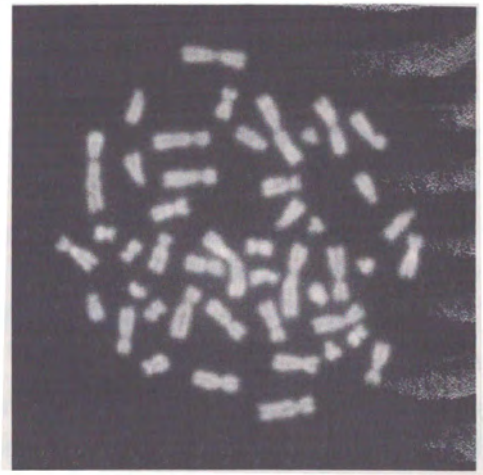
"Evet, tamam bu onun genleri ile ilgili, hücrelerde renk maddeleri nerede bulunuyor idi?"

"Tabii ki. Kromozomlarda"

"Bingo, işte beyaz balinanın gizemi de çözüldü. Haydi, şimdi de kromozom nedir? Ona bakalım"

Kromozom Nedir?

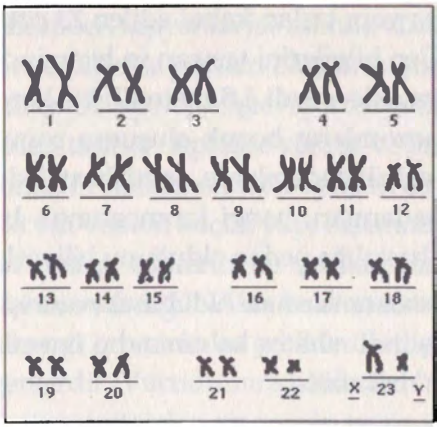
Çok uzun bir molekül olan DNA normalde hücre içerisinde paketlenmiş halde bulunur. Bu paketlemeye yardımcı olan bazı proteinler vardır. DNA'nın bu haline kromatin adı verilir. Diğer taraftan hücrenin bölünmesi gerektiği zamanlarda bu paket daha da sıkı hale getirilir. DNA'nın bu en sıkı paketlenmiş haline kromozom denir.



Kromozom, (Yunanca'dan: chromos = renk + soma = vücut) kökenli bir kelimedir. Her canlı gibi insan da trilyonlarca hücreden meydana gelir. Hücre çekirdeğin içinde ise kromozom adı verilen ipliksi parçalar bulunur. İnterfaz evresinde kromatin ağı şeklinde bulunan DNA, mitoz bölünmenin profaz evresinde kısalıp kalınlaşmaya başlar ve metafaz evresinde en kısa duruma gelir. Yaklaşık 10.000 kat kısalmış haliyle ışık mikroskobunda 100 lük objektifte incelenebilir.

Şekilde elektron mikroskobuyla fotoğrafı çekilen kromozomların sınıflandırılmış şekli görülüyor. Hepsinden bir çift bulunan kromozomların bir tanesi bir yavru hücreye giderken diğeri ikinci yavru hücreye gider. Böylelikle kromozomlar eşit miktarda hücrelere bölünmüş olur. Fakat eşey kromozomları birbirinin aynı değildir. Bu kromozomlardan birisi dişi yavruyu, diğeri erkek yavruyu simgeler.

İNSAN KROMOZOMLARI



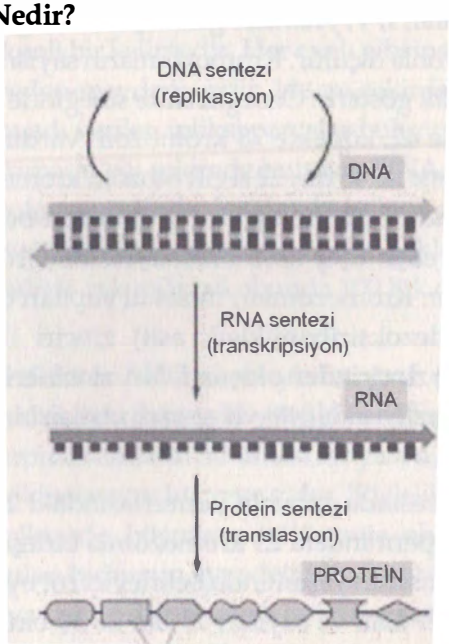
Kromozomlar, İ, V, J harfleri gibi biçimlerde görünür ve boyutları mikronla ölçülür. Kromozomların sayısı canlı türleri de değişiklik gösterir. Örneğin sirke sineğinde 8, kurbağada 26, farede 42, köpekte 78 kromozom vardır. İnsanın kromozom sayısı ise 46 dır. 22 si çift otozom kromozomdur. İnsan hücresinde 1 çift de eşeysel kromozom bulunur ve toplam sayı 46 eder. Eşey kromozomları kadınlarda XX, erkeklerde XY dır. Kromozomlar, molekül yapıları çok iyi bilinen DNA (dezoksiribonükleik asit) zinciri ile histon denilen protein zincirinden oluşur. DNA zincirleri de özgül proteinleri sentezlemekle görevli gen adı verilen birimlerden oluşur.

Döllenme sırasında annenin yumurtasındaki 23 kromozom, babanın spermindeki 23 kromozomla birleşir. İşte bu 46 kromozom insanın yaşamında belirleyici rol oynar. Kromozomlarda yer alan ve sayıları 25 bin ile 30 bin arasında olduğu tahmin edilen genlerin oluşturduğu zincir, kişinin

göz renginden boyuna, yaşam süresinden yakalanacağı hastalıklara kadar pek çok şeyi programlar. Her insan hücresinde yaşamın yapı taşları kabul edilen 23 çift kromozom bulunuyor. Gen bilgilerini taşıyan ip biçimindeki kromozomlar uç uca eklenseydi 1,8 metrelik bir kordon oluştururdu. Kromozomların bozuk oluşumu sonucu, insanın yaşamında değişik dönemlerde, çeşitli hastalıklar ortaya çıkıyor. Bilim adamları, hangi kromozomun bozuk olduğunda hangi hastalığa neden olduğunu biliyorlar

"Evet, kromozomların ne olduğunu ve ne işe yaradıklarını gördük, şimdi rahatça kalıtımın bu önemli bir organı olan 'Genlere" bakabiliriz"

Gen Nedir?



Amino Asit

Hepimiz bütün özelliklerimizi ailemizden kalıtırız. "Kalıtım", anne ve babamızda olan özelliklerin bize geçmesi demektir. Bu özellikleri taşıyanlar ise aslında vücudumuzdaki protein adını verdiğimiz yapıları oluşturan şifrelerdir. Proteinler vücudumuzda pek çok işlevi yerine getiren moleküllerdir. Haberleri taşırlar, tepkime yaratır ve hücrelerimizin içinde yer alırlar. Proteinler olmadan yaşam olmaz. Proteinler amino asit adı verilen küçük yapı taşlarından oluşmuşlardır ve bu amino asitlerin ne şekilde dizilip protein oluşturacaklarının şifresi DNA'da bulunmaktadır. DNA'da bulunan ve hangi proteinin ne şekilde üretileceğini söyleyenler ise genlerdir. Vücudumuz genlerden aldığı bilgiye göre gerekli olan proteinleri ne zaman ve ne şekilde üreteceğine karar verir. Her bir genin kodladığı bir protein vardır.

Gen dediğimiz şifre, bir kasanın şifresi gibi yan yana gelen harflerden oluşmaktadır. Bu harfler dört adet "baz"ı tanılamaktadır. Bu bazlar adenin, guanin, sitozin ve timin olarak adlandırılmakta ve A, G, C ve T kısaltmaları ile gösterilmektedir. Şifre ise A, G, C ve T'nin yan yana dizilmiş halidir. Protein işaretlemek demek, gereken zamanda genin harekete geçerek doğru şifreyi proteini üretecek olan yapılara göndermesi demektir. Sonuç olarak bir gen bir proteine karşılık gelen DNA dizisi olarak tanımlanabilir.

DNA'dan bir protein oluşturulması gerektiği zamanda haberci RNA adı verilen bir kopya hazırlanır ve kopya ile istenilen protein üretilir. Bu kopya üretilecek olan protein için bir kalıp görevi görür. DNA'nın kalıbının çıkarılmasına transkripsiyon ve bu kalıptan gerekli proteinin üretilmesine translasyon adı verilir.

Gen dediğimiz şifre, DNA molekülünün ortalama 1500 nükleotid ten oluşmuş canlının kalıtsal özelliklerinden herhangi birini taşıyan parçasıdır. Genler, kalıtımın temel fiziksel ve işlevsel birimidir. Her gen, protein veya RNA molekülü gibi özel bir işlev taşıyan kromozomların belli bir noktasındaki nükleotid dizilerinden oluşur. Klasik genetikte gen, bir alt birim olarak kullanılır. Değişim ve birleşimlerin genlerde oluştuğu kabul edilir. Kalıtım olayı, doğrudan kromozomların mitoz ve mayoz bölünmeler ve döllenmedeki davranışlarına bağlıdır. Her bir kromozomda sayısız kalıtım birimleri, genler bulunur ve bunların her biri birbirinden farklı olup, ayrı ayrı bir veya birkaç karakteri birden kontrol ederler. Genler kromozomlarda yer aldıklarına ve bir hücrede her bir kromozomdan iki tane bulunduğundan her bir hücrede genler bir çift olarak bulunur. Mayozda kromozomlar birbirinden ayrılıp döllenmede tekrar bir araya geldiklerine göre genler de aynı davranışı gösterirler. Her bir kromozom genetiksel olarak doğrusal düzende gen dizişlerine sahipmiş gibi davranır ve bu gen düzenlenişleri homolog(eş) kromozomlarda birbirinin aynısıdır.

Genler Ve Genom

Bütün genlerin tek tek toplamı ve bütün kromozom seti o canlının "genomu" şeklinde tanımlanır.

"Genom nedir? Oradan başlayalım"

Bir organizmayı oluşturmak için gerekli bilgilerin toplamına genom diyoruz. Bir diğer deyişle, bir hücredeki genetik materyalin tamamı o organizmanın genomunu oluşturur. Yine diğer bir tanımla genom, bir organizmanın DNA'sının tamamı olup o organizmanın yaşamı boyunca tüm

yapı ve aktivitelerini belirleyecektir. Tüm bu tanımlar, genomun DNA materyalinden ibaret olduğunu, her iki terimin de genetik materyali ifade ettiğini göstermektedir. Bu materyal, sıkı bir yumak halinde biçimlenerek kromozom adını verdiğimiz silindirik yapıları oluşturur. Prokaryot adı verilen tek hücreli basit canlılarda (bakteriler) tek bir kromozom oluşturan bu materyal hücre içerisinde serbest iken, ökaryot adını verdiğimiz daha ileri canlılarda (algler, mantarlar, bitkiler, hayvanlar, insanlar) her hücrede birden fazla kromozom şeklinde bulunur ve bu kromozomlar özel bir bölüm olan hücre çekirdeği içinde yer alırlar. Serbestçe açılması halinde 2 metreye yaklaşan DNA molekülü, sıkı bir yumak oluşturması sayesinde mikroskobik büyüklükteki hücreye sığmaktadır.



DNA Çift Sarmalı

DNA molekülü birbiri etrafında kıvrılmış iki iplikten oluşmuştur. Aynı zamanda bükülmüş bir merdivene benzer. Bu merdivenin kenarlıkları, şeker ve fosfat moleküllerinden oluşmakta olup nitrojenli bazlardan oluşan basamaklarla birbirlerine bağlanırlar. Bir başka deyişle, iki DNA ipliği her birinin taşıdığı nitrojenli bazlar arasında oluşan zayıf bağlarla birbirine bağlanmış bir "çift sarmal" yapısı oluşturur. Her bir iplik, birbirine benzer ve nükleotid adını verdiğimiz (şeker+fosfat+baz) ünitelerin doğrusal bir tekrarından oluşur ve polinükleotid zincir adını alır. DNA' nın yapısında bulunan bazlar, adenin (A), timin (T), sitozin (C) ve guanin (G) olmak üzere 4 çeşit olduğunu biliyoruz.. Her bir nükleotidin yapısında, bu bazlardan herhangi birisi bulunacaktır. İki DNA ipliğinin bazlar aracılığı ile yukarıda anlatıldığı şekilde birbirine bağlanmasında sürekli olarak adenin ile timin bazları arasında (A–T / T–A) ve guanin ile sitozin bazları arasında (G–C/C–G) eşleşme olmaktadır.

Hücreler iki yeni hücre oluşturmak üzere bölünecekleri zaman, genom kendini eşler ve DNA'nın kendini eşlemesi (replikasyon) adını verdiğimiz bu olay hücre çekirdeğinde gerçekleşir. Öncelikle baz çiftleri arasındaki zayıf bağlar açılır, iki iplik birbirinden ayrılır. Her iplik üzerinde eşleme yapılır ve yeni oluşan iplikler kalıp olarak kullandıkları ipliğin tamamlayıcısı olurlar ve bu şekilde oluşan iki yeni çift sarmal, özgün sarmalın tam kopyasıdır.

Polinükleotid zincir üzerinde bazların dizilim sırasına DNA dizilimi diyoruz. Bu dizilim bir organizmanın oluşması için genetik emirlerin verilmesinden sorumludur ve o organizmanın kendine özgü tüm karakterlerini (dış görünüşü, metabolizması, karakteri ve davranışları, hastalıklarla

savaşma gücü, yetenekleri, vb.) belirler. DNA üzerinde nükleotidlerin (bazların) özgün ve anlamlı bir dizilimi bir gen oluşturmaktadır.

Bu dizilim, protein adını verdiğimiz ve hücrenin tüm etkinliklerinde sorumlu olan biyomoleküllerin yapısını şifreler. Özgün bir memeli hücresinde yapı ve işlevleri birbirinden farklı en az 10.000 protein vardır; hücreye mekanik destek sağlayan yapısal proteinler, metabolik reaksiyonlarda biyokatalizör görevi yapan enzimler, hormonlar, hücreye madde giriş çıkışından sorumlu proteinler, hastalıklarla savaşmamızı sağlayan antikorlar, vb. Proteinler büyük ve karmaşık moleküllerdir ve amino asit adı verilen yapı taşlarından oluşurlar. Canlı hücrelerinde 20 farklı amino asit bulunmakta olup bu amino asitlerin dizilim şekli, oluşan proteinlerin yapı ve fonksiyonlarını belirler. DNA üzerinde yanyana bulunan her 3 bazlık dizilim kodon (3 harften oluşan kod) olarak isimlendirilen bir şifreyi oluşturur. Her bir kodon, içerdiği bazların cinsi ve sırasına bağlı olarak belirli bir amino asiti şifreler (genetik şifre). Ortalama gen büyüklüğü 3000 baz çifti civarında olup 1000 amino asitten oluşmuş bir protein molekülünün yapısını şifreleyecektir.

DNA molekülü, bir zar ile hücrenin diğer kısımlarından ayrılmış olan hücre çekirdeğinin içerisinde hareketsizdir. Oysa proteinlerin yapımı çekirdek dışında gerçekleşir. Bu nedenle DNA'daki şifreyi protein üreten makineye taşıyacak bir aracıya gereksinim vardır. Mesajcı–ulak ribonükleik asit (mRNA), DNA üzerinde mevcut genetik şifrenin protein yapısına aktarılmasında, bir diğer deyişle gen ile o genin kodladığı protein arasında bilgi akışına aracılık eden moleküldür. Bu molekül, geni oluşturan DNA çift sarmalının ip-

liklerinden birisinin kalıp olarak kullanılması ile yapılır (yazılım işlemi; transkripsiyon) ve dolayısı ile kalıp olarak kullanılan gendeki tüm bilgiye sahiptir. Küçük ve hareketli olan mesajcı molekül, çekirdek zarını geçerek protein üreten makineye ulaşır ve üzerinde taşıdığı şifre sayesinde amino asit moleküllerinin protein yapısına belli bir sıra ve düzen içerisinde girmesini sağlar. Yapı taşları olan amino asit moleküllerinin şifreye uygun biçimde birbirlerine bağlanması ile proteinlerin oluşması sürecine çeviri işlemi (translasyon) adı verilir.

İnsan genomunun toplam büyüklüğü yaklaşık üç milyar baz çiftidir. Büyüklüğünü ifade edebilmek için örnek vermek gerekirse, insan genomundaki DNA dizilimi bir kitap oluşturSaydı bin sayfalık bir ansiklopedinin iki yüz adet cildine sığabilirdi. Bir diğer örnekle, DNA üzerinde 1 milyon baz (megabaz) 1 megabaytlık bilgisayar veri saklama alanına eşit olup insan genomundaki toplam 3 milyar baz, 3 gigabaytlık bir hafızaya karşılık gelmektedir. Bazı canlıların genom büyüklükleri karşılaştırmalı olarak aşağıdaki çizelgede verilmiştir:

İnsan	3000 milyon baz (~100.000 gen)
Fare	3000 milyon baz (50.000– 100.000 gen)
Meyve Sineği	165 milyon baz (15.000– 25.000 gen)
Maya	14 milyon baz (12.000– 14.000 gen)
E. coli	4.67 milyon baz (3237 gen)

İnsan hücrelerinde biri anneden diğeri babadan gelen 2 set kromozom vardır. Her sette 23 kromozom bulunur; bunların 22'si otozom adını verdiğimiz (cinsiyet belirlemeyen) kromozomlar olup bir adet de seks kromozomu (X veya Y) mevcuttur. Dişide bir çift X, erkekte bir X, bir de Y kromozomudur. Kromozomların yapısında proteinler de vardır ve herbir kromozom yaklaşık 150 milyon baz çifti büyüklüğündedir. Kromozomlar özel boyalar ile boyandığında ışık mikroskobu altında görülebilirler; A, T, G, C miktarlarına bağlı olarak açık veya koyu bantlar oluştururlar. Kromozomlar büyüklüklerine ve bantların durumuna göre ayırt edilebilirler (karyotip analizi). Çeşitli kromozom bozuklukları (eksik veya fazla kopyalar, kırıklar ve yeniden birleşimler) birtakım hastalıklara neden olur. Örneğin Down's sendromu olarak bilinen hastalıkta 21. kromozom 3 kopyadır.



İnsan genom projesinin temel hedefi, insan genomunun ayrıntılı bir fiziksel haritasını elde etmektir. Baz çifti sayısı temelinde genlerin dizilimi ve aralarındaki uzaklığı gösterecek bu haritanın elde edilmesi, ancak DNA üzerindeki nükleotidlerin dizilim çözümlemesi (sekanslama) ile olanaklıdır. Elde edilen insan genomu gösterge dizisi, yeryüzünde yaşayan her bireyin genom dizisine birebir uymayacaktır.

Kadınlardan kan örnekleri, erkeklerden ise sperm örnekleri alınmıştır, kadınlarda Y kromozomu bulunmadığından sperm örnekleri özellikle önemlidir. İlk referans genom dizisinin oluşturulmasının 10–20 birey bazında olacağı tahmin edilmektedir.

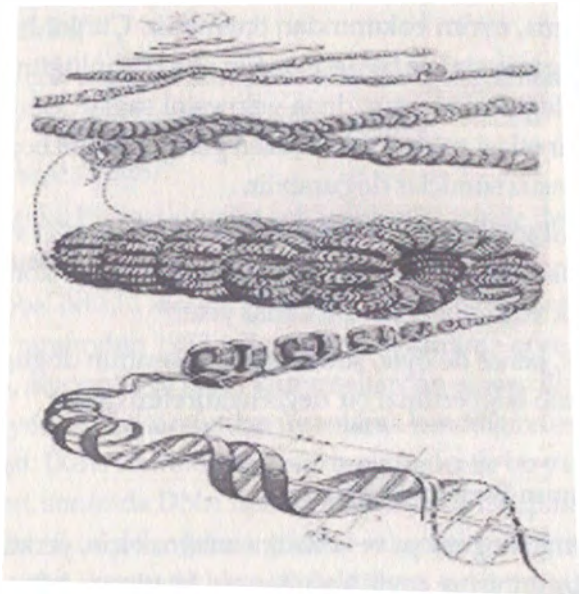
Fiziksel haritanın elde edilmesi için öncelikle seçilen kromozomun çok küçük parçacıklara ayrılması, bu parçacıkların ayrı ayrı dizi analizlerinin yapılması ve elde edilen verilerin birleştirilmesi gerekir. Bu amaçla, restriksiyon enzimleri adı verilen ve DNA' nın belirli dizilerini tanıyıp molekülü o dizilerden kesen enzimler kullanılır. Daha sonra, elde edilen parçacıkların daha ileriki çalışmalarda kullanılabilmesi için kopyalanması (çok sayıda kopyasının elde edilmesi) işlemine geçilir. Farklı DNA parçacıklarında birbiri ile örtüşen diziler belirlenmek suretiyle kromozom boyunca uzun bir dilimi, hatta tüm kromozomu temsil eden sıralı bir kopyalama koleksiyonu (kontig) elde edilir. Bu yolla elde edilen harita "kontig harita" olarak isimlendirilir.

İnsan Genlerini Uç Uca Eklesek...

İnsanın genetik yapısını oluşturan malzeme olan DNA' lar, dört ana kimyasal bloktan oluşur. A (Adenin), T (Tymin), C (Cytosin) ve G (Guanin) kodlarıyla anılan bu

kimyasal bloklar, kromozomlarla birlikte yaklaşık üç milyar kimyasal 'konaklama yeri' inde toplanıyor. Her bir insanın vücudunda, bu 3 milyar buluşma yerinin dizilişi kişiye özel bir farklılık gösterir. Bu yapının büyüklüğü ve karmaşıklığı, şu örneklerle anlatılmaya çalışalım:

Eğer bir insanın vücudundaki tüm DNA bloklarının dizilişini bir kitapta toplayarak yazıya dökmek mümkün olsaydı, dünyanın en kalabalık kentlerinden New York- Manhattan'ın telefon rehberinin (bin sayfa) 200 cilt halinde basılması (200 bin sayfa) gerekirdi.



Yine, insanın DNA yapısını oluşturan elemanların adlarının tek tek sesli olarak okunması 9,5 yıllık bir süre alır. Bilgisayar terimleşmesini bilenler için verilebilecek bir ölçü böyle bir bilginin depolanması için üç 'giga' bayt bellek gerektiğidir.

İnsan vücudunda yaklaşık 100 trilyon hücre bulunduğu göz önüne alındığında, bu DNA'lar birbiri ardına dizilecek olsa, dünyadan güneşe olan yaklaşık 150 milyon kilometrelik mesafe, tam 600 kere kat edilirdi.

Kopyalama (Duplikasyon)

Kopyalama, bir kromozomun bir parçasının o kromozom üzerinde iki veya daha fazla sayıda tekrarla görülmesi şeklindeki kromozom aykırılığıdır. Yani kromozomun bir kısmının kendi kendini eşlemesi olarak da tanımlanabilir. Kopyalama, evrim bakımından önemlidir. Çünkü hücreye ek DNA girmesini ve böylece özgün gen bütünlüğünü bozmadan değişimlerin meydana gelmesini sağlar. Genellikle zararlı bir etkisi yoktur, fakat bazen gen dengesini bozduğu için olumsuz sonuçlar doğurabilir.

"Şimdi şöyle derin bir nefes alalım, kromozomlar ve genler konusunda pek çok şey öğrendik. Ancak bu konu çok karmaşık ve derin, bence bu kadar yeter"

"Evet, bence de öyle, şimdi istersin yaşamın doğuşu konusundaki bilgilerimizi bir değerlendirelim derim"

Yaşamın Evrimci Doğuşu

Yaşamın doğuşunu ve kökenini anlamak için, yerkürenin ilk atmosferinin ve çevre koşullarının bileşimini bilmek gerekir. Günümüzde yerküre, çok miktarda oksijen ve demir gibi daha ağır elementler içermektedir. Yeryüzü atmosferi, yaklaşık olarak %80 azot ve %20 oksijenden oluşur. Bunun nedeni, hidrojen ve helyum gibi daha hafif elementlerin, yerçekiminin onları tutmaya yetmemesinden dolayı dünyanın

atmosferinden kaçmış olmalarıdır. Jüpiter ve Satürn gibi daha büyük kütle çekime sahip büyük gezegenler, yoğun bir hidrojen ve helyum atmosferini kendi etraflarında tutabilmişlerdir.

"Bu durumda daha küçük bir kütle çekimi olan bizim küçük Ay'ımız ise tüm atmosferini yitirmiştir"

"Evet, bu çok açık ve kanıtlandı. Ancak benim anlamak istediğim, aminoasitler ve diğer yalın moleküllerden oluşan ilkel çorbadan ilk canlı hücreler nasıl ortaya çıktı?"

"İnsanların bunu anlaması için 4 milyar yıl kadar beklemesi gerekti"

"Bu çok uzun bir süreç ben o kadar bekleyemem"

"Biz oldukça şanslı bir kuşak sayılırız"

"Peki, o neden?"

"Çünkü bu varsayımlar çok yakın süre içinde deneylerle kanıtlandı"

Nobel ödüllü kimyacı Harold Urey ve öğrencisi Stanley Miller tarafından 1953'te öne sürülen kurama göre yaşam, metan, amonyak ve diğer kimyasallardan oluşan ilk atmosferde, yıldırımlar tarafından uyarılarak kendiliğinden ortaya çıkmıştı. Daha sonraki kimyasal tepkimeler ile bu yaşam bileşikleri, sonunda DNA ikili sarmalını ya da tek iplikli RNA yı (ki her ikisi de çoğalma gücüne sahiptirler) doğuran gittikçe artan karmaşıklıkta moleküllere gelişmesini sağlıyordu. Bu soruna, yakın bir tarihte kaos kuramının bir dalı olan karmaşıklık açısından yaklaşıldı.

Staurt Kauffman, karmaşıklık ve genetik üzerine yürüttüğü çalışmasında, fizik ve kimya yasalarının doğal işleyişi ile moleküler kaostan düzenin kendiliğinden çıkmasının bir

sonucu olarak bir tür yaşamın doğmasının olanaklı olduğu öne sürdü. Eğer ilk yaşam çorbası aminoasitçe yeterince zengin ise, rasgele bir tepkime beklemeye gerek olmayacaktı. Bu çorba içindeki bileşiklerden, tutarlı, kendini pekiştirebilen ve zincirleme bir tepkime ağı oluşabilirdi.

İlk hayvan organizmaları, bitki hücrelerinin ürettiği enerjiyi özümseyebilen hücrelerdi. Değişen atmosfer, morötesi radyasyonun ortadan kalkması ve mevcut yaşam biçimlerinin varlığı, günümüzde yeni bir yaşamın oluşumunu olanaksız kılar (şüphesiz gerekli koşullar yapay yollarla laboratuarlarda yaratılmadığı sürece). Okyanuslarda herhangi bir rakibin veya yırtıcının olmadığı durumda, ilk bileşikler çok hızlı bir şekilde yayılacaktı. Belli bir aşamada, kendisini çoğaltma yeteneğindeki bir nükleik asit molekülünün oluşumuyla nitel bir sıçrama söz konusu olacaktı: Canlı bir organizma veya organik madde böylelikle inorganik maddeden ortaya çıkmış olur. Yaşamın kendisi belli bir tarzda örgütlenen inorganik maddenin ürünüdür. Milyonlarca yıllık uzun bir dönemde yavaş yavaş değişimler gözükmeye başlayacak, bu da sonunda yeni yaşamların ortaya çıkışına yol açacaktı.

Bildiğimiz şekliyle yaşamın evrimleşmesinin önündeki temel engellerden biri, Arkeozoyik dönemde atmosferin üst katmanlarında bir ozon perdesinin olmayışıydı. Bu durum, okyanusların yüzey katmanlarının, yaşamı başlatan DNA molekülünü etkisizleştiren morötesi ışınlar da katılarak her tür ışını geçirmesine yol açıyordu. İlk ilkel canlı organizmalar –prokaryot hücreler– çekirdeksiz ve hücre bölünmesi yeteneğinden yoksun tek hücrelilerdi. Ama morötesi ışınlara karşı göreli bir dirençleri vardı, hatta bir teoriye göre varlık-

ları bu ışınlara bağlıydı. Bu organizmalar 2,4 milyar yıl boyunca yerküre üzerinde egemen olan yaşam biçimiydiler.

Yaşam bir kez ortaya çıktığında, bizzat gelecekte tekrar ortaya çıkmasına engel olan bir etmen haline gelir. Yaşamın bir yan ürünü olan moleküler oksijen, (ışığın enerjiye dönüştüğü) fotosentez sürecinden ortaya çıkar. Bugün yerkürede var olan yaşam, temelinde insanlık tarafından çok önceleri kavranmış iki büyük kümeye ayrılır; oksijen soluyan hayvanlar ve fotosentez ya da ışıkla büyüyen bitkiler.

"Hayvanlar karanlıkta yaşayabilirler, ama ister serbest hava şeklinde olsun ister suda çözünmüş oksijen şeklinde, soluyacak bir havaya gereksinim duyarlar değil mi?"

"Evet, bitkiler oksijene ihtiyaç duymazlar -aslında gün ışığında oksijeni üreten onlardır- buna karşın karanlıkta uzun süre kalırlarsa büyüyemez ve yaşayamazlar"

"Öyleyse hangisi önce ortaya çıktı? Yoksa onlardan önce bir başka yaşam biçimi mi vardı?"

Yaşam tarihi, iç hücre anatomisi ve hayvan ve bitki özümsemeleri üzerine yapılan ayrıntılı çalışmalar, hem bitkilerin hem de hayvanların, bir zoo-fitin(gittikçe ayrışan) özelleşmiş türevleri olduğunu gösteriyor. Bu zoo-fitinler, hayvanların ve bitkilerin işlevlerini aynı anda gerçekleştirebilen ve hem bir oksitleyici hem de "ışık bireşim görevlisi" olarak davranabilen bugünün bakterilerine benzeyen bir şey olmalıydılar.

Yaşam Nasıl Ortaya Çıktı

Yaşayan, algılayan, düşünen yaratıkların inorganik maddeden nasıl ortaya çıktığı sorunu kadar ilgi çeken ve önem

taşıyan başka bir konu yoktur. Bu bilmece eski zamanlardan beri insan aklını uğraştırmış ve bu soruya çeşitli şekillerde yanıtlar verilmiştir. En geniş anlamda üç eğilimi ayırt edebiliriz:

1. Kuram: insanlar da içeri tüm yaşamı Tanrı yarattı.

2. Kuram: yaşam inorganik maddeden kendiliğinden oluşumla ortaya çıktı, tıpkı kurtçukların çürüyen etten ya da kınkanatlıların gübre yığınından oluşması gibi (Aristoteles).

3. Kuram: yaşam dünyaya çarpan bir göktaşıyla dış uzaydan geldi ve sonra da gelişti.

İnorganikten organiğe bu dönüşüm, göreceli olarak yakın tarihli bir görüştür. Kendiliğinden oluşum teorisi ise -yani yaşamın bir hiçlikten kaynaklandığı görüşü- aksine uzun bir geçmişe sahiptir. Kendiliğinden oluşum, antik Mısır, Çin, Hindistan ve Babil'den gelme bir görüştür. Antik Yunan yazmalarında da bu düşünce vardır. "Kurtçuklar" gübreden ve çürümüş etten meydana gelir, bit kendisini insan terinden şekillendirir, ateşböcekleri ölülerin yakıldığı ateşin kıvılcımlarından doğarlar ve sonuncusu, kurbağa ve fareler toprağın neminden ve çiğinden meydana çıkarlar... Onlar açısından kendiliğinden oluşum yalnızca apaçık, deneye dayalı olarak kanıtlanmış bir gerçekti, bunun teorik temeli tümüyle ikincil önemdeydi. Bunun büyük bir kısmı dini efsanelerle ve söylencelerle ilişkiliydi. İlk Yunan filozoflarının yaklaşımı ise, tam tersine nesnel bir nitelik taşıyordu.

T. H. Huxley, 1868'de Edinburgh'da verdiği konferansta, ilk kez açıkça, yaşamın ortak bir fiziksel temele sahip olduğunu açıkladı: Canlı varlıkların hepsinde protoplazmanın

işlevsel, biçimsel ve özsel olarak aynı olduğunu vurguladı. İşlevsel olarak bütün organizmalar hareket etme, büyüyüp gelişme, özümseme ve üreme özelliği gösterirler. Biçimsel olarak çekirdekli hücrelerden ve özlerinde; hepsi karbon, hidrojen, oksijen ve azotlu bir kimyasal bileşik olan proteinlerden oluşmuşlardır. Bu da yaşamın altında yatan birliği çarpıcı bir biçimde açığa çıkarır.

Mikrobiyolojinin babası olan Fransız bilimci Louis Pasteur, birçok deneyden sonra kendiliğinden oluşum teorisini gözden düşürdü.

"Yaşam yalnızca yaşamdan kaynaklanmış olabilirdi"

Yaşamın oluşum sürecinde, dünyanın atmosferi metan, amonyak ve su buharından oluşuyordu. Laboratuarlarda gerçekleştirilen deneyler, su, amonyak, metan ve hidrojen karışımının morötesi ışınımlar uygulandığında, iki yalın aminoasidi ve az miktarda daha karmaşık aminoasitleri ürettiğini göstermiştir. 1960'ların sonunda, uzaydaki gaz bulutlarında karmaşık moleküller bulunmuştur. Bu nedenle dünyanın oluşumunun çok erken aşamalarında, yaşamın veya yaşama yakın bir şeylerin ortaya çıkması için gerekli elementlerin aminoasitler biçiminde zaten var olması bile olanaklıdır. Daha yeni deneyler, tüm yaşamın temeli olan proteinlerin ve nükleik asitlerin başlangıçta var olan "çorba" içinde gerçekleşen normal kimyasal ve fiziksel değişimlerden ortaya çıkmış olabileceğini kanıtlamıştır.

Kesintisiz bir değişim süreci şeklindeki eski evrim düşüncesine özellikle Stephen Jay Gould tarafından meydan okundu. Onun Burgess Şeylin'deki (Britanya Columbia'sındaki önemli bir fosil bölgesi) fosil kayıtları üzerine yürüttüğü araştırmalar paleontolojiyi köklü dönüşüme uğrattı.

"Sonunda onunla karşılaştık"

"Kimimle karşılaştık? Stephen Jay Gould mu?" "Ta kendisi"

"Sen onu tanıyor muydun önceden?"

"Evet, işte burada bir fotoğrafı var, tombul babacan bir kişiliği yansıtıyor"

"Canlıların evrimi konusunda ona her zaman rastlarız, daha yolumuza çok çıkacak"

"Bakalım şimdi neler söylüyor?"

"İstersen önce kendisini biraz tanıyalım"



Stephen Jay Gould, Eylül 1941 yılında doğmuş, Amerikalı bir pleontolojist, evrim biyolojisi ve bilim tarihçisidir. Popüler tarzda çok sayıda eser vermiştir. Çalışmalarını Harvard Üniversitesi ve Newyork'taki Amerikan Doğal Tarih Müzesinde sürdürmüştür. 2002 yılı Mayısın 20 sinde, son kitabı "The Structure of Evolutionary Theory" hakkındaki övgü dolu eleştirileri bile tam okuyamadan bu dünyadan yitip giden bir bilim adamı, usta bir deneme yazarıdır.



"Darwin ve Sonrası, Doğa Tarihi Üzerine Düşünceler" adlı kitabıyla durumu birçok boyutuyla ele alan bu büyük bilim adamı, 1967 den beri Harvard Üniversitesi'nde jeoloji ve zooloji profesörüdür. Onun genç yaştaki ölümü bu alanda büyük bir kayıptır. Ruhu şad olsun. Kitaplarının tam listesi şöyle:

1977. Ontogeny and phylogeny, 1981. The mismeasure of man. 1983. Hens teeth and horses toes. 1985. The flamingos smile.1987. Times arrow, times cycle.1987. An urchin in the storm: essays about books and ideas.1989. Wonderful life: the burgess shale and the nature of history.1991. Bully for brontosaurus.1992. Finders, keepers:eight collectors. 1993.Eight little piggies.1993. The book of life. 1995. Dinosaur in a haystack. 1996. Full house: the spread of excellence from Plato to Darwin.1997. Questioning the millennium: a rationalist's guide to a precisely arbitrary countdown. Newyork:1998.Leonardo'N mountain of clams and the diet of worms. 1999. Rocks of ages: science and religion in the fullness of life. New york: 2000. The lying Stones of Marrakech. 2000. Crossing over: where art and science meet. New York: three rivers. press.

"Gördüğün gibi hemen her yıl bir kitap yazmış"

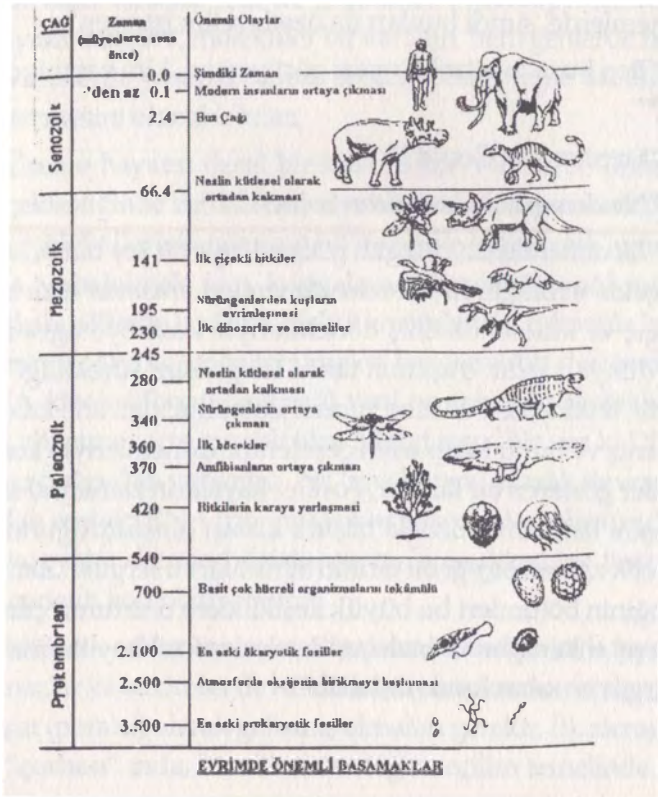
Yaşam kesintisiz bir evrimsel ilerleyişin düz çizgisi üzerinden değil, Stephen Jay Gould'un zeki bir biçimde "kesin-

tili denge" olarak tanımladığı bir süreçten geçerek gelişti. Bu süreçte görünüşte kararlı olan uzun denge dönemleri, türlerin kitlesel yok oluşlar, "Ani ve kataklizmik değişim" dönemleriyle kesintiye uğramıştır. 500 milyon yıl boyunca jeolojik dönemlerin sınır çizgileri, bazı türlerin yok oluşunun diğerlerinin çoğalıp gelişmesinin önünü açtığı böylesi büyük ve ani değişimlerin damgasını taşımaktadır. Bu süreç dağların oluştuğu ve kıtasal kaymaların yaşandığı jeolojik dönemlerin biyolojik eşdeğeridir. Bunu derece derece yavaş olan değişim ve uyum sağlama süreci olarak betimleyen evrim karikatürüyle hiçbir ortak yanı yoktur.

İlk karmaşık çok hücreli yaşam biçimlerinin ortaya çıkışının, yavaşça ilerleyen değişimlerden oluşan uzun bir dönem tarafından öncelenmesi gerekliydi, bu dönem 500 milyon yıl önceki kambriyen patlamasıyla sonuçlanacaktı. Ne var ki, en son keşifler durumun bu olmadığını gösteriyor. Gould ve diğerlerinin araştırmaları yeryüzündeki yaşam tarihinin üçte ikisi boyunca –yaklaşık 2,5 milyar yıl– yaşamın, kayıtlı en düşük karmaşıklık düzeyiyle, yani çekirdeksiz hücrelerle sınırlı kaldığını ve başka bir şeyin olmadığını gösteriyor.

Daha büyük ve daha çapraşık çekirdekli hücrelerle 700 milyon yıl daha geçti, fakat çok hücreli hayvan yaşamına kümelenme söz konusu olmadı. Sonra, jeolojik açıdan bir göz açıp kapama süresi olan 100 milyon yıl daha geçti. Başka bir deyişle, bugün bildiğimiz şekliyle tüm yaşamın temeli olan karmaşık çok hücreli organizmaların ortaya çıkışı, uyum sağlayıcı değişimlerin yavaş ve aşamalı bir "evrimsel" birikimiyle değil, ani ve nitel bir sıçramayla oldu. Bu gerçek bir biyolojik devrimdi, Kambriyenin başlangıcına yakın bir jeo-

lojik anda, neredeyse modern türlerin tamamı çok daha büyük bir düzenlilikle ilk kez ortaya çıkmış, ondan bu yana anatomik deneylerin ömrü uzun olmamıştır. Kambriyen dönemi boyunca, ilkin dokuz deniz omurgasızları türleri (hayvanlar âleminde farklılaşmanın temel birimi) ortaya çıktı. Bu dokuz filum; protozoaları, selenterleri (denizanası, deniz anemonları), süngerleri, yumuşakçaları ve trilobitleri de içerir. Omurgasızlar filumuna girenlerin evrimi yaklaşık 120 milyon yıl almıştır. Öte yanda ise, 2 milyar yıl boyunca yaşamın esas biçimi olan stromatolitlerin ani yok oluşuyla karşı karşıya kalırız.



EVRİMDE ÖNEMLİ BASAMAKLAR

Modern çok hücreli hayvanların fosil kayıtlarında ilk kez belirişi yaklaşık 570 milyon yıl öncedir ve bu uzun bir patlamayla kendisini gösterir. kambriyen patlama, günümüz hayvanların neredeyse tüm büyük kümelerinin ortaya çıkışını (en azından doğrudan kanıt olarak) muştular ve tüm bunlar, jeolojik olarak bakarsak, birkaç milyon yıllık küçücük bir zaman diliminde gerçekleşir,

"Evet, canlıların yaşamı üzerinde güzel bir yolculuk yaptık. Doğada ne kadar da renkli ve çeşitli bir yaşam zenginliği değil mi?"

"İlkel bile olsa çok farklı canlı yaşam biçimleri varmış eski dönemlerde, şimdi bunları da özetleyelim istersen"

"Ben burada güzel bir yazı görüyorum, kim yazmış dersin?"

"Stephen Jay Gould !"

"Ne demiş bakalım bizim S. Jay ?"

"İlk dönemlerde, düzgün gelişme diye bir şey bulamayız, gerçekte uzun göreli sessizlik dönemleri arasında hızlı başlangıç ve kitlesel tükeniş dönemleriyle kesintiye uğratılan bir dünya vardır. Yaşamın tarihi bir gelişim sürekliliği değildir, tersine kısa ve kimi zaman jeolojik açıdan ani, kitlesel tükeniş ve bunu takip eden çeşitlenme dönemleriyle kesikliliker gösteren bir tarihtir. Fosiller kayaların zamansal sıralanışını belirlememizdeki başlıca kıstası oluşturduğundan, jeolojik zaman ölçeği bu tarihin ayrıntılarını sergiler. Zaman ölçeğinin bölümleri bu büyük kesikliklere oturtulur, çünkü kitlesel tükenişler ve hızlı çeşitlenmeler fosil kayıtlarına bu belirgin imzaları bırakmışlardır"

"Evet, güzel özetlemiş dostumuz, şimdi bütün bu dönemleri bir çizelge üzerinde görelim istersen" "Evet bir tane buldum galiba"

İlk Yaşam Biçimleri (Formları)

Bakterilerden insanlara kadar tüm canlı organizmaların kromozomlarının benzer bir bileşime sahip olması çarpıcı bir olgudur. Bütün genler aynı tür kimyasal maddelerden yapılmıştır: nükleo-proteinler. Bu durum, organik ve cansız madde arasındaki eşikte duran bilinen en basit canlı yaratıklar olan virüsler için de geçerlidir. Nükleoproteinlerin kimyasal bileşimi, moleküler bir varlığın, hem genlerde hem de virüslerde yaşamın temel özelliği olan üreme özelliğini göstermesini olanaklı kılar.

Üreme hayatın özsel bir unsurudur. Hücre bölünmesi gerçekleştiğinde bir dizi özdeş yavru hücre oluşur. Yeni protein moleküllerini atalarının hücreleri ile tam olarak aynı sırada yapabilmek için kopyalama düzeneği yardımıyla nükleik asitlerde kodlanır. Belirli enzimlerin yardımıyla kendilerini doğrudan çoğaltabilmeleri benzersiz bir durumdur. DNA (deoksiribonükleik asit) yeni proteinlerin sentezlenişini yönetmek için gerekli tüm bilgiyi taşır. Ne var ki DNA bunu doğrudan yapamaz, bir "ana kopya" olarak davranır, ondan mesajcı RNA (ribonükleik asit) kopyaları oluşturulur, bu kopyalar dizinin bilgisini sentezleme düzenine taşırlar. Bu genetik kod olarak bilinir.

Nükleik asitler enzimler olmaksızın kendilerini kopyalayamazlar ve enzimler de nükleik asit olmaksızın yapılamaz. Koşut (paralel) olarak gelişmiş olmaları gerekir. İlk elementler "çorbası" ında, kendileri de doğal seçilim temelinde ge-

lişmiş bir enzim olan RNA moleküllerinin de varolmuş olması kuvvetle olasıdır. Bu tip RNA enzimleri bir sarmal oluşturmak üzere bir araya geldiler ve kendini kopyalayan RNA'nın temeli oldular. Ne var ki genetik kopyalama ender gerçekleşen hatalardan da ayrıcalıklı değildir. E. coli bakterisinde hata oranı her 10 milyon kopyada birdir. Milyonlarca nesil boyunca, bu gibi hataların -değişinimler- çok az etkisi de olabilir ya da tersine, bu durum organizmada çok temel değişimlere de yol açabilir ve doğal seçilimin temelinde yeni türlerin oluşumuyla sonuçlanabilir.

Üreme

Yaşamın kilit özelliklerinden biri de üremedir. Bütün hayvan ve bitki hücreleri aynı temel içyapıya sahiptirler. Üreme ve atalarına ait özelliklerin aktarılması (kalıtım), eşey hücrelerinin yani yumurta ve spermin birleşmesi sayesinde gerçekleşir. Yaşam biçimi özelliklerinin bir kuşaktan diğerine aktarılmasını sağlayan genetik malzeme olan DNA, tüm hücrelerin çekirdeğinde yer alır. Sitoplâzmadan oluşan hücre yapısı da, organel olarak adlandırılan birçok minyatür organlar içerir. Organellerin içyapısı farklı bakteri tipleriyle özdeştir ki bu da bitki ve hayvan hücrelerinin bileşiminin, bir zamanlar bağımsız olan bu kendi DNA'larına sahip organların işbirliği yapan bir bütün oluşturmak üzere bir araya gelmelerinin bir sonucu olduğuna işaret eder gibidir.

Fotosentez ve Eşeyli Üreme

Buraya kadar anlatılanlardan anlaşılacağı üzere hücrenin evrimi, organik evrimin göreli olarak ileri bir aşamasıdır. Bi-

yotik çorbanın zengin bileşenleri tükendiğinde, suda çözülebilen organik maddeleri atmosferden alabilmek için bir evrim geçirmek koşul oldu. Yalın ama daha verimsiz bir özümleme biçimi olan mayalanma–fermantasyonun ardından bir sonraki adım olarak fotosentez geldi. Özel klorofil molekülü evrimleşti. Bu molekül, canlı organizmanın, organik molekül bireşimi için güneş enerjisini yakalamasını olanaklı kıldı. İlk fotosentezciler, gittikçe azalan doğal enerji bakımından zengin molekülleri elde etmek için girişilen yarıştan kendilerini sıyırdılar ve kendilerini ilk üreticiler olarak yapılandırdılar. Fotosentez işlemi bir kez başarıldığında yaşamın geleceği güvence altına alınmış oldu. Fotosentez ortaya çıkar çıkmaz ve yeterince oksijen üretilir üretilmez, oksijenli solunum geçerli duruma geldi. Doğal seçilim yasası ile uyum içerisinde, fotosentez bir kez başladığında ardından gelen tüm canlılar üzerinde kendi izlerini bırakmış ve o kadar başarılı olmuştur ki, kendinden önceki tüm yaşam biçimlerini silip süpürmüştür. Bazı biyologlar, yaşamın patlak verişinin, belirli bir düzeye ulaşan oksijen tarafından başlatılmış olabileceğine inanırlar.

Çekirdekli hücre –*ökaryotlar*– oksijene tamamen uyum sağlamış ve çok az bir değişim göstermiştir. Bu devrimci yeni yaşam biçiminin ortaya çıkışı, gelişmiş eşeyli üremeyi olanaklı kılmış ve bu üreme biçimi de evrimin hızını arttırmıştır. Prokaryotlar, bakteriler ve mavi–yeşil alglerden (bunlar fotosentez sayesinde oksijen üretirler) oluşan iki küme organizmayı içerirken, ökaryotlar bütün yeşil bitkileri, bütün hayvanları ve mantarları içerirler. Eşeyli üreme bir başka nitel sıçramayı betimler. Genetik malzemenin çekirdek içinde paketlenmiş olmasını gerektirir. Eşeyli üreme iki hücreden gelen genlerin karışmasına izin verir, bu da çeşitlenme

şansını oldukça arttırır. Üremede ökaryot hücrelerin kromozomları yeni hücreler oluşturmak üzere kaynaşırlar. Doğal seçilim, gen havuzundaki uygun genetik değişkenleri korumayı görev edinir.

Eşeysiz tomurcuklanma ve bölünmeden eşeyli üreme çıkmıştır. Böylesi bir ilerleme, iki bireyin kalıtım malzemesinin karışımını sağladı, böylece artık yavrular ana-babadan farklı olacaktı. Bu durum çeşitliliği doğurdu, artık bu çeşitlilik üzerinde doğal seçilim işleyebilirdi. Her hayvan ve bitki hücresinde DNA, çekirdek içindeki kromozom çiftleri olarak düzenlenir. Bu kromozomlar bireysel özellikleri belirleyen genleri taşırlar. Oluşan yavru, ana-baba özelliklerini kendinde birleştirirken aslında yine de onlardan farklılık gösterir. Eşeyli üremenin kökeni, öyle görünüyor ki birbirini yutan ilkel organizmalarla bağlantılıdır. İki bireyin genetik malzemesi iki kromozom takımına sahip bir organizma üreterek kaynaşıyordu. Ardından daha büyük olan organizma doğru miktardaki kromozoma sahip iki parçaya bölünür. Tek ve çift kromozomlar bir dönem vardı, fakat zamanla çift kromozomu gözetme durumu, tüm bitki ve hayvanların doğal var oluş nedeni durumuna geldi. Bu da çok hücreli organizmaların evriminin temelini oluşturuyordu.

Yaklaşık 700–680 milyon yıl önce ilk metazoa ortaya çıktı. Bunlar büyümeleri için oksijene ihtiyaç duyan karmaşık çok hücreli organizmalardı. O dönemde atmosferdeki oksijen miktarı sürekli artmış ve 140 milyon yıl önce bugünkü düzeyine ulaşmıştı. Evrimde işleyen süreçler açık bir biçimde; uzun aşamalı, nicel değişim dönemlerinden geçerek, ani patlamalarla kesintiye uğradığı eytişimsel-diyalektik bir özyapıyı gözetir.

"Evet, bizim karaçete'nin, beyaz balinasından yola çıkarak, kromozomları, genleri ve canlı yaşamın nasıl bir evrimden geçerek başladığını ve ilk canlı biçimlerini ve oluşumunu gördük, bilgimiz oldukça arttı."

"Şimdi hangi konuya geçiyoruz?"

"Ancak kendine 'Evrim' adı veren bu çete üyesinin kim olduğunu henüz öğrenemedik"

"Kimliğini özenle gizliyor, hiç bir ipucu vermiyor"

"Onun kim olduğunu bulmalıyım, ama nasıl?"

"Kimlik deyince! Önce cinsiyetini belirlemeliyiz değil mi dostumuz, kız mı? Erkek mi?"

"Bir çetenin elemanı olduğuna göre erkek olmalı"

"Bence bu bir bayan"

"Göreceğiz bakalım, ona çaktırmadan cinsiyetini soracağım"

"Tamam oldu, haydi artık yatmağa gidelim, geç oldu"

"İyi geceler, Allah rahatlık versin" "Sana da"

Cinsiyet

"Günaydın Öykü, yine bilgisayarın başındasın"

"Evet, gelen iletilere bakıyorum"

"İşte, Karaçeteden cevap gelmiş, hemen açıyorum"

"Gece yarısı yazmış olmalı veya ona göre gündüz"

"Sevgili Öykü,

Beyaz balinayı çözmüş bulunduğunuzu sanıyorum. Kendisinin bir memeli türü olduğunu biliyorsun. Bizler de hepimiz bir memeli türüyüz. Galiba benim bayan veya bay mı

olduğumu bilmek istiyorsun? Seni merakta bırakmayayım. Ben, 46 XX kromozomlarına sahip bir bireyim"

"İşte sana bir bulmaca daha"

"Karaçete, şimdi de canlıların cinsiyet konusuna bakmamızı öneriyor galiba"

"Sanırım öyle"

Cinsiyet (eşey, cinslik), erkek ve kadının arasındaki cinsellik temelli biyolojik farklılığı ve kadın ile erkek davranışları arasındaki sosyal farklılıkları gösteren ve bu yönüyle farklı bağlamlarda farklı kullanımlara sahip bir kavramdır.

Tıp bilimlerinde cinsiyet iki tanedir.

1) Dişi (cinsiyet)

2) Erkek (cinsiyet)

Kromozomal (Kalıtımsal Yapıya Göre) Cinsiyet, yapıda Y kromozomunun bulunup bulunmamasına göre adlandırılan cinsiyettir.

46 XX kromozomlarına sahip bir birey kalıtımsal olarak dişi cinsiyettedir.

46 XY kromozomlarına sahip bir birey kalıtımsal olarak erkek cinsiyettedir.

Bunu da döllenme sırasında babadan gelen sperm hücresinin kromozomsal yapısı (X kromozomu mu Y kromozomu mu içerdiği) belirler. Kalıtımsal cinsiyeti belirleyen, erkekten gelen gonozomal kromozomun (X, Y) türüdür.

X Kromozomu

X kromozomu iki eşey kromozomundan biridir. Bütün insanlarda birisi mutlaka bulunurken, kadınlarda "46, XX";

erkeklerde "46, XY" normal karyotip olarak bilinir. Eşey kromozomları insanlarda bulunan 23 homolog çiftin biridir. X kromozomu, 153 milyondan fazla baz taşır. Kadın hücrelerindeki toplam DNA nın yaklaşık %5 ini, erkek hücrelerindeki toplam DNA nın %2,5 ini içerir. Her insan normalde eşey kromozomlarından ikisini bulundurur. Kadınlar X kromozomuyla birlikte X ten bir tane daha taşırlarken (46, XX), erkekler, X in yanında Y kromozomunu (46, XY) bulundururlar.

"Evet, bu çok kolay oldu galiba"

"Bizim yol göstericimiz, kalıtımsal olarak XX kromozomları taşıdığına göre bir bayanmış"

"Evet, şimdi ona 'Evrim abla ' diyebilirim"

"Bu konuda biraz yol aldık, istersen şimdi de bitki ve hayvanlardaki evrime bir bakalım"

Bitkiler ve Hayvanlar

Kambriyen ve Ordovisiyen dönemleri boyunca, tüm dünyada denizlerde yaşayan canlı türlerinin çeşitliliğinde büyük bir artış oldu ve ilk balık da bu sırada ortaya çıktı. Bu durum deniz tabanının, özellikle de Iapetus Okyanusunun genişlemesine yayılışının sonucuydu. O sıralar, kıtaların dağılımında bir gariplik vardı. Güney kıtalar, ön–Gondwanaland'ı (Afrika, Güney Amerika, Antarktika, Avustralya ve Hindistan) oluşturacak şekilde gevşekçe kenetlenmişti, fakat Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya ayrı duruyorlardı. Avrupa ile Kuzey Amerika arasında küçük bir ön–Atlantik Okyanusu (Iapetus) vardı ve Güney Kutbu ise Kuzeybatı Afrika dolaylarındaydı.

Bu kadar büyük bir kara alanın oluşması, bizzat yaşamın evriminde devrimci bir sıçrama yarattı. İlk kez bir yaşam formu kıyılarda denizden karaya çıkmaya çalıştı. İlk amfibiler ve kara bitkileri ortaya çıktı. Bu, hayvan ve bitki yaşamının patlamalı bir gelişiminin başlangıç noktası oldu. Bu dönem, sığ deniz çevre koşullarının ortadan kalkmasıyla ve bunun sonucu olarak da birçok deniz canlısı türünün kitlesel tükenişiyle ya da sayılarında keskin düşüşler yaşanmasıyla damgalanır. Besbelli ki değişen çevre koşulları bazı türleri kıyı bölgelerinden karaya doğru bir harekete sürüklemiş ya da yok etmiştir. Bazıları bunu başardı, bazılarıysa başaramadı. Sığ deniz resiflerinde ve kayalıklarında yaşamaya uyarlanmış deniz organizmalarının büyük bir çoğunluğunun nesli tükendi. Sonunda amfibilerden sürüngenler ortaya çıktı. İlk kara bitkileri, 30 metre yüksekliğe ulaşan ağaçlardan oluşan dev ormanlar yaratarak patlamalı bir büyüme gösterdi. Günümüzde kullanılan kömür madenlerinin çoğunun kaynağı bu uzak geçmiş dönemde bulunur. Kömür madenleri tarih öncesi ormanların zemininde çürüyerek milyonlarca yılda biriken bir döküntünün ürünüdürler.

Çok hücreli yaşamın çeşitliliği, yaşamın evriminde bir başka nitel sıçramayı temsil eder. Yumuşak vücutlu organizmalardan mineralleşmiş sert kısımlara sahip organizmalara geçiş, daha üst organizmaların gelişimini temsil etmektedir. Bu dönemde (410 milyon yıl önce) deniz tabanındaki besinleri emerek almak yerine diğer hayvanları avlamayı mümkün kılan çeneler, ön solungaçlardan evrimleşerek ortaya çıktı.

Gould, "İlk balıkların çeneleri yoktu" diyordu.

"Bu Gould, bizim tombul dostumuz, Stephan Jay olmalı"

"Ta kendisi bundan sonra da onunla daha sık karşılaşacağız"

"Birbirine kenetlenen birkaç kemikten oluşan bu denli karmaşık bir aygıt hiç yoktan nasıl olup da evrimleşebildi? «Hiç yoktan» sözü gerçekte bir saptırmacadır. Bu kemikler atalarında da mevcuttu, fakat gördüğü iş başkaydı; tam ağzın arkasında bulunan solungaç kemerini destekliyordu. Solunum görevi açısından fevkalade birer tasarıma sahiptiler; öyle ki adeta sadece bu iş için seçilmişlerdi ve gelecekteki işlevleri hakkında hiçbir şey «bilmiyor» gibiydiler. Kemikler çene haline gelmek için hayranlık verici bir önuyum geçirmişlerdi. Bu çapraşık aygıtın parçaları çoktan bir araya gelmişti, fakat henüz solunum için kullanılıyordu, beslenmek için değil. İlk çeneli balık, acanthodianlar veya dikenli köpek balığı, kemikli birçok balık çeşidinin başlangıcı oldu. Bu balıklardan ilk kara omurgalıları olan amfibiler evrimleşti.

Gould devam ediyor:

"Aynı şekilde, bir balık yüzgeci nasıl oldu da karada yaşayan bir canlının kol ve bacaklarına dönüşebildi? Balıkların çoğunda yüzgeçler, bir hayvanın karadaki ağırlığını taşıyamayacak kadar narin olan paralel ışınlardan oluşur. Tatlı su dip balıklarının özel bir grubu –bizim atalarımız olanlar– sağlam bir merkezi eksene ve yalnızca birkaç dış uzantıya sahip bir yüzgeç evrimleştirdi. Bu, karada yaşayan bir canlının bacağı haline gelmek için hayranlık verici bir önuyumdu. Ancak yalnızca kendisinin sudaki amacına uygun olarak –tahminen deniz dibinde hızla yol alırken engellere karşı merkezi ekseninin ani dönüşler yapabilmek için– evrimleşmişti". Kısaca, önuyum ilkesi bir yapının kendi biçi-

mini pek değiştirmeksizin yerine getirdiği işlevi kökten değiştirebileceğini ileri sürer. Yeni işlevler gelişirken eskilerinin korunduğunu savunarak, ara aşamalarla ilgili belirsizlik durumunu ortadan kaldırabiliriz.

Evrim teorisini kabul ettiğimiz andan itibaren, organik yaşamla ilgili bütün kavramlarımız gerçeğe yalnızca yaklaşık olarak denk düşer. Aksi takdirde değişim diye bir şey olmazdı. Organik dünyadaki kavramlar ve gerçeklik tümüyle çakıştığı an gelişim sona erer. Balık kavramı, sudaki yaşamı ve solungaçlar aracılığıyla solumayı içerir: Bu kavramı yerle bir etmeksizin, balıktan amfibilere nasıl geçeceğiz? Ve gerçekten de bu kavram yerle bir edilmiştir, çünkü hava keseciklerini çok daha geliştirerek akciğere dönüştüren ve hava soluyabilen bir dizi balık biliyoruz.

Toplu Yok Oluşlar

Paleozoik–Mezozoik sınırı (250 milyon yıl önce), bütün fosil kayıtlarındaki en büyük tükeniş dönemi olarak karşımıza çıkar. Özellikle deniz omurgasızları bundan etkilenmişlerdi. Milyonlarca yıl okyanuslarda hüküm süren trilobitler de içeri olmak üzere bütün grupların soyu tükendi. Bitki yaşamı bundan pek etkilenmedi, buna karşın amfibilerin %75'i ve sürüngenler ailesinin %80'inden çoğu yok oldu. Bugün yapılan hesaplara göre, her milyon yılda dört ya da beş familya yok olmaktadır. Ama Paleozoiğin sonunda, bütün türlerin %75'i ilâ %90'lık bir kısmı yok olmuştur. Türlerin evrimi bu tür felâketlerle gelişir. Yine de bu kitlesel tükeniş süreci yaşamın evriminde bir geri adımı temsil etmedi. Tam tersine, yeryüzünde yaşamın gelişiminde güçlü bir ileri adım hazırlayan tam da bu dönemdir. Bazı

türlerin yok oluşuyla çevrede oluşan boşluklar, diğer türlerin yükselmesine, gelişip çoğalmasına ve dünyaya hükmetmesine fırsat sundu.

Yaşam biçimlerinin yayılışını, çeşitliliğini ve tükenişini etkileyen olaylar sürekli olarak değişir. Kıtasal kayma olgusu, enlemlerin ve böylelikle de iklim koşullarının değişmesine sebep olur. İklimdeki değişimler farklı organizmalar için daha yarayışlı ya da daha elverişsiz çevre koşulları yaratır. İklim koşullarına ve sıcaklık dalgalanmalarına dayanabilmek, çeşitliliği yaratan bu sürecin kilit etmendir. Ekvatora yaklaştıkça çeşitliliğin genellikle arttığını görürüz.

Kıtaların parçalanması, birbirinden ayrılması ve çarpışması gibi etkenlerin hepsi, bir kümesi diğer kümelerden ayırarak, türlerin içinde geliştiği koşulları değiştirirler. Fiziksel yalıtıklık, çevre koşullarındaki değişimleri yansıtan yeni uyum sağlayıcı çeşitlemeler üretir. Kıtaların parçalara ayrılması böylelikle yaşam biçimlerindeki çeşitliliği arttırma eğilimindedir. Kangurular hayatta kaldılar, çünkü tüm diğer kıtalarda büyük keseli hayvanların ortadan kaybolmasına yol açan memelilerin patlamalı yükselişinden önce, Avustralya çoktan diğer kıtalardan yalıtılmış bir hale gelmişti. Benzer bir biçimde, Okyanusların yok oluşu deniz türlerinin kitlesel tükenişine neden oldu, ama aynı zamanda yeni kara bitkileri ve hayvanlarının gelişim koşullarını da oluşturdu, tıpkı Pangaea kara kütlesinin başlangıcındaki durum gibi. Demek ki ölüm ve doğum, evrimsel gelişim zincirinde ayrılmaz bir biçimde birbirlerine bağlanmıştır; bir türün kitlesel tükenişi, değişen koşullarla baş etmek için daha donanımlı yeni türlerin ortaya çıkışının ve gelişiminin ön koşuludur.

Ordovisyenin sonu bir toplu yok oluşla işaretlidir. Yok, oluş ilk olarak, planktonlar, derisi dikenliler, üç loblular ve zırhlı balıklar gibi tropikal türleri etkiledi. Ardından mercan ve dallı bacaklılar etkisi altına aldı. Ilıman denizlere uyum sağlamış olan yeşil algler de yok oluştan etkilendi. Bu yok oluşun sonunda dallı bacaklılara ve yosun hayvancıklarına ait türlerin neredeyse yarısı yok oldu; nautiloidlerin büyük bir kısmı yok olurken, üç loblular de ciddi biçimde azaldı. 100 den fazla deniz hayvanı ailesinin ortadan kalktığı bu yok oluşta, toplam kayıp deniz omurgasız cinslerinin %60 ı, tüm ailelerin %25 i kadardı.

"Buna çok üzüldüm daha önce jeolojik dönemlerde gördüğümüz, birçok canlı türü böylece yok olmuş, yalnızca fosilleri kalabilmiş"

"Bu durum günümüzde de devam ediyor. Her yıl yüzlerce tür yok oluyor. Atlas Dergisinin "Sıfır yokoluş" etkinliğini hatırla"

"Ah.. Ah. Demek ki gelecekte, günümüzde yaşayan birçok canlı türünün yalnızca fosilini bulacaklar demek ki"

"Bu çevre kirlenmesi ve ekolojiye duyarlık yeterince olmayınca bu kaçınılmaz oluyor, ancak toplumlar ve insanlar bundan hiç ders alamıyor"

Türlerin evrimi, yalıtık kendine yeterli bir olgu olarak düşünülemez, tersine bu süreç farklı unsurların sürekli ve karmaşık etkileşimlerinin bir sonucu olarak görülmelidir. Ve bu unsurlar yalnızca canlı organizmalarda sonsuz sayıdaki genetik değişinimleri değil, aynı zamanda çevre koşullarındaki sürekli değişimleri de içerir: Deniz yüzeyindeki dalgalanmalar, suyun tuzluluğu, okyanus akıntılarının dolaşımı, okyanuslara besin sağlayan kaynaklar ve belki de yeryüzünün

manyetik alanının tersine dönmesi veya yeryüzüne çarpan büyük göktaşları gibi.

Karmaşık Organizmalar

Dünya dev bir deney tüpüne benzemektedir. 4.5 milyar yılda, yasamla ilgili tüm koşulları sağlamıştır. Bu yayına sığdırılması olanaksız, daha binlerce araştırma ve kanıt, dünyada yasamın kendi kendine başladığını, evrimleştiğini ortaya koymaktadır. 1997 lere kadar yapılan deneyler, ilk atmosfer koşullarında, su ortamlarında amino–asitlerin, sekerlerin, DNA ve RNA'nın temel yapı taşı olan nükleotidlerin kararlı bir şekilde bulunabileceğini göstermektedir

Yaklaşık 3,5 milyar yıl önceki anaerobik bakteriler, başka bakterilerle simbiyoz yaşama girerek aerobik bakterileri oluşturmuşlardır. 2–2,5 milyar yıl önce ilk aerob fotosentez başlamış ve atmosferde artan oksijene uyum sağlamak için, prokaryotlar çekirdeksiz hücreler, ökaryotlara dönüşmüşlerdir. Bu dönemde dev bir deney tüpü olan mavi gezegende hem prokaryotlar, hem ökaryotlar hem de bugün izine rastlayamadığımız diğer bakteri türleri oluşmayı sürdürmüştür. Yaklaşık 1 milyar yıl önce eşeyli üreme sayesinde genetik bilgi paylaşılarak, daha kararlı ve daha güçlü hücreler türemiştir. 500 milyon yıl önce de bitkiler ve çok hücreli diğer ökaryotlar ortaya çıkmıştır. Dikkat edilirse tek hücrenin oluşması, gelişmesi ve evrimleşmesi çok zordur. Bu işlem için 3,5–4 milyar yıl geçmiştir. Bu dönemde enerji kaynağı güneştir, yani ortamda bol miktarda enerji vardır. Buna karşın, bir kez tek hücreli canlılar, gezegeni sarınca ve kendi devamlılıklarını sağlayınca, çok hücreli organizmaların gelişmesi son derece hızlı olmuş, 500 milyon yıl önce trilobitler, çenesiz ve sonra da çeneli balıklar ortaya çıkmıştır.

Hem karada hem suda yasayan amfibianlar 350 milyon yıl önce oluşmuş, bunlar daha fazla bitki ve besine ulaşabilmek için 300 milyon önce karaya çıkmışlar, 250 milyon yıl önce de tüm gezegeni sarmışlardır. Yaklaşık 140–200 milyon yıl önce mavi gezegen dev dinozorların istilasına uğramış, bu dönemlerde kuşlar da ortaya çıkmışlardır. Yaklaşık 65–100 milyon yıl önce dinozorlar yok olurlarken kuşlar gelişmiş, çiçekli bitkiler oluşmuş ve bitkiler bu sefer tüm dünyaya farklı türlerde yayılarak, sessiz krallıklarını ilan etmişlerdir. Memelilerin dünyayı kuşatması ise 50 milyon yıl önce başlamıştır ve hala sürmektedir. İlk primatların ortaya çıkısından homo sapiens in evrimleşmesine kadar geçen süre ise 20 milyon yıldır.1– 2 milyon yıl önce insana en yakın primatlar yeryüzünde varlıklarını sürdürmüşlerdir. Doğal olarak gelişimlerde ve biçim değiştirme, uyum, seçilim ve mutasyonların büyük rolü olmuş, canlılar doğanın acımasız süzgecinden geçmişlerdir. Bu jeolojik ve zoolojik zaman çizelgesi, yaklaşık 100 binden fazla uluslararası bilimsel makalenin vardığı kesin bir sonuçtur. Bilmecenin tüm parçaları son 100 yıldır teker teker birleştirilmektedir.

"Tıpkı senin parçalı bulmacalarında olduğu gibi, büyük bir sabırla parçaları tek tek yerine koyuyorsun, sonuçta güzel bir tablo ortaya çıkıyor"

"Evet, başlangıçta yerlerini bulmak zor oluyor. Sonuna doğru birleşen ve yerine konan parçalar arttıkça, hızı da artıyor"

"Evet, doğada da öyle oluyor, bakalım daha sonra neler olacak?"

"Senin Evrim Abla'ndan uzun zamandır ses çıkmıyor, çok meşgul galiba?"

"Ona yaptığımız çalışmaları özetleyen bir ileti göndermiştim"

"Herhalde yakında cevabı gecikmez"

"Her an bekliyorum, bir bakalım. İşte, bu gece yanıtı gelmiş"

Sevili Öykü,

"Canlıların evrimi konusunda kısa sürede pek çok şey öğrendiğini görüyorum. Seni kutlarım. Evrim düşüncesi; Evrenin oluşumu gibi, her zaman merak konusu olmuştur. İnsanlar bu bilgileri nasıl edinmişler, yani "Evrim düşüncesinin evrimini" bilmek ister misin? Evrim Abladan sevgilerle"

2. BÖLÜM
EVRİM DÜŞÜNCESİNİN EVRİMİ

"Buraya bakar mısın Evrim ablamız, bize birçok doküman ve kaynak göndermiş, evrim düşüncesinin tarihi ve gelişimi hakkında"

"Evet, şimdi bunları derleyip özetleyelim, bakalım neler olmuş çağlar boyu, insanlar evrimi nasıl algılamışlar?"

Evrim düşüncesinin kökeni çok öncelere dayanır. Mitolojik insan tarihinde de rastlanıldığı gibi bir görüngü ortaya çıkışında bileşenlerin değişime uğramaları ile ilgili süreç tanımının felsefi açıdan "evrim" kelimesi ile belirginleşir. Herhangi bir sağlam ve doğru biyolojik altyapısı olmasa da, Aristoteles'ten Konfüçyüs'e kadar birçok önemli düşünür evrim kavramı konusunda yazmıştır. Ayrıca, İbn'i Haldun ve İbn-i Sina gibi doğu düşünürleri, evrim konusunda farklı teoriler sunmuşlardır. Antik çağ filozofları yaşamın sudan veya topraktan geldiğine dair düşüncelere sahiptiler. Ayrıca her bir spermin içinde bir küçük insancık ve onun içinde daha küçük insancık şeklinde ilkel bir düşünce de egemendi. Ancak bilimsel evrim düşüncesinin tarihi farklı aşama ve dönemler halinde incelenebilir.

Evrim Düşüncesinin Kökenleri

İnsanlık tarihinin üç-dört bin yıllık döneminden öncesine ait ayrıntılı bir bilgimiz bulunmamaktadır. Uygarlığın ilk iz-

lerine Mezopotamya'da rastlanır ve Mezopotamya, Ortaçağ'ın sonlarına dek kendi çağına göre düzeyli bir kültürün ortamı olmuştur. Sümerler hayvancılıkla uğraşıyorlardı; bu uğraşlarında at ırklarını ayırt etmek, atla eşeğin çaprazlanması gibi uygulamaları vardı. Babil'liler de astronomide olduğu gibi, belli bir biyoloji bilgisine ulaşmışlardı; pişmiş topraktan bazı iç organ modellerini yaptıkları bilinmektedir, bu ise hayvanları incelemek için kesip biçtiklerini, yani bazı deneyler yaptıklarını kanıtlar.

Mısır medeniyetinden kalan tıp alanı ile ilgili papirüslerden, Mısırlılar'ın yaptıkları cerrahi operasyonları öğreniyoruz ki bunlar belli bir seviyede anatomi bilgisi gerektirmektedirler. Mısırlılar'ın mumyalama ile ilgili uygulamaları da belli bir anatomi bilgisini gerektirir. Bu anatomi bilgisinin tıp biliminin gelişimine önemli katkısı olmuştur.

Eski Çin ve Eski Hint'te de hayvancılıkla, bitki yetiştirmeyle ve tıbbi operasyonlarla ilgili biyolojik bilgiler bulunmaktaydı. Ünlü bilim ve biyoloji tarihçilerinin büyük bir kısmı, bahsettiğimiz eski uygarlıkların bilim ve biyoloji bilgilerinin daha çok pratik ihtiyaçlardan kaynaklandığını ve deney ile gözleme dayalı çabalarının ve teorik yaklaşımlarının zayıf olduğunu söylemektedirler. Bu yaklaşımı Batı'lı bilim adamlarının, kendi kültürel kökenlerini dayandırmaya çalıştıkları Eski Yunan uygarlığını ön plana çıkarmak için taraflı bir şekilde yaptıklarını iddia edenler de vardır. Evrim kuramı Batının kültürel ortamında geliştiği için, bu tartışmayı irdelemeden, konumuz açısından önemli olan Eski Yunandaki felsefe ve bilim ortamını incelemek gerekir.

İlginçtir, insanoğlu doğada aradığı düzeni önce doğrudan deneyimine giren alanlarda (örneğin, organizmaların

yapı ve işlevleri, insanın kendi duyma, düşünme ve istencine ilişkin davranışları, vb.) değil, kendine uzak bir alanda, astronomide bulmuştur. Astronomi bize bilimsel yasaların ilk örneklerini vermekle kalmamış, dünyamızın zaman içinde gelişerek oluştuğu görüşünü de getirmiştir.

Aslında insanın kendi varlık kökenini bilme merakı yeni de değildir. Bilimlerin henüz gelişmediği ilk dönemlerde bu yoldaki arayışın teolojiye yol açtığı söylenebilir. Ne var ki teolojinin getirdiği, yığınlar üzerinde bugün bile etkisini sürdüren açıklama masalımsı bir öğreti niteliğindedir. Göksel dinlerin hiçbirinde evrim düşüncesi yer almaz. Her şey gibi, insan da Tanrı'nın yaratıcı elinden çıkmıştır.

"Burada sözü geçen teolojinin anlamı nedir?"

"Teoloji sözcük anlamı olarak tanrıbilim demektir. Bugün sıklıkla dini konular ile ilgilenen bilim anlamında kullanılmaktadır. Teoloji ile ilgilenen kişiye, teolog, ilahiyatçı veya tanrıbilimci denir"

Antik Çağ Düşünürleri

Bilinen ilk felsefeci olan Milet'li Thales (M.Ö. 6.yy) aynı zamanda tüccar, devlet adamı, mühendis ve matematikçi idi. Thales evrenin temel hammaddesinin su olduğunu söyledi, buna göre evrendeki canlı–cansız tüm varlıklar suyun değişime uğramasıyla oluşmuştur. Fakat onun öğrencisi Anaximandros hem canlılar dünyasıyla ilgili ilginç açıklamalar yapmış, hem de evrenin temel hammaddesinin "apeiron" olduğunu söyleyerek hocasını yadsımış, ilk hayvanların suda oluştuğunu ve bunların büyüyünce kuru alanlara göç ettiğini söylemiştir. Onun canlılarla ilgili fikirlerinden dolayı ilk evrimci görüşleri ortaya koyan kişi olduğu söyle-

nir. Anaximandros'un çalışmalarını yakından incelediğimizde, onların daha çok mitolojiye benzediklerini görürüz. Evrim Teorisi'nin günümüzde anlatılan şekli, tarih boyunca yapılan açıklamalar ile elbette ortak noktalara sahiptir. Fakat birkaç cümlelik bir anlatımı günümüzün evrim kuramı ile karıştırmamak gerekir. Bazıları kurbağanın prense dönüşmesiyle ilgili hikâyeyi, neredeyse evrim teorisi'nin önceden sezinlenmesi olarak görme eğilimindedir.

"Öykümüze bir de 'kurbağa prens' eklendi, bu senin çok sevdiğin bir masaldı, yılsonu gösterisinde oyun yapmıştınız"

"Evet, anımsıyorum, Öykü şöyle idi"

Kurbağa Prens

Bir zamanlar yedi güzel kızı olan bir kral varmış. Bu kızların en güzeli en küçük olanmış. Güzel günlerde sarayın yakınındaki serin gölün kıyısında altın topuyla oynamaya bayılırmış. Bir gün kız topunu havaya atmış ve beklenmedik bir şey olmuş. Top göle düşmüş! "Topum gitti!" diye ağlamış kız. "Ben senin topunu getiririm", demiş gölün kıyısındaki küçük bir kurbağa. "Ama benimle arkadaş olacağına, yemeğini paylaşacağına ve geceleri yatağına alacağına söz verirsen". Diye başlayıp devam ediyordu öykü, "Sonunda kurbağayı yatağına alan prenses onu bir de öpüyordu galiba"

"Evet, tam o anda kurbağa yakışıklı bir prense dönüşmüş. 'Korkma' diye gülümsemiş. Bir cadı beni kurbağa yapmıştı ve bu büyüyü ancak bir prenses bozabilirdi. Umarım arkadaş olabiliriz. Hem bak artık bir kurbağa değilim. Prens

ve prenses çok geçmeden evlenmişler ve düğünlerinde tabii ki bazı yeşil dostlarını da davet etmeyi unutmamışlar"

"Çok güzel, bu arada kurbağaların evrimine de bakalım derim"

"Belki sıcak gecelerde neden durmadan 'vrak'ladıklarını açıklıyordur, bu evrim"

Empedokles (M.Ö. 492–432) canlıların kökeni ile ilgili çok uçuk bir kuram ortaya atmıştır: Önce vücudun bazı parçaları ortaya çıkmıştır; gövdesiz baş veya gözsüz kafa gibi. En güzel biçimi bulunana kadar bu böyle devam etmiş ve ucubeler yok olmuştur. Modern Evrimci Kuram, gelişmenin daha çok, daha yalın biçimlerin sürekli bir ayrımlaşması sonucu ortaya çıktığını söylediği halde; Empedokles'çi kuram, bu gelişmeyi daha çok başka türden biçimlerin birbirleriyle birleşmesinde görmektedir.

İyonyalı filozoflardan Anaximandros'un öğrencisi Anaximendes'in (M.Ö. 555'ler civarı) ve Apollon'lu Diogenes'in (M.Ö. 435' ler civarı) çalışmaları da dikkat çekmektedir. Örneğin Diogenes'in çalışmaları bilinen en eski anatomi çalışmalarından birisidir. Eski Yunan'da yapılan bu çalışmaların önemi evrenin neden–sonuç ilişkileri içerisinde açıklanmaya çalışılması, akılcı yaklaşımın temel olması ve mitolojik göndermelerin ve geleneğin otoritesinin –tamamen yok olmasa da– gittikçe azalmasıdır. Bu özelliklerden dolayı Eski Yunan'ın ilk dönem filozoflarının günümüze göre çok safça olan yaklaşımları bile değerli kabul edilmektedir. Ayrıca bunun diyalektik–eytişimsel bir süreci vardı. Öğrenci rahatlıkla hocasının düşüncesine bile karşı çıkabilmiş; bu süreç, ilkel bazı girişimlerin gelişmesini sağlamıştır. Fakat bu dönem içinde Hippokrates' in Okulu (M.Ö. 460–370 civarı) dışında gözlem

ve deneye yeterli önemin verildiğine pek rastlanmaz. Onun çalışmalarını Herophilus, Erasistratus ve de özellikle Galen geliştirmiştir; daha sonra bu çalışmalar Rönesans döneminde anatomi ve fizyolojinin yeniden canlanmasında temel oluşturmuştur. Bu çalışmalarda genelde akıl yürütmeler deney ve gözleme göre hep ön planda olmuştur.

"Antik çağ Anadolu düşünürleri de evrim üzerine çok kafa yormuşlar galiba"

"Evet, onlardan birine ait bir söz var burada"

"Her şeyin kendine özgün gelişim süreci vardır; bunların her biri, diğerinden farklı yanlarını korumalıdır, bu Doğa'nın geri döndürülemez yasasıdır."

Aristoteles

Platon'un biyolojiye doğrudan katkısı yoktur, fakat ortaya koyduğu fikirlerin doğa bilimleri ve biyoloji için hem engel olma, hem de yol açma açısından önemi vardır. Aristoteles'in ise hem genel felsefesinin, doğa bilimleri ve biyoloji için çizdiği yol çok önemlidir, hem de kendisinin bir biyolog ve biyoloji felsefecisi olarak ortaya koyduğu ve yaptığı çalışmalar, kendisinden sonraki çok uzun bir dönemde etkili olmuştur.

Aristoteles'in biyoloji felsefesi bazı evrimci filozoflar tarafından Evrim Teorisi'nin daha önce ortaya konmamasının önemli sebeplerinden biri olarak görülmektedir. Onun biyolojik yaklaşımında sıçramalara, umulmadık yıkımlara ve yeniden kurulmalara yer yoktur. Her oluş, öncelikle de canlılar evrenindeki oluşmalar, amaçlarını -bir bakıma son biçimlerini- kendi bünyelerinde taşırlar. Evrenin bir kaostan

oluştuğu (Platon'un düşüncesi) düşüncesinden, karmaşık canlıların daha basit canlılardan oluştuğu düşüncesine kadar her türlü evrim fikri Aristoteles'in düşüncesine tersti. Aristoteles deneysel, gözlemsel biyolojiye büyük katkıda bulunduğu gibi onun biyoloji felsefesi alanında yaptığı tartışmalar iki bin yılı aşkın bir süre alıntılanmış veya ona cevap verilmeye çalışılmıştır; ama onun karşıtları bile onun önemini yadsımamıştır.

Bu dönemden sonra biyolojiye önemli katkıda bulunanların birçoğu aynı zamanda hekimdir. Örneğin Herophilus'un anatomi konusundaki çalışmaları önemlidir, eserlerinin çoğu kaybolmuş olmasına rağmen başkalarının ondan yaptığı alıntılardan kendisinin yaşadığı dönemin en önemli iki anatomi bilgininden biri olduğu anlaşılmaktadır. Yaptığı otopsiler ile insan vücudu hakkındaki bilgilerin birçoğunu ilk defa insanlığa kazandıran odur. Erasistratus, Herophilus'un çağdaşıydı ve o da önemli bir anatomi bilgini ve fizyolojistti. Kalp üzerine dikkatlice çalıştı ve kapakçıklarını isimlendirdi, dolaşım sistemi ve sinir sistemi üzerine araştırmalar yaptı, beynin kıvrımlarını dikkatle inceledi. İskenderiyeli bu iki anatomi bilgininin birbirleriyle rekabeti biyoloji biliminin gelişimi açısından önemli sonuçlar verdi.

Romalıların biyolojiye katkıları genelde Yunanlılarınkinden daha önemsiz kabul edilir. Milattan sonra birinci yüzyılda yaşayan Plinus, " Doğa Tarihi" adlı geniş bir ansiklopedi yazmış ve bu eser 15 yüzyıl boyunca başvuru kitabı olmuştur.

Antik dönemin son önemli biyoloji bilgini 2. yüzyılda yaşayan Galenos'tur. Bergama'da doğan Galenos, Roma'da hekimlik ve cerrahlık yaptı, birçok tıp kitabı yazdı. Anato-

miciydi, fil, domuz ve maymun gibi birçok hayvanın üzerinde otopsi uygulayarak sinir sistemlerini, kalplerini inceledi. Deneysel fizyolojinin kurucusu kabul edilir. 17. yüzyıla dek biyoloji bilimi üzerinde en etkili birkaç isimden biri oldu. Hatta Aristoteles ile beraber en etkili iki kişiden biri olduğu da söylenebilir. Galenos kendinden önceki mirastan önemli ölçüde yararlandı ve Aristoteles'in teleolojik yaklaşımını benimsedi. Anatomi ve fizyoloji konusunda Aristoteles'i geçmiş olsa da biyoloji felsefesine ve genel felsefeye olan etkisi Aristoteles'in çok gerisindedir.

İslam Düşüncesinde Bilim Ve Biyoloji

Galenos'tan sonra uzun bir dönem çok önemli sayılabilecek bir biyolojik çalışmaya rastlanmamaktadır. Bu süreç İslam Düşüncesi' nin en önemli eserlerinin verildiği 9.-13. yüzyıllar arasındaki döneme kadar devam etti. İslam dini 7. yüzyılda ortaya çıktı ve İslam'ın kaynağı Kuran, tüm varlıkları Tanrı'nın varlığının delilleri olarak nitelendirdi ve Müslümanları bunların incelenmesine özendirdi. Kuran'ın ayetlerinin şekillendirdiği zihinler, bilimsel çalışmayı bir ibadet ve Tanrı'ya yaklaşmanın aracı olarak değerlendirdiler. Kuran'ın dili bilimsel ilerlemenin uluslararası vasıtası oldu. Bu yüzyıllarda yaşamış Cabir bin Hayyan, Kindi, Harizmi, Fergani, Ebu Bekr er-Razi, İbn Sina, Biruni, İbn Yunus, İbnül Heysem gibi Müslüman bilim adamlarının Batı'da eşdeğerleri bulunmamaktaydı. Ortaçağ hakkında "karanlık çağ" denmesi Batı medeniyeti için doğru olabilir, ama bu dönemdeki İslam düşüncesinin bilimsel başarısı için bu ifadeyi kullanmak uygun değildir.

İslam düşünürleri, düzenli deney ve gözlemler ile bilgi

edinmenin epistemolojik önemini kavramışlar ve pratik uygulamalarıyla birçok buluşlar yapmışlardır.

"Epistomoloji, bir felsefe deyimi olmalı, anlamı neydi?"

" Epistemoloji, bilginin temel ve sınırlarını araştıran bilim dalı ve bilgi kuramıdır"

"Konumuzla ilgili örnekler vermek gerekirse?"

Örneğin İbnün Nefs'in küçük kan dolaşımını keşfi önemlidir. İbnün Nefs, Galenos'un yanlış düşüncelerini düzelterek kalbin üç değil iki karıncıktan ibaret olduğunu belirtmiştir. Zooloji alanında Cahız'ın Kitab el-Hayevan (Hayvanlar Hakkında Kitap) adlı eseri kendi döneminin en önemli yapıtlarındandır. O, Aristoteles'in fikirlerinden faydalanmış, onları hem geliştirmiş, hem de eleştirmiştir. Cahız, zoolojiyi dini araştırmaların bir dalı haline getirmiştir. Bu durum, doğa bilimleri üzerine çalışmayı, ibadet kabul eden devrin genel anlayışıyla uyumluydu. Müslüman bilim adamları botanik konusunda da önemli eserler verdiler. Örneğin Ebu Hanife ed-Dineveri'nin "Kitab en-Nebat (Bitkiler Kitabı)" isimli eseri 9. yüzyılın en önemli botanik kitabıdır. İhvanı Safa'nın, İbn Sina'nın, İbn Bacce'nin de botanik konusundaki eserleri kendi ve kendilerinden sonraki dönemlerde etkili olmuşlardır.

İbnül Heysem'in optik konusundaki çalışmaları, 16–17. yüzyıla kadarki bu alanda yapılmış en önemli bilimsel çalışmalardan birisidir. Optikteki bilgi birikimi astronomi için olduğu kadar biyoloji için de hayati önemde olmuştur. Nasıl çağdaş astronomi gelişmesini teleskoba borçluysa, çağdaş biyoloji de mikroskoba borçludur. Bu yüzden optikteki gelişmeye katkısı olan İbnül Heysem biyoloji açısından da önemli bir yere sahiptir. Roger Bacon'dan, Vitello'dan, Leo-

nardo da Vinci'ye dek birçok önemli bilim adamı optik ile ilgili çalışmalarında İbnül Heysem'in optik ile ilgili kitabından faydalanmışlardır.

11. ve 13. yüzyıllarda Arapça'dan Latince'ye yapılan çeviriler Avrupa'da bir eğitim devrimine yol açmış ve dolayısıyla Batı'da mevcut şekliyle üniversitenin doğuşunda etkili olmuştur. Arapça'dan yapılan tercümeler ile Batı dillerine giren kelime ve kavramlar, özellikle 16. yüzyılda bu konuda gösterilen özel bir gayretle Batı'nın bilimsel terminolojisinden çıkarıldı.

İslam düşüncesinin biyoloji alanındaki en etkili isminin İbn Sina olduğunu söylemek mümkündür. Özellikle el-Kanun fi't-Tıbb isimli eseri biyoloji ve tıp açısından yüzyıllarca ders kitabı olarak okutulmuştur. 15. yüzyılın sonlarına doğru el-Kanun, Galenos'un eserleriyle birlikte Batı Avrupa'daki tıp fakültelerinde açıklanıyordu.

İslam Düşünürlerinde Evrim Olgusu

İslam düşüncesinin Batı'nın modern biliminin ve biyolojisinin oluşumunda hem deneyci ve gözlemci yöntemleri özendirerek, hem kendi deney ve gözlem sonuçlarını aktararak, hem de Grek medeniyetinin mirasıyla Batı'yı buluşturarak etkili olduğu doğrudur. Fakat Lamarck ve özellikle de Darwin tarafından ortaya konan, sonra başta genetik olmak üzere biyolojideki gelişmelerle yeniden düzenlenen biyolojik Evrim Teorisi'ni, Batı'nın, İslam düşüncesinden aldığını söylemek için yeterli ve tutarlı kanıt bulunmamaktadır. Bazılarının yaptığı gibi Anaximandros'ta Evrim Teorisi'ni aramak hata olduğu gibi, İslam düşüncesi içindeki İhvan üs-Safa'da evrim teorisi'ni aramak da hatalıdır. Bu

söylem, İslam düşünürlerinde "evrim" fikri olmadığı anlamına gelmemektedir. Bazı araştırmacılar bu düşünürlerdeki "evrim" kavramına işaret ettiklerinde, birçok kişinin "evrim" kavramıyla biyolojik "Evrim Teorisi"ni karıştırdığına tanık olunmaktadır. Bu çok tekrarlanan ve dilin yanlış kullanılmasından kaynaklanan hata, sıkça tarafların anlaşılamamasına sebep olmaktadır.

"Evrim" kavramı ile daha karmaşık bir varlık türünün daha yalın bir varlıktan meydana gelmesi anlaşılır. Örneğin gaz bulutlarının sıkışmasından gezegenlerin oluşumu şeklinde kozmolojik düzeyde bir evrim de, hidrojen ve oksijenin birleşmesinden suyun oluşması şeklindeki kimyasal bir olay da "evrim" kavramının içine girer. Biyolojik anlamda ise Lamarck ve özellikle, Darwin tarafından ortaya konan evrim teorisi ile her bir canlı türünün, diğer bir türün değişimi sonucu oluştuğu kabul edilir. Bu yüzden türlerin değişmezliğini savunan herkes evrim teorisi ile tam zıt kutuptadır. Evrimci fikirleri gösterilen fakat türlerin değişmezliğini savunan Nazzam, Biruni, İhvani Safa gibi bilim adamları "evrimci" kabul edilseler de, evrim teorisi'ni önceden sezinledikleri söylenemez.

Müslüman düşünürlerde "evrim" görüşü olduğunu söyleyenler üç tip evrim kastetmektedirler. Bunların birincisi biyolojik evrimdir ve türlerin değişimi bu evrimin konusudur. İkincisi sosyal evrimdir ve medeniyetlerin gelişimi gibi etkenleri de içerir. Üçüncüsü ise insanın ahlaki ve manevi açıdan gelişiminin kastedildiği psikolojik evrimdir. Günümüzde birçok kişi evrim kavramıyla evrim teorisi'ni anladığı için, bu saydığımız üç evrim görüşünden herhangi biri kastedildiğinde ayırım yapılamayabilmektedir. Örneğin Mev-

lana'nın manevi açıdan gelişimi kasteden şiirlerinin, biyolojik Evrim Teorisi'ni öncelemesi şeklinde yapılan yorumlar doğru görünmemektedir. Mevlana'nın açıklamaları da, canlıların, basamaklı varlık aşamalarına-mertebelerine göre dizilmelerini öngören "varlık çizelgesi" anlayışı ile ilgilidir. Mevlana'nın, kendi alanındaki birinden beklendiği gibi psikolojik evrime işaret ettiğini veya ruhsal gelişimi-tekamülü vurguladığını söylemek daha doğru olacaktır.

Diğer yandan, Evrim Teorisi ile karıştırmamak gerekmekle birlikte birçok ünlü İslam düşünürünün felsefelerinde "evrim" kavramının önemli bir yere sahip olduğu rahatlıkla söylenebilir.

Ortaçağ Hıristiyan Düşüncesi ve Biyoloji

Ortaçağ Hıristiyan dünyasında genel olarak bilimsel düşüncede de, biyolojide de önemli buluşlara ve çalışmalara az rastlanır. İslam dünyasından yapılan tercümeler ve haçlı seferleriyle Grek ve İslam medeniyetinin felsefi-bilimsel birikiminin Hıristiyan dünyaya aktarılması ile Hıristiyan dünyada bir ivmenin gerçekleştiğine tanık oluyoruz. Bu aktarma faaliyetinin olduğu yüzyıllarda (12. ve 13. yüzyıllar) aynı zamanda bugünkü anlamda üniversitenin temelleri, kilise ve din adamlarının direnmelerine rağmen atılmıştır. Batı'nın tüm bilimi ve de biyolojisinin gelişimi için bu da önemli bir dönüm noktası olacaktır.

Kopernik-Kepler- Galile Süreci

Bildiğimiz gibi bu üçlü, ortaçağ inançlarını yıkarak, Evrenin bilimsel ve gözlemsel açıdan tanınmasına öncülük et-

mişlerdi. Biyoloji açısından bu sürecin birinci önemi kilise ve Aristoteles'in görüşlerinin bilim üzerindeki baskının kırılması ve yeni görüşlere kapıların açılmasıdır. İkincisi ise bu süreçle nicel deney biyolojide de önem kazandı. Örneğin biyoloji tarihi açısından önemli bir yere sahip olan ve kan dolaşımını bulan William Harvey (1578–1657) nicel deney ile başarılı sonuçlar elde etti. Ayrıca aynı dönemde yaşayan Santoria (1561–1636) da fizyolojik gözlemler yaparken terazi, ısıölçer, nemölçer, kullandı. Harvey, kalbin yarım saat içinde aorta pompaladığı kanın organizma içindeki toplam kan miktarından fazla olduğunu hesapladı. Biyolojide niceliksel yöntem kullanmak o dönem için alışılmamış bir yöntem olduğundan bu tip örnekler önemlidir. Harvey, Galile'nin "ölçülebilineni ölçmek, ölçülemeyeni ölçülür kılmak" prensibini, biyolojiye ciddi şekilde ilk uygulayan kişi olarak gösterilir.

Descartes ve Biyoloji

Kopernik, Kepler, Galile sürecinin ardından, Bacon ve Descartes ile matematik tüm doğa bilimlerinde merkezi bir role kavuştu. Nedenlerden sonuca, giden yaklaşımlar da bu süreçte bilimlere egemen oldu. Descartes, yalnızca yöntembilim ile değil, felsefesindeki diğer unsurlarla ve de kendi canlılar üzerindeki çalışmalarıyla da biyoloji ve biyoloji felsefesi üzerinde derin izler bıraktı. Descartes bu felsefi sorunu biyolojik bir açıklama ile çözmeye çalışmıştır. O, beyindeki küçük bir epifiz bezi sayesinde bu ilişkinin kurulduğunu söyler. Akıl sahibi ruhu, epifizde yerleşmiş; boru ve kanallarla oluşan yapay bir düzende suyun akışını kontrol eden ve can ruhlarının akışını şu ya da bu organa yönlendiren bir

musluk başına benzetir. Descartes'ten sonra beden-ruh uyumunun nasıl sağlandığı sorusuna; hem felsefi akıl yürütmelerle hem de beyin üzerindeki biyolojik çalışmalarla cevap bulunmaya çalışılmıştır. Hala bu konudaki tartışma devam etmektedir. Bu tartışmaya felsefecilerle beraber biyologlar, fizikçiler, psikologlar da katılmakta, beden-ruh koşutluğu ile beraber özgür istenç-irade sorunu da bu tartışmaya katmışlardır. Bu tartışmanın arka tasarında yer alan hemen her yazıda Descartes'e göndermeler yapılmaktadır. Descartes, ancak insanın madde dışında düşünen bir töze (ruha) sahip olduğunu düşündüğünden hayvanları birer makine olarak görmektedir.

Evrensel Yasalar

Newton ile beraber mekanist evren anlayışı daha da popüler oldu, o, Descartes'in fiziğindeki hataları da düzeltti. Newton, evrensel düzenin Tanrı tarafından yaratılıp günümüze dek muhafaza edildiğini söylüyordu; gezegenlerin yörüngelerini Tanrı'nın tasarımının bir delili olarak sundu. Ayrıca canlıların yaratılışının ve dış evrendeki ışığa karşı canlılara gözün verilişinin kör bir rastlantının eseri olamayacağını söyledi. Kant 1790'da bu fikirlerini söylemeden birkaç yıl önce 1786'da "Doğa bilimlerinde Metafiziksel Unsurlar" adlı eserinde, bir bilimin ancak matematiksel olduğu oranda gerçek bilim olduğunu söylemişti. Kant'ın bu görüşü biyoloji felsefesi açısından özellikle evrimsel-biyoloji açısından çok değişik sonuçlara götürecektir. Bunlardan en önemlisi içinde matematiksel yaklaşımın çok az olduğu Evrim Teorisi'nin bilimsel bir teori sayılmasındaki güçlüktür.

William Paley ve Saat Ustası

Hume'un ve Kant'ın tasarım kanıtına getirdikleri itirazlardan kısa bir süre sonra, William Paley (1743–1805) ünlü "Doğal Teoloji (Natural Theology)" yaklaşımıyla teleolojik delil açısından bir klasik olan eserini yazdı. 1802 yılında yani ölümünden yalnızca üç yıl önce yazılan bu kitabın tam adı; "Doğal Tanrıbilim– Ya da Doğanın Görünümlerinde Toplanan, Yaradan'ın Niteliklerine ve Varlığına İlişkin Kanıtlar" idi. Paley canlılar dünyasının karmaşıklığına saygı ile yaklaşıyordu ve bu karmaşıklığın çok özel açıklamalar gerektirdiğini gördü. Paley bulmacaya geleneksel dinci yanıtı vermesi kaçınılmazdı. Gerçek açıklama ise son derece farklıydı ve daha da karmaşıktı bu nedenle tüm zamanların en devrimci düşünürü Darwin'i beklemek gerekti. Paley'in bu eseri Darwin'in de içinde olduğu birçok kişiyi çok uzun yıllar etkilemiştir.

Paley, doğadaki varlıkların gelişiminden çok yapısal özellikleri üzerinde durur. Doğada "tasarımı" ve "amacı" gözlemlediğimizi; var olan tasarımın Tasarımcıya işaret ettiğini söyler ve "Doğal Teoloji eserine çok bilinen bir öykü ile başlar. "Diyelim ki bir çalılıktan geçerken ayağıma bir taş takıldı ve taşın oraya nasıl geldiği sorusuyla karşılaştım. Aksini gösterecek bir kanıt bulamadığımdan, vereceğim olası yanıtlardan biri, taşın ezelden beri orda olduğudur. Fakat diyelim ki yerde bir saat buldum ve saatin nasıl olup da orda bulunduğunu sorguluyorum, "saatin ezelden beri orada bulunduğu" yanıtı aklımın bir köşesinden dahi geçmeyecektir. Bu bir anolojidir.

Analoji; benzer şekilde, kuş ve böcek kanatları gibi aynı vazifeyi gören, karşılaştırma, kıyas, benzer, paralel, benze-

yen şey; benzeşme, benzerlik, örnekseme anlamını taşımaktadır. Şimdi bir örnek olarak Paley adlı araştırıcının saat ustası benzeşmesini ele alalım. Paley, eserinin başında, yerde bir saat bulduğu zaman ve bu saatin nasıl orada olduğunu düşündüğü zaman; ayağına rasgelen bir taş için düşündüğünden daha farklı sonuçlara varacağını söyler. Saatin değişik parçaları bir amaç için konmuştur, bu parçalar düzenli bir hareketi gerçekleştirerek zamanı göstermektedirler. Gerçek bir saatçi öngörü sahibidir. Ancak bu parçalar değişik bir şekilde bir araya gelseler ne saatin içindeki hareket gerçekleşir, ne de saat bir işe yarar.

Oysa Darwin'in keşfettiği tüm yaşam biçimlerinin var oluşunun bir amacı varmış gibi görünmesini açıkladığını artık bildiğimiz, kendiliğinden, bilinçsiz kör bir sürecin, yani doğal seçilimin bir amacı yoktur. Doğal seçilimin aklı ve düş gücü de yoktur. Doğal seçilim, geleceği planlamaz; geleceği görme yetisi ve öngörüsü de yoktur. Doğal seçilim hiçbir şeyi göremez. Doğal seçilimin bir saatçi olduğu söylenecekse, bu saatçi kör olmalıdır.

İşte Richard Dowkins buradan yola çıkarak; 1986 yılında "Kör Saatçi" adlı bir kitabını yayınlamıştır. "Gen Bencildir" kitabi ile tanıdığımız Dowkins, doğal seçilim yoluyla gerçekleşen evrimi, yaşamın karmaşık tasarımını açıklayan tek kuram olduğunu düşünmektedir. Paley'in benzetimini-analojisini güçlü kılan nokta saatin kökenini bilmeye gerek duymadan, yalnızca saatin yapısından sonuca gidebilmesidir. Ayrıca, onun çözümlemesinde tek bir organı ele alıp sonuca gitmek olanaklıdır. Kişi insan gözünü ele alıp sonuca gidebilir, ayrıca karaciğerin, akciğerin de incelenmesi sonuca varmak için zorunlu değildir. Canlı organizma makinaya

benzetilir ve makinenin yapılma aşaması gözlemlenmese bile makinenin bir tasarımcısı olması gerektiğine dair benzetme ile canlıların da bir tasarımcısı olduğu ortaya konur. Paley'in bu düşüncesine karşı, Hume'un, canlılarla makine arasında analoji kurulamayacağı karşı çıkışı kanıt olarak gösterilir. Michael Denton, moleküler biyolojideki gelişmelerin Paley'i doğrulayıp Hume'u yanlışladığını söylemektedir (Bu gelişmeler özellikle son 50 yılda gerçekleşti).

Paley, incelediğimiz saatine ek olarak yeni saatler üreten bir düzeneğe de gözetmemizi ve düşünmemizi ister. Saat, başka saatler üretme yeteneğiyle daha da gelişmiş bir makineye dönüşecek ve ustasının becerisini daha fazla sergileyecektir. Eğer daha mükemmel bir saat (saat oluşturan saat) gördükten sonra, saatin bir ustası olduğu kanaatimizi değiştirirsek hata yapmış oluruz.

Mikroskobun Bulunuşu

Deney ve gözlem alanına yönelmiş bilim adamlarını bekleyen en büyük zorluklardan biri duyu organlarının sınırlılığıydı. Bu zorluğun aşılmasında merceklere dayanan iki sihirli aletten biri uzakları yakınlaştırdı (teleskop), diğeri ise çok küçük alanları ve canlıları görebilmeyi sağladı (mikroskop). Bu iki alet ile elde edilen verilerin hem biyoloji, hem de felsefe alanına etkisi büyük oldu. Teleskop ile yapılan gözlemlerin biyoloji alanına etkisi dolaylı şekilde oldu. Teleskop gözlemleri Aristoteles ve Kilise'nin bilim üzerindeki etkisinin kırılmasında ve gözlemsel, mekanist, matematik odaklı bir bilim anlayışının egemen olmasında etkili olmasını sağladı; bu biyoloji alanında izlenecek yöntemlerin belirlenmesinde de etkili oldu. Mikroskobun ise biyoloji alanında

en çok gelişmeye sebep olan icat olduğunu rahatlıkla söyleyebiliriz.

Biyoloji alanında mikroskoplar ilk olarak 17. yüzyılda kullanılmaya başlandı. Francisco Stelluti tarafından (1625) yazılan ve arıların bedenini konu edinen çalışma, mikroskoba dayalı ilk bilimsel eserdir. Robert Hooke (1635–1703) mantarların yapısı ile ilgili çizimleri Micrographia (1665) isimli kitabında yayımlandı; bu kitap hücre kelimesinin ilk kullanıldığı eserdir. Ne var ki yaptığı gözlemin öneminin o bile farkında değildi, hücre kuramı ancak 19. yüzyılda ortaya konabildi. Mikroskoplar sürekli geliştikçe 20. yüzyıl hücre içi dünyanın aydınlatılmasında kendisinden önceki dönemleri kat kat geçti.

Van Leuwenhoek (1632–1723) ve Marcello Malpighi (1628–1694), mikroskopla önemli buluşları ilk gerçekleştiren isimler arasındadırlar. Onlar hayvan ve bitki dokularını tanımladılar; planktonları, kan hücrelerini, sperm hayvancığını keşfettiler. Leuwenhoek'in kullandığı mikroskoplar 270 kat büyütme yeteneğine sahipti ve bu 17. yüzyıl için olağanüstü bir gelişmeydi. Felsefi açıdan da önemli olan tartışma konularından "kendiliğinden türeme" (spontaneous generation) gibi birçok konu artık mikroskop gözlemlerinden gelen verilerle tartışılmaya başlandı. Yeni bilimsel veriler felsefe alanına da canlılık getirdi; artık felsefede salt akıl yürütmelere dayalı anlayış, yerini bilimsel verileri akıl yürütmeyle birleştiren anlayışa bıraktı. Felsefeciler masa başı filozofu olma yerine, alana çıkıp bilimsel veri toplamaya ve bu verilerle çelişmeyen, bulguların desteklediği yeni dizgeler oluşturmaya çalıştılar.

Evrim Düşüncesi Nasıl Gelişti?

16. yy başlarında Avrupa'sında Galen adlı bir araştırıcı; Aristo felsefesini kendi incelemeleriyle birleştirerek; hem beden yapısını hem de işleyişini açıklayan bir dizge geliştirmiştir. Daha sonraları Galen'in bir savunucusu olarak işe başlayan Vesalius(1514 - 1564), yaptığı araştırmaların sonuçlarıyla Galen'in yazdıklarının çelişkili olduğunu görmüştür. (Örneğin, insan kaburga kemiğinin 7 değil 3 bölümden oluşması). Bundan sonra araştırmalarını bu yöne kaydıran Vesailus, Fabrica diye de bilinen "İnsan Beden Yapısı Hakkında 7 Kitap" adlı bir eser yazdı. Bu kitap, anatomistlere farklı bir bakış açısı getirdi. Artık, kitaplara değil, kendi gözlemlerine önem vermeye başladılar. Ayrıca Vesalius'un yapı açıklamaları, karşılaştırmalı anatomiye pek çok şey katmıştır. İnsanın diğer canlılara pek çok yönden benzerliklerini çıkarması ve bütünün küçük bir parçası olması artık araştırmalara insanı da katmıştır. 300 yıl sonra, Darvin de evrim teorisini ortaya atarken anatomi bilgilerinden faydalanacaktır.

1666 da bir köpekbalığını inceleyen Steno, köpekbalığının dişlerinin o bölgede taş parçalarıyla aynı olduğunu, daha doğrusu taş sandıklarının aslında fosil olduğunu görmüştür. Bu gözlem, paleontolojinin doğuşu olarak söylenebilir. Steno, daha sonra kayalarda araştırmalara başlamış ve aslında kayalarda yatay fosil katmanları oluştuğunu görmüştür. Kayalar oluşurken, canlı biçimleri barındırıyor olabilirdi. Buna göre en yeniden en eskiye doğru fosiller, yüksekten derine doğru sıralanmıştır (Steno'nun üstün konum kuralı). Aslında da Vinci ve Hooke da bunu düşünmüşlerdi ama Steno, fosil kavramını çok ileriye götürdü ve

fosillerin canlılık tarihinin kayalardan bulunabileceğini gözlemleyerek, canlıların 4 milyar yıldır nasıl evrimleştiği üzerine olabilecek en güçlü kanıtı bulmuş oldu.

Araştırmalar geliştikçe ortaya çıkan sınıflandırma gereksinimi de Linnaeus başarmıştır. 1735de yayınladığı "*Systema Nature*" adlı kitabında bildiği her canlıyı "binominal nomenklature-İkili Terimleşme" şeklinde, cins adı ve ardından tür adı olarak adlandırdı. Ayrıca cinsin de üzerinde ulamlar (kategoriler) oluşturdu ve bunlar aile, takım, sınıf, şube ve alemdir. Linnaeus, sınıflandırmasında insanı Homo sapiens olarak adlandırmış ve Homo cinsine yerleştirmiştir. Ayrıca aynı cinse orangutan ve şempanzeleri de yerleştirmiştir. Halen birçok yayında Linnaeus sınıflandırması kullanılmaktadır ve pek çok kanıt ile aynı kökenden geldiğine bakılmaktadır (fosil, anatomi, gen karşılaştırmaları gibi).

Buffon (1707- 1788), hayatı boyunca tamamlamayı çalıştığı "Doğa Tarihi Ansiklopedisi" inde dünyanın ve gezegenlerin oluşumunu açıklamıştır. Ona göre bir kuyruklu yıldızın güneşe çarpması sonucunda çıkan parçaların kalıntılarından dünya meydana gelmiştir. Buffon, canlılığın da dünya gibi bir tarihi olduğunu söylemiştir. Ayrıca, göçlerden kaynaklanan bir çeşitlilikten bahsetmiştir. Örnek olarak, Afrika fillerinin, Sibirya mamutlarının göçmen torunlarını olduğunu öne sürmüştür. Buffon'un düşünceleri pek çok önemli gelişmeye neden olacaktır. Cuvier'in nesil tükenmeleri ile ilgili keşfi, Lyell'in dünyanın uzun bir yaşı olduğunu söylemesi ve hatta Darvin'in evrim kuramı Buffon'un görüşlerinin devamı niteliğindedir.

Malthus (1766- 1834), yayınladığı kitabında (An Essay on the Principle of Population as it affects the Future Improve-

ment of Society) "İnsan Popülâsyonları Üzerinde" yaptığı çalışmalardan bahsetmiştir. Malthus, varlık bireyleri arttığında besin yetmezliği sebebiyle açlık, ayrıca salgın hastalıklar sebebiyle popülâsyonun dengeleneceğini söylemiştir. Yani Darvin'in hayvanların evriminden bahsettiğinde insanların da evriminden bahsetmesi Malthus'a olan güvenini göstermektedir.

1800'lerde Evrim Düşüncesi

Cuvier (1769–1832) zamanında fosiller artık kaya parçaları yerine bitki veya hayvan kalıntıları olarak düşünülüyordu. Cuvier, Paris yakınlarındaki fil fosilleri üzerinde çalışmıştır. Mamut ve bir Hint filinin dişlerini karşılaştırdığında ise önemli farklılıklar gözlemlemiştir. Bunu, nesil tükenme ile açıklamıştır ki o zamana kadar çok az kişi bundan söz etmişti. Soyların tükenmeleri gösteriyor ki gelmiş geçmiş türlerin % 99'u yok olmuştur. Dünyanın veya canlılığın tarihi açısından yok olmalar (Cretaceous–Tertiary, Triassic gibi) çok önemlidir.

1700 lü yılların sonunda bir botanikçi ve omurgasız uzmanı olan Lamarck da türlerin değişim gösterebileceğini belirtmiştir. Lamarck'a göre çevre değişince hayatta kalabilmek için canlılar da davranışlarını değiştirirler. Daha çok kullanılmaya başlanan organlar daha çok gelişir. Örneğin, zürafaların boyunları yüksek dallara ulaşabilmeleri için çok kullandıklarından gelişmiştir. Lamarck da Buffon gibi Canlılığın kendiliğinden kuşak ile başladığını düşünüyordu. Ayrıca Lamarck'a göre canlılar yalından karmaşığa doğru gelişirler. Lamarck'ın görüşleriyle Darwin'in görüşleri hakkında önemli farklılıklar vardı. Örneğin Darwin, temel ola-

rak yalınlık veya karmaşıklıktan söz etmiyordu. Lamarck'ın için birkaç anahtar kelime söylemek gerekirse bunlar artan karmaşıklık, kullanım/kullanmama, kazanılmış özyapıların aktarımı ve soyların tükenmemesi olarak tanımlanabilir. Lamarck'ın görüşleri 1800ler boyunca kalıtımın bilinmeyişi nedeni ile küçük insancık şeklinde ilkel bir düşünceler vardı.

19. yy sonlarında evrim, mikroskop altında da araştırılmaya başlanmış ve bazı önemli buluşlar da olmuştur. Birbirlerine benzerlik göstermeyen hayvanların embriyolarının ise pek çok yönden benzerlik gösterdikleri ortaya çıkmıştır. Bazı bilim adamları bunun, yaşamın basitten yüksek kademeye doğru bir ilerleyişte olduğu şeklinde yorumladılar. Darwin ise ağaç dallanması şeklinde bir evrimden bahsedecektir. Baer, embriyoların karşılaştırıldığında anlamsız sonuçlar çıktığını iddia etmiştir.

Smith, İngiltere yakınlarındaki Somerset Kanalı'nda yaptığı kazılarda Steno'nun bahsettiği gibi katmanlar görmüştür ve bu katmanlar eskiden yeniye doğru derinden yükseğe sıralıdır. Daha sonra gene İngiltere'de kayalıklardaki katmanları incelemiş ve aynı sonuçları görmüştür. Hatta her hayvan türünün katmanlarının iki bölgede de aynı olduğunu ve daha sonra üzerlerine yine aynı hayvan fosilleri geldiğini gözlemlemiştir. Smith, sonraları İngiltere için bir jeoloji haritası hazırlamış ve bu haritaları yaşamın tarihinde bölümler (örneğin, Cambrian'dan Jurassic'e ve günümüze şeklinde) elde etmelerini sağlamıştır. Ancak bu bölümlerden ara geçişi anlayamamışlardır. Dönemin bazı bilim adamları Tanrı'nın Dünya'ya yeni türler göndermesiyle bunu açıklıyorlardı. İleride ise Darwin doğal seçmeden ve diğer etmenleri söz konusu kılacaktır.

Lyell, Hutton'ın yardımıyla dünyanın aslında birden yok olmalarla değil, yavaş değişiklerle değiştiğini düşünmeye başlamıştır. Suyun akışının yatak oluşturması ve vadilerin yavaş erozyon hareketleriyle meydana geldiğini kanıtlamıştır. Darwin, Lyell'in düşüncelerinden çok etkilenmiş ve biyolojik bir örneklik kalıbını düşünmesine yol açmıştır. 1850 yılında Türlerin Kökeni o zamana kadarki söylenenlerden çok farklı şeyler içermekteydi. Darwin'in ortaya attığı doğal seçme düzeneklerini incelenebilir ve doğal olması nedeni ile çok önemli bir fikir olmuştur. Darwin ve Wallace'a göre bir hayvan eğer kendi türündeki diğer hayvanlardan daha iyi özelliklere sahipse daha fazla yavru verecektir. Yeni oluşacak nesil de daha çok bu özellikleri barındıracak ve kuşaklar boyu bu özellik yaygınlaşacaktır. Darwin güvercinlerle çalışmış, Wallace ise zamanını Afrika ve Asya'da vahşi hayatı inceleyerek geçirmiştir ancak edindikleri düşünceler hemen hemen aynıdır. Genlerin ve değişnimlerin keşfi ise doğal seçmenin kaçınılmaz olduğunu daha sonraları gösterecektir.

1857'de ilk insan fosilinin bulunmasıyla bilim adamları bunun aslında neye ait olduğuna karar veremediler. 'Homo sapiens in bir uç üyesi miydi yoksa farklı bir tür müydü?' sorusu cevaplanamamıştı. Huxley kafataslarını karşılaştırarak beyin gelişmişliği hakkında bilgi edinmeye çalışmıştır. Ayrıca Darwin'in doğal seçilimin yanında söz konusu ettiği cinsel seçilim düzeneği ve bunun soylar arasında farklı olabileceğinden bahsetmiştir. Daha sonraları bulunan yeni kafatası fosilleri şempanze ile insan arası özellikler göstermekteydi. Ayrıca Dubois'in bulduğu Homo erectus fosili evrim araştırmalarına önemli etkiler katmıştır.

19. yy'da hücre biyologları çekirdek ve kromozomları gözlemlediler. Kromozomların, sperm ve yumurtada diğer

hücrelere göre yarı sayıda olduğu bulundu. Theodosius Dobzansky'nin sirke sinekleri üzerinde yaptığı deneyler kromozomların bulunma sıklıklarıyla varlıklar arasında bir bağ kurdu. Daha sonraları Mayer ise coğrafik yalıtım dayalı fikrine göre yalıtılmış türlerin zamanla birbirinden genetik olarak farklılaşacağını öne sürdü. Watson ve Crick'in DNA'yı keşifleriyle, evrim araştırmalarına yeni bir boyut geldi. Her genin bir özel temel dizisi olduğu ve bunun kopyasının oluşturularak protein salgılama bölgelerine taşındığını belirttiler. Bu taban dizisi aminoasit bireşiminde belirleyici oluyordu. Bu buluş, değişimlerin da önemli çeşitlilikler yaratabileceğini gösterdi. 1953 yılında Chicago Üniversitesinden Miller ve Urey'in yaptığı deney oksijensiz ortamda prebiyotik atmosfer gazları ve elektrik enerjisi kullanılarak yaşam öncesi dünya koşulları taklit edilmiş ve bunun bazı aminoasitleri ortaya çıkardığı görülmüştür. Bu da ortak ata(progenot)nın varlığı ile ilgili önemli bir deneydir.

"Oh, şimdi derin bir soluk alalım, evrim düşüncesinin pek de o kadar kolay gelişmediğini görüyorum"

"Evet doğru, tüm bunlar evrim düşüncesinin nasıl başladığının kısa bir özeti. Şimdi istersen bütün bu aşamaları daha derinden inceleyip, anlamağa çalışalım"

"Önce bir yemek yiyelim derim, işe dalmışız karnımızın acıktığı hiç aklımıza gelmiyor"

Evrim Düşüncesinin Öncüleri

18. yüzyıla bilimsel devrimin kimya ve biyolojide kendini duyurduğu dönem diye bakılabilir. Biyolojide ilk önemli girişimi Fransız doğa bilgini Buffon'a borçluyuz. Yaşamını

doğa tarihi incelemelerine adayan Buffon canlıların sınıflanmasına ilişkin Aristoteles sistemini düzeltme ve geliştirme amacındaydı. İlgilendiği konuların başında evrim geliyordu. Fosil ve diğer kalıntılara dayanarak canlı ve cansız dünyada hemen her şeyin evrim sürecinde oluştuğu görüşündeydi. Tahmin edileceği gibi bu görüşün dile getirilmesiyle kilise ayağa kalkar; Buffon sonunda, "Dünyanın oluşu muna ilişkin söylediğim her şeyi, özellikle kutsal kitapta yazılanlara ters düşen sözlerimi, geri alıyorum" demek zorunda kalır.

"Şu Boffon, galiba bir Konttu, sık sık karşımıza çıkıyor, yaşamına ve yaptıklarına bir göz atsak derim"

Buffon Kontu ve Dönüşümcülük

Georges Louis Leclerc de Buffon, Montbard şatosu'nda dünyaya gelmiş (7 Eylül 1707), Dijon'daki Cizvit kolejinde okumuş, hukuk öğrenimi yapmıştır. 1730'dan başlayarak Dük de Kingston' la birlikte batı ve güney Fransa'yı, İtalya'yı ve İsviçre'yi dolaşmış, birkaç ay İngiltere'de kalmıştır. 1733'te bilimler akademisi yardımcı üyeliğine seçilmiş, İngilizceden bitkiler statiği üstüne bir yapıt çevirmiş, bilimsel bildiriler kaleme almıştır. 1739 yılı Buffon' un yaşamında dönüm noktası sayılır: çünkü bilgin o yıl kralın bahçesine yönetmen olarak atanmış ve bir doğa tarihi yazmayı tasarlayarak çalışmalarına yeni bir yön vermiştir. Elindeki bütün olanakları ve tüm vaktini tasarısını gerçekleştirme yolunda kullanan Buffon, yılın birkaç ayını Paris'te geçirdikten sonra Montbard' daki şatosuna çekilerek büyük yapıtını hazırlamaya koyulmuştur.

1749'da bölüm bölüm yayımlanmaya başlayan yapıt çok büyük bir başarı kazanmış, geniş yankılar uyandırmıştır.

Kralın bahçesi' nin girişine bilginin bir yontusu dikilmiştir. 1753'te (25 ağustos) Fransız akademisi'ne seçilişi dolayısıyla biçem üstüne yaptığı konuşma yazın çevrelerinde önemli bir olay olarak görülmüştür. Kont de Buffon 16 Nisan 1788'de Paris'te ölmüştür. Olgular ve örnekler üzerinde çalışan Buffon deneysel yöntemi kullanan bir gözlemcidir. Ama güçlü varsayım kurma ve bireşim yapma yeteneği vardır

Buffon türleri kendi aralarında çiftleşebilen ancak diğer türlerin birbirleriyle çiftleşmeyen canlılardan oluşan kümeler olarak tanımlayan ilk kişidir. Buffon (1707-1788), Linnaeus ile aynı yıl doğdu, ondan daha fazla yaşadı ve birçok konuda ters düştüğü Linnaeus gibi biyoloji tarihinin en önemli bilim adamlarından biri oldu. Buffon, yorumlanması en güç bilim adamlarından birisidir; bunun sebeplerinden biri kozmogoniden (evren-doğumdan) hayvan bilimine kadar çok geniş bir alanda ansiklopedik eserler yazmış olmasıdır. Diğer bir neden ise zamanla değişmiş olan fikirlerinin eserlerinde oluşturduğu çelişkilerdir. Buffon, Linnaeus' un taksonomisini birçok yönden eleştirdi ve doğada bireylerin olduğunu, bu şekilde sınıflandırmaların salt bilincimizin bir ürünü olduğunu söyledi. İki ayrı türün özelliklerini gösteren ara türlerin olmasını, "türlerin" aslında işimizi kolaylaştıran bir bilinç izdüşümü olduğuna kanıt gösterdi.

Buffon, tüm canlıların "ortak atadan" gelmesi fikrinden -Evrim Teorisi'nin en temel fikirlerinden biridir- ilk söz eden kişidir; fakat o, böyle bir düşüncenin ileri sürülebileceğinden bahsettikten hemen sonra, bu durumun neden gerçekleşmediğinin kanıtlarını sıralar. Birincisi, bilinen tarihte hiçbir yeni türün oluştuğu gözlemlenmemiştir. İkincisi, me-

lezlerin (katır gibi) yeni döller vermemesi türlerin arasında aşılması olanaksız bir sınır oluşturmuştur. Üçüncüsü, iki türün birbirinden oluştuğunu söyleyenler bir sürü ara biçim göstermek zorundayken bu ara formlar mevcut değildir. İlginçtir ki Buffon, Evrim Teorisi'ni, bu tarz bir yaklaşımın olanaklı olmadığını göstermek için de olsa, yine de ilk ortaya koyan kişi olmuştur. O, bir yönüyle Evrim Teorisi'nin gerçek babası kabul edilebilir; fakat bunu savunanlar, bu babanın, sadece çocuğunu öldürmek için dünyaya getirdiğini söylemek durumundadırlar. Buffon'un Evrim Teorisi'ne yönelttiği karşı çıkmalar hala canlıdır ve Evrim Teorisi'ne karşı olan biyologlar ve felsefecilerce –yeni bulguların eşliğinde– bu karşı olmalar devam etmektedir

Ancak evrimin başka çevrelerde de ilgi konusu olduğunu görüyoruz. Condorcet, Lord Monboddo, Cuvier gibi düşünürlerin, insanın ilkel yaşamdan ileri uygarlık düzeyine geçiş sürecini bir ilerleme olarak işlemeleri evrim düşüncesinin yaygınlık kazanmasını kolaylaştıran bir gelişmedir. İnsanın sosyal ve kültürel yaşamında ilerleme varsa, biyolojik yaşamında niçin olmasın? Evrim kilisenin tutumuna karşın çağın ilgi odaklarından biridir, artık! Ünlü İsveç botanikçisi Linnaeus'un (1707–1778) modern sınıflama yönteminin temelini oluşturan çalışması biyolojide evrim düşüncesine güç kazandıran başka bir çalışmadır. Buffon ile Linnaeus, belki de kilisenin baskısı nedeniyle, evrimin yalnızca tür içinde olabileceği, dolayısıyla bir türün başka bir türe dönüşemeyeceği görüşünde birleşmişlerdi. 19. yüzyıla gelindiğinde dinsel bağnazlık eski etkisini büyük ölçüde yitirmiş ya da yitirmeye yüz tutmuştur. Darwin'in dedesi Erasmus Darwin (1731–1802) de Buffon gibi canlıların yaşam dönemlerinde uğradıkları değişikliklerin yeni kuşaklara geçmesiyle evrim-

leştiği görüşündeydi. Bu düşünceyi daha belirginleştiren Fransız doğa bilgini Lamarck (1744–1829) evrim konusunda kapsamlı ve tutarlı ilk kuramı oluşturan kişidir.

Kendiliğinden Türeme

Canlıların kendiliğinden türediğini (spontaneous generation) söyleyen anlayışa göre, canlılar, başka canlıların üremesi veya bölünmesi gibi süreçler olmaksızın, cansız maddenin birleşimi sonucunda bir araya gelmişlerdir. Bu anlayışın izlerine binlerce yıl öncesinde rastlıyoruz. Örneğin Nil kıyısında yaşayanlar, kurbağaların çamurdan oluştuklarını düşünüyorlardı. Birçok kişi arıların, sineklerin, farelerin her birinin nasıl cansız maddelerden elde edilebileceğine dair reçeteler yazacak kadar ileri gitmişlerdi. Çöpten, çamurdan türemeye inanıldığı gibi, ölmüş hayvanların vücudunun bozulması sonucunda bu leşlerden türemeye de inanılıyordu. Örneğin Aristoteles sivrisineklerin ve bitkilerin çürümekte olan maddelerden türediğine inanıyordu.

. Mikroskobun bulunması ile "kendiliğinden türeme" ile ilgili tartışmalar yeni bir boyut kazandı. Artık hiç kimse arılar veya sinekler gibi böceklerin "kendiliğinden türediğini" savunamaz duruma geldi. Fakat Leuwenhoek'in mikroskop ile yaptığı incelemeler sonucunda gözle görülemeyen birçok küçük canlının varlığı anlaşıldı. Bu sefer, bu canlıların "kendiliğinden türediği" savunulmaya başlandı. Francesco Redi (1626–1697), çürümüş etin bulunduğu kapları tülle örttü ve sineklerin ete yumurtlamasını önledi; bu deney ile çürümüş etten kurtçuklar çıktığını söyleyen "kendiliğinden türeme" anlayışı önemli bir darbe yedi. Bu deney canlı ile cansız arasındaki ayırımın sanıldığından büyük olduğunu ve Aristo-

teles'in ve diğerlerinin böceklerin cansız maddeden "kendiliğinden türediğine" ilişkin yaklaşımının yanlışlığını ortaya koydu. Bu deneyden sonra tek hücreli mikroskobik canlıların "kendiliğinden türediğini" savunanlar olduysa da, bir daha gözle görülebilen büyüklükteki canlıların kendiliğinden oluştuğunu savunmak mümkün olmadı.

"Kendiliğinden türeme" ile ilgili tartışmalar genelde önoluşum (preformation) ve sıralı oluşum (epigenesis) tartışmalarıyla bir arada yapılmıştır. Ön oluşumu savunanlar canlının özelliklerinin tohum aşamasında baştan belirlendiğini; sıralı oluşumu savunanlar ise canlının tohum aşamasında baştan belirlenmeyip geçirdiği süreç içinde şeklini aldığını savunmuşlardır. Önoluşumu savunanların kimisi yumurtanın belirleyiciliğine(Ovizm) vurgu yapmıştır. Yumurtanın belirleyiciliğini savunanlar arasında; Haller, Bonet, Spallanzani gibi önemli araştırıcılar vardı.

Haller, biyolojiye "evrim" kavramını sokan kişilerdendir; o, Havva'nın her yumurtasında birer insancık, her insancığın yumurtasında daha küçük bir insancık şeklinde, adeta Rus matruşkaları gibi iç içe bir yaratılışı savunmuştur. O "evrim" kavramını, başlangıçtaki minik insancıkların sıkışık hallerinden açılmaları ve embriyolojik gelişme boyunca boyutlarını büyütmeleri anlamında kullanılmıştır.

Kendiliğinden türemenin yanlışlığını gösteren her bulgu, canlı ile cansız arasında sanıldığından daha büyük uçurum olduğunu ortaya koydu. Bu uçurum böceklerin cansız maddeden oluşamayacağının gösterilmesiyle açılmıştı. Fakat gözle görülemeyen mikro organizmalar için bile bunun mümkün olmadığının giderek daha çok anlaşılması uçurumu daha da büyüttü.

"Merhaba Öykü, hoş geldin bu ne acele böyle"

"Hoş bulduk, çok heyecanlıyım"

"Hayırlar ola, neler buldun bakalım!"

"Çok fazla bir şey yok, boş vakitlerimde evrim ve evrim düşüncesinin nasıl başladığı konusundaki bilgileri toparladım, belki ekleyeceğimiz notlar vardır"

"Evet, ben de bazı bilgilere eriştim"

"O kadar çok şey var ki bunları derleyip toplamak lazım"

"Nasıl yapalım acaba? Bunun da bir yöntemi olmalı"

"Evet var, hem de çok zevkli, aynen biriktiri yapar gibi"

"Nasıl yani posta pulu toplama gibi mi?"

"Evet, ona benzer, senin bir taş biriktirin var değil mi?"

"Evet, küçükken, deniz kıyısında topladığım çakıl taşlarını bir türlü atamıyorum, karmakarışık bir torbada duruyorlar"

"Şimdi onları sınıflandırmaya çalışsak, önce ne yapardın?"

"Renklerine veya kökenlerine göre ayırırdım"

"İşte bir ön sınıflama oldu bile sonra?"

"Bunların nasıl oluştuğuna konusunda bir bilgim olsaydı, ona göre kümelendirirdim"

"Çok güzel, haydi bu konuda bir şeyler bul bakalım, belki ileride işimize yarar"

"Hemen bakıyorum"

"Daha bilimsel olması için kayaç diye arar mısın?

"Bakıyorum, kayaç, mineral topluluklara verilen ad". Çeşitli mineralleri veya taş parçacıklarının veya tek bir mine-

ralin çok sayıda birikmesinden meydana gelir. Granit ve bazalt çeşitli minerallerden kum taşı, değişik kum tanelerinden, mermer ve kuvarsit tek bir mineralden oluşmuş kayaçlardır. Kayaçların oluşumları sırasındaki doğal ortamı yansıtan bir çeşit belgelerdir. Yer kabuğunun jeolojik gelişmesinin izleri bu çeşit kayaç üzerinde izlenmiştir. Bu nedenle onlar yer kabuğunun doğal belgeleri sayılır. Kayaçları incelemek için özelleşmiş bilim dalının ismi petrografidir. Jeolojik devirlere ait kayaçların oluşumu bugün yeryüzünde hüküm süren fiziksel olayların ışığı altında yorumlanabilir. Böylece kayaçlar oluşumu sırasında var olan doğal ortamı aynen yansıtırlar.

"Bak gördün mü? Taşlarla ilgili neler öğrendik"

Kayaçları üç gurup altında toplayabiliriz:

Tortul kayaçlar, Magmatik kayaçlar, Metamorfik kayaçlar (Başkalaşım Kayaçları)

Tortullaşma yani çöküntü sonucu meydana gelen kayaçlar, çoğu kez fosil içeririler. Yeryüzünü oluşturan kayaçlar dış kuvvet (akarsular, rüzgârlar, buzullar, dalga ve akıntılar vs.) tarafından ufalanır ve taşınır. Taşınan nesneler; akarsu, göl ve okyanus tabanları ile çukur alanlarda katmanlar halinde biriktirilir. Bunlar zaman içinde sıkışarak tortul kayaçlara dönüşür...

"Bak gördün mü senin çakıl taşları ne kadar çok bilgi içeriyor, ancak biz biyolojik bir sınıflama peşindeyiz"

"Evet, bu konuda şöyle bir bilgi var"

Bilimsel sınıflandırma veya biyolojik sınıflandırma, biyologların yaşayan veya soyu tükenmiş canlılara ait türleri nasıl kümelendirecekleri veya sınıflandıracaklarına ilişkin

bilimsel temelleri ortaya koyar. Çağdaş sınıflandırma, Carl Linnaeus'un, türlerin fiziksel özelliklerine göre sınıflandırılması sistemini temel alır. Bu sınıflandırma Linnaeus'dan beri Darwinci ilkelerin kuralları ışığında birçok düzenlemeye uğramıştır. Moleküler sınıflandırmanın, kullandığı DNA analizi yöntemi ile bu sınıflandırmanın birçok ilkesi de değişmiştir ve değişmeye devam etmektedir. Bilimsel sınıflandırma bir bilim olarak; taksonomi veya dizgeler ile ilişkilidir.

"Evet, tam da bizim aradığımız şey, bir de kategori var"

"Ona da bir bakalım"

Ulam-kategori, genel olarak öznitelik ya da bir nesneye yüklenen nitelik olarak anlaşılır. Bir konunun anlam ve sınırlarını, içerik ve biçiminin çerçevesini belirlerler. Dizgesel denildiğinde belirtilen anlam, bu bağlamda, koşulsuzluktur. Bir anlamda kategori fikrinin oluşturucusu Aristoteles'tir. On çeşit kategori belirlemiş ve bir konu hakkında bu on kategoriye göre bir şey söylenebileceğini belirtmiştir.

"Bunlar neydi acaba? Çok merek ettim doğrusu"

"Bunlar; Töz, nicelik, nitelik, yer, zaman, durum, iyelik, etki, edilgi, bağıntı dır"

"Gerçekten bütün bunlar, bir şey söyleyebilmenin koşullarını belirleyen kavramlar olarak görülüyor"

"Buna koşut, ancak farklı bir içeriğe sahip olarak Kant da bir başka kategori anlayışı mevcuttur Kant'ta kategoriler yalnızca düşüncenin özellikleri olmasına karşın, Aristitales'te hem düşüncenin hem de varlığın özelliklerini göstermesidir"

"Ulam yani kategori deyince, aklıma bir şarkı ve şarkıcı geliyor"

"Sakın bu Sezen Aksu olmasın!"

"Evet, ta kendisi, neydi o ünlü şarkısı?"

Beni kategorize etme
Benle oynama
Yaftayı yapıştırıp
Bana isim koyma
Karikatürleştirme beni
İlahlaştırma
Tabulaştırma sakın tabulaştırma
Ben seni öyle sevdim öyle sevdim
Ben seni öyle sevdim böyle mi sevdim
Matematikleştirme beni çarpma, bölme
Toplama, çıkarma sakın beni hesaplaştırma
Mekanikleştirme beni otomatikleştirme
Yarıştırma sakın onla bunla karşılaştırma

"Evet, şarkı çok güzeldi, biz şimdi konumuza dönelim, nerede kalmıştık?"

Evrim Kavramları

Biyolojide evrim, canlı türlerinin, kuşaktan kuşağa değişime uğrayarak ilk halinden farklı özellikler kazanmasıdır. Buna bir canlıyı ötekilerden ayırt eden biçimsel ve yapısal ana özelliklerin gelişmesi yolunda geçirilen bir dizi değişme olayı da diyebiliriz. Evrim, bir canlı varlığın veya varlık kümesinin(popülâsyonun) genetik oluşumunun zamanla değişmesi anlamına gelir. Zaman içinde birdenbire olmayan, kesintisiz, niteliksel ve niceliksel gelişme sürecidir.

"Peki, popülâsyon-varlık kümesi nedir? Ben pop ve ya popüler müziği biliyorum"

Popülâsyon, her türlü canlı varlığın sayısal yoğunluk ve dağılımı anlamında bir sözcük olup dilimize, Fransızcadan geçmiştir. Türkçe karşılığı; nüfus ve varlık kümesi olmasına karşın biyoloji ve toplumbilim terimi olarak sıklıkla kullanılır.

"Pop müziği de toplum ve halk tarafın çok sevilen anlamına geliyor"

"Evrimin diğer dillerdeki karşılıklarına da bir bakalım derim"

"Evet, evrimin diğer dillerde; evolution, evolution, tekâmül ve perfection gibi karşılıkları var"

Evrim kuramına göre canlılığın devamı ve çeşitliliği doğal seçilimle sağlanır. Doğal seçilimin üç temel bileşeni bulunur:

1.Genetik özelliklerin devamını sağlayan" kalıtım"

2.Farklı davranış ve biçim zenginliğini sağlayan "çeşitlilik",

3.Çeşitli özgün yapılardan, doğadaki koşullara en uygun olanının hayatta kalmasını sağlayan "seçilim"

"Şimdi bu üç bileşenin neler olduğunu açıklamaya çalışalım. Hemen sözlüğe sarıldın bakıyorum"

Kalıtım(Soya Çekim)

"Evet, kalıtıma bakıyorum "

Kalıtım(heredity, contribution, heritage, heredity, inheritance); Çevre etkileriyle köklü olarak değiştirilemeyen özelliklerin, döllenme sırasında, dişi ve erkeğin kromozomları

yoluyla bir kuşaktan ötekine geçmesi anlamına gelir. Türkçemizde; aynı karşılığı veren soya çekim, irs, irsiyet, veraset gibi eş anlamlı başka kelimeler de vardır. Kalıtım canlı evriminin temel tanımlarından ve olgularından biridir. Kalıtımla ilgili diğer tanımlara gelince:

Fenotip: Canlının dış görünüşüdür. Örneğin bir bireyin rengi, şekli, büyüklüğü, davranışı ve kimyasal yapısı gibi.

Genotip(Genetik özellik): Bir canlının sahip olduğu genlerin toplamıdır. Genotip sembollerle (harflerle) gösterilir.

Homozigot (Arı döl): Bir özellik için anne ve babadan aynı genleri alan birey, o özellik yönünden homozigot tur.

Heterezigot (melez): Bir özellik için anne ve babadan farklı alel genleri alan birey o özellik yönünden heterozigo tur.

Çekinik (resesif) Gen: Yalnız homozigot durumda kendini gösteren gendir. Küçük harfle gösterilir. Fenotipte görülme sıklığı azdır.

Baskın (Dominant) Gen: Hem homorozigot hem de heterezigot durumda fenotip te kendini gösteren gendir. Büyük harfle gösterilir. (Kk)

Bir bireyin ne olacağını kalıtımı ve çevresi belirler. Her iki etken de gelişmenin her basamağında, canlı üzerinde bir etki taşır. Farklı ortamlarda bir canlının fenotipi yani dış görünüşü değişebilir. Bu değişiklik kalıtsal değildir. Çünkü bu sırada genler değişmez, yalnızca genlerin işleyişi değişir. Çevre etmenlerinin (sıcaklık, ışık, nem, besin...) canlının fenotipinde meydana getirdiği değişikliklere modifikasyon (değişke) demiştik. Canlının görülen özellikleri (fenotipi) kalıtım ve çevrenin etkisi altındadır. Bunu bir örnekle açıklarsak; Himalaya tipi tavşanların doğal kürk rengi beyaz fakat

ayakları ve kuyrukları siyahtır. Himalaya tavşanlarının beyaz kürkü tıraş edilip soğuğa bırakılırsa vücudunda siyah renkli kılların çıktığı görülür. Bu örnekten de anlaşılacağı gibi kalıtımda çevrede bireyin gözlenen özellikleridir. Çevreden etkilenmeyen kalıtsal özyapıları vardır. Örneğin kan grubu, renk körlüğü, kulak memesinin yapışık veya serbest olması gibi.

Değişinim(Mutasyon)

Genlerde meydana gelen başkalaşımlara "değişinim-mutasyon" denir. Değişimler, ışınım ve bazı kimyasal maddelerin etkisiyle de meydana gelebilir. Vücut hücrelerindeki dönüşümler kalıtsal olmadıkları halde üreme hücrelerindeki değişinim kalıtsaldır. Değişime neden olan etkenlere mutajen denir. X ışınları, kimyasal maddeler, zararlı ışınlar, sigara katranı gibi etkenler mutajendir. Faydalı değişinimler, yeni kalıtsal özelliklerin oluşmasına neden olur. Bu durum çok uzun bir süreç sonunda bir türden alt türlerin oluşmasına neden olabilir. Bu şekilde canlıların çeşitliliği artar.

Değişke(Modifikasyon)

Çevre etkisiyle vücut hücrelerinde görülen ve kalıtsal olmayan değişikliklere "modifikasyon-değişke" denir. Değişme vücut hücrelerinde olduğu için kesinlikle yavru canlıya geçmez yani kalıtsal değildir. Ortam sıcaklığı, ışık, nem oranı ve beslenme, çeşitli değişkelere neden olan etkenlerdir. Canlının kalıtıma bağlı olmaksızın çevrenin etkisiyle ortaya çıkan özellikleri de vardır. Çevrenin etkisi ortadan kalktığında veya değiştiğinde canlıdaki değişikliğinde orta-

dan kalktığı görülür. Güneşin etkisiyle derinin esmerleşmesi, yapılan beden eğitimi nedeniyle kasların gelişmesi buna örnek gösterilebilinir.

Kalıtsal Sürüklenme

Küçük popülâsyonlarda eşlerin seçimi ve çiftleşme, büyük ölçüde rastlantıya dayanır. Böylece gen havuzlarındaki denge, doğal seçilimden daha çok, şansla meydana gelen olaylarla değişir. İşte küçük varlık topluluklarında, şansa bağlı olarak meydana gelen üreme olaylarının evrimsel gelişmelerdeki etkisi, 'Genetik Drift = Kalıtsal Sürüklenme' olarak adlandırılmıştır. Birkaç örnek görelim:

a) Birçok bitki, geçmişte gerekli olmadığı için petallerini yitirmiştir (örneğin böcekler yerine rüzgârla tozlaşmaya başladıkları için). Bir zaman sonra tekrar böceklerle tozlaşma zorunluluğunu duyunca, petallerini aynı şekilde oluşturamamış, bunun yerine, üreme zamanlarında çiçeklerine yakın yapraklarını renklendirecek özellikleri kazanmıştır (Atatürk Çiçeğinin kırmızı yapraklarını anımsayınız!).

b) Birincil su hayvanları (balık gibi) oldukça etkin bir solunumu yürütebilecek solungaç düzeneklerini, karmaşık bir yol izleyerek geliştirmiştir. Kara yaşamına uyum yaptıktan sonra, bir kısım canlı, tekrar suya dönmüştür (balinalar, yunuslar vs.); fakat hiçbiri, dölütsel–embriyonik gelişimlerinde kalıntı halinde solungaçları bulunduğu halde, tekrar solungaç yapısını geliştirememiştir. Hemen hepsi yine akciğeriyle solunuma devam eder. Fakat bunun yanı sıra oksijeni uzun süre tutabilecek ya da depolayabilecek yapıları geliştirmişlerdir. Benzer şekilde, hiçbiri balıklardaki gibi yanlardan basılmış kuyruk yüzgecini geliştirememiş; bunun yerine üstten

basık kuyruk yüzgeçlerini geliştirebilmişlerdir. Ön bacakları kürek şekline dönüşmüştür; fakat hiçbir zaman balık yüzgeçlerine benzemez. "Çünkü evrimsel olarak bir kere yitirilen bir yapının tekrar kazanılması hemen hemen olanaksızdır" Ya da çok küçük olasılıklarla tekrarlanabilir. Burada yönlendirici unsur çevre koşullarının farklılığı değil, şansa bağlı seçilimlerin etkisidir.

"Buna bir başka örnek de galiba Yunus balığı oluyor"

"Evet, iyi bir örnek"

"Ben yunusları çok seviyorum, eğlence yerlerinde ve sirklerde gösteri yapıyorlar ne de sevimliler, her zaman gülüyorlar"

"Ancak onları doğal yaşama yerlerinde yani denizlerde gözlemek çok daha hoş oluyor"

"Evet, gemilerin peşine takılıp bir süre izliyorlar ve gösteri yapıyorlar"

"Yalnız onlara eskiden olduğu kadar sık rastlayamıyoruz"

"Örneğin İstanbul Boğazında"

İstanbul Boğazı'nda üç yunus türü gözlenebilir; Afalina (Tursiops truncatus), Tırtak (Delphinus delphis) ve Mutur (Phocoena phocoena). Boğazda denize dikkatle bakarsanız, bazen onları siz de fark edebiliriz. Türkiye genelinde ise on bir tür deniz memelisi bulunuyordu: Uzun balina, kaşalot (ispermeçet balinası), grampus, çizgili yunus, siyah yunus, kuvier balinası, yalancı katil balina ve Akdeniz Foku. Ancak gerçek şu ki sularımızda birçok balina ve yunus türü bulunmasına rağmen onlar hakkında yeterli bilgiye sahip değiliz. Balık avcılığı sırasında Karadeniz'de yılda en az 3 bin yunus

ağalara takılarak boğulduğu ve karaya vurduğu tahmin edilmektedir. 2003 yılının nisan, mayıs, haziran aylarında Batı Karadeniz'de karaya vuran yunus türlerinin tespiti için 45km lik kıyı taranarak 177 adet yunus bulunmuştur. Deniz kirliliğinin etkilerinin belirlenmesi için muturlar üzerinde yapılan araştırmalarda yüksek oranda kimyasal kirleticiler tespit edilmiştir. Tırtak Akdeniz'de 2003 yılından yana "Soyu tehlike altında türler (Endangered)" listesine girmiştir.



"Bazen balıkları yedikleri için bu sevimli dostları avlıyorlar"

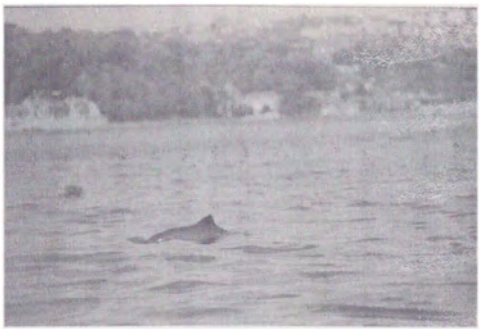
"Hayır, olmaması lazım, Türkiye'de tüm deniz memelilerinin avlanması yasaktır"

İstanbul Boğazı'nda, özellikle bahar ve sonbaharda balık göçleri sırasında artan yunus sürüleri, karadan, botla ve şehir hatları vasıtalarıyla denizden izlenmektedir. Fotoğraflama teknikleriyle yunus bireylerinin sırt yüzgeçlerinden kimlikleme (photo–id) çalışmaları yapılmaktadır. Sırt yüz-

geçlerinin büyüklüğü, şekli, üzerindeki girinti, çıkıntı ve izlerden bireyleri tespit ederek, mevsimsel göç yapan ve yaz kış gözlenebilen yerleşik grupların ayırt edilmesine çalışılmaktadır.

"Acaba Yunus ve benzeri canlılar zaman sürecinde eski hallerine dönebilirler mi?"

"Bu soruyu, Evrim ablaya sormuştum. Gelen açıklama şöyle:"



Sevgili Öykü,

Evrim yolunda galiba dönüşü olmayan bir yere geldin sanırım. Evrime uğrayan canlılar tekrar eskisi gibi olabilirler mi? diye soruyorsun. Bu durumda; dinozorları ve geçmişte yaşamış birçok canlıyı yeniden görmemiz gerekmez miydi?"

"Evet, soruya soruyla cevap, ilginç bunu hemen araştırmalıyız"

"Bunun cevabı da değişinimlerle mi ilintili acaba?"

Dollo Yasası

Değişinimlerin bir kısmı dönüşlüdür. (Geri Mutasyonlar); bununla beraber evrimsel gelişmeler geriye dönük değildir (Dollo Yasası). Örneğin bir kuşun, tekrar sürüngene; bir balinanın karada yaşayan atasına dönüşmesi; parazitlerin serbest yaşaması; atın tekrar beş parmaklı olması olanaksızdır. Çünkü gerekli tüm geri mutasyonların şansa bağlı olarak elde edilmesi, olasılık açısından hemen hemen sıfırdır. Yine aynı nedenle, körelmiş organların ve yapıların da tekrar işlev görebilecek eski hallerine dönmesi olası değildir.

Louis Dollo (1857–1931) tarafından 1890'da ortaya atılan bu hipotez, evrimin tersinmez olduğunu söyler. Canlılar aynı evrimsel çizgiyi her iki yönde de bir kez daha gidemezler.

Louis Dollo, 1877 yılında inşaat mühendisi olarak hayata atıldı ve Belçika'da Bernissart bölgesindeki kömür madenlerinde çalışmağa başladı. Güzel bir rastlantı eseri 1878 yılında 390 metre derinlikte 31 adet iyi korunmuş Iguanodon dinozor iskeleti bulunmuştu. Dollo bu iskeletlerin yeniden yapılandırılması ve Belçika Doğa Tarihi Müzesine yerleştirmesinde öncülük etti ve bu konuda makaleler yazdı ve bunu dinozorlar hakkında çok sayıda inceleme ve araştırma izledi. Kangurular gibi ayakta durabilen iki dinozor türüne ait çalışmaları oldukça ilgi toplamıştı. Dello iguanodonların uzun ve güçlü kuyruklarına bakarak onların timsahlar gibi hem karada hem de sularda yaşılabileceklerini ileri sürmüştür. Onu ünlü yapan dinozor iskeletlerinin yeniden yapılandırılması ve evrimin geri dönüşü olmadığı konusundaki yasadır. Örneğin, atlar kaybolmuş olan ayak yapısına asla

tekrar dönemezler. Buna bir örnek de ayni nedenle olmasa da dinozorlardır.



"Canlıların evriminde geriye dönüş olmadığını, böylece bir yasaya dayanarak öğrenmiş olduk"

"Sonunda dinozorlarla ilgili bir aşamaya geldik. Onların hiç geriye dönüşü olmadı"

"Sevimli dinozorları, küçükten beri öyle merak ediyorum ki, sorma"

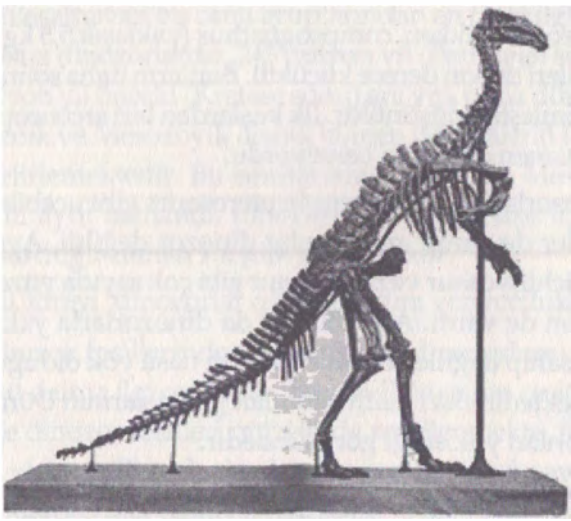
"Arıyorum, dinozor nedir? Onlara neler oldu? Neden kayboldular"

Dinozorlar

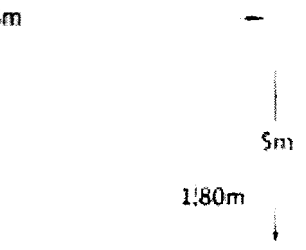
Karşılaştırma: dinozor – insan

Dinozorlar 100 milyon yıldan fazla bir zaman kara hayatına egemen olmuş hayvanlardır. Dinozor, Yunancada korkunç kertenkele anlamına gelen iki sözcüğün birleştirilmesinden oluşturulmuştur. Bunun nedeni, geçmişte bilim

adamlarının dinozorları bir cins kertenkele sanmalarıdır. Türkçede yaygın fakat yanlış olarak dinozor diye yazıldığı da olur. Dinozorlar yeryüzünde ilk kez 200 milyon yıl önce göründüler. 65 milyon yıl önce ise, çok sayıda dinozor türünün soyu tükenmişti. Yeryüzünde çok sayıda dinozor türü bulunmaktaydı. Bunlardan kimi bitkilerle beslenirken, kimi et yiyordu. En kalabalık otçul dinozor türleri brachiosaur lar idi. Bunlar gelmiş geçmiş en büyük hayvanlarıydı. Örneğin apatosaur 30 ton ağırlık ve 21 metre uzunluğa ulaşabiliyordu.



Diğer otçul dinozorlar, kendilerini etçil dinozorlardan korumaya yarayacak özel silahlara sahipti. Örneğin triceratop, başında üç boynuz taşırken, ankylosaur çıkıntılı kemiklerle korunuyor, stegosaur'un kuyruğunda ise sivri dikenler bulunuyordu.



Etçil dinozorlar, tıpkı insanlar gibi arka ayaklarının üzerinde yürüyorlardı. Tyrannosaur, Carnotaurus gibi bazıları son derece büyükken, compsognathus (yaklaşık 5,5 kg ve 60 cm) gibileri de son derece küçüktü. Bunların daha sonra kuşlara evrimleştiği düşünülür. İlk kuşlardan biri archaeopteryx idi ve kısmen dinozora benziyordu.

Dinozorlarla aynı dönemde pterosaurs gibi uçabilen sürüngenler de vardı, ama bunlar dinozor değildi. Aynı zamanda ichthyosaur ve pleisiosaur gibi çok sayıda yüzebilen sürüngen de vardı. Ama bunlar da dinozorlarla yakın bir ilintiye sahip değillerdi. Dinozorların nasıl yok olduğu bilinememektedir. Bazı bilim adamları göktaşlarının Dünya'ya çarpıp onları yok ettiği görüşündedir.

"Dinozor deyimi, çağın gerisinde kalmış ve değişimine ayak uyduramama nedeniyle eski paradigmasında takılı kalmış kişi ve kurumlar için de kullanılıyor değil mi?"

"Evet, ancak paradigma ne demekti? Bu terim birçok yerde geçiyor"

"Paradigma, kısaca herhangi bir alanda yerleşik yazılı ve yazılı olmayan tüm kurallar ve uygulamaların bütününe verilen bir isimdir. Kısaca ortak değerler dizisi"

Paradigma bir başka deyişle bir modelin, bir bakış açısının, kavrayış ve anlayışın adıdır. Bir değerler dizisi, uzun süren deneyimler ve başarısı kanıtlanmış süreçleri içerisinde barındırabilir. Yeni bir paradigma eskisini geçersiz kılacak şekilde tüm kalıpları yıkarak kendi kurallarını koyduğunda artık eskisi için başarılı olabilecek bir zemin kalmamıştır.

"Peki, Türkiye'de hiç dinozor bulundu mu?"

"Fosil anlamında soruyorsan, bildiğim kadarı ile bulunamadı"

Dünya üzerinde bir zamanlar yaşadığı bilinen ancak bugüne ulaşamayan bu canlı gruplarından en fazla ilgi çekeni kuşkusuz dinozorlardır. 245 milyon yıl (Permiyen sonu) ve 65 milyon yıl önceki (Kretase sonu) ani yok olma dönemleri Paleozoik ve Mesozoyik olarak bilinen dönemlerin üst sınırını belirlemektedir. Bu sınırlar arasında kalan Mesozoyik dönemi aynı zamanda dinozorların dünya üzerinde hüküm sürdüğü zaman karşılık gelmektedir.

"Bu süreyi 'dinozorlar dönemi' adını veriyorduk"

Yalnızca fosillerinden tanıdığımız dinozorların yaşam öyküsü daima ilgi çekmiştir. Bugün Dünya'nın çeşitli ülkelerinde dinozor fosilleri müzelerde sergilenmekte, fosil bulunan yerler milli park olarak korunmakta ve çok sayıda kişi tarafından ziyaret edilmektedir. Dünya'da ilk dinozor fosili 1824 te doğa bilimci William Buckland tarafından bulunan bir Megalozondur. Bundan bir yıl sonra Gideon Mantell'de Iguanodon diş ve kemikleri bulmuştur. 1837 de Hermann von Meyer Almanya'da Triyas yaşlı Plateozorus; 1856 da Amerika'da Joseph Leidy Troodon; 1858 de Amerika'da Joseph Leidy Hadrozorus; 1861 de Hermann von Meyer Archaeopteriks; 1878 de Belçikalı madenciler 30'dan fazla tümü

korunmuş Iguanodon fosillerini bulmuşlardır. Türkiye'de ise bugüne kadar Dinozor fosili bulunmamıştır.

"Bu dinozor türlerinin isimleri de çok hoşuma gidiyor, kelimenin sonuna 'zorus' veya 'teriks' eki getirmek yeterli oluyor"

"Haklısın, aslında hepsi de bir çeşit 'dinozorus' değil mi?"

"Çakmaktaş ailesinin de evlerinde köpek yerine besledikleri, her şeyi biraz geç algılayan ve işleri karıştıran 'Dino' adlı bir evcil hayvanları vardı"

"Evet, taş devrinde evcil hayvan beslemek için, olsa olsa eğitilmiş bir dinozor edinmek gerekirdi"

Evrimleşmeyi Sağlayan Olgular

Evrimsel değişikliklerin birimi bireyler değil, varlık kümeleri, yani popülâsyonlardır. Bir kümenin yapısını döller-kuşaklar boyunca süren bir etkiyle değiştiren evrimsel güçleri, önem sırasına göre inceleyelim:

Eşeylerin Arasındaki Yapısal Farkların Oluşumu

Dişiler genellikle yavrularını meydana getirecek, koruyacak ve belirli bir evreye kadar besleyebilecek şekilde özellik kazanmıştır. Özellikle memelilerde tam olarak belirlenemeyen bir nedenle dişiler başlangıçta çiftleşmeden kaçıyormuş gibi davranırlar. Dişilerin kuvvetli olduğu bir toplumda çiftleşme çok zor olacağından, seçilim, memelilerde, kuvvetli erkekler yönünden olmuştur. Bugün birçok canlı grubunda, özellikle yaşamları boyunca birkaç defa çiftleşenlerde erkekler, dişileri çiftleşmeye zorlar; çok defa da bunun için kuvvet

kullanır. Bu nedenle erkekler dişilerinden daha büyük vücut yapısına sahip olur. Buna karşın, yaşamları boyunca bir defa çiftleşenlerde ya da çiftleştikten sonra erkeği besin maddesi olarak dişileri tarafından yenen gruplarda (peygamberdevelerinde ve örümceklerde olduğu gibi), erkek, çok daha küçüktür. Çünkü seçilim vücut yapısı büyük dişiler, vücut yapısı küçük erkekler yönünde olur.

İkincil eşeysel özellikler, çoğunluk eşey hormonları tarafından meydana getirilir (bu nedenle ikincil eşeysel özellikler, bireylerde eşey hormonlarının üretilmeye başlamasından sonra belirgin olarak ortaya çıkar). Eşeysel gücün bir çeşit simgesi olan bu özellikler, eşler tarafından sürekli olarak seçilince, özellikler gittikçe kuvvetlenir. Bu nedenle özellikle erkeklerde, yaşam savaşında zararlı olabilecek kadar büyük boynuz (birçok geyikte, keçide vs.), büyük kuyruk (tavus kuşunda ve cennetkuşlarında), hemen göze çarpacak parlak renklenmeler (birçok kuşta, memelide); dişilerde, süt meydana getirmek için çok büyük olmasına gerek olmadığı halde dişiliğin simgesi olan büyük meme bu şekilde gelişmiştir. Birçok canlı grubunda bu arzu farklı şekilde geliştiği için, farklı yapılar ortaya çıkmıştır. Örneğin birbirine çok yakın adalarda yaşayan Japon ırkı ile Ainu ırkı arasında vücut kılı yönünden büyük farklar vardır. Ainu kadınları çiftleşmek için kıllı erkekleri, buna karşın Japon kadınları kılsız erkekleri tercih ettikleri için, Ainu ırkı dünyanın en kıllı, Japon ırkı ise en kılsız erkeklerine sahip olmuştur. Çünkü eşeysel seçim zıt özelliklerin tercihi şeklinde olmuştur. Keza siyah ırklar kalın dudağı, beyaz ırklar ince dudağı daha çekici bulduğu için, seçilim bugünkü siyah ırkların kalın dudaklı, beyaz ırkların ise ince dudaklı olmasını sağlayacak şekilde olmuştur.

Bu arada eşlerin birbirlerini karşılıklı uyarabileceği birtakım davranış şekilleri (kur, dans, gösteri vs.) gelişmiştir. Özellikle bu davranışları en iyi şekilde yapan erkekler, dişileri tarafından tercih edilir. Davranışların değişmesini sağlayacak etkili bir değişinim, çok defa, meydana geldiği bireyin eş bulamamasına neden olacağı için, popülâsyondan elenir. Bu davranış şekillerine, yine genellikle ve çoğunluk erkeklerde eşeysel çiftleşmeden belirli bir süre önce, vücuttaki renklerin değişmesi, özellikle parlaklaşması (kuşları ve memelileri anımsayınız!), değişik kokuların ve fenomenlerin salgılanması (tekelerin zaman zaman çok keskin olarak koktuğunu anımsayınız!) eşlik eder. Parlak renkler ve keskin kokular dişiyi daha etkili bir şekilde uyaracağı için seçim bu özelliklerin kuvvetlendirilmesi yönünde olmuştur.

"Bu arada kelebeklerin, çiftleşme zamanı eşlerin karşılıklı yaptıkları dansları anımsadım"

Erkeklerin, erkekliklerini simgeleyen özelliklerine göre seçilimleri, onların, bu özellikleri bakımından, yaşam savaşında etkinlik kazandırmasa dahi kuvvetlenmesine neden olmuştur. Nitekim erkeklerin çok daha renkli olması bu nedene dayanır. Ayrıca kuşlarda kuluçkaya yatan dişiler üstten belirgin olarak görünmesin diye, çoğunluk yaşadığı ortamın rengine uyum yapmıştır. Yalnız erkekleri kuluçkaya yatan bir kuş türünde, bu durum tersinedir; bunlarda dişiler parlak renkli, erkekler toprak rengindedir.

En güçlü erkeğin, dişileri dölleyebilmesini sağlamak için, evrimsel olarak bir yarışma oluşmuştur "Erkek Kavgaları" bu nedenle geyiklerde, dağ keçilerinde vb. inde kuvvetli boynuz oluşumları meydana gelmiştir. Seçilim her zaman saldırgan ve kuvvetli erkekler yönünde olur. Dişiler, kav-

gaya katılmadığı için, boynuzları küçük kalmıştır. Çünkü büyük boynuz yönünden herhangi bir seçilim baskısı yoktur.

"Ben de keçileri hep inatçı olduklarından dövüştüklerini sanıyordum. Özellikle bir köprü üzerinde karşılaştıklarında"

"Evet, bu senin küçükken en çok sevdiğin masal ve şarkıydı"

"Haydi, yeniden söyleyelim"

Bir köprüde karşılaşmış iki inatçı keçi
Ha ha hay ha ha hay ha ha ha ha hay
Hep huysuzluk inatçılık, bu keçilerin suçu
Ha ha hay ha ha hay ha ha ha ha hay
Büyük keçi demiş : –Yol ver önce ben geçeceğim
Ha ha hay ha ha hay ha ha ha ha hay
Küçük keçi demiş: –Verirsem öleceğim.
Ha ha hay ha ha hay ha ha ha ha hay
Tam köprünün ortasında iki keçi toslaşmış
Ha ha hay ha ha hay ha ha ha ha hay
İkisi de suya düşmüş bunu görenler şaşmış
Ha ha hay ha ha hay ha ha ha ha hay
Keçilerin inatçısı suya düşer boğulur
Ha ha hay ha ha hay ha ha ha ha hay
İnsanların inatçısı kim bilir ki ne olur?
Ha ha hay ha ha hay ha ha ha ha hay

"Evet, insanların inatçısı da keçi gibi inatçı olarak anılır"

Üreme Yeteneğinin Evrimsel Değişimdeki Etkisi

Bir bireyin yaşamını başarılı olarak sürdürmesi evrimsel olarak fazla bir şey ifade etmez. Önemli olan bu süre içerisinde fazla döl meydana getirmek suretiyle, gen havuzuna, gen sokabilmesidir. Bir birey ne kadar uzun yaşarsa yaşasın, döl meydana getirmemişse, evrimsel açıdan hiçbir öneme sahip değildir. Bu nedenle bu bireylerin ölümü "Genetik Ölüm" olarak adlandırılır. Canlıların çok büyük bir kısmında, canlılığın mayasını oluşturan eşeysel hücrelerdeki DNA nın taşınması, bireylere verilmiş bir görevdir. Tek bir üreme dönemi olan canlılarda, döllenmeden hemen sonra erkekler (bir gün sineklerini hatırlayınız!), yumurta bıraktıktan ya da yavru doğurduktan sonra da dişiler ölür. Birçok üreme dönemi olan canlılarda, her iki eşemin de ömrü uzamıştır. Bu sonucu kümede, erkekler, çoğunlukla döllenme sonrası yavru bakımında belirli görevler yüklenmiştir (hatta denizatlarında döllenmiş yumurtayı ortamdan özel keselerine alan erkekler hamile olur). Hemen hemen tüm canlı kümeleri ve ilkel insan topluluklarında, bireyin yaşı, eşeysel etkinliğinin süresine denktir. Yalnız gelişmiş insan toplumlarında, kazanılmış deneyimlerin genç kuşaklara aktarılması için, yaşlılar özenle korunur; bu nedenle ömür uzunluğu, eşeysel etkinlik dönemini oldukça aşmıştır.

Evrimsel gelişmede en önemli değişim, gen havuzundaki gen sıklığını değişimidir. Gen sıklığı ise birey sayısıyla saptanır. Bu durumda bir varlık, üreyebilecek evreye kadar başarıyla gelişebilen yavruları en çok sayıda meydana getiren bireylerin gen bileşimi bir zaman sonra gen havuzuna egemen olur. Buna 'Farklı Üreme Yeteneği' denir. Farklı üreme yeteneği, meydana getirilen gamet (genellikle yumurta) sa-

yısı değildir; üreyebilecek olgunluğa ulaşan yavruların sayısıdır.

Değişik gametlerin birleşmesiyle, gen bileşimi bakımından, daha iyi embriyolojik gelişim (embriyo, larva, pup vs.) yapabilen, daha başarılı uyum sağlayabilen yavruların seçimi yapılır. Bu nedenle fazla sayıda yumurta meydana getiren canlılarda, bu seçilim, çok sayıdaki zigot arasından yapılacağı için, başlangıçta başarılı bir seçim olacaktır ve ayrıca fazla sayıda embriyo ya da yavru ile yaşam kavgasına gireceği için, sonuçta büyük sayılardaki yumurtadan, belirli bir sayıda erginleşmiş yavru ortaya çıkabilecektir.

Örneğin alabalıklarda meydana getirilen 1.000.000 yumurtadan, en fazla 20 sinin üreyebilecek yaşa ulaştığı bilinmektedir. Çok yumurta oluşturan canlılarda, yumurtanın korunmuş yerlere bırakılması ve embriyoya ya da yavrulara bakım gelişmemiştir (birçok balıkta, parazitte, amfibide, sürüngende vs. de). Bu nedenle büyük kayıplar verirler. Oysaki yumurtaya, embriyoya ve yavruya bakımın gelişmesi oranında, yumurta sayısında azalma görülür. Bu sayı, gelişmiş memelilerde bire düşmüştür. Çünkü özenli bir bakımla yavruların olgunluğa ulaşma olasılığı çok yükseltilmiştir. Memelilerde ve kuşlarda, yavru ve yumurta sayısı en uygun sayıda tutulur. Fazla yumurtanın kuluçkada embriyonik olarak gelişmesi ve gelişse de yavruların ana tarafından beslenmesi zor olur. Bu nedenle yumurta sayısı sabit sınırlar içerisinde kalacak şekilde evrimsel seçilim olmuştur. Bunun yanı sıra bir canlının diğer yırtıcı hayvanlar tarafından sürekli yenmesi (bunlarda fazla yumurta meydana getirilir) ya da düşmanlarının az olması (bunlarda az yumurta meydana getirilir) yumurta sayısını saptayan faktörlerden biridir.

Yalıtımın Evrimsel Gelişimdeki Etkisi

Türlerin oluşumunda, yalıtım, kural olarak zorunludur. Çünkü gen akımı devam eden varlıklarda, tür düzeyinde farklılaşma oluşamaz. Bir varlık, belirli bir süre, birbirlerinden coğrafik olarak yalıtılmış alt popülâsyonlara bölünürse, bir zaman sonra kendi aralarında çiftleşme yeteneklerini yitirerek, yeni tür özelliği kazanmaya başlarlar. Bu süre içerisinde oluşacak çiftleşme davranışlarındaki farklılaşmalar, yalıtımı çok daha etkili duruma getirecektir. Kalıtsal yapı açısından birleşme ve döl meydana getirme yeteneklerini koruyan birçok varlık, yalnızca çiftleşme davranışlarında meydana gelen farklılaşmadan dolayı, yeni tür özelliği kazanmıştır. Üreme yalıtımının kökeninde, çok defa, en azından başlangıç evrelerinde, coğrafik bir yalıtım vardır. Varlıklar arasında çiftleşmeyi ve verimli döller meydana getirmeyi önleyen her etkileşme "Yalıtım = yalıtma düzeneği" adı verilir.

Coğrafik Yalıtım (Allopatrik YaIıtım)

Eğer bir varlık coğrafik olarak iki ya da daha fazla bölgeye yayılırsa, evrimsel güçler (her bölgede farklı olacağı için) yavaş yavaş etki ederek, varlıklar arasındaki farkın gittikçe artmasına (Coğrafik Irklar) neden olacaktır. Bu kalıtsal farklılaşma, varlıklar arasında gen akışını önleyecek düzeye geldiği zaman, bir zamanların ata türü iki ya da daha fazla türe ayrılmış olur. Karalar, özellikle çöller, tuz bileşimi ve derişimi farklı sular, buz setleri su hayvanları için; denizler, nehirler, yüksek dağlar, büyük sıcaklık farkları, buzlar, kara hayvanları için yalıtım nedenleridir. En iyi coğrafik yalıtım adalarda görülür.

Çok yakın bölgelerde yaşayan bazı akraba hayvan gruplarında da bu yalıtım görülebilir. Örneğin suda yaşayan bazı türlerin çok yakın akrabaları, su kenarlarındaki yaprakların altlarında bulunan nemli yerlerde; keza iki yakın akraba popülâsyondan biri toprak diğeri ağaçlar üzerinde yaşayabilir (Ekolojik Yalıtım). Bu varlıkların birbirleriyle teması çok az olacağından ve her birine farklı evrimsel güçler etki edeceğinden, bir zaman sonra aralarında daha büyük farklılaşmalar meydana gelir.

Gamet Yalıtımı

Bazı türlerin yumurtaları, kendi türünün bazen de yakın akraba türlerin spermalarını çeken, "fertilizin" denen bir madde salgılar. Bu fertilizinin farklılaşması gamet yalıtımına götürür.

Melez Yalıtım

Eğer tüm bu kademeye kadar farklılaşma olmamışsa, yumurta ve sperma, zigotu meydana getirir. Fakat bu sefer bazı genlerin uyuşmazlığı, embriyonun herhangi bir kademesinde anormalliklere, ya da uygun olmayan organların ortaya çıkmasına neden olur (örneğin küçük kalp gibi). Embriyo gelişip ergin meydana gelirse, bu sefer, kalıtsal yapılarındaki farklılaşmalar nedeniyle erginin eşeysel hücrelerinde, yaşayabilir gametler oluşamayabilir (katırı anımsayınız!). Genlerin kromozomlar üzerindeki dizilişleri farklı olduğu için, sinaps (gen alışveriş yapıları) yapamazlar ya da kromozom sayıları farklı olduğu için dengeli bir kromozom dağılımını sağlayamazlar.

Anadolu'daki Pamphagina'lerin Evrimsel Durumu

Coğrafik yalıtıma en iyi örneklerden biri Anadolu'nun yüksek dağlarında yaşayan, kanatsız, hantal yapılı, kışı çoğunlukla 3. ve 4. gelişim evrelerinde geçiren bir çekirge grubudur. Özünde, bu hayvanlar, soğuk iklimlerde yaşayan bir kökenden gelmedir. Buzul devrinde, kuzeydeki buzullardan kaçarak, Balkanlar ve Kafkaslar üzerinden Anadolu'ya girmişlerdir. Bu sırada Anadolu'nun iç kısmında Batı Anadolu'yla Doğu Anadolu'yu birbirinden ayıran büyük bir tatlı su gölü bulunuyordu. Her iki bölge arasındaki karasal, bağlantı, yalnız, bugünkü Sinop ve Toros kara köprüleriyle sağlanıyordu. Dolayısıyla Kafkaslar'dan gelenler ancak Doğu Anadolu'ya, Balkanlar'dan gelenler ise ancak Batı Anadolu'ya yayılmıştı. Çünkü Anadolu o devirde kısmen soğumuş ve bu hayvanların yaşayabilmesi için uygun bir ortam oluşturmuştu. Bir zaman sonra dünya buzul arası devreye girince, buzullar kuzeye doğru çekilmeye ve dolayısıyla Anadolu da ısınmaya başlamıştı. Bu arada Anadolu kara parçası, erozyon sonucu yırtılmaya, dağlar yükselmeye ve bu arada soğuğa alışık bu çekirge grubu, daha soğuk olan yüksek dağların başına doğru çekilmeye başlamıştı. Uzun yıllardır bu dağların başında (genellikle 1500–2000 metrenin üzerinde) yaşamlarını sürdürmektedirler. Kanatları olmadığı için uçamazlar; dolayısıyla aktif yayılımları yoktur.

Hantal ve iri vücutlu olduklarından rüzgâr vs. ile edilgin olarak da yayılamazlar. Belirli bir sıcaklığın üstündeki bölgelerde (kuşaklarda) yaşayamadıklarından, yüksek yerlerden vadilere inerek, diğer sıradağları da geçemezler. Yüksek dağlarda yaşadıklarından, aşağıya göre daha yoğun morötesi ve diğer kısa dalgalı ışınların etkisi altında kalmışlardır;

bu nedenle değişinim oranı (özellikle kromozom değişmeleri) yükselmiştir. Dolayısıyla evrimsel bir gelişim ve doğal seçilim için bol miktarda ham madde oluşmuştur. Birbirine yakın yerlerde meydana gelen bu salt ya da kısmi yalıtım, bir zamanlar Anadolu'ya bir ya da birkaç türü olarak giren bu hayvanların 50 de fazla türe, bir o kadar alttüre ayrılmasına neden olmuştur. Bir dağdaki varlıklar ayni biçimde, kendi aralarında oldukça belirgin olarak birbirlerinden ayrılabilen türlere bölünür. Çünkü yukarıda anlattığımız yalıtım koşulları, bir dağ üzerinde, ayni biçimde farklı olarak etki etmektedir.

Coğrafik uzaklık ile farklılaşmanın derecesi arasında doğru orantı vardır. Birbirlerinden uzak olan varlıklar daha fazla farklılaşmalar gösterir. Bu çekirge grubunun Hakkâri'den Edirne'ye kadar adım adım değiştiğini izlemek mümkündür. Batı Anadolu'da yaşayanlar çok gelişmiş timpanik zara (işitme zarına) ve sırt kısmında tarağa sahiptir; doğudakilerde bu zar ve tarak görülmez. Toros ve Sinop bölgelerinde bu özellikleri karışık olarak taşıyan bireyler bulunur. Coğrafik yalıtım varlıklar arasındaki kalıtsal yalıtımı ve üreme davranışlarındaki yalıtımı tam sağlayamamışsa (varlıklar arasında kısırlık tam oluşmamışsa), bir zaman sonra bir araya gelen bu popülâsyonlarda, aralarındaki gen akımından dolayı, tekrar bir karışma ve bir çeşit homojenleşme oluşabilir. İnsan soyları sürekli; ama belirli ölçülerde birbirleriyle temasta bulunduğu için, aralarındaki gen akımı tümüyle kesilmemiş, dolayısıyla melezlenme kısırlığı oluşmamış ve böylece ayrı tür özellikleri kazanamamıştır. Bununla beraber gen akımının sınırlı olması ırk özelliklerinin kısmen korunmasını sağlamıştır. Her türlü yalıtım düzeneğinde, ilk

olarak demelerin, daha sonra alttürlerin, sonunda da türlerin meydana geldiğini unutmamak gerekir. Aynı kökten gelen; fakat farklı yaşam bölgelerine yayılan tüm hayvan kümelerinde bu kademeleşme görülür. Ayrıca tüm coğrafik yalıtımları kalıtsal bir yalıtımın izlediği akıldan çıkarılmamalıdır...

Üreme İşlevlerinde Yalıtım (Simpatrik Yalıtım)

Yalıtımın en önemli etmenlerinden biri de, genellikle belirli bir süre coğrafik yalıtımın etkisi altında kalan varlıklardaki bireylerin üreme davranışlarında ortaya çıkan değişikliklerdir. Bu farklılaşmaların oluşumunda da mutasyonlar ve doğal seçilim etkilidir. Yalnız, üreme işlevlerindeki yalıtımın, coğrafik yalıtımdan farkı, ilke olarak, farklılaşmanın sadece üreme işlevlerinde olması, kalıtsal yapıyı tümüyle kapsamamasıdır. Deneysel olarak döllendirildiklerinde yavru meydana getirebilirler. Çünkü kalıtsal yapı tümüyle farklılaşmamıştır. Coğrafik yalıtım ise hem kalıtsal yapının hem davranışların farklılaşmasını hem de üreme işlevlerinin yalıtımını kapsar.

Eşeysel çekim azalınca ya da yok olunca, gen akışı da duracağı için, iki varlık birbirinden farklılaşmaya başlar. Böylece ilk olarak hemen hemen birbirine benzeyen; fakat üreme davranışlarıyla birbirinden ayrılan "İkiz Türler" meydana gelir. Bir zaman sonra mutasyon - seçilim etkileşimiyle, yapısal değişimi de kapsayan kalıtsal farklılıklar ortaya çıkar. Üreme yalıtımı gelişimin çeşitli aşamalarında olabilir.

Üreme Davranışlarının Farklılaşması

Birbirlerine çok yakın bölgelerde yaşayan canlılarda, değişinimlerle ortaya çıkan davranış farklılaşmalarıdır. Koku ve ses çıkarmada, keza üreme hareketlerinde meydana gelecek çok küçük farklılaşmalar, bireylerin birbirlerini çekmelerini, dolayısıyla döllemeyi önler. Daha sonra, bu popülâsyonlar bir araya gelseler de, davranış farklarından dolayı çiftleşemezler.

Üreme Dönemlerinin Farklılaşması: İki varlık arasında üreme dönemlerinin farklılaşması da kesin bir yalıtıma götürür. Örneğin bir varlık ilkbaharda, diğeri yazın eşeysel gamet meydana getiriyorsa, bunların birbirlerini döllemeleri olanaksızlaşır.

Üreme Organlarının Farklılaşması: Özellikle böceklerde ve ilkel bazı çok hücrelilerde, erkek ve dişi çiftleşme organları, kilit anahtar gibi birbirine uyar. Meydana gelecek küçük bir değişiklik döllenmeyi önler.

Eşeysiz ve Metagenezle Üreme

Eşeysiz üremenin temeli mitoz bölünmedir. Bu yüzden eşeysiz üreme ile oluşan canlılar birbirlerine benzerler. Eşeysiz üreyen canlılardan biri, kalıtsal özellikleri bakımından diğerine benzemiyorsa nedeni mutasyondur. Bireyin kalıtsal özelliklerinin ortaya çıkmasını sağlayan, DNA da alt alta sıralanmış olan genetik şifredir. Her hangi bir nedenden dolayı (X ışınını, radyasyon, ültraviyole, bazı ilaçlar, bazı kimyasal maddeler, ani sıcaklık değişmeleri gibi) DNA daki alt alta olan bu sıra bozulabilir. İşte bu bozulmalara değişinim denir. Bozulmalar sonucunda DNA nın bireşimi ile pro-

tein veya enzim bozulur. Böylece protein yapısının, enzimlerinden dolayı metabolizması değişebilir. Eşeysiz üreme çeşitleri 4 başlık altında incelenebilir:

Bölünerek Eşeysiz Üreme: Bu tip üremede, çekirdek içindeki kromatin maddesi kendini eşledikten sonra, önce çekirdek daha sonra ise boğumlama ile sitoplâzma bulunur. Bazı tek hücrelilerdeki mitoz sırasında santrozom görev almaz. Bu tip üremeye amitoz bölünmeyle üreme denir. Prokaryot hücreli olan bakterilerde çekirdek bulunmadığından, DNA eşlemesinden sonra boğumlanma ile hücre bölünür.

Tomurcuklanma ve Eşeysiz Üreme: Tomurcuklanma ile üremede, ana hücrede tomurcuklar şeklindeki uzantılar gözlenir. Daha sonra bu tomurcuklar, ana canlıdan ayrılarak yeni canlıyı meydana getirir. Bazı protistlerde, sölenterelerden hidrada, bazı bitkilerde ve mantarlardan olan bira mayalarında görülür.

Sporla Eşeysiz Üreme: Tek başına sporla üreme evresi yoktur. Sporla eşeysiz üremeyi, eşeyli üreme takip eder.

Vejetatif (Bitkisel) Eşeysiz Üreme: Bu üreme şekli yüksek yapılı bitkilerde görülür. Bir bitkiden kesilen dokunun diğer bir bitkiyle birleştirilmesi (aşı), bir bitkiden kesilen dalların toprağa dikilmesi (çelik), patates gözünden yeni bir patates gelişmesi, gözyaşı bitkisinin yaprak kenarlarında oluşan tomurcukların ana bitkiden ayrılarak üremesi gibi olaylar, bitkisel eşeysiz üremeye örnek olarak verilebilir.

Rejenerasyon (Yenileme): Ana canlıdan kopan bir parçanın yerine yenisinin gelmesidir. Bu olayda hücre sayısının canlının mitoz bölünme ile artması iş görür. Canlının evrimleşmişliği arttıkça yenilenme yeteneği azalır.

Metagenezle Üreme: Bu tip üremede, eşeysiz üreyen döl-leri, eşeyli üreyen döller takip ettiği için, bu üremeye "döl değişimi" de denir. Metagenez de eşeysiz üreme evresi sporla üreme evresidir.

Karayosununda Metagenez

Eğreltiotunda Metagenez

Plazmodyumda Metagenez

Karayosunlarında Metagenez: Karayosunları, damarsız bitkilerdendir ve kara bitkileriyle su bitkileri arasındaki geçit formunu oluştururlar. İletim demetleri olmadığından beslenmeleri difüzyonla olur. Bu yüzden nemli bol bölgelerde yaşarlar.

Eğreltiotunda Metagenez: Eğrelti otları, damarlı tohumsuz bitkilerdendir. Bunlarda iletim demetleri gelişmiştir. Eğrelti otlarında spor keseleri saprofit döl (2n) olan eğrelti bitkisinin yaprakları altındadır. Eğrelti otundaki metagenez, karayosunundaki ile temelde aynıdır. Fakat karayosununda iki ayrı bitki (erkek ve dişi) halindeki gametofitler, kalp şeklindeki tek bir gametofite indirgenmiştir. Yani monoploid evre kısalmıştır.

Plazmodyumda (Sıtma Etkeninde) Metagenez: Bu tek hücreli protestin eşeyli evresi (döllenme + mayoz) anofel cinsi sivrisinekte, eşeysiz evresi ise insan alyuvarı içinde geçer.

Eşeyli Üreme

Eşeyli üremenin temeli, mayoz, hücre bölünmesi ve döllenmedir. Eşeyli üremenin en önemli özelliği, iki ayrı canlının birleşmesi sonucu ortaya çıkan yeni canlıda, kalıtsal

varyasyonlara neden olmasıdır. Bu yüzden eşeyli üreyen canlıların, yaşama şansı daha yüksektir. Bunun nedeni doğal seçilim sonucu oluşan adaptasyonlardır.

Gamet Şekillerine Göre Eşeyli Üreme: Gamet şekillerine göre eşeyli üreme tipleri üç çeşittir:

1. İzogomi
2. Heterogami
3. Oogami

İzogami: Büyüklük ve yapı bakımından aynı olan iki gametin birleşmesidir. Basit bir hücreli yeşil alglerden chlamydomonas, ipliksi yeşil alglerden spirogya ve ulothrixte bulunur.

Heterogami, Şekil ve büyüklük bakımından farklı gametlerin birleşmesidir. Gametler şekil ve büyüklükleri birinden farklıdır. Mantarlarda ve alglerde görülür.

Oogamide ise; Yumurta denen dişi gamet büyük, bol sitoplâzmalı ve hareketsizdir. Sperm denilen erkek gametler ise genellikle küçük, az sitoplâzmalı ve hareketlidir. Gelişmiş bitkilerde ve insanlarda görülür.

Konjugasyonla (Kavuşmayla) Eşeyli Üreme: Bu üreme şeklinde eşeyli üremenin tipik özelliği olan ayrı gamet oluşması ve döllenme görülmez. Fakat eşeyli üremenin en önemli özelliği olan, kalıtsal varyasyonun ortaya çıkışı, konjugasyonla üremede görülür.

Partenojenezle Eşeyli Üreme: Partenojenez, döllenme olmaksızın üreme demektir. Bir kurbağa yumurtasına deneysel olarak toplu iğne batırılırsa yumurta, bir kurbağa oluşturmak için bölünmeye başlar. Buna, "deneysel partenojenez"

denir. Partenojenez bazı eklem bacaklılarda özellikle arılarda görülür.

Merogoni: Ya da Androgenez; anadan gelen kromozomlar olmadan gerçekleşen üremeye denir. Denizkestanelerinde, tulumlularda ve amfibilerde görülür. Yumurta hücresi plazmasının enerji değişimi ve yapıya katılma, babadan gelen spermanın çekirdek konumunu yerine getirdiği bilinir.

Paedogenez: Larva evresinde görülen partenojenezle çoğalmaya denir. Birçok parazit böcekte, bazı kelebeklerde ve en iyi şekilde gal sineklerinde (Miastor) görülür.

Neoteni: Larva evresinde eşey organlarının erginleşerek yumurta yapabilme yeteneğine denir. Paedogeneze benzer. En güzel örneklerinden biri Necterus türü semenderdir. Yapısında tiroksin hormonu olmadan başkalaşım geçirmemektedir.

Çift eşeylilik: Bazı organizmalarda erkek ve dişi eşey hücrelerinin aynı zamanda ya da birbirlerini izleyen zamanlarda aynı bireyde bulunmasına denir. Bu canlılar yine erselik bireylerle döllenme yapabildikleri gibi, kendi kendini de dölleyebilir. Genellikle ilkel hayvanlarda, bir yere yapışarak yaşayan hayvanlar ve parazitlerde görülür.

"Canlılar farklı ve çeşitli olunca, üreme şekillerinde de çok çeşitlilik var, öyle anlaşılıyor"

"Canlı çeşitliliğine bakıldığında pek o kadar da fazla sayılmaz"

Hayvanlarda Eşeyli Üreme

Yumurta içinde bulunan vitellüs (yumurta besini = yumurta sarısı) bitki tohumunda bulunan endospermle aynı işi görür. Farklı türlerde yumurtada bulunan vitellüsün miktarı ve dağılımı farklıdır. Bu yüzden zigotun mitoz bölünmelerinde (segmentasyon) ve farklılaşmasında türlere göre farklılıklar görülür. Bunun yanı sıra eşeyli üreyen hayvanlardaki döllenme olayı ve zigotun oluşması ana hatları ile aynıdır. Hayvanın yaşadığı ortama göre iki çeşit döllenme vardır. Bunlar dış ve iç döllenmedir. Yassı solucanlar ve toprak solucanlarında hem erkek hem de dişi organ birlikte bulunur. Böyle hayvanlara "erselik=hermafrodit" hayvanlar denir. Bazı insanlarda da sapkın olarak erdişilik vardır. Erselik insanlar kısırdır.

Hayvanlarda Gelişme: Gelişme olayı döllenmeden sonra, yarı zigotun oluşmasıyla başlar. Gelişme olayı, bölünme, farklılaşma ve büyüme olaylarını içine alır.

Farklılaşma: Embriyo gelişimi sırasında DNA daki kalıtsal bilginin işleyişine göre farklı proteinler sentezlenerek farklılaşma olayı gerçekleşir. Farklılaşma olayı indüksiyon olaylar ile ilerlemesine devam eder. Farklılaşma olayı gastrula (Yumurta hücresi oğulcuk durumuna gelirken blastulanın bir noktasından çukurlaşarak iç içe geçmiş iki hücre katmanı biçimine girme) evresinde başlar ve büyüme evresine kadar devam eder. Farklılaşma olayları ile üç embriyo katmanından aşağıdaki doku, organ ve sistemler gelişir:

Ektodermden farklılaşma ile oluşan yapılar; Ektoderm vücudun dışını kaplar. Vücut dışını örten üst deri, diş minesi, derideki kil, tırnak, boynuz, tüyler, pullar, göz ve sinir sistemi gibi yapılar ektodermden oluşur.

Mezodermden farklılaşma ile oluşan yapılar; Düz ve çizgili kaslar, iskelet ve kıkırdak doku, boşaltım ve üreme sistemleri dolaşım sistemi gibi yapılar mezodermden oluşur.

Endodermden Farklılaşma ile oluşan Yapılar; Ağızdan anüse kadar olan sindirim sisteminin en iç yüzeyini örten epitelyum, sindirim kanalından gelişen akciğerler, karaciğer ve pankreas, kısaca vücudun en dışını örten üst deri ve üst derideki yapılardır. Ektodermden, vücudun en içini (sindirim borusunun içi) kaplayan epitelyum, endodermden ikisi arasında kalan yapıların hepsi mezodermden farklılaşır.

Sürüngen ve kuşlarda; Döllenme–dış gelişme olur. Bunlar yumurtalarını kara ortamına bırakırlar. Bu yumurtalar, açılıncaya kadar bırakıldıkları yerde hareketsiz olarak beklerler. Dölütün (embriyon) hareketi de az olduğu için, oğulcuğu koruyan amniyon kesesi memelilerdekinden küçüktür. Bu yumurtaların etraflarında dış etmenlerden korunması için kireçli yumurta kabuğu bulunur. Keseli ve plasentalı memeli hayvanlarda iç döllenme– iç gelişme olur. Bunların embriyoları anne uterusunda gelişirler. Koruma anne tarafından olduğu için bunlarda kireçli yumurta kabuğu bulunmaz.

Hamile olan memeli hayvan hareket ettiğinden, uterusta (rahimde) embriyonun daha iyi korunması gerekir. Bu yüzden memelilerde embriyoyu koruyan amniyon kesesi çok gelişmiştir. Öyle ki amniyon zarı, koryon zarına çok yaklaştığından, memelilerde yumurta akı bulunmaz. Memelilerde embriyonun beslenmesi ve boşaltımı, anne tarafından sağlanmaktadır. Bu yüzden, beslenmeyi sağlayan vitellüs kesesi ile boşaltım maddelerinin biriktiği allantoyis, memelilerde körelmiş halde bulunur. Memelilerde embriyo amniyon sı-

vısının ortasında bulunur. Embriyo ile anne uterusu arasında göbek bağı (kordonu) bulunur. Göbek bağının yapısında, amniyon zarı, körelmiş haldeki allantoyis ve vitellüs kesesi ile embriyoya alt atar ve toplardamarlar bulunur.

Etene (Plasenta): En dış embriyo örtüsü olan koryon, anne uterusuna yapışıktır. Oğulcuk-Döletin (Embriyon) beslenme, solunum ve boşaltımı koryon zarı aracılığı ile olur. Embriyo ile annenin kılcal damarları arasında koryon zarı vardır. Bu yüzden anne ile döletin kanı normal koşullarda karışmaz. Anneden dölete besin ve oksijen geçer, bu olay etkin taşıma ile olur. Geçişin daha kolay olabilmesi için, koryon zarı yüzeyini genişletmek amacıyla yavru, anne etenesi içine parmak şeklinde (villi) girintiler yapmıştır. Bu şekilde oluşan dölütün koryonu, embriyonun atar ve toplardamar kılcalları ile anneye alt dölyatağındaki atar ve toplardamar kılcalların oluşturduğu yapıya etene denir. Keseli memelilerde koryon zarı plasentayı oluşturmamıştır. Bunlarda Difüzyon (Moleküllerin kinetik enerjileri sebebiyle çok yoğun bir bölgeden az yoğun bir bölgeye hareketler)yüzeyi az olduğundan, keseli memeli embriyoları anne dölyatağında yeteri kadar beslenemezler. Yavru birey gelişimini tamamlamadan doğrulur. Yavru, doğumdan sonra anne karnındaki keseye geçer ve kese içinde bulunan memelerden süt emerek gelişimini burada tamamlar.

İnsanda Üreme ve Gelişme

"Diğer canlılardaki üreme şekillerini gördük, biraz da insandaki üreme nasıl oluyor ona baksak"

"Doğal olarak çok ilginç olur, çoğu zaman insanların kendi üreme düzeneği konusunda bilgileri azdır"

"İnsanlardaki üremeyi yani dünyaya bir sevimli bebek gelişinin nasıl olduğunu anlamak için biraz da anatomisine bakmak gerekir galiba"

"Evet, bu konu senin ilk öğrenmek istediğin konulardan biri"

"Nasıl Yani!"

"Sen henüz çok küçüktün, daha tuvalet terbiyesini yeni öğreniyordun"

"Bir gün bana söyle bir şey sormuştun"

"Neydi acaba çok meraklandım!"

"Şöyle başladın; Dedoş, bebekler annelerinin karnında büyür değil mi?"

"Evet, öyle, insan yavruları, anne karnında büyür ve gelişir"

"Bunu görüyorum, ama benim merak ettiğim o değil"

"Peki nedir?"

"Ben bebeklerin nasıl olup da oraya girdiklerini merak ediyorum, kimse de bunu bana açıklayamıyor"

"Peki, sen nasıl açıklamıştın"

"Senin bu akıllıca sorun karşısında gerçekten hayretler içinde kaldım, ben de sana açıklamakta zorlandım"

"Peki, neler anlattın?"

"Bugün gibi hatırlıyorum, sana insan yapısından bahsettim ve nasıl üretiğimizi anlatmağa çalıştım, bitkilerden de örnekler vererek"

"Herhalde o yaşta anlamakta güçlük çekmişimdir"

"Evet, öyle oldu, şimdi bunu daha derinlemesine inceleyelim"

"Evet, önce insandaki üremenin anatomik yapısına bir bakalım. Anatomi; insan, hayvan ve bitkilerin yapısını ve organlarının birbiriyle olan ilgilerini inceleyen bilim, olduğunu biliyoruz"

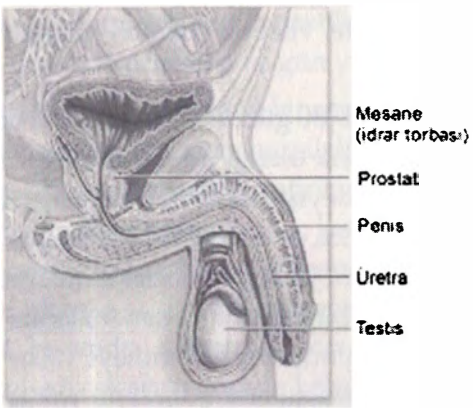
Dişi Üreme Organları

İnsanın üreme organlarının yapısı kadın ve erkekte oldukça farklıdır. Kadın üreme organları Dölyolu–vajina, dölyatağı, dölyatağı kanalları ve yumurtalıklardır. Dölyolu kanal biçimindedir ve üst kısmı dölyatağı kanalı ile birleşir, düz kaslardan meydana gelmiştir ve iç zarı ile döşenmiştir. Dölyatağından iki kanal çıkar ve bunların görevi döllenen yumurtanın rahim içine getirmektir. İki yumurtalıkta her ay bir yumurta gelişir ve yumurtlama zamanı bu yumurta karın boşluğuna atılır. Bu yumurta, sperm ile dölyatağı dış bölümünde birleşmesi sonucu gebelik oluşur. Eğer döllenme olmamışsa yumurta vücut tarafından emilir ve işi sona eren yumurta da hormon üretimi düşer ve dolayısıyla beslenemeyen rahim iç zarı adet kanaması ile dökülerek yeni bir hazırlanma dönemine girer. Yaşdönümü aşamasında tüm üreme organları küçülür ve dölyatağı iç zarı da incelir. İnsan üremesinin temel taşları olan kadın eşey hücresi (yumurta=oosit) ve erkek eşey hücresi (sperm), yeni bir canlı oluşturabilme potansiyeli kazanıncaya kadar birçok gelişim evresinden geçer. Kadınlarda yumurtalık (over), erkeklerde ise erbezleri, eşey hücrelerine gelişim süresi boyunca ve tamamen olgun eşey hücrelerine de insan ömrü boyunca ambar görevi görür.

Yumurtalık ve erbezleri, eşey hücreleri için korunak–barınak görevi yaparken, bir yandan da çeşitli iç salgılar–hor-

monlar ile bu hücrelerin yaşamının devam etmesini sağlar. Erkekte testosteron, kadında ise östrojen bu amaçla salgılanan en önemli iç salgılardır. Bu hormonların salınımı beyindeki bazı odakların denetimi altındadır.

Erkek Üreme Organları



Erkek üreme organları, testisler, sperm kanalları, prostat bezi, birtakım salgı bezleri ve penisten oluşur. Döllenmeyi sağlayan spermler ve erkeklik hormonu testisler tarafından salgılanır. Testislerde oluşan spermler, birtakım bezlerin salgıladığı sıvılar ile karışarak, boşalma denilen ve cinsel ilişki sırasında dölyoluna bırakılan sıvıyı oluşturur. Bu sıvı spermleri, döllenmenin oluşacağı noktaya kadar, uygun ortamda taşıma görevini üstlenmiştir. Üreme düzeni tamamen iç salgıların denetiminde çalışırlar. Erkeklik içsalgısı– hormonu (testosteron) ergenlik çağından itibaren üreme işlevinin etkin duruma gelmesi ve erkeklere özgü fiziksel özelliklerin ortaya çıkması için çalışır.

Eşey Hücrelerinin Gelişimi

Kadında yumurta yapımı anne karnında başlar. Bir kız çocuğu doğduğunda 2–3 milyon yumurtası vardır. Ergenlik çağında ise bu sayı 400 bine iner. Yumurta, yumurtalıklarda follikül adını verdiğimiz balonsu yapılar içerisinde depolanır. Ergenlik dönemine kadar yumurtalar gelişimlerinin belirli bir döneminde, dinlenme halinde kalır. Ergenlik döneminin başlamasıyla birlikte, vücutta hormon salgılanması bir dizem(ritim) kazanır.

Adetleri düzenli yani 28–30 günde bir adet gören bir kadında yumurtlama yaklaşık olarak aybaşı döneminin 14 ve15. günlerine, başka bir deyişle tam ortasına rastlar. Adet kanamasından hemen sonra, överdeki folliküllerden 5–10 tanesi FSH etkisiyle büyümeye başlar, ancak bunlardan sadece bir tanesi yeterince büyüyerek çatlar. Kısacası normalde her ay sadece bir yumurta döllenmeye hazır hale gelir. Yumurtalıklardaki folliküller yaşdönümü yaklaştıkça sayı olarak azalır, hiç follikül kalmadığı dönem ise yaşdönümü olarak kabul edilir.

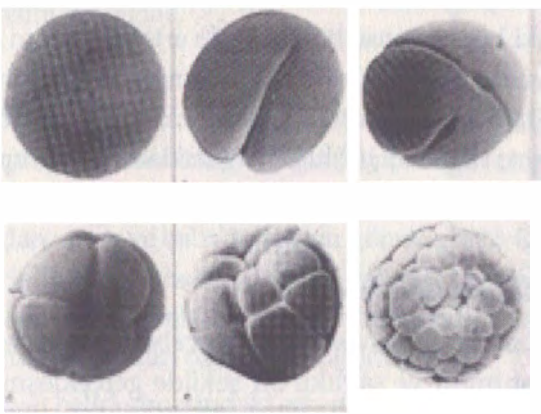
Erkekte sperm oluşumu kadından farklı olarak ergenlik çağı ile birlikte başlar. Erkekte de, kadında olduğu gibi FSH ve LH hormonu salgılanır. Bu hormonlar testislere etki ederek sperm hücrelerinin yapılmasını ve olgunlaşmasını sağlar. FSH ve LH etkisiyle testislerden salgılanan Testosteron hormonu sperm hücre yapımı ve olgunlaşmasını sağlayan temel hormondur.

Döllenme

Sağlıklı ve yetişkin bir kadının üreme organlarında, her ay bir över olgunlaşarak yumurtalıktan atılır. Bu çevrim or-

talama 28 günde bir tekrarlanır. Ancak, bazı kadınlarda bu süre değişken ve düzensiz olabilir. Bu olgun over, fallop borucuklarının girişinde bulunan püsküllü yapı tarafından yakalanarak fallop borusuna alınır. Bu sırada rahmin iç tarafı (endometrium) kalınlaşmış ve kılcal damar ağı artıp genişleyerek, olası bir döllenmede döllenmiş overin tutunup beslenebilmesi için en uygun hali almıştır. Endometrium bu haliyle, kabaca süngere benzetilebilir. Over bu kısa yolculuğu sırasında ortalama üç gün yaşayabilir.

Bu süre içerisinde canlı bir sperm fallop borusuna kadar ulaşır ve overi döllerse, hamilelik başlar. Bir sperm overe ulaşıp döllenmeyi gerçekleştirirse, overin zarı o an değişim geçirerek, diğer spermlerin iç kısma ulaşamayacağı bir hal alır. Spermle yumurtanın birleşip, 46 kromozomlu tek hücre halini almasıyla oluşan bu yeni yapıya Zigot adı verilir. Zigot, bu andan itibaren fallop kanalındaki yolculuğuna devam edecek ve bu sırada bölünerek çoğalmaya başlayacaktır. Dölyoluna ulaştığında hücre sayısı epey artmıştır.



Bölünmeye başlayan zigotun çeşitli aşamaları

Ondan artık embriyo diye bahsedebiliriz. Embriyo dölyatağına ulaştıktan sonra endometriuma tutunur. Endometrium, yukarıda bahsedildiği gibi kalınlaşıp damar ağını artırarak, embriyo için sıcak ve besleyici bir yatak halini almıştır.

Her ilişki sırasında milyonlarca sperm bırakılır, ancak bunların çok azı yumurtanın yanına kadar ulaşabilir ve içlerinden yalnızca bir şanslı sperm overe ulaşarak amacını gerçekleştirir.

Yumurtlama ile birlikte serbestleşen yumurta, tüplerin kasılması ve yumurtalığa komşu kısmının hareketleri sayesinde tüp içine alınır. Cinsel ilişkiyi takiben sperm hücreleri dölyolundan, dölyatağına ve oradan da tüplere geçer. Yumurta ve spermin birbiriyle kaynaşması anlamına gelen döllenme (fertilizasyon) tüplerde gerçekleşir. Sperm ve yumurta dişi üreme kanallarında döllenınceye kadar yaklaşık 24 saat canlı kalabilme yeteneğine sahiptir. Döllenmiş olan yumurta tüplerin ritmik kasılmaları ile 3–4 günlük bir sürede rahim içi boşluğa ulaşır. Bu 3–4 günlük sürede döllenen yumurtadaki hücre sayısı, bölünme ile artar ve rahim içi boşluğa ulaşıldığında embriyo (döllenmiş yumurta hücresi) yaklaşık 16 hücreye sahiptir. Blastosist, daha da gelişmiş embriyodur ve rahim içi boşluğuna yataklanmaya (implantasyon) hazırdır.

Yataklanma (İmplantasyon)

Yataklanma, embriyonun rahim içi boşluğuna yerleşmesinin anlatımıdır ve sağlıklı bir şekilde gerçekleşmesi için dölyatağının içini döşeyen sümüksü dokunun (endometrium), yataklanmaya hazır olması gereklidir. Sağlıklı bir şe-

kilde dölyatağı içi boşluğuna yerleşen dölet, gelişimini devam ettirerek ileride dölütü-cenini oluşturacaktır.

Hamilelik

Eğer yumurtlamadan önce (10-12 günler) çiftleşme oluşmuşsa spermalar iki günde üreme kanalındaki (fallop tüpü) yumurtaya ulaşarak onu döller ve böylece zigot oluşur. Zigot mitoz bölünmeler geçirerek fallop tüpü içindeki titrek tüylerin hareketiyle dölyoluna doğru ilerler. Oğulcuk veya dölet, dölyatağına ulaştığında birkaç bin hücrelidir ve sonu oluşturacak durumdadır. Oğulcuk-dölet, etenesi-sonu (plasentası) progestoran hormonunun etkisiyle dölyatağının kalınlaşmış tabakasına tutunur. Hamile kadında östrojen süt bezlerini geliştirir. LTH'ın diğer bir adı süt öncüsü (Prolaktin) hormondur. Bu hormon, hamilelikten sonra kadında süt oluşumunu sağlar. Doğum sırasında hipofizden salgılanarak doğum sancısı oluşturan "oksitosin" hormon, doğumdan sonra bebeğin annesini emmesi ile memeden süt salgılanmasını da sağlar.

Bebeğin Cinsiyeti

Yakın bir zamana kadar, insanlar, bebeğin cinsiyetinin anne hücreleri tarafından belirlendiğini sanıyorlardı. Ya da en azından, anne ve babadan gelen hücrelerin birlikte cinsiyet belirledikleri zannediliyordu. Cinsiyetin tümüyle erkekten gelen sperm hücreleri tarafından belirlendiği, kadının ise bu işte hiçbir rolünün olmadığı anlaşıldı.

Cinsiyet belirlenmesindeki etken, kromozomlardır. İnsan yapısını belirleyen 46 kromozomdan iki tanesi cinsiyet kro-

mozomu olarak adlandırılır. Bu iki kromozom erkekte XY, kadında ise XX olarak tanımlanır. Bunun sebebi söz konusu kromozomların bu harflere benzemesidir. Y kromozomu erkeklik, X kromozomu ise kadınlık genlerini taşır. Bir insanın oluşması, erkek ve kadında çiftler halinde yer alan bu kromozomların birer tanesinin birleşmesi ile başlar. Kadında yumurtlama sırasında ikiye ayrılan eşey hücresinin her iki parçası da X kromozomu taşır. Oysa erkekte ikiye ayrılan eşey hücresi, X ve Y kromozomları içeren iki farklı sperm meydana getirir. Kadında bulunan X kromozomu, eğer erkekteki X kromozomunu içeren spermle birleşirse doğacak bebek kız olacaktır. Eğer Y kromozomu içeren spermle birleşirse, bu kez doğacak çocuk erkek olur. Yani doğacak çocuğun cinsiyeti, erkekteki kromozomlardan hangisinin kadının yumurtasıyla birleşeceğine bağlıdır.

Kuşkusuz genetik bilimi ortaya çıkıncaya dek, yani 20. yüzyıla kadar bunların hiçbiri bilinmiyordu. Aksine pek çok kültürde, doğacak çocuğun cinsiyetinin kadın bedeni tarafından belirlendiği inancı yaygındı. Hatta bu nedenle kız çocuk doğuran kadınlar kınanırdı. Erkekten gelen sperm ve kadındaki yumurta birleştiğinde, doğacak bebeğin ilk özü de oluşmuş olur. Biyolojide "zigot" olarak tanımlanan bu tek hücre, hiç zaman yitirmeden bölünerek çoğalacaktır. Ancak zigot bu büyümesini boşlukta gerçekleştirmez. Rahim duvarına asılıp tutunur. Sahip olduğu uzantılar sayesinde toprağa yerleşen kökler gibi, buraya yapışır. Bu bağ sayesinde de, gelişimi için ihtiyaç duyduğu maddeleri annenin vücudundan emebilir.

Kemiklerin Kasla Sarılması

Mikroskobik incelemeler göstermektedir ki, anne karnında, önce embriyodaki kıkırdak doku kemikleşir. Daha sonra ise kas hücreleri kemiklerin etrafındaki dokudan seçilerek bir araya gelir ve bu kemikleri sarar. Bu durum, "Developing Human" yani "Gelişen İnsan" adlı bilimsel bir yayında şöyle anlatılmaktadır:

Altıncı haftada kıkırdaklaşmanın devamı olarak ilk kemikleşme köprücük kemiğinde ortaya çıkar.

Yedinci hafta sonunda uzun kemiklerde de kemikleşme başlamıştır. Kemikler oluşmaya devam ederken kas hücreleri kemiği çevreleyen dokudan seçilerek kas kitlesini meydana getirirler. Kas dokusu bu şekilde kemiğin etrafında ön ve arka kas gruplarına ayrışır.

Bebeğin Döl Yatağındaki Üç Evresi

Gerçekten de bugün çağdaş biyoloji, bebeğin anne karnındaki embriyolojik gelişiminin üç farklı devrede gerçekleştiğini ortaya koymuştur. Bugün tıp fakültelerinde ders kitabı olarak okutulan bütün embriyoloji kitaplarında bu konu en temel bilgiler arasında yer alır. "Basic Human Embryology" isimli kaynakta bu gerçek şöyle ifade edilmektedir:

Anne karnındaki dölyatağında yaşam 3 EVREDEN oluşur; preembriyonik (ilk 2,5 hafta), embriyonik (8. haftanın sonuna kadar), ve fetal (8. haftadan doğuma kadar). Tıp dilinde "trimester" yani "üç dönem" olarak da tanımlanan bu evreler bebeğin farklı gelişim aşamalarını içerir. Bu üç gelişim aşamasındaki belli başlı özellikleri kısaca şöyledir:

Preembriyonik Evre

Yaygın olarak "1. trimester" olarak anılan bu ilk evrede zigot bölünerek çoğalır, bir hücre kitlesi haline geldikten sonra kendini dölyatağı duvarına gömer. Hücreler çoğalmaya devam ederken 3 katman halinde örgütlenirler..

Embriyonik Evre

"2. trimester" olarak da tanımlanan ikinci evre toplam 5,5 hafta sürer ve bu süre boyunca canlı "dölet-embriyo" olarak adlandırılır. Bu evrede hücre katmanlarından bedenin temel organ ve düzenleri ortaya çıkar.

Fetal Evre

Gebeliğin "3. trimesteri" olarak adlandırılan döneme girildiğinde embriyo artık "fetus(dölüt)" diye adlandırılır. Bu dönem gebeliğin sekizinci haftasından itibaren başlar ve doğuma dek sürer. Bir önceki dönemden ayırt edici özelliği fetüsün yüzü, elleri ve ayaklarıyla belirgin, insan dış görünümüne sahip bir canlı olmasıdır. Dönemin başında 3 cm. boyunda olmasına rağmen tüm organları ortaya çıkmıştır. Bu dönem 30 hafta kadar sürer ve gelişme doğum haftasına kadar devam eder.

"Yani yaklaşık 40 hafta süren önemli bir dönem"

"Evet, insanoğlunun çok doğal ancak, bilinmeyenler dolu, ilginç ves evecen bir öyküsü anne karnındaki yaşam"

"Sanırım bir sonraki çalışmamız, anne karnındaki yaşam olacak"

"Biz şimdi de bitkilere bir göz atalım"

Tohumlu Bitkilerde Eşeyli Üreme Ve Gelişme

Kozalaklı (Açık Tohumlu) Bitkilerde Eşeyli Üreme: Kozalaklı bitkilerdeki üreme ile çiçekli (kapalı tohumlu) bitkilerdeki üreme temelde aynıdır. Ancak bazı farklılıklar vardır. Bu farkların biri çiçek yerine kozalak içinde tohum oluşması, diğeri ise kozalaklı bitkilerdeki tohumun çok çenekli (polikotiledon) olmasıdır.

Çiçekli (Kapalı Tohumlu) Bitkilerde Eşeyli Üreme: Çiçekli bitkilerde üreme organı, çiçek içinde bulunur. Bazı çiçeklerde sadece dişi veya erkek organ bulunur. Bu çiçeklere eksik çiçek denir. Bazı çiçeklerde ise erkek organ (stamen) ile dişi organ (pistil) aynı çiçekte bulunur. Böyle çiçeklere tam çiçek denir. Bitkilerde tozlaşmayı kolaylaştırmak amacıyla böcekleri cezp edici özellikler bulunur. Renkli taç yapraklar ve koku bu özelliklerden bazılarıdır. Tam çiçekte dıştan içe doğru, çanak yapraklar, taç yapraklar, erkek organlar ve dişi organlar bulunur. Tohumlu bitkilerde eşeyli üreme konusu bazı alt başlıklarda incelenebilir. Bu alt başlıklar şunlardır:

Erkek organ ve polen oluşumu

Dişi organ ve yumurta oluşumu

Tozlaşma -Meyve

Erkek Organ: Bir sapçık ile bunun ucundaki başçıktan oluşmuştur. Çiçek tozları (polen) başçık içinde oluşur. Başçık içinde dört tane polen kesesi vardır. Polen keseleri içinde binlerce polen ana hücresi (2n) bulunur.

Başçıkta Polen 0luşumu: Farklı tür bitkilerin polenlerinin dişi, türe has şekillere sahiptir. Aynı şekilde, her türün dişi

organının tepeciği de türe has şekle sahiptir. Bu yüzden bir polen, kendi türünün tepeciği üzerinde çimlenebilir.

Dişi Organ: Genellikle çiçeğin ortasında bulunur, bir veya daha fazla sayıda olabilir. Dişi organın yumurtalığı içinde bir veya daha fazla tohum taslağı bulunur.

Tohum Taslağı İçinde Yumurta Oluşması: Tohum taslağı içinde, 2n kromozomlu makro spor ana hücresi vardır. Bu hücre mitoz ve mayoz hücre bölünmeleri geçirerek yumurta oluşturur.

Tozlaşma: Erkek organın tepeciğinde oluşan polenlerin dişi organın tepeciğine taşınmasına "tozlaşma" denir. Tozlaşma sonucu, tohum ve meyve oluşur.

Meyve: Dişi organın yumurtalığı gelişerek tohum etrafındaki etli kısmı oluşturur. Etli kısım ile birlikte tohumun oluşturduğu yapıya meyve denir.

Meyve oluşumu sırasında sadece ovaryum gelişirse gerçek meyve oluşur. (Örnek: şeftali)

Meyve oluşumuna çiçek tablası katılırsa yalancı meyve oluşur. Çilek, elma, armut, incir, dut gibi meyveler, yalancı meyvelere örnek olarak verilebilir.

Çiçekli Bitkilerde Gelişme: Çiçekli bitkilerde gelişme tohumun çimlenmesi ile başlar. Tohumların uzun süre çimlenmeden bekleyebilme (uyku hali) süreleri farklıdır. Tohum kabuğu kalın, tohumdaki su ve yağ az, nişasta fazla ise tohum, çimlenme gücünü daha uzun süre korur. Tohumun çimlenmesi için uygun sıcaklık, su ve oksijen gereklidir. Tohumun ihtiyaç duyduğu besin maddeleri ise çeneklerde vardır. Tohumda bulunan çenekler (kotiledon) endospermden besin alarak depo ederler. Su alarak genleşen endosperm tohum kabuğunu çatlatır ve çimlenme başlar.

Monokotil (Tek çenekli) Bitkilerde Gelişme: Monokotil bitki tohumuna örnek olarak mısır, zambak, arpa, buğday vb. bitki tohumları verilebilir.

Dikotil (İki Çenekli) Bitkilerde Gelişme: Dikotil bitki tohumuna örnek olarak baklagiller, elma, armut vb. bitki tohumları verilebilir.

"Görüyor musun ne kadar ilginç, her bir meyve oluşumunun bir başka öyküsü var"

"Onun için çiçekleri bu kadar güzel ve rengârenk oluyor. Bahar gelince tüm meyve ağaçları kar yağmış gibi beyaz, pembe ve kıpkırmızı kesiliyor"

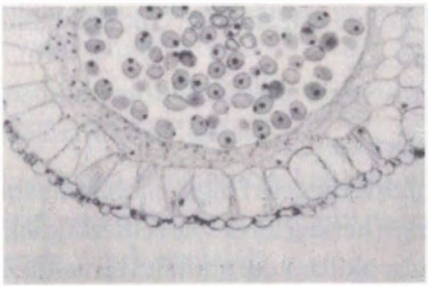
"Bütün bunlar daha yapraklar açmadan oluyor, baharın geldiği böylece doğa tarafından muştulanıyor"

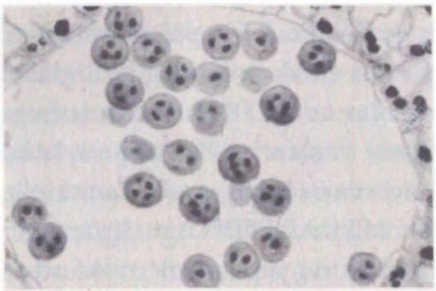
"Bitkilerin üreme düzenekleri çok ilginç buna daha yakından bakalım mı?"

Bitkilerde Üreme

Bitkilerin üreme dizgeleri diğer canlılardan oldukça farklıdır. Buna karşın nesillerini devam ettirebilmek için kullandıkları yöntemler akıllara durgunluk vermektedir. Bitkilerde tıpkı diğer canlılar gibi iki cinsten oluşur. Erkek çiçeklerin görevi, dişi çiçeği döllemek için polen üretmektir. Polen dişi çiçeğe vardığı vakit erkek çiçekten getirdiği DNA yı dişi çiçeğin eşey organlarındaki DNA ile karıştırır ve böylelikle yavru bir bitkinin yaşamı polen üretimiyle başlar. Polen, erkek üreme organları (anter) tarafından üretilen ve kendisine verilen yarı miktardaki DNA yı dişi çiçeğe götürmekle yükümlü yapılardır. Bu yapılar çok uzaklardaki dişi çiçeğe kadar ulaşabilirler. Aşağıdaki şekillerde polenlerin üretildiği "Anter" lerden kesitler görülmektedir.

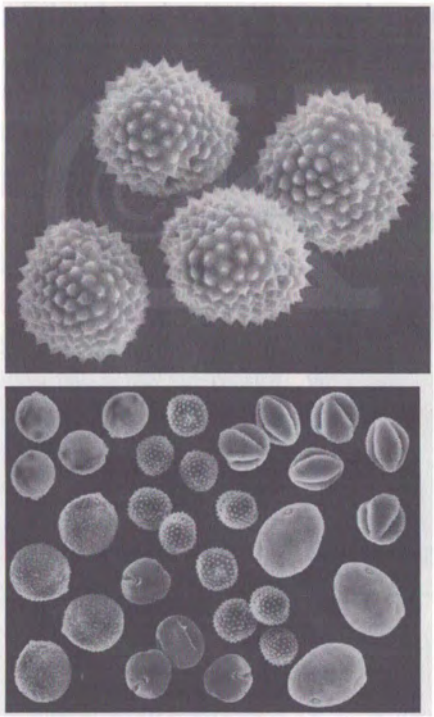
Bu polenler zamanı gelince anterin patlamasıyla dışarı saçılacak ve saçılmasıyla birlikte rüzgâr, su ve böcek gibi iletici faktörlerle dişi çiçeğe kadar ulaşacaktır. Böceklerin ve rüzgârların bitkiler açısından hayati bir önemi vardır. Çünkü bitkilerin üremelerinde rol oynayan böcekler, polenleri taşıyan birer aracı gibidirler. Polenler, erkek üreme organları tarafından kendilerine verilen yarı miktarda DNA yı taşırlar. Bu yarı miktardaki DNA dişi çiçekteki yarı miktar DNA ile birleşince bir bitkide olması gereken tam DNA yı verir. Dolayısıyla meydana gelecek yavruda bir anormallik olmaz. Fakat buna karşın doğada yarı miktardan daha fazla DNA taşıyan polenlerde vardır. Bu polenler anormal bir gelişmenin ürünü olarak dişi çiçeği dölledikleri̇nde meydana gelen yavruda anormal olur.





Yukarıdaki şekillerde doğada serbest gezinen polenlerin göze hoş gelen resimleri görülüyor. Polenlerin dış yüzeyindeki dikensi yapılara dikkat edin.

Bu yapılar, rüzgâr ve böceklerle dişi çiçeğe ulaşan polenin, dişi çiçekteki "stigma" yani dişi üreme organına giden tüpün en uç noktasına sağlam bir şekilde tutunması içindir. Eğer bu dikensi yapılar olmasaydı polen rüzgârla geldiği gibi aynen savrulup başka yerlere sürüklenirdi. Bir bitkinin ürettiği polenlerin sayısı yüz binleri bulabilir. Bitkinin neden bu kadar çok sayıda polen ürettiğini merak ediyorsunuzdur. Bunun nedeni ise hayli ilginç.



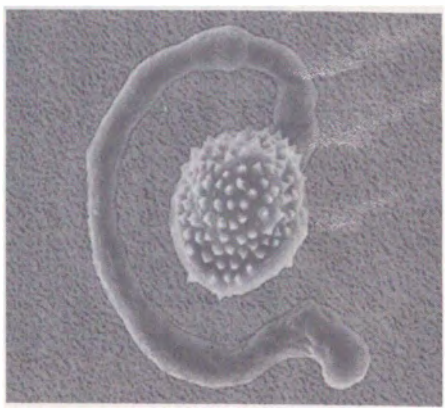
Üretilen polenlerden çok azı rüzgâr ve böceklerle dişi çiçeğe ulaştırılmaktadır. Diğer polenler ise dişi çiçeğe ulaşamaz. Rüzgârların etkisine kapılarak başka yerlere ya da yanlış çiçeğe ulaşırlar. Bitki ise, ürettiği polenlerin kendi cinsindeki dişi çiçeğe ulaşma olasılığını arttırmak için 15–20 polen değil yüz binlerce polen üretir.

"Evet, şimdi bahar gelince, etrafın neden polen tozları ile dolu olduğunu daha iyi anlıyorum"

"Çoğu zaman da alerjiye neden oluyor, duyarlı insanlarda"

Polenlerin dişi çiçeğe ulaştırılmalarında büyük rolleri olan böcekler, erkek çiçeğin alımlı renklerine aldanarak çiçeğin etrafında gezinmeye başlarlar. Bu gezinme esnasında bitkinin anterine sürtünürler. Tabii anterlere sürtündükçe polenler böceğin her tarafına bulaşır. Bazı bitkiler vardır ki polenlerini böceklere bulamak için kullandıkları yöntemler insanı hayrete düşürmektedir.





Böcekler nektar aramak için çiçeğin anterlerinin etrafında dolaşmaya başlayınca çiçeğin yaprakları süratle kapanır ve böceği içine hapseder. Böcek hapsolunca kaçmak için çırpınmaya başlar. Çırpındıkça polenler üzerine daha fazla bulaşır.

Aradan bir gün geçtikten sonra yapaklar açılır ve böcek özgürlüğüne kavuşur. Doğal olarak her tarafı polene bulanmış bir durumda. Çiçek böylelikle hapsettiği böceğe polenlerini bulaştırarak dişi çiçeğe ulaşmasını sağlar.

"Gerçekten akıllıca bir plan"

"Bu akıllıca plan, doğadaki milyonlarca canlı türü içerisinden yalnızca bir bitki türüne ait değildir. Her canlının kendine özgü olağan üstü üreme, beslenme, korunma ve avlanma yöntemleri vardır"

Polenler dişi çiçeğe ulaşınca tüp şeklini almaya başlarlar. Bu şekle girmeleri, gerek stilus (dişi üreme organına giden ince yol) içerisine rahat girmek gerekse ovaryum daki diğer eşey hücresiyle birleşme kolaylığı açısından önem taşır. Polen, stigma üzerine geldiğinde, stigmanın salgıladığı bazı besin maddelerini kullanarak tüp şeklini almaya başlar. Aşağıdaki resimde polenin tüp şekli net olarak görülmektedir.

Polenin tüp şeklinde değişmeye başlamasıyla, dişi üreme organına olan yolculuğu başlamış olur. Dişi üreme organına varan polen, burada dişiye ait DNA nın yarısını taşıyan diğer eşey hücresi (yumurta) ile birleşerek zigot'u meydana getirir. Bundan sonra zigottan bir embriyo ve embriyodan da yavru bir bitki meydana gelir.

"Ah ah... Tüm bunlar biyoloji dersinde en sevdiğim konulardı"

"Bu olaylar dizisi tamamen programlanmış olup her bilgisi DNA da saklıdır değil mi?"

"Evet, öyle, bitki olsun, hayvan olsun tüm kalıtım bilgileri ve şifrelerin DNA da olduğunu artık biliyoruz"

"Polen ya yanlış bir bitkiye rast gelirse ne olur ?"

"Eğer dişi çiçeğin stigmasına başka bir bitkinin poleni denk gelirse bitki poleni derhal yok eder"

Polen daha stigmanın üzerine gelir gelmez üretilen bazı salgı maddeleriyle etkisiz hale getirilir. Fakat bitki daha kapsamlı bir önlem alarak, stigmanın devamı olan stilus kanalına bir sıvı salgılayarak stilusun tıkanmasını sağlar. Bu tıkanma vesilesiyle polen stilusa girse bile oluşan tıkaç yüzünden ovaryuma kadar ilerleyemeyecektir.

"Peki, bitki kendi polenini nasıl tanımaktadır ?"

Bitkinin kendi polenini tanıması yine salgılanan bazı maddeler sayesinde olur. Salgılanan bu maddeler polen üzerinde olumlu bir etki yapar. Polenin kendisiside bir tür salgı içerir ve bu salgıyı stigma üzerine bırakır. Tabii salgı doğru çiçeğe ait ise stigmanın polene karşı vereceği yanıt olumlu olacaktır. Yabancı bir çiçeğin poleninin salgısı ise aksine, stigma üzerinde olumsuz etki yaratacak ve derhal poleni etkisiz hale getirecektir.

Üreme ve Gelişmenin Evrimi

"Canlıların üremesi ile ilgili pek çok şey öğrendik, ne kadar da çok farklı üreme şekilleri var değil mi?

"Gerçekten de öyle, insan, hayvan ve bitkilerde çoğalma şekilleri çok değişik, bir de bunun evrimsel gelişimi olmalı, istersen şimdi, üreme çeşitliliğini bir özetleyelim derim"

"Çok da iyi ve yaralı olur"

Biyolojinin temel ilkelerinden biri "tüm canlılar kendinden önce bulunan canlılardan meydana gelir" sözüdür. Gerçekten de yaşamın temel yapısı bireylerin çoğalmasıyla gelecek döllerin oluşturulması ve genetik bilginin aktarılmasından geçer. Üremenin birimi ve taşıyıcısı hücre, türlere özgünlüğün aktarılmasını sağlayan ise kalıtım özdekleridir. Özellikle arılarda partenojenez diye adlandırılan üreme biçimi iki tip arı tarafından gerçekleştirilir. Kraliçe arı(2n) ve erkek arı(n) bölünmeye uğrayarak yumurta ve spermlerini birleştirir. Bunlardan birkaç yumurta erkek arıyı, birkaç yumurta kraliçe arıyı(bunlar arı sütü ile beslenir), diğerler yumurtalar ise işçi arıları (bunlarda arı ekmeği ile beslenir) meydana getirir.

Bir hücreli canlılarda çoğalma, vejetatif (istem dışı) bölünmeyle birleşmiş ve bu nedenle normal vejetatif bölünme aynı zamanda yeni döller meydana getirilmesini de sağlamaktadır. Çok hücrelilerde ise; çoğalma, filizlenme hücreleri denen özelleşmiş dokuya indirgenmiştir. Somatik (bedensel/vejetatif) hücreler canlıda yapının oluşmasını, gelişmesini sağlayan ve bireyle birlikte ölen hücrelerdir.

Üreme; genel olarak eşeyli ve eşeysiz olmak üzere iki çeşide ayrılır. Eşeysiz üremede tek bir ata bulunur, oluşan yavruların kalıtsal özelliği tamamen atasına benzer nitelikte olur. Eşeysiz (seksüel) üremede iki farklı atadan gelen biri yumurta diğeri sperm hücresiyle zigot oluşumu gerçekleşir. Zigot gelişerek atalarından birine benzer cinsiyette ve atalarının kalıtsal yapısı içinde en iyi birleşimleri seçerek yeni bireyi oluşturur. Evrimsel süreçte en etkili sonuçlar bu tip üremeyle gerçekleşmiştir.

Eşeyli ve eşeysiz üreme; bir hücrelilerde ve çok hücrelilerde farklı şekilde görülür örneğin:

Bir hücrelilerde üreme; Eşeysiz üreme, Eşeyli üreme, Kopulasyon, Konjugasyon, Otogami ve Döl almaşı (Döl değişimi / Metagenez).

Çok hücrelilerde üreme; Eşeysiz üreme, Eşeyli üreme, Mayoz bölünme, Mitoz bölünme, Partenogenez, Merogoni (Androgenez), Paedogenez, Neoteni, Erdişilik– Hermafroditizm.

"Bunları ve diğerlerini yeri geldikçe açıklayacağız değil mi?"

"Evet, öyle olacak"

Doğal Yıkımların ve Sığınmaların Etkinliği

Herhangi bir zamanda meydana gelecek bir afet, arada yaşayan varlıkların büyük bir kısmını ortadan kaldırabilir ve arta kalan pek az bir kısmından sonunda yeniden bir toplum oluşabilir. Fakat arta kalan küçük parça, eğer önceki toplumun tam özelliğini taşımayan bir gen havuzuna sahipse, yeni meydana gelen toplumun yapısı öncekinden çok farklı olur. Özellikle yangın, fırtına, su baskını, deprem, hatta savaş, bu yeni özellikleri ortaya çıkarabilir.

Sığınma; çoğunlukla kışı saklanarak geçiren canlılarda, bir sonraki yazda yine küçük popülâsyonların etkisi görülür. Örneğin soğuk bir kış, saklanan bireylerin büyük bir kısmını yok ederken, iyi saklanmış küçük bir grup, bu yıkımdan kurtulur ve gen havuzunu, yazın oluşacak tüm popülâsyona verir. Bazı böceklerde, bazı özelliklerin en azından bazı yıllarda neden yaygın olduğu bu yolla açıklanabilir.

Diğer Sürüklenme Şekilleri

Doğal seçilimde ve uyumda başarılı olmasa dahi bazı özelliklerin dölden döle aktarılma olasılığı vardır. Bunu sağlayan kalıtsal düzenekler şunlardır. Pleiotropik Sürüklenme (= Özellik Sürüklenmesi): Doğal seçilim, genel olarak tek bir genin fenotipi üzerinde değil, tüm genomun fenotipi üzerinde etkisini gösterir (yani tek bir geni seçmekten çok o geni bulunduran DNA yı –yani bireyi– seçer). Bu nedenle bazı özellikler uyumsal değer göstermez ve bir yarar sağlanamaz, buna karşın yine de varlığını devam ettirir. Çünkü bu özellikler, bireye çok yarar sağlayan özelliklerle birlikte aynı bireyde bulunur. Yararlı özellikler seçilirken, zararı olanlar da beraberce kalıtılır. Bu tip özelliklerin sürüklenmesinde pleiotropi çok önemlidir. Bilindiği gibi bir gen birden fazla özelliği denetliyorsa, pleiotropik etki gösteriyor demektir. Özelliğin biri canlıya yarar sağlıyorsa ve canlının uyum yeteneğini artırıyorsa, sürekli seçilir, buna bağlı olarak yararsız ve uyum yeteneği olmayan özellik de kalıtılır. Örneğin kırmızı renkli soğan insanlar tarafından tercih edilmez ve dikilirken ayıklanır. Fakat kırmızı rengi meydana getiren gen, aynı zamanda mantarlara karşı mantar öldürücü bir madde de salgıladığı için, bulunduğu bireylere yaşamsal uyum yeteneği verir; bu nedenle, kırmızı renkli soğanlar, beyaz renkli soğanların arasında varlığını sürekli koruyabilir.

Gen Sürüklenmesi (Kalıp İlkesi)

Birçok gen yakınlıklarından dolayı beraberce kalıtılma eğilimi gösterir. İki gen birbirine çok yakın ise, parça değişimiyle birbirlerinden çok zor ayrılırlar. İşte bu genlerden biri yararlı, diğeri zararlı özellik sağlarsa ve yararlı genin özelliği,

zararlı genin özelliğinden çok daha fazla öneme sahipse, zararlı özellik meydana getiren gen de yararlı özellik meydana getiren genle birlikte sürekli kalıtılır ve korunur. Buna "Kalıp İlkesi" denir.

Uyum

Uyum dendiği zaman, bir canlının, belirli biyolojik, kimyasal ve fiziksel koşullara olan bir ortam içerisinde, yaşamasını olası kılan yeteneklerinin ve özelliklerinin tümü anlaşılır. Dünyada hiçbir ortam sürekli aynı koşullara sahip değildir; bu nedenle evrimleşme canlılığın vazgeçilmez bir özelliği olmuştur. Ayrıca her bölge farklı koşullara sahip olduğundan, bu ortamlara uyum yapan canlılarda da farklılaşmalar ortaya çıkmıştır. Bu nedenle milyonlarca canlı çeşidi vardır. Bir ortama uyum, çok değişik ilişkileri kapsar (yer bulma, beslenme, avlanma, avlama, parazit ilişkileri, sıcaklık, nem vs.). Uyum, tüm bunların ortalama değerini verir.

Kısa süreli değişikliklere, bireyin kalıtsal yapısının izin verdiği modifikasyonlar içerisinde tepki gösterilir. Örneğin terleme ile sıcaklığa, titreme ile soğuğa tepki gösterme gibi. Ayrıca bu tepkiler bireyin o anda bulunduğu fizyolojik duruma da bağlıdır aç ya da tok olması ya da üreme zamanında bulunması vs. gibi. Bunun yanı sıra daha önceki deneyimler, koşullandırma olarak, tepkimelerin doğal yapısını etkileyebilir. Kısa süreli tepkiler canlının belirli ölçülerde kendini korumasına yöneliktir. Uzun süreli değişikliklere, fizyolojik yapının ve vücut yapısının değiştirilmesiyle tepki gösterilir. Fakat bu değişiklikler, daha önce doğal seçilimde değindiğimiz gibi bir kuşağın başaracağı değişiklikler değildir; mutasyonlarla, rekombinasyonlarla ve parça

değişimleriyle gen havuzunda oluşan yeni özelliklerin ve keza eski özelliklerin arasından, doğal seçilimle, en iyi uyumu yapacak gen bileşimlerine sahip bireylerin seçilimi sonucu ortaya çıkan değişikliklerdir. Mutasyon- rekombinasyon- doğal seçilim sonucu ortaya çıkan uyumlar, ana hatlarıyla şu gruplara ayrılır:

1-İlerleyen evrim

2-Paralel evrim

3-Daralan evrim

4-Ön uyum

İlerleyen Evrim (Progressif Evolution): Uyum canlıya yeni yapılar ve işlevler kazandırıyorsa, buna ilerleyen evrim denir. Uyumsal Açılım (Divergent Evolution); Yapısal uyumun bilinen en iyi şeklidir. Eğer bir hayvan grubu, geniş olarak yayılıp, fiziksel, kimyasal ve çevreyle ilgili koşulları farklı olan ortamlara girerse ve yavaş yavaş o ortama uyum sağlayacak şekilde doğal seçilime uğrarsa (dallanan doğal seçilime bkz!), uyumsal açılım meydana gelir. Besin ve yer bulma içim yarışma nedeniyle; benzer şekilde; parazit, av, avcı, sıcaklık, nem, tuz, su vs. gibi koşullar nedeniyle, her canlı grubu, yapabildiğince yayılma ve ulaşabildiğince yeni ortamlara yayılma eğilimine sahiptir. Sonuçta aynı kökten gelen; fakat fizyolojik ve yapısal özellikleri birbirinden farklı olan, birçok yeni canlı türü ortaya çıkar; buna "Uyumsal Açılımı"; her grubun, yeni ortamın koşullarına uygun yapıları kazanmasına da "Yapısal Uyum" denir. Uyumsal açılım dallanan doğal seçilimin sonucu olarak ortaya çıkar.

Uyumsal açılım için en çarpıcı örnek, böcek yiyen, beş parmaklı, kısa bacaklı, tabanlarına basarak yürüyen ilkel bir böcekçilden, bugünkü eteneli-plesantal, hayvanların türe-

mesidir. Bu hayvan, sürüngenlerden boşalan yaşam alanlarına, yavaş yavaş değişim yoluyla yayılmışlardır. Örneğin bu açılımın sonucu ortaya çıkan köpekler ve geyikler karada yaşarlar, yaşamlarını sürdürmek için hızlı koşmaya yatkındırlar. Sincaplar ve primatların büyük bir kısmı ağaçlarda yaşarlar, yaşamlarını sürdürmek için tutunmaya ve sıçramaya alışkındırlar. Yarasalar karanlık yerlerde, köstebekler ve kör fareler toprak içerisinde yaşarlar, yaşamlarını sürdürmek için uçma ve kazma yetileri gelişmiştir. Suya bağımlı olarak yaşayan kunduzlar ve ayıbalıkları, ayni şekilde açık deniz ve derin sularda yaşayan balinalar, yunuslar, deniz öküzleri, yaşamlarını sürdürmek için yüzmeye uyumlu yapılardadır.

Tüm bu hayvanların diş sayısı ve şekli, bacaklarının uzunluğu ve kemik sayısı, kaslarının sayısı ve bağlanma yerleri, postlarının yapısı ve rengi, deri altındaki yağ tabakasının kalınlığı vs. yapısal uyuma tipik örnektir. Örneğin ikinci zamanda, sürüngenler, çok değişik ortamlara uyum yaparak, etçil, otçul; sucul, ağaçta yaşayan, karada yaşayan türleri meydana getirmiştir. Uyumsal açılımı daha küçük ölçüde, Galapagos Takım Adalarında yaşayan ve evrimsel açılma her zaman iyi bir örnek olarak verilen, ispinoz kuşlarında görmek mümkündür. Bu kuşların bir kısmı toprak üstü kuşudur, tahıl ve tohumla; bazıları ağaçta yaşar, böceklerle; bazıları kaktüslerde yaşar, onların tohumlarıyla beslenir. Aynı kökten gelen bu kuşlar, gaga büyüklüğü ve şekli bakımından, dikkati çekecek ölçüde uyumsal açılım gösterirler.

Paralel-Koşut Evrim (Parallel Evolution) Bir hayvan grubunun, ya da yakın akraba hayvan gruplarının benzer koşulları taşıyan ortamlara, birbirlerine bağımlı olmadan benzer şekilde uyum yapmasıdır. Örneğin; toprak içine

giren kemiricilerin, kazıcı ayak, suya giren memelilerin yüzme özelliğini kazanması gibi. Amerika'daki ve Asya' daki çöl hayvanlarının benzer özellikler kazanması da şeçili örnek olarak verilebilir.

Daralan Evrim (Konvergent Evolution) İki ya da daha fazla canlı grubunun benzer ortamlara uyabilmek için, kazandıkları yapısal benzerliklerdir. Örneğin; uçan sürüngenlerin, kuşların memelilerin ve böceklerin kazanmış oldukları kanat yapıları gibi. Ayni şekilde yunus balıklarının (Delphin). Soyu tükenmiş yüzen sürüngenlerin (lchthyosaurus), kemikli ve kıkırdaklı balıkların su direncini azaltmak için kazandıkları benzer beden yapıları vardır veya vardı. Kürek şeklindeki ön ve arka bacaklarının zayıf gelişmiş yapısı, yüzgeç şekilleri, buna en özgün örneklerdir. Ayrıca kazıcı hayvanların ön bacaklarının yapısı; embriyonik kökeni farklı olmakla beraber mürekkep balıklarının ve omurgalıların benzer göz yapıları, yine, daralan evrime iyi örneklerdir.

Ön uyum (Preadaptasyon) ve Bazı Önemli Uyumlara Örnekler: Neo Darwinistler (DARWIN'in düşüncelerini DE VRIES'in mutasyon kuramıyla birleştirenler) bir canlının, yeni bir ortama uyum yapabilmesi için, o özellikleri, değişmez olarak önceden taşımaları gerektiğini savunmuştur. Değişimler, yeni ortama girdikten sonra, gereksinmeye göre değil, daha önce, yeni koşullarla karşılaşılmadan oluşur. Yeni ortamdaki doğal seçilim, eski ortamda bulunduğu bireye zarar vermeden kalabilen mutasyonlar (yansız mutasyonlar) ve yeni ortama geçerken oluşan her çeşit değişimler arasından olur. İşte bir canlının yeni bir ortama girmeden, o ortama uyabilecek özellikleri, edilgin olarak taşımasına "Önuyum = Preadaptasyon" denir. Buna özgün örnekler

şunlardır: Omurgalıların denizden karaya geçişinde öncülük etmiş Periophthalmus, denizde bulunduğu zaman dahi, başının şekli yüzgeçlerinin yapısı, deri solunumu yapabilmesi, döllenmesinin içte oluşu ile bir önuyumu gerçekleştirmişti. Nitekim bugün denizde yaşayan yakın akrabaları bu önuyumu hala göstermektedir.

Bakteri kolonileri antibiyotikli ortamlara ekildiğinde, örneğin 100.000 koloniden, ancak birkaçının o antibiyotiğe dirençli olduğu görülür. Burada antibiyotiğe dirençlilik, antibiyotikle karşılaşınca değil, daha önce ortaya çıkmıştır. Keza böcekler, birçok tarımsal ilaca, özellikle DDT (Diklor Difenil Trikloretan) ye dirençlilik kazanmıştır. Çünkü başlangıçta, .DDT, dirençlilik kazanmamış ya da rastlantı sonucu mutasyonlarla kısmen dirençlilik kazanmış; ama yeterli dozda DDT almış tüm bireyleri öldürmüştü. Fakat yarı dirençli bireylerin bir kısmı, tam dozdaki DDT ile karşılaşmayınca, doğal seçilime uğrama olanağını bulmuş. Ve sonuçta DDT'ye dirençlilik sağlayan poligenik genlerin bir araya toplanmasıyla, tam dirençli bireyleri meydana getirmiştir. Her üç örnekte de uyum yapan bireyler ya da varlıklar, bu uyumu belirli ölçüde, daha önce kalıtsal olarak taşımaktaydı.

Çevre koşullarının etkisiyle gen havuzlarında yeni özellikler ortaya çıkmaz, daha önce işlevsiz ya da önemsiz olan özellikler yeni koşullar altında seçilir. Çünkü yeni ortamın koşullarıyla karşılaşan canlı, gerekli kalıtsal değişiklikleri yapabilmek için, yeterli zamana sahip değildir. Oysa milyonlarca yıldır biriken, özellikle yansız mutasyonlar ve yeni birleşimler, canlıya bu uyum yeteneğini kısa bir süre içerisinde verebilmektedir. O halde bir canlı ne kadar çok yansız değişimi içeriyorsa, uyum değeri o kadar fazladır.

Cansız Ortama Uyum

"Canlıların büyük bir kısmı canlı cansız çevreye uyum yaparken, bazı özellikler kazanır" Örneğin kaçma, saklanma ve ölü taklidi yapma gibi değil mi?"

"Evet, Korunabileceği ve saklanabileceği ortamı yitiren hayvanlar oradan veya bir saldırıdan kaçarlar. Ancak zamanla tekrar bu ortamı bulabilecek yetenekleri kazanırlar"

"Peki, bu davranışlar nelerdir acaba?"

"O kadar çok ki, hangisini söylesek"

Ölü Taklidi: Birçok hayvan, düşmanlarından korunmak için, ölü taklidi yapar ya da cansız bir cismin şeklini alır.

Uyarıcı Renkler ve Davranışlar: Düşmanlarını korkutmak ya da taşıdıkları zehirden dolayı onları uyarmak için, birçok canlı, parlak renkler (genellikle kırmızı ve sarı) ya da desenler (genellikle göz lekesi) taşır. Ayrıca tehlikeli olduklarını ya da tehlikeli olabileceklerini bildiren birtakım yapılar taşırlar ve alışılagelmişin dışındaki davranışlarla bu yapılarını gösterirler.

Organ Atma: Bazı hayvanların düşmanlarını aldatmak için daha önceden saptanmış yerlerinden bazı vücut parçaları kendiliğinden kopar (sürüngenlerin kuyruğu, bazı yengeçlerin bacakları vs. gibi)

Renkle Ortama Uyum (Homokromi)

Uyumun en genel şeklidir. Birçok canlı, edilgin olarak ortamın renklerini ve desenlerini taklit eder. Bu uyum yapılırken, önuyum, başlangıçta etkin olur. Örneğin yalnızca yeşil pigment taşıyan çekirgeler, her zaman yeşil kalan ağaçlara ve otlara; değişik renkli pigmentleri taşıyanlar da steplere

uyum yapmıştır. Bu uyumu gösteremeyenler, düşmanları tarafından ayıklandığı için, mutlak bir uyum varmış gibi görülür. Hemen tüm hayvan gruplarında belirli ölçülerde renkle ortama uyum vardır: Hatta bu uyumu sağlayabilmek için vücudun farklı renklenmesi de söz konusu olabilir. Örneğin üstten bakıldığında, zeminden farklı olarak görünmemeleri için, balıkların sırt kısmı koyu; alttan, bakıldığında açık renkli görünmeleri için, balıkların ve diğer su hayvanlarının karın kısmı açık renklidir. Bu en tipik uyumlardan biridir. Oysaki bu uyumu etkin olarak yapabilen canlılar da olmuştur. Örneğin bukalemunlar, mürekkepbalıkları ve dilbalıkları bu etkin uyumu hem renk de desen olarak en iyi yapabilen canlılardır. Renk uyumu edilgin alanlarda, renkler ve buna bağlı olarak desenler, erginliğe ulaşıldıktan sonra genellikle değiştirilemez. Bazılarında, daha önceki evre (erginliğe ulaşılmadan) bulundukları ortamlara renk bakımından uyum yapabilme yeteneği vardır. Bazılarında ise renk uyumu hemen hemen hiçbir evrede yoktur; bu tip canlılar sürekli kendilerine uygun olabilecek ortamları ararlar.

Buna örnek olarak dil balığını verebiliriz. Dilbalıklarından pisibalığında (Plevronectes) çeşitli zeminlere renk uyumu (= homokromi) göstermektedir.

"Dil balığı diyince aklıma, onun şiş yapılmış hali geldi, ah şimdi olsa da yesek"

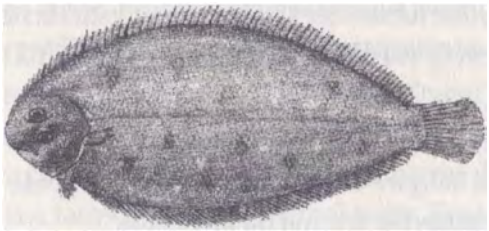
"Galiba onun şimdi tam zamanı, haydi barınaktaki balıkçılara gidip bir bakalım"

"Peki, onu nasıl hazırlayacağız?"

"İşte bu kitapta bir tarifi var, haydi iş başına"

"Evet, dil balığımızı da satın aldık, hem de irilerinden"

"Şimdi de onu ızgara- şiş yapalım"



"Bak görüyor musun üzerindeki derisi, tıpkı deniz dibindeki kum gibi, rengi gri ve çakıl taşları serpilmiş" "Evet görüyorum, iyi bir homokromi yani doğal renge uyum örneği"

"Haydi, şu yemek kitabını al da gel bakalım"

Dil balığı da yerli balıklarımızdan olup Ege ve Akdeniz'de bolca yakalanır. Her mevsimde yenebilir. En lezzetli zamanı kasım ilâ şubat ayları arasıdır. Tavası çok güzel olur. İrilerinden fileto çıkarılıp şiş veya salçalı fileto yapılabilir.

Dil Balığı Şiş (2 Kişilik)

Malzemeler:

500 gram dil balığı, 7–8 adet defneyaprağı, 1 adet domates, 1 adet biber, 1 adet limon Sosu için, 3 çorba kaşığı zeytinyağı, 4 çorba kaşığı limon suyu, 1 çay kaşığı tuz.

Hazırlanışı:

Bıçak yardımıyla balığın pullarını temizleyin. Balıktan fileto çıkarmak için önce balığı karın kısmından boyuna kesin. Daha sonra sırtından kestiğiniz balığın etini parçalamadan kemiklerinden ayırın. Şişe önce defneyaprağı, 1 dilim limon, 1 dilim domates ve 1 dilim biber yerleştirin. Rulo şeklinde sardığınız filetoyu da bi-

berin yanına şişe takın. Dil şişi ızgarada 15 dakika pişirin. Sos için zeytinyağı, limon suyunu ve tuzu karıştırın. Servis tabağına aldığınız şişin üzerine hazırladığınız bu sosu döktükten sonra servis yapın.

"İşte dil balığını temizleyip, ızgarasını yaptık, defneyaprakları ile süsledik, sosuna da ilave ettik"

"Şimdi ne yapalım?"

"Oturup bir güzel yiyelim ve doğaya, ülkenize verdiği bu çeşitlilik ve lezzetler için ayrıca teşekkür edelim"

Maskeleme ve Mevsimsel Uyumlar

Bazı hayvanlar ortamdaki canlı ve cansız artıklarını vücutlarına yapıştırmak, evcik yapmak vs. suretiyle gözden kaçmaya çalışır. Bazılarında, özellikle senede ikiden fazla döl verenlerde mevsime göre renkleri ve vücut yapıları olan (kanatlı ya da kanatsız vs.) kuşakları (döller) meydana getirilir (Mevsimsel ırklar). Keza yıl boyunca değişiklik gösteren sıcaklığa, neme, foto periyoda vs.ye uyan üreme dönemleri, ya da dinlenme dönemleri (kışlama = hibernasyon ya da yazlama = estivasyon, koza oluşumu, diyapoz) ortaya çıkmıştır.

Canlı Ortama Uyum (Mimikri)

Ortamda bulunan diğer Canlıların taklit edilmesidir. Mimikrinin olabilmesi için taklit edilen (modellerin) canlıların ortamdaki sayısı, taklit edenlerden daha çok olmalı, taklit edimlerle taklit edilenler aynı ortamda beraberce yaşamalı ve genellikle, taklit edilenler zehirli ya da lezzetsiz olmalıdır.

Taklit edenler, avcılar tarafından tercih edilmeyen zehirli ya da lezzetsiz canlıları, şekil ya da desen olarak taklit etmekle, tehlikeden kurtulmuş olurlar. Taklit edenler genellikle varyasyon yetenekleri fazla olan Canlılardır. Doğal seçilimle, taklit edenlerin zamanla yaygınlaştığına ve böylece mimikrinin ortaya çıktığına ilişkin bazı görüşler vardır. Fakat esas mekanizması tam olarak bilinmemektedir. Erginleştikten sonra taklit söz konusu değildir.

Çubuk çekirgelerinin bitki saplarını, peygamberdevelerinin çiçekleri, fazmitlerin yaprakları, bazı böceklerin likenleri, yaprakları, çiçekleri, bazı böceklerin şekil olarak karıncaları (karınca misafirleri), bazı sineklerin arıları, bazı zehirsiz kelebeklerin zehirli kelebekleri, zehirli yılanların zehirsiz yılanları taklit etmesi mimetismusa tipik örneklerdir. Birçok hayvan grubunun bir zehirli hayvanı model alıp, onu, hepsinin birden benzer şekilde taklit etmesi de mümkündür. Örneğin aynı bölgede yaşayan kınkanatlı, yarımka-natlı ve kelebek takımlarına ait bazı türlerin, yine aynı bölgede yaşayan zehirli bir arıyı desen olarak nasıl taklit ettikleri çok belirgin olarak görülmektedir.

Dengelenmiş Polimorfizm

Bir popülâsyonda herhangi bir özellik iyi bir uyum sağlamışsa ve bu özelliği sağlayan genler homozigot(saf) halde bulunuyorsa, o zaman seçilim artık gen düzeyinde yürütülemeyecektir. Çünkü çeşitlenmenin kendisi bir uyum çabasıdır; eğer bütün genler homozigot hale geçerlerse, varyasyon bir anlamda kalkmış ve doğal seçilimin işleyebileceği ham madde, dolayısıyla doğal seçilim olanağı yok olmuş demektir. O halde popülâsyon'un yaşayabilmesi ve gelecekteki

değişikliklere ayak uydurabilmesi için yeteri kadar varyasyon içermesi gerekir. İlkel varlık kümeleri; çevre koşullarının, hatta mevsimlik koşulların değişmesiyle, gen havuzlarındaki yapının uyumsal bir değişme gösterdiği gözlenmiştir.

Üreme ya da hayatta kalabilmek için, heterozigot(melez) popülâsyonlar, homozigot (saf) kümelerden daha büyük bir uyuma ve yeteneğe sahiptir. Heterozigotluğun sürekli olduğu popülâsyonlarda, heterozigotlar dan daha az sayıda olmak üzere, belirli homozigot birey topluluğu vardır. Heterozigot veya homozigot bireylerin seçilici değerlerine bağlı olarak, gen havuzundaki allellerin, heterozigotların ve homozigotların en uygun oranlarını veren, kendine özgü bir oranı vardır. Bu şekilde, seçilimle varyasyonların saklanmasına "Dengelenmiş Polimorfizim" denir. Elde edilen kanıtların çoğu, popülâsyonlarda heterozigotluk yükseldikçe üreme ve gelişme olanaklarının da arttığını göstermektedir.

Birçok canlı grubunda, bazı özellikler bakımından heterozigotluğun: (=melezliğin) yarar sağladığı bilinmektedir. (Heterozis = Hibrit-Gücü). Dolayısıyla bu canlı gruplarında arılaşma, vitalitenin düşmesine neden olur. Ayrıca bazı zararlı genler, sırf, üreme yeteneğini yüksek tuttuğu için korunur. Bu tip genler de çoğunluk pleiotropik etkiye sahiptir. Bir taraftan zarar yapar, öbür taraftan üreme yeteneğini artırır. Bazı hallerde de bir genin üretimi bireye en uygun yarar, iki genin üretimi ise fazla geleceğinden dolayı zarar sağlayabilir. İşte bu durumlarda da heterozigotlar yararına seçim vardır.

Yirmici yüzyılda deneysel embriyolojinin gelişmesi için ortam hazırlandı ve bitki türleri melezleme konusunda de-

neyler başlatıldı. Bu deneyler özellikle Hugo de VRİES tarafından yapıldı. De Vries, 1890'larda Hilversum yakınında, şöhret olmasını sağlayacak bir bitki ile karşılaştı: bu bitki, akşam nergisiydi (oenthera lamarckiana). De vries bu bitkinin oldukça farklı iki ırkının aynı çayırda yan yana büyüdüğünü fark etti. Kendi kendilerini döllendiklerinde kendilerine benzer döl verdiklerini, fakat çapraz döllenmede, üç farklı tipin ortaya çıktığını gördü; her tip, yeni türler oluşturacak kadar farklı yaprak şekli ve başka özellikler göstermekteydi

Gerileyen Evrimleşme (Regressif ya da Rekonstriktif Evrim)

Birçok hayvan grubu, yeni ortamlara uyum yaparken, bazı yapılarını yitirir. Buna gerileyen evrim ya da regressif evrim ya da rekonstriktif evrim, yaptıkları uyuma da "Post adaptasyon" denir. Örneğin mağara yaşamına uyum yapan bazı hayvan gruplarının (böcekler, balıklar, yengeçler vs.) renklerini ve gözlerini yitirmesi; yılanların taşlık ve oyuk yerlere uyum yaparken ayaklarını kaybetmesi; insanların tam bir otçul beslenmeden kurtulurken körbağırsağını yitirmesi vs. regressif evrim için tipik örneklerdir. Regressif evrimin meydana gelişi konusunda çeşitli görüşler vardır. Örneğin, bu hayvanlarda mağaraya girmeden önce, gerçekte, bir önuyumu vardır (gözleri kısmen körelmiş, renk pigmentleri azalmıştır). Bu önuyuma (= preadaptasyona) sahip bireylerin, mağaralara, ya da yeraltı nehirlerine ve göllerine girmesiyle, uyum (= post adaptasyon) daha da kuvvetlendirilir. Bu önuyuma sahip olamayan canlı grupları, mağaralara girseler de uyum yapamazlar. Gerçekten de, yal-

nız bazı hayvan gruplarının mağaralarda yaşayabilmesi, bu varsayımı doğrulamaktadır.

Mağaraya giren bir hayvan, ışıkla karşılaşamayacağı için, taşıdığı göz ve renk önemini yitirir. Bu nedenle gözlerin ve renklerin yitirilmesini sağlayacak mutasyonlar desteklenir. Böylece, bir zaman sonra, gözsüz ve renksiz bireyler ortaya çıkar. Keza yeni mutasyonlarla, gözün yerine, diğer etkin his organları (yetkin bir koku ve tat alma organı) geliştirilir.

Mağaralara, yeraltı nehirlerine ve göllerine giren canlı gruplarının yakın akrabaları, genellikle, yeryüzünde nemli, ılık ve yarı karanlık yerlerde yaşar. Bazı tespihböceği, örümcek ve sinek türleri mağara yaşamına uyum yapabildikleri halde, karınca ve arılarda bu önuyum hemen hemen hiç yoktur. Mağaralarda ya da yeraltı nehirlerinde ve göllerinde uzun süre yaşayan canlılar, yeryüzünde yaşayan akrabalarıyla gen akışını koparmamışlarsa, çiftleştiklerinde karanlık yerlere uyumu sağlayan özellikler bakımından ara bireyleri meydana getirebilirler. Örneğin, yarı gelişmiş göz ve yarı pigmentleşme ortaya çıkar. İç Anadolu'daki yeraltı nehirlerinde yaşayan gözsüz ve renksiz Aphanius denen balıklarda bunu tipik olarak görmek mümkündür. Bu balıkların gözlü ve pigmentli akrabaları yeryüzünde yaşar ve aralarında melezleşme olur. Çünkü Aphanius, binlerce yıl önce yeraltı nehirlerine ulaşmış ve orada karanlık ortama uyum yapmıştır; fakat yeryüzünde yaşayan akrabaları zaman zaman, sularla yeraltına ulaştığı için, gen akışı hiçbir zaman kesilmemiş dolayısıyla eşeysel yalıtım oluşmamıştır.

Evrim Çeşitliliği

Değişik evrim çeşitleri ayrı ayrı gerçekleşebileceği gibi, birkaç farklı evrimin iç içe oluşabileceği de söylenebilir. Bunları kısaca görelim:

Filetik evrim: Yeni türlerin ortaya çıkmasına yol açan evrim. Fosillerde doğrudan gözlemlenebilen evrim budur. Bir varlık içerisindeki genetik çeşitlilik ne kadar fazlaysa, evrimleşme ihtimali de o kadar artmaktadır çünkü "hayırlı" değişinim ve eşleşmelerin gerçekleşmesi olasılığı, "genetik havuzun" genişlemesiyle, daha da yükselmektedir.

Mozaik evrim: Tür içerisinde dış görünüşün değişmesi, örneğin bedenin belli bir bölgesinin zamanla uyarlanabilir değişime uğraması ve bunun sonraki nesillere aktarılmasıdır. Kedigillerin çok sayıdaki alt-türlerinde bunun örneklerini görmek mümkündür. Mutasyon teorisi, evolüsyona, yeni ve deneye daha fazla dayalı bir yaklaşım; benzer şekilde, deneyi esas alan yaklaşım da embriyolojiye yeni bir bakış getirdi.

Morfologların yaklaşımı ve biyogenetik yasası karşısında gittikçe artan memnuniyetsizlik 1888'de Wilhelm ROUX ile doruğa ulaştı. 1850'de Almanya'nın doğusundaki Jena şehrinde doğan Roux, 1888'de, kurbağa embriyoları üzerinde yaptığı deneylerin sonuçlarını yayınladı. Bu çalışmasında, yumurtadan embriyoya ve sonra kurbağaya geçiş mekanizmasını analiz etmekteydi. Roux, yeni bir gelişim teorisi(mozaik teorisi) teklif etti ve bu teoriye göre, yumurta içindeki hücre bölünmeleri sırasında, hücre içinde bulunan kalıtımsal tanecikler eşit olarak dağılmıyordu. Bu sebeple, her bölünmede ortaya çıkan iki yeni hücre, farklı kalıtımsal özelliklere sahip olacaktı. Yeni bölünmeler bu özellikleri daha da sınır-

layacak ve sonunda meydana gelen hücrenin, belirli ve tek bir doku tipi ile ilgili sadece tek bir kalıtım özelliği bulunacaktı. Bu, deney ile doğrulanabilir bir teoriydi ve Roux da böyle yaptı.

Fenetik Evrim: Türün ortamdaki özelliklere uyum sağlama çabası içerisinde ortaya çıkan veya tabiî etkilerin yarattığı evrim. Mesela, Bergmann Kuralı'na göne politipik sıcakkanlı türlerde alt-türlerin beden büyüklükleri habitatın soğumasıyla artar (kutup balinalarını düşününüz); oysaki Allen Kuralı'na göre, sıcakkanlı türlerde habitatın ısısı yükseldikçe kulaklar, kuyruk gibi uzantı-organların cesametinde artma olur (filleri düşünün) çünkü buralardan ısı atımı kolaylaşacaktır.

"Bergman ve Allen kurallarının ne olduğunu biliyoruz değil mi?"

"Evet, en iyisi bunları örnekler ile açıklamak"

Kutup Bölgelerinde Yaşayan Hayvanlar Neden Donarak Ölmez?

Arktik bölge adını verdiğimiz kutup kuşaklarında yaşayan hayvanların çoğu, sıcak iklimlerde yaşayan akrabalarına oranla daha koruyucu vücut örtülerine sahiptir. Örneğin daha sık tüylere sahiptirler veya derileri daha kalındır. Derilerinin altında bulunan yağ tabakalarının da daha kalın olması sayesinde soğuktan korunurlar. Bir diğer adaptasyon, vücut sıvısının donma sıcaklığını düşüren bir antifriz proteini sentezleyebilmeleridir. Etilen glikol olarak bilinen bu madde, aynı zamanda, arabalarda kullanılan antifrizin de etkin maddesidir. Ekolojide "Bergmann Kuralı" olarak

geçen genellemeye göre de, soğuk bölgelerde yaşayan kuş ve memeli türlerinin vücutları, sıcak bölgelerde yaşayan akrabalarına oranla daha iridir. Vücut büyüdükçe yüzey / hacim oranı düşer ve büyük bir vücut, oransal olarak daha az bir yüzeye sahip olacağı için, vücudun iç sıcaklığı daha başarılı korunur. Yine ekolojide "Allen Kuralı" olarak bilinen genellemeye göre de, soğuk iklimlerde yaşayan türlerin vücut çıkıntıları (el ve ayak gibi üyeler ile kulak kepçesi ve burun gibi vücut uzantıları) daha küçüktür. Bunun nedeni de, yine vücudun iç sıcaklığının daha başarılı bir şekilde korunabilmesi amacıyla yüzey alanını küçültmektir

Azalan ve nokta evrimi: Fenetik evrimin daha seçici ve özel şartlar altında oluşanıdır ve aniden ortaya çıkıp kaybolan türlerin böyle oluş düzeneğini açıklar. Örneğin; Lingula kabuklusu adı verilen bir kafadan bacaklı cinsinin yaklaşık 450 milyon yıldan beri yaşamını sürdürdüğü bilinmektedir. Bir sürüngen olan tuatara (sphenodon punctatus) da, yaklaşık 200 milyon yıldır pek az şekilsel değişikliğe uğrayarak yaşamını devam ettirmektedir. Mavi ve yeşil algler ise dünyanın en eski yaşayan organizmaları olarak ta Prekambrian Çağı'ndan beri denizleri süslemeye devam etmektedirler.

"Görüldüğü gibi evrim çok kolay anlaşılır bir olgu değil. Ancak örneklerini de çevremizde pek sık görüyoruz"

"Evet, bunlara ait pek çok başka örnekler de var"

"Ancak benim aklıma takılan bir şey

"Her zaman senin aklına takılan bir şey vardır. Şimdiki neymiş bakalım"

"Üzerinde durmadığımız bir konu; evrimin çok geç sürelerde meydana geldiğini biliyoruz, bu durum galiba can-

lıdan canlıya ve çevre koşullarına ve daha birçok etkiye bağlı olarak değişiyor "

"Bunlar doğru, bakalım nereye varacağız?

"Evrimin veya evrimleşmenin belirli bir hızı veya süreci var mı? Yoksa onu da rastlantılar mı belirliyor?"

"Çok güzel bir soru, şimdi haydi onu irdeleyelim"

Evrimleşme Hızı

Canlı gruplarına göre, jeolojik devirlerde, evrimleşme hızının farklı şekilde yürütüldüğü bilinmektedir. Bazı hayvan grupları, özellikle, vücudu mineral tuzları birikmiş kalın bir kabuk ya da dış iskeletle çevrili olanlar (Brachiopoda da olduğu gibi), erken jeolojik devirlerden beri çok az değişikliğe uğramıştır. Büyük bir olasılıkla bu kalın dış iskelet, eşeysel hücreleri, yüksek enerjili zararlı ışınlardan ve diğer belirli dış koşullardan etkili bir şekilde koruyarak, mutasyon meydana gelme şansını azaltmıştır. Hem az sayıda mutasyonun meydana gelmesi, hem de bu hayvanların, genellikle, çevre koşulları çok az değişen ortamlarda bulunmaları, dolayısıyla doğal seçilimin etkisinde az kalmaları, değişimlerini, yani evrimleşme hızlarını çok düşürmüştür. Buna karşın, eşeysel hücreleri çok iyi korunmayan memeliler, özellikle primatlar, yakın jeolojik devirlerde çok hızlı evrimleşmiş ve birçok dala ayrılmıştır.

Evrimleşme hızı, özünde, canlı toplulukları ile çevre koşullarının karmaşık ilişkisinin bir sonucudur. Jeolojik değişmelerin fazla olduğu devirlerde, evrimleşme hızı yüksek; kararlı olduğu devirlerde ise düşüktür. Bunun yanı sıra, hayvan gruplarının, grupların içerisindeki alt grupların, hatta içerdikleri cinslerin ve türlerin evrimleşme hızı birbir-

lerinden farklı olabilir. Kural olarak omurgalılar, omurgasızlardan daha fazla evrimleşme hızına sahiptir. Bununla beraber, bulunduğu ortam çok az değişen, düşmanlarından çok iyi korunan ve çok iyi saklanan Opussum (ağaca tırmanarak yaşayan keseli bir memeli) Kretase'den beri hiç değişikliğe uğramamıştır. Evrimleşme hızı, bir anlamda, kalıtsal yapının değişme hızıdır. Parazitlerin, avcıların ortadan kalkması ya da yenilerinin ortaya çıkması, sıcaklığın, tuzluluğun, su düzeyinin, güneşten ve uzayın derinliklerinden gelen ışınların niteliklerinin ve niceliklerinin değişmesi, besinlerin bolluğu ya da çeşidi, coğrafik yapıda meydana gelen değişmeler, evrimleşme hızını etkileyen en önemli etmenlerdir.

Bu etkiler, kararsız popülâsyonlarda, kalıtsal dirençliliği ve hoşgörüsü (toleransı) fazla olan popülâsyonlara göre daha hızlı bir değişme meydana getirir. Bu nedenle canlı grupları arasında farklı evrimleşme hızı ortaya çıkar. Örneğin, mavi - yeşil algler (suların içerisinde yüksek enerjili ışınlardan oldukça iyi bir şekilde) korunmuştur. Yaklaşık 2,5 milyar; yaprakları ve kabuklarının altında bulunan yassısolucanlar bir milyar; kalın bir dış iskeletle korunmuş ve çoğunluk yine delik ve oyuklarda yaşayan akrepler 350 milyon yıldan beri pek az değişikliğe uğramalarına karşın, kafadanbacaklılardan Neutilus, Silürden itibaren hızlı bir şekilde evrimleşmiştir. Bu evrimleşme Jura'da doruk noktasına ulaşmış, üçüncü zamanda ise kararlı bir yapı kazanmış ve daha sonraki 75 milyon yıl içerisinde ise hiç bir değişikliğe uğramamıştır. Buna karşın memelilerde ve kuşlarda yeni bir türün ortaya çıkması 500.000 - 1.000.000 yıl, yeni bir alttürün oluşması ise 20.000 50.000 yıl sürmüştür. Atın bugünkü duruma gelmesi 45 - 60 milyon yıl almıştır. Her canlı grubunun, buna bağlı olarak cinslerin ve türlerin hızla evrimleştiği,

daha sonra gittikçe köreldiği jeolojik bir dönem vardır. Medüzler, balıklar, sürüngenler devrinden sonra, zamanımız, memeliler, böcekler, belki kuşlar ve otsu bitkiler devri olmuştur. Bu dört grup zamanımızda ya zirvededir ya da zirveye tırmanmaktadır. Tüm bu anlatılanların ışığı altında evrimleşme hızı hesaplanırken iki değişik yöntem kullanılır.

Filetik - Taksonomik Evrimleşme Hızı

Cinslere göre yapılan evrimleşme hızının saptanmasıdır. Çünkü tür düzeyinde, kesiksiz olarak fosil elde etmek çok zordur. Örneğin, Eohippus dan (ilk at cinsi) Equus a (bugün yaşayan at cinsi) kadar sekiz cins evresi geçirilmiştir. Bu ise, her cinsin oluşması için 7,5 milyon yıla gereksinme olduğunu kanıtlar (son cins halen yaşadığı için hesaba içeri edilmez). Filetik taksonomik evrimleşme hızı, bir cinsin, bazen bir türün ortaya çıkmasından yok olmasına kadar geçen süreyi kapsar.

Varlık Kümeleri Evrimleşme Hızı

Cinslerin ve türlerin çoğu, yaşadıkları süreden daha az bir zamanı simgeleyen fosil bırakırlar. Cinslerin ya da türlerin sonu geldi dendiğinde, gerçekte cinslerin ya da türlerin sonu gelmemiştir, genellikle, başka bir cinse ya da türe değiştikleri için o şekilde bir izlenim vermişlerdir. Bu nedenle, cins ve tür düzeyinden daha çok, grupların ve geçişlerin karşılaştırılmasıyla, yani kümelerin evrimleşme hızının saptanmasıyla daha doğru sonuçlar alınabilir.

Yapısal Evrimleşme Hızı

Değişim, daha doğrusu evrimleşme, bir Canlının tümü üzerinde değil de, sadece bazı organlarında daha güçlü olarak ortaya çıkabilir. Gerçekte, ilke olarak, bir Canlının organlarının büyüklüğü arasında sabit oransal bir bağıntı vardır (Allometrik Organ Büyümesi). Fakat evrimleşme sırasında, bazen, bu oranlar, bazı organların yararına bozulabilir. Örneğin, fillerin hortumu, zürafaların boynu, atların büyüklüğü, parmakları ve dişleri, insanların beyni, diğer vücut parçalarına göre çok daha hızlı bir evrimleşme sürecine girmiştir. Organların diğer vücut parçalarına göre, bu hızlı değişimine "Yapısal Evrimleşme Hızı" denir.

Canlıların kalıtsal yapısı proteinlerindeki aminoasit dizilimlerinin saptanmasıyla incelendiğinde, akrabalıklarının derecesine göre aminoasit dizilimlerinin farklılaştığı görülür. Değişim hızıyla, (genlerin değişinime uğrama hızı doğal koşullarda belirli hızla olur) farklılaşma miktarı karşılaştırıldığında, insanların tavuklarla 280, amfibilerle 490, diğer çok hücrelilerle 750 milyon yıl önce ortak ataya sahip oldukları görülmüştür. Bu da bugünkü yapısal evrimleşme hızına çok yakın değerlerdir.

"Evet, canlıların evrimleşme ve hızları ve süreçleri ne kadar farklı ve değişik, 7,5 milyon süren de var, 75 milyon yıl da"

"Evet, evrim konusu giderek ilginçleşiyor, çok hoşuma gitmeğe başladı beni çok sarmağa başladı, ya sizi?"

"Beni her zaman meraklandırır ve düşündür. Şimdi daha derinlemesine inceleme fırsatı bulduk, sana teşekkür ederim... Bir de karaçete Evrime."

"Sahi ondan bir haber var mı?"

"Şimdilik yok!"

Evrimsel Öykü (Filogeni)

"Bak Öykü, burada çok ilginç bir bölüm daha var, adını çok seveceksin"

"Neymiş bakalım?"

"Evrimsel öykü, yani filogeni"

Canlıların herhangi bir kümesinin evrimsel öyküsüne 'Filogeni' denir. Biyolojinin birçok alt biliminden kanıtlar elde ederek, herhangi bir canlı kümesinin, hangi küme ile? Ne zaman? ortak ataya sahip olduğu saptanabilir. Yakın kümeler, yakın bir zamanda, uzak kümelerin ise oldukça eski ortak bir ataları olduğu görülür. Kümeler arasındaki akrabalık derecesini bulabilmek için, her türün ya da grubun mümkün olan tüm yapısal benzerliklerini ve ayrılıklarını ortaya koymak gerekir. Bunun için, karşılaştırmalı morfolojiden (kemik, kas, sinir, sindirim organları, vs. den) geniş ölçüde yararlanılır. Elde edilen sonucun geçerliliğini kontrol edebilmek için, ayrıca, hücresel, biyokimyasal, fizyolojik ve bağışıklık testleri yapılır. Örneğin, çok yakın bir zamanda birbirinden ayrılmış iki tür arasında, yapılacak biyokimyasal analizlerle, protein tiplerinin şaşılacak derecede birbirine benzediği görülebilir. Protein benzerlikleri ile akrabalık dereceleri arasında çok yakın bir ilişkinin olduğu, çeşitli gözlemlerle saptanmıştır.

Daha önceki paleontologlar ve evrim konusunda çalışanlar, evrimleşmenin düz bir hat üzerinde ilerlediğini ve dallanmadığını varsaydılar. Ama daha sonra toplanan birçok

fosil, gerçekte, birçok yan dallanmanın olduğunu kanıtlamıştır. Yan dallar ortadan kalktığı için evrimleşme, sanki bir doğrultuda yürüyormuş gibi gözükür. Yan dallar ya doğal seçilimle tamamen ortadan kaldırılmıştır ya da evrimleşmesine devam ederek çok daha farklı bir yapı kazanmıştır. Bu sonuncu durumda, aynı kökten gelen birçok dalın arasındaki bağlantılar, yani ara formlar ortadan kalktığı için akrabalık ilişkilerini açıklamada zorluk çekilir. Fakat bu bağlantı eksiklikleri, sistematik olarak (filogenetik olarak değil), grupların birbirinden kolayca ayrılmasını sağlar.

Türeleşme ve Filogeni

Türü meydana getiren popülâsyondaki bireyler, birbirinin aynısı değil benzerdir. Çeşitlenme türün temel özelliğidir. Fakat bu farklar, yani varyasyonlar başka bir türün bireylerinden çok daha fazla birbirlerine benzer. İkincisi ise; iki farklı tür arasında gen akışı tamamen kesilmiş yani eşeysel yalıtım sağlanmış olmalıdır. İkiz türler(Spling Species) ve bazen birbirine oldukça uzak akraba olan türler arasında karşılıklı döllenme ve yavru meydana getirme görülebilir. Ancak gen ve kromozom dağılımındaki dengesizliklerden dolayı bu yavrular verimli olamazlar ve bu yavrular sınıflandırma içerisinde de herhangi bir yere sahip değildirler (Atın ve eşeğin çiftleşmesiyle oluşan katır gibi).

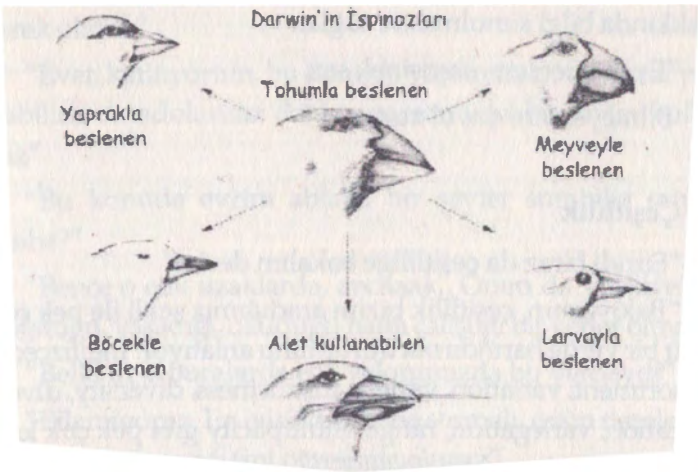


Bir türün içerisinde genellikle coğrafik yalıtıma, dolayısıyla coğrafik ırklara bağımlı olarak alttürler(Subspecies) oluşur. Böyle bir "Politipik Tür"ün alt türleri ilke olarak gen bileşimleri bakımından birbirlerinden farklı olmakla beraber, bir araya getirildiklerinde başarılı olarak karşılıklı çiftleşebilirler ve verimli döller meydana getirebilir. Bugünkü insan ırkları böyle bir yalıtımın sonucudur. Bazı varlıkların bir uçları diğer uçların dan tür düzeyinde farklılaşabilecek kadar geniş alanlara yayılmış olabilir. Her alttür komşu alttürlerle gen akışını sürdürmektedir. Fakat bu gen akışındaki farklılaşma iki uçta bir tür oluşturacak düzeye ulaşmış tır. Buna "Soy Zinciri" denir.

Sistematikçiler doğruya en yakın filogenetik sınıflandırma yapmak için, araştırmalar ve deneysel verilere dayalı çıkarsamalar yapmak zorundadırlar. Amacın, akrabalığı belirlemek olmasına karşın güçlük neyin benzerlik olarak dikkate alınacağındadır. Günümüzde 4 temel sistematik yaklaşım vardır bunlar; klasik evrimsel taksonomi, fenetik, kıladistik ve moleküler taksonomidir.

"Bunların açıklamalarını da bulsak çok önemli görünüyor"

Klasik evrimsel Taksonomi: Klasik yöntemle filogeni oluşturmadaki alışılmış işlemdir. Olanaklı olduğu kadar, türün çok sayıda özyapısını ve türlerin hangi yapılarda farklı, hangi özyapılar açısından ise benzer olduğunu belirler. Böylece oransal farklılık ve benzerliklerin, en azından kümenin doğru filogenetik akrabalığını yansıtacağı varsayılır.



Örneğin, Darwin'in ispinozları arasında, fosillerde de incelenebilen morfolojik özyapılar örneğin; gaga uzunluğu, gaganın uzunluğunun genişliğine oranı, gaganın başa göre oransal açısı kafatasını oluşturan farklı kemiklerin doğrusal uzunluğu, kafatası kemiklerinin göreceli alanı, kasların ses kutusuna bağlanma kalıpları ve benzerleridir. Fosillerde kaybolmuş anacak yaşayan biçimlerde ölçülebilen özyapılar ise, kuyruk uzunluğu, gençlerin desenlenmesi, desenlenmenin yaşla değişmesi ve benzeri temel belirtileri kapsar. Bunlardan gaga büyüklüğünün çeşitli oluşu, gaga açısının daralması ve kısa kuyruklar gibi.

Filogeni ve Sınıflandırma sonucu; Bir milyondan fazla hayvan, 325.000 den fazla ise bitki türü bilinmektedir. Çok farklı sınıflandırma şekli olasıdır. Günümüzde biyolojide kullanılan sınıflandırma dizgesi, kesin bir şekilde organizmaların evrimsel geçmişini ortaya çıkarma çabasıdır. Böylece çoğunlukla organizmaların yerleştirildiği değişik

taksonomik kümeleri, bilenlere bunların pek çok özellikleri hakkında bilgi sunulmasını sağlar.

"Evet, bilenlere, sivrisinek saz,

Bilmeyenlere davul zurna az"

Çeşitlilik

"Şimdi biraz da çeşitliliğe bakalım derim"

"Bakıyorum, çeşitlilik bizim aradığımız şekli ile pek çok türü bir yerde barındırma durumunu anlatıyor. İngilizcede; Assortment, variation, variety, distinctness, diversity, diversification, variegation, range, multiplicity gibi pek çok karşılığı var. Biz hangisini alalım?"

"Hepsinin farklı kullanım yerleri var, biz 'diversity'i alalım. Bu tanımı 'Biyolojik çeşitlilik' anlamında çok kullanacağız, ileride"

"Çeşitlik çok değişik anlamlarda ve kavramlarda kullanılır. Örneğin kültürel çeşitlilik gibi. Ancak biz hep biyolojik çeşitliliği anlayacağız"

"Peki, o zaman biyolojik çeşitlilik nedir?"

"O... Bu uzun ve kapsamlı bir konu, ancak biyolojik çeşitliliği anlamadan onun evrimini de anlayamayız. Zaten yola çıkış noktamız da bu değil miydi?"

"Evet. Öyle idi, nereden başlıyoruz?"

"En iyisi güzel yurdumuzun biyolojik çeşitliliğinde bir gezinti yapalım, birçok türün Anadolu'dan yayıldığını biliyoruz"

"Evet, bu hoş bir gezi olacak"

"Ancak bu sanal bir yolculuk, asıl yolculuk, gezerek görerek olmalı"

"Evet, katılıyorum, bu konuda yaşamımız boyu gezi yapabiliriz Anadolumuz da, her zaman yeni bir şeyler buluruz"

"Bu konuda evrim ablaya bir şeyler sorabilir miyiz acaba?"

"Bence o çok uzaklarda, ancaaak.. Onun da Türkiye'de doğduğu, yaşadığı, okuduğu hatta çalıştığı bir yerler olmalı"

"Belki de o buralarda çok yakınımızda bir yerdeydi"

"Bilemiyoruz. En iyisi kendisine sormalı, onun nerelerde yaşadığını ve gezdiğini öğrenmiş oluruz"

"Sen hep bir ipucu peşindesin"

"Şimdi çeşitlilik konusunu ve özellikle Yurdumuzun bu konudaki zenginliğini araştıralım derim"

"Çok güzel olur, ancak önce bazı kavramları ve ön bilgileri edinmeliyiz"

"Tamam, nereden başlıyoruz?"

"Bilimsel sınıflandırma olarak taksonomi"

Taksonomi ve Takson

Ulam–Kategori		Sınıf–Takson	
Latince	Türkçe	Latince	Türkçe
Phylum	Filum	Arthropoda	Eklembacaklılar
Classis	Sınıf	Insecta	Böcekler
Ordo	Takım	Orthoptera	Çekirgeler
Familia	Familya	Acrididae	Kır çekirgeleri
Genus	Cins	Locusta	
Species	Tür	Locusta migratoria	Göçmen çekirge
Subspecies	Alt tür	Locusta migratoria migratoria	

Taksonomi, Canlıların sınıflandırılması ve bu sınıflandırmada kullanılan kural ve ilkeleri kapsamaktadır. Taksonomi terimi Yunanca taksis (düzenleme) ve nomos(yasa) sözcüklerinden türetilmiştir. Takson ise, canlıların sınıflandırılmasında, alemden alt türe kadar bir basamak dizini içinde düzenlenmiş tüm birimlerin ortak adıdır. Ardıçkuşu, omurgalılar, böcekler denildiği zaman bir grup organizma kastedilir. Eğer böyle biyolojik bir küme, sınıflandırma basamaklarında biyolog tarafından ayırt edici özyapıları bakımından yeterince farklı görülürse, o zaman organizma takson adını alır. Takson, belirli bir özyapıya girebilecek derecede ayırt edici farklılıklara sahip olan herhangi bir derecedeki (cins, tür, alt tür, v.s.) taksonomik gruptur. Taksonomik basamaklarda (kategori) yer alan birimler (takson) tabloda gösterdiği gibi sıralanabilir. En üst kategorilerde yer alan taksonlar, daha aşağıdaki taksonları içine alır. Ayrıca, örnek olarak bir filumda bir veya birden fazla sınıf; bir sınıfta bir veya birden fazla takım olabilir. Aynı durum familya, cins ve türler için de geçerlidir.

Tanım Ve Sınıflandırma

Taksonominin en önemli adımı tanımdır. Seçilen örnekler, daha önce taksonomik adları belirlenmiş bireylerle karşılaştırılarak ait oldukları takson tayın edilir. Tanım, eldeki örneğin kaynaklarda mevcut yazılı veya şekil halindeki bilgilerle karşılaştırılmasıyla da gerçekleştirilebilir. Bilimsel materyallerin ilk tanımını yapanlar her örneğe, ait olduğu takson un adını ve tanımı yapan kişi olarak kendi adını ve tarihini yazarak eklemelidirler.

Sınıflandırmada tür, cins, familya gibi taksonomik grup-

lar çeşitli özellikleri bakımından birbirleriyle karşılaştırılarak düzenlenir. Bu sıralamada taksonların akrabalıkları dikkate alınmalıdır. Hayvanlar geçmiş yıllarda ve günümüzde pek çok araştırıcı tarafından sınıflandırılmışlardır. Bunlar arasında bazen çok büyük farklar görülebilmektedir. Farklı sınıflandırmalar konuyu karmaşık bir hale sokar gibi görünürse de, farklı fikirlerin tartışılarak değerlendirilmesiyle zaman içerisinde en doğru olan sisteme ulaşılmasına katkısı büyüktür.

Taksonomik (Diagnostic) Ayırt Ediciler

Bir takson ait bireyleri, diğer bir takson a ait bireylerden kesin olarak ayırt edebilen özelliklerdir. Bunlar organizma üzerinde görülen herhangi bir özellik değil, özel bir ayırt edicidir. Taksonomik çalışmalar üç ana başlık altında toplanabilir;

Alfa taksonomi: Sadece tür, cins gibi kategorilerdeki taksonların isimlendirilmesi ve tanımlanması düzeyinde yapılan çalışmaları kapsar. Bu tür çalışmalar Linne ile başlamış olup günümüzde özellikle tür sayısı bakımından çok zengin hayvan ve bitki gruplarında hala sürdürülmektedir. Alfa taksonomi diğer beta ve gamma tiplerine göre daha ilkel değil, sadece farklı çalışma yöntemleri ile ayırt edilir. Her canlı grubunda ilk çalışmalar alfa düzeyde yapılmış, ancak sorunların artık çözümlenemediği durumlarda beta ve gamma taksonomi yöntemine başvurulmuştur. Beta taksonomi: Bu tip çalışmalarda tür ve daha yukarı kategorilerdeki akrabalık durumları incelenir, daha çok sağlam bir sınıflandırma sisteminin gelişimi üzerinde durulur. Gamma taksonomi: Alttür varlık kümeleri düzeyindeki çalışmaları kapsar.

"Evet, canlıların taksonomi bilgileri, bundan sonra çok işimize yarayacak, İngilizce karşılıklarını da bulalım"

"İngilizce'de şöyle: Kingdom, phylum,class, order, family, genus, species"

"Türkçe'de küçükten büyüğe şu şekilde sıralanırlar: tür, cins, familya (veya aile), takım, sınıf, grup, alem"

Linnaeus Ve Taksonomisi

Taksonomi, Yunanca'da düzenleme anlamına gelen "taksis" ile yasa anlamındaki "nomos" kelimelerinin birleşiminden türemiştir ve biyolojide bu kavram canlıların sınıflandırılması için kullanılmaktadır. Carl von Linnaeus (1707–1778) günümüzde kullanılan taksonominin babası sayılır. Bitkiler için "Species Planterium" adlı eserinde (1735), hayvanlar için "Systema Naturae" adlı eserinin (1758) 10. baskısında iki isimli olarak yapılması önerilmiş ve birçok örnek verilmiştir. Eserinde 4235 hayvanın isimlendirilmesi yapılmıştır. İkili isimlendirilen ilk terim, Homo (cins) sapiens (tür) olarak insandır. Her canlı varlığı iki adla sınıflandırma yöntemini ilk olarak uygulayan odur. Örneğin insan için Homo sapiens, köpek için Canis familiaris tanımlamalarının kullanılması Linnaeus'un yöntemi sebebiyledir. O, kendisinden önce kargaşa olan bir alanı toparlamış, bir canlının birkaç satırla tarif edilmesine son vermiştir. En çok onun sayesinde, 18.yüzyılın ve 19. yüzyılın ilk yarısında biyolojide taksonomik yaklaşım egemen olmuştur.

Linnaeus canlıları alem, filum, sınıf, takım, familya, cins, tür şeklinde sınıflandırarak her canlının doğadaki konumunu belirlemeye çalıştı. Onun sınıflandırma yöntemiyle insanın yeri şu şekilde gösterilmektedir:

Alem Hayvanlar
Filum Omurgalılar
Sınıf Memeliler
Takım Primatlar
Familya Hominidler
Cins Homo

Tür - Species

Linnaeus, bütün türlerin en baştaki varoluş şekillerini koruduklarını ve başlangıçta değişmez sayıda tür olduğunu söylüyordu. Bu yaklaşım, türleri kendi içlerinde döl oluşturma yoluyla diğer türlerden yalıtırken, bir yandan bitiştiriyordu. Linnaeus'un varlıkların basamaklı sıralanışlarının başına, ortak bir ata konarak ve varlıkların birbirinden türediği söylenerek evrimsel gelişmeyi açıklanmaya çalışılmıştır. Bu noktada hem Linnaeus'un sınıflaması, hem evrim kuramı açısından varlıkların basamaklı sıralamasının ne kadar doğru olduğunu sormak gerekir.

Bal yapan arının, denizde sonar sistemi olan yunusun, uzun göç yollarını izleyen kuşların ve konuşma yeteneğiyle insanın hangi kıstasa göre sınıflaması yapılacaktır. Birçok canlı kendi özel becerisinde diğer tüm canlılardan daha iyidir. Bu farklı becerilerin basamak sırasını, kim hangi ölçütle belirleyecektir ki varlık merdivenlerine yerleştirsin. Canlılar üzerine çağdaş araştırmalar canlıların özgün yanlarını daha çok ortaya koymuştur. Bu durum basamaklı bir varlık merdiveni kurmanın olanaksızlığını göstermektedir.

1753 yılında Linnaeus 6000 adet bitki türü biliyordu ve bunların 10000 kadar olduğu düşünülüyordu; 1758'de 4000

hayvan listelemişti ama onların sayısını da yine 10000 dolayında tahmin ediyordu. Günümüzde türlerin sayısının milyonlarca olduğu bilinmektedir. Linnaeus kendi dönemine göre büyük bir iş becerdi ve yaşarken kendi fikirlerinde değişiklik yaptı. Melezleşmenin (at ile eşekten katır oluşması gibi) türlerin hepsinin baştan hiç değişmediği fikrine ters olduğu görülüyordu. Melezleştirme ile yeni türlerin oluşabileceğini savundu ki bu baştan tüm türlerin değişmez olduğu düşüncesinde bir değişiklik idi. Linnaeus'a göre melezleşme ve diğer dış etmenler ancak türün mükemmelliğini azaltıp, türü yozlaştırıyorlardı ki; bu yaklaşım değişim ile daha gelişkin (karmaşık) varlıklar ortaya çıktığını söyleyen Evrim Teorisi'ne tersti.

Tür Oluşumu

Evrimde en önemli ve tartışmalı çalışmalar, türlerin kökenini açıklamaya yönelik çalışmalardır. Darwin'in "Türlerin Kökeni" adlı eseri, bu nedenle birçok kişinin dikkatini çekmiştir. Hayvanların ve bitkilerin sınıflandırılmasında temel birim olarak alınan türün, diğer türlerle ayrılımı hangi sınırlarda olmalıdır sorusu, yani "Tür Tanımı", biyolojinin en zor yanıtlanabilen sorularından biridir. Hayvan ve bitki kümelerinin tümü için geçerli olabilecek bir tür tanımı vermek, bugünkü bilgilerimizle olanaksız görülmektedir. Birçok araştırıcı arasında, değerlendirme yöntemleri ye özelliklerin seçimi konusunda düşünce ayrılığı olmakla beraber, ana ilkeler açısından tam bir birliğine varılmıştır denebilir.

Bu ana ilkeler çerçevesinde bir türün tanımı şöyle yapılabilir: "Yapısal ve işlevsel özellikleri bakımından birbirine benzeyen, aynı dış ve iç kimyasal ve fiziksel koşullara, ben-

zer şekilde tepki gösteren, doğal koşullarda serbest olarak birbirleriyle çiftleşip, verimli yavrular meydana getirebilen bireyler topluluğudur."

Bu tanıma, 'Belirli bir yörede yayılan' sözcüğü de eklenirse "Ekolojik Tür" tanımı ortaya çıkar. Dikkat edilecek konulardan birisi, türü meydana getiren varlık kümelerindeki bireyler, birbirinin aynısı değil benzeridir. Yani, anatomik, fizyolojik özellikleri, proteinlerinin yapısı ve davranışları bakımından belirli farklar, yani çeşitlenme gösterirler. Çeşitlilik türün temel özelliğidir. Fakat bu farklar, başka bir türün bireylerinden çok daha fazla birbirlerine benzer. İkincisi ise iki farklı tür arasında gen akışı tamamen kesilmiş, yani eşeysel yalıtım sağlanmış olmalıdır. İkiz türler, hatta bazen birbirine oldukça uzak akraba olan türler arasında karşılıklı döllenme ve yavru meydana getirme görülebilir. Fakat gen ve kromozom dağılımındaki dengesizliklerden dolayı bu yavrular verimli olamazlar (atın ve eşeğin çiftleşmesiyle meydana gelen katırın özelliklerini anımsayınız!). Öyleki, bu yavrular sınıflandırmalarda da herhangi bir yere sahip değildir.

Son zamanlarda, taksonamik yargıya varabilmek için, bir popülâsyondaki bireyler arasından seçilen örneklerin taksonomik özellik gösterebilecek ölçümleri (parametreleri) bilgisayara yüklenmekte ve verilen değerler arasındaki farklılığın derecesi ölçülmektedir (numerik–sayısal taksonomi).

Bu ölçümler, çok boyutlu bir hacime (Değişken Hacmine) taşınarak, türlerin birbirinden üç boyutlu farklılaşması gösterilebilmektedir. Her bireyden alınmış olan nitelikler, bu çizelgede bir nokta ile betimlenmekte ve varlık, böylece, bir bulut şeklinde ortaya çıkmaktadır. Ne kadar çok ölçüm alınırsa filogenetik akrabalık o derece net yansıtılabilir. Nok-

taların birbirinden ayrıklık derecesi, filogenetik akrabalığın uzaklık derecesidir.

Bir türün içersinde, genellikle coğrafik yalıtıma, dolayısıyla coğrafik soylara bağımlı olarak alttürler (Subspecies) oluşur. Böyle bir "Politipik Tür"ün alttürleri, ilke olarak gen bileşimleri bakımından birbirlerinden farklı olmakla beraber, bir araya getirildiklerinde başarılı olarak karşılıklı çiftleşebilirler ve verimli döller meydana getirebilirler. Bugünkü insan ırkları böyle bir yalıtımın sonucudur. Daha önce değindiğimiz gibi, alttürler de kendi içlerinde, kısmi-tikel yalıtımdan dolayı, gen bileşimleri bakımından birbirlerine daha çok benzeyen kümelerden oluşmuştur.

Soy Zinciri

Bazı varlıklar, bir uçları diğer uçlarından tür düzeyinde farklılaşabilecek kadar, geniş alanlara yayılmış olabilir. Örneğin tüm Palearktik bölgeye yayılmış olan bir kuş türü, siyah baştankara (Parus major), birçok alttürden oluşmuştur. Avrupa'da bulunan alttür, (P. m. Europeus), Anadolu'da bulunan alttürlerle, Anadolu' daki alttürler İran'dakilerle, İran'dakiler Çin'dekilerle, Çin'dekiler Japonya'dakilerle verimli döller meydana getirebilirler. Fakat Japonya'daki alttürler Avrupa'dakilerle yan yana getirilirlerse çiftleşemezler. Her alttür, komşu alttürlerle gen akışını sürdürmektedir. Fakat bu gen akışındaki farklılaşma iki uçta bir tür oluşturacak düzeye ulaşmıştır. Bu tip farklılaşmalara "Soy Zinciri" denir.

Melezlenme İle Yeni Tür Oluşumu

Darwin, "Türlerin Kökeni" adlı kitabında, yeni türlerin nasıl ortaya çıktığı konusunda çok az şey söyledi. Bu olguya "Gizemlerin gizemi" adını vermişti. Genel olarak yeni türlerin çoğu, bir topluluğun türün diğer topluluklarıyla ilişkisi kesilirse ve özellikle de bu topluluk ata tür topluluklardan farklı koşullarda yaşamağa başlarsa ortaya çıkmaktadır. Örneğin bazı kuşlar, izledikleri alışılmış yollarının dışına çıkıp sürüklenerek uzak adalara ulaştıklarında; buluşan türlerde olduğu gibi, yalnızca uzaklık bile fiziksel bir engel oluşturabilir. Bu topluluk yeni koşullar altında ya da diğerlerinden yalıtılmış olduğundan başka bir yönde evrimleşebilir ve yeni bir ırk veya alttür oluşturabilir. Süreç içinde, bu alttürler o denli değişir ve ayni türün diğer üyelerinden öylesine farklılaşır ki, bu ikisi birbiriyle çiftleşemez olur. Böyle olduğunda, artık ortada iki ayrı tür var demektir. Zaman zaman coğrafi bir yalıtım söz konusu olmaksızın, başka yollardan da yeni türler ortaya çıkabilir.

"Çevremizde buna ilişkin birçok örnek bulabiliriz sanırım"

"Evet, örneğin şu bizi zamana zaman çığlıklar atarak uyandıran martılar"

"Ringa adlı bir martı türü ve kara sırtlı martı Sibirya'nın doğusunda yaşayan martılardan gelmektedir. Bu atalar doğuya ve batıya yayılmışlardır. Ve zaman içinde iki göç yolu, Yerküre'nin diğer yanında, Avrupa'nın Kuzeyinde bulunmuştur. Bu çemberin birleştiği noktada Ringa martısı ve kara sırtlı martı yer almaktadır. Bu kuşlar ortak atalarından o denli farklılaşmışlardır ki, çok ender durumlar karşısında birbirleriyle çiftleşemezler. Ringa Martılarının farklı alttür-

leri komşuları ile çiftleşir. Kara sırtlılar da aynı şeyi yapar. Bu martılar buluşan türlerdir ve küçük değişimlerin birikmesiyle yeni bir türün nasıl doğabileceğine örnek oluştururlar.

İlke olarak, iki farklı tür, doğal koşullarda birbirini dölleyemez (yalnız bitkilerde bazen iki farklı tür arasında döllenme olabilir); ancak yapay olarak bu döllenme bazen sağlanabilir. İşte bu şekilde iki farklı türün birbirini döllemesiyle, bazen, yeni oluşan gen ve kromozom birleşimleri, verimli dölleri meydana getirebilecek yavruların ortaya çıkmasını sağlayabilir. Meydana gelen bu yeni yavrular, ana ve babalarından tür düzeyinde farklılıklar gösterebilir. Yeni bir türün oluşabilmesi için, yeni gen ve kromozom birleşimlerinin, eşeysel hücrelerde bir mayozu(hücre bölünmesi) eksiksiz yürütebilecek durumda ve dağılımda olması zorunludur. Hayvanlar, gen ve kromozom dengesizliklerine çok duyarlı oldukları için, bu yolla, yeni türleri meydana getirmeleri çok zordur.

Bitkilerde, aynı tür içerisinde, kromozom takımlarının azalmasıyla ya da çoğalmasıyla yeni türler oluşabileceği gibi (Tür içi Melezlenme = Intraspesifik Hibridizasyon), farklı bir türün (genellikle akraba türlerle) gen ve kromozom takımıyla da bir araya gelerek yeni türler oluşabilir (Tür dışı Melezlenme = Inter özellikli Hibridizasyon).

"Bu bilgileri edindiğimiz çok iyi oldu, şimdi Türkiye'nin biyolojik çeşitliliğini araştırabiliriz"

"Bu arada Evrim abladan bir ileti almıştım"

Türkiye'nin Biyolojik Çeşitliliği

"Sevgili Öykü,

"Evrimin en önemli göstergesi olan, çeşitlilik konusunu araştırdığınızı anlıyorum. Türkiye'miz bu konuda gerçekten inanılmaz ve çeşitli, renkli örneklerle dolu. Benim de epeyce yurtiçi gezim oldu. Buna devam etmeye kararlıyım. Kim bilir, gelecekte bir gün beraberce de dolaşır, gözlem yaparız. Benim için Türkiye'nin biyolojik çeşitlilik açısından her yanı ilginç, tüm yurtta geziler yapabilir. Size bu konuda; ara sıra benim de yazılar yazdığım 'Atlas Dergisi'nin çeşitli sayılarını öneririm. Aradıklarınızın çoğunu orada bulacaksınız. Sevgiler Evrim.

"Eveeet, Evrim abladan güzel ve sevindirici bir ileti daha, ama yine kimliği konusunda bir ipucu yok"

"Bence var, neden gelecekte birlikte geziler yaparız demiş"

"Evet, bu onun şimdilik Yurtdışında olduğunu doğruluyor"

"Bir başka kanıt daha var"

"Neymiş o?"

"e-ileti adresinin sonunda ".tr" yazmıyor. Bu onun yurtdışında bir eğitim kurumundan yazdığını gösterir"

"Aferin sana çok dikkatlisin, sonunda onun kim olduğunu bulacaksın"

"Evet, amma önce Yurdumuzun biyolojik çeşitliliğine bir bakalım derim"

"Türkiye'nin biyolojik çeşitlik açısından çok eski ve zengin bir coğrafya olduğunu biliyoruz"

"Ayrıca birçok endemik türe ev sahipliği de yapıyor, çok zengin bir çeşitlilik kaynağı"

"Endemik tür'ün ne olduğunu biliyoruz değil mi?" "Evet, şöyle bir açıklama yapabiliriz"

Endemik, alanları belirli bir ülke veya bölgeye ait, yerel, ender ve çok ender bulunan türler. Latince endemos (indigenous) kelimesinden gelir ve "yerli" anlamında kullanılır. Endemik alan; bir ada, bir yarımada veya bir dağ olabileceği gibi birkaç metrekarelik alanlar da olabilir. Türkiye endemik bitkiler açısından dünyanın önemli ülkelerinden birisidir. Yurdumuzun siyasi hudutları içerisinde doğal olarak yetiştiği halde başka hiçbir yerde yetişmeyen, diğer bir deyişle dünyada yalnız ülkemizde yetişen bitkiler Türkiye endemikleri olarak adlandırılır. Yurdumuz endemiklerinin sayısı 3000 dolaylarında olup endemizm oranı %33 civarındadır. Ülkemizde endemik tür sayısı diğer Avrupa ülkeleriyle kıyaslandığında ülkemizin bu zenginliği daha iyi anlaşılır. Avrupa ülkeleri arasında en çok türe sahip olan ülke Yunanistan olup 800 civarındadır. Aynı şekilde endemik türlerce zengin İspanya ve Sırbistan'da ise bu sayı 400–500 arasındadır.

Ülkemizdeki endemik türelerin en önemlilerinden birkaçı; Kazdağı'nda orman meydana getiren Kazdağı göknar'ı (Abise equi-trojani), Eğridir güneyindeki Kasnak meşesi (Quercus vulcanica). Köyceğiz–Dalaman arasında yaygın olan Sığla veya Günlük ağacı ve ormanları (Liquidambar orientalis). Beşparmak Dağları, Ege bölümündeki Kral eğreltisi (Omsunda regalis) ile Datça yarımadasında bulunan Datça hurması (Phoneix theophrasti) dır. Yurdumuzun özellikle, dar derin yarılmış dağlık alanlarında endemiklerin sa-

yısı bir hayli yüksektir. Bunun yanında özellikle Pleistosen'deki iklim şartlarına göre yetişmiş ve yayılma olanağı bulmuş, fakat günümüzde, dağlık bölgelerimize yerel alanlarda yaşamını sürdüren çeşitli flora bölgelerine ait bitkiler görülür. Örnek olarak, Karadeniz Fitocoğrafya Bölgesindeki Akdeniz elemanları, Nur, Dedegöl, Ağrı, Nemrut, Mercan(Munzur) dağlarındaki nemli ılıman ve nemli soğuk bitkilere örnek verilebilir.

Türkiye'de yetişen endemik türler tabiatta, aşırı otlatma, yangın, bilinçsiz kesim, söküm, ıslah çalışmaları, yapılaşma, şehirleşme ve tarımsal ilaçların kullanımı gibi çeşitli tehlikelerle karşı karşıyadır. Bu olumsuz etkenler kimi zaman bitkinin yok olmasına ve bir anlamda yeryüzünde ortadan kalkması anlamına gelmektedir. Ekim ve arkadaşları(1985) yaptıkları çalışmada endemik türlerin 12'sinin neslinin tükendiğini belirlemişlerdir. Bu olumsuz faktörler zamanla bitkilerin durumlarını tespit etme ve gerekli önlemleri alma ihtiyacını doğurmuştur. Bu ihtiyaca yardımcı olmak amacı ile "Uluslararası Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği (IUCN)" kurulmuştur. Bu kuruluş yapığı çalışmalarla bitkiler için tehlike sınıflarını belirlemiş ve kaygı vereci durumdaki bitkileri buna göre değerlendirerek Kırmızı Duyuru denilen "Red Data Book" adlı eseri ortaya çıkarmışlardır. Bu çalışmalardan sonra aynı ölçütler temel alınarak "Türkiye'nin Ender ve Endemik Bitkileri " de hazırlanmıştır.



Türkiye'de ise 413 kuş türü ve 93 sürüngen türü mevcuttur. Ülkemizin böyle bir zenginliğe sahip olmasının sağlayacağı avantajları yeterince kullanamaması ise başlı başına bir sorundur. Bir başka araştırmada ülkemize özgü elma çeşidi sayısı 100 ü, armut çeşidi sayısı ise 600 ü geçmektedir. Yine tarla bitkilerinin birçoğu da ülkemize özgü olma niteliği taşımaktadırlar.

Bitkisel gen kaynakları yanı sıra tüm dünya'da tanınan Ankara Keçisi, Ankara Kedisi, Ankara Tavşanı ve Kangal Köpeği günümüzün en sevilen canlıları arasında yer almaktadırlar. Ankara keçisinin 1960 yıllarda 6 milyon baş olan sayısı 400 bin baş düzeyine gerilemiştir

Tüm dünyada tekstil sanayinde birinci sırada tiftik üreticisi olan Türkiye bu alanda etkisini yitirmiş ve Güney Afrika ve A.B.D. nin ardından hak etmediği bir duruma düşmüştür. Bu arada ülkemizin gereksinimi olan tiftik lifleri ithal edilmeye başlanmış, üretici bu yetiştirme kolundan vazgeçmiştir.

Benzer durum biraz daha iyi bir biçimde Kangal Çoban

Köpeği için söz konusudur. Ankara'dan adını alan Ankara Tavşanı ise artık yok olmuştur. Ülkemizin sıkıntılı bir süreçten geçtiği şu günlerde yerel canlı türlerimizi her zamankinden daha çok gözetmek durumundayız.

Biyolojik Çeşitlilik Neden Önemlidir?

Biyolojik çeşitlilik; canlıların genetik yapılarına bağlı olarak meydana getirdiği tür toplulukları arası ve türler içi farklılığın bütünü olarak tanımlanabilmektedir. Farklı ekolojiler; milyonlarca yıllık evrim sürecinde farklı ırkları meydana getirmişlerdir. Yine farklı ekolojilerde farklı canlılardan oluşan farklılıklar bütününde biyolojik çeşitlilik olarak adlandırılabilmektedir.

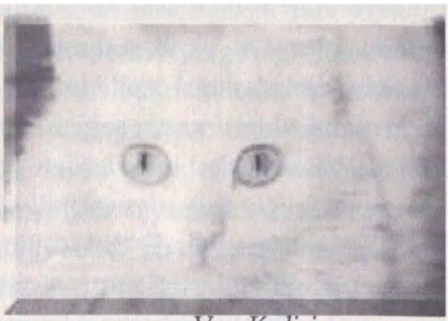
İnsanlık evrim sürecinde, doğayı daima sosyo–ekonomik düzeyini yükseltmede birincil derecede bir kaynak olarak kullanmıştır. Kaynakların aşırı ve düzensiz kullanımı sonucu ortaya çıkan sorunları önceleri göz ardı etmiştir. Sorunlar önemini artırdığında ise gerekli önlemler alınmaya çalışılmıştır. Bilindiği üzere doğada tüm işleyiş bir dişli sistemine uygun olarak çalışır. Dişlilerden bir tanesindeki aksama bütünsel işleyişte hemen etkisini gösterir. Yağmur ormanlarının yok edilişi yağış düzeninde yani iklimsel dengenin bozulmasında, fabrika bacasından çıkan zararlı gazların ozon tabakasını inceltmesi konuya en çarpıcı örneklerden ikisini oluşturur.

Biyolojik çeşitlilik niçin önemlidir? Sorusunun ilk yanıtı yukarıdaki örneklerden de anlaşılacağı üzere çevrebilimin işleyişinin devamlılığı için önemli olacaktır. Doğal olarak bunun dışında da birçok konuda yaşamsal ve ekonomik potansiyel olarak büyük öneme sahiptir. Tıp ve eczacılık tari-

hinde bitkilerden yapılan ilaçların ve özütlerin varlığı insanlığın tarihi kadar eskidir. Antibiyotiklerin babası sayılan penisilin, sıtmaya karşı kullanılan kinin, kansere etkili olan vinkristin ve vinblastin adlı ilaçların etkili maddeleri doğadaki bitkilerden elde edilmişlerdir. Biyolojik çeşitliliğin önemi sadece bununla da kalmamaktadır. Özellikle tarım sektöründe yapılan her çalışma çeşitliliğe dayalıdır. Artan Dünya nüfusunu doyurmak gibi bir sorunu zorunda olduğumuz bilinmektedir. Bu sorunu ise ancak birim alandan elde edilen verimin artırılması ile çözmemiz mümkündür. Genetikte temel ilkelerden biri, canlının veriminin genetik gizil gücü ile sınırlı olduğudur. Canlıya uygun ortam sağlandığında göstereceği en üst verim seviyesi genetik yeteneğin izin verdiği düzeyde olacaktır. İşte bu düzey yakalandıktan sonra yine de yeterli görülmüyorsa daha yüksek verimli varyetelerden üstün verimli genleri transfer etme gereği vardır. Bunun içinde temel kural, aktarılacak genlere sahip bireylerin var olmasıdır. Böyle bir durum ise ancak çeşitliliğin oldukça geniş bir çeşitlilik gösterdiği canlı varlıkları söz konusudur. İstediğimiz özelliğin yeni geliştirilen bir varyetede bulunmasını istediğimiz durumlarda da çözüm yine istenen özelliğin aktarımı ile mümkündür. Tüm bu gereksinmelerin karşılanabilmesi ise, ancak farklı genetik yapıya sahip bireylerin bulunduğu, biyolojik çeşitliliğin var olduğu popülâsyonların varlığı ile olanaklıdır.



Kangal Köpekleri



Van Kedisi

Doğal Seçilim

Doğal seçilim veya doğal ayıklama, dış çevreye uyum konusunda daha elverişli özelliklere sahip birey ve organizmaların bu özelliklere sahip olmayan diğer bireylere göre yaşama ve üreme şanslarının daha yüksek olması ve bunun sonucu olarak genlerini yeni kuşaklara aktarma yönünden daha yaralı olmaları ile işleyen düzeneklerdir. Böylece dış ortama uyum sağlamakta sorunlar yaşayan bireyler ve genler ayıklanmış olmaktadırlar. Doğal seçme, birey üstünde tümüyle işler, ancak yalnızca "**kalıtsal**" özellikler bir sonraki kuşaklara aktarılabilir.

D:\vkaraoz\Local Settings\Temporary Internet Files\Content.IE5\wiki\Resim:Antibiotic_resistance_tr.pngSonuç olarak; yaşadıkları ortama uyum konusunda daha başarılı olan bireylerin, hayatta kalabilme, ergenlik yaşına ulaşabilme ve üreme olanakları yönünden daha yaralı olmaları dolayısıyla, elverişli özellikler bir sonraki kuşaklara aktarılır ve daha yaygın duruma gelir.

Doğal seçilim düzeni bu şekilde işleyerek uyum sağlamada başarılı olamayan bireylerin kalıtsal özelliklerinin po-

pülâsyondan ayıklanarak sonraki kuşaklara aktarılmasını önlemiş olur. Öte yandan uyum konusunda daha başarılı olan bireylerin kalıtsal özelliklerinin gelecek kuşaklara daha etkin olarak aktarılmasını sağlar. Sonuçta varlık, uyum sağlamada başarılı olan bireylerden gelmiş olacaktır. Gerekli zaman verildiğinde bu uyumlar ile türleşme, "Uyumsal Açılım" ile sonuçlanabilir. Doğal seçilimdeki etkin güçleri yönlendiren seçilim, dengelenmiş seçilim ve dallanan seçilimi (uyumsal açılım) oluşturur. Uyumsal açılım; aynı kökten gelen canlı gruplarının farklı ortamlara dağılarak oluşturdukları çeşitlemeye denir.

Doğal Seçilim Çeşitleri

Bir varlık kümesi, kalıtsal yapısı farklı olan birçok bireyden oluşur. Ayrıca, meydana gelen değişimlerle, popülâsyondaki gen havuzuna (türün üreme yeteneğine sahip tüm bireylerinin oluşturduğu genler) yeni özellikler verebilecek genler eklenir. Bunun yanı sıra Mayoz sırasında oluşan bölünmede gen parça değişimi; çaprazlama ve yeniden birleşimler, yeni özellikler taşıyan bireylerin ortaya çıkmasını sağlar. İşte bu bireylerin taşıdıkları yeni özellikler (yani genler) nedeniyle, çevre koşullarına daha iyi uyum yapabilme yeteneği kazanmaları, onların doğal seçilimden kurtulma oranlarını verir. Yalnız çevre koşulları her yerde ve her zaman (özellikle jeolojik devirleri düşünürsek) aynı değildir. Bunun anlamı ise şudur: Belirli özellikleri taşıyan bireyler, belirli çevre koşullarına sahip herhangi bir ortamda, en başarılı tipleri oluşturmalarına karşın, birinci ortamdakinden farklı çevre koşulları gösteren başka bir ortamda, ya da zamanla çevre koşullarının değiştiği bulundukları ortamda, uyum yeteneklerini ya tamamen ya da kısmen yitirirler.

Bu ise onların yaşamsal işlevlerinde güçlüklere (döllenmelerinde, embriyonik gelişmelerinde, erginliğe kadar ulaşmalarında, üremelerinde, besin bulmalarında, korunmalarında vs.) neden olur. Böylece erginliğe ulaşanlarının, ulaşsalar dahi fazla miktarda yavru verenlerinin, verseler dahi bu yavruların ayakta kalanlarının sayısında büyük düşmeler görülür. Bu çevre koşulları belirli bir süre (genellikle uzun bir süre) etkilerini sürdürürse, belirli özelliklere (gen yapısına) sahip bireyler devamlı ayıklanacak ve taşıdıkları genlerin gen havuzundan eksilmesiyle, gen frekanslarında (bir özelliğin, bireylerde ortaya çıkış sıklığı) değişmeler ortaya çıkacaktır. Bu seçilim, çoğunluk döller boyunca sürer. Bir zaman sonra da bu gen bileşimindeki bireyler topluluğu tamamen ortadan kalkmış olur. (jeolojik devirlerdeki birçok canlının çevre koşulları nedeniyle soyunun tükenmesi) Buna karşın, başlangıçtaki popülâsyonlarda bu çevre koşullarına uyum yapabilecek özelliklere (gen bileşimlerine) sahip bireyler korunduğu için sayıları ve dolayısıyla taşıdıkları genlerin sıklığı gen havuzunda sürekli artar. Böylece, bir zaman sonra, yeni mutasyonların ve rekombinasyonların meydana gelip, uygun olanlarının ayıklanmasıyla da, başlangıçtaki varlıklara benzemeyen, tamamen ya da kısmen değişmiş popülâsyonlar ortaya çıkar.

Burada dikkat edilecek husus, bireylerin ayakta kalmalarının yalnız başına evrimsel olarak bir şey ifade etmemesidir. Eğer taşıdıkları genler, gelecek döllere başarılı bir şekilde aktarılamıyorsa, diğer tüm özellikleri bakımından başarılı olsalar da, evrimsel olarak bu niteliklere sahip bireyler başarısız sayılırlar. Örneğin, kusursuz fiziksel bir yapıya sahip herhangi bir erkek, kısırsa ya da çiftleşme için yeterli

değilse, ölümüyle birlikte taşıdığı genler de ortadan kalkar ve evrimsel gelişmeye herhangi bir katkısı olmaz. Ya da güçlü ve sağlıklı bir dişi, yavrularına bakma içgüdüsünden yoksunsa, ya da yumurta meydana getirme gücü az ise, popülâsyonda önemli bir gen sıklığı değişikliğine neden olamayacağı için, evrimsel olarak başarılı nitelendirilemez. Demek ki doğal seçilimde başarılı olabilmek için, çevre koşullarına diğerlerinden daha iyi uyum yapmanın yanı sıra, daha fazla sayıda yumurta ya da yavru meydana getirmek gerekir.

"Demek ki, balık ve sinek gibi düşmanı çok olan canlıların fazla yumurta yapmalarının nedeni bu"

"Evet, öyle, bu konuya diğer örnekleriyle daha sonra döneceğiz."

"Çevre koşullarına bağımlı olarak doğal Seçilim, farklı şekillerde nasıl meydana gelir?"

"Bazı yayınlar bunu dört gurup altında topluyor, istersen onlara eğilelim"

1.Yönlendirilmiş seçilim

2.Dengelenmiş Seçilim

3.Dallanan Seçilim

4. Üreme Yetenci ve eşleme özelliğine göre seçilim

Yönlendirilmiş Seçilim

Doğal seçilimin en iyi bilinen ve en yaygın şeklidir. Özel koşulları olan bir çevreye uzun bir süre içerisinde uyum yapan canlılarda görülür. Genellikle çevre koşullarının büyük ölçüde değişmesiyle ya da koşulları farklı olan bir

çevreye göçle ortaya çıkar. Popülâsyondaki özellikler bireylerin o çevrenin koşullarına uyum yapabileceği şekilde seçilir. Örneğin nemli bir çevre gittikçe kuraklaşıyorsa, doğal seçilim, en az su kullanarak yaşamını sürdüren canlıların yararına olacaktır. Popülâsyondaki bireylerin bir kısmı daha önce değişinim ile bu özelliği kazanmışlarsa, bu bireylerin daha fazla yaşamaları, daha çok döl vermeleri, yani genlerini daha büyük ölçüde varlık kümelerinin gen havuzuna sokmaları sağlanır. Bu arada ilgili özelliği saptayan genlerde meydana gelebilecek mutasyonlardan, yeni koşullara daha iyi uyum sağlayabilecekler seçileceğinden, canlının belirli bir özelliğe doğru yönlendirildiği görülür. Bu, doğal seçilimin en önemli özelliğinden biridir. Her çeşit özelliği meydana getirebilecek birçok değişinim oluşmasına karşın, çevre koşullarının etkisi ile doğal seçilim, başarılı örnekleri yaşattığı için, sanki değişinimlerin belirli bir amaca ve yöne doğru meydana geldiği izlenimi yaratılır. Yukarıda verdiğimiz örnekte, uyum, suyu artırımlı kullanan boşaltım organlarından, suyu en idareli kullanan böbrek şekline doğru gelişmeyi sağlayacak genler yararına bir seçilim olacaktır. Su buharlaşmasını önleyen deri ve post yapısı, kumda kolaylıkla yürümeyi sağlayan genişlemiş ayak tabanı vs. doğal seçilimle bu değişime eşlik eden diğer özelliklerdir. Önemli olan, evrimde bir özelliğin ilkel de olsa başlangıçta bir defa ortaya çıkmasıdır; geliştirilmesi, mutasyon–doğal seçilim düzeneği ile zamanla sağlanır.

Yönlendirilmiş doğal seçilime, diğer bir ismiyle "Orthogenezis" e en iyi örneklerden biri de atın evrimidir. Birçok yan dal (cins ve tür düzeyinde) ortama daha az uyum yaptığı için ortadan kalkmış, bugünkü Equusu yapacak kol ba-

şarılı uyumu ile günümüze kadar gelmiştir. Birçok durumda, bazı yapıların gelişmesindeki yönlendirme, yararlı noktadan öteye geçebilir. Örneğin İrlanda geyiğinin boynuzları, kama dişli kaplanın üst kesici dişleri o kadar fazla büyümüştür ki, bir zaman sonra bu türlerin ortadan kalkmalarına neden olmuştur. İşte, çok defa bir canlının organları arasında belirli bir oranın bulunması, bu seçilimle düzenlenir ve buna "Allometrik İlişki–Bir canlı kümesinin, tümüne göre göreli büyüme oranı" denir. Yani organlar arasındaki oran her türde kendine özgü ölçüler içinde bulunur. Bu özellikler, daha doğrusu oranlar, sistematikte(Canlıların Sınıflandırılması) ölçü olarak alınır.

Yapay Seçme ile çok kuvvetli bir yönlendirme sağlanabilir. İyileştirilmiş birçok hayvan soyunda bunu açıkça görmek mümkündür. İnsanların gereksinmeleri için yararlı özellikleri bakımından sürekli olarak seçilen bu hayvanlar, bir zaman sonra doğada serbest yaşayamayacak duruma gelmiştir. Nitekim sütü ve eti için ıslah edilen birçok inek ve koyun türü, yumurtası için ıslah edilen birçok tavuk türü, süs hayvanı olarak ıslah edilen birçok kuş, köpek, kedi vs. türü, artık bugün doğada serbest olarak yaşayamayacak kadar değişikliğe uğramıştır.

Dengelenmiş Seçilim

Eğer bir varlık çevre koşulları bakımından uzun süre dengeli olan bir ortamda bulunuyorsa, çok etkili, kararlı ve dengeli bir gen havuzu oluşur. Böylece, dengeli seçilim, var olan gen havuzunun yapısını devam ettirir ve meydana gelebilecek sapmalardan korur. Örneğin, keseli ayılar (Oposum) 60 milyon, akrepler (Scorpion) 350 milyon yıldan beri

gen havuzlarını hemen hemen değişmez tutmuşlardır. Çünkü bulundukları çevrelere her zaman başarılı uyum yapmışlardır. Dengeli seçilimde, üstteki ve alttaki değerleri (aşırı özellikleri) taşıyan bireyler sürekli elendiği için, varlık kümesi dengedeymiş gibi görünür, Örneğin, bebeklerde kafatasının, dolayısıyla beynin ve keza vücudun büyüklüğü dengeli seçilimin etkisi altındadır. Belirli bir kafatası ve vücut büyüklüğünün üstünde olanlar, doğum sırasında ananın çatı kemiğinden geçemedikleri için elenirler; çok küçük olanları da uyum yeteneklerini yitirdikleri için elenirler. Böylece, örneğin bebeklerde beyin ve vücut büyüklüğü belirli sınırların içinde kalır. Keza serçelerde de kanat uzunluğu/ vücut ağırlığı oranı, belirli bir sayının altında ve üstünde olanlar yönünde seçilime uğradığı saptanmıştır. Bu nedenle serçelerin belirli bir büyüklükte kalmaları sağlanır. Birçok hayvan grubu için (özellikle vücutlarının ve organlarının büyüklükleri için) bu işleyiş geçerlidir. Bu nedenle bazı hayvan gruplarının kalıtsal olarak neden büyük, bazılarının neden küçük olduğu kısmen açıklanabilir.

Dallanan Seçilim

Dengeli seçilimin tersi olan bir durumu açıklar. Bir varlık kümesinde farklı özellikli bireylerin ya da kümelerin her biri, farklı çevre koşulları nedeniyle ayrı ayrı korunabilir. Böylece aynı kökten, bir zaman sonra, iki ya da daha fazla sayıda birbirinden farklılaşmış canlı gurubu oluşur (soy–alttür–tür–vs.). Özellikle bir varlık çok geniş bir alana yayılmış ve yayıldığı alanda değişik çevre koşullarını içeren birçok yaşam ortamı (niş) varsayalım. Yaşam ortamlarındaki çevre koşulları, kendi doğal seçilişlerini ayrı ayrı göstereceği için, bir zaman sonra birbirinden belirli ölçülerde farklılaşmış kü-

meler, daha sonra da türler ortaya çıkacaktır. Bu şekilde bir seçilim "Uyumsal Açılımı" meydana getirecektir. Dallanan seçilim, keza benzer özellikli bireylerin, çiftleşmek için birbirini tercih etmesiyle de ortaya çıkar. Bunun tipik örneğini insanlarda verebiliriz. Yapısal olarak farklı birçok insan ırkı bir araya getirildiğinde, bireyler genellikle kendi ırkından olanlarla evlenmeyi tercih ederler. Dil, din, kültür benzerliği ve parasal bakımdan zenginlik bu seçimi daha da kuvvetlendirir.

"**Doğal seçilim** yanında bir de yapay şeçilim olacaktı"

"Evet, bunu neden sordun?"

"Aklıma, balık ve tavuk yetiştiricileri ile çiftlikleri geliyor"

Yapay Seçilimden, Doğal Seçilime Geçiş

Darwin'in "doğal seçilim" düşüncesine ulaşmasında, Malthus'tan aldığı etkiler kadar hayvan yetiştiricileri üzerinde yaptığı gözlemler de etkili olmuştur. Gerçi Malthus da hayvan ve bitki yetiştiricilerinin "yapay seçilim" yolu ile tür içinde düzeltme yapmalarından bahsetmiştir; fakat o, Darwin'in aksine, bu "yapay seçilimin" belli sınırları olduğunu vurgulamıştır. Darwin için ise "yapay seçilim" fikri çok önemliydi, o "doğal seçilim"i birçok kez "yapay seçilim" ile benzetişim kurarak temellendirmeye çalışmıştır ve "Türlerin Kökeni" kitabının ilk bölümünü bu konuya ayırmıştır. Hayvan yetiştiricisi istediği türün bireyini seçmekte ve gelecek kuşakları bu bireyden üretmektedir. Böylece türün içinde istediği özelliklerin kuşakta kuşağa aktarılmasını sağlamaktadır.

Bu benzetişimin birçok sorunları vardır. Bunlardan bir tanesi, yapay seçimde hayvan yetiştiricisi bilinçli şekilde istediği canlıyı belirleyerek, onun özelliklerinin genetik olarak aktarılmasını sağlamaktaydı. Doğada hayvan yetiştiricisinin oynadığı rolü neyin oynayacağını göstermek gerekmekteydi. Darwin'e göre doğada bu seçici etkiyi "var olma savaşı" gerçekleştirecekti. Bu konu "Türlerin Kökeni" kitabının üçüncü bölümünü oluşturur. Darwin, var olma savaşını önceden gördüğümüz gibi Malthus'un nüfus kuramından esinlenerek kendi kuramına uyarlamıştır.

Bunun Darwin'i ulaştırdığı nokta "doğal seçim"dir. "Türlerin Kökeni'nin" dördüncü bölümünün başlığı da budur. Darwin, ikinci bölümde, değişimlerin doğa ortamında nasıl meydana geldiğini incelerken, çeşitliliğin temel ilkelerinin ne olduğunu, beşinci bölümde ele alır. Çeşitliliğin olması "doğal seçilim" sürecinin işlemesi için önemlidir; çeşitler yoksa "doğal seçilim" de işlemez. Darwin'in evrim kuramına göre bir sürü zürafa çeşidi önce oluşur, otlar ortadan yok olduğu bir dönemde, boynu kısa zürafalar doğal seçime uğrar ve yüksek dallardaki yaprakları yiyebilen zürafalar hayatta kalır. Daha sonraki kuşaktaki zürafalar uzun-boyunlu olarak doğarlar. Bu görüş, daha önce gördüğümüz Lamarck'ın, canlıların doğal gereksinimleri sonucunda hareket edip, bu hareketle değişikliğe uğramaları (zürafaların uzun dallara erişmek için boyunlarını hareket ettirip uzatmaları) ve bunu sonraki kuşaklara aktarmalarına dayanan görüşünden farklıdır. Darwinizim'de önceden oluşan farklılık, çevrenin elemesine yakalanır (doğal seçilim) veya yakalanmaz (en uygunun yaşaması), ama çevreye uymak için canlı kendi kendini farklılaştırmaz.

Bazı bilim adamları, Darwin'in "Türlerin Kökeni"ni ilk yazdığı dönemde "yapay seçilim" ile "doğal seçilim" arasından benzeşim kurduğunu; bu benzetmede, "yapay seçilimi" gerçekleştiren insanın yerine "doğal seçeni" ya da Tanrıyı koyduğunu söylerler. Richard Dawkins için "doğal seçilim", 'doğanın kör saatçisi'dir. Kördür çünkü ileriyi görmez, sonuçları hesaplamaz, görünen bir amacı yoktur. Bu bakış açısına göre doğada birçok ucube çeşitler ortaya çıkmıştır, canlıları tasarımlı gibi algılamamızın sebebi "doğal seçilimin" bunları elemesidir.

"Kör saatçi benzeşmesinden daha söz etmiştik değil mi?"

"Evet, Richard Dawkins 'doğal seçimi' canlıları oluşturan 'kör saatçi' olarak değerlendirmemişti"

Burada "kör saatçi" deyiminin kullanılmasının nedeni, Dawkins'in savlarını, Paley'in, Tanrı ile saat-yapımcısı arasında kurduğu benzetmeye karşıt bir konuma yerleştirmesinden dolayıdır. Evrim kuramı ile ilgili tartışmalarda en çok odaklanılan konuların başında, yalnızca "doğal seçilim"e dayalı bir evrimin olanaklı olup olmadığı gelmektedir.

Daha önce gördüğümüz gibi, Darwin ile beraber "doğal seçilim" ile türlerin oluşmasını savunan ilk iki kişiden biri olan Wallace da canlıların bilinçli bir tasarımın ürünleri olduğuna inanıyordu. Malthus'dan aldığı etkiyle ölen ve elenen canlıların en zayıflar olduğunu, hayatta kalanların en iyi beslenen ve düşmanlarından en iyi korunanlar olduğunu söyledi. Doğanın nüfusu denetleyici etkisini vurgularken Wallace; Malthus'dan, Darwin'in ondan etkilendiğinden daha çok etkilendiğini göstermektedir. Wallace, "yapay seçilim" ile "doğal seçilim" arasında bir benzetim kurulamayacağını söyleyerek Darwin'den ayrılmaktadır. Ayrıca

Darwin gibi "seksüel seçilim"e, "doğal seçilim" içinde özel bir yer ayırmaması da Darwin'den ayrıldığı diğer bir noktadır.

Darwin, tavus kuşunun kuyruğuyla eşini çekiciliği veya kavgada kendisini üstün kılacak kadar gelişmiş organlarıyla dişisinin beğenisini kazanan erkeği, "seksüel seçilimin" örnekleri olarak sundu. Bunda genelde dişinin seçimi (female choise) önemlidir; dişinin seçtiği erkek üreyip yeni döllere kendi özelliklerini aktarır.

Wallace, "doğal seçilim" düzeneği ile insan beyninin oluşumunun anlaşılamayacağını, ancak bilinçli bir araya girme ile insandaki kültürel yeterliliğin oluşabileceğini söylerken, doğal seçimi sınırlandırarak da Darwin'den ayrılır. "En uygun olanın yaşaması" Wallace'a göre de yasadır, farklılıklarına karşın bu temelde Darwin'le aynı noktadadırlar.

Darwin'in çok önem verdiği "yapay seçilim" aslında evrim kuramı açısından birçok güçlüklerle doludur. Hayvan yetiştiricileri, yıllardır inek, koyun, at gibi birçok hayvan ile uğraşmaktadırlar, fakat hiç kimse yeni bir türün ortaya çıktığına tanıklık edememiştir. Bilinçli karşı koyuşlar ile bile yeni tek bir türün oluşması olanaklı değilken, doğada oluşan rasgele değişiklikler ile milyonlarca türün ortaya çıkmasını açıklamak olası görünmemektedir. Darwinciler, evrimin oluşumunu çok uzun bir sürece yayarak bu sorundan kaçınmaya çalıştılar. Güçlü ve yararlı olan canlı, gıda kaynaklarına ulaşmadaki ve cinsel ilişkiye girmedeki üstünlüğünden dolayı yaşamayı ve genetik özelliklerini sürdürmeyi başarıyor olabilir. Burada görülmesi gereken nokta "doğal seçilime" dayalı evrim kuramı'nın bu varsayımdan çok daha geçerli olduğudur. Darwin "doğal seçilim" ile beraber, La-

marck gibi "sonradan kazanılan özelliklerin aktarımını" da Evrim kuramının bir düzeneği olarak gördü; ama "doğal seçilimi" her zaman en temel bir açıklayıcı olarak kabul etti. Canlı dünyada "doğal seçilimin" olduğunu kabul etmek, aslında bireyleri veya türleri eksiltici bir düzeni kabul etmektir. Darwinci anlamda Evrim Teorisi'nin "doğal seçilim" düzeneklerini kabul etmek ise, bir yandan eksiltici işlev gören bu düzeneğin, diğer yandan milyonlarca türün kökenini açıkladığını savunmaktır; yani bütün türleri türetmiş olan bir düzenek olduğunu savunmaktı

Varlık Kümeleri (Popülâsyonlar) ve Evrim

Evrimi birbirini izleyen döllerde varlık kümelerinin genetik yapısındaki değişim olarak anlamak için varlık genetiği konusunda bazı şeyler bilmek gerekir. Bireylerin genetiği ile ilgili çalışmalar bireyin genetik yapısını oluşturan genotip kavramı üzerine oturtulmuştur. Popülâsyonun genetiği ile ilgili çalışmalar aynı anlamda canlının genetik yapısını açıklayan gen havuzu kavramı üzerine yapılandırılmıştır. Gen havuzu, popülâsyondaki tüm bireylerlerde var olan tüm genlerin toplamıdır. Gen havuzunun dengede olabilmesi için öngörülen belirli koşullar şunlardır:

1) Popülâsyon, şansın tek başına allel sıklığını değiştirme olasılığını yok edebilecek kadar geniş olmalıdır.

2) Dönüşüm olmamalı ya da dönüşümler (A-->a)ve (a-->A) dengede olmalıdır.

3) Sözü edilen popülâsyonlarda, alellik sıklığını değiştiren içe ve dışa göç olmamalıdır.

4) Genotiplere göre çiftleşme tamamen rasgele olmalıdır.

5)Üreme başarısı genotipler bakımından farklı olmamalıdır.

Oysa evrimin gerçekleşebilmesi için populsayondaki kararlı gen sıklık oranlarının bozulması gerekir. Dönüşümler, iç ve dış göçler, doğal seçilim, genetik sürüklenme, gibi etmenler varlık kümelerini etkileyerek genlerin sıklığını değiştirir. Özetle, genetik dengenin kurulabilmesi için gerekli olan 5 koşul, evrimleşmede iş gören 5 etmenle ilişkilidir. Bunlardan ilki olan genetik sürüklenme, büyük olasılıkla küçük kümelerde önemlidir ve doğal seçilimle birlikte olması gerekmez. İkincisi, dönüşüm her zaman işler, fakat kısa sürede nadiren önemlidir. Değişim, en azından başlangıçta genetik sürüklenme gibi doğal seçilimden bağımsızdır. Üçüncüsü kümelerin yalnızca yaşam döngüsüne bağımlı olmayan, topluluklar arası hareketin kolaylaşmasını etkileyen fiziksel çevresel etmenlere de bağlı olan iç ve dış göçtür. Ancak içe ve dışa göç, doğal seçilim olmaksızın evrimleşmeye etki edebilir. Dördüncüsü ve beşincisi, bir türün evrimsel öyküsünde hemen her zaman önemli olan, rasgele olmayan çiftleşme ve üreme uyumundaki çeşitliliğin getirdiği seçilim baskısıdır.

Evrim Kuramının Ortaya Konması

Evrim kuramının ortaya konması, incelediğimiz felsefi, bilimsel ve biyolojik bilgilerin gelişimiyle ilgili süreçlerden kopartılamaz. Evrim kuramı içinde yer aldığı ortak değer ve anlayışlar dizisini de içerir. 19. yüzyılın ilk yıllarından başlayarak "Evrim Kuramının evrimini" ele alındığında. Aynı zamanda Evrimin oluşmasında ve kabulünde, olguculuk gibi felsefi görüş olarak etkisinin yaygınlaşmasını ve sosyo-

lojik, ekonomik değişimlerin çizdiği çerçeveyi irdelemek gerekir. Evrim kuramı kendi döneminde oluşan mevcut görüşlerden etkilendiği gibi, bu ortak değer ve anlayışlar dizisinden hem felsefe, hem bilim alanında, hem de sosyal hayatta etkin olmuştur. Evrim kuramını anlamağa ve anlamdırmaya çalışırken, bu gelişmeye emek ve uğraş verenlerin ortaya koyduğu kanıt ve düşünsel gelişimine bir göz atmak yerinde olur.

Evrimleşmede Genel İlkeler

Evrim kavramı, zaman süreci içerisinde bir değişmeyi açıklar; sonsuzluk ve değişemezlik evrimin ilkelerine aykırıdır. Dolaysıyla evrim kavramı dogmatik düşünceye, yani her şeyin olduğu gibi benimsenmesine izin vermeyen bilimsel bir kuramdır. Bu ise, belirli koşullara ve düşüncelere, olduğu gibi, yüz yıllardır, düşünmeden kör saplantılara uymuş toplumlara, bireylere ve bu işten çıkar ve yarar peşinde olanlara ters gelebilir. Evrim kavramının kendisi de değişmez değildir, zaman süreci içerisinde yeni bilimsel çalışmaların ışığı altında değişmek zorundadır. Çünkü kendini zaman süreci içerisinde değiştiremeyen, yeni bilgilerin ve gelişimlerin etkisi altında yenileyemeyen her şey ve her kavram yok olmak zorundadır. Bu yasa, tüm canlılar ve kavramlar için geçerli görünmektedir. Evrim kavramı özünde üç alt kavramı içine alır:

1. Anorganik evrim: Cansızların değişimini inceler; özellikle evrenin oluşumundan, canlıların temel maddelerini oluşturan cansız maddelerin oluşumuna kadar ortaya çıkan olayları kapsar.

2. Organik evrim: Canlıların değişimini inceler.

3. Sosyal evrim: Toplumların değişimini inceler.

Biyoloji bilimi, özellikle organik evrimi kapsar. Organik evrim bugün de devam etmektedir. Hatta bugün tarihin birçok devrelerinden daha hızlı olmaktadır. Son birkaç yüz bin senede yüzlerce yeni bitki ve hayvan türü meydana gelirken, yüzlercesi de yeni tür oluşumları için ayrılmaya başlamıştır. Fakat bu ayrılma ve türleşme o kadar yavaş yürümektedir ki, gözlemek yalnız tarihsel belgelerin bir araya getirilmeleriyle ve karşılaştırılmalarıyla mümkün olacaktır.

Lamarck'ın Evrim Kuramı

Türlerin birbirlerinden değişerek oluştuklarını söyleyen detaylı bir biyolojik teoriyi ilk olarak ortaya koyma ayrıcalığı Lamarck'a (1744–1829) aittir. O, uzun yıllar Linnaeus'u takip ederek türlerin değişmezliği fikrini savundu. Ancak 56 yaşına geldiğinde (1800) evrimci fikirleri savunmaya başladı ve 1809'da, 65 yaşında, en ünlü eseri "Hayvan Felsefesi" ni (Philosophie Zoologique) yazdı. Lamarck, evrim sürecinin yavaş aşamalar ile gerçekleştiğini ve birçok nesil geçtikten sonra yepyeni bir türün oluştuğunu söyledi. Evrim, ufak aşamaların zaman boyutu içerisinde birbirine eklenmesiyle gerçekleşen dikey bir aşamaydı ve bu yüzden hissedilemiyordu. Çok uzun bir zaman süreci canlıların karmaşık ve mükemmel yapısının ortaya çıkmasına neden olmuştu.

Lamarck, canlılara içkin olan ve onları karmaşıklığa götüren bir eğilim olduğunu ve bunun, Yaratıcının canlılara bahşettiği bir unsur olduğunu söyledi. Başta, en basit canlılar "kendiliğinden türeme" yoluyla oluşuyordu ve daha sonra en karmaşık canlılar baştaki bu "kendiliğinden türeyen" canlılardan evrimleşiyordu. İnsan en yüksek mükemmelliği

temsil ettiği için, canlılar insana yaklaştıkları ölçüde mükemmeldi. İnsan evrimin en son ürünüydü ve maymunumsu canlılardan evrimleşmişti. Böylelikle Lamarck, Darwin' den önce maymunumsu canlılardan insanın evrimleştiğini açıkça söyledi. Descartes ve Buffon gibi Fransız düşüncesinde etkin olan ve insan ile hayvanlar arasına geniş bir uçurum koyan düşünürlere karşı Lamarck, insan ile hayvanları evrimsel bir şemada birleştirdi.

Lamarck'ın Evrim Teorisi'nin günümüzde algılanan şekliyle Evrim Teorisi'nden önemli farklarından biri, onun bütün türler için "ortak bir ata"yı savunmamış olmasıdır. Buffon "kökensel türler" in diğer türler için "ortak bir ata" olduğunu savunmuş, fakat evrim fikrini reddettiği için tüm türler için "ortak bir atayı" reddetmiştir. Lamarck ise, kendiliğinden türeyen ilk basit canlı formlarından karmaşık canlıların farklı evrimsel çizgilerde oluşumunu öngördüğü için "ortak bir ata" fikrine tamamen yabancıydı. Lamarck, çevredeki yavaş değişikliklerin canlılarda yeni ihtiyaçlar doğurduğunu, bu ihtiyaçlar neticesinde canlıların hareketlerinin vücudunda değişiklikler oluşturduğunu ve bu değişikliklerin sonraki nesillere aktarıldığını söyledi. Kullanılan organlar sinirsel sıvıdan daha çok faydalanıp gelişiyor, buna karşın kullanılmayan organlar köreliyordu. Bilinen en ünlü örneğe göre zürafaların boyunları yüksek dallardaki yaprakları yiyebilmek için uğraşmaları sonucunda uzamıştır ve bu özellik sonraki nesillere aktarılıp türün özelliği olmuştur.

Lamarck'ın bu yaklaşımı türlerin oluşumunu doğal seleksiyon temelinde açıklayan Darwin'inkinden farklıdır. Örneğin Darwinci tarzda uzun boyunlu zürafaları açıklamaya kalkan biri; önce kısa boyunlu zürafaların olduğunu, bazı

uzun boyunlu varyasyonlar oluşuverdiğini ve bu uzun boyunlu zürafaların daha iyi beslenebilmelerinden dolayı, yani daha avantajlı olmalarından dolayı yaşadıkları, kısa boyunlu olanların ise doğal seleksiyon neticesinde yok olduklarını söyler. Lamarck'ın anlatımında çevresel değişiklikler öncedir, bunlar canlıdaki değişime sebep olur. Darwin'de ise rasgele varyasyonlar önce vardır, doğanın düzenleyici etkisi olan doğal seleksiyon sonra devreye girer Lamarck'ın evrim kuramını ana çizgileriyle şöyle belirtebiliriz:

1. Uzun çağlar alan evrim sürecinde karmaşık organizmalar basit canlılardan türemiştir.

2. Evrim sürecinde canlılar yaşam çevreleriyle uyum kurmuş, değişen çevre koşullarına göre yeni biçimler almışlardır. Aynı türden değişik formların ortaya çıkmasına olanak vardır; türler sanıldığının tersine sabit değildir.

3. Türlerin evcilleştirme ve yapay üretme yoluyla kısa zamanda yapısal değişim geçirmesi olanaklıdır. Bunun sayısız örneklerini çiftliklerdeki başarılı iyileştirme çalışmalarında görmekteyiz.

4. Evrim sürecinin devamı için karmaşık organizmalara dönüşen basit canlıların yerini yeni basit canlıların doldurması gerekir. Lamarck bu yenilenmenin sürekli kendiliğinden üremeyle sağlandığı görüşündeydi.

5. Böyle bir evrim sürecinin kaçınılmaz sonucu canlı dünyanın en basitten en karmaşık organizmalara ulaşan bir gelişmeler dizisi oluşturmasıdır. Bunun böyle olmadığını fark eden Lamarck dizideki boşluklarla düzensizliği, canlıların değişen çevre koşullarına ayak uydurma çabalarıyla açıklama yoluna gider.

6. Bireylerin kendi yaşamlarında edindikleri avantajlı özelliklerin kalıtsal yoldan yeni kuşaklara geçer

Kuramına işlerlik kazandırması bakımından bu tezleri özellikle işleyen Lamarck, kalıtımda kullanışın (ya da kullanışsızlığın) etkisini vurgulamıştır. Örneğin, sürünme alışkanlığına kendini bırakan yılanın yürüme organlarını yitirmesi, ya da yüksek ağaç dallarına uzanarak beslenen zürafaların sonunda uzun boyunlu olması gibi, çevresel değişkelerin kalıtsallığını kabul eden Lamarck, özellikle kullanış ya da kullanışsızlık etkisini önemsiyordu.

"Ancak Lamark'ın kuramlarına ilişkin birçok eleştiri olduğunu görüyorum"

"Lamarck kuramı bilim çevrelerinde baştan beri doyurucu bulunmamıştır. Kurama yöneltilen eleştirileri kısaca gözden geçirelim istersen"

Lamarck Kuramının Yetersizliği

Lamarck organizmanın yaşam döneminde edindiği özelliklerin ya da uğradığı değişikliklerin(bunlara çevresel koşullardaki değişiklikler yol açabileceği gibi kullanış ya da kullanışsızlık da neden olabilir) kalıtsal yoldan yeni kuşaklara geçtiği; uzun süre alan bir birikimle evrimsel değişikliğe dönüştüğü görüşündedir. İlk bakışta akla yakın gelen Lamarck kuramının bilim çevrelerinde ilgi bulmamasının başlıca nedenlerinden biri kuramın olgusal içerikten yoksun olması, gereğince kanıtlanmamasıdır. Hatta yakından bakıldığında kuramın birtakım gözlemsel olgulara ters düştüğü bile söylenebilir. Bu olgulardan birkaçına değinelim. Örnek olarak, sosyal böceklerden işçi karınca ve işçi arıları alalım.

Bunlar üreme bakımından kısırdır; döl vermedikleri için yaşam dönemlerinde edindikleri özellikleri ya da uğradıkları modifikasyonları yeni kuşaklara geçirmelerine olanak yoktur. Oysa bu işçilerin çevreye ve yaşam biçimlerine uyumları son derece ileri bir düzeydedir.

Kuramı yanlışlaysan ikinci örnek daha ileri düzeydeki böceklere ilişkindir. Bunlar kısa süren tırtılımsı bir yaşam döneminden sonra yetkin kanatlı biçimleriyle ortaya çıkarlar; sonra bir daha ne büyürler ne de tüylerini dökerler. Üstelik bunların yapıları ve çoğunlukla hayret verici uyumları katı boynuzumsu maddeden oluşan dış iskeletle belirlenmiştir; öyle ki, çevresel etkenler altında ya da egzersizle herhangi bir modifikasyona uğramaz. Krizalit döneminden sonra herhangi bir modifikasyon olmadığına göre sonraki kuşaklarda evrime dönüşecek bir birikim de söz konusu olamaz elbet.

Buna benzer bir başka örnek insanları da içine alan omurgalılara ilişkindir. Yaşamımızda dişlerimizin uğradığı tek modifikasyon yıpranmaları, çürüyüp dökülmeleridir. O halde, işleviyle tam bir uyum içinde olan diş yapımızın, Lamarck'ın anladığı türden bir kalıtıma dayanmış olmasına olanak yoktur. Son bir örnek, "Drosophila" denen meyve sineği üzerinde yapılan bir incelemeye ilişkindir. Kullanılması 69 kuşak boyunca önlenen gözlerin ne yapısında ne de sineğin fototropik duyarlığında bir değişiklik gözlenmiştir. Bu türlü belirlemeler de göstermektedir ki, Lamarck kuramı olgusal dayanaktan yoksundur. Kalıtsal olarak biriken değişkeler olmadığı halde son derece karmaşık uyumluluklar kurulabilmekte ve kuşaklar boyunca kullanılmayan organlar yapı ve işlevlerini korumaktadır. Bu sonuçlar göz önüne

alındığında, Lamarck kuramının neyi açıkladığı ya da ne işe yaradığı sorulabilir.

"Evet, buraya kadar evrim kuramının ne olduğu konusunda bazı temel kavramlara ulaştık, bu konuda ilk düşüncelerin çok yakın zamanda olması dikkat çekici değil mi sence?

"Evet, öyle insanlar canlıların ve kendisinin milyarlarca yıl süren evrimi konusunda fazlaca düşünmemişler" "Bunun bazı nedenleri olmalı!"

"Onlar nedir acaba?"

"Öncelikle fazlaca fosil bulgusu ve bilgisi yok ellerinde, ayrıca."

"Evet, ayrıca ne var?"

"Bu konuda kafa yormayı gerek duymayan ve aksini düşünenleri dışlayan inançlar var"

Felsefede "Evrim" Kavramının Yükselişi

Felsefe tarihinde "evrim" kavramına önemle yer veren en ünlü felsefecinin Hegel olduğunu söyleyebiliriz. Fakat o, hiçbir yerde Evrim Teorisi'ne benzer bir yaklaşım sergilemez; türlerin birbirinden evrilmesi onun felsefesinin bir parçası değildir. Bu da gösteriyor ki felsefede "evrim" kavramına yer verilmesi, canlı türlerinin birbirlerinden oluştuğu fikrinin (Evrim Teorisi) kabul edilmesi ile özdeşleştirilemez. "Evrim" kavramı ile "Evrim Teorisi", kuşkusuz ilişkilidir, ama bu ilişki salt anlamda özdeşliği gerektirmemiştir. Hegel ile aynı dönemde yaşamış ve Hegel'den birkaç yaş küçük Schelling, "evrim" odaklı doğa felsefesini Hegel'den önce ileri sürmüştür. Schelling, Doğa'nın başka bir deyişle bütün-

sel gerçekliğin, ancak süregelmekte olan gelişimle anlaşılabileceğini söyledi. Doğa başta cansızdı, sonra bitki, sonra hayvan ve insan belleği şeklinde bu birlik –doğa– kendini gösterdi.

Görülüyor ki Hegel, insan aklını, öznel bir yargılayıcı olarak değil, nesnel gerçekliğin bir kavrayıcısı olarak görmektedir. Hegel, Kant'ın gerçekliğin bilinemeyeceği, yalnızca görüngünün bilinebileceği düşüncesine karşı çıkar. Ulamlar (Kategoriler), Kant'ın sandığı gibi yalnızca varlık üzerine düşünmeye değil, aynı zamanda varlığı kavramaya yararlar; çünkü varlık ile özdeştirler. Düşünce kalıbına giren olgular, Tanrısal yaratmanın aşamalarıdır. Tanrısal yaratma evrimsel bir süreç içinde ortaya çıkar. Hegel'in felsefesinde Tanrı evrene içkin olup, tarihin evrimsel sürecinde kendini gerçekleştirir. Hegel'de, Schelling'te olduğu gibi evrene içkin bir amaçlılık düşüncesi vardır.

"Evrim" ile "Evrim Kuramı"nın ayırt edilmesi önemlidir, ama bunun yanında felsefelerinde "evrim" kavramına odakta yer verenlerin, Evrim kuramını daha kolay kabul ettikleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin Ernst Mayr, Almanya'daki doğa felsefecilerinin evrimci yaklaşımlarının; Darwin'in ve Evrim kuramının, Almanya'da diğer ülkelerde olduğundan daha kolay bir şekilde kabul edilmesini sağladığını söyler. Ayrıca bu evrimci–ülkücü bakış açısı; biyolojide canlı özelliklerinin baştan oluştuğunu söyleyen önoluşumcu görüşe karşı, canlının oğulcuk–dölütteki evrimsel aşamalarda oluştuğunu söyleyen sıralı oluşumcu görüşün, Wolff ve Von Baer gibi önemli biyologlarca savunulmasına da etki etmiştir. Daha sonra bu gelişmeler, insan dölütünün gelişimini, dünya tarihi içindeki canlılığın bir özeti olarak gören anlayışa kadar uzandı.

Yaşama veya yaşam; Evrim düşüncesini de beraberinde taşır. Evrime dayalı öğretilere, bir düşünce akımı olarak "Evrimcilik–evolusyonizm" adı verilebilir. Bu anlamda birçok düşünür evrim konusunda kafa yormuşlardır. Örneğin Bergson'a göre, canlının kendisinden ve bastığı evrim basamağından çok, canlılık yani yaşam önemlidir. Buna karşın ileride göreceğimiz gibi Herbert Spencer gibi düşünürler, bakışlarını evrimin tek tek aşamalarına yöneltmişlerdir. Kısacası düşünce tarihinde; "değişmezlik öğretisinden, evrim öğretisine" değin uzun bir evrim sürecinin geçmesi gerekmiştir.

"Kısacası düşüncenin de evrimi olduğunu söyleyebilir miyiz?"

"Evet, bu çok doğal değil mi? insanlar gözledikçe öğrendikçe ve bilgi edindikçe düşünceleri değişir, bunu yapamayanlar, bağnaz ve dogmatik kişiliklerdir.

Diğer Düşünce Ve kuramlar

"Hoş geldin Öykü, nasılsın bakalım, derslerin nasıl?"

"Derslerim iyi her şey yolunda, evrim konusunda yeni gelişmeler var"

"Neler buldun? Nerelere eriştin bakalım"

"Evrim düşünürlerine aklım takılmıştı, bu konuda pek çok bilgi buldum"

"Haydi, başlayalım istersen, bende de çok kaynak var"

"Öğrendiklerimizle ilgili bir de şiir yazdım, ama ne olur gülme"

"Neden güleyim, oku bakalım"

Bir Garip Zürafa

Afrika'da yaşayan zarif bir zürafa vardı,
Ama boynu, yalnızca bir at boynu kadardı.
Hakkında türetilmişti bir asılsız söylence,
Böylece olmuştu herkese bir eğlence.
Olur, mu hiç zürafanın düşkünü,
Hem de beyaz giyen kış günü.
Bir gün yolu, Kongo'nun yağmur ormanlarına düştü
Orada, göğe değen ağaçları görmüştü,
Herhalde bu da gördüğü bir düştü.
Kimi yapraklara değmeyince başı,
Boynunu dikip, ulaşmağa çalıştı.
Bu yüzden başladı boynu uzamağa,
Ama ölçüyü kaçırdı sonunda.
Bir gece yarısı, yıldızlara çarptı başı
Uyurken gerinmişti herhalde.
Aslında uzundu boyu, hep kendi soyundan
Vazgeçiremezdi kimse onu, bu eski huyundan

"Ha. hahah, hah, ha çok güzel gülünmeyecek gibi değil"

"Hani gülmeyecektin Dedoş?"

"Gerçekten güzel olmuş, bu işi yine özünden kavramışsın"

"Bak yine gülüyorsun"

Erasmus Darwin

Erasmus Darwin (1731–1802), evrim teorisi ile bütünleşmiş olan Charles Darwin'in dedesidir ve eserlerinde toru-

nundan önce canlıların evrim geçirdiğini savunmuştur. Onun eserleri, kendi döneminde özellikle Alman doğa felsefecilerinin ilgisini çekmiştir. Ama modern zamanlarda, Charles Darwin'in dedesi olması onun asıl ilgi çekme sebebi olmuştur. Erasmus Darwin, Lamarck ile aynı dönemde, hatta ondan birkaç yıl önce, benzer fikirleri savunmuştur. O da, Lamarck ve 18. yüzyılın birçok düşünürü gibi daha basit olan canlıların kendiliğinden türeme yoluyla oluştuklarını savunuyordu. Lamarck ile asıl önemli benzerliği, canlıların çevre ile etkileşim sonucunda yeni özellikler kazandıklarını ve bu özellikleri sonraki kuşaklara kalıtım yoluyla aktardıklarını söylemesidir. Erasmus'un 1794 yılında yazdığı ve en önemli eseri olan Zoonomia'da, sonradan kazanılan özelliklerin aktarılması ve evrimdeki rolüne ilişkin sözleri, bu yaklaşımın ilk anlatımı olarak gösterilir.

Erasmus'un yaklaşımında, canlının evriminde kendi çabası önemlidir. Açlık, susuzluk ve benzeri durumlara karşı gösterilen tepkiler ile haz ve acı gibi unsurlardan doğan çabalar canlının gelişmesini, yeni özellikler kazanmasını sağlar, sonra bunlar yeni nesillere aktarılır. Erasmus'un yaklaşımları canlıların ortak bir atadan gelmiş olabileceğini söylemesi açısından önemlidir. O, insanın maymun ile ortak bir atadan gelmiş olabileceğini de söylemiştir. Ancak torunu gibi, ortak atadan sonra dallanan soy ağacından bahsetmemiştir.

Darwin'in, dedesini okumasaydı aynı kuramı ortaya koyup koyamayacağı şüphelidir. Anlaşılıyor ki, Charles Darwin, gözlemlerine başlamadan önce de zihninin bir köşesinde bu teoriyi biliyordu. Yani "tabula rasa" bir bellek ile gözlemlerini yapıp da sonradan kuramını oluşturmuş de-

ğildir. En azından bu kuram, Charles Darwin için sınanması, gerekli bir varsayım niteliğindeydi, üstelik bu da aile mirasından geliyordu.

"Tabula Rasa ne demekti?"

"Latince bir deyim, yeni doğan bebeğin hiç iz taşımayan beyni. Beyaz veya temiz bir sayfa açmak diyebiliriz"

"Çok ilginç, yani şimdi bizim yaptığımız, bir 'tabula rasa' mı?"

"Öyle sayılabilir, bu deyim felsefede önemli bir kavramı anlatıyor"

"Peki, böyle olduğunu kim söylüyor? Kanıtları var mı?"

"Locke adlı bir düşünür, insanın doğuştan gelen bilgisinin olmadığını bütün bilgilerimizi gözlem ve deney yoluyla sonradan elde ettiğimizi söylemektedir."

"Buna katılıyorum"

Charles Lyell, Yerbilim ve Tek Düzencilik

Charles Lyell (1791–1875) pek çok açıdan Darwin'in yaşamında ve evrim kuramının ortaya konmasında etkili bir kişidir. Lyell' in "Yerbilimin Prensipleri" (Principles of Geology) kitabını, Darwin, "Beagle" yolculuğunda yanına almış, bu kitaptan çok etkilenmiş ve ileride kendisinin de bir yerbilim kitabı yazabileceğini düşünmüştür. Lyell'in yerbiliminde savunduğu ilkelerin biyolojiye uygulanmasının evrim teorisi'ni doğurduğunu söylenegelmiştir Diğer yandan birçok bilim adamı ise, tam tersine, Lyell'in görüşlerinin evrim teorisi'nin kabulünü zorlaştırdığını ileri sürmüştür. Lyell'in yerbilimsel görüşünün Evrim Teorisi'nin kabulünü kolaylaştırdığı mı, zorlaştırdığı mı tartışılabilir. Fakat Dar-

win'i "Türlerin Kökeni"ni yazmaya en çok teşvik eden kişinin Lyell olduğunu, bizzat Darwin'in sözlerinden öğreniyoruz. Darwin'in yakın dostu ünlü jeolog Charles Lyell, doğal seçilimi üç yüzlü Hint Tanrısına benzetir: Yıkıcı Şiva, koruyucu Vişnu ve yaratıcı Brahma.

Doğal seçilim; Şiva olarak zayıfları, uyumsuzları ve beceriksizleri acımasızca yok eder; Vişnu olarak uyumluları korur; Brahma olarak yeni özellikleri gözetir, üstün nitelikli bireylere egemenlik kapısı açar.

Lyell'in tek düzenlilik kuramı birbirinde çok farklı dört ana başlıkta toplanabilir:

1. Doğal yasalar uzam ve zamanda değişmezdir(tek düzenlidir). Aslında "ani yıkımcıların" çoğu bu konuda Lyell ile farklı düşünmüyordu.

2. Geçmişin olaylarını açıklamak için, şu anda işleyen ve Dünya'nın yüzeyini biçimlendiren süreçlere başvurulmalıdır (sürecin tekdüzenliliği). Bu yine, Dünya'ya ilişkin bir sav değil, bilimsel yöntem ile ilgili bir yargıdır. "Ani-yıkımcıların" çoğu bu konuda da aynı düşüncede olmakla beraber, geçmişteki bazı olayların, artık etkili olmayan, ya da çok yavaş biçimde işleyen nedenlerin de çıkarsamasını zorunlu kıldığını düşünüyorlardı.

3. Yerbilimsel değişim afet sonucu ya da aniden değil; yavaş, aşamalı ve düzenli olarak gerçekleşir (hızın tekdüzeliliği). Bu "ani-yıkımcılar" ile "tek-düzenciler" arasındaki gerçek bir farktır.

4. Dünya oluşumundan bu yana temelde aynı kalmıştır (yapılanmanın tekdüzeliliği). Lyell'in açıkça yanlış olan bu görüşü pek az anılır. Modern yerbilimi tek-düzenciler ile ani-yıkımcıların görüşlerinin bir sentezidir.

Evrim Teorisi açısından yeryüzünün yaşlı olması yara sağlamış gibi gözükmekle beraber, onun yaşlı bir gezegen olduğunu savunanların çoğu –Cuvier ve Lyell gibi– Evrim kuramına inanmamışlardır. Örneğin Lyell, "Yerbiliminin Prensipleri" kitabında Lamarck'ın Evrim kuramını ele almış ve reddetmişti. Lyell'in, Evrim kuramını reddetmesine karşın Darwin'e etkisi büyük oldu.

Malthus'un Nüfus Kuramı

Darwin, Ekim 1838'de, Malthus'un "Nüfusun Prensipleri Üzerine" kitabını okuduğunu ve "Yaşam Kavgası" ile "Doğal Seçilim" fikirlerinin oluşumunda bu kitabın etkili olduğunu yaşam öyküsünde belirtmiştir.

"Evet, bu rahip Maltus yine karşımıza çıkıyor, karamsar bir adam ama onun yanılgıları, başkalarının doğruları bulmasına yardımcı olmuş"

"Bak bu çok doğru, böyle karşıtlıklar olmasıydı bilim daha zor ilerlerdi"

"Onun yanılgısının ne olduğunu hatırlayalım istersen"

Malthus, insan nüfusunun var olan gıda kaynaklarına göre çok hızlı arttığını, gıda kaynaklarının aritmetik tarzda artmasına karşılık nüfusun geometrik olarak çoğaldığını söyledi. Mevcut gıda kaynaklarının yetersizliği; fakir, beceriksiz ve güçsüz olanların, bu kaynaklara diğerleri kadar başarılı bir şekilde erişememelerine ve böylece ölerek elenmelerine sebebiyet verecektir. Bu, güçlü olanın yaşaması, güçsüzün ise doğal seleksiyona uğraması anlamını taşımaktadır. İşte bu fikir, Darwin'in ve Wallace'ın evrim teorileri'nin kalbini oluşturan ve onları, Lamarck gibi kendilerinden önceki evrimcilerden ayıran görüşün oluşmasına esin

kaynağı oluşmuştur. Burada dikkat edilmesi gerekli husus Darwin ve Wallace'ı, farklı kılan "doğal seleksiyonu" keşfetmiş olmaları değildir; doğada güçlünün yaşayıp zayıfın eleneceği şeklinde bir fikre Malthus'dan önce ve Malthus'la Darwin arasından birçok kişide rastlayabiliriz. Onları farklı kılan bütün türlerin bugün oldukları gibi gözükmelerini ve ortaya çıkmalarını sağlayan mekanizmanın doğal seleksiyon olduğunu söylemeleridir. Ernst Mayr, Malthus'un, Darwin'in Evrim Teorisi'nin oluşmasındaki katkısını, Darwin'in teorisindeki beş madde ve üç çıkarsama (inference) ile gösterir:

1. Bütün türlerin öyle yüksek bir üreme gücü vardır ki bu Malthus'un geometrik büyüme dediği sonuca götürür. Bu durum, türlerin yavruları da başarılı bir şekilde üreyebilirlerse gerçekleşir.

2. Genel dalgalanmaları ve arada gerçekleşen büyük dalgalanmaları hariç tutarsak nüfus genelde değişmezdir.

3. Doğal kaynaklar sınırlıdır. Değişmeyen bir çevrede genelde bu kaynaklar da değişmez kalır.

ÇIKARIM 1: Mevcut kaynakların besleyebileceğinden daha çok nüfus üretiğine göre, bireyler arasında yaşam için şiddetli bir kavga olacaktır ve bu yeni neslin yalnızca bir bölümünün normal yaşam süresini yaşayabileceğini göstermektedir. Bireylerin hepsi birbirinden farklıdır; her nüfusun içinde bir sürü farklılıklar vardır. Bu farklılıkların çoğu kalıtımsaldır.

ÇIKARIM 2: Yaşam mücadelesinde var olmak rasgele değildir, bu daha çok kalıtsal özelliklere bağlıdır. Bu değişik özelliklere sahip olan varlıkların arasında doğal seçilim düzenekleri işler.

ÇIKARIM 3: Kuşaklar boyunca süren bu doğal seçilim, ilerideki kuşakların ufak aşamalarda değişmesine rol açar; işte bu Darwin'in evrim teorisi'dir ve türler böyle oluşur.

"Buradan da gördüğümüz gibi; o günlerin kültürel, ekonomik ve sosyal düşünceleri, canlılar dünyasında evrim kuramlarında yansımalarını buldular"

"Çok doğru, evrim düşüncesinin gelişimi ve taraf bulması pek de kolay olmamış"

Evrim ve Düşünsel Akımlar

Evrim Teorisi'nin içinde yer aldığı ve de kabul edilmesinde önemli rolü olan ve paylaşılan ortak değerlerin en önemli unsurlarından biri pozitivizm yani olguculuktur. Auguste Comte (1798–1857) olguculuk düşünce akımının kurucusu ve en ünlü temsilcisidir. Bu düşünce gerek 19. yüzyılın gerekse 20. yüzyılın en etkili felsefi dizgelerinden birisi -belki de en etkilisi- olmuştur. Comte'un felsefesinin konumuz açısından önemi, insanlığın düşünüş biçimi açısından geçirdiği evrime felsefesinin odağında bir rol vermesidir. Bu canlıların bir türden diğerine değişerek evrim geçirdiğini söyleyen Evrim Teorisi'nden çok farklıdır. Aslında Comte, Lamarck'ın Evrim Teorisi'ni biliyordu ve de bu görüşü reddetmişti, fakat 19. yüzyılın bu etkili filozofunun "evrim" kavramının belleklerde yaygınlaştırması açısından, içinde "evrim" olan canlılarla ilgili bir kuramın da kabulünü kolaylaştırmıştır. "Evrim kavramı" ile canlıların türden türe değişimini söyleyen "Evrim kuramını" karıştırmamak ve aradaki bağlantıyı doğru saptamak gerekmektedir.

Hegel ve Comte gibi felsefelerinde evrim kavramını belirli bir odağa oturtan iki düşünür, canlıların evrim geçirdiğini hiç düşünmemişlerdir. Evrim kavramı ile Evrim Teorisi'ni karıştırmak yanlışına düşülmemelidir, ama diğer yandan belleklerinde evrim kavramı oluşan kişilerin, evrim kuramını daha kolay kabul edebildikleri görülmektedir. 19. yüzyılda evrim kavramı, hem Hegel hem Comte hem Marx ile felsefede yaygınlık kazandı; hem de endüstri devrimi ve bilimsel araştırmalar sonucu sürekli ilerleme ve gelişme düşüncesi yerleşti. Evrim konusunda belleklerde oluşan bu imgenin biyoloji alanındaki izdüşümünü verdiği için daha kolay kabul edildi. Bazıları bu kuramın ortaya konmasını da bu imgeye bağlamaktadır. Bu yargı ise tartışılabilir.

Düşünsel alanda evrim için birçok akım gelişmiştir. Bunlar bir bakıma felsefi akımların içinde yer almaktadır. Örneğin gayecilik, vitalizm. Bu düşünürlerin çoğuna göre, evrim onlarca yasadır, anlamlıdır yalnız mantıkça değil, ayni zamanda ahlakça da belirlenmiş bir anlam taşır.

"Evet, ancak düşüncenin gelişmesi sonucu evrimi kavrayarak evrende olup bitenlerin gizemini anlayabiliriz, bunun için de düşünceler arasındaki farklılıklar ve bağlantıları iyice kavramalıyız"

"Evet, buna katılıyorum"

"Burada evrimi anlamak istemeyenlere değinen bir yazı var"

"Kim yazmış acaba?

"Günümüzün ünlü düşünürlerinden Bertrand Russell yazmış, dostumuz Dawkins de tamamlamış, baksana çok komik"

"Bana da okur musun?"

Russell'in Çaydanlığı

Russell'ın Çaydanlığı, diğer bir adıyla "Göksel Çaydanlık", filozof Bertrand Russell (D. 18 Mayıs 1872–Ö. 2 Şubat 1970) tarafından, us dışı bazı inanç ve savların yanlışlanması görevinin, kuşkuculara düştüğü görüşünü çürütmek amacıyla ileri sürüdüğü bir benzeşimdir. 1952 yılında yazılmıştır:

"Eğer ben Dünya ve Mars arasında eliptik bir yörüngede güneşin etrafında dönen bir Çin seramiği çaydanlık olduğunu öne sürseydim ve bu çaydanlığın en güçlü teleskoplarımızla bile saptanamayacak kadar küçük olduğunu ekleyecek kadar da dikkatli olsaydım, kimse bu görüşümün tersini kanıtlayamazdı. Ama devam edip de bu savımın yanlışlanamaz nitelikte oluşundan dolayı insan aklının ondan kuşku duymasının kabul edilemez bir küstahlık olacağını söyleseydim, herkes haklı olarak saçmaladığımı düşünürdü. Ancak, eğer böyle bir çaydanlığın varlığı eski kitaplarca onaylansaydı, her pazar günü kilisede kutsal gerçeklik olarak öğretilseydi ve okullarda çocukların beynine kazınsaydı, onun varlığından kuşku duymak bir gariplik belirtisi olarak görülürdü. Bu kuşkuyu duyan kişiye yakın çağda, bir ruh doktoruyla ya da daha önceki çağlarda bir engizisyon yargıcıyla bir randevu kazandırırdı"

'Bir Şeytan'ın Papazı' isimli kitabında, Richard Dawkins çaydanlık fikrini biraz daha ileri götürür:

"Örgütlü dinlerin, açık düşmanlığımızı hak etmesinin nedeni şudur ki, Russell'in çaydanlığına olan inancın aksine, din güçlüdür, etkilidir, vergi dışıdır ve kendini korumaktan yoksun küçük çocuklara dizgeli bir biçimde aşılanır"

Ancak biraz akılcı düşünülse; çocuklar gelişim yıllarını

çaydanlıklar hakkında gülünç kitaplar ezberleyerek harcamaya zorlanmaz, Devletin okulları, ana babaları yanlış biçimdeki çaydanlıklara inanmayı benimsemeyen çocukları okul dışında tutamaz. Çaydanlığa inananlar, çaydanlığa inanmayanları sapkınlıkla suçlamaz ve çaydanlığı yadsıyanları, ölümüne taşlamazdı.

"Ha.. Ha. Hah. Gerçekten de çok gülünçlü bir durum, ancak burada ince bir gülmece var"

"Evet, Russell'in çaydanlığı, evrim gerçeğini yadsıyanları, gülmece niteliği taşıyan bir dille sanki parodileştirmiş"

"Parodi nedir?"

"Biçimle öz arasındaki ayrılıktan, gülünç etki yaratan bir oyun türü"

"Burada başka örnekler de görüyorum"

"Peki, onlar da neymiş?"

" 'Görünmez Pembe Tek boynuzlu At' ve 'Uçan Spagetti Canavarı'"

"Uçan Spagetti Canavarı mı? Öykü sen çok yaşa. Hiç güleceğim yoktu, bunları da nereden buluyorsun?"

"Okursam gülmekten ölürsün"

Darwin'in Evrimsel Gerçeği

Evrim düşüncesini değil ama geçerliliğini bugün de sürdüren evrim kuramını, Charles Darwin'e (1809–1882) borçluyuz. Fizik ve astronomide Galileo ile Newton'un yeri ne ise Darwin'in biyolojideki konumu da odur. Darwin'in evrim kuramı birbirini tamamlayan iki öğe içermektedir:

1. Canlı dünyada var olan değişik biçim ve türlerin ortak bir kökten kaynaklanarak geliştiği,

2. Canlılar arasında "yaşam savaşımı" ve "en uyumlunun ayıklanmaktan kurtulması" olarak dile getirilen evrimin gerçekleşme düzeneği.

Darwin canlıların ortak bir kökten kaynaklandığı savını ilk ortaya atan kişi olmamakla birlikte, bu savı doğrulayan çok sayıda değişik gözlemsel kanıt ortaya koymuştur. Böylece söz konusu sav salt bir kestirim ya da kuram olmaktan çıkmış, bilimsel bir önerme niteliği kazanmıştır. Bunların yanında, evrim sürecinin düzeneğini oluşturan "doğal seçim–seleksiyon" ilkesi, Darwin'in evrim açıklamasına asıl önemli katkısı olarak bilinir.

"Peki, ortak kökten gelme, en uyumlunun yaşamı ve doğal seçim, bütün bunlar ne anlama geliyor ve nasıl işliyor?"

"Bunlar, evrimin temel kavramları, bunlara sık sık değineceğiz"

Tüm gözlemler canlıların (bitkiler ve hayvanlar) doğanın besleyemeyeceği sayı ve hızda çoğaldığını göstermektedir. Öyle ki, her kuşakta bireylerin pek çoğu erginlik çağına ulaşmadan yok olmaktan kurtulamaz.

"Bir türdeki bireylerden hangilerinin yaşamı sürdüreceği, hangilerinin yok olup gideceği doğada nasıl belirlenmektedir?"

"Canlılar dünyasında bir eleme düzeneği işlemektedir. Bu elemede rastlantı ya da şansın yeri yok değildir. Ama asıl neden bireysel farklar (kalıtsal varyasyonlar) ve bu farkların çevresel koşullara uyum sağlamadaki rolüdür diyebiliriz"

Canlılar, aynı türden de olsalar birbirlerinden çeşitli yönlerden farklılıklar gösterir. Hatta aynı ana-babadan olan kardeşler arasında bile gözlenebilir farklar vardır. Belli bir çevrede aynı türden olan ama özelliklerinde az ya da çok farklar gösteren bireyler sınırlı olanaklar için yarışmak, yaşam savaşımı vermek zorundadırlar. Bu savaşımda çevre koşullarına uyum kurma (adaptasyon) bakımından özellikleri daha elverişli olanların üstünlük sağlaması, diğerlerinin yenik düşüp elenmesi kaçınılmazdır. Sözgelimi, göreceli olarak daha hızlı koşan tavşan ve geyiklerin düşmandan kurtulma, daha çevik kedilerin avlarını yakalama, aslan ve kaplanlardan daha güçlü olanların çiftleşip döl verme, boynu daha uzun zürafaların beslenme olanakları daha fazladır kuşkusuz. Milyonlarca yıllık süreler düşünüldüğünde yaşam savaşımı veren birey veya toplulukların özelliklerindeki farkların nasıl yeni ya da daha gelişmiş türlere yol açtığı kolayca anlaşılır. Darwin canlıların kalıtsal olan özellikleri arasındaki farkları işleyen doğal seçilim düzeneğinin, amipten insana uzanan evrim sürecini yeterince açıkladığı inancındaydı. Ne var ki, doğal seleksiyon-seçilim kimi yönleriyle ne ilk ortaya atıldığında ne de bugün tartışma konusu olmaktan kurtulamamıştır.

Darwin Kimdir, Bilimsel Devrimi Nasıl Algılandı?

Darwin, evrim düşüncesine bilimsel temel kazandıran doğa bilginidir. Entelektüel bir aile geleneği ile büyüyen Darwin, üç yıl tıp öğrenimi gördükten sonra ilahiyat öğrenimi için Cambridge Üniversitesi'ne girer. Ama onu asıl ilgilendiren şey böcek koleksiyonudur. Bu merak ona beş yıl süren bir bilimsel geziye katılma olanağı sağlar. İngiliz Kra-

liyet gemisi Beagle'le sürdürülen bu gezinin amacı; Patagonya, Tierra del Fuego'nun yanı sıra Şili, Peru ve Pasifik'teki bazı adaların haritasını çıkarmak, Güney Amerika, Avustralya, Yeni Zelanda ve Tasmanya kıyılarını kapsayan dünya çevresinde bir dizi kronometrik ölçmeler yapmaktı. Darwin geziye doğa bilimcisi kimliğiyle katılmıştır. 1833de denize açılan gemi 1836 da İngiltere'ye döner. Yüklü inceleme notlarıyla gemiden inen Darwin'in dönüşü yakınlarının dışında kimseyi ilgilendiren bir olay değildi, o zaman. Ancak aradan 23 yıl geçtikten sonra bu gezinin bilimsel önemi, insan düşüncesinde yol açtığı büyük devrim ortaya çıkacaktı.

Gezi boyunca Darwin'i bir gözlemci olarak en çok türler arasındaki ilişkiler, canlıların değişen çevre koşullarına uyum sağlamada gösterdikleri olağanüstü beceri, birbiriyle sıkı yakınlığı olan hayvan topluluklarının güneye doğru kaydıkça yerleşim bakımından nasıl sıralandıkları ilgilendirmişti. Çevrenin topluluklar üzerindeki etkisi gözden kaçmayacak kadar belirgindi. Darwin'den önce Lamarck'ın önemle üzerinde durduğu bu gözlem onun kuramının özünü oluşturmuştu. Türlerin kökenini değişen çevre etkisinde organların kullanılış ya da kullanışsızlık biçimine bağlayan Lamarck kuramının olgusal kanıttan yoksun kaldığına daha önce değinmiştik. Darvin, dedesi Erasmus Darwin'in evrim düşüncelerinin yanı sıra Lamarck'ın çalışmasını da yakından biliyordu. Ancak Darwin'in gözünde bu çalışmaların hiçbiri türler arasındaki farkları açıklayacak yeterlikte değildi. Gezi notlarına belli bir düzen vermeye koyulduğunda özellikle türlerin değişimine ilişkin gözlemlerini dikkat çekici bulmuştu. Ancak henüz belirsiz kimi hipotezler

dışında elinde kuram diyebileceğimiz belli bir açıklama yoktu. Gerisini Darwin'den dinleyelim:

Malthus'u nüfusa ilişkin denemesini vakit doldurmak için okuyordum. Uzun süren yoğun gözlemlerimle her yerde tanık olduğum canlılar arasındaki "yaşam savaşımı" olayının anlamını kavramaya hazırdım. Hemen gördüm ki, çetin çevresel koşullar altında canlıya avantaj sağlayan özellikler korunur, sağlamayan özellikler zamanla yok olur. Bu süreçte yeni türlerin oluşması kaçınılmazdır. Artık elimde çalışmalarıma ışık tutan bir kuram vardı.

Darwin gibi doğal tarih meraklısı bir başka araştırmacı da, gene bir rastlantı olarak Malthus'u okumuş, aynı sonuca ulaşmıştı. Darwin, 1858de Malaya'dan incelemesi için kendisine postalanan bir yazı eline geçinceye dek Alfred Russell Wallace (1823–1913) adlı kişiden habersizdi. Wallace'ın yazısı, Darwin'in Malthus'tan esinlenerek oluşturduğu kuramı ana çizgileriyle içeren bir özetti. Darwin'in bu durumda uğradığı ruhsal sarsıntıyı kestirmek güç değildir. Ne var ki, onun bir bilim adamından beklenen dürüst davranış örneğini verdiğini biliyoruz.

Darwin, Wallace'ın isteği doğrultusunda yazıyı okuduktan sonra dönemin ünlü jeoloji bilgini Sir Charles Lyell'e bir açıklamayla birlikte gönderir. Darwin açıklamasında kendisinin de uzun bir dönemi kapsayan çalışmalarında aynı sonuca ulaştığını, bu konuda hazırladığı kitabının yakında yayımlanacağını bildiriyordu. Durum gerçekten Darwin için iç açıcı değildi. Lyell ile Darwin sonunda hakça bir çözüm buldular: Wallace'ın yazısı ile Darwin'in sözünü ettiği kitabının bir özeti Linnean Kurumunda birlikte okunacak, sonra kurumun dergisinde yayımlanacaktı. Derginin Eylül 1858

sayısında çıkan bu iki yazı, ne yazık ki, beklenenin tersine, yankı uyandırmadı. Yalnızca bir eleştiri göze çarpar; onda da, "yazılarda yeni olan her şeyin yanlış, doğru olan her şeyin de zaten bilindiği" küçümsemesi vardır.

"Ne kadar ilginç ilişkiler ve ayrıntılar, doğrusu bunları hiç bilmiyordum"

"Ben de öyle, devam edelim bakalım"

Ancak cesaret kırıcı bu durum Darwin'i pek etkilemez: Lyell ile tanınmış botanikçi Hooker'in teşvikiyle hazırlamakta olduğu kitabını bir an önce bitirmeye koyulur. Türlerin Kökeni adlı ünlü yapıt Kasım 1859da yayımlanır. İlk baskı kitabın satışa çıktığı gün kapışılır; ikinci baskı da birkaç gün içinde tükenir. Yeni baskılar birbirini izlemekle kalmaz, kitabın çok geçmeden Avrupa ülkelerinde, bu arada Japonya'da, çevirileri yayımlanır. Bu o dönemde pek az kitap için söylenebilecek bir başarıdır. Türlerin Kökeninde Darwin türlerin oluşumunu bireyler arasındaki varyasyonları kullanan doğal seleksiyona bağlamıştı. 1871 de yayımlanan İnsan Soyunda ise Darwin ikinci bir tezle, ortaya çıkıyordu: insan bir hayvandır; tüm diğer hayvanlar gibi evrim sürecinin ürünüdür. Kutsal kitapların bilinen öğretileriyle açıktan açığa çelişen bu tez yalnız bağnaz din çevrelerini değil, insanda Tanrısal imge olduğu düşüncesine koşullanmış pek çok kimseyi, bu arada kimi bilim adamlarını öfkeyle ayağa kaldırır. Ortalığı yatıştırma gereğini duyan Wallace, Darwin'in imdadına koşmaktan kendini alamaz.

Her ne kadar Darwin'den önce canlıların evrim geçirdiği ortaya konmuş, Darwin'den sonra genetikteki ilerlemelerle uygun düzeltmeler yapılmış olsa da, Evrim Teorisi birçok kişinin zihninde Charles Darwin ile özdeşleşmiştir, hatta bir-

çok kişi Evrim Teorisi ifadesi yerine Darwinizm demeyi tercih etmektedir.

"Darwin'in yaşam öyküsü, evrim kuramını ortaya koymasında çok önemli bir süreç galiba"

"Evet, öyle, evrim kuramı onun yaşam öyküsü ile yakın ilintilidir. Şimdi edindiğimiz bilgiler ile onun yaşam serüvenini birleştirelim"

Küçükken Charles'ın doğaya olan ilgisi, çok saydığı babasının kendisini şu şekilde azarlamasına sebep oluyordu: "Hayvan avlamaktan, köpeklerle ilgilenmekten ve fare yakalamaktan başka bir şey yapmıyorsun, kendin için ve tüm aile için yüz karası birisi olacaksın". Charles, okulda iyi bir öğrenci olmadığı için babası onu ağabeyi ile beraber, 1825 yılında, iki yıl kalacağı Edinburgh Üniversitesi'ne tıp okumaya yollar. Anatomi dersini ve ameliyata girmeyi sevmez. Fakat üniversite yıllarında Lamarck'ın evrim görüşüne hayran arkadaşlarla tanışır, başta Charles, daha önce dedesinin "Zoonomia" eserinde okuduğu bu görüşlerden çok etkilenmediğini söyler; fakat bu sürecin kendisinin "Türlerin Kökeni"ni yazmasını desteklemiş olabileceğini de belirtir.

Charles'ın doktor olmaktan hoşlanmadığını anlayan babası onu papaz olmaya ikna eder. Böylece Charles 1828–1831 yılları arasında okumak için Cambridge'e gider. Burada William Paley'i okur ve etkilenir; kınkanatlı böceklerini toplar, onları açıp içlerini inceler. Ayrıca kendisinin de olmayı arzu ettiği papaz–doğabilimci kişiliği için, kendini en çok etkileyen Papaz John Henslow ile burada tanışır.

Charles, 1831 yılında Cambridge'den döner. Shrewsbury'deki evinde John Henslow'dan tüm hayatını değiştirecek bir mektup alır. Mektupta Beagle gemisiyle, bir doğa

bilimci olarak, Güney Amerika kıyılarını gezmesinin kapısı açılıyordu. Babasının papazlık diploması için sınavlarını bitirmesini ve bu maceraya atılmamasını istemesine rağmen, Charles 1831–1836 yıllarını "hayatının en önemli olayı" dediği Beagle yolculuğu ile geçirir. Bu yolculukta değişik bitki ve hayvan türlerini inceleme ve toplama olanağını bulur, yerbilim hakkındaki fikirlerini şekillendirir.

"Peki, bu Beagle gemisi ile olan yolculuğa değinmeyecek miyiz?"

"Olmaz olur mu? Bence yeryüzünde yapılan en ilginç yolculuklarda biri. İşte burada 'Darwin ve Beagle serüveni'.



Adını bir köpek cinsinden alan bu gemi, 10 toplu bir savaş gemisidir. 11 Mayıs 1820 tarihinde Thames Nehri'ndeki Woolwich tersanesinde yapımı tamamlanarak İngiliz Kraliyet Deniz Kuvvetlerinde hizmete girmiştir. Daha sonraları bir araştırma gezisi düzenlenmesi amacı için ayrılan gemi, ikincisinde Charles Darwin'in de bulunduğu üç araştırma gezisinde kullanılmıştır. Gemi, Charles Darwin'in

katılmış olduğu ikinci gezi sayesinde dünya denizcilik tarihinin en ünlü deniz araçlarından biri haline gelmiştir. Charles Darwin'in katıldığı 24 Ekim 1831 tarihinde başlayan ikinci bilimsel araştırma gezisi, Plymouth limanından başlamış, Güney Amerika'daki araştırmaların ardından Yeni Zelanda üzerinden İngiltere'ye dönülmesi sureti ile 2 Ekim 1836 tarihinde tamamlanmıştır. Ateş Topraklarının güneyindeki Beagle Kanalı ismini bu gemiden almıştır.

Charles Darwin'in evrim kuramını oluşturmasına temel olan, araştırma gezisine çıktığı İngiliz Kraliyet Deniz Kuvvetleri gemisi

Darwin'in Denizaşırı Yolculuğu

Darwin 1831 yılında Beagle adlı bir gemiyle, bir doğa bilimcisi olarak, İngiltere'den ayrıldı. Bu gemide, İngiltere adına, Atlas Okyanusu'undaki adaların ve Güney Amerika'nın bilinmeyen kıyılarının haritasını yapacak görevliler de bulunmaktaydı. Geminin doğa bilimcisi olan Darwin, hayvan ve bitki örnekleri toplamış ve gözlemlerini ayrıntılı bir şekilde kaydetmiştir. Darwin bugün yaşayan hayvanlara benzemeyen, büyük memeli hayvanların fosil kalıntılarını da kazarak ortaya çıkartmış, Arjantin'de bugün yaşayan armadillolara benzeyen, soyu tükenmiş dev bir memeli fosili bulmuştur. Bu hayvan, armadillolardan 9 defa daha büyüktü ve onlarla aynı türden olduğunu söyleyebilmek oldukça zordu.

Darwin beş yıl sonra İngiltere'ye dönmüş ve koleksiyonları üzerinde çalışmaya ve gördükleri hakkında düşünmeye başlamıştır.

Darwin'in Deneyim ve Gözlemlerinden Sağladığı İpuçları

Darwin zamanında her bir türün belirli bir yerde, o yerin koşullarına en uygun bir şekilde yaratıldığına inanılırdı. Darwin'e göre bu "özel yaratılış" kuramının birçok zayıf noktası vardı. Avrupa'dan getirilen memeliler Avustralya'yı istilâ etmiş, bazı yerli memelilerin soylarının tükenmesine neden olmuşlardı. Avusturalya'da yaşayan hayvanlar, Avustralya'nın koşullarına en uygun şekilde yaratılmışsa, bu nasıl oluyordu? Darwin, göçün ve evrimin, hayvan ve bitkilerin yeryüzüne dağılma biçimlerini çok daha iyi açıkladığını gösterdi. Darwin'in iddiası büyük ölçüde adalarda yaptığı gözlemlere dayanıyordu. Cape Verde adalarındaki hayvanlar temelde Afrika'dakilere, Galapagos adalarındaki hayvanlar ise Güney Amerika'dakilere benziyordu. Her iki ada grubunda da benzer koşullar geçerli olduğuna göre, neden buralarda benzer hayvanlar yaratılmamıştı? Darwin adalardaki hayvanların ve bitkilerin en yakın ana karadan geldiğini öne sürdü. Bunların bazıları zamanla oraya özgü tiplere dönüştü.

Darwin, diğer bilim insanlarının araştırmaları ve kendi gözlemleri sonunda türlerin değiştiğine inanmıştır. Darwin'in bilimsel varsayımı şudur:

"Türler belli sayıda ve değişmez olmayıp, gerçekte çok uzun zaman boyunca değişmektedirler"

Darwin'in kuramının temeli, onun evcil türler arasındaki çeşitlilikler üzerindeki çalışmalarına kadar iner. Darwin İngiltere'ye döndüğü zaman bitki ve hayvan üreticileriyle çalışmıştır. Evcilleştirilmiş hayvan ve bitkilerde, yabanî hayvan ve bitkilere oranla, daha çok çeşitliliğin meydana geldi-

ğini görmüştür. Evcil güvercin çeşitlerinin beslenmesi ve üretilmesiyle ilgili deneyler yapmış, farklı özellikler taşıyan güvercinleri çiftleştirerek tümüyle yeni güvercin çeşitleri elde etmiştir. Bu yeni çeşitler, değişik birçok yönleri olmasına karşın, yabanî güvercine benzememişlerdir.

Darwin üreticilerin bitkiler ve hayvanlarda bu çeşitliliği, yapay seçilim ya da seçilimli üreme yöntemiyle sağladıklarını anlamıştır. Bu yöntemde istenen özelliklere sahip bitki ve hayvanlar seçilir ve yalnızca bunlar çiftleştirilir. Doğan yavrular arasından da yine aynı özelliği taşıyan yavrular seçilerek çiftleştirilir. Bu uygulama birkaç kuşak boyunca devam ettirilirse, bu özellik daha da belirgin hale gelir. Son elli yılda belirli hayvan ve bitki türlerinin bu yolla ıslah edildiğini bilen Darwin, benzer bir sürecin doğada da gerçekleşebileceğini düşündü ve buna doğal seçilim adını verdi. Binlerce yıllık bir sürede çok daha büyük değişimlerin mümkün olduğunu savundu. Doğal seçilimin gerçekleşmesi için gereken üç öğe; çeşitlilik, kalıtım ve rekabet tir. Kalıtım olgusunun varlığı kuşkuya yer bırakmayacak kadar açıktır; ancak, Darwin bunun mekanizmasını hiçbir zaman tam olarak anlayamadı. Bireyler arasındaki çeşitlilik de çok açıktı. Üçüncü öğe olan rekabet, yani "yaşam kavgası" da doğanın gerçeklerinden biridir. Doğada rekabet, bir yetiştiricinin yaptığını yapar, bazı bireyleri seçerek çoğalmalarını sağlarken, diğerlerini ayıklar.

Bu sav ona, örneğin; tüm koyun soylarının ortak bir atadan geldiğini düşündürdü. Bazı doğa bilimciler bu görüşe karşı çıktı. Bunlar her soyun farklı bir yabanî türden geldiğini düşünüyorlardı. Daha sonra elde edilen bulgular Darwin'i doğruladı. Tüm farklı koyun soyları gerçekten de tek bir atadan geliyordu. Aynı durum başka evcil hayvanlar, ör-

neğin; inekler, köpekler ve atlar için de geçerlidir. İrlanda çoban köpeği en iri köpeklerden biridir. Omuz yüksekliği 1m ye ulaşabilir. En küçük köpek olan şivava ise 20 cm boyundadır. DNA ları üzerinde yapılan araştırmalar, tüm köpek soylarının Avrupa kurdundan geldiğini göstermektedir. Domatesin atası olan bitki Güney Amerika'da bulunmuştur. Bu bitkinin minik domatesleri bir frenk üzümü kadardır. Ancak, üreticiler daha büyük domatesler üretmeyi başarmışlardır.

Bir insan yeni tip evcil bitki ve hayvanları seçerek üretirse, doğada bu iş nasıl oluyor? Bir Galapagos yerlisine, bir Galapagos kaplumbağası gösterilirse o yerli, bu kaplumbağanın kabuğundaki ufak ama belirli desene bakarak bunun hangi adada yaşadığını söyleyebilir. Bu durum, ada kaplumbağaları arasında yeni tiplere değişme olayı mıdır? Eğer böyle ise, Darwin'e göre bu olay, insanlar tarafından yapılmış bir seleksiyon olmayıp, doğanın yapmış olduğu bir işlemdir. Darvin insanlar tarafından özel amaçlarla yapılan seçilimin oldukça kısa sürede yeni biçimler ortaya çıkardığına, buna karşılık doğada olan seçilimin daha yavaş olduğuna inanmıştır.

Darwin'in Doğal Seçilim Kuramını Ortaya Koyması

Kendi gözlemleri ve deneyimleri ile Charles Lyell'ın kitabı ve Malthus'un popülâsyonla ilgili makalesi, evrim teorisinin belirlenmesinde Darwin'e yardımcı olmuştur. Darwin yeni türlerin doğal seçilim sonucu ortaya çıktığını varsaymıştır. Bu hipoteze varmak için ileri sürdüğü ilk fikir:

"Tüm türler bir dölden diğer döle geometrik dizi şeklinde çoğalmak eğilimindedir"

Geometrik dizi bir çarpma sonucu ortaya çıkar. Bir şey geometrik dizi şeklinde artarsa, o şey her basamakta bir öncekinin iki katı olacaktır. Örneğin; bir amip bölünerek iki amip meydana gelir, bunlar da bölünerek 4 amip meydana getirirler. Aynı şekilde birbirini takip eden döllerde 16, 32, 64... sayıda amipler meydana gelecektir.

Fakat Darwin'in hayvan ve bitki populasyonları ile yaptığı tüm çalışmalarında böyle bir sayıca artma genel olarak görülmemiştir. Çünkü onun ileri sürdüğü ikinci fikre göre, her ne kadar organizmalar sayıca artma eğiliminde iseler de bu sayı genellikle aynı kalır. İleri sürdüğü üçüncü fikir, her türde çeşitliliğin olduğudur. Bir başka deyişle, aynı türün bireyleri arasında farklar görülür.

Darwin, bazı farklılıkların türün üyelerine belli bir çevre içinde yaşama şansı verdiği halde, bazılarının bu şansının olmadığı sonucuna varmıştır. Bu sonuca göre, oluşumlar uygun bir çeşitlilik kazanmış ise yaşayacak ve çoğalacaktır. Uygun çeşitlilik kazanmamış olanlar ise elenecektir. Bu uygun farklılıklar birikirken oluşumlar, özgün türün bireylerinden farklı olacak ve sonuçta yeni türler gelişecektir.

Darwin'in doğal seçilim varsayımı, yeni bir türün eski bir türden nasıl geliştiğini ve yeryüzünde büyük bir canlı çeşitliliğinin nasıl ortaya çıktığını açıklamaya çalışır. Bu varsayımın dayandığı görüşler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

Tüm oluşumlar geometrik dizi şeklinde çoğalma eğilimindedir.

Bir türün her dölündeki birey sayısı hemen hemen değişmez.

Her türün bireyleri arasında farklılıklar (kalıtsal olabilir) vardır.

Bu farklılıklar özel bir çevredeki organizmalara, o çevreye uyumlarını ve sayıca çoğalma şansını artırır. Yaşayan varlıklar kalıtsal değişikliklerini oğul döllere geçirirler.

Zamanla büyük farklar oluşarak, eski türlerden yeni türler ortaya çıkar.

Darwin, fikirlerini desteklemek için yeterince kanıt toplayıncaya kadar kuramlarını yayınlamakta acele etmemiş duraksamıştır. Ancak çok titiz ve dikkatli çalışması sonrası, 20 yıldan fazla bir süre içinde topladığı kanıtlar, başarılı ve inandırıcı bir sonuç sağlamıştır. Darwin, 1858 yılında Malaya'da bulunan ve bir biyolog olan Alfred Russel Wallace'dan bir mektup almıştı. Wallace bu mektubun ekinde gönderdiği bir bilimsel yazının okunmasını ve sonra da bunun Charles Lyell'e verilmesini Darwin'den rica etmektedir. Bu deneme yazısında, doğal seleksiyon hipotezi doğrulukla ve hatta Darvin'inkine yakın sözcüklerle anlatılmaktaydı. Bu yüzden Darwin, hipotezin açıklanmasının ilk habercisi olma şerefini Wallac'a vermek istemiştir. Fakat Darwin'in bir arkadaşı, her iki bilim adamının adı ile kısa bir bilimsel makale yayınlanmasını sağlamıştır. Bu makale fazla bir yankı yaratmamıştır. Daha sonra Darwin, birçok tartışmalara yol açan "Türlerin Kökeni" adlı kitabını, bundan 12 yıl sonra da insan evrimine ait "İnsanın Evrimi" adlı kitabını yayınlamıştır.

Darwin, 1872'de "İnsanda ve Hayvanda Duyguların Anlatımı" isimli kitabını, 1875'de böcek yiyen bitkiler üzerine bir kitabını, 1876 yılında "Bitkiler Dünyasında Çapraz ve Kendi-Kendine Üreme" kitabını, 1877'de orkidelerin üremesi ile ilgili bir kitap, 1880' de "Bitkilerde Hareket Gücü" kitabını, 1881'de solucanlarla ilgili bir kitabını yayınladı. 1881'de kalp rahatsızlığı nedeniyle çöktüğünde, ailesine

Down köyündeki eski kilise avlusunda gömülmeyi istediğini söyledi. Darwin kuramı üzerinde bilim adamları arasında başlayan tartışma çok geçmeden genişler, halk kesimlerine inen kırıcı çekişmeye dönüşür. Bilim dünyasında çoğunluk açık ve doyurucu bulunan doğal seçilim düşüncesine bağnaz çevrelerin tepkisi gecikmez. 1860da yer alan ve "Oxford Toplantısı" diye ün kazanan ilginç çekişme aradan yüzyılı aşkın bir zaman geçmesine karşın unutulmamıştır. Taraflar çatışmaya hazırlıklı gelmişlerdi. Kilise yüzyılların deneyim ve bilenmiş tezleriyle ortaya çıkıyordu. Hedefi Darvinciliği vurmak, kutsal kitabın yanılmazlığı dogmasını kurtarmaktı. Düelloyu, etkili konuşma gücüyle tanınan Oxford Piskoposu Samuel Wilberforce üstlenmişti. Olayın öyküsünü "Huxley'in Yaşamı ve Mektupları" adlı biyografiden okuyalım:

Daha toplantı salonunun kapıları açılmadan Oxford topluluğu, piskoposun Darwin'i ezeceği söylentisiyle çalkanmıştı. Wilberforce'u tartışmaya, Darwin'e kişisel kin besleyen Profesör Owen hazırlamıştı. Karşısında Darwin'in "çoban-buldok köpeği" diye bilinen T. H. Huxley vardı. Aslında Huxley'in amacı dinleyici olarak kalmak, tartışmaya katılmamaktı. Tartışmanın çok geçmeden laf ebeliğine dönüşüp soysuzlaşacağı endişesini taşıyordu. Öyle bir kalabalıkta akıl değil, duygular ağır basacak, dolayısıyla bilimsel bir tartışmaya olanak olmayacaktı. Hatta arkadaşlarının ısrarı olmasa, toplantıya katılmayı bile istemiyordu. Toplantıya gelenler öylesine kalabalıktı ki, Oxford Müzesi'inde ayrılan salon yetersiz görülerek kütüphanenin Batı Odası diye bilinen daha geniş bir salona geçilir. Konuşmacılar daha gelmeden salon tıka basa dolmuş, nefes alınacak yer kalma-

mıştı. Salonun batı kesiminde pencerelere kadar doluşan bayanlar yer almış, bir yandan yelpazeleriyle serinlerken bir yandan da el kol işaretleriyle piskoposu coşkuyla selamlıyorlardı. Piskoposun hazır kuvveti kilise takımı da salonun tam ortasında yer almıştı. Salonun kuzey kesimine ise, öğrenciler yığılmıştı; azınlıkta olmakla birlikte onlar da Darwin için seslerini yükseltmeye hazırdılar.

Wilberforce konuşmak için yerinden doğrulmaya başlayınca salonda gerginlik artar, tüm gözler ona çevrilir. Piskopos yarım saat boyunca parlak ama içeriksiz bir retorik (Güzel söz söyleme sanatı) örneği sergiler; dinleyicileri düşünmeye değil duygulanmaya iten, gerçekleri çarpıtan bir dil kullanır.

"Şimdi öğrenmek istiyorum, sizin maymunla akrabalığınız anne tarafından mı, yoksa baba tarafından mı?"

Konuşmak amacında olmayan Huxley artık sessiz kalamazdı, piskoposa ağzının payını vermek fırsatı doğmuştu. Yavaşça yerinden doğrulur, sakin, kararlı bir ifadeyle, "Maymunla şu ya da bu yoldan akraba olmayı düşürücü bulmuyorum. Beni asıl utandıran şey, söz söyleme ustalığıyla gerçeği saptıran biriyle şu anda karşı karşıya kalmış olmamdır"

Huxley'in bu kısa yanıtı salonun havasını bir anda değiştirir, itiş kakış ve bağrışmalar arasında hanımlardan biri bayılır. Öğrencilerin ısrarlı isteği üzerine dönemin tanınmış botanik bilgini Hooker kürsüye çağrılır. Hooker konuşmasında piskoposun bilimsel verileri hiçe saydığını, bilmediği bir konuda uzmanlık tasladığını, Türlerin Kökenini okumadığı halde kulaktan dolma sözlerle karaladığını belirtir. Piskopos kendini savunamaz duruma düşmüştür; kurtuluşu

çevresiyle birlikte toplantıyı hemen terk etmekte bulur. Bu olay aynı dili kullanmayan din ile bilimin bir araya gelip tartışamayacağını göstermekle düşünce tarihinde önemli bir yer tutar.

Ne var ki, Darwin'in değindiği saplantısız ya da özgürce düşünme çabasının bilim adamları arasında bile yaygın olduğu kolayca söylenemez. Nitekim Darwin daha yaşarken kimi çevrelerin, bu arada bazı bilim adamlarının, evrim kuramına kuşku götürmez bir öğreti gözüyle baktıklarına tanık olmuştur. İki uçta da bağnazlığın egemen olduğu öyle bir ortamda din ile bilimin, uzlaşması şöyle dursun, tartışmasına bile olanak yoktu. Charles Darwin, 1882 de 73 yaşında öldüğünde, evrim kuramıyla uygar dünyayı bir tür "yer sarsıntısı" içinde bırakmıştı. Doğadaki konumumuza ilişkin düşüncemiz üzerindeki etkisi bugün bile yeterince değerlendirilmiş değildir. Türlerin Kökeni yayımlanmasından bu yana yaklaşık 150 yıl geçmiş olmasına karşın ilk canlılığını sürdürmekte, değişik çevrelerde tartışılmaktadır. Evrim kuramını anlamak, bu kuramın çok yönlü etkilerini değerlendirmek Darwin'in büyük başarısını anlamak demektir.

Darwin'in doğal seleksiyon yoluyla evrim teorisini açıklaması 19. yüzyılın göze çarpan bir başarı örneğidir. Kendisine yardımcı olabilecek bilgilerin pek çoğu henüz bilinmemekteydi. Gregor Mendel'in kalıtım ile ilgili temel buluşları (genetik bilimi) Darwin ve çağdaşları tarafından bilinmemekteydi. Hücrenin nasıl bölündüğü bile daha tam anlaşılamamıştı. Paleontolojide bugün çok sayıda bulunan fosillerden o zaman ancak birkaçı biliniyordu.

"Günaydın, masanın üzerinde bir kitap görüyorum"

"Evet, dün onu Kadıköy'de bir kitapçıda görüp satın aldım, adı 'Neredeyse Bir Balina'"

"Nelerden bahsediyor, konumuzla ilgisi var mı?"

"Hem de çok var, güncel bir Darwin yazımı, balinalarla pek ilgisi yok"

"Peki, yazar neden o adı vermiş?"

"İçinde yazıyor, gel özetini okuyalım"

Darwin Bugün Yaşasaydı

Dünyanın önde gelen evrim yazarlarından genetik profesörü Steve Jones'un "*Neredeyse Bir Balina–Türlerin Kökenine Güncel Bir Bakış*" adlı kitabı, 'Darwin bugün yaşasaydı acaba neleri yazardı?' sorusu ile başlıyor. Evrim karşıtlarının 'bilim evrimi reddetti', 'Darwin'in evrim kuramı çöktü', 'bilim yanlışlığı kanıtlanan evrim kuramını artık kabul etmiyor' öngörülü savlara da yanıt da veriyor.

Kitap, bilimdeki son bulguların evrimi yadsıması bir yana, onu doğrulayıp pekiştirdiğini ortaya koyuyor. Her şeyin başlangıcı, 1859 sonbaharında, İngiliz doğa bilgini Charles Darwin'in Türlerin Kökeni kitabı yayımlandığında bugüne dek sürecek bir tartışma da başlamış oldu. Evrim düşüncesinin tarihi her ne kadar Antik Yunanistan'nın Atomcularına; Çin, Hint ve Arap felsefecilerine dek uzanıyor. Avrupa'da da önce, Sir Matthew Hale, Carolus Linnaeus, Kont Buffon, Erasmus Darwin, Jean–Baptiste Lamarck, William Charles Wells ve Alfred Russel Wallace gibi pek çok bilgin ve yazar konuyu ele aldıysalar da, evrim düşüncesinin sistemli bir biçimde kuramlaştırılması yine de Darwin tarafından gerçekleştirildi. Darwin Türlerin Kökeni kita-

bında, çok sayıda örnek göstererek, öz olarak, doğadaki ve canlılar dünyasındaki değişim ve çeşitliliğin nedenlerini ve bunların oluş düzeneklerini açıklıyordu.

Darwin'e göre, doğadaki canlıların tümü ortak bir atadan gelip ilkel biçimlerinden, daha gelişkin türlere evirilmişlerdi. Bu değişim ve çeşitlilikte, en fazla uyum sağlayanın hayatta kalması ilkesinin ifadesi olan doğal seçilim yasası ve hayatta kalma çabası rol oynamıştı.

Darwin'den önce biyoloji, birbiriyle fazla ilintili olmayan bir dizi olgu yığınından çok da öte bir şey değildi. Darwin doğadaki büyük çeşitlilik ve değişimi bir dizgeye bağlayıp açıkladı ve böylece –bir anlamda– canlılar dünyasının dil bilgisini oluşturdu. Rönesans'la başlayıp Aydınlanmayla hızlanan süreçte her şeyi teolojik–tanrı bilimi dizgeleriyle açıklayan düşünce biçimi sarsılmıştır. Doğayı, dünya ve olayları yorumlama yöntemi değişmiş ve daha önceleri inançlara dayandırılmaya çalışılan olgular artık akılcı yol-larla açıklanmaya başlamıştır. Yine de canlıların oluşumu esas olarak bir yaratıcıya, ilahi bir güce bağlayanlar çoktu. Bununla ilintili olarak, dünyanın yaşı milyarlarca değil sadece 6 bin yıl olarak belirtiliyordu. Darwin Türlerin Kökeniyle esas olarak bu görüşü yıktı.

150 Yıldır Bitmeyen Kavga

Profesör Jones kitapta evrim kuramını bütün boyutlarıyla ele alıyor; bugünkü bilgiler ışığında evrimi irdeliyor. Darwin gibi Jones da, evrimin doğruluğunu kanıtlayan yüzlerce örnek sıralıyor. Ve üstelik verdiği örnekler, binlerce yıl önce yaşamış ve bugün kaybolmuş türlerden değil. Bugün de yaşayan; çok kısa zaman önce evrim geçirmiş ve gözlerimizin

önünde hâlâ geçirmekte olan türleri inceliyor daha çok. Yalnızca bilinen türlerdeki evrimi incelemekle de sınırlamıyor kendini. Evrimin ortaya çıkardığı yeni türleri de evrim süzgecinden geçiriyor. AIDS hastalığına neden olan HIV virüsü, değişik kimyasal maddelere direnç kazanan böcek ve haşereler, antibiyotiklere dirençli hale gelen bakteriler... Hepsi de Jones'un örnekleri arasında. Profesör Jones, yaratılışçılar ya da akıllı tasarımcıların, "verilen örnekler hep binlerce yıl öncesinden; evrimciler bugün evrim geçirmekte olan tek bir örnek gösteremez" dayanaksız söylemleri, böyle çok sayıda örnekle yanıtlıyor ve evrimin bugün de sürmekte olduğunu somut olarak gösteriyor.

Evrim konusundaki tek kuram kuşkusuz Darwin'inki değil. Öncesinde olduğu gibi Darwin'den sonra da değişik evrim kuramları ortaya atıldı. Bugün de, Darwin'in eksik bıraktığı; iyi açıklayamadığı, ya da yanlış açıkladığı veya Darwin'in kuramının yetmediği olgular için yeni tezler öne sürülüyor. Jones kitabında yer yer bu tezleri de ele alıyor. Bu yüzden Neredeyse Bir Balina, Darwin sonrası yeni evrim tezlerini öğrenmek için de iyi bir fırsat.

Jones'un da dediği gibi, evrim biyolojinin dil bilgisidir. Kurallarını bilmeden nasıl bir dil öğrenilip kullanılamazsa, evrim öğrenilip kabul edilmeden de biyoloji, canlılar dünyasındaki değişim ve çeşitlilik, canlı doğası anlaşılamaz, araştırmalar doğru analiz edilip yorumlanamaz. Biyolojik bilimlerin değişik alanları, özellikle de moleküler, hücre ve gelişim biyolojisi, genetik, sinir bilim, biyokimya, biyoinformatik, moleküler evrim gibi bilim dalları bugün evrimi doğrulayan pek çok kanıt ortaya koyuyor: Darwin bugün yaşıyor olsaydı, büyük olasılıkla kitabını böyle yazardı.

AIDS Virüsünün Evrimi

Steve Jones "Neredeyse Bir Balina" da verdiği örneklerin neredeyse tamamını 20. yüzyıl biyolojisinden alıyor. Jones kitabının ilk bölümünü AİDS'E neden olan HIV virüsüne ayırıyor. AİDS'E neden olan virüsün altmış yıl önce şempanzelerden insanlara sıçradığından beri evrim cetvelindeki türler arası engelleri büyük bir hızla atladığını ve 1970 lerde Afrika'dan çıktığından beri daha da hızlı geliştiğini özetliyor yazar. Örnekleri birleştirerek karmaşık düşünceleri karşı karşıya getirmek konusundaki becerisiyle Jones, HIV nin tarihini, evrim teorisindeki bütün ana noktaları birkaç sayfada açıklamak için büyük bir ustalıkla kullanıyor.

Değişerek Üremenin Kanıtı

Yaratılışçılar, AIDS le ilgili bilimsel buluşları geçiştirmenin kolay bir yolunu buldular. AIDS in ortaya çıktığı zaman yeni bir bin yılın başlangıcının öngünüdür ve bu 'Son Yargılama' (Last Judgement) Tanrı'nın kızgınlığını çok iyi yansıtmaktadır. Yaratılışçıların savına göre, homoseksüeller doğanın işleyiş kurallarına karşı savaş açmıştı ve doğa korkunç bir öç aldı. Köktendinciler, bir virüsün evrimini, doğanın intikamı bağlamında da olsa, kabul etmek zorunda kaldılar, ama aynı sürecin canlı yaşamın geneli için geçerli olduğunu yadsımakta kararlılar.

Evrim karşıtları için bile, HIV, değişerek üremenin kanıtıdır, çünkü bu sürecin gerçekleşmesine tanık olmaktadırlar. Kısacık geçmişinde virüsün yapısı değişim göstermiş ve karşılaştığı yeni durumlara karşı uyum sağlamayı başarmıştır. Ölüm yaklaştığında hasta, kendisine bulaşmış olan virüsten,

insanla kuyruksuz maymun (ape) arasındaki fark kadar değişiklik gösterebilen virüsün torunlarının yuvası olmuştur artık. Her kıtada farklı cinsel alışkanlıklar vardır ve her kıta kendisine mükemmel uyum sağlamış virüs çeşitleri barındırmaktadır ve bize çok uzak akraba olan hayvanlar bile AİDS'E neden olan virüsün akrabalarını taşıyabilmektedir. Darwin, ileri sürdüğü düzeneklerin bu amansız tanıtlanmasını görmekten memnun olurdu.

Bilim, düşüncelere modeller üretir. Eğer, AIDS e neden olan virüs (HIV) evrim geçirebiliyorsa, her canlı form da evrim geçirebilir. Türlerin Kökeni, tatlı suda avlanan ayıları ve uçan balıkları, bütün canlı formlar için geçerli olan bir sürecin örnekleri olarak kullanmıştır. Evrim karşıtları içinse, tersine, virüsler için geçerli olan şey, kuşlar ya da balıklar, hele de insanlar için geçerli olamaz. Onlar için, balina gibi başka hiçbir hayvana benzemeyen bir hayvan, evrimin işlemediğinin kanıtıdır.

Sınanmaya Açık Kuram

Balinalar, insanlar ve virüslerin kökeniyle ilgili bir diğer görüşse son derece yalındır. Her türün bireyleri arasında hayatta kalabilecek olandan fazla sayıda yavru doğduğu ve bunun sonucunda var olabilmek için sık sık yinelenen bir mücadele yaşar. Herhangi bir birey kendisine az da olsa avantaj sağlayan bir özellik kazandığında, hayatın karmaşık ve bazen değişen koşulları altında, diğer bireylere göre yaşama şansını artırır ve doğal olarak seçilir. Kalıtımın kesin ilkesine göre, seçilmiş bir çeşit, yeni ve değişim göstermiş biçimi yaygınlaştırma eğiliminde olacaktır.

Darwin'in teorisinin bütün bölümleri sınanmaya açıktır.

Fosillerden, genlerden ya da yerbiliminden elde edilen ipuçları her somut durumda değişir, ancak bütün ipuçları bizi, canlı yaşamın bütün biçimlerinin akraba olduğu sonucuna götürür. Bu noktada basit bir sınama yapılamaz, ancak bütün bağıntılar kullanılarak yapılan sonuç çıkarımı bize bütünlüğü göstermektedir. HIVin, doğanın en yeni ve en küçük ürünlerinden olan bu tehlikeli virüsün, biyografisi neredeyse tümüyle bilinir durumdadır, oysa yaşayan en büyük hayvan olan balinaların yaşam öyküsünü kısmen biliyoruz. Ancak, bu iki canlıda, görünür olanın derinlerine bakıldığında anlaşılmıştır ki, kuzendiler. Mikroskop altında HIV in değişimi görülebilir ve bir biyoloji teleskopuyla uzak geçmişin farklı kesitleri incelenebilirse balina için de aynı sürecin geçerli olduğu görülecektir. Darwinizm, uçsuz bucaksız uzunluğuyla büyük bir drama olan evrim sürecinin iyi yazılmış giriş bölümüdür.

Uyum ve Doğal Seçilim

Bir milyon yıl kadar önce okyanus tabanından yükselerek meydana gelmiş olan Galapagos adaları volkanik adalardır. Bu adalar jeolojik devirler boyunca Güney Amerika kıtasıyla hiçbir zaman birleşmemiştir ve aralarındaki uzaklık 1300 km dir. Bu nedenle, yalnızca bir şans eseri olarak adaya ulaşabilen canlılar burada çoğalabilmişlerdir. Bu adalarda birkaç kara türü yaşar. Bunlar iki çeşit memeli, beş çeşit sürüngen ve 12 kadar göçmen olmayan kuşlardır.

Darwin, Galapagos adalarından birçok sarı-kahverengi ispinoz örnekleri toplamıştır. Darwin bunlardan 13 ispinoz türü tespit etmiştir. Bu kuşlardan 6 türü yerde, 6 türü ağaçlarda ve bir türü de çalılar üzerinde yaşamaktaydı. Her ne

kadar ispinozların tümünün vücut yapıları birbirine benziyor ise de gagaları farklı büyüklük ve şekillerdeydi. Darwin, kuşlardaki gaga şeklinin, farklı besin çeşitlerine uymasının bir sonucu olduğunu söylemiştir. Darwin bu ispinozların farklı gagaları olduğu ve farklı besinlerle beslendiği halde tümünün ortak bir ataya sahip olduğuna inanmıştı. Ata tür, Güney Amerika kıtasında yaşamış olan bir tür olabilirdi. Bu orijinal tiplerden bazıları adalara ulaşmışlar ve zamanla, evrim sonucu, farklı adalar üzerinde çeşitli ispinoz türleri ortaya çıkmıştır. Güney Amerika ispinozları bu çeşitliliği göstermezler. Kıta ile ilişkisi kesilmiş olan bu ispinozlar, kendi aralarında ve diğer kuş türleri ile besin için yarışmış olabilirler. Böylece, kuşlar farklı yaşama ortamlarına uymuşlar ve doğal seleksiyonla farklı besinleri almaya adapte olmuşlardır. Ada kuşları yeni yaşama ortamlarındaki adaptasyonu tamamlarken, kıta ispinozları da diğer kuşlarla, örneğin; ağaçkakanlarla ve ötleğenlerle, yaşama savaşı içindeydiler.

İspinozların farklı gaga şekilleri bir adaptasyon (uyum) sonucudur. Adaptasyon kalıtsal bir değişiklik ya da kalıtsal özyapılarının bir birleşimidir. Yeni oluşumlar organizmanın özel bir çevrede yaşama ve üreme şansını da artırır.

"Sence geçen yüzyılın en büyük bilimsel gelişmesi hangisidir diye sorsam acaba nasıl bir cevap verirdin?"

"Bir cevap; Büyük patlama, görelilik, genom projesi veya kuantum kuramı olabilir"

" Peki, en büyük bilim adamı?"

"Bunun için bir çok ünlü isimi sayabilirim; Newton, Einstein, Freud, Pasteur..."

"Bu soruya daha çok hangi bilim dalında diye sormak gerekir"

"Akıllıca bir yanıt, evrim konusunda diyelim"

"Doğal olarak herkes Darwin'in evrim kuramını bilir..."

"Bu çok doğru, Charles Darwin, getirdiği yeni bilimsel yaklaşımlar nedeniyle, evrim biliminin babası olarak nitelendiriliyor"

"Evet, katılıyorum, Darwin ve onun "Türlerin Kökeni" adlı kitabının yayımından bu güne kadar geçen 150 yılı aşkın bir süreden beri, dünyanın en uzun bilimsel tartışmasını oluşturuyor"

Güney Amerika'daki yolculuğu, bilim adamına birtakım anahtar göstergeler de sundu. Kıyılarda yol alırken, türlerin çevre etkisiyle nasıl değişikliğe uğradığını saptadı. Patagonya'da, Arjantin pampaları'ndaki büyük devekuşlarının, yerini daha küçük olanlara bıraktığına tanık oldu. O zaman, bu kuşların ortak bir atadan geldiğini ve coğrafi ayrılmalara bağlı olarak birbirinden farklılaştığını varsaydı.

"Buraları çok ilginç ve değişik ülkeler olmalı, bizim coğrafyamıza ne kadar da uzak"

"Evet, öyle uçakla bile 20 saatten fazla süreler, o günün koşullarında yalnızca yelkenli gemiler ve yıllar süren yolculuklar..."

"Oraları çok görmek ve gezmek isterdim, Oralara hiç yolculuk yaptın mı?"

"Evet, Güney Amerika'da; Şili, Arjantin, Paraguay, Uruguay, Brezilya gibi Ülkelere gitmiştim"

"Darwin'in de bu ülkelerde ve daha birçoğunda uzun incelemeler yaptı"

"Evet öyle. Onun da gittiği, Şili'de Valporaso adlı bir kente gitmiştim, Büyük Okyanus sahilinde, biraz bizim Kuşadası'nı andırıyordu, ancak bitkiler, ağaçlar ver diğer canlılar çok farklıydı. Darwin'in evrim düşüncesi buralarda şekillendi kafasında"

"Örneğin, Galapagos Adaları'na ulaştığında, ilk bakışta çok ıssız görünen bu adalarda, evrimsel uyuma çok iyi bir örnek oluşturan birçok canlı buldu"

"Evet, bu hayvanlar, Güney Amerika'dakilere benziyordu, ancak onlardan belirli derecelerde farklılaşmışlardı"

"Biyolojideki yeni gelişmeler, genetik bilimi, özellikle kalıtım konusundaki bilgi birikimi, Darwin'in varsayımını özü itibariyle destekliyordu. 19 Nisan 1882'de öldüğünde, güçlü bilim adamı dostları, Westminster Abbey'de gömülmesini sağladılar. Mezarı diğer ünlü bir bilim adamının, İsaac Newton'un birkaç adım ötesindedir.

"Demek ki, Mustafa Kemal Atatürk, Darwin'in ölümünden bir yıl önce doğmuş"

"Ancak, Darwinin de açıklamakta zorluk çektiği veya hiç değinmediği daha birçok olay var ve soru var değil mi?"

"Evet, pek çok soru ve olay var"

"Örneğin, neler?"

"Doğal ayıklanmanın gerçekleştiği değişimlerin doğası neydi? Bunlar nasıl ortaya çıkıyordu ve nasıl aktarılıyordu?"

"Darwin, bu konuda çağdaşları gibi çok açık fikirlere sahip değildi. Daha birçok çalışma ve araştırma gerekliydi. Akla hemen Mendel geliyor değil mi?"

"Evet, gerçekten öyle, Mendel ünlü yasalarını, Türlerin Kökeni'ni yayımlanmasından 6 yıl sonra ortaya koymuştu"

Gregor Mendel

Johann Gregor Mendel 22 Temmuz 1822 Heinzendorf'da doğdu (bugünkü Hynčice, Vražne, Çek Cumhuriyeti), 6 Ocak 1884 Brünn'de öldü (bugünkü Brno, Çek Cumhuriyeti); genetik biliminin kurucusu, Avusturyalı botanik bilgini ve rahiptir.



Küçük yaşlarda bahçe işleriyle uğraşmaya başlayan Mendel, üniversite öğreniminden sonra bir din adamı olarak Moravya'da yaşamını sürdürdü. Bu arada bitkiler üzerinde pek başarıya ulaşamayan bazı incelemelerde bulundu.

1854 te Brünn'e dönerek bir teknik lisede öğretmenlik yapmaya başladı. Daha öncede öğretmenlik sınavlarına girmiş ancak başarılı olamamıştı. 19. yy. ortalarında Darwin'in doğal ayıklanma kuramının yayıldığı sıralarda canlı bir türün özelliklerinin kendisini izleyen döllere nasıl aktarabildiği sorunu yeni bir yoğunlukla ortaya çıkmıştı.

Biyoloji bilginleri özellikle bitkibilimciler harcadıkları ça-

balara karşın bu sorunu aydınlatamıyorlardı. Daha sonraları genetiğin babası olarak kabul edilecek Mendel, aynı sorunla ilgili deneylere 1858'de başladı ve araştırmalarının ancak 8 yıl sonra sonuca ulaştırabildi. Başarısı, incelediği konuya elverişli olan yönteminden kaynaklandı. Mendel bir yandan farkların az ve son derece belirgin olduğu bitki çeşitlerini (dev ya da cüce, düz ya da kırışık bezelyeler) ayırmayı öte yandan aktarılan özelliklere göre sayısal ilişkileri araştırmada istatistiğin henüz yerleşmiş bir bilim dalı olmadığı bir dönemde istatistik yöntemini benimsemeyi bildi.

Bezelyelerle yaptığı deneylerde bitkinin uzun boylu ya da cüce, çiçeklerin ve yaprak koltuklarının renkli ya da renksiz, tohumlarının sarı ya da yeşil, düzgün ya da buruşuk olması gibi karşıt özelliklerden birini kuşaklar boyu taşıyan saf soylar elde etmeyi başardı. Ardından bunları kendi aralarında çaprazladı. Sonuçta gözle görülür ölçüde belirgin olan bu iki seçenekli özelliklerin saf soylar ile melez döllerde temel kalıtım birimleri aracılığıyla ortaya çıktığını ve her özellik için bir çift genin bulunduğunu öne sürdü.

Mendel tüm bunları basit istatistiklerle değerlendirdi. Bu Mendel yasaların temel ilkesi melez döllerin üreme hücrelerinde yarısı anadan yarısı babadan alınmış kalıtım birimlerinin bulunmasıdır.

Mendel Yasaları

Mendel, manastırın bahçesinde bezelyeleri birbirleriyle çaprazlayarak (eşleştirerek) kalıtım için ilgi çekici sonuçlar buldu. Çalışmalarını yaptığı dönemde kromozom ve genlerin varlığı bilinmemesine rağmen, özelliklerin "faktör" adını verdiği birimlerle kuşaktan kuşağa aktarıldığını söyledi.

Bahçe bezelyeleriyle yıllarca yapmış olduğu çalışmalarının sonuçlarını 1865 te yayınladığı Bitki Melezleri Üstüne Denemeler isimli yapıtı ile genetiğin kurucusu olarak kabul edildi.

Mendel'in en önemli deneylerinin konusu bezelye idi. Sıradan bezelye tanelerinin bazıları düz yuvarlak, bazıları buruşuktur, bazı taneler sarıyken, diğerleri yeşildir, bazı bezelye bitkileri uzun, bazıları kısadır. Bu bitkileri düzenli tozlaşmalara tabi tutan Mendel, yukarıdaki özelliklerin dölden döle nasıl aktarıldığını göstermiştir. İki özelliğin bir araya gelmesi sonucunun kendine özgü bir ortalaması olabileceği düşünülebilir. Bazı saf öz yapıların birleşmesinden, gerçekte de bu sonuçlar alınabilir; ama Mendel'in deneylerine göre, iki saf bireyin çaprazından, örneğin; uzunluk ve kısalıktan melez uzunlar çıkmaktaydı. Uzunluk karakteri, kısalık karakterine baskın olduğundan sonuçta melez bireyler uzun görünümdeydi. Bu tip iki uzun melezin çaprazı sonucunda ise, % 25 oranında saf uzun, % 25 saf kısa, % 50 melez uzun çıkmaktaydı. İki eş saf özellik çaprazlandığında, sadece bu saf özellik ortaya çıkmaktaydı. Mendel kanunlarının temeli bu deneylere dayanmaktaydı.

Mendel'in Bezelye Deneyleri

Mendel bahçe bezelyeleriyle yaptığı çaprazlamalarda bazı belirli özelliklerin değişmediğini saptadı. Bezelyelerin bir kısmı kısa ve çalı tipli (bodur) olduğu halde, bazıları uzun ve tırmanıcı idiler. Yine, bazıları sarı tohum ürettiği halde, bir kısmı yeşil tohum üretirdi. Bazıları renkli çiçeklere sahip olduğu halde, bazıları da beyaz çiçek ihtiva ederdi.

Mendel bahçe bezelyelerinin topu topu yedi özelliğinin

değişmediğini keşfetti. Ayrıca bezelye çeşitlerinde özelliklerin kuşaktan kuşağa kendi kendilerine sürdürdükleri tozlaşma sayesinde korunduğunu gördü.

Melezleme tozlaşmasında ise çiçeğin erkek organlarından diğer bitkinin dişi organına çiçek tozu (polen) aktarılarak kolaylıkla üretilmekteydi.

Farklı yedi özellik (uzunluk, kısalık, sarı tohum, yeşil tohum vs.) görüldüğünden ve melezleme tozlaşması kolaylıkla icra edildiğinden Mendel'in seçtiği konu idealdi. Onun ilk işi, kendisinin takip ettiği ve anne babadan evlatlara devamlı aktarılan yedi özelliği, olsa da olmasa da keşfetmekti. Mendel farklı bitki çeşitlerinin her birinden tohumlar toplayarak onları bahçesinde fidan olarak dikti. Deneylerle ortaya çıkan yedi özelliğin zürriyet meydana getirmede ebeveynlerden (anne babadan) evlatlara aktarıldığını göz önüne almıştı. Bezelye çiçekleri, ancak kendini dölleyebilecek bir yapıya sahip olduğundan saf soylarını devam ettirmeye müsaittir. Mendel ilk deneylerinde bezelyelerin arı döl olup olmadığını araştırmaya başladı. Bunun için aynı bitkiyi birkaç defa arka arkaya tozlaştırarak birçok döl elde etti. Her dölde elde ettiği bireyleri birbirine ve ebeveynlerine benzeyip benzemediklerine göre ayırdı. Böylece özellikleri farklı yedi saf döl elde etti. Bu özelliklerin her birine saf karakter adını verdi. Mendelin deneyinde bezelye kullanılmasının nedeni; bezelye çiçeklerinin taç yaprakları uzun ve geniş olup çiçeğin erkek ve dişi organı tamamen dış dünyaya kapatır. Böylece doğal ortamda yabancı tozlaşma yapılmaz.

Mendel'in Dominantlık (Baskınlık) Yasası

Mendel'in bundan sonraki işi, iki farklı özyapıdaki bitkinin tozlaştırıldığında ne olacağını görmekti. Buna uygun olarak bir uzun ve bir kısa ana-baba bitki seçti. Uzunundan çiçek tozu alarak kısanın dişicik borusunun üzerine serpti. Kısa bitkide tohumlar olgunlaştığında çaprazlamanın sonucunu keşfetmek için tohumları ekti. Acaba yeni bitki kısa bireye mi, uzun bireye mi benzeyecekti? Yoksa her iki ata özyapısının etkisiyle orta uzunlukta mı olacaktı? Üreyen fidanların hepsinin, çaprazlamayı yapmak için çiçek tozu aldığı bitkiler gibi uzun olduğunu gördü.

Mendel'in ikinci adımı, hangi bitkinin farklılığa sebep olduğunu bulmaktı. Çiçek tozunu kullandığı mı, yoksa üretimde tohumlarını kullandığı bitki mi?

Buna uygun olarak tozlaşma işlemini tersine uygulayarak, polen için kısa bitkileri, tohum üretimi için de uzun bitkileri kullandı. Sonuçlar önceki gibi olup bütün yavru bitkiler uzun meydana gelmişti.

Mendel sonra diğer karakterleri çaprazlayarak deneyler yaptı. Sarı tohumlu bitkilerle yeşil tohumlu bitkileri çaprazladı. Çaprazlamanın birinci dölünde (F1 dölünde) hepsinin sarı tohumlu olarak ürediğini gördü. Bunun gibi yuvarlak tohumlu türlerle buruşuk tohumluların çaprazlamasından yuvarlak tohumlular üretti. Mendel yedi farklı karakteri çözümleyene kadar çaprazlama deneylerini tekrar etti ve şaşırtıcı sonuçlar elde etti. Çaprazlama döllerini dikkatle takip ederek birinci çaprazlamada kullandığı ana-baba bitkileri "P" olarak adlandırdı. Adı geçen dölün çaprazlama sonucuna (ürününe) F1 olarak ad verdi. F1 ilk soyun örnekleriydi. İki uzun bezelyenin F1 döllerinin çaprazlamasıyla, F2

dölünü (torunları) üretti. Üretimde önceki yolu izleyerek, her ikisi de uzun olan iki F1 bitkisi seçti. Onları çaprazlayarak tozlaştırdı ve F2 dölünü vermesi için tohumları dikti. Bu çaprazlamanın sonuçları gayet dikkat çekiciydi. Bitkilerin bazıları uzun olmasına karşın, diğerleri kısaydı. İkisi arası uzunlukta (orta boy) hiçbir bitki meydana gelmemişti. Üretilen bitkilerin 3/4ü uzun, ¼ ü ise kısa idi. F2 dölünde kısa bitkilerin tekrar ortaya çıkışı Mendel için büyük bir anlam taşımaktaydı. Demek ki F1 bitkileri görünmeyen kısalık karakterine sahipti. Diğer karakterlere sahip olan F1 neslinin çaprazlamalarıyla da aynı sonuçlar elde edildi. Sarı tohumlu ile yeşil tohumlu ebeveyn bitkileri (P) birbirleriyle çaprazlandığında F2 dölünde 3/4 oranında sarı ve 1/4 oranında yeşil bezelyeler üredi. Mendel bu sonuçlardan yaralanarak "Dominantlık yasası"nı kurdu.

Mendel'in ikinci yasası olarak bilinen dominantlık (Baskınlık), açık bir anlatım ile şöyle tanımlanabilir: "Aynı genetik yapıya sahip iki benzer melez çaprazlandığında meydana gelen dölde, ana-babadan gelen karakterler belirli oranlarda (baskın karakter % 75, çekinik % 25) ortaya çıkar"

Mendel'in ilk kalıtım Yasası: Uzun bezelyelerin kısalarla melezlenmesinden (çaprazlanmasından) uzun F1 nesli üredi ve kısa bezelyeler F2 dölünde tekrar ortaya çıktılar. Mendel, özyapıların bilinmeyen etmenler tarafından kontrol edildiğini ileri sürdü. Bugün bu etmenlere gen denilmektedir

Eş tiplilik (izotipi) Yasası

Bu yasa, çeşitli kalıtsal özyapıların genler tarafından kontrol edildiğini ve çiftler halinde bulunduğunu açıklamaktadır. Mendel' in yaşadığı zamanda gen ve kromozom-

lar bilinmediği halde onun "Eş tiplilik yasası" bugün genetiğin temel kurallarını meydana getirmektedir. Eş tiplilik (İzotipi) yasası açık bir anlatım ile şöyle tanımlanabilir: "Birer karakteri farklı iki saf (homozigot) ırk çaprazlandığı zaman meydana gelen F1 dölünün bireylerinin hepsi melez ve birbirine benzer olur" Uzun saf bezelye ile kısa saf bezelyelerin çaprazlanmasından % 100 uzun melezler meydana gelir.

Mendel uzun F1 dölü bitkilerinin saf uzun ana-baba bitkileri gibi olmadıklarını ortaya çıkardı. Bu bezelyeler görünmediği halde kısalık etkeninin taşımaktaydılar. Bu etki bir sonraki dölde tekrar ortaya çıkacaktı. Bu düşünce biçimi, onun kalıtımın ikinci yasasını, yani baskınlık (dominantlık) yasasını keşfetmesine öncülük etti. Buna göre, çiftler halinde bulunan genlerden biri diğerini maskeleyebilir veya varlığını göstermesine mani olabilir.

Çekinikli(resesif) Yasası

Bahçe bezelyelerinde olduğu gibi, uzunluk bir çift gen tarafından denetlenir. Uzunluk geni, kısalık genine baskındır (dominant). Kısalık genine çekinik (resesif) denir. Mendel'in çaprazlamalarında ana-babadan biri saf uzun olup, her iki uzunluk genine de sahipti. Diğeri de saf kısa olup, her iki kısalık genine sahipti. Bunların çaprazlama ürünü olan F1 dölünün bireylerinin hepsi uzun, fakat melezdiler. Bunlar bir uzunluk ve bir kısalık geni taşımalarına rağmen, uzunluk geni kısalık genine baskın olduğundan uzun olarak ortaya çıktılar. Mendel, çalışma sonuçlarını tablolar halinde göstermeyi başardı. Günümüzde her özyapı en az iki genle belirtilir. Genetikte her gen bir harf ile betimlenmektedir.

Dominant (baskın) genler büyük harfle, resesif (çekinik) genler aynı harflerin küçükleri ile simgelenir. Eğer uzunluğu T harfiyle gösterirsek, saf uzun bitki TT olarak yazılacaktı ve uzunluk özyapısının her iki geni böyle gösterilecekti. Büyük T uzunluğun, zıt olan kısalığa baskın olduğunu anlatmaktadır. Aynı yöntemle, küçük t, kısalığı simgelemektedir ve yalnız başına saf kısa, tt olarak gösterilecekti. Bu özelliği heterozigot olarak taşıyan birey ise Tt olarak gösterilir ve fenotipte T özelliğindedir (uzun boyludur).

Bütün vücut hücreleri diploit sayıda (2N) kromozom ve gen ihtiva etmelerine rağmen, gametler (cinsiyet hücreleri) mayoza uğrayarak kromozom ve gen sayılarını yarıya indirgediklerinden haploit sayıda (N) kromozom ve gen taşırlar. İnsanın vücut hücrelerinde 23 çift (46 adet), gametlerinde ise 23 adet kromozom bulunur.

"İlk bakışta biraz karmaşık gibi görünüyor, ancak örneklerle açıklanırsa daha kolay anlaşılabilir"

"Evet, biyoloji dersinde en sevdiğim konulardan birisi idi, çok iyi anlaşılırsa tüm sınav soruları kolaylıkla çözülebiliyor"

"Diğer tanımları ve kavramları da öğrenmiştik, şimdi yeri geldi galiba"

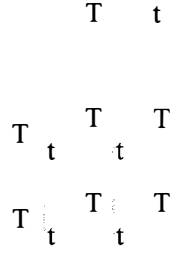
"Doğru, nerelerde kullanabileceğimizi daha iyi görmüş olduk"

Sonuç olarak bezelyenin tohum taslağındaki yumurta hücresi ve polen tanesinden meydana gelen sperm çekirdekçiği her özyapı için yalnız birer gen taşırlar. Saf uzun bezelye bitkisinde, yumurta ve sperm çekirdekleri olgunlaştığında biri T nin birini, diğeri de diğer T yi alır. Aynı şekilde bütün

vücut hücrelerinde tt genlerini taşıyan saf kısa bitkinin genleri mayoz sonucu t ve t ye bölünerek şekillenen yumurta veya spermlere geçerler.

Ayrılma (Segrasyon) Yasası

Mendel, "Ayrılma yasası" adını vererek kalıtımın üçüncü yasasını da kurdu. Buna göre, bir melezde bulunan gen çiftleri birbirinden bağımsız ayrılarak gametlere gider. Bu demektir ki, gen çiftinin bir tanesini bir gamet, diğerini ise başka bir gamet taşır. Ayrıca bir melezde, baskın genle beraber bulunan çekinik gen değişmez. Eğer melezin sonraki döllerinde, iki çekinik bir araya gelirse, çekinik özyapı tekrar ortaya çıkar.

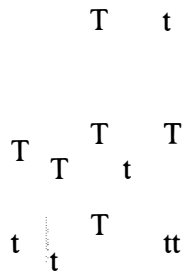


Çizelge 1

Çaprazlamaların çizim yöntemleri: Mendel'in bezelyelerle olan melezleme çalışmaları, dama tahtasına benzeyen çizelgelerle daha açık olarak gösterilebilir. Gametler, üst ve dikey karelere yerleştirilir. Gametlerin birbiriyle eşlenmesi, diğer karelerde işaretlenir. Saf uzun TT ve saf kısa tt bitkinin çaprazlamasını çizelge 1'de görülür.

Tt meydana gelen uzun melez bitkileri tanımlar. T (uzunluk) geni, kısalık (t) genine baskın olduğundan, bireyler uzun olarak gözükür.

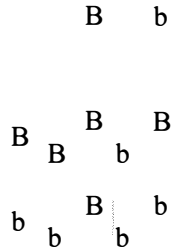
Eğer Tt melezleri birbiriyle çaprazlanırsa gen birleşimlerinin dört olasılığı da rahatlıkla çizelgede işaretlenebilir. Durum çizelge 2´de gösterildiği gibi olur.



Çizelge 2

Melez ana-babadan T ve t genlerinin birleşme olasılığı sonucunda, F2 dölünde: ¼ ü saf uzun TT, 1/2 melez uzun Tt ve ¼ ü saf kısa tt yavru meydana gelir. Mendel'in uzun ve kısa bezelyeleri çaprazlayarak elde ettiği aynı sonuçlar kobayların renk kalıtında da kanıtlanmıştır. Bu durumda siyah renk, beyaz renge baskındır. Saf bir siyah kobay BB ile saf bir beyaz kobayı bb çaprazladığımızda ne olacağını görelim. F1 dölünde bütün bireyler (yavrular) siyahtır. Genetik yapılarında anne ve babalardan farklılık gösterirler.

Kobaylarda baskın ve çekinik genler.



Çizelge 3

Çünkü onlar melez siyahlar Bb dir. İki melez çaprazlandığında F2 dölü 1/4 oranında saf siyah BB, 1/2 oranında melez siyah Bb ve ¼ oranı saf beyaz bb olarak gözükebilir. F1 dölünün iki melezi Bb arasındaki çaprazlamadan ortaya çıkan F2 dölü, çizelge 3'ün içindeki gibi dağılım gösterir.

1930 lar ve sonrasında daha önce Gregor Mendel tarafından ortaya konmuş olan kalıtım kuramı, biyolojinin kalıtımın moleküler temellerine ait sağladığı bilgi ve Darwin'in kuramının bireşimiyle evrim kuramı çağdaş halini aldı. Güncel bakış açısıyla evrim, bir gen havuzu içinde bir nesilden diğerine belli bir özyapı oluşmasında etkili olan allellerden birinin sıklığının değişmesi olarak tanımlanabilir.

Diğer Evrim Kuramları

Herbert Spencer Kuramı

Herbert Spencer (1820–1903), evrim (evolution) kavramının popüler bir kavram olmasını ilk olarak sağlayan kişidir. Spencer'ın Evrim Teorisi: evrimin Güneş Sisteminden Dünya'mıza, Dünya' mızdan tüm canlıların bedenlerine, canlı-

ların bedenlerinden sosyolojik yapılarına kadar gerçekleşen bir yasa olduğunu ileri sürer. Spencer, her alana uyguladığı evrim kavramını dillere bile uygular ve dillerin, ortak ilkel bir kökenden yavaş aşamalarla evrimleştiğini savunur. Çeşitli kelimelerin ve tamlamaların kökenine inerek, genel evrim yasasının dillerde nasıl rol oynadığını göstermeye çalışır. Spencer, dinlerin, ilk ve temel kaynağını atalara tapınmada bulduğunu söyler ve kişisel tanrılara tapınmaya geçişi de dildeki değişimlere bağlar. Ernst Cassier, Spencer'in bu görüşüne karşılık; "İnsan kültürünü salt bir yanılsama ürünü, sözcüklerle hokkabazlık yapma ve adlarla çocukça oynama olarak düşünme, çok inandırıcı ve akılla bağdaşır bir varsayım değildir." Demiştir.

Spencer'ın biyolojik evrim kuramı, evrensel bir evrim yaklaşımının alt kümesidir. Bu yönüyle Lamarck'ın, Darwin'in ve Wallace'ın biyoloji odaklı evrim kuramlarından ayrılmaktadır. Spencer'ın genel evrim yaklaşımında, yalın ve bağdaşık bir halden karmaşık ve çok türel duruma geçiş esastır. Aynı şekilde bireylerin gelişiminin de bu temel çerçevesinde oluştuğunu savunur, ünlü biyolog Wolff ve Von Baer'i izleyerek, bağdaşık bir yumurtadan canlının değişik bölüm ve organlarının evrimleşmesini, kanıt olarak gösterir. Bu daha önce gördüğümüz sıralı oluşum kuramı yoluyla, Evrim Kuramının savunulmasıdır.

Spencer, her ne kadar "Sosyal Darwinizm" ile özdeşleştirildiği için daha çok Darwin ile arasında bağ kuruluyorsa da, aslında o, biyolojide Lamarck'ın izleyicisidir. 1852 yılında, Darwin'in daha "Türlerin Kökeni" kitabını yazmadan yedi yıl evvel, Lamarck'ın Evrim Teorisini, söz konusu olan embriyolojiden örnekler ile birleştirip savundu. Spencer, La-

marck'ı izleyerek sonradan kazanılan özelliklerin aktarılmasının biyolojik evrimin temel düzeneğini oluşturduğunu söylemiştir. Kendisi, kalıtım ile ilgili genel bir kuram ortaya süren ilk kişi olarak gösterilir. Bu yaklaşıma göre, türe özel, kendini yenileyen, fizyolojik parçacıklar çevreye cevap verme ve böylece sonradan kazanılan özellikleri aktarma yeteneğine sahiptirler.

Spencer'ın Evrim Teorisi açısından bir önemi de, onun evrim kavramını yaygınlaştırması yanında, "en uygun olanın yaşaması" (Survival of the Fittest) deyimini ilk olarak kullanmasıdır. O, var olma kavgasının (Struggle for Existence), en uygun olanın yaşamasına yol açtığını söylemiştir.

Oparin–Haldane Kuramı

"Şu an bilmediklerimizi yarın biliyor olacağız."

Bu yalın deyişin sahibi, Rus biyolog Aleksandr Ivanoviç Oparin'in 1924'te yazdığı "*Yaşamın Kökeni*" adlı bilimsel makalesi, yaşamı kavrayışta yeni bir dönem başlatmıştı. Oparin'in konuya özgün bir açıdan yaklaşması rastlantı değil, biyokimya ve moleküler biyolojinin gelişmesinde cesur bir başlangıçtı. Onun düşünceleri; 1929'da Britanyalı biyolog J. B. S. Haldane'in bağımsız katkılarıyla desteklenmiştir. Bu çalışma Oparin–Haldane varsayımını doğurmuş ve bu da yaşamın kökeninin kavranılmasına temel oluşturmuştur. Kurgu bilimci Asimov, bu yeni olgu karşısında "yaşamın kökenine ilişkin sorunlar, tümüyle farklı bir bakış açısıyla ilk kez ayrıntılarıyla inceleniyor" demişti.

Oparin dünyanın ilk atmosferinin bu günkünden kökten farklı olduğu sonucuna vardı. Atmosferin özyapısı, yalnızca

oksijen olmadığı için, yükseltgen değil indirgen olduğunu öne sürdü. Yaşamın dayandığı organik kimyasalların, güneşten gelen morötesi ışınının etkisiyle bu bir atmosfer içerisinde kendiliğinden oluştuğunu savundu. J. B. S. Haldane de Oparin'den bağımsız olarak benzer bir sonuca ulaştı. Güneş günümüzde olduğundan belki biraz daha parlaktı ve atmosferde oksijen olmadığından, güneşten gelen kimyasal olarak etkin morötesi ışınlar bugün olduğu gibi büyük ölçüde atmosferin üst katmanlarındaki ozon (oksijenin değişik bir biçimi) ve alt katmanlardaki oksijen tarafından durdurulmuyorlardı. Bu ışınlar deniz ve kara yüzeylerine veya en azından bulutlara kadar ulaştılar. Artık morötesi ışınlar, bir amonyak, karbondioksit ve su karışımına etki ettiğinde, çok büyük bir organik madde çeşitliliği üretmektedir ki, buna çeşitli şekerler ve görünüşe bakılırsa, proteinlerin yapıtaşları olan bazı maddeler de içeridir.

De Veries'in Değişinim-Mutasyon Kuramı

Hugo De Vries, Darwin'in ileri sürdüğü düşünceleri okudu ve değişkelerin tüm canlılarda oluştuğunu ilke olarak benimsedi. Ancak, türler arasındaki bu büyük çeşitlenmelerin nedenini de merak ediyordu. O devirde, Hollandalı lâle üreticilerinin, seçme ve çaprazlama ile daha koyu kırmızı lâlelerin ıslahını gerçekleştirdiklerini de öğrenmişti. Bu seçme sırasında yeni renkler eklenmemekle birlikte; bazen, ortaya tümüyle değişik renkli lâleler çıkıyordu. Bu bir anda kalıtsal değişikliğin nedeni "Değişinim-mutasyon" olmalıydı. Darwin de ara-sıra ortaya çıkan bu değişik çeşitleri fark etmiş; ancak, evrimde pek önemli olmayacağını düşünmüştü. De Vries, çalışmalarının sonunda değişime uğrayan kalıtsal bi-

rimlerin ayrı ayrı (bağımsız) olabileceğini göstermişti. Kaynak çalışmasında, bu kalıtsal özelliklerin kendisinden daha önce bulunduğunu gördü. Gregor Mendel, bezelyede kalıtsal birimlerin birbirlerine bağlı olmadan kalıtıldığını çok daha önce (1865 de) bulmuştu. De Vries, buluşunu Mendel'inkiyle birlikte 1900 yılında yayınladı. Daha sonra, De Vries'in mutasyon dediği değişikliklerin gerçekte kromozom değişmeleri olduğu anlaşıldı.

Seçimli Üretme Yöntemi

Çok eski zamanlardan beri, insanlar özellikle kendilerine yararlı olan bitkileri ve hayvanları, hem yiyecek, güç ve diğer özelliklerinden yararlanmak için evcilleştirmişlerdir. Örneğin et, süt, yumurtanın niteliksel olarak yüksek olan hayvanları bu amaçla seçmiş, gerektiğinde ise eğitmişlerdir. Bitkilerde ise, aynı türden daha çok meyve, daha çok sebze ya da daha çok tane verenlerin tohumlarını seçerek, daha sonraki dölleri bunlardan yetiştirmişlerdir. Böylece, binlerce yıl devam eden seçimli üretme ile bitki ve hayvanların çeşitlerini geliştirmişlerdir.

Kuşaklar ve döller boyunca soyun kaydedilmesi ile soy ağacı ortaya çıkar. Soy ağacı bilinen bir hayvan, yani birçok döl boyunca atası bilinen bir hayvan, diğerinden daha değerlidir. Soyu belli hayvanlar ve bitkiler döller boyunca atalarının karakterlerini belirgin olarak gösteren özelliklerine göre seçilmişlerdir. Bu nedenle bunlar, ataları bilinmeyen bireylerden daha büyük bir olasılıkla bu özyapıyı korurlar. Aynı zamanda istenilmeyen özellikler de ortadan kalkar.

Deneme–yanılma ile sınanan seçimli üretme her zaman başarılı olmamıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda, seçimli

üretmenin bazen başarılı olduğu görülmüştür. Kalıtımın sonuçları etkilediği fark edilmiş; ancak, bunun nasıl olduğu bilinememiştir. Bu durum binlerce yıl böyle devam etmiştir. Daha sonra, yaklaşık yüz yıl kadar önce, genetik bilimi gelişmiş ve kalıtsal olayların açıklaması yapılmaya başlanmıştır.

Çevrenin Gelişim Üzerindeki Etkisi

Çevre, kalıtsal özyapıların gelişme düzeyini etkileyebilir. Çevrenin çok sayıdaki etmeninden hangisinin ya da hangilerinin sonucu etkilediği araştırılır. Bunun için, etkenlerden biri değiştirilip, diğerleri değişmez tutularak denetim altında deneyler yapılır. Böylece, görülen farklılığa hangi etkenin neden olduğu anlaşılabilir. Çevre etmenlerinin tümü değişmez tutulduğunda bir farklılık görülüyorsa, bunun nedeninin kalıtsal olduğu söylenebilir.

Kalıtım bir organizmanın ne olacağını değil, ne olabileceğini belirler. Bir organizmanın ne olacağı, onun hem kalıtımına ve hem de çevresine bağlıdır. Bu iki etken canlının son görünümünü oluşturmak için birlikte iş görür. Kalıtımla çevre arasındaki ilişkiyi gösteren örneklerden kimileri aşağıda verilmiştir:

1. Kimi kalıtsal özellikler ana-babada görülmese bile, oğul döllerde görülebilir. Örneğin; sirke sineği kalıtsal olarak kıvrık kanatlılık özelliğine sahip olabilir. Bu özellik yüksek sıcaklığın etkisiyle ortaya çıkar.

2. Kimi karakterler hiçbir şekilde çevre tarafından etkilenmez. İnsanlarda incelenen ilk kalıtsal karakterlerden biri, çok parmaklılıktır. Bu karakterin ortaya çıkmasında çevre-

nin hiçbir etkisi yoktur. Renk körlüğü, kan grubu, göz rengi, serbest ya da yapışık kulak memesi gibi insanın diğer bazı karakterlerinin ortaya çıkmasında da çevrenin etkisi görülmez.

3. Bazı karakterler çevre şartlarındaki değişmelerden önemli ölçüde etkilenirler. Örneğin; bazı antibiyotikler, böcek savma ilaçları, besinlere eklenen katkı maddeleri kromozomlarda değişime neden olabilirler.

Evrim Kavramını Tamamlayan İlkeler

"Şimdi istersen, bu aşamaya kadar öğrendiğimiz evrim ilkelerini bir özetleyelim"

"Bunu her zaman olduğu gibi sevinçle yaparım"

1. Evrimleşme, bireylerle değil, varlık kümeleriyle–popülâsyonlarla olur.

2. Evrimleşmenin kaynağı, değişkeler, yeniden birleşimler, kısacası değişimleridir.

3. Evrimleşmeyi sağlayan etkiler, doğal seçilim, kalıtsal sürüklenme, rastlantıya bağlı üremelerdir.

4. Evrimleşme, bazı jeolojik devirlerde daha hızlı olmuştur. Zamanımızda da sürmektedir. Eskiler birbirlerinden gittikçe farklılaşırken, yeni türler oluşmakta ya da yeni türler için ortam hazırlanmaktadır.

5. Evrimleşme, farklı hayvan grupları arasında değişik hızla yürütülür. Genel bir ilke olarak, herhangi bir varlık kümesinin evrimleşme hızı, yeni tür oluştururken artar; çevresine uyum yaptıktan sonra, bu hız adım adım düşer.

6. Yeni türler, gelişmiş canlılardan değil, daha yalın ve

daha az özelleşmiş canlılardan türer. Örneğin, memeliler, büyük ve gelişmiş sürüngenlerden değil, çok daha ilksel ve küçük yapılı olan sürüngenlerden türemiştir.

7. Evrimleşme her zaman yalından, gelişmişe doğru yürümez! Bazen geriye doğru evrimleşme de olabilir. Sonuncu durumda. Gelişmiş ve karmaşık canlılardan, daha olağan yapılı canlılar oluşur. Örneğin, parazitler (bağırsak parazitleri gibi), serbest yaşayan atalardan; kanatsız kuşlar (devekuşu, emu vs.) ve kanatsız böcekler (bit gibi) kanatlı atalardan; yılanlar, bacaklı kertenkelelerden; arka bacağı olmayan balina, dört ayaklı bir atadan türemiştir. Geriye doğru evrimleşenler olmakla beraber, evrimleşme, bir bütün olarak ileriye dönüktür (Dollo Yasasını hatırlayalım).

8. Değişimler tamamen rasgele olarak ortaya çıkar, ancak bulunduğu canlıya uyum yeteneği sağlayanlar korunur. Bir organın ya da yapının varlığı ya da yokluğu, o canlıya yarar sağlıyorsa, oluşacak değişinimler, o organın ya da yapının güçlendirilmesi ya da yok edilmesi yönünde seçilime uğrar.

9. Evrim yasaları Evrenseldir. Farklılaşma ile başlayıp, kusursuzlaşmaya doğru gelişen yasalardır.

10. Evrim onlarca yasadan oluşur ve anlamlıdır. Bu anlam yalnızca mantıkça değil ayni zamanda etik-törebilimsel olarak da geçerlidir.

"Kutlarım seni, tüm evrim olgusunu on küme altında toplamış oldun"

"Doğal olarak bir de toplumsal ve sosyal yönleri var"

"Kuşkusuz, biraz da o konularda bilgi toplayalım"

Evrim, Etik ve Genetik

H. Spencer'ın günümüzdeki şöhretinin en önemli nedeni, biyoloji alanındaki yaklaşımından ve genel evrimsel felsefesinden daha çok, Evrim Teorisi'ni sosyoloji alanına uygulamasını öngören "Sosyal Darwinizm" diye anılan görüşleri olduğunu söylemiştik. Buna göre, doğadaki evrimsel süreçten insanlar ve toplumlar için sonuçlar çıkarılır. Evrimsel süreçte, en güçlü olanın yaşadığı ve var oluş mücadelesinde başarı getiren bu sonucun toplumlara da uygulanabileceği, böylece toplumların ilerlemesinin, gönenç ve gelişmesinin mümkün olacağı söylenir. Huxley'in yaklaşımından da, biyolojik Evrim Teorisi, ahlak ve siyaset alanında birbirinden çok farklı görüşlerin savunulması için kalkış noktası olmuştur. Spencer doğanın tam bir taklidinde erdem görürken, Huxley doğaya karşı durmakta erdem bulmuştur. Karl Marx ve Friedrich Engels de Evrim Teorisi'ni desteklemişlerdir, ama kendi görüşleriyle çok zıt noktada olan "Sosyal Darwinizm"e karşı çıkmışlardır. Doğalcı etik konusuna eğilen birçok düşünür;

"Niçin doğal düzen, etiğin yerleşmiş kurallarını karşılamak durumunda olsun? Doğanın yaptığının, ahlak açısından iyi ya da kötü olduğuna nasıl karar verilebilir?"Diye sormaktadırlar. Doğalcı bir etiğin yapmaya giriştiği gibi, olandan "iyi" olanın üretilmesini "doğalcı yanlış" (natural fallacy) olarak nitelemekte ve bunun bir mantık hatası olduğunu söylemektedirler. Bu fikri paylaşan düşünürler doğada, bilimin keşfetmesi gerekli bir ahlak yasası aramamak gerektiğini ileri sürerler. Görüldüğü gibi biyolojik Evrim Teorisi'ni, belirli ahlak kurallarını veya sosyolojik ve politik bir dizge ile bir tutup; birine yöneltilen eleştiri ile diğerini

çürütmeye çalışmak veya birinin doğrulanmasını, diğerinin de doğruluğunun kanıtı saymak hatalıdır. Her şeyden önce biyolojik Evrim Teorisi'ne inananların da karşı çıkanların da, hem ahlak dizgeleri, hem de sosyolojik ve politik yaklaşımları farklıdır. Ayrıca yalnızca doğa araştırmasına dayanan bir çalışmadan, ahlak ile sosyoloji ve politika alanına sıçrama yapmak hatalı gözükmektedir.

"Burada yine bizim Stephan Jay'in bu konuda bir yazısı var"

"Okuyalım Bakalım, yine neler anlatıyor?"

Bilimin olaylara dayanan hiçbir keşfi doğanın 'ne ve nasıl' olduğu konusundaki açıklamalar, köken olarak bizi etik sonuçlara 'nasıl' davranmamız gerektiğine veya özümüzün anlamına ait inançlara, yani hayatımızın 'amacına' götürmez. Bu iki soru ve yapabileceğimiz daha önemli sorgulamalar, şüphe götürmeyecek biçimde din, felsefe ve diğer insan temelli alanlara girmektedir. Bilim ise tamamen ayrı bir alanda insan hayatı için özgün bir yer tutmaktadır. Evrim biyoloji biliminde hiçbir yönden ikincil bir konuma itilemeyecek bir daldır, o biyolojinin dallarını düzenleyen temel ilkelerdir.

"Doroth" şimdi sarı boyalı yolu izliyor, bu yol ileride eve dönüş ve kurtuluş yoludur, (hayallerimizdeki ve olası Kansas'a doğru) ama Kansas eğitim bütünlüğünün yeni girdiği yol ise yalnızca, sınırlamalar ve cehaletin ortasına dönüyor"

Bu yazı Gould'un Time Dergisi'nde 23 Ağustos 1999 tarihli, "A pro-creationist decision in Kansas is more than a blow against Darwin" (Kansas'ta verilen öncül yaratılışçı karar Darwin'e darbeden daha öte bir anlam taşıyor) yazısından alınmıştır.

"Burada dostumuz galiba, ünlü 'Oz Büyücüsü' masalından esinlenerek; Kansas'taki çiftliğinden, büyülü Oz ülkesine geçen küçük kız Dorothy'ye gönderme yapıyor"

"Evet, 1920'lerin başında, Amerika Birleşik Devletleri, birçok Eyalette evrim kuramının eğitimini tamamen kaldırmıştı ve 1925 yılında Scopes davasıyla (Tenesse Lisesi'nden evrim öğrettiği için mahkemelik olan bir öğretmenin adıyla anılır) yeni bir dönem açıldı. Bu dönem ancak 1968'de Yüksek Mahkeme'nin evrim okutulmamasının, anayasaya uygun olmadığı gerekçesiyle iptali üzerine son buldu"

"Ancak bu olay sonraları çok tartışıldı ve filmlere konu oldu"

"Örneğin hangi film?"

"Üniversitede okuduğum yıllarda beni çok etkilemişti o filmin adı "Rüzgârın Mirası" idi, başrolü Spencer Tracy oynuyordu."

"Evet, burada eleştirisini görüyorum, Stanley Kramer yönetmen, Spencer Tracy, Fredric March, Jerome Lawrence ve Robert E. Lee'nin Broadway'de büyük patırtı koparan aynı adlı oyunlarından beyaz perdeye uyarlanan "Rüzgârın Mirası–Inherit The Wind", evrim tartışmasının işlendiği sürükleyici bir mahkeme draması. Ünlü 'maymun davası' olayından esinlenen filmde, Darwin teorisini öğrettiği için tutuklanan bir öğretmenin öyküsü anlatılıyor. Öğretmeni savunmak, ülkenin gözü pek avukatlarından Henry Drummond'a düşecek ve dava kişilerin ötesine geçerek bilim ve din arasındaki bir hesaplaşmaya dönüşecektir.

"Bir de 'Oz Büyücüsü' çocuk oyununu anımsayalım"

The Wizard of Oz – Oz Büyücüsü (1939–MGM)

Öykü, Amerika'da Kansas'da mutlu bir çiftlikte, Em Teyzesi ile birlikte yaşayan Dorothy'nin tek arkadaşı ve sevimli köpeği Toto'nun, kasabanın saygın kişilerinden Bayan Gulch'ı korkutması ile başlar. Zaten köpeklerle pek de sevmeyen Bayan Gulch, Dorotthy'e Toto'yu yok etmek üzere alıp gitmesini ister. Zeki Toto ileride cadı olarak tekrar karşımıza çıkacak olan Bayan Gulch'ın elinden kurtulur ve Dorothy'e geri döner. Kanuna karşı gelinemeyeceğine göre, bir çocuk için yapılacak tek şey kalmıştır: Evden kaçmak. Dorothy'i, bu yanlıştan yolda rastladığı bir medyum döndürür. Dorothy evin en güzel yer olduğunu geç de olsa anlamış, eve doğru koşarken, Orta Amerika'nın meşhur fırtınalarından biri patlar. Filmin yapım yılı göz önüne alınacak olursa; özellikle hortum ve fırtına seslemeleri o dönem için oldukça ileri olduğu söylenebilir. Tüm bu keşmekeş içinde atlanmaması gereken ise, Dorothy'nin yol boyunca söylediği olağanüstü şarkıların bizi ve elbette Hollywood'u Judy Garland mucizesiyle tanıştırdığıdır.

Oz Ülkesi'ne hoş geldiniz dostlar!

Kansas'a dönmek isteyen Dorothy ve yolda rastladığı arkadaşları; beyni olmayan korkuluk–saman kafa; kalbi olmayan teneke oduncu–teneke adam; cesareti olmayan aslan–aslan adam ve sorunlarına çözüm bulacağını umdukları gizemli Oz Büyücüsü'nü ararlar...

Hikâye kısaca böyle idi. Temelde, iyiyle kötünün savaşını işleyen kitap, ayni zamanda siyah beyaz film ve müzikal oldu. Hem çocuk hem de bilimkurgu edebiyatının öncüle-

rindendir. Rengini ve farklılığını şaşırtıcı biçimde 100 yıl sonra bile koruyan öykü edebiyatçılarının deyişiyle bir arkhetupostır (kendinden sonra gelenleri etkileyen, ilk olan). Filmin şarkı sözleri yazarının dediği gibi: "Müzikaller, insanları düşündürmek içindir. Bu müzikalin en etkili şarkısı; "Her an yürüyüş" dür.

"Bu şarkıları kim söylüyordu?"

"Ünlü şarkıcı Judy Garland, sesi billur gibi idi, onu " Sound Of Music- Neşeli Günler" filminden de hatırlıyoruz, Oz Büyücüsü filmindeki 'Sarı yollar' şarkısının sözleri nasıldı? Hatırlayalım"

Follow the yellow brick road. follow the yellow brick road.

Follow, follow, follow, follow,

Follow the yellow brick road

We're off to see the wizard, the wonderful wizard of oz.

You'll find he is a whiz of a wiz! if ever a wiz! there was.

Because of the wonderful things he does

We're off to see the wizard. the wonderful wizard of oz

"Şimdi gel, Neşeli Günler filmimden, Do, re, Mi şarkısını da birlikte söyleyelim, küçükken sen bunu ne güzel söylerdin, 1, 2, 3."

Let's start at the very beginning

A very good place to start

When you read you begin with

A-B-C

When you sing you begin with do-re-mi

Do-re-mi, Do-re-mi

The first three notes just happen to be
Do-re-mi, Do-re-mi
Do-re-mi-fa-sol-la-si
Oh, let's see if I can make it easier
Doe, a deer, a female deer
Ray, a drop of golden sun
Me, a name I call myself
Far, a long long way to run
Sew, a needle pulling thread
La, a note to follow sew
Tea, I drink with jam and bread
That will bring us back to do...oh oh oh

"Evet, her bir nota bir kelimenin baş harfinden esinlenerek, alfabeyi öğretiyordu, haydi tekrar söyleyelim. Do-re-mi?"

Yeni-Darwinizm Ve Genetiğin Öne Çıkması

Günümüzde Evrim Teorisi veya Darwinizm denince akla gelen biyolojik teori, temelde Darwin'in doğal seleksiyon fikriyle genetikteki gelişmelerin bir bireşimidir ki bu yaklaşım Yeni-Darwinizm (Neo-Darwinizm) olarak da anılır. Yeni Darwinizm'in kurucularından biri olarak gösterilen Theodosius Dobzhansky, Yeni-Darwinizm ismi yerine sentetik teori (synthetic theory) ve evrimin biyolojik teorisi (biological theory of evolution) demeyi tercih ettiğini; çünkü biyolojinin genetik, sistematik, karşılaştırmalı morfoloji, pa-

leontoloji, embriyoloji, ekoloji dallarının da konuyla ilgili olduğunu söylemektedir. Birçok kişinin modern sentez (modern synthesis) veya evrimci sentez (evolutionary synthesis) deyimleriyle kastettiği de en temelde, Darwinizm'in genetikle birleştirilmiş halidir. Evrimi kabul eden biyologlar arasında doğal seçilimi tamamen ön plana çıkartan Neo-Darwinizm'in seçici kanadına karşılık (bunlar genetik değişikliklere çok vurgu yapmaz), seçilime hiç de önem vermeyen moleküler evrimin 'doğal yansızlık kuramı'nın savunucuları (neutral theory of molecular evolution) da vardır.

Her ne kadar Dobzhansky'nin dediği gibi Yeni-Darwinizm veya sentetik teori biyolojinin birçok alanıyla ilgili olsa da, tüm bu alanlardaki bakış açısını değiştiren temel değişiklik genetik alanıyla ilgilidir. Yeni-Darwinizm'in en önemli özelliği, sonradan kazanılan özelliklerin aktarılamayacağı konusundaki ortak kanaattir. Embriyoloji veya geçmiş dönem fosillerinin incelenmesi (paleontoloji) üzerine yoğunlaşan Yeni-Darwinci, bir Lamarkçı'dan farklı olarak, sonradan kazanılan özelliklerin aktarılamayacağı kabulünden yola çıkarak embriyo gelişimini veya fosiller arasındaki benzerliklerin değerlendirmesini yapar. Bu temel dışında, Yeni-Darwinci olarak adlandırılan pek çok bilim adamı, birçok önemli konuda kendi aralarında anlaşmazlık içindedirler. Örneğin Edward O. Wilson ve onun gibi düşünenler, genlerimizde kodlu biyolojik yapımızın, sosyolojik yapımızı ve kültürümüzü oluşturduğu ile ilgili "sosyobiyoloji" diye anılan yaklaşımı savunmaktadırlar.

Diğer yandan Stephen Jay Gould ve onun gibi düşünenler, sosyobiyolojiyi kötü bilim olarak değerlendirmekte ve

bu bilim dalının masalsı anlatımlarla dolu olduğunu savunmaktadırlar. Yeni-Darwinizm'in genel eğilimi, canlılardaki değişimlerin genlerdeki ufak değişikliklerin (micro-mutation) birikmesiyle gerçekleştiğini savunmaktadır. Buna karşı Niles Eldredge, Stephen Jay Gould gibi Darwinci doğal seleksiyonu kabul eden biyologlar "kesintili denge" (punctuated equilibrium) teorileriyle bu ana görüşe karşı çıktılar.

Modern Evrim Teorisi'ni savunanlarda, sonradan kazanılan özelliklerin aktarılamayacağı konusunda genel bir kanı vardır. Her ne kadar sonradan kazanılan özelliklerin aktarılabileceğini hala savunanlar olsa da, bunlar Yeni-Darwinci çizginin tamamen dışında etkin olmayan çok küçük bir azınlıktır. Darwin, doğal seleksiyonu temel mekanizma olarak görüyorsa da, sonradan kazanılan özelliklerin aktarılabileceğini de savundu. 1868 yılında yazdığı "Evcilleşen Hayvanların ve Bitkilerin Çeşitlemesi" adlı kitabında kalıtım konusunda "pangenesis teorisini" savundu. Hipokrat'ın kalıtımla ilgili bir kuramı ise, bedenin her bölümünden toplanan pangenes isimli parçacıklar yumurta ve spermlerde bir araya gelir ve yeni kuşaklara aktarılırlar. Sonradan kazanılan özelliklerde böylece aktarılmış olur. Bu görüşe göre vücudun tüm organlarından gelen parçacıklar (gemmules) üreme organlarına geçiyordu. Böylece dış çevreden etkilenen organların, bu değişiklikleri üreme organlarına aktarımını açıklayan bir kuram oluşturuldu.

Haeckel gibi Darwin'i takip eden birçok ünlü biyolog, sonradan kazanılan özelliklerin aktarılabilmesine özel önem verip savundular. Modern biyoloji, Mendel ve Weismann'ın daha önceden ortaya koyduğu çalışmaların doğru olduğunu ve sonradan kazanılan özelliklerin aktarılamayacağını

(üreme hücreleri vücudun diğer organlarındaki değişimlerden etkilenmediklerinden) kabul edince, Darwinizm gözden düşeceğine daha da popüler oldu. Çünkü Darwinizm'in en büyük rakip Evrim Teorisi olan Lamarckçılık bu sonuçla tamamen geçersiz oldu. Darwinizm'in en temel düzeneği olan doğal seçim ise iyice öne çıktı. Anlaşılacağı gibi Yeni-Darwinizm'i, Evrim kuramının kanıtlarının bir genişlemesi olarak düşünmek hatalıdır. Çünkü Yeni-Darwinizm, Evrim Teorisi'nin en önemli iki düzeneği olarak ileri sürülen doğal seçilim ve sonradan kazanılan özelliklerin aktarılmasından, ikincisini reddedecek birincisi üzerine odaklanmıştır.

Mendel'in çalışmaları, o dönemde Darwin ve daha başka birçok biyoloğun düşündüğü şekilde, atalardan gelen özelliklerin, kan yoluyla ve birbirine karışarak yeni oluşan yavruya geçmediğini gösterir. Özellikler atadan yavruya birbirinden ayrı, karışmayan bir şekilde geçer. Johanssen, kalıtımı sağlayan ve atalardan yavruya geçen bu parçacıklara 1911 yılında "gen" adını koydu.

Değişim ile yeni bir türün oluşacağına ilişkin yaklaşımı, ilk olarak Hollandalı botanikçi Hugo De Vries (1848–1935), "Mutation Theory" (1901) isimli eserinde ileri sürdü. Başta birçok kişi değişimle yeni türlerin oluşabileceğini, doğal seçilim düzeneğine gereksinim olmadığını benimsedi. Bu yaklaşım Darwin için çok önemli olan çevrenin türlerin oluşumu üzerindeki etkisini önemsemiyordu. Zamanla genlerde oluşan değişimlerin, bireylerde değişikliklere yol açıp hammaddeyi sağladığını, doğal seçilim düzeneğinin ise; çevreye uyum sağlayamayan bireyleri eleyip uyum sağlayanlara yaşama olanağı tanıdığı söylenerek, genetik ile Darwinizm arasında bir bireşim oluşturuldu.

1910 yılından itibaren, hızlı üreme özelliğinden yararlanarak, sirke sineği (Drosophila) üzerinde, laboratuar ortamında X ışınları vererek deneyler yapıldı. Değişimlerin genelde çekinik (resesif) olmakla beraber dominant da olabileceği görüldü. Yapılan tüm deneyler, De Vries'in düşüncesinin aksine, Drosophila'nın hiçbir yeni türe dönüşmediğini gösterdi. Richard Goldschmidt gibi bazı biyologlar, ufak değişimlerin birikmesiyle yeni bir türün oluşumunu tamamen olanaksız gördükleri için, büyük bir değişimle yeni bir türün oluşumunu, örneğin bir sürüngenin yumurtasından bir kuş çıkmasını mümkün gördüler ve "Şanslı Canavar" (hopeful monster) kuramını savundular.

"Şanslı Canavar mı? Bu nerden çıktı şimdi?"

"Aslında bu kuram, 1930 larda Avrupalı paleontolog Otto Schindewolf tarafından ortaya atılmış olan "Hopeful Monster" (Şanslı Canavar) kuramının değiştirilmiş bir haliydi"

Schindewolf, canlıların neo–Darwinizm'in öne sürdüğü gibi küçük değişimlerin zamanla birikmesi sonucuyla değil, ani ve dev değişimlerle evrimleştiklerini öne sürmüştü. Schindewolf teorisine örnek verirken, tarihteki ilk kuşun, bir "büyük değişim" ile, yani genetik yapıda rasgele meydana gelen dev bir değişiklikle, bir sürüngen yumurtasından çıktığını iddia etmişti. Aynı teoriye göre, bazı kara hayvanları, geçirdikleri ani ve kapsamlı bir değişiklikle birdenbire dev balinalara dönüşmüş olabilirlerdi. Schindewolf'un bu fantastik teorisi, 1940 lı yıllarda da Berkeley Üniversitesi'nden genetikçi Richard Goldschmidt tarafından benimsendi ve savunuldu. Ama teori o kadar tutarsızdı ki, kısa zamanda terk edildi.

Gould ve Eldredge'i bu teoriye yeniden sarılmaya zorlayan etken ise, fosil kayıtlarının hiçbir "ara biçim" olmadığını göstermesiydi. Bu kayıtlardaki "stasis" ve "aniden ortaya çıkış" olgusu o kadar somuttu ki, bu iki isim, bu durumu açıklamak için "şanslı canavarlar"a yeniden el atmak zorunda kaldılar. Gould'un, "Return of the Hopeful Monsters"(Şanslı Canavarların Geri Dönüşü) adlı ünlü makalesi, bu zorunlu geri dönüşün bir ifadesiydi.

"Günümüzde bir de geni değiştirilmiş hayvan ve bitkiler söz konusu değil mi?"

"Evet, bu konu biraz farklı gibi görünmekle birlikte konumuzla tamamen ilgili"

"Özellikle yediğimiz gıdalar üzerinde genetik değişmeler söz konusu sanırım. Bu da senin ilgi alanına giriyor dedoş"

"Evet, öyle, günümüzde artan dünya nüfusunu daha iyi beslemek ve gıda üretimini arttırmak için geni değiştirilmiş tohumlar kullanılıyor ve bu amaçla teknolojiler geliştirilmiş durumda"

"Peki, bunlar zararlı ve tehlikeli olabilir mi insan sağlığı ve geleceği açısından?"

"Bu da güzel bir soru, her nekadar teknolojik gelişmeler, insanoğluna bolluk ve gönenç sağlıyor ise de bazı sorunları da beraberinde getiriyor"

"Çevre kirlenmesi ve sorunları gibi mi?"

"Evet öyle, ancak geni değiştirilmiş gıdalarda durum biraz farklı, çünkü işin içine gelecek kuşaklar ve evrim boyutu giriyor"

"Fakat bu uzun bir süreç, bunu önceden nasıl bilebileceğiz, doğru mu, yanlış mı?"

"Evet, işte bu tam bir etik sorunu"

"O zaman bu konuya da biraz eğilelim"

"Çok iyi olur, işte burada bir süre önce bir gıda kongresinde yaptığım bir sunudan bölümler var"

Bitki Ve Hayvanlarda Genetik Değişmeler

"Genetik olarak değiştirilmiş gıdalar", son birkaç yılda ortaya çıkan etik bir sorundur. Genetik bilimler ve buna dayalı teknolojilerdeki hızlı gelişmeler, bitki ve hayvanlardaki doğal olmayan bir evrimi sağlamış bulunuyor. Bu durum doğru ve yanlış yönleri ile değerlendirmeye açıktır. Olumlu yanı, insan beslenmesinde daha verimli ve standart ürünlerin ortaya çıkması ve açlık sorununa bir alternatif bir çözüm olarak görülmektedir. Ancak diğer yandan ortaya çıkan bitkisel ve hayvansal ürünlerin, insan sağlığı ve doğa dengesi konusunda yaratacağı sonuçlar henüz yeterince araştırılmış, denenmiş ve yaşanmış değildir.

Genetik değiştirilmiş gıdaların sağlayacağı faydaları şöylece özetleyebiliriz:

Hastalık ve zararlılara daha dayanıklı türler yetiştirilerek verimlilik arttırabilir

Hızlı ve seçici üretim sağlar

Beslenme değeri ve istenen bazı özellikleri arttırılabilir

İstenmeyen özellikler ortadan kaldırılabilir

Buna karşın genetik değiştirilmiş ürünlerin tartışma konusu olabilecek bazı risk ve belirsizlikleri de beraberinde getirmiştir:

► Antibiyotik dayanıklılık

► Gıda güvenliği ve alerji

► Toksik etkiler

► Çevresel etkiler

► Diğer bilinmeyen potansiyel etkiler

Bu kısa değerlendirmeden görüleceği gibi, genetik değiştirmiş gıdaların henüz birçok bilinmeyen yönü vardır. Bütün bunlar bilimsel ve deneysel olarak ortaya konmadan, yalnızca verim artışı ve teknolojik kolaylığa dayanan bir avantajı kullanan tarafın etik bir davranış içinde olduğu söylenemez. Genetik değişiklikler, kuşaklar sonra ortaya çıkacak bir olgunun sorumluluğunu taşımaktadır.

"Evet, çok güzel özetlemişsin, bu makalenin tamamını da okumak isterim"

"İşte burada bilgisayarda, görsel bir sunumu da var"

"Diğer yandan insanoğlu, yaşamın bileşenlerinden ve oluşumundan yaralanarak birçok hastalık ve gelişimin tanımlanması veya yolunda gitmeyen bir durumun varlığını, ayni yöntemlerden yararlanarak saptamağa çalışmaktadır"

"Anlıyorum, ardından da önlemler ve iyileştirme çabaları gelecek"

"Çok doğru, ancak insanoğlu bu konularda yeni öğreniyor. Daha kavranacak ve bulunacak pek çok şey var"

"İşte canlı oluşumunu ve evrimini bilmenin ve anlamının bir yararı da bu olsa gerek"

Genlerin Farklılaşma Üzerine Etkisi

Gelişimin başlangıç evreleri sırasında, embriyonun tüm hücreleri, embriyonun tümünü yapabilme yeteneğinin olması; bu hücrelerin çekirdeğinde, embriyonun tümünü yapabilecek bilginin bulunduğu anlamına gelir. Gerçekten, kurbağa larvasının farklılaşmış iç deri hücresinin çekirdeği, çekirdeksiz yumurtaya aktarıldığında, yumurtadan tam, normal bir kurbağa gelişir. Bu nedenle, hem farklılaşmış ve hem de değişim geçirmemiş bir hücrenin çekirdeği, olası bir farklılaşmanın tüm bilgilerini içerir. Ancak, bu bilgilerin tümü her hücrede etkin bir evrede değildir. Bazıları mRNA üretmemekte ve buna bağlı olarak da bazı proteinlerin oluşumuna katılmamaktadırlar. Gelişim sırasında, yalnızca bazı genler mRNA üretirken, diğerleri durgun evrededirler.

"Bütün bunlardan çıkaracağımız sonuçlar nedir?"

"Dölütün yani embriyonun gelişimi ve farklılaşması sonucu yeni soylar ve biçimler gelişeceği gibi, olumsuz gelişmeler karşısında bir yozlaşma ve soysuzlaşma durumunun ortaya çıkabileceği"

Biyoteknoloji

Yirminci yüzyılın önde gelen özelliklerinden biri, birçok teknolojinin geliştiği bir zaman dilimi olmasıdır. Bu teknolojiler; nükleer teknolojiden, uzay teknolojisine, lazer teknolojisinden bilgisayar–iletişim teknolojisine kadar uzanan ve yaşantımızı derinden etkileyen geniş bir yelpazedir. Bu teknolojilerin arasında en öne çıkan ve en popüler olanlardan biri de biyoteknoloji dir. Ancak, biyoteknoloji nin en yalın tanımı olan "Bir mal ya da hizmet üretmek için canlı orga-

nizmalardan yararlanma teknolojisi" açıklamasından yola çıkılırsa, bunun hiç de yeni bir teknoloji olmadığı görülür. Binlerce yıl önce insanlar, daha verimli tohumlarını ayırırken, ilk yoğurdu, peyniri, şarabı üretirken, biyoteknoloji alanında ilk adımları attıklarının farkında değillerdi.

İnsanoğlu binlerce yıl gıda maddeleri üretmek için göremediği; ancak, etkinliğini bildiği mikroorganizmalardan yararlandı. 19. yüzyılın ikinci yarısında Mendel ve Pasteur gibi bilim insanlarının genetik ve mikrobiyoloji alanında vardıkları sonuçlar, biyoteknoloji ye de önemli katkılar sağladı. Ancak, biyoteknoloji de en önemli gelişmeleri, 20. yüzyılın ikinci yarısında hızla gelişen gen teknolojisi sağlamıştır. Tüm canlıların genetik maddesi olan DNA molekülünün özelliklerinin anlaşılması ve belli DNA dizilerinin (genlerin) bir canlıdan diğerine aktarılabilmesi, yeni bir döneme girilmesine öncülük etti. Binlerce yıl yalnızca doğada olan ve mikroorganizmalarla sınırlı kalan biyoteknoloji alanında, canlıların genetik özelliklerinin gen aktarımı yoluyla değiştirilmesiyle sınırlar genişledi. Biyoteknoloji bugün yaşamın her alanında etkisini doğrudan ya da dolaylı şekilde göstermektedir. Besinlerden giysilere, kâğıttan enerjiye, uzay teknolojisinden sağlığa kadar her alanda biyoteknoloji den yararlanılmakta. Genetik değişikliğe uğratılmış (gen aktarılmış) mikroorganizmalar, bitkiler, hayvanlar, kopyalanmış canlılar, farklı ürünleri toplumun kullanımına sunuyorlar.

Bencil Genler

Richard Dawkins, 1976 da yayımlanan "Gen Bencildir" adlı kitabında evrimin sürükleyici gücünün genler olduğunu açıkladı. Bencil gen kavramı, bilim dünyasında yanlış

anlamalara ve karmaşaya yol açtı. Bu çarpıcı iddianın ortaya atıldığı kitap, ilginç ismi sayesinde yüksek satış rakamlarına ulaştı. Pek çok kişi, Dawkins'in, insanlar ve bütün canlıların yalnızca kendi yaşamını düşünen ve hayatlarına devam etmek için taşıyıcılarını kurban etmek için her şeyi yapabilecek, bencil genler tarafından kontrol edildiğini açıklayan bir kuram olduğunu sandılar. Oysaki İnsanların bencil genlerinin isteklerine karşı koyamayacak kadar güçsüz varlıklar oldukları Dawkins'in anlatmak istediği en son şeydi.

Gerçekte Dawkins, evrime genleri temel alan bir bakış açısıyla yaklaşma düşüncesini daha geniş insan topluluğuna tanıtmak istiyordu. Bunu yaparken, bilim dünyasındaki en güçlü, ama yanlış anlaşılmaya uygun benzetimi ortaya koydu. "Bencil gen", Darwin gibi pek çok evrimciyi uğraştıran bir sorunun çözümü yolunda bir girişimdi. Darwin, "Türlerin Köken"i (1859) başlıklı en ünlü kitabında, varlığın devamı için yapılan mücadelenin, yalnızca en dayanıklı canlıların geçebileceği bir "süzgeç" görevi gördüğünü söylüyordu. Bu canlılar, hayatı sürdürmeye uygun özellikleri içeren kuşaklar ürettiklerinden, evrim devam ediyordu. Ancak, Darwin evrimin acımasız kuralına meydan okuyan canlıların varlığından haberdardı. Bu canlıların, yavrulayacak kadar uzun süre yaşama şanslarını azaltan "cesaret" gibi özellikleri vardı. Peki, bu özellik neden varlığını sürdürüyordu? Örneğin neden kuşlar, saldırı olasılığını artırsa da tehlike anında yüksek sesle ötüyorlardı ya da arılar neden yuvalarını korumak için yaşamlarından vazgeçiyorlardı?

Evrim Gerçeği ve Kuramsal Çerçevesi (Paradigması)

Paradigma terimi bizzat bu terimi popülerleştiren Thomas Kuhn tarafından ünlü kitabı "Bilimsel Devrimlerin Yapısı" ında birçok farklı anlamda kullanmıştır. Paradigma; belli bir dönemde ve bölgede geçerli olan felsefi görüşlerin, bilimdeki gelişme ve yeni anlayışların, teolojik yorumlardaki yaklaşımların, ekonomik koşul ve teorilerin, politik ve sosyolojik ortamın ve diğer belirleyici unsurların hepsinin bir arada bilimsel çalışmanın yapılış şeklini ve kabulünü nasıl etkilediklerini açıklamak için başvurulan geniş bir kavramdır. Buna göre, Evrim Kuramı; 19. yüzyılda, felsefi, bilimsel, teolojik, politik, sosyolojik ortamlarına bağlı olarak oluşmuştur.

Bir bilginin sosyolojik ortamın etkisiyle oluştuğunu söyleyerek, o bilginin saltık bir şekilde nesnel-gerçekçi olmadığını (evrensel bir bilgi olmadığını, yalnızca dönemindeki koşulların bilime bir yansıtılması olduğunu) söylemiş olmuyoruz. Çünkü bilgi sosyolojisine dayanan bu yaklaşım, var olan bilimsel bilgi ve kuramların neden ve hangi ortamda oluştuğunu söyleyebilir, fakat bu kuramın yanlışlaşmasını içermez. Bilgi sosyolojisinin bu yaklaşımı, doğru olmayan bir bilimsel bilgi ve kuramın neden oluştuğunu açıklayabilir. Bazen aynı değerler dizisi içinde ortaya konan bir kuram doğru, diğeri ise yanlış olabilir. En zor olan ise, bir değer dizisi içinde oluşmanın etkisiyle, kuramdaki yanlış unsurların doğru unsurlara karışmış olduğu durumdur. Böyle bir durum, çözümlemeli bir incelemeyle doğru ile yanlışı ayırt etmeyi gerektirebilir ki, bu daha zor bir uğraştır.

Görüldüğü gibi Darwin'in teorisini oluşturmasındaki değerler dizisinin en etkili unsurlarından bir kısmı, konuyu iyi

veya hiç bilmeyenlerin bir alanı olan ekonomi kuramları olmuştur. Bunlar, Darwin'in yaşadığı İngiltere'de 19. yüzyılın sosyo-ekonomik koşulları ile yakından ilgili oldukları için, yalnızca soyut kuramlar düzeyinde düşünülmemelidirler. Avrupa'nın nüfusu 1750 yılında 140 milyon olmasına karşın, bir yüzyıl sonra 266 milyona çıkmıştı. 1750 yılının İngiltere'sinde doğan her üç çocuktan ikisi beşinci yaş günlerini görememiştir. Malthus'un teorisi böyle bir ortamda oluştu ve etkili oldu; onun etkisiyle ise Darwin'in "yaşam mücadelesi" ve "doğal seçilim" kavramlarının düşünce yapısı gelişti.

Evrim Teorisi'nin ortaya konduğu değerler dizisi ile ilgili tüm ayrıntıları içerdiği veya sonuç ve saptamaları yaptığı söylenemez. Kuşku götürmez ki, eklenebilecek daha çok unsur bulunabilir. Evrim Teorisi'nin ortaya koyduğu değerleri belirlemekten daha zor ve daha önemli olan ise, Evrim Teorisi'nin bilimsel varsayım ve olguların ne kadarının doğru bilgi olduğu, ne kadarının ise yalnızca hazırda olan değerler dizisinin canlılar dünyasına yansıtılması olduğunun saptanmasıdır.

"Bütün bunlar çok doğru, her bilgiyi ve olguyu kendi koşullarında ve döneminde değerlendirmek önemli"

"Buna her zaman katılıyorum ve soruyorum; Günümüzde saptanan 'Kaç tür Evrim' var?"

"Bu soruyu evrimin de kendi içinde çeşitliliği var mı? Diye sormak, daha anlamlı galiba"

"Evet, evrimin de kendi içinde farklık şekilleri olmalı"

"Anlaşıldı, onlara bakıyordum. İşte bulduklarım:"

1. Filetik evrim: Yeni türlerin ortaya çıkmasına yol açan evrim. Fosillerde doğrudan gözlemlenebilen evrim budur. Bir varlık kümesi içerisindeki genetik çeşitlilik ne kadar faz-

laysa, evrimleşme olasılığı da o kadar artmaktadır çünkü "hayırlı" değişim ve eşleşmelerin gerçekleşmesi olabilirliği, "genetik havuzun" genişlemesiyle, daha da yükselmektedir.

2. Mozaik evrim: Tür içerisinde dış görünüşün değişmesi, örneğin, bedenin belli bir bölgesinin zamanla uyumlu değişimlere uğraması ve bunun sonraki kuşaklara aktarılması. Kedigillerin çok sayıdaki alt-türlerinde, bunun örneklerini görmek olağandır.

3. Fenetik evrim: Türün ortamdaki özelliklere uyum sağlama çabası içerisinde ortaya çıkan veya doğal etkilerin yarattığı evrimdir. Örneğin, Bergmann Kuralı'na göne politipik sıcakkanlı türlerde alt-türlerin vücut boyutları, yaşadığı ortamın-habitatın soğumasıyla artar (kutup balinalarını düşününüz); ayni şekilde Allen Kuralına göre, sıcakkanlı türlerde habitatın sıcaklığı yükseldikçe kulaklar, kuyruk gibi uzantı-organların büyüklüklerinde artma olur (filleri düşününüz) çünkü buralardan ısı atımı kolaylaşacaktır.

4. Yavaş aşamalı veya nokta evrim: Fenetik evrimin daha seçici ve özel koşullar altında oluşanıdır. Kimi aniden ortaya çıkıp kaybolan türlerin, böyle oluş düzeneklerini açıklar. Ancak kimi "yaşayan fosiller" ayrı tutulmalıdır. Örneğin; Lingula kabuklusu ismindeki bir kafadan bacaklı cinsinin yaklaşık 450 milyon senedir hayatını sürdürdüğü bilinmektedir. Bir sürüngen olan tuatara'nın da (sphenodon punctatus) takriben 200 milyon yıldır pek az şekilsel değişikliğe uğrayarak yaşamını sürdürdüğü bilinmektedir. Mavi ve yeşil algler ise dünyanın en eski yaşayan oluşumları olarak da Prekambrian Çağı'ndan beri denizleri süslemeye devam etmektedirler.

"Günümüzde, eski dönemlerden kalma ve yaşamını sürdüren daha pek çok canlı türü olmalı"

"Evet var, onlardan ilginç olan bir türü biliyorum"

"Nedir acaba? Yurdumuzda veya çevremizde örnekleri var mı?"

"Hem de pek çok, eskiden onlara pek sık rastlardık"

"Çok merak ettim, kimmiş bu canlılar"

"Biz onlara çocukluğumuzda, pervane veya helikopter böcekleri derdik"

"Helikopter böceği mi? ne kadar ilginç bir isim, neden öyle diyordunuz?"

"Tıpkı helikopter gibi uçarlar ve davranırlar da ondan, biz onları yusufçuk olarak da tanırız"

"Yusufçuk mu!"

Yusufçuk ve Fosilleri

Yusufçuk ya da kız böceği Odonata takımında bulunan canlıların tümüne verilen genel addır. Büyük birleşik gözleri, güçlü saydam kanatları ve uzunca vücutlarıyla ile tanınırlar. Bir yusufçuk böceğinin yumurtadan ölümüne yaşam süresi 6 ay ile 7 yıl arasında değişebilir. Dişi yusufçuklar yumurtalarını su kenarlarına ya da su içindeki bitkilerin üzerlerine yumurtlarlar ya da uçarken suya serpiştirir. Yumurtadan çıkan ve "nemf" adı verilen yavru yusufçuklar yaşamlarının büyük bir bölümünü su altında geçirirler ve solungaç benzeri organları ile soluk alırlar. Genelde omurgasız hayvanları ve zaman zaman da balık yavrularını yakalayarak beslenirler. Çok hızlı hareket yeteneğine sahiptir- ler. Avla-

rını yakalayabilmek için diğer canlılarda rastlanmayan organları vardır.

"Peki, Nemf nedir? biliyor musun?"

"Evet, hem de çok iyi; Nymphler (Nymphe veya Türkçe nemf, nimf olarak da anılırlar) Yunan Mitolojisi inde yeri ve denizi dolduran sayısız çokluktaki dişi, tanrısal varlıklardır. Ölümsüz değillerdir ama tanrılar gibi beslendiklerinden çok uzun yıllar yaşarlar ve hep genç ve güzel kalırlar. Doğurganlık ve zariflik simgesidirler. Mitlerde genellikle güzellikleri yüzünden başlarından geçenler anlatılır, genel olarak perilerin güzelliğine vurgu yapılırken de bunlardan söz edilir"

"Çok ilginç, neler öğreniyoruz, konumuz yusufçuklar ve onların fosil geçmişleri idi"

"Önce günümüzdeki örneklerini görelim. Fosillerine daha sonra değiniriz"

Yusufçuklar suda gelişimlerini bir yıl içinde tamamlar ve sudan çıkarak uygun bir yere tırmanırlar. Derilerinin sırtları boyunca yarılmasını beklerler ve bu işlemden sonra yarılan derinin içinden yetişkin yusufçuk çıkar. İlk anlarda küçük olan kanatları ve gövdeleri kısa sürede gelişir ve olması gereken boyutlarına ulaşır. Fakat renklerinin olması gereken parlaklık düzeyine ulaşması için saatler ya da günler geçmesi gerekebilir. Yetişkin yusufçuklar sadece uçarak avlanırlar, havadayken birçok uçan zararlıyı da yerler. Yarım saat içinde kendi ağırlıklarına eşit oranda besin tüketebilmeleri mümkündür.

Yusufçuklar genelde güneşli havalarda uçmayı tercih ederler. Görme duyuları çok gelişmiştir. Birbirlerine birleş-

miş olan petekgözleri yaklaşık 1000 ayrı "göz"den oluşur. Kanatları gövdelerinin üst kısımlarında bulunur ve genelde saydam iki çift kanatları olur. Bilinen 500 dolayında alt türü bulunur ve en çok tropik iklimde yaşarlar. Kimilerinin uçuş hızı saate 95 kilometreyi bulabilir.

"Çok hızlı ve ilginç canlılarmış Yurdumuzda nerelerde yaşıyorlar?"

"Hemen her yerinde, sulak alanlarda, birikintilerde bulunurlar. Onların diğer dillerdeki adını biliyor musun?"

"Hayır, ancak yusufçuk böceklerine Türkçede kız böceği, helikopter böcüğ, pervane ve gövdeleri ince olan türlere iğnecik de denildiğini öğrendim"

"İngilizce'deki adı 'dragonfly' dır. Ejderha sineği anlamında"

"Ejderha ha, mitolojide ağzından alev saçan canavarları andırıyor. Tıpkı fosiller gibi"

"Peki, bütün bunları sen nereden biliyorsun dedoş?"

"Evet dediğim gibi çocukluğumuzda çevremizde pek çok vardı. Bahar gelince rengârenk ortaya çıkarlar, uçuşurlardı. Biz de onları yakalamaya çalışırdık"

"Çok hızlı uçtuklarına göre bu çok güç olmalı"

"Evet, öyle, hiç yakaladığımızı anımsamıyorum. Yalnızca mavi-lacivert renklerini ve beraberce uçtuklarını gözlüyorduk. Çok güzeldiler ve havada asılı durabiliyorlardı"

"Ne güzel, onları gözlemlemek isterdim"

"Bu olanaklı, Yurdumuzda pek çok çeşidi var. Ancak onları daha iyi gözlemlemek için benim gibi dağlara çıkman lazım"

"Yoksa Yusufçuk gözlemine mi çıktınız, benden habersiz"

"Evet, bu bir süre önceydi. Kelebek gözlemcisi bir arkadaşımla birlikte Van'a gitmiştik. Dağ tepe dolaşırken bir yusufçuk avcısına rastladık"

"Avcı mı, yoksa onları yakalıyor muydu?"

"Evet, elinde kepçe şeklinde bir ağ vardı, hızla sallayıp onları yakalıyor, sonra bir kavanoza kapatıyordu"

"Ah, çok üzüldüm. Zalim avcı bunu nasıl yapabiliyordu. Onu uyarmadınız mı?"

"Elbette uyardık. Ancak o bir bilimsel araştırıcı olduğunu ve bu konuda kitaplar yazdığını söyledi. Onları laboratuarda incelemenin başka yolu yokmuş"

"Şu insanların yaptıklarına bak!"

"İleride belki de daha iyi anlarsın, şimdi o dağlarda çektiğimiz, fotoğrafları bulayım. Beraberce bakalım"

"Aman tanrım bunların güzelliğine ve desenlerine bak. 155 milyon yıl önce de yaşıyorlardı"

"Evet öyle, onlara ait pek çok fosil bulunmuş"

"Şunlara bak, yoksa onları elinize mi alıyordunuz?"

"Hayır, bu ıssız yerlerde çok yalnız ve meraklıydılar, gelip elimize kondular, onları biraz sevip sonra salıverdik"

"Buna inanamıyorum!"



Van Çatak Yakınlarında Gözlenen Yusufçuklar

Evrimi Destekleyen Kanıtlar

Bir insanın ömür uzunluğunu göz önüne alırsak, canlıların evrimsel değişimini incelemek olanaksızdır. Bu nedenle canlılığın ortaya çıkmasından bugüne kadar meydana gelen değişimleri incelemede biyoloji ve diğer doğa bilim dallarından yararlanılır. Evrim konusunda bilgisi az olanları aydınlatabilmek ve onları bir evrim kavramı gösterebilmek için en çok kullanılan yöntem bu kanıtlardır.

Paleontolojik Kanıtlar

Eski devirlerde yaşayan canlıların kalıntılarının bulunması, sınıflandırılması, dağılımı, yoğunluğu ve yaşantılarına ilişkin yorumlarıyla uğraşan bilim dalına "Paleontoloji" denir. Kalıntılara da Latincede kazmak anlamına gelen 'Fosil' deyimi kullanılır. Darwin'e evrim fikrini veren ilk kanıtlar fosillerin gözlenmesiyle ortaya çıkmıştır. Fosiller(taşıllar) bugünkü canlılar arasındaki akrabalık ilişkilerini ortaya çıkarması ve gelişimin hangi yönde olduğunu göstermesi bakımından çok önemlidir. Fosiller yalnızca canlıların sert

kısımlarını (kemik, diş, kabuk vs.) değil, aynı zamanda çeşitli organları ve yaşantıları ile ilgili izleri taşıyan kalıpları da kapsamı içine alır. Genellikle bir hayvana ait tüm bir fosil bulmak olanaksızdır. Vücut parçalarının şekline göre, yaşam çeşidi hakkında yorumlar yapılabilir. Örneğin çenenin yapılışından hayvanın nasıl beslendiğini, ayaklarının yapılışından hareket biçimini öğrenebiliriz. En gözde ve kullanışlı fosil, omurgalılara ait iskelet kalıntılarıdır. Kemiklerin şeklinden, üzerindeki kas bağlantılarından hayvanın nasıl durduğu ve nasıl hareket ettiği anlaşılabilir.

Fosil Oluşumu

Fosil oluşumunda en önemli ve en çok fosil bulunan ortam, özellikle ince parçacıklardan oluşmuş, killi ve çamurlu ortamdır. Bu çamurun içine herhangi bir şekilde düşmüş (otokton fosil) ya da sürüklenmiş (allokton fosil) canlının etrafındaki elementler sertleşince gerçek bir kalıp çıkar. Daha sonra canlı, çok defa çürümeyle ortadan kalkar; fakat kalıbı devamlı olarak kalır. Bu kalıbın içerisine daha sonra mineraller dolarsa tekrar bir kalıp alınarak, canlının genel hatlarını verecek bir kalıp ortaya çıkar. Vücut parçaları değişik mineralli sularla veya sadece minerallerle dolarsa, buna taşlaşma denir. Demir, kalsiyum ve silisyum en belirli taşlaştırıcı minerallerdir. Bu taşlaşma bazen o kadar mükemmel olur ki, anatomik incelemeler dahi yapılabilir. Örneğin 300 milyon yıl önce taşlaşmış bir köpekbalığı nın kas lifleri ve kaslarındaki bantlar dahi görülebilir. Bu taşlaşmaya en güzel örnek Arizona'daki taşlaşmış ormandır. Taşlaşmanın ve fosilleşmenin en iyi örneklerini kemikli hayvanlarda ve kabuklu canlılarda görmekteyiz. Yürüyüş ve yaşam tarzını

açıklayan ayak izlerinin; aldığı besinin kalitesini veren boşaltım artıklarının ve çoğalması konusunda bilgi veren yumurtaları (bir yumurtanın içerisinde dinozor yavrusunun fosili bulunmuştur) nın fosilleri de bizim için önemli kanıtlardır.

Lavlar da fosil yapıcı iyi bir kaynaktır. Yanardağların patlamasıyla ortaya çıkan zehirli gazlar birçok canlıyı öldürürken, lavlar da (kısmen soğumuş olanları) bunların üzerini örterek fosilleştirir. Canlıların içerisindeki su, lavların kısmen soğuyarak bir kalıp meydana getirmesini sağlayabilir. Ayrıca belirli derinliklerde, toprak içerisinde bulunanları da bir çeşit fırınlayarak pişirir. Vezüv yanardağının meydana getirdiği lavlar içerisinde, bu tip fosillere rastlanmıştır. Diğer yandan volkanik tozlar da çok iyi bir saklayıcıdır. Los Angeles'de bulunan asfalt çukurları da bu fosillerin saklanması bakımından çok iyi bir örnek oluşturur. Buraya düşen, milyonlarca hayvan çok iyi korunduğundan, vücutlarının en ince kısımları bile saklanmıştır. Özellikle iğne yapraklı ağaçların çıkardığı reçine, kehribar ve diğer bitkilerin meydana getirdiği amber gibi birçok koruyucu maddelerin içerisine düşen küçük organizmalar, özellikle böcekler, çok iyi saklanmıştır. Sibirya'da ve Alaska'da tarih öncesinde yaşayan 50 den fazla mamut fosili bulunmuştur. Buzların içerisinde (en az -35°) bulunan bu tüylü mamutların (en az 25.000 yıl önce yaşamış) etleri bugün bile görülebilmektedir.

Fosillerin Yorumlanması

Fosiller genellikle jeolojik katmanlar (sedimanlar) içerisinde bulunur ve bu nedenle kural olarak alttaki katmanlarda bulunan fosiller, üstekilerden daha yaşlıdır (eğer

büyük bir kıvrılma hareketi meydana gelerek ters dönmemişse). Yer hareketlerinin az olduğu bölgelerde dipten üste doğru ilkelden gelişmiş canlılara bir seri fosil, kalıntısı görmek olasıdır. Fakat fosil çalışmalarında biraz dikkatli davranmak gerekir. Çünkü zamanla yeryüzüne çıkan eski katmanların içerisinde bulunan fosiller yeni katmanlardakiler ile karışabilir. Her ne kadar fosiller, bugün jeolojide yaş saptanması için büyük ölçüde kullanılmakta ise de, daha güvenli bir sonuca ulaşmak için, diğer yaş saptama yöntemleriyle bulgular desteklenmelidir. Bugün petrol arama yöntemlerin başında, fosillerin saptanması gelmektedir.

"Milyonlarca yıl öncesine ait fosillerin yaş saptanması hayli zor bir iş olsa gerek"

"Evet, öyle, fosillerin yaşı nasıl bulunuyor acaba?"

Yaş Saptama Yöntemleri

Birçok amaç için kullanılan yaş saptamaları çeşitli yöntemlerle gerçekleştirilir. Bunları önem sırasına göre inceleyelim:

Radyoaktif Maddelerle Yaş Saptanması

Jeolojik katmanlarda ve canlıların bünyesinde bulunabilen radyoaktif maddelerin başlangıçtaki miktarının yarısı, basınca, sıcaklığa ve diğer çevre koşullarına bağlı olmaksızın, her çeşidi kendine özgü bir zaman süreci içerisinde, ışınlar çıkararak, daha kararlı maddelere dönüşür. Bu geçen süreye "Yarılanma Süresi" denir. Her izotopun yarılanma süresi farklıdır. Örneğin, U(238), Pb(206), U(235), Pb(207), Th, Pb(203) e dönüşmesi için geçen süre; yani diyelim ki baş-

langıçta 2 gr. olan U(238) in bir gramının Pb(208) haline geçmesi için geçen süre, onun yarılanma ömrüdür ve bu da 4.5 milyar yıla denktir. Geri kalan bir gram U(238) in de yarısının yani yarım gramının Pb(206) ya dönüşmesi için geçen süre tekrar bir 4.5 milyar yıldır. Biz bir kristalize kayacın içerisindeki Uranyum ve Kurşun oranlarını ölçmek suretiyle o kayacın oluşma yaşını bulabiliriz. Bu yolla dünyadaki en eski kayacın yaşının 3.5–4 milyar yıl olduğu ve Kambriyen kayaçlarının yaşının da 500 milyon yıl olduğu saptanmıştır. Alınan bu sonuçlar son zamanlarda geliştirilen Rubidyum 87 nin radyoaktif bozulmasıyla (yarılanma ömrü 47 milyar yıl), feldspat ve mika içerisinde bulunan potasyum 40 (yarılanma ömrü 1.35 x 109 yıl)ın yarılanma sürelerinin saptanmasıyla bir daha kesin olarak kanıtlanmıştır.

Karbon 14 ün 50.000 yıldan daha yaşlı kayaç ve fosillerde yaş saptanması bakımından iyi sonuç vermediği bilinmektedir. Çünkü daha sonra göreceğimiz gibi yarılanma ömrü kısa olan karbon 14 ün bu süre içerisinde büyük bir kısmı harcanmış olacak ve dolayısıyla miktar olarak saptanması çok güçleşecektir. Bu nedenle daha yaşlı kayaç ve canlılar için Potasyum 40 başarılı olarak kullanılmaktadır (yarılanma ömrü 300 milyon yıl).

Organik Karbon, havadaki CO nin alınmasıyla sentezlenir. Yaşayan organizmalarda C(12)/C(14) ün oranı atmosferdekinin aynıdır. Canlı öldükten sonra karbon atomları atmosferdekiler ile değişmez ve C(14) vücut içerisinde yavaş yavaş Azot (14) e dönüşür. Buna dayanarak da yaş saptanması yapılır. Atmosferdeki C(14) kozmik ışınların Azot atomlarını bombardımanıyla ortaya çıkar ve yine aynı ölçüde yıkılmasıyla bir denge oluşturulur. Son zamanlarda

atom reaktörlerinde ürettiğimiz C(14) artıklarıyla bu denge bozulmaya başlamıştır. Eğer bir mağarada bulduğumuz bir insan kemiğinde C(14)/N(14) oranı 1/4 gibi ise bu insanın yaşı 11.200 yıldır.

Jeolojik Katmanlar ve Tortularla Yaş Saptanması

Özellikle göllerin ve denizlerin altında biriken çamurların, yığıntıların sertleşmesiyle oluşan kayaçların yaşını saptamak oldukça kolaydır. Kural olarak yaşlı kayaçlar veya sedimanlar altta, genç olanlar da üstte bulunacaktır. Bu yığıntılar yıllık olarak da ayrılabilir. Çünkü bol sulu mevsimlerde kaba parçacıklar, hatta çakıllar gelmesine karşın, suyun az olduğu yaz aylarında yalnız ince parçacıklar yığılır. Bu farklı yapı ve renkten dolayı senelik yaş saptanması olanaklıdır. Daha sonra göl ve denizlerin yükselmesi ve yer yer kesilmesi ile biz üst üste binmiş bu katmanları görebiliriz.

Çağlayanlarda Yaş Saptanması

Su, aktığı çağlayanları aşındırarak karayı her sene biraz daha geriye iter. Çok sağlıklı olmamakla beraber birim zamanda karanın aşınarak geri gittiği miktarı hesaplayarak yaş saptaması, yapılabilir.

Ağaç Halkalarıyla Yaş Saptanması

Ağaçlar, yaz ve ilkbaharda farklı büyüdükleri için gövdelerinde farklı halkalar meydana getirirler. Tropiklerde bu halkalar yağışlı ve kurak mevsimlere göre oluşur. Ağaçlardaki büyüme halkalarının genişliği, yıllık yağış miktarına göre de değişiklikler gösterir. Biz bu halkalara göre o yıl

düşen yağışı da anlayabiliriz. 5000 kadar yaz halkası sayılmış ağaçlar vardır. Dendrokronoloji deyimi, yakın zamanların tarihini saptama amacıyla, ağaç halkalarının kullanılmasına denir.

"Fosiller ve onların yaşını bulmak canlı evriminde önemli bir yeri olmalı, galiba ayrı bir bilim dalı"

"Evet, Paleontoloji ya da taşılbilim ya da fosil bilim, fosilleri veri olarak kullanarak dünyada yaşamın tarihini yazmak amacını taşıyan bilim dalıdır.

"Fosil, koruyucu katmanlar arasında bozunmadan korunmuş canlı kalıntılarıdır. Fosil kelimesi Alman doktor ve maden mühendisi Georgius Agricola'nın 1546 da yayınladığı de Natura Fossilium adlı eserinde topraktan çıkarılan nesne anlamında ilk defa kullanılmıştır. Canlıların öldükten sonra taşlaşıncaya kadar geçen süreç fosilleşmedir.

Moleküler Kanıtlar

DNA nın kendisinin ve ürettiği proteinlerin evrim hakkında çok önemli kanıtlar içerdiği bulundu. Ortak bir atadan iki yeni tür evrimleşirse, bu türlerin DNA ları ve buna bağlı olarak da protein molekülleri yavaş yavaş değişir ve zamanla farklılaşır. Bu farklılıkların miktarı, atalarından ayrılmaya başladıkları zamandan beri geçen süreyle doğru orantılıdır.

Fosilleşmiş Bir Kurbağa

1960 da gerçekleşen bu buluşa, Japon bilim adamı Motoo Kimura bir açıklama getirdi. Kimura, mutasyonların çoğunun iyi ya da kötü bir etkisi olmadığını ileri sürdü ve bu mu-

tasyonlara "Yansız değişimler" adını verdi. Böyle bir değişim bir protein molekülündeki aminoasitlerden birini değiştirebiliyor; ancak, proteinin vücuttaki işlevini etkilemiyordu. Kimur'ın kuramı hâlâ tartışmalıdır ama değişimlerin belirli bir hızla biriktiği kesindir. Sanki vücuttaki moleküller, içlerinde sürekli olarak tıklayan ve geçmişin kayıtlarını tutan bir saat taşımaktadırlar. Fosillerden ve canlıların yapılarına ilişkin karşılaştırmalardan elde edilen evrimsel soyağaçlarının doğruluğunu saptamak için bu özellikten yararlanılabilir. Diğer varsayımlardan bağımsız olan bu kanıtlama yöntemi, daha önce saptanan evrimsel soyağaçları ile uyum içindedir.

Yaşam, Genler Ve Bilgisayarlar

Yaşamın milyonlarca yıldır basit kurallar ve temel maddelerle geliştirdiği oldukça karmaşık dizgeler (yani bizler ve diğer canlılar), kendi yarattığımız teknolojiler ile yaşamı ve varlığımızı sorguluyor ve her geçen gün daha da ilerliyoruz. Bizleri insan yapan kromozomlarımızdaki yaklaşık 3 milyar temel çiftinin taranarak genetik veritabanlarına aktarıldığı insan genom projesinin tamamlandığı şu günlerde elimizde artık eskiye göre çok daha fazla veri var. Fakat bütün bunlar da ne anlama geliyor; yani yaşamın dili nasıl bir şey? Kromozomlarımız nesneye mi dayalı, yoksa ilintisel mi? Bunları henüz bilemiyoruz ama en azından dizgelerin moleküler düzeyde nasıl çalıştığını anlamaya başlıyoruz. Genetik "bit"lerimizi (Adenin, Guanin, Sitozin ve Timin), birleşerek nasıl nesneleri (genleri) ve karşılıklı etkileşerek programlarımızı nasıl oluşturduğunu artık anlayabiliyoruz (Örneğin; Krebs çemberi).

"Buradaki 'bit' bilgisayardaki 'dörtlü ikil' olarak bilinen tanım, iyi bir benzetim olmuş"

"Evet, daha sonra evrim ve bilgisayar ile ilgili benzetimlere de bir göz atalım derim"

"Benim çok ilgimi çeker"

Bunlara ek olarak, eskiden sadece fiziksel özelliklerle (renk, boy, şekil, v.s.) gözlemleyebildiğimiz evrimi aslında çok daha kesin ve anlaşılabilir bir şekilde moleküler seviyede izleyebiliyoruz. Sadece izlemekle kalmıyor, öğrendiklerimizi kendi teknolojilerimizde de uygulamaya çalışıyoruz. Genetik Algoritmalar (GA) ya da daha geniş kapsamıyla Evrimsel Algoritmalar (EA), doğadaki evrimsel süreçleri kalıp olarak kullanan bilgisayara dayalı problem çözme teknikleridir. Geleneksel programlama teknikleriyle çözülmesi güç olan, özellikle sınıflandırma ve çok boyutlu eniyileme problemleri, bunların yardımıyla daha kolay ve hızlı olarak çözülebilmektedir.

Sayısal Organizma Simülatörleri–Benzetimleri

Bilgisayar yazılım tekniklerinin son yıllardaki hızlı gelişimi sonucu, canlı organizmaların nasıl meydana geldiği gibi karmaşık oluşumları; sanal ortamda benzetişimler yaparak ortaya koymak uğraşlarını arttırmıştır. Bu konuda oldukça çok sayıda program ve yazılım mevcuttur. Program kökenli benzetimler ile karmaşık yapıdaki canlıların DNA dilleri geliştirilmiştir. Bunlara bazı orantılı ölçü birimleri ve değişkenlerde ilave edilebilmektedir. Yaygın olarak kullanılan "hücre otomatları" programları ile birçok oluşumu sanal ortamda yaratmak mümkün olduğu gibi, bilgisayar

oyunları ile canlı oluşumu ve evrimleri daha iyi anlamak olanağı doğmuştur. Otomatlar, evrimsel düzeneğin anlaşılması için örnek oluşturmakta ve bu kalıplar üzerinde her türlü değişiklik ve eklenimler kolayca yapılabilmektedir.

"Pekâlâ, sanal ortamda, genetik canlılar oluşturmanın mantığı nedir acaba? Hangi ilkelere göre çalışıyor bu programlar?"

"Doğal olarak genleri ve onların birleşimini hedef alıyor olmalı"

"Evet, genlerin dizilimine dayalı algoritmalar geliştiriliyor"

"Onun için buna 'genetik algoritma' diyebiliriz."

"Algoritma nedir? Bana hiç yabancı gelmedi, ancak anımsayamadım"

"Evet, çok kullanılan bir terim, özellikle bilgisayar yazılımlarında"

"Hatırla bakalım, 9. Yüzyılın başında yaşamış olan Türk matematikçilerinden Musa oğlu Harezmîli Mehmet'e tarafından bulunan ve ondalık sayı sistemine göre yapılan bir hesaplama sisteminin adı ne idi"

"Şimdi hatırladım. Batılılar ona, El Harezmî adını veriyorlardı, sistemin adı da algoritma"

"Son zamanlarda belirli herhangi bir kurala bağlı bulunan her türlü hesap işlemine algoritma yani, Harezmîli yolu deniliyor"

Genetik Algoritmalar

Genetik algoritmalar, doğada gözlemlenen evrimsel sürece benzer bir şekilde çalışan arama ve en iyilime yöntemi-

dir. Karmaşık çok boyutlu arama uzayında en iyinin hayatta kalması ilkesine göre bütünsel en iyi çözümü arar. Genetik algoritmaların temel ilkeleri ilk kez Michigan Üniversitesi'nde Jhon Holland tarafından ortaya atılmıştır. Holland 1975 yılında yaptığı çalışmaları "Adaptation in Natural and Artificial Systems" adlı kitabında bir araya getirmiştir. İlk olarak Holland evrim yasalarını genetik algoritmalar içinde eniyileme problemleri için kullanmıştır. Genetik algoritmalar problemlere tek bir çözüm üretmek yerine farklı yaklaşımlardan oluşan bir çözüm kümesi üretir. Böylelikle, arama uzayında aynı anda birçok nokta değerlendirilmekte ve sonuçta bütünsel çözüme ulaşma olasılığı yükselmektedir. Çözüm kümesindeki çözümler birbirinden tamamen bağımsızdır. Her biri çok boyutlu uzay üzerinde bir vektördür.

Genetik algoritmalar problemlerin çözümü için evrimsel süreci bilgisayar ortamında taklit ederler. Diğer en iyileme yöntemlerinde olduğu gibi çözüm için tek bir yapının geliştirilmesi yerine, böyle yapılardan meydana gelen bir küme oluştururlar. Problem için olası pek çok çözümü temsil eden bu küme genetik algoritma terminolojisinde nüfus adını alır. Nüfuslar vektör, kromozom veya birey adı verilen sayı dizilerinden oluşur. Birey içindeki her bir elemana gen adı verilir. Nüfustaki bireyler evrimsel süreç içinde genetik algoritma işlemcileri tarafından belirlenirler.

Genetik algoritmaların problemin çözümündeki başarısına karar vermedeki en önemli etken, problemin çözümünü temsil eden bireylerin gösterimidir. Nüfus içindeki her bireyin problem için çözüm olup olmayacağına karar veren bir uygunluk fonksiyonu vardır. Uygunluk fonksiyonundan dönen değere göre yüksek değere sahip olan bireylere, nü-

fustaki diğer bireyler ile çoğalmaları için fırsat verilir. Bu bireyler çaprazlama işlemi sonunda çocuk adı verilen yeni bireyler üretirler. Çocuk kendisini meydana getiren ebeveynlerin (anne, baba) özelliklerini taşır. Yeni bireyler üretilirken düşük uygunluk değerine sahip bireyler daha az seçileceğinden bu bireyler bir süre sonra nüfus dışında bırakılırlar. Yeni nüfus, bir önceki nüfusta yer alan uygunluğu yüksek bireylerin bir araya gelip çoğalmalarıyla oluşur. Aynı zamanda bu nüfus önceki nüfusun uygunluğu yüksek bireylerinin sahip olduğu özelliklerin büyük bir kısmını içerir. Böylelikle, pek çok nesil aracılığıyla iyi özellikler nüfus içersinde yayılırlar ve genetik işlemler aracılığıyla da diğer iyi özelliklerle birleşirler. Uygunluk değeri yüksek olan ne kadar çok birey bir araya gelip, yeni bireyler oluşturursa arama uzayı içerisinde o kadar iyi bir çalışma alanı elde edilir. Probleme ait en iyi çözümün bulunabilmesi için;

1- Bireylerin gösterimi doğru bir şekilde yapılmalı,

2- Uygunluk işlevleri etkin bir şekilde oluşturulmalı,

3- Doğru genetik işlemciler seçilmeli.

Bu durumda çözüm kümesi problem için bir noktada birleşecektir. Genetik algoritmalar, diğer eniyileme yöntemleri kullanılırken büyük zorluklarla karşılaşılan, oldukça büyük arama uzayına sahip problemlerin çözümünde başarı göstermektedir. Bir problemin bütünsel en iyi çözümünü bulmak için garanti vermezler. Ancak problemlere makul bir süre içinde, kabul edilebilir, iyi çözümler bulurlar. Genetik algoritmaların asıl amacı, hiçbir çözüm tekniği bulunmayan problemlere çözüm aramaktır. Kendilerine has çözüm teknikleri olan özel problemlerin çözümü için mutlak sonucun

hızı ve kesinliği açısından genetik algoritmalar kullanılmazlar. Genetik algoritmalar ancak;

Arama uzayının büyük ve karmaşık olduğu,

Mevcut bilgiyle sınırlı arama uzayında çözümün zor olduğu,

Problemin belirli bir matematiksel modelle ifade edilemediği,

Geleneksel eniyileme yöntemlerinden istenen sonucun alınmadığı alanlarda etkili ve kullanışlıdır.

Genetik algoritmalar parametre ve sistem tanılama, kontrol sistemleri, robot uygulamaları, görüntü ve ses tanıma, mühendislik tasarımları, planlama, yapay zekâ uygulamaları, uzman sistemler, işlevsel ve birleştirilmiş eniyileme problemleri, ağ tasarım problemleri, yol bulma problemleri, sosyal ve ekonomik planlama problemleri için diğer eniyileme yöntemlerinin yanında başarılı sonuçlar vermektedir.

"Diğer yöntemlerden farkı nedir?"

Genetik algoritmalar problemlerin çözümünü değişken değerleriyle değil, kodlarıyla-şifreleri ile arar. Değişkenler şifrelendiği sürece çözüm üretilebilir. Bu nedenle genetik algoritmalar ne yaptığı konusunda bilgi içermez, nasıl yaptığını bilir.

Genetik algoritmalar aramaya tek bir noktadan değil, noktalar kümesinden başlar. Bu nedenle çoğunlukla yerel en iyi çözümde sıkışıp kalmazlar.

Genetik algoritmalar türev yerine uygunluk fonksiyonunun değerini kullanır. Bu değerin kullanılması ayrıca yardımcı bir bilginin kullanılmasını gerektirmez.

Genetik algoritmalar gerekirci kuralları değil olasılıksal kuralları kullanır.

"Olasılık yani rasgele, bu da bana başka bir şeyi hatırlatıyor"

"Evet, daha önce sık kullandığımız bir terim"

"Olasılık, kuantum mekaniğinin bir yorumu ve nedensellik ilkesi ya da önceden belirlenme ilkesine karşı, insan düşüncesinin ulaştığı yeni bir düşünce dizgesi idi"

"Evet, anımsadım şimdi de burada karşımıza çıkıyor"

"Hem de çok ilginç bir biçimde"

Evrimin düzeneklerini ve temel kavramları şu şekilde özetleyebiliriz: Evrim, amacı belli olan ya da kontrollü bir süreç değildir; en azından bu şekilde olması için elimizde geçerli bir kanıt bulunmamaktadır. Kaynakların kısıtlı olduğu değişken bir ortamda, farklı genetik bilgilere sahip canlılar bunlar için yarışırlar ve kabaca güçlü olanlar hayatta kalıp çoğalarak/üreyerek genetik bilgilerini bir sonraki kuşağa geçirme şansını yakalarlar. Evrimin sürükleyicisi üreme sonucu oluşan farklılıktır. Üreme iki şekilde olur: Basit canlılarda eşeysizdir–yani yeni oluşan canlı bir öncekinin aynısıdır ve farklılık üreme sırasında genlerdeki istemsiz hatalar (değişinim) sonucu olur. Yüksek canlılarda ise eşeylidir (seksüeldir) – yani değişik genetik malzemeye sahip iki canlı birleşerek tamamen farklı yeni bir canlı oluşturur. Farklılık, çoğalma sırasında hem değişimler hem de yeniden birleşimler sonucu olur (Her iki canlının genetik olarak farklı ama işlevsel olarak eş kromozomları üst üste gelerek bilgi değiş tokuşu yaparlar). Her iki durumda da oluşan farklı canlılardan bir kısmı, bir önceki kuşağa göre değişen çevreye daha

iyi uyum gösterip (ADAPTASYON) daha güçlü olabilir. Bunların yaşaması ve üreyerek soyunu devam ettirmesine DOĞAL SEÇİLİM denir.

Evrimsel Algoritmalarda (EA) evrimsel süreçlerden en çok yeniden birleşme ve güçlülük tabanlı seçme/üreme üzerinde durulur. Ek olarak, arka planda devamlı oluşan mutasyonlar evrimin gereksinimi olan farklılığı daha da artırır. Bu özyapı dizileri belirli uzunlukta olmalıdır (canlılarda da kromozomlar belirli uzunluktadır). Uzunluğu belli olmayan karakter dizileriyle geliştirilen EA'lar genetik programlama (GP) olarak adlandırılır ve GA'lardan çok farklıdır. Bir GA programı şu sırayı takip eder:

Topluluktaki bireylerin güçlülüğünü değerlendir.

Yeniden birleşim, güçlülüğe dayalı üreme ve değişim işlemlerini kullanarak yeni bireylerlerden oluşan topluluk yarat.

Eski bireyleri ele ve yeni topluluğa aynı işlemi uygula. Bu döngünün her yinelemesi yeni bir kuşağı temsil eder. Kuşak(0) rasgele bir topluluktur, fakat ilerleyen kuşaklar (1....n) genetik süreçler sonucu gelişme gösterirler (Problemin daha iyi–en uygun bir çözümüdürler).

"Konuyu daha iyi anlamak için bir algoritma nasıl yazılır onu da bir öğrensek"

"Evet, haklısın, işte burada 'Örnek–Kod' için bir algoritma yazılımı var"

```
Başla GA
// bir başlangıç zamanı ile başla
t := 0;
// rasgele bireylerden oluşan bir topluluk yarat
```

```
initpopulation P (t);
// topluluğun tüm bireylerinin GÜÇLÜLÜĞÜNÜ değerlendir
evaluate P (t);
// Bitiş kriterini belirle (zaman, güçlülük v.b.)
while not done do
// zaman sayacını artır
t := t + 1;
// üremek için bir alt–topluluk seç
P := selectparents P (t);
// seçilen eşlerin genlerini yeniden birleşime uğrat (REKOMBİNASYON)
recombine P (t);
// üreyen eşleri stokastik biçimde mutasyona uğrat
mutate P (t);
// yeni GÜÇLÜLÜK değerlerini ölç
evaluate P (t);
// GÜÇLÜLÜK değerlerine göre hayatta kalanları seç
P := survive P,P(t);
Bitir GA.
```

"Evet, bu çok ilginç işte, böyle bir programı işletmek için komutları görmüş olduk"

Prensip olarak, EA'lar sayısal bilgisayarların yapabileceği tüm hesaplamaları yapabilirler. Fakat özellikle etkin çözümü bilinen olan problemler için pek uygun sayılmazlar. Belirli bir alan bilgisine göre şekillendirilmiş algoritmaların perfor-

mansı EA' lardan daha yüksektir. Bazı belli başlı uygulama alanları şöyle sıralanabilir:

Biyo–Bilişim (Bio–computing): Özellikle dizi analizi yapılan genetik kodların analizi, DNA ve RNA kıvrılmaları analizi ve tahmini

Hücresel programlama (Cellular–Programming): Doğadaki benzerleri gibi işleyen–adeta yaşayan makineler. Canlıların temel özellikleri olan uyum ve öğrenme becerileri.

Oyun Programcılığı: Son yıllarda bilgisayar oyunlarında karşılaşılan rakipler daha gerçekçi değil mi?

"Peki, problemler için akılcı ve "insani" çözümler aramak yerine neden doğayı taklit etmeye çalışıyoruz?"

"Çünkü bunu ilk defa biz yapmıyoruz. İnsanlık doğadaki olayları genelde bilinçsiz olarak kopyalayıp buluşlar yapma eğilimindedir. Tıpkı uçmak için kuşları incelemek gibi"

Doğadaki sistemleri incelediğimizde bunlar sadece çevreye uyum sağlamakla kalmamış, aynı zamanda en uygun seviyeye ulaşmışlardır. Bunun en önemli sebebi 3,5 milyar yıldır doğanın temel kurallarının değişmez kalmasıdır. Örneğin, dolaşım sistemi olan canlılarda, kan damarlarındaki dallanmada damar çapları teorik olarak akışkanlar dinamiği yardımıyla hesaplanan 2 1/3 oranındadır. Fakat doğanın amacı uyumdur; en iyilime (en uygun şekle sokma) dolaylı bir sonuçtur.

Genetik Algoritma Tekniği

Algoritma ilk olarak varlık kümeleri olarak bilinen bir çözüm (kromozomlarla ifade edilir) seti ile başlatılır. Bir populasyondan alınan sonuçlar bir öncekinden daha iyi olacağı

beklenen yeni bir populasyon oluşturmak için kullanılır. Yeni varlık kümesinin oluşturulması için seçilen çözümler uyumluluklarına göre seçilir. Çünkü uyumlu olanların daha iyi sonuçlar üretmesi olasıdır. Bu istenen çözüm sağlanıncaya kadar devam ettirilir.

Genetik Algoritmanın Aşamaları

1. Başlangıç: n adet kromozom içeren popülasyonun oluşturulması (problemin uygun bir çözümü)

2. Uyumluluk: her x kromozomu için uyumluluğun f(x) değerlendirilmesi,

3. Yeni varlık: Yeni varlık oluşuncaya kadar aşağıdaki adımların tekrar edilmesi,

1. Seçim: İki ebeveyn kromozomun uyumluluğuna göre seçimi (daha iyi uyum seçilme şansını artırır.),

2. Çaprazlama: Yeni bir birey oluşturmak için ana-babanın bir olasılığına göre çaprazlanması. Eğer çaprazlama yapılmazsa yeni birey anne veya babanın kopyası olacaktır.

3. Mutasyon: Yeni bireyin olasılığına göre kromozom içindeki konumu değiştirilir.

4. Ekleme: Yeni bireyin yeni popülasyona eklenmesi.

5. Değiştirme: Algoritmanın yeniden çalıştırılmasında oluşan yeni popülâsyonun kullanılması,

6. Test: Eğer sonuç tatmin ediyorsa algoritmanın sona erdirilmesi ve son popülâsyonun çözüm olarak sunulması.

7. Döngü: 2. adıma geri dönülmesi.

Görüldüğü üzere genetik algoritmanın yapısı oldukça geneldir ve herhangi bir probleme uygulanabilir. Kromo-

zomların tanımlanması genellikle ikili düzendeki sayılarla yapılır. Çaprazlama işlemi için kullanılan bireyler iyi bireylerden seçilir.

GA kullanılarak bir problem çözülecekse algoritmanın ne zaman sonlanacağına kullanıcı karar vermektedir. GA'nın belli bir sonlanma kıstası yoktur. Sonucun yeterince iyi olması veya yakınsamanın sağlanması algoritmanın durması için ölçüt olarak kullanılabilir.

GA'da Kullanılan İşlemciler

Genetik algoritmanın en önemli kısımları çaprazlama ve mutasyon işlemleridir. Bu işlemler bir olasılık değeri ile ve genelde rasgele olarak uygulanır. Bu şekilde iyi sonuç alınabilmektedir.

Bir kromozomun ikili sayılarla temsil edilmesi:

Kromozom 1 1101100100110110

Kromozom 2 1101111000011110

Kromozom temsil ettiği çözümle ilgili bilgi içermelidir. Her kromozom ikili (binary) bir diziden oluşur. Bu dizi içindeki bit adı verilen her bir sayı çözümün bir karakteristiğini temsil edebilir veya bir dizi bütünüyle bir sayıya işaret edebilir.

Kromozomu ikili düzendeki sayılar dizisiyle ifade etmek çok tercih edilen bir temsil şeklidir ancak bunun yerine tamsayı veya reel sayılar da kullanılabilir. İkili düzenin tercih edilmesinin sebebi basit olması ve bilgisayar tarafından daha kolay ve hızlı bir biçimde işlenebilmesidir.

Üreme

Üreme işlemi belli bir seçme ölçütüne göre bireylerin seçilip yeni kuşağın oluşturulması işlemidir. Seçme kıstası uyumluluğu esas alarak birbiriyle uyumlu olan bireyleri seçer. Daha sonra çaprazlama ve mutasyon uygulanacak olan bireylerden daha uyumlu yeni bireylerin ortaya çıkması olasıdır. Bireylerin tamamı uyumluluğa göre seçilebilir veya bir kısmı rasgele seçilerek yeni kuşağa aktarılabilir.

Çaprazlama

Kromozomların nasıl temsil edileceğine karar verildikten sonra çaprazlama yapılabilir. Çaprazlama ebeveynlerden bazı genleri alarak yeni bireyler oluşturma işlemidir.

Kromozom 1 11011 | 00100110110

Kromozom 2 11011 | 11000011110

Birey 1 11011 | 11000011110

Birey 2 11011 | 00100110110

Çaprazlama yapılacak konum rasgele seçilir (|). Oluşan yeni birey ebeveynlerin bazı özelliklerini almış ve bir bakıma ikisinin kopyası olmuştur. Çaprazlama işlemi başka şekillerde de yapılabilir. Mesela birden fazla çaprazlama noktası seçilebilir. Daha iyi performans almak amacıyla değişik çaprazlamalar kullanılabilir.

Değişim-Mutasyon

Çaprazlama gerçekleştikten sonra, değişime uğrayan yeni çözümlerin önceki çözümü kopyalamasını önlemek ve sonuca daha hızlı ulaşmak amacıyla yapılır. Değişim ile olu-

şan yeni bireyin bir bitini (eğer ikili düzende ifade edilmiş ise) rasgele değiştirir.

Özgün Birey 1 1101111000011110

Özgün Birey 2 1101100100110110

Değişmiş Birey 1 1100111000011110

Değişmiş Birey 2 1101101100110110

Seçkinlik

Üreme, çaprazlama ve mutasyon işlemleri sonrasında kuşakta bulunan en iyi uyumluluğa sahip birey sonraki kuşağa aktarılamayabilir. Bunu önlemek için bu işlemlerden sonra oluşan yeni kuşağa bir önceki kuşağın en iyi (elit) bireyi, yeni kuşaktaki herhangi bir birey ile değiştirilir. Buna seçkinlik adı verilir.

GA Değişken Nicelikleri- Parametreleri

GA tekniğinin çaprazlama ve değişim olasılığı olmak üzere iki yalın değişkeni vardır. Çaprazlama olasılığı çaprazlamanın hangi sıklıkta yapılacağını belirtir. Eğer hiç çaprazlama yapılmaz ise (çaprazlama olasılığı %0) yeni bireyler eski bireylerin aynısı olur ama bu yeni kuşağın eskisiyle aynı olacağı anlamına gelmez. Eğer bu oran %100 olursa yeni bireyler tamamıyla çaprazlama ile elde edilir. Çaprazlama eski bireylerden iyi taraflar alınarak elde edilen yeni bireylerin daha iyi olması umuduyla yapılır.

Değişim olasılığı ise onun hangi sıklıkta yapılacağını belirtir. Değişim olmaz ise yeni birey çaprazlama veya kopyalama sonrasında olduğu gibi kalır ve yeni bireyin bir kısmı değiştirilmiş olur. Eğer bu oran %100 olursa kuşak içindeki bireyler tamamen değişir, %0 olursa hiç değişmeden kalır.

Diğer Değişkeler

GA tekniği başka değişkenleri de içerir. Bunların en önemlilerinden birisi de varlık büyüklüğüdür. Bu durumda varlık içinde (yalnızca bir kuşakta) kaç adet kromozom yani birey olduğunu söyler. Eğer kromozom sayısı az olursa GA çözüm aranan uzayın ancak bir kısmını gezebilir ve çaprazlama için fazla bir seçeneği yoktur. Kromozom sayısı çok fazla olursa GA çok yavaş çalışır. Araştırmalar belli bir noktadan sonra varlık sayısını artırmanın bir yararı olmadığını göstermiştir.

Yeni bireyler uyumluluğa göre veya rasgele olarak seçilebilir. Yeni bireylerin tamamen rasgele seçilme durumunda yakınsama zorlaşabilir. Tüm bireyler uyumluluğa göre seçildiğinde ise yeni kuşak içinde bölgesel yakınsamalar olabilir. Bu sorunların üstesinden gelmek için belli bir oranda uyumluluk seçimi belli bir oranda da rasgele seçim yapılabilir. Bu oran "Kuşak Farkı" (Generation Gap) ile ifade edilir. Kuşak farkı %100 olduğunda yeni bireylerin tamamı uyumluluğa göre seçilir.

Seçim

Ana-babaları oluşturmak üzere bazı bireylerin seçilmesi gerekir. Kurama göre iyi olan bireyler yaşamını sürdürmeli ve bu bireylerden yeni bireyler oluşmalıdır. Bu seçim çeşitli kıstaslara göre yapılabilir. Rulet seçimi, Boltzmann seçimi, turnuva seçimi, sıralı seçim bunlardan bazılarıdır.

"Gördün mü, GA nin içinde evrimin tüm aşamaları ve öğrendiğimiz kavramların neredeyse tamamı var"

"İşin içine bir de olasılık katarsak, bilgisayar için kusur-

suz işleyen bir ortam"

"Evet, biraz rastlantı, bir de kargaşa eksik kaldı"

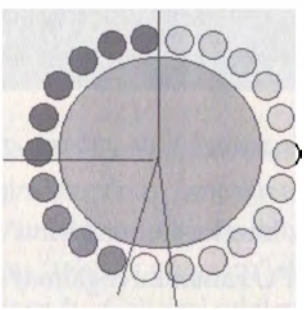
"Evet, rastlantıyı da rulet oyunu gibi düşünürsek"

"Ruletin dönen topunu hatırladın mı?"

"Evet, Einstein'ın tanrı zar atmaz deyimi ile benzetişim yapmıştık"

Rulet seçiminde kromozomlar uyumluluk işlevlerine göre bir rulet etrafına gruplanır. Uyumluluk fonksiyonu herhangi bir kıstasa uyan bireylerin seçilmesi için kullanılır. Bu rulet üzerinden rasgele bir birey seçilir. Daha büyük alana sahip bireyin seçilme şansı daha fazla olacaktır.

Rulet seçimi eğer uyumluluk çok fazla değişiyorsa sorun çıkartabilir. Örneğin en iyi kromozomun uyumluluğu %90 ise diğer kromozomların seçilme şansı azalacaktır. Bunu önlemek için sıralı seçim kullanılabilir. Sıralı seçimde en kötü uyumlulukta olan kromozoma 1 değeri sonrakine 2 değeri verilir ve böylelikle seçilmede bunlara öncelik tanınmış olur. Bu şekilde onların da seçilme şansı artar fakat bu çözümün daha geç yakınsamasına neden olabilir.



Rulet Seçimi: Seçim Yapmak İçin Top Atıldığında, Sağdaki Alanlarda Durma Olasılığı Daha Yüksektir.

Elektronik Evrim Oyunları

En elverişli çözümler için doğayı bilinçli bir biçimde taklit etmek özellikle son 5 yıldır araştırıcıların dikkatini çekmiştir. Bunun nedeni, son yıllara kadar hala birçoğumuzun evrimi bir rastlantılar dizisi olarak kabul etmesidir. Eğer, durum böyle olsaydı olasılık hesaplarına göre canlıların günümüzdeki farklılığa ulaşması gezegenimizin yaşına eşit olurdu. (İnsan genomu her biri yaklaşık 300 temel çiftinden oluşan 50.000–80.000 arası genden oluşmaktadır)

Konu yaşam, genler ve bilgisayarlardan açılmış iken aslında temelinde EA/GA kullanmayan ama en az onlar kadar ilginç ve gelecek öngören başka uygulamalardan bahsetmek ilginç olacaktır: Yapay yaşam formları – Sayısal Yaratıklar! Aslında bir evrim–bilimci olan ve gençlik yıllarını Amazon'da yağmur ormanlarında evrimi izlemekle geçirip sonra bunun çok yavaş olduğuna ve ömrünün bu işe yetmeyeceğine karar vererek kendi yaratıklarını ve yapay evrim şartlarını bilgisayarında yaratan Tom Ray, 1991 yılında sonuçlarını açıkladığı "Tierra" çalışmasıyla bu alanda oldukça ün kazanmıştır. Tierra'daki mantık özetle şu şekildedir: CPU zamanının "enerji", hafızanın "materyal" kaynağı olduğu bir dünyada sentetik/sayısal yaratıklar yaşamaktadır.

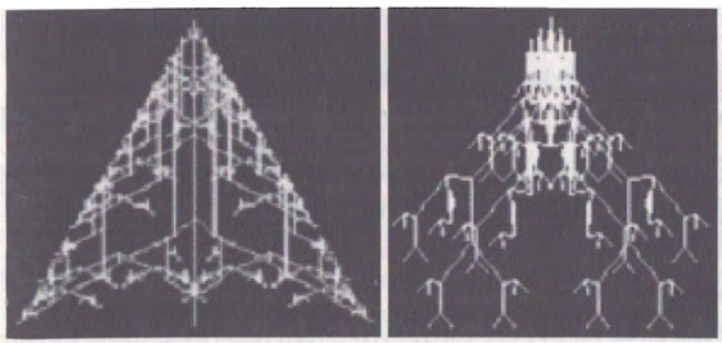
"Peki, CPU nedir acaba? Yine yabancı gelmiyor. Bilgisayar terimi galiba"

"Evet biliyorum, 'merkezi işlem birimi' demek"

Sistem belleği, CPU zamanını çoğalma/kopyalama amacıyla harcayan bilgi paketlerine (yürütülebilen makine kodu parçaları) bölünmüştür. Mutasyonlar (yaratıkların kodundaki bit–bilgi iletim birimi– değişiklikleri) yeni bireyler or-

taya çıkarırken, sayısal evrim CPU zamanı ve sistem belleği için yarışan değişik bireyleri doğal seleksiyona uğratır. Gözlemler sonucu ortaya çıkan sonuç, doğal seleksiyonun hem en iyileme (en uygun şekle sokma) hem de yaratıcılığı ortaya çıkarmasıdır. Bu sistemdeki benzetimci (simulatör) tarafından yapılan tek genetik değişim (mutasyon) rasgele bit değişimleridir. Fakat daha sonra tamamen kendiliğinden ortaya çıkan parazitler çok daha geniş "temel ölçü birimi–bit" alanlarını değişime uğratırlar (yeniden birleşim). Bu kendiliğinden ortaya çıkan şey aslında evrimi çok daha hızlandıran eşeyli çoğalmadır–seksüalitedir!

Biomorf

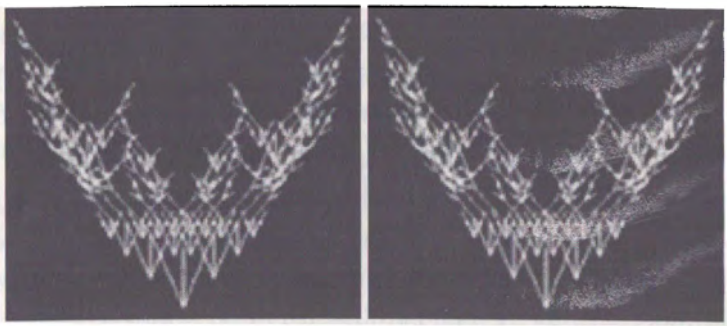


"Kör saatçi" adlı kitabın yazarı olan Richard Dawkins, canlılardaki gelişim ve evrimi genlerin etkisi ile değiştirebilecek bir bilgisayar oyunu programladı. Büyüyen ağaç işlemlerini içeren bu "tekrarlı program" ile dallar büyüyerek kocaman bir ağaç oldu. Gelişimi etkilemek ve gelecek kuşaklara aktarmak amacı ile işe genleri de kattı. Böylece çok değişik şekiller elde etti.

"Ben bu tip oyunları çok severim, bilgisayarda yüzlercesini buldum"

"Gel istersen beraberce oynayalım, bakalım neler çıkacak"

"İşte sana değişik şekiller"



Genetik İzlence(Programlama)

Genetik algoritmalar yapay anlağın gittikçe genişleyen bir kolu olan evrimsel hesaplama tekniğinin bir parçasını oluşturmaktadır. Adından da anlaşıldığı üzere, evrimsel hesaplama tekniğinin bir parçası olan genetik algoritma, Darvin'in evrim teorisinden esinlenerek oluşturulmuştur. Herhangi bir problemin genetik algoritma ile çözümü, problemi sanal olarak evrimden geçirmek suretiyle yapılmaktadır.

Evrimsel hesaplama ilk olarak 1960'larda I.Rechenberg tarafından "Evrim Stratejileri" isimli eserinde tanıtılmıştır. Onun fikri daha sonra başka araştırmacıların da ilgisini çekmiş ve geliştirilmiştir. John Holland evrim sürecinin bir bilgisayar yardımıyla kullanılarak, bilgisayara anlayamadığı

çözüm yöntemlerinin öğretilebileceğini düşündü. Genetik Algoritma (GA) böylece John Holland tarafından bu düşüncenin bir sonucu olarak bulundu. Onun öğrencileri ve arkadaşları tarafından geliştirildi ve bu sayede Holland'ın kitabı "Doğal ve Yapay Sistemlerde Adaptasyon (Adaption in Natural and Artificial Systems)" 1975 yılında yayınlandı.

1992 yılında John Koza genetik algoritmayı kullanarak çeşitli görevleri yerine getiren programlar geliştirdi. Bu metoda Genetik Programlama adını verdi.

Genetik algoritma geleneksel yöntemlerle çözümü zor veya olanaksız olan problemlerin çözümünde kullanılmaktadır. Çok genel anlamda genetik algoritmanın üç uygulama alanı bulunmaktadır. Bunlar deneysel çalışmalarda en uygun şekle sokma, pratik endüstriyel uygulamalar ve sınıflandırma sistemleridir.

Mühendislik problemlerinde en uygun şekle sokma amaçlı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle tasarımda çok iyi sonuçlar verdiği bilinmektedir. Bunlardan başka otomatik programlama, öğrenme kabiliyetli makineler, ekonomi, çevrebilim, planlama, üretim hattı yerleşimi gibi alanlarda da uygulanmaktadır. Ayrıca dijital resim işleme tekniğinde de çokça uygulama alanı bulmuştur.

Bu problemlerin hemen hemen hepsi çok geniş bir çözüm havzasının taranmasını gerektirmektedir. Bu çözüm havzasının geleneksel yöntemlerle taranması çok uzun sürmekte, genetik algoritmayla ise kısa bir sürede kabul edilebilir bir sonuç alınabilmektedir.

3. BÖLÜM

YAŞAMIN KAYNAĞI

"Öykü bu biyomorf ve GA oyunları seni çok sardı galiba"

"Evet öyle, doğadaki çeşitliliği ve bu kadar farklı canlı türünün nasıl olduğunu şimdi daha iyi anlıyorum"

"Doğada evrim ve genler, tıpkı bir bilgisayar programı gibi çalışıyor"

"Bu arada aklıma başka bir soruyu getiriyor"

"O da neymiş, sor bakalım?"

"Eğer bir canlıyı başka bir canlı oluşturuyorsa, ilk gelişmiş canlı nasıl meydana gelmiştir?"

"İşte bu da evrimin cevaplaması güç sorularından biri olmalı"

"Bunu açıklamak için galiba başlangıca, yani hücreye tekrar dönmek gerekecek"

"Ancak bu kez, birçok bilgi edindik, galiba daha kolay anlayacağız"

"Evet, aklıma bir özdeyiş geliyor 'Yaşamın kaynağı su'dur"

"Çok doğru, önce istersen suyun azizliklerine biraz daha değinelim"

Hiçbir şey su olmadan yaşayamaz, Göreceli su yetersizliği vücudun bazı işlevlerini önce bastırır, sonra öldürür. Su

temel enerji kaynağıdır, vücudun her hücresinde elektriksel ve manyetik enerji üretir, bize yaşam gücü verir. Hücre yapısındaki maddeleri birbirine bağlayan bir yapıştırıcıdır. DNA hasarını önler ve onarım düzeneklerinin daha iyi çalışmasına yardımcı olur, böylece üretilen yoz DNA sayısı azalır. Bağışıklık düzenimizi çeşitli hastalıklara karşı güçlendirir. Bütün besinlerin, vitamin ve minerallerin temel çözücüsüdür. Besinleri küçük parçalara ayırır, sindirim aşamalarında oluşan enerjiyi tüm bedene aktarır. Susuz yenen yemeğin vücut için hiçbir enerji değeri yoktur. Canlı organizmada veya canlı hücrelerde hareketi, biyolojik ve kimyasal değişimlerin bütününde görev yapar. Su ayrıca, besinlerdeki gerekli öğelerin emilimini artırır ve bütün besin öğelerinin taşınmasına yardımcı olur. Akciğerlerde oksijen toplayan kırmızı kan hücrelerinin çalışma verimini artırır. Hücreye ulasan su, o hücreye oksijen verir ve atık gazları vücuttan atılmaları için akciğerlere taşır. Vücudun çeşitli bölgelerinden zehirli atıkları toplar ve atılmaları için karaciğer ya da böbreklere taşır. Omurgadaki diskleri "şok emici su yastıkları" na dönüştürür. Kalp ve beyin damarlarında pıhtılaşmayı önler. Vücudun soğutma (terleme) ve ısıtma (elektrik) sistemleri için vazgeçilmezdir. Düşünme başta olmak üzere, bütün beyin işlevleri için bize güç ve elektriksel enerji verir. Serotonin ve melatonin de içeri olmak üzere, beyinde üretilen bütün hormonların yapımı için gereklidir.

"Evet, bu çizelge daha böyle uzayıp gider ve su olmadan yaşam da olmaz"

"Bütün canlılar suda doğar diyebilir miyiz?"

"Evet diyebiliriz, bu çok da yanlış olmaz"

"O zaman canlıların doğuş öyküsüne dönelim"

Abiyogenez

Eski Yunan filozofu Aristo (M.Ö. 384–322), bundan 2300 önce, canlının ilk oluşumu üzerinde düşünmeye başlamıştır. Aristo canlının kendiliğinden var olabileceğine, yani cansız nesnelerden kendiliğinden oluştuğuna inanıyordu. Bu, canlının oluşumu üzerine ileri sürülen ve abiyogenez (kendiliğinden oluşum) adı verilen hipotezidir. Abiyogenez hipotezi, cansız maddenin kendi kendine canlı olabileceğini ileri sürer. Yani Aristo, döllenmiş yumurta gibi bazı madde parçalarının, bir etkin öz taşıdığını varsayar ve bu öz, koşullar uygun olduğu zaman bir canlı yaratabilecek ve iş yapma özelliği taşıyacaktır. Günümüzdeki enerji terimi de buna benzer bir kavramdır. Enerji, bir madde ya da bir hareket olmayıp, bir iş yapma yeteneğidir. Aristo'nun "Historia animalium" adlı kitabında abiyogenez üzerine yazdığı yazı ile bu durumu şöylece açıklıyor:

"Bunlar gerçeklerdir, yalnızca hayvanların çiftleşmesinden değil toprağın çürümesinden de her şey gelişebilir... Ve bitkiler arasında da olay aynı şekilde ilerler. Bazıları tohumdan, diğerleri sanki doğal kuvvetler tarafından kendiliğinden oluşumla gelişir. Bitkiler çürüyen topraktan ya da bitkilerin bazı bölümlerinden meydana gelirler."

İnsanlar, Aristo'dan yıllar sonra bile, abiyogenez fikrine inanmaya devam etmişlerdir. Abiyogenez teorisine göre bir canlı, şekli kendisinden tümüyle farklı diğer bir canlıdan, hatta cansız maddelerden oluşabilir. Örneğin; 13. yüzyılın başlarında insanların bir bölümü, kazların okyanus kıyısındaki köknar ağaçlarından oluştuğuna inanıyorlardı. Bu inanç, 250 yıl öncesine kadar devam etmiştir. Doğudan gelen

bazı gezginler bile içinde kuzu bulunan ve kavuna benzer meyveleri olan ağaçlardan söz etmişlerdir. Benzeri düşünceleri taşıyan bir başka kişi de ünlü Paracelsus dur;

"Bu Paraselsus adını çok duydum, konumuzla ilgili düşünceleri neydi acaba?"

"Bakalım göreceğiz!"

Paracelsus

"Vitam cum morte mutavit"

Ölümle hayatı değiş tokuş etti. (Mezartaşı yazısı)

Paracelsus, 1493 yılında Zürich yakınlarında doğdu. Doktor olan babasından ilk temel bilgileri aldıktan sonra üniversiteye gitmiş ancak burada edinmiş olduğu bilgiler kendisini doyurmadığı için çeşitli bilim merkezlerine yolculuklar yaptı. Paracelsus, tıp eğitiminde geleneksel olarak kullanılan Latince yerine derslerini Almanca vermiştir. 1541'de 48 yaşında Salzburg'da ölmüştür.

Temel Tezi: İatrokimya

Paracelsus, varlıkların hepsinin ortak bir temeli olduğunu ileri sürdü; bu temel, daha önce ileri sürülen 4 elementin yanı sıra, onun materia prima (ilk maddeler) adını verdiği tuz, cıva ve kükürtten oluşuyordu. Bu yedi temel element, canlı veya cansız bütün varlığın temel maddesini oluşturuyordu. Öyle ise; aslında canlılar ve cansızlar özde farklılık göstermezler ve temel yapı olarak aynıdırlar. Bu durumda, onların işlevleri arasında da benzerlikler olmalıdır.

Bu ilkeden hareket eden Paracelsus, kimyada kabul edilmiş yasa ve ilkelerin, aslında canlılar için de geçerli oldu-

ğunu savundu. Bir canlı, belli bir kimyasal yapısı varsa, buna bağlı olarak o yapıda oluşacak bozukluklar, doğal ki kimyasal kökenli olacak ve kimyasal ilkeler ile açıklanacak ve anlaşılabileceklerdir. Bu durumda yapının düzeltilebilmesi de, ancak kimyasal maddelerle olanaklı olacaktır: Bu anlayışa İatrokimya denmiştir.

Bu kurama dayanarak, Paracelsus, vücut işlevlerinin, örneğin midenin işleyişinin kimyasal bir süreç oluşturduğunu ileri sürer. Mide sindirim görevini besin maddelerini ısıtıp, ıslatarak veya onları bazı hareketlerle parçalayarak değil; midenin salgıladığı bazı sıvılar ile onu kimyasal bazı değişimlere uğratır. Bu yaklaşımı temel alan sonraki yüzyıllarda, bazı bilim adamları, araştırmalarını salgı bezleri üzerinde yoğunlaştırmışlardır.

Deneysel Yöntemin Kabulü

İatrokimya ve İatrofizik görüşleri, daha sonra mekanik okulu oluşturacak şekilde birleşmiştir. Bu okul, canlı ve cansız bütün varlıkların yapı ve işlevlerinin birbirine benzediğini ve dolayısıyla fizik ve kimya olaylarının açıklanmasında kullanılan ilkelerin biyolojide de geçerli olduğunu kabul etmiştir. Sozkonusu görüşlerden yola çıkan, bilim adamları, canlı varlıkların da cansız nesneler gibi, laboratuarda incelenebileceği fikrini savunmaya başlamalarıyla biyolojide deneysel yöntemin yaygın olarak kullanılması söz konusu olmuştur.

"İşin içine laboratuar ve deneyin girmesi bilim tarihinde önemli bir aşama olmalı"

"Evet öyle, Paracelsus çok ünlü bir sözünü hatırladım"

"Dünyada her şey zehirdir, ancak dozu önemlidir"

"Gerçekten öyle, her şeyin azı karar, çoğu zarardır"

"Bu arada onun bir resmini de görüyoruz, o günün giyim kuşamı hakkında iyi fikir veriyor"

Osmanlı Tıbbına Etkileri

"Bu yıllarda, Dünya'da başka neler oluyordu acaba?"

"Evet, bu soruyu neden sorduğunu anladım, Parcelcus'un doğduğu yıl Amerika kıtası bulunmuş"

"Osmalılar'da bilim ve teknoloji de ileri düzeyde olmalı"

"Çok doğru, bu yayında o dönmele ve konuyla ilgili bir yazı buldum"

Adını pek de duymadığımız, Bursalı Ali Müngi'nin, iatrokimya akımını tanıtan eserleri ve çevirilerinin yanı sıra, "Cerrahname" adlı bir eseri vardır. Onda iatrokimyanın yoğun etkisi görülür. Aynı şekilde, Paracelsus, yeni cerrahi ile ilgili olarak şöyle demektedir: Cerrahi insanın kemiklerini ve diğer yapısını bilmek zorundadır; aksi durumda nasıl tanı koyabilirsiniz? Yalnızca dış yapıyı bilmeniz yetmez, aynı zamanda içyapıyı, bütün arterleri, sinirleri, kemikleri, onların şekil ve uzunluklarını, yerlerini bilmek zorundasınız.

"Bu düşüncelerin günümüzde de geçerli olduğunu hatırlatırım"

Bursalı Ali Efendi'nin Cerrahname adlı eserinde cerrahiyi nasıl tanımladığına bakalım: 'fennü cerahat sanattır; onda vücutta arız olan çeşitli durumlar ele alınır; vücudun alışık olduğu hale iade edilmesi için yapılan işlemlerdir'. Örneğin

oluşmuş şişlerin tedavisi gibi: Cerrahi'yi bu şekilde belirleyen Ali Münşi de, Paracelsus ve İbn-i Sinâ gibi bu sanatı uygulamak için anatomi bilmenin önemini vurgulamaktadır. Ayrıca, yine Paracelsus gibi, onun da cerrahinin felsefi yanı olduğunu vurguladığını görmekteyiz.

"Bütün bunlar, insanoğlunun yüzyıllar boyu yaşamı anlamak için hangi yollardan, düşüncelerden ve aşamalardan geçtiğini gösteriyor"

"Çok doğru, elinde yeterli veri ve bilgi olmadığı için böyle olması da doğal"

"O zaman yaşamı ve onun evrimini anlayabilmek için pek çok deney ve bilgi gerekli"

"Evet, biz de bu yolu ve gelişimi anlamaya çalışıyoruz"

Yaşamı Algılayabilmek

17. yüzyılda yaşayan JEAN BAPTISTE VAN HELMONT, bir kirli gömlekle, birkaç buğday başağını aynı yere koyarak, 21 gün sonra burada farelerin meydana geldiğine ilişkin bir deney yapmıştır. Bu deneyde, insan terinin etkin öz olduğu düşündüğünden, kirli gömlek kullanılmıştır. Bu inanç, bu gün anlamsız gelebilir. Buna karşın, bu fikre inananlar o zamanın cahil olmayan kişileriydi. Hatta bunlar, okumuş aydın kişiler arasında bulunuyorlardı. Bu yanlış yorumlar, bilginin yapısının önemli bir yönünü ortaya koymuştur. Aristo'nun abiyogenez açıklamasında da olduğu gibi; gerçekleri değil inançlar açıklanmıştır. Her nekadar doğrudan gözlemler yapılmış ise de; bu gözlemler, abiyogenez inançlarına göre yorumlanmıştır.

Burada van Helmont'un açıklamalarına bakarsak, ger-

çekleri şöyle sıralayabiliriz: Kirli bir gömlek, buğday taneleri, 21 gün sonra farelerin görünüşü. van Helmont yukarıdaki gerçeklerden bir anlam çıkartmıştır. Ancak, deneyinin denetimi ve kanıtlaması yoktur. Kirli gömlek ve buğday başaklarını sıkıca kapalı bir kutuya koymuş olsaydı, 21 gün sonra elde edeceği sonuç çok daha farklı olurdu ve farelerin dışarıdan geldiği ve kendiliğinden oluşmadıklarını anlaşılırdı. van Helmont, kendi kendisini sorgulamamış, hatta kirli gömlek ve buğdaydan oluştuğunu sandığı fareleri görünce, bunların normal doğumla meydana gelen farelere tümüyle benzemesine çok şaşırmıştır.

"Görüyor musun yakın zamana kadar insanlar yaşamı açıklamak için nelerle uğraşıyorlarmış"

"Evet, bunun gibi örnekler çok, ancak sonunda olumlu düşünce ve deneye başvurmanın bir arayış yolu olarak göründüğü anlaşılıyor"

"Peki, insanoğlu tüm bu yanlış ve asılsız düşüncelerden nasıl kurtuldu acaba?"

"Yolumuza devam edelim herhalde anlayacağız"

Redi ve Biyogenez

FRANCESCO REDI, 17. yüzyılın ortalarında abiyogenez ile ilgili deneyler yapmıştır. Redi, "Böceklerin oluşumu üzerine deneyler" adlı eserinde, abiyogenez teorisinin geçersizliğini anlatmıştır. Ayrıca, canlıların kendiliğinden oluşmadığına ilişkin bir fikir ileri sürmüştür. Bu fikir bir gerçek olmayabilirdi. Redi hipotezini ve gözlemlerini şöylece anlatıyor:

Ve her nekadar çürüyen bitkiler ve ölmüş hayvanlar

içinde sonsuz sayıda kurtçukların oluşması günlük bir gözlem idiyse de, bu kurtçukların tümünün eşeyli üreme ile oluştuklarını ve içinde bulundukları çürümüş maddelerin yalnızca bir ortam olarak işe yaramaktan başka bir işlevleri olmadığı inancında olduğumu söylemek isterim. Bu uygun ortamlar, üremeye bırakılan yumurtaya besin de sağlar"

"Oh! Sonunda akıllıca biri çıktı"

Redi, ölmüş hayvanlar üzerinde bugün böcek larvaları olarak bilinen kurtçukları görmüş ve bu kurtçukların kökenini açıklamaya yarayacak bir hipotez ileri sürmüştür. Canlının kendiliğinden oluşamayacağı fikrinden hareket ederek, hipotezini geliştirmiş ve kendi hipotezinin denemesini de yapmıştır:

"Deneyin doğrulanması olmaksızın inanmanın değeri olmayacaktır. Bu nedenle, temmuz ayının ortasında bir yılan, birkaç tür balık, bir yılan balığı ve bir dilim süte batırılmış dana etini geniş ağızlı dört ayrı kavanoza koydum ve ağızlarını sıkıca kapattım. Sonra yine aynı sayıda ve aynı şekilde kavanozlar hazırlayarak ağızlarını açık bıraktım"

Redi deneyinde değişken etmen olarak şişelerin ağzının açık ya da kapalı bırakılmasını düşünmüş ve şişelerin yarısının ağzını açık, diğer yarısını da kapalı bırakmıştır. Deneylerin sonucunu şöyle açıklamıştır:

"Ağzı açık kavanozlardaki balıklar ve et parçası çok geçmeden kurtçuklarla dolmuştu ve sineklerin kavanozlara girip çıktıkları görülüyordu. Fakat ağzı kapalı kavanozların içinde, ölü balıklar olmasına ve birçok gün geçmesine karşın bir kurtçuk bile görmedim"

Redi'nin deneyi, van Helmont'un deneyinden daha bilimseldir. Ayrıca, abiyogenez için serbest bir şekilde girip

çıkan taze havanın gerekliliği üzerine yapılan itiraza, Redi'nin deneyi yanıt vermektedir.

Redi'nin deneyleri, bir canlının kendisinden önceki bir canlıdan oluşabileceği fikrini destekliyordu. Bu fikir biyogenez olarak bilinir. Bununla beraber Redi'nin deneyleri kendiliğinden oluş fikrini yıkamamıştır. Ne kadar iyi düzenlenmiş ve inandırıcı olursa olsun, bir dizi deneyle asırlarca tüm dünyaya yayılmış olan bir düşüncenin silinmesi oldukça zordur. Abiyogeneze inananlar bir süre için tartışmalara girmemişlerdir. Bununla birlikte, konu canlılığını kaybetmemiştir.

"Bu dönemlerde yaşayan bir de Türk bilim adamı ve düşünürü daha var"

"O da neler yapmış ve nasıl düşünmüş bir görelim"

Erzurumlu Hakkı ve Yaşamı

"Hiç Erzurum'da bulundunuz mu?"

"Evet, neden sordun! Yaşamımızın bir bölümü orada geçti, örneğin askerlik görevi gibi"

"Burada orada doğmuş ve yaşamış bir düşünüre rastladım da"

"Erzurumlu İbrahim Hakkı olmalı"

1703 yılında Erzurum'un Hasankale ilçesinde doğdu, Annesi Hanife Hanım babası ise Osman Efendi'dir. Dört - beş yaşlarında okumaya başlayan İbrahim Hakkı varlıklı bir aileden geldiği için yedi yaşına geldiğinde Çevresinin en ünlü bilginlerinden özel dersler aldı. Eğitimini tamamlamak üzere gittiği Siirt'te uzun süre öğrenim gördükten sonra 34 yaşlarında hocası İsmail Fakirullah'ın torunu Firdevs Ha-

nım'la evlendi, 1740 yılında bilim ve kültürün merkezi ve Osmanlı Devleti'nin Başkenti İstanbul'a geldi. Buradaki kütüphanelerde bilimsel çalışmalarda bulundu ve bu gün kıymetli bir ansiklopedi olan 600 sayfalık "Marifetname" adlı eserini de burada kaleme aldı. 1780 de Siirt'te vefat eden İbrahim hakkı, vasiyeti üzerine hocası İsmail Fakirullah'ın ayakucuna gömüldü.

Bilime Hizmet

Düşünürümüz İbrahim Hakkı; İyi insan yetiştirmenin, güzel yazılar sayesinde gerçekleştirilebileceği gibi, bilimsel çalışmaların kaybolmamasının da yine bu türden yazılara bağlı olduğuna inananmıştır. Bu nedenle yaşamı boyunca yaptığı bütün bilimsel çalışmalarını "Marifetname" adlı eserinde; çağında hemen her kesimin rahatlıkla anlayabileceği yalın bir anlatımla açıklayıp, kaybolma tehlikesinden korumuştur. İbrahim Hakkı'nın Marifetnamesine aritmetikle başlayıp, matematiğin diğer konularını sırayla ele almakta, sonra astronomi bilimine geçmektedir. Astronomi konularını işlerken Dünya'dan, Güneş'ten, Ay'dan, yapı ve şekillerinden bahsetmekte ve dünya'nın küre biçiminde olduğunu tanıtlamak için şu kanıtları ileri sürmektedir: Kuzey'e doğru gidenlere Kutup ve Kuzey Yıldızlarının daha yüksek ve Güney Yıldızlarının daha alçak görünmesi. Sahillere ve dağlara yönelince ilk önce yüksek dağların, yaklaştıkça daha az yüksek dağların görünmesi.

Güneş ve Ay tutulması konularında da çağına göre oldukça ilginç açıklamalarda bulunan İbrahim Hakkı, bu olayı tamamıyla geometri ile açıklayıp, Ay tutulmasını şu şekilde anlatmaktadır..

"Dünyamız, Güneş'le Ay arasına girince Ay'ın ışığı kararır. Çünkü Ay, ışığını Güneşten alır. Dünya ise yuvarlaktır ve gök, Dünya'yı her yanından çevrelemiştir. Ay, Dünya'nın gölgesine girerse, güneş ışığını alamaz." Güneş tutulmasını da "Dünya ile Güneş arasına ayın girmesi" şeklinde ifade ediyor ki, bu açıklamalar, geçerliliğini günümüzde de aynen korumaktadır.

İbrahim Hakkı, Dünya'nın asıl bir hızla döndüğünü çağında yine herkesin anlayabileceği bir açıklıkla şu şekilde ifade ediyor: "Erişkin bir at bir ayağını kaldırıp indirinceye kadar dünya 3 bin fersah mesafe alır." Buna bağlı olarak meydana gelen zaman farkını da "Bir gün üç kişiye göre farklıdır. Bir yerde 3 kişiden biri Doğu'dan Batı'ya, ikincisi Batı'dan Doğu'ya doğru gitse, biride durduğu yerde kalsa, gün bu üç kişiye ayrı gelecektir. Batı'ya doğru giden kişi güneşin yörüngesine uygun, Doğu'ya giden kişi ise bu yörüngenin ters yönünde hareket ediyor. Bu yüzden "Batıya doğru giden kişi için gün batışı daha geç olur." şeklinde açıklıyordu.

"Evet, Anadolu'nun ortasında ve o dönemde gözleme dayanan ne kadar ilginç buluş ve düşünceler değil mi?"

"Evet, daha niceleri var"

İbrahim Hakkı, derinlemesine üzerinde durduğu bir başka konu ise, iklim bilgisidir. Dünya'yı çevreleyen hava katmanlarından geçen güneş ışınının yerden yansımasını ve buna en yakın olan bölgede havanın daha sıcak, yükseklere çıkıldıkça yansıma bölgesinden uzaklaşacağından, havanın daha soğuk olacağını savunan İbrahim Hakkı, sis ve bulutun oluşmasını da rutubet ve ısının etkisine bağlayarak, bu günkü bilgi düzeyine bir hayli yaklaşmıştır. Onun klimato-

loji konusunda dikkatleri çeken bir başka çalışması ise, ışık dalgaları ile ses dalgalarının yayılış hızı arasındaki farkı saptamasıdır. Marifetname'de bu konu şu şekilde yer alır: "Gök gürültüsü ve yıldırım aynı anda olur. Fakat Gök gürültüsü işitilmeden yıldırım görünür. Çünkü bu görünüş gözle olur. Ses ise, kulakla alınır ve sesin işitilebilmesi için ses dalgalarının dış kulağa ulaşması şarttır. Bu da havanın dalgalanmasıyla olur. Işık ışınları ses dalgalarından daha hızlıdır" Işığın parçalanmasından meydana gelen gökkuşağı olayını da yine bu günkü bilimsel açıklamalara tamamen uygun bir şekilde ortaya koyup, güneş ışığının yansımasından meydana geldiğini ileri dürmektedir.

"Evet, bunları daha önceki çalışmamızda atlamışız, şurayı okur musun?" "Konumuzla oldukça ilgili görünüyor"

Anatomi ve fizyoloji konularında da derinlemesine incelemeler yapan İbrahim hakkı, anatomiyi "vücudun yapısını bildiren bilim" diye tanımlar. Marifetname adlı eserinin anatomiye ayrılan bölümünde vücudundaki organlardan, kemiklerden, sinirlerden, kaslardan, bahseder. Kafa kemiklerinden söz ederken bunların boynu koruduğunu, tek parça değil de birçok parçadan meydana gelişinin yararlarını anlatır. 12 kaburga kemiği, bel kemiği, as ve sinirlerin görev ve çalışma özellikleri hususunda verdiği bilgiler, günümüzde hala değerini korumaktadır. Özellikle kas ve sinirlerinin çalışma mekanizmasını ele alırken bütün hareketlerin sinirler yoluyla meydana geldiğini tespit etmesi ve insan vücudunda 420 istemli hareket türünün olduğunu ileri sürmesi oldukça ilginçtir. Yine dikkatleri çeken bir başka nokta ise, göz sinirlerini anlatırken açıkça "tractus opticus" un çaprazlaştığına işaret etmesidir.

Bir kısım kaynaklardan 40, diğer bir kısımda ise 15 civarında eseri bulunduğu ileri sürülen İbrahim Hakkı'nın en çok tanınan eserlerinden biri de 1754'te tamamladığı "İlahiname" adındaki divanıdır. Marifetname'nin el yazmalarından biri İstanbul'da Fatih kütüphanesi'nde 2850 numarada kayıtlıdır.

Abiyogenez Düşüncesinin Yıkılması

1860lı yıllarda LOUIS PASTEUR canlılığın kökeni sorusu üzerinde çalışmaya başlamış ve havanın mikroorganizmalar için ortak bir kaynak olduğunu göstermiştir. Cansız maddelerin havada, cam eşyalarda, toprakta ve el üzerinde bulunan bakterilerden kolayca kirlenebileceğini de düşünmüştür. Bunu kanıtlamak için, dikkatle arınık ettiği sulu besinler üzerinde organizmaların büyümediğini göstermiştir.

Abiyogenez düşüncesi kolayca çürütülememiştir. Anlaşmazlık yıllarca sürmüş, arınma işleminde nesnenin içindeki etkin özün, ısı ile yok olduğu tartışması devam edip gitmiştir. Sonunda Pasteur bu tartışmalara bir yanıt bulmuştur.

Pasteur, içerisine besin çözeltileri koyduğu cam balonun boyun bölümünü S şeklinde kıvırmıştır. Daha sonra balonu iyice kaynatmış ve soğumaya bırakmıştır. Hava bu kıvrık borudan içeriye girebildiği halde, toz ve bakteriler girememiştir. Bu deneyler, abiyogeneze inananların itirazlarına iki yönden yanıt vermektedir. Birincisi; Pasteur, sıvının kaynatılmış olmasına karşın hâlâ canlılığı devam ettirme yeteneğinde olduğunu göstermiştir. Eğer balonun S boynu kırılırsa ya da sıvı balonun boyun bölgesine değecek şekilde balon eğilirse, birkaç gün içinde balondaki sıvıda bakteri kolonileri ya da mantarların üretiği görülür. İkincisi ve daha önemlisi,

havanın serbestçe balondan içeri girebilmesi ve dışarı çıkabilmesidir. Pasteur, havanın içinde bulunabilecek herhangi bir etkin özü yadsımamıştır. S boyunlu cam balon, bir buçuk yıl kadar mikroorganizmalardan arınmış olarak kalabilir. Pasteur'ün çalışması yayınlandıktan sonra, abiyogenez üzerine yalnızca zaman zaman bazı yeni yayınlar ortaya çıkmıştır. Günümüzde, canlılığın kökeni üzerine sağlam bilgiler elde edilmiştir. Eğer olayların, sinek—yumurta—larva—sinek şeklindeki döngüsü o zaman açıklanabilmiş olsaydı, abiyogeneze inananlar da biyogenez fikrini kabul ederlerdi.

"Evet, senin sorundan yola çıkarak tarihsel bir başlangıç yaptık, şimdi devam edelim"

"Benim başka sorularım da var" "Haydi sor bakalım"

"Birinci sorum; eğer canlı bir organizma, başka bir canlı organizmadan oluşuyorsa, tüm canlıların ortak bir atası mı var?" "Eğer böyle ise, bugünkü çok çeşitli organizmalar nasıl meydana gelmiştir?"

"Evet, bu sorularının yanıtını bulmak kolay olmamış görüyorsun, biz de arayacağız"

Ortak Soy Yoluyla Evrim Kuramı

Darwinci Evrim kuramının en önemli düzeneği, "doğal seçilmiş" olan bütün canlıların, geçmişte yaşamış ortak bir atadan (common ancestor) değişerek geldiklerini söylemesi ve onları ortak bir soya (common descent) bağlamasıdır. Türlerin birbirinden değiştikleri kabul edildikten sonra, tüm türlerin ortak bir atadan geldiği sonucuna varmak çok zor gözükmemektedir. Ama unutulmamalıdır ki Lamarck'ın evrim kuramına göre türler ortak bir atayla birbirlerine bağ-

lanmamışlardır. Bu düşüncenin yanlışlığını ilk kez Buffon söylemiştir. Daha sonra Charles Darwin'in dedesinde de benzer fikirler vardır. Ama ortak soy yoluyla türlerin hepsinin birbirine bağlanması görüşü ancak Darwin tarafından ayrıntılı olarak açıklanmış ve savunularak yaygınlık kazanmıştır.

Embriyoloji ve Yenilemeli Oluş Kuramı

Canlılardan birbirlerine yakın akrabalık bağı olanların embriyolarının benzerliğini de evrim tarihinin ve canlıların soy ağacının belirlenmesi için önemli görüştür. Darwin, kuramını ortaya koymadan önce Avrupa'nın en meşhur embriyoluğu Von Baer (1792–1876) idi. Darwin, kendisi embriyolog olmadığı için, onun çalışmalarından yararlanmıştı; ama Von Baer, Darwin'in kendi araştırmalarını yanlış yorumladığını söyleyip onu eleştirdi.

Embriyolojiden Evrim Teorisi'ne kanıtlar getirme, asıl Haeckel ile gözde oldu. Onun, yinelemeli oluş (recapitulation theory) kuramına göre bireyoluş (ontogeny) soyoluşu (phlogeny) yineler. Buna göre insan dölütü–embriyosu, insanın soyundaki balık, sürüngenler gibi aşamaların benzerlerini geçirmektedir. Bu da insanın evrimindeki soyoluşun, insan dölütünün incelenerek anlaşılabileceği anlamını taşımaktadır.

Ernst Heinrich Philipp August Haeckel, 16 Şubat 1834 Potsdam'da doğmuş, 9 Ağustos 1919 Jena'da ölmüştür. Alman bir biyolog ve filozoftur. Başlıca ilgi alanını evrim oluşturmuştur. Darwinin'in çalışmalarını Almanya'da ilerletmiş ve organizmaların biyolojik gelişimi ile türlerin evrimsel gelişimi kuramlarını ortaya atmıştır. Lamarck

görüşüne yakın, Darwin'in görüşlerini benimsemiş bir bilim adamıydı. Biyogenetiğin temel yasasını oluşturdu. Bu yasaya göre "bireyoluş, soyoluşun özeti" dir. Şube ve çevrebilim terimlerini ilk kullanan bilim adamı olmuştur.

Birçok insan için, Haeckel'in yaklaşımından en çok akılda kalan unsur, onun embriyolarla ilgili çizimleriyle yinelemeli oluş kuramını desteklemeye çalışmasıdır. Biyoloji ders kitaplarında hala bu çizimler vardır.

Aslında yinelemeli oluş kuramı farklı bir şekilde Charles Bonnet (1720–1793) tarafından gündeme getirilmiştir. Başta daha çok idealist filozoflar ve biyologlar, insan embriyosunun varlık gösterge çizelgelerindeki basamakları yinelediğini ve en kusursuz insan gelişimini sonuçlandığını savundular.

Yenilenme, ya da yeniden oluşma; erginleşmiş bireylerin normal yaşantılarında, bazı doku ve hücrelerinin yenilenmesi ya da verilen kayıpların tekrar yerine konması demektir. Başlıca iki şekli vardır;

1. Fizyolojik Yenilenme; normal yaşantıda bazı vücut doku ve hücrelerinin sürekli olarak yaptığı yenilemedir. Örneğin, epitel dokusu ve kan hücrelerinde, eklembacaklılarda üst derininin atılması, kuşlarda tüy, memelilerde kıl, geyiklerde boynuz değişimi, vs.

2. Onarımsal Yenilenme; İstem dışı (vejetatif) çoğalma sırasında ya da yaralanmalarda bedenin eksik kısımlarının tamamlanmasıdır. Örneğin bazı eklembacaklılar, balıklar, amfibiler de genellikle genç dönemlerde yitirilen üyeler yenilenebilir. Bunun en bilinen örneği, kertenkelelerin kuyruklarını yenilemesidir. Çoğu omurgasız hayvan, vücudunun tamamını yenileyebilir. Örneğin denizyıldızı orta diskten

parça alınması koşuluyla, kopan bir kol tüm vücudunu tamamlayabilir. Halkalı solucanlar, ortadan bölündüklerinde arka kısım ön tarafı, ön kısımsa arka tarafını tamamlayabilir. En bilindik yenilenme örneklerinden Planaria ise, 1/100 ünü yenileyebilir. Yenilenme yeteneği hayvanın yaşı, örgütlenme derecesi geliştikçe azalır. Gelişmiş çok hücrelilerde yenilenme genellikle olmaz, dokuların bazılarında hiç görülmezken (beyin, retina), bazı dokularda görülür.

Embriyonik gelişim, eşeyli üreyen canlılarda görülen ve canlının, döllenme ile doğumu ya da yumurta veya kozadan çıkmasına kadar geçen süredeki gelişimidir. Embriyonik gelişimin aşamaları ve yeri canlıdan canlıya farklılık göstermekle birlikte, bu süreç genelde annenin veya annenin ürettiği bir yapı koruyuculuğunda geçer.

Hayvanlardaki embriyonik gelişimde 4 aşama görülür:

Bölünme, şekillenme, değişim ve büyüme.

Bölünme

Bu aşamada alışılmışın dışında bir büyüklüğe sahip **zigot**, kendi **genomunun** aynısını taşıyan daha küçük hücreler üretmek amacıyla üst üste **mitoz** hücre bölünmelerini gerçekleştirir. Ancak ilk anda zigotun kendi **genleri** aktif durumda değildir (bkz: **yazılım (biyoloji)**). Bölünme, halen annenin daha önceden zigota döllenmemiş yumurta aracılığıyla verdiği **proteinler** ve haberci RNA' lar(**MRNA**) aracılığıyla yine annenin genomunun denetimindedir.

Şekillenme

Bu aşamada, önceden bölünmüş hücreler yer değişimlerle kendilerini hücre kümeleri ve katmanları haline getirir. Bu olaya gastrulasyon–embriyonik gelişmede hücrelerin iç içe göçmesi– denir. Şekillenme sonrası hayvanlarda 4 düzlem meydana gelir:

Ön ve arka (anterior–posterior eksen)

Sırt ve karın (dorsal–ventral eksen)

Sol ve sağ (rostro - caudal eksen)

Yakın ve uzak (proximal–distal eksen)

Bu aşamada hücre katmanlarında değişim (differentiation) görülmezken, proteinlerin ve mRNAların hücreler arasında eşitsiz dağılımı sonucunda, ileride hangi hücrenin hangi hücre tipi olacağı belli olur. Bu olaya kader belirlenmesi (fate determination) denir.

Değişim

Zamanla embriyodaki hücreler, yetişkin canlıdaki hücre tiplerini oluştururlar. Bu olaya değişim (differentiation) denir. Bu hücre tiplerinden bazıları; sinir hücreleri, kan hücreleri ve kas hücreleridir. Bu hücreler tabakalar halinde dokuları, dokular organları, organlar da sistemleri oluştururlar.

Büyüme

Tüm dizgeler oluştuktan sonra, hayvanların büyük bir kısmı gelişim evresine girer. Gelişim, yeni hücrelerin ve hücreler arası sıvıların oluşmasıyla gerçekleşir.

"Evet, yine hücrelerimiz devreye giriyor"

"Doğru, devam ediyoruz.Canlılar Nasıl Meydana Geliyor?"

Hücre Yaşamın Temel Birimidir

Bölünmenin her çeşit hücrede aynı yöntemle olması, canlı oluşumların birbiriyle olan evrimsel ilişkilerine bir başka kanıt olabilir. Hücrelerin yapı ve çoğalmada gösterdiği bu benzerlik, bizi genelleştirme ile hücre kuramına götürür. Buna göre tüm büyük organizmalar, yapısal ve işlevsel birim olan ve bir dereceye kadar bağımsız davranan hücrelerden oluşmuştur. Organizmaların yaşamı, hücrelerin uygun bir şekilde denetim ve çalışmasına bağlıdır.

Bugün hücre kuramının iki varsayımı vardır. Birinci varsayıma göre hücre, çok hücreli organizmaların yapısal ve işlevsel temel birimidir. İkincisine göre hücre bölünmesi, atadan gelen hücreler ile oğul hücreler arasında kalıtsal bir devamlılık sağlar. Bu varsayım, hücre ile gen kuramı arasındaki sıkı bağı da gösterir. Hücre aynı zamanda, çok hücreli organizmaların, tek hücreli organizmalardan geliştiğine ilişkin mantıklı bir açıklama sağlar. Çok hücreli canlılarda, her bir hücrenin gerçekleştirmiş olduğu işlev, bir bütün olarak canlının tüm işlevlerini belirler. Yani çok hücreli bir organizmanın yaşamı, o organizmayı oluşturan hücrelerin görevlerini yapmasına bağlıdır.

İlk bileşik mikroskop (iki ya da daha çok mercekli), 1600 yıllarında Hollandalı iki gözlükçü kardeş tarafından bulunan bir tüptür ve sağlanan ilk görüntüler bozuk ve bulanıktır. Canlıların mikroskopla incelenmesi ancak, 35 yıl sonra olmuştur.

"Evet, anımsadım, mikroskoplarda ilk iyileştirme, İngiliz bilim insanı Robert Hook tarafından yapılmıştı"

Hook mikroskopla yaptığı incelemeleri "Micrographia" adlı kitabında yayınlamıştır. Bu kitabında, çakı ile bir kesit aldığı şişe mantarındaki ışık mikroskobik gözlemlerini şöyle anlatır:

"Gördüğüm şey çok fazla delikliydi ve bir bal peteğine benziyordu... Bu delikler ya da hücreler, çok derin değildi; ancak, çok sayıda küçük kutucuklardan oluşmaktaydı"

"Nekadar ilginç değil mi? Canlının milyarlarca yıllık iç yapısının ilk kez gözlenmesi"

"Hook, ince mantar kesitinde gördüğü şey olan bu küçük delikleri anlatmak için "göze-hücre" sözcüğünü kullanmıştı"

Hook, ölü dokudaki hücre duvarlarını görerek bunları küçük odalar ya da kutucuklar olarak çizmiştir. Bizim bugün bildiğimiz asıl hücreyi görmemiş ve hücre kuramı henüz ileri sürememiştir. Daha sonra evrim fikrinin gelişmesine çok çalışmış olan T.H. HUXLEY de bu küçük odaların ya da hücrelerin önemini kabul etmekte kararsız kalmıştır.

Birçok bilim insanı, Hook'dan sonra gelen 150 yıl içinde çok dikkatli gözlemler yapmışlarsa da, hiç biri hücreye ait bir kuram ileri sürememiştir. 1824'de Fransız R.J.H. DUTROCHET, bitki ve hayvan dokularını karşılaştırmalı olarak incelemeye başlamıştır. Çok iyi bir gözlemci olan Dutrochet, hücrelerle ilgili olarak günün koşullarına göre aşağıdaki açıklamayı yapıyor:

"...Hayvanların tüm organik dokuları son derece küçük

yuvarlak hücrelerdir ve kohezyon(moleküller arası çekim kuvveti) ile birleşmişlerdir. Böyle hayvan ve bitkilerin tüm organları, tüm dokuları çeşitli şekillerde değişmiş gerçek hücre dokularıdır"

Dutrochet, canlı dokuların bazı bağlayıcı kuvvetlerle bir arada tutulan küçük hücreler olduğuna ve organların çeşitli dokulardan yapıldığına inanmıştı.

İskoçyalı bir botanikçi olan ROBERT BROWN birkaç yıl sonra (1831), bir çalışmasına dayanarak önemli bir gözlem ve genelleştirme yapmıştır. Brown orkidenin yaprak hücrelerini incelerken, hücrelerin içinde daha koyu renkli ve yuvarlak bir bölüm olduğunu görmüş, buna nukleus adını vermiştir. Sonra bu gözleminden bir genelleştirmeye giderek; "Diğer çiçekli bitkilerin tüm hücrelerinde de bir çekirdek bulunduğunu" söylemiştir. Fakat çekirdeğin hücre bölünmesindeki rolünü görememiştir.

Yaşamın En Küçük Örgütlü Yapısı

"Yaşam üzerinde yalın ve gerçek olan şeyler üzerinde duracaksak hücre ile başlamalıyız demiştik, buna bizi birazda Evrim Abla yöneltmişti"

"Çok da haklıydı, çünkü hücre her biçimiyle yaşamın en küçük örgütlenmiş yapısıdır"

Hücreden daha yalın hiçbir canlı yoktur ve hiçbir canlı, hücre aşamasından geçmeden karmaşık bir yapıya ulaşamaz. Bu önemli sözün doğruluğunu kanıtlayabilmek için, adım adım, kendi canlılığınızın özüne varmaya çalışalım:

1. Biz, kendimizin ve çevremizin, olup bitenlerin bilincindeyiz. Bilinç, çok özel bir organın, yani beynin işidir. Bilincin

varlığı tek başına karmaşık, gelişmiş bir biyolojik olgudur. Aslında bilincin nasıl çalıştığı hakkında çok şey bilmiyoruz. Ancak, canlı türlerin büyük çoğunluğunun, beyinlerinin varlığının bilincinde olmadıklarını sanıyoruz.

2. Bedeniniz bir organlar topluluğudur. Beyin, kalp, akciğerler, karaciğer, böbrekler, kaslar, kemikler, deri, endokrin bezleri vs. organlar hep birlikte titizlikle ayarlanmış bir uyum içinde çalışırlar. Beden sıcaklığımız normal olarak sürekli 37° civarındadır. Beyniniz, sinirleriniz, kas hareketlerinizi ayarlar ve sizi tam dengede tutar, belli bir sağıltım dengesi içinde gıda ve oksijen alıp, atıkları atarak toplam ağırlığınızı değişmez tutarız. Hemen hemen bütün memelilerde; kuşlar, kurbağalar balıklarda böyle eşsiz bir uyumla işleyen organlar vardır. Diğer yanda, çok daha yalın bazı canlı türleri, bunlarsız da pekâlâ geçinip giderler.

3. Organlarınızın her biri ve dokularınız, özel işlevleri olan kalabalık hücre topluluklarından oluşmuş canlı parçalarınızdır. Hücrelerin uzmanlaşması (özelleşmesi), bitkiler ve denizlerdeki daha basit yaşam biçimleri içeri, bütün çok hücreli canlı varlıklar arasında çok yaygındır. Ama bir sürü ufak tefek yaratıklar da başka hücrelerle birleşmez ve uzmanlaşmazlar. Olağanüstü bir beceriklilikle üreme ve beslenmek gereksinimlerini bağımsızca karşılayabilirler.

4. Yaşamaya başladığınızda, tıpkı tek hücreli yaratıklar gibi, kendi hücreleriniz de özerkti, kendi kendilerine yetip özgürce bölünüp artıyorlardı. Ana dölyatağının duvarına yerleştiğiniz zaman durum buydu. Bu hücrelere bakınca bize benzer hiçbir yanları yoktu ama canlıları oluşturmak için gerekli bütün bilgiyi taşıyorlar. En gelişmişinden en ilkeline kadar her canlı varlık, kendi kendisinin kopyasını ya-

ratmak için bölünebilme yetisini üstlenmiş bir hücreydi veya hücredir. Daha karmaşık "gelişmiş" çok hücreli yaratıklar, kendi kopyalarını oluşturmak istediklerinde tek hücreler yapmak zorundadırlar (yumurta veya sperm). Değişik yaratıkların bu tür hücreleri arasındaki en büyük fark, bunların ileri de bakteri mi, sivrisinek mi, kurbağa veya insan mı olacağını belirleyen iç mekanizmayı anlatan "bilgi"yi içermeleridir.

Hücreler Nelerden Yapılmışlardır?

"Evet, dikkatimiz yine canlılık niteliği taşıyan en küçük, en yalın düzen olarak hücre üzerine odaklanıyor"

"Bu durumda, hücrenin nelerden oluştuğu üzerinde açık bilgimiz edindiğimiz bilgileri şöyle bir hatırlayalım":

1. Atomlar: Hücrede bulunması gereken beş temel atom şunlardır: karbon, hidrojen, oksijen, nitrojen ve fosfor. Daha küçük miktarlarda bir sürü başkaları da vardır. Atomlar evrenin doğal elemanlarıdır ve hayatın oluşturduğu en küçük varlıklardır. Canlıların bu beş temel atomununun ortalama ağırlığı 15 atom ağırlığı birimidir. Öyleyse bunların büyüklüğüne "15" deyip daha büyük moleküllerden ayıralım.

2. Yalın moleküller: Bunlar atomların birleşimidir. Bazen canlı hücrelerdeki moleküllere organik moleküller de denir. Hücreler içinde yüzlerce farklı türden molekül vardır. Ortalama olarak bunlar 150 birim, yani atomlardan on defa daha büyüktür.

3. Zincir moleküller: Zincirler oluşturacak şekilde birbirine eklenmiş moleküllerden oluşuyorlar. Bu zincirlerin en önemlileri ortalama 75.000 birim büyüklüğündedir. Basit

moleküllerden 500 defa, atomlardan 5000 defa daha büyüktürler. Birkaç milyon birime ulaşabilen zincir moleküllerin en büyükleri, en güçlü elektron mikroskoplarıyla görülebilirler.

4. Yapılanma: Bunlar hücre içinde bir mimari düzeni olan, birbirine bağlı zincir moleküllerdir. Yapıların en küçüğü 7,5 milyon büyüklüğünde, başka bir deyişle ortalama zincir moleküllerden 100 defa daha büyüktür. En büyük yapılanma ise bundan 10 kat ya da daha büyüktür. Sıradan ışık mikroskoplarıyla görülebilirler.

5. Hücreler: Bunlar, daha önce de söylediğimiz gibi, en küçük canlı yapı örgütlenmeleridir (organizasyon). Çoğu hücreler gözle görülemeyecek kadar küçüktür ama basit bir mikroskopla, hatta iyi bir büyüteçle de kolaylıkla görülebilirler.

6. Organlar: Özel bir işlevi yerine getirmek için organizma içinde ortaklaşa çalışan hücre kümeleridir.

7. Organizmalar: Belirli bir canlı biçiminin tam işlemesini sağlamak için gerekli en küçük hücreler düzenidir. Bir bakteri hücresi veya maya hücresi de bir organizmadır. Çünkü bu yaratıklar için tek bir hücre, kendi kendilerine yeterek yaşanılan ve özellikle de üremeleri için kâfidir, insanlarsa "tam" bir varlık olmak için 60 trilyon hücrenin uyumlu işbirliğine ihtiyaç duyarlar.

"Evet, buraya kadar, canlının yaşamı ve nasıl başladığı konusunda pek çok ön bilgi edindik. Her zaman olduğu gibi bunları bir özetle istersen"

"Bu hafta ödevlerim çok, haftaya hazır olur"

"Haydi, bakalım kolay gelsin"

Yaşamın Başlangıcı

"Günaydın Öykü, nerede kalmıştık?

"Yaşamın başlangıcını sorguluyorduk, önceki bildiklerimizi bir özetleyelim"

En iyi varsayıma göre yaşam; bundan üç milyar yıl önce başladı. O zamanlar iki milyar yıl yaşında olan dünya canlıları barındıracak kadar soğumuştu. Son derece küçük ve oldukça yalın deniz yaratıklarının iki milyar yıldan daha eski fosilleri bulunmuştur. Bu fosilleşmiş yaratıkların ataları büyük bir olasılıkla daha da küçüktü. En ilkel canlı biçimi, belki de bugün bolca bulunan tek hücreli canlılara hiç benzemeyen bir tek hücreydi.

Jeolog, paleontolog, biyolog ve fizikçilerin çalışmalarına dayanılarak, dünyanın üç milyar yıl önce nasıl bir yer olabileceğine ilişkin oldukça gerçekçi senaryolar üretilmiştir. Başlangıç için gereken etmenler şunlar olabilir:

1. Ilık bir ortam.

2. Çok miktarda su.

3. Gerekli atomların (karbon, hidrojen, oksijen, azot ve fosfor) kaynakları.

4. Enerji kaynağı.

Dünya soğurken, milyonlarca yıllık yağmur okyanusları doldurmuş ve hâlâ sıcak olan dünya, bu okyanusları ısıtmıştı. Şimşekler bol miktarda enerji sağlıyordu. Bulutlar aralandığında da güneşten morötesi ışınları geliyordu. Bu ışınlar, günümüzde olduğundan çok daha güçlüydüler; çünkü atmosferi saran ozon tabakası henüz oluşmamıştı. Ozon, yeryüzünde bitki yaşamının sonucu olarak yavaş birikmiş bir oksijen tabakasıdır. Bu katman zararlı ışınlarını geçirmez.

Bu koşullar; başlangıçta, en öncü birimlerin, bilgi zincirlerinin (DNA) ve hücre maddesi zincirlerinin (protein) oluşması için yeterince uygundu. Bu zincirlerin oluşabilmesi için halkaların varılması gerekir. Önce, DNA nın nükleotidleri ve proteinlerin amino asitleri oluşmalıdır. Bu halkalar ufak moleküllerdir. Bunlar; karbon, hidrojen, oksijen, azot ve fosfor gibi elemanlarının kimyasal olarak bağlanıp, düzenlenmeleriyle oluşurlar.

İlk Moleküllerin Doğuşu

Deniz suyunda erimiş karbon, hidrojen, oksijen, azot ve fosfor içeren bileşikler, morötesi ışınları ve şimşeklerle sürekli bombardıman ediliyorlar. Bu arada bir bölümü kalıcı ve dengede olan, değişik birleşimlerde zorlanıyorlardı. İşlem yüz milyonlarca yıl boyunca sürerken, denizler, elemanlarının değişik bileşimleri yönünden giderek zenginleşir. Yeni moleküller, bu arada nükleotidler ve amino asitler birikir. Sonuçta, denizin son derece bol ve tüm yeni molekül çeşitlerini içeren koyu bir çorbaya dönüştüğünü biliyoruz.

Zamanın Önemi

Zaman ne kadar uzun olursa, birşeylerin olması da o kadar olasıdır. Bu kural, kimyasal tepkimeler de doğrudur. Zaman sınırlaması olmazsa, yeterince uzun süre beklenirse, en olanaksız bileşimler bile gerçekleşebilir. Bu tepkimelerin ürettikleri bileşikler kalıcı (dengeli) iseler, deniz suyunun oldukça değişmez maddeleri haline geleceklerdir. Böyle zengin bir oluşumun birikmesi, canlılar onu hemen hemen yiyip bitireceği için, bugün belki de olanaksızdır. Bakteriler

ve diğer yaratıklar şimdi çok kalabalıklar ve var olan besin maddeleri tükenene kadar üreyip sayılarını artırırlar. Eskiden yaşam olmadığı için, denizlerdeki besin maddeleri (moleküller) eksilmedi.

Yeryüzünün İlk Yaşam biçimleri

"Evet doğrusu çok güzel özetledin. Jeolojik dönemlerdeki oluşları daha önce gördük, ancak onların nasıl oluştuklarına değinmemiştik"

"Çok doğru, şimdi edindiğimiz bilgiler ışığında ilk yaşam biçimlerinin nasıl oluştuğuna derinlemesine bakalım derim"

"Yeryüzünün ilk yaşam biçimlerini araştırırken, Science Dergisinde 1996 yılına ait bir makalede şöyle bir yazıya rastladım"

'Methanococcus jannaschii' isimli bir arkeonun(arkenin tekili) tam nükleotid dizisi açıklandı. Bu arkeon Pasifik Okyanusunun 2600 metre derinliğinde bulunan hidrotermal bir kanaldan yalıtılmıştı. Bu derinlikte bir hidrotermal kanalda, basınç 200 atmosferden yüksek, sıcaklık ise 90 C den yüksek değerlere ulaştığında, böyle bir canlının dünyamızda ilk oluşan canlılarla birçok ortak nokta taşıyabileceği akla yatkın gelmektedir.

"Bu arkeler neymiş bir bakalım istersen"

Arkeler bakterilerle birlikte dünyamızın en eski yaşam biçimleridir ve yaklaşık üç buçuk milyar yıl önce çıktıkları tahmin ediliyor. Onların farklı bir küme oluşturduğu ve bu güne kadar araştırılmamış habitatlarda da akrabalarının bulunduğu ancak otuz yıl önce anlaşıldı. Bu nedenledir ki yüz-

yıllardır araştırılan diğer prokaryotik kümesi olan bakterilere göre haklarındaki bilgi oldukça azdır. Bunun sonucu olarak ta son söylenmesi gerekeni en başta söylemek gerekirse arkelerin sınıflandırması, fizyolojisi, biyokimyası gibi daha birçok özellikleri yeni araştırmaların konusu olmakta ve de gün ışığına çıkarılmayı beklemektedir.

İlk keşfedildikleri 1970 li yıllarda, eski bakteriler anlamına gelen "arkebakteriler" olarak tanımlandılar. Çünkü bu canlıların doğadan yalıtılan ilk örneklerinin yaşadıkları ortamlar oksijensiz, bol kükürtlü ve sıcaklığın yüksek olduğu yerlerdi.



Arkeler, dünyamızdaki farklı bir canlı grubu olarak bulunmasından başka, dünya dışı yaşam arama çalışmalarında da farklı teorilere de esin kaynağı olmuştur. Aynı şekilde Jüpiter'in uydusu Callistoda da Mars'taki gibi yeraltı sularının olduğu varsayılmaktadır. Söz konusu ortam koşullarında (Mars ve Jüpiter'in uydusu gibi) dünyamızdaki bilinen canlı kümelerinden en iyi arkelerin yaşayabileceği görülüyor. Ve

eğer bu gezegenlerde yaşam varsa, inanılıyor ki bulunacak organizmalar büyük olasılıkla arkelere benzeyecek!

Lofotrik flagellalı (tek bir kutupta çok sayıda flagella), kok şeklinde bir arkeon olan Methanococcus jannaschii (okunuşu: yannaski)nin elektron mikrografisi.

Sonuç olarak arkelerin bulunması bilim insanlarının doğaya bakışında önemli değişiklerin meydana gelmesine yol açtı. Bu etki her geçen gün artarak devam etmekte.

"Pekala, sözkonusu gezegen ve uydularının yapıları dünya'da olduğu gibi mi? yani elementlerden mi yapılı"

"Onların yapılarının henüz dünya gibi dingin olmadığını biliyoruz. Ancak bu gezegenlerin temel bileşenleri ayni olamalı"

"Yani karbon, silisyum, demir, kükürt gibi mi?"

"Sanırım öyle! Yalnız burada ilginç olan silisyum olmalı"

Silisyum Kökenli yaşam Biçimi Olabilir mi?

Karbon'dan sonra Silisyum, yeryüzünde en çok bulunan elementtir. Silisyumun, elementler çizelgesindeki yeri, karbon'un hemen altıdır. Bu karbon ile aynı sayıda bağ yapabileceği anlamına gelmektedir. Silisyumun temel özellikleri şöyle: Atom numarası 14 olan Silisyumun ilk keşfi 1824 yılında Berzelius tarafından gerçekleştirilmiş. Silisyum doğada silikat asidi ($mSiO2.nH_2O$) ve tuzları halinde bulunur. Yerkabuğunun yaklaşık %25.7 si bu elementten oluşur. Oksijenden sonra bileşikleri halinde en fazla bulunan elementtir. Silisyum oksit (SiO2) doğada kum ve kuartz şeklinde bulunur. Silisyumun iki değişik durumu vardır. Bunlardan birincisi saf kristal silisyumdur. Saydam olmayan koyu gri

renkli, parlak sert ve kırılgan olup örgü yapısı elmasa benzer. Diğeri ise amorf silisyumdur. Koyu kahve renklidir ve tane büyüklüğü nedeni ile kristal silisyumdan ayırt edilebilir.

"Bildiğimiz camın da bileşimi ve oluşumu böyle değil mi?"

"Evet, cam günlük yaşamda çok sık kullandığımız, insan oğlunun en eski ve özgün bir buluşu"

Bugün yalnızca bir bilimkurgu öğesi olarak kullanılan silikon tabanlı yaşamlar var. G. Cairns-Smith, Yaşamın Kökenine Dair Yedi İpucu (Seven Clues to the Origin of Life) adlı kitapta, karbon temelli yaşam molekülleri öncesinde böyle bir silisyum bazlı kimya olgusuna dikkat çekerek. Uzayın herhangi bir noktasında acaba bu tarz bir yaşam olabilir mi? diye sormaktadır.

"Bu Cairns-Smith'i bir yerden hatırlıyor musun?"

"Evet, R. Dawkins'in 'Kör Saatçi' kitabından olmalı"

"Doğru anımsadın. Öncelikle, Kör Saatçi deki kuram Glasgow' lu, yani İskoçya'lı bir kimyacı Graham Cairns-Smith'e ait"

"Bu benzetimi, W. Paley yapmıştı gibi anımsıyorum!"

"Hiçbir şeyi atlamıyorsun, evet ama Paley daha işin başlangıcında idi"

Cairn-Smith DNA/protein makinelerinin büyük olasılıkla görece yakın bir geçmişte, üç milyar yıl önce oluştuğunu düşünüyordu. Bundan önce, kendini kopyalayan farklı varlıkları temel almış birçok birikimli seçilim kuşağı vardır. DNA ortaya çıktıktan sonra kopyalayıcı olarak o denli verimli ve kendini kopyalama konusunda üzerindeki

etkileri öylesine güçlü oldu ki, onu doğuran ilk kopyalama sistemi gölgede kaldı ve unutuldu. Cairns-Smith'e göre, günümüzde DNA düzeneği daha sonra ortaya çıkıp, ana kopyalayıcının yerini aldı; ana kopyalayıcı daha da ilksel ve kaba bir kopyalayıcının yerine geçmişti zaten. Fakat en baştaki kopyalama işlemi, "tek basamaklı seçilim' yoluyla ortaya çıkacak kadar yalın olmuş olmalıydı.

Cairns-Smith'in öngörüsü, başlangıçtaki kopyalayıcıların kil ve çamurda bulunanlara benzeyen canlı olmayan maddelerin kristalleri olduğu yönünde. Kristal, katı halde bulunan, büyük ve düzenli atom veya molekül kümeleridir. Biçimleri olarak düşünebileceğimiz özellikleri nedeniyle, atom ve küçük moleküller belirli ve düzenli bir biçimde bir araya gelirler. Sanki okul törenlerinde çocukların yaptığı gibi hizaya girmeye çalışmaktadırlar; ancak bu kasıtlı bir şey değil, yalnızca özelliklerinin bir sonucudur.

Düz kristaller, düz kristal kümelerini oluşturuyor; topaklar da, topak kristal kümelerini. Eğer kristal türlerinden biri diğerinden daha hızlı büyüyor ve parçalanıyorsa, kolay bir doğal seçilim türümüz vardır demektir. Fakat, evrimsel değişim olabilmesi için hala önemli bir eksiğimiz var; kalıtasal çeşitlilik ya da buna eşdeğer bir şeydir. Yalnızca iki tür kristal yerine, birbirinden biraz farklı bir çeşitler dizisi olmalı; bu çeşitler kendilerine benzer soylar oluşturmalıdır. Ve zaman zaman da 'değişinim geçirerek' yeni biçimlerin ortaya çıkmasına yol açmalıdır.

"Gerçek kristallerde kalıtsal değişime karşılık gelen bir şey var mı?"

"Evet, bu kristal benzetimini de daha önceden de anımsıyor musun?"

"Hem de çok açık, kedisi ile ünlü Schöredinger genleri, yapısında şifreler saklı kristallere benzetmişti"

"Evet, kum, çamur ve canlı yaşamın ortaya çıkışı konusunda hep bir bağlantı kurulmuş olmasının nedeni anlaşılıyor"

"Ortaya çıkan sonuç şu ki; canlılar, kuramsal olarak silisyum bazında da yaşayabilirler"

"Tam bu noktada silisyumun, kumun ana maddesi olduğunu da dikkatten kaçırmaksızın çöllerde aylarca susuz yaşayabilen canlıların olduğuna dikkat çekelim. Kumla iç içe olan yaşamların suya daha az gereksinim duyması susuz bir yaşam için bir işaret olabilir mi?"

"Su olamadan da bir yaşam biçimi artık hayal edilebilir miyiz ki?"

"Mantığımızı zorlayarak dünya dışı yaşam için su (belki yerine başka bir sıvı da olabilir) bile gerekmeyeceğini düşünebiliriz"

"Her ne kadar bugünkü fizik ve kimya bilgilerine ters düşse de, kuram olarak olanaklı görünüyor"

"Başka yaşam biçimlerinin bilinen elementler dışında bir elemente bağlı yaratılmadığı nereden biliyoruz?

"Bilemiyoruz. Ancak hayallerimizin sınırlarını ne kadar zorlarsak zorlayalım enerjiye ihtiyaç duymayan bir yaşam biçimi düşünmek olanaksız"

"Evet, iş yine hayal dünyamıza kalıyor. Bu konuda insanın imgeleme gücü sınırsız olmalı."

"Şimdi aklıma yine eski bir TV dizisi geliyor. Hep uzayda geçen ve çok bilinen bir kurgu bilim"

"Dur bakayım bir düşüneyim! 'Uzay Yolu' olmasın? Atıl-

gan, Kaptan Kirk, Mr. Spock, Doktor Mc.Coy ve diğerleri"

"Evet, o dizi yıllarca sürmüş bizleri kendine bağlamıştı"

"Şimdi yıllarca önce oynayan bu diziden aklımda kalan bir bölümü anımsıyorum. Bu macera, uzayda bir gezegende yaşayan silikon yapılı canlılarla ilişkiyi anlatıyordu"

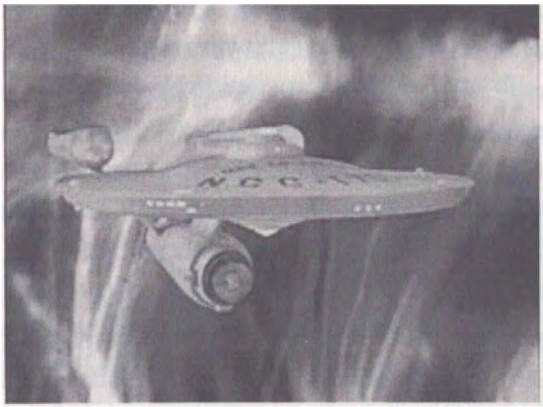
"Çok ilginç olmalı, bana da anlatır mısın?"

"Evet, ancak önce Uzay Yolu Dizisini ve bize anlattıklarını tekrarlayalım"

Uzay Yolu: Özgün Dizisi

Uzay Yolu, Gene Roddenberry tarafından yaratılmış bir TV dizisidir. 18 Eylül 1966 dan 3 Haziran 1969a kadar tam 80 bölüm hazırlanmış bulardan 79 u gösterilmiştir. Guinness Rekorlar Kitabı tarafından en çok yan ürünü olan program olarak listelenmektedir. 23. yüzyılda geçen bu olaylar, Uzay Yolu Kaptan James T. Kirk ve 2. kaptan Mr. Spock tarafından kumanda edilen uzay gemisi atılganın, her bölümün başında Kaptan Kirk'ün sözleri geminin amacını anlatılması ile başlar.

Diziye esin kaynağı olan diğer filmlerin başında, A. E. van Vogt'un Space Beagle'ı (Space Beagle), Eric Frank Russell'ın Maraton hikâyeleri ve 1956 bilim kurgu filmi Yasak Gezegen (Forbidden Planet) sayılabilir.





Orijinal Yıldız Gemisi Atılgan ve Işınlanma Bölümü

"Uzay Beagle, bu Darwin'in gemisi, Beagl'ı anımsatıyor. Amaç ayni olmalı, biri yeryüzünün, diğeri uzayın keşfi için yapılmış iki sefer. Biri gerçek diğeri ise kurgu"

23. yüzyıl hayal ederek çok-ırklı ve farklı cinsiyetlerden oluşan bir tayfa düzeni-mürettebat yarattı. Bunun yanında yarı-insan, yarı-volkan Spock gibi uzaylı soylardan kişilikleri de ekledi ve bunları hepsini Birleşmiş Gezegenler Federasyonu altında topladı. Diğer yenilikçi Uzay Yolu buluşları

ise yapım sorunlarını karşılamak içindi. Işıktan hızlı sargı-warp sürücüsü bilim kurgu için yeni değildi ama Atılgan'ın uzayda çabucak seyahat etmesini sağladı.

Mürettabat'ın bir yerden bir yere ışınlanmasını sağlayan madde taşıyıcı, kahramanlarımızı, gemiden gezegene, gezegenden gemiye çabucak taşımak içindi. Her bölüm için bir uzay mekiğinin iniş kalkış sahneleri çok pahalıya mal olmaktaydı.

İkinci pilot bölümünde ana kişilikler; Kaptan Kirk (William Shatner), baş mühendis kıdemli Yüzbaşı Scott(James Doohan), Yüzbaşı Sulu(George Takei) tanıtıldılar. Yalnızca bu bölümde Sulu'nun ünvanı geminin fizikçisi iken daha sonra dümenci olarak değiştirildi. Geminin baş doktoru ve kaptanın sırdaşı Dr. McCoy ve yazman Janice Rand ve haberleşme subayı teğmen Uhura bugün gibi anılarımda. Her ikiside son derece akıllı ve profesyonel olan, Asyalı Sulu ve zenci Uhura'yı eklemesi o zamanlar hemen hemen hepsi beyaz, olmayanların ise steriotipler olduğu bir zaman için çok cesurca bir karardı.

"Son yıllarda yeni düzen 'uzay yolu' fimleri de hazırlandı değil mi?"

"Benim gördüğüm onlardı"

"Ancak eski tadını hiçbir zaman bulamadı"

"Şu silikon canlıları ne zaman anlatıyoruz?"

"Hemen şimdi..."

Uzay gemisi Atılgan'ın bildik mürettebatı yani tayfaları, bir araştırma yapmak için yeni bir gezegene ışınlanırlar. Gezegen yapısı dünyadakine benzemekte ancak çok sayıda mağaralar ve uzun tüneller göze çarpmaktadır. Mr. Spock,

elindeki tarayıcı gereci ile bir canlı hareket bulgusu kaydeder. Yola devam ederken etraflarından hızla gecen varlıkları algılarlar, ancak bunarı görememektedirler. Ekip hemen bu canlıların peşine düşer, ancak esrarengiz canlı tünellerden hızla kaçmaktadırlar. Bir yerde onlardan birisini kıstırırlar, fakat yaratık hızla bir tünel açarak kaybolur. Spock bu tünellerin daha önce olmadığını ve yeni kazılmış olduğunu saptar. Tünelin yüksekliğinden canlının boyutunu hesaplar, bu oldukça büyük bir canlıdır. Spock kendine özgün, bir düşünce dizgesi ile elde ettiği verileri çözümler:

"Kaptan bunlar, sert kayalar arasında kolaylıkla tünel kazdıklarına göre, silikon moleküllü canlılar olmalı"

Kimse buna inanmaz, ancak Spock; "Biz karbon yapılı canlılar yine karbon gazlarından oluşan atmosferde nasıl hiçbir engelle karşılaşmadan rahatlıkla dolaşabiliyor ve hareket ediyorsak, bunlar da silisyumdan oluşan bu kayalar arasında neden dolaşamasınlar " diyerek mantıklı! bir açıklama yapar.

"Çok ilginç serüvenmiş peki sonunda ne oluyor?"

"Her zamanki gibi olay çözümleniyor ve tatlıya bağlanıyor"

"Sonunda kayalıklar arasında derin tüneller açarak dolaşan canlıyı buluyorlar. Bu doğum sancıları çeken silikon hücrelerinden yapılı dişi bir canlıdır. Dünyadan gelenler bilmeyerek onu rahatsız etmişlerdir, çok özür dilerler"

"Ve onları kendi yaşamlarında bırakarak, Atılgana ışınlanırlar"

"Evet, buradaki görevi de tamamlanan Atılgan, hızla uzay sıçrayışına geçerken, kaptan Kirk bu olayı da yıldız tarihi belirterek kayıt altına alır"

"Ve yeni yolculuklara yelken açarlar"

"Silisyum ve siklon söz konusu olduğunda aklıma başka bir şey geliyor"

"Ne olduğunu ben söyleyeyim, sayısal teknolojinin temelini oluşturan silikon bazlı chipler, yani yongalar"'

"Evet, bilgisayarların temel işlevleri silikon yongalar ile sağlandığını biliyoruz. California'daki bir bölgeye 'Silikon Vadisi' adı verilmiş. Bunun nedeni ise bölgede yoğun olarak üretim ve geliştirme faaliyetinde bulunan silikon çip üreticileridir. "

"Peki silikon nedir, ayni zamanda yapıştırıcı olarak kullanıyoruz galiba"

"Evet Silikon, silisyum–oksijen (...–Si–O–Si–O–Si–...) zincirine çeşitli grupların eklenmesi ile elde edilen polimer ailesinin üyelerine verilen genel addır. Silikonlar suya dirençli, elektrik iletkenliği çok düşük, kimyasal aşındırıcılara, oksidanlara ve sıcaklık değişikliklerine dayanıklı olmaları nedeniyle yalıtımda, yapıştırıcı ve kayganlaştırıcı ürünlerin yapımında yaygın olarak kullanılırlar"

"Bilgisayarların, tümleşik devre (ayrıca yonga, çip, entegre devre, mikrodevre, mikroçip, bilgisayar yongası), yarı iletken maddeden oluşan ince bir yüzey üzerine yerleştirilmiş ve küçültülmüş bir elektronik devreler ile çalıştığını biliyoruz"

"Burada bir başka bilgi de var, galiba yongaların da dönemi sona eriyor."

"Peki yerine ne geliyor?"

"Tanıdık bir canlı bileşik, Yani DNA"

"DNA mı? hem de bilgisayarda!"

"Şu başlığa bakar mısın! DNA'dan bilgisayar yaratan bilim dünyası, biyonik insana doğru ilerliyor"

Bilim dünyasının 20. yüzyılda yükselen iki dalı; Bilgisayarlar ve genetik mühendisliği, insanlığın geleceğini yeniden tanımlayacak bir ilke daha imza attı. Bilim adamları sentetik DNA zincirlerinden karmaşık problemleri çözebilen "DNA bilgisayarı" yarattılar. Şimdilik sadece satranç oyuncularının çözdüğü karmaşık problemleri ve 512 sonuçlu olasılık hesaplarını çözebilen DNA bilgisayarlar, gelecekte süper hızlı işlemcilerin ve biyonik insanların yaratılması için gerekli temeli bugünden oluşturuyorlar.

Yongalar-Çipler Yetersiz Kalacak

Geleneksel bilgisayarlar hesaplamaları çipler sayesinde yapıyorlar, fakat bu teknoloji hızla küçülmenin son sınırlarına doğru yaklaşıyor. DNA ve onun kimyasal kuzeni RNA bir canlının tüm karmaşık bilgilerini taşıyabilen çok geniş bir depolama yeteneğine sahip. Bilim adamları, bu depolama yeteneğinin kullanılabilir hale getirilmesinin peşindeler.

Bugüne kadar bilim adamları DNA üzerinde çalışırken deneylerinin çoğunda DNA'yı sıvı dolu test tüplerinde tutuyorlardı. Bir çalışma grubu ise DNA'yı katı bir yüzeye bağlamayı başarabildi. Bu teknolojiyi basitleştirerek geleneksel bilgisayarlar gibi karmaşık problemlerle başa çıkabilecek DNA bilgisayarlarının yaratılmasına olanak sağladı.

Araştırmacıları DNA zincirini, 4 kişinin dört farklı malzemeli pizza ısmarlaması durumunda ortaya çıkacak 16 olası cevabını hesaplayacak şekilde kodladılar. Uzun çalış-

malar ardından, ekip her biri 100 trilyon DNA zincirinden oluşan bir çok bilgisayar yaratarak soruyu insan yardımıyla da olsa defalarca çözdürdüler. Ayni ekip, RNA zincirlerine, satranç oyuncularının çözdüğüne benzeyen karmaşık problemleri çözdürmeyi de başardı. RNA'lara bilgisayarları ile 512 olasılıklı problemler çözebiliyorlar.

"Evet, Silisyum yani kumdan başlayarak nerelere geldik"

"Şimdi artık silisyum yapılı hücreleri ve yongaları bilgisayarlara bırakarak, kendi gerçeğimize dönelim, hücrelerimiz nasıl oluyor da hızla bölünüp çoğalıyorlar ve daha sonra neler oluyor?"

Hücre Bölünmeleri

Her canlı organizmanın büyümesi ve gelişmesi, hücrelerin çoğalmasıyla olasıdır. Bir hücrelilerde hücre bölünmesi çoğalmayı sağlar. Oysaki çok hücreli organizmalarda yeni birey, dişi ile erkek hücrelerinin birleşmesinden ortaya çıkan zigot adı verilen tek bir hücreden gelişir. Zigotun bölünmesi ile çok sayıda hücreler oluşur. Yani çok hücreli organizmalarda hücre bölünmesi, doku, organ ve sistemlerin büyüyüp gelişmesini, yıpranan hücrelerin onarılmasını, ölen hücrelerin yerine yenilerinin yapılmasını sağlar.

"Hücrenin yaşamında iki evre olduğunu görmüştük neydi bunlar?"

"Birincisi İNTERFAZ, ikincisi BÖLÜNME evreleridir. İnterfaz evresi, hücrenin hacmini genişlettiği evredir. Bölünme hücrenin iki eşit parçaya yani, iki oğul hücreye ayrılmasıdır"

"Hücrenin bir bölünme sonundan ikinci bölünme so-

nuna kadar geçen yaşamına HÜCRE DÖNGÜSÜ deniyordu hatırlarsan?"

"Evet, canlının en küçük birimi olan hücrelerin bölünerek çoğalmasını gördük, böylece moleküllerin oluşumu sağlanıyor"

"Çok doğru, onlar da birleşerek zincir molekülleri oluşturuyordu, buraya biraz eğilelim derim"

Zincir moleküllerin doğuşu

Moleküllerin oluşmasından sonraki adım, halkaların DNA ve protein gibi molekülleri oluşturmak üzere birleştirilmesidir. İlkel koşulların laboratuarda oluşturulmuş benzerlerinin, halkaların oluşumu aşamasını sağlamasına bakarak çalışma ilerletilirse, halkaların zincir biçiminde eklenebileceğini de düşünmek akla yakındır. Böylece, basit kimyalarıyla bugünün DNA larına ve proteinlerine benzeyen kısa zincirlerin oluştuğu görülmüştür. Ancak, bu deneyler yalnızca neler olabileceğini gösterir, ne olduğunu değil. Bu noktadan sonra, elde edilen elemanlardan hücrenin nasıl oluştuğuna ilişkin varsayımlara geçilebilir:

1. Enzimlerin ortaya çıkması: Enzimler, hücre içindeki tüm kimyasal tepkimeleri hızlandıran özel protein moleküleridir. Canlı bir hücre, her biri kendi işlevini yapan, besin maddelerini parçalayan, besinden enerji üreten, basit moleküllerden zincir yapımını kolaylaştıran ve sayısız başka işler yapan binlerce enzim içerir. Olayların denizlerdeki başlangıç çağlarında yavaş gelişmeleri, ancak enzimlerle hızlandırılabilirdi. İlk enzimler, rastlantısal olarak birbirine eklenmiş kısa amino asit zincirleri olabilir. Tekrar tekrar oluşan bu bir-

leşimlerin bazıları, birtakım oluşumları hızlandırabilecek, yalnızca kendilerine özgü bir yeteneği elde etmiş olmalılar.

2. DNA nın çift kat oluşu: Denizler boyunca, DNA zincirinin rasgele eklenen nükleotidlerle yavaş yavaş uzaması sonucu, bazı "anlamlı" diziler oluşacaktır. Burada anlamlı deyimi "birkaç yeni ilkel proteini yapmak için gerekli bilgiyi içermek" olarak kullanılmıştır. Bunlardan bazıları, yararlı enzimler ya da önemli yapıların parçaları olacaktır. Bu narin yapıdaki DNA molekülleri ne kadar uzun olurlarsa, kopma tehlikesi de o kadar büyüktür. Çift kat halinde birleşme, bu tehlikeyi azaltmıştır. Birbirlerine sarılmış ipliklerin zarar görmesi, ayrı ayrı tek başlarına oldukları durumdan daha az olasıdır. Dahası, çift kat olmak, DNAnın üremesi için gereklidir.

3. DNAnın çoğalması: Çoğalma, çift sarmal DNA zincirindeki her ipliğin, kendisinin tıpatıp bir kopyasını yapması, sonuçta ikinci bir çift sarmalın oluşması demektir. Bu işlem, bir halatın çözülüp ayrılışı gibi, iki zincirin birbirinden ayrılmasıyla başlar. Yeni nükleotidler, eski zincirlerin her biri boyunca düzenli bir şekilde sıralanırlar ve sonra birbirlerine eklenirler. Nükleotidlerin her yeni zincirdeki dizilişleri, şaşmaz bir şekilde, eski zincirdeki nükleotidlerin dizilişiyle belirlenir. Bunun nedeni; bağlanmak üzere gelen yeni nükleotidlerin, eski zincir üzerinde, yalnızca kendilerine karşılık gelen türden nükleotid ile ikili oluşturabilmesidir.

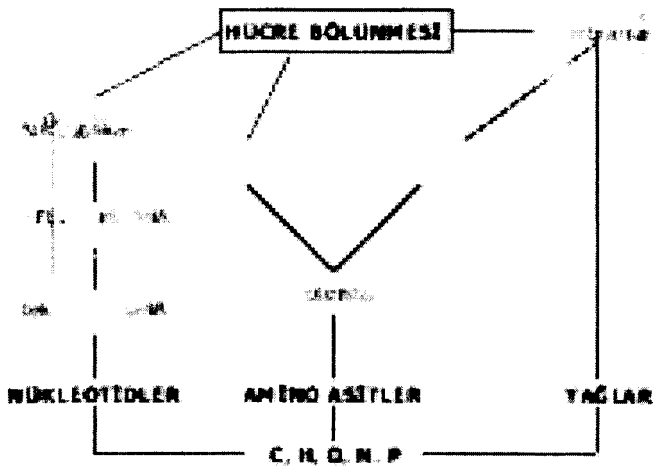
4. Temel maddelerin paketlenmesi: Hücre genetiği içinde kritik bir olay, önemli moleküllerin çevrelerinin bir zarla çevrelenmesidir. Bu, hem DNA, hem proteinler ve hem de diğer önemli moleküllerin korunmasına yarar. Onları birlikte daha etkin çalışabilsinler diye birbirlerine yaklaştırır. Prote-

inler ve yağlar hücre zarlarının en önemli elemanlarıdır. Yağlar, çevreledikleri hücre ya da organellerin çevresinden yalıtımını sağlarlar.

5. Hücrenin ikiye bölünmesi: Molekülleri bir zarla sararsak, hücreye çok benzer bir şey elde ederiz. Ama hücre bölünemiyorsa hiç bir işe yaramaz. Gerekli olanlar şunlardır: Yeni bir hücre yapabilmek için bölünebilen bilgi, önemli hücre işlevlerini yerine getirecek enzimler ve bunların tümünün bir zar içinde toplanıp korunması. Bu paketin bölünmesi, çok karmaşık bir işlemde tüm bileşenlerin iş birliğini gerektirir. Bölünebilen hücreler bir kez ortaya çıkınca, günümüze kadar gelen yol açılmış oldu.

"Evet, iplikçiklerin daha sağlam olması için birbirine sarılması gerekiyor"

"Benim de aklıma, Kızılderili reis Seattle, daha 1885 lerde, zamanın ABD başkanına yazdığı mektup geliyor"



"Ne demişti ünlü çevreci Reis bu mektubunda?"

"İnsan toprağa aittir, toprak insana değil. Bütün yaratıklar birbirlerine bağımlıdır, her yaratılmış şeyin bir bağlantısı vardır. Yaşamın dokusunu insan dokumadı, o yalnızca bu dokumada yer almış olan bir iplikçiktir diyordu"

"Evet, sanki doğanın ve canlıların sarmal iplikçiklerden yapılmış olduğunu biliyormuş gibi"

"Şimdi bütün bu öğrendiklerimizi bir şekilde görelim, sanırım daha iyi anlayacağız

Bu iş bitince her biri bir eski ve bir de yeni zincirden oluşmuş, çift katlı iki zincir ortaya çıkar. Bir çift katlı zincir, diğer çift katlı zincirin her yönüyle aynıdır.

DNA nın iki katına çıkması, DNA molekülleri ile nükleotidlerin kendi başlarına yapabilecekleri bir iş değildir. Şimdi olduğu gibi yaşamın başlangıç aşamalarında da, büyük bir olasılıkla, enzimler gerekliydi.

Kargaşa (Kaos) İçindeki Düzen

Atomları bir araya getirip molekül, molekülleri ekleyip zincir, zincirleri düzenleyip oluşumları ve canlı hücre yapmak, çok büyük bir örgütlenme (organizasyon) işidir. Bu iş insanların beyinleri, elleri ve bilgisayarlarıyla başarabilecekleriinden kat kat daha büyüktür. Ama bu inanılmaz olay, her an dünyanın her yanında yaşanıyor. Kuşkusuz yaşamın temelinde, canlı hücrelerin sürekli olarak yaratmaya, düzeni sağlamaya, örgütlenmeye, karmaşıklığa adanması vardır. Fizikçilerin bize bildirdiğine göre, cansız evren sürekli olarak düzenini yitiriyor. Her şey milyarlarca yıllık zaman ölçeğinde kargaşaya (kaos) doğru gidiyor. Termodinamiğin

ikinci Kanunu, entropinin (düzensizliğin fizikteki adı) evrende her yerde sürekli arttığını belirtir.

Evren neden düzensizliğe yönelmektedir? Bu, ilk bakışta görüldüğü kadar garip değildir. Şöyle bir örnek düşünelim: Sulandırılmış biraz mavi, biraz da sarı boyanız var ve bu iki boyayı aynı kaba boşalttınız; boya molekülleri, moleküllere özgü zıplamalarla, düzgün bir yeşil karışım oluşana kadar hareket edeceklerdir. Moleküller tümüyle rasgele düzensiz dağılmışlar, ama kendileri için olabilecek en dengeli biçimi almışlardır. Eğer işlemi tersine çevirmek; düzenli, rastlantısal olmayan bir durum, yani ayrı ayrı mavi ve sarı sıvılar elde etmek isterseniz (diyelim ki altta mavi, üstte sarı olmak üzere ayırmak istiyorsunuz), sistemin karışmaya, rasgele, dengeli ve düzensiz yeşil haline varmaya yönelen çok güçlü isteğine karşı savaşmak zorunda kalabilirsiniz.

"Bu durumu şöylece özetleyebilir miyiz?"

"Canlı varlık, sürekli olarak dengesizlik durumunu yaratmaya çalışır, Yaşam, rastlantısallık karşısındadır ve düzen yaratır"

"Evet, çok güzel bir özetleme oldu"

"Peki, bu düzeni bir arada tutan ve dengeleyen güç nedir diye sorarsak?"

"Bunun tek bir yanıtı var, düzeni sağlamak için enerji gerekir"

Cansız doğanın düzensizliğe itmesine karşı, durmadan düzen kurmaya çalışan bir işlem ancak yardımla başarılı olabilir; enerji biçimindeki yardımla. Ufacık bir hücrenin olağanüstü karmaşık, zarif içyapısının oluşumu enerji gerektirir. Enerji güneşten gelir. Bitkiler güneş ışığını emerler. Bu

ışık karbondioksiti şekere dönüştürmekte kullanılır. Şeker, karbondioksitten daha karmaşıktır, yani daha düzenlidir. Başka bir deyişle, güneş ışığı şeker yapma makinesini çalıştıracak düzeni yaratır. Şekeri yapmak için enerji (güneş ışığı) gerektiğine göre, şekerin çözülmesi de enerjiyi geri verecektir.

Bitkiler ve hayvanlar, şekeri oksijenle yakarak çözerler, böylece karbondioksit serbest kalır. Bu üretilmiş enerjiyi, hayvan ve bitkiler kendi öz maddelerini yapmakta kullanırlar. Canlı hücreler, bütün karmaşık strüktürlerini bu enerji ile yaparlar.

Öyleyse şeker, düzenli yapısı nedeniyle çok daha fazla canlı düzen yaratmakta kullanılacak enerjiyi sağlar. Canlı bir hücrenin düzeni, şeker moleküllerinin düzeninden binlerce defa daha büyüktür. Enerji dengesini sağlamak için canlı nesneler, kendilerini oluşturmak için binlerce şeker molekülü tüketmek zorundadırlar. Canlı olmanın anlamı, yalnızca düzen, organizasyon (örgüt), karmaşıklık (kompleksik) değildir. Daha önemlisi; kendisine karşı çalışan düşman bir çevrede yaratma yeteneği, düzeni kurma, organizasyonu sağlama demektir. Bir bakıma yeni bir hayatın yaratılması mucize niteliğindedir.

"Pekala, yine başlangıç sorumuza geliyoruz. Yaşam ne zaman ve nasıl ortaya çıktı?"

Yaşam Yalnızca Bir Kez Ortaya Çıktı

Bunu söylemek için iki neden var. Birincisi, bugün her canlı yaratık (hemen hemen tümü) aynı yapı malzemelerini kullanarak, (aynı 4 nükleotid, 20 amino asit ve diğerleri) aynı

genel yöntemlerle protein moleküllerini yaparlar (ribozomlar, mRNA, tRNA) ve yaşamın diğer işlerini yönlendirirler. Yaşamın birden çok başlangıcı olsaydı; her başlangıcın değişik yapı malzemeleri ve yöntemleri olması gerekecekti. Tüm canlı yaratıkların aynı yapı malzemeleri ile aynı yöntemleri içermeleri gerçeği, tek bir başlangıç savını güçlendiriyor.

İkinci neden ise, canlıların en erken biçimlerinin içinde oluştukları çorbayı çabucak tüketecekleridir. Böylece, kendileri ve ondan üreyenler, milyonlarca yılda elde edilmiş zengin çevreyi harcayacaklardır. Ufacık hücre ve yavrularının, okyanuslar dolusu iyi besini yok edebileceklerine inanmak oldukça zor. Ancak, hemen bunun olabileceğini gösteren bir örnek verilebilir. Çok rastlanan E. koli bakterisi, kendisi için uygun besin olduğu zaman, her yirmi dakikada bir nüfusunu iki katına çıkarabilir. Bu demektir ki, şu anda yalnızca bir tek hücreyle başlasak, yirmi dakika sonra 2, bir saat sonra 8 hücre olur. İki saat de 64, üç saatte 512, dört saatte 4,096, beş saatte 32,768 ve böylece sürüp gider. 24 saat sonra E. koli hücreleri, yer yüzeyinde 1,800 metre kalınlığında bir kabuk oluştururlar. Burada önemli olan nokta, basit bir hücrenin besin stoku bitene kadar ya da atıkları kendisini zehirleyene kadar, yiyip üreyebilmesidir. Tüketilecek besin kütlesinin sınırı yoktur. Böylece, oldukça kısa bir zamanda, ilkel bir hücre ve ondan üreyenler, okyanuslardaki tüm besini tüketebilir.

"Evet, çok doğru, yaşam bir kez ortaya çıktı ve sürüyor"

"Evet, bunu her fırsatta söyleriz, yaşam devam ediyor"

"Sen bilgileri derlemeyi seversin, buraya kadar öğrendiğimiz canlıların oluşumunu özetler misin?"

"Evet, yaklaşık tarihleriyle şöyle olmalı, birkaç bin yıl hata olabilir"

"Milyarlarca yılın sonunda bunun ne önemi var"

"Yine de bu milyarca yılı bir sıraya koyalım derim, bakalım yaşam tarihi içinde neler oldu"

Canlılığın Oluşumu ve Tarihçesi

4,5 milyar yıl önce Dünya oluşur. Önce elementler düzeyde evrim başlar.

Karbon, Hidrojen, Oksijen ve Azot + Güneş ışığı □ Canlılığın Kimyasal Özü ortaya çıkar.

Daha sonra;

Amino Asitler → Proteinlerin Özünü oluşturur.

Nükleik Asitler →RNA Oligo elementlerin (iyonlaşmanın) moleküler değişime katkı yapar.

4 milyar yıl önce ilk cansız hücreler oluşur;

Hidrofob + Hidrofil protein molekülleri□ Cansız Hücreler

Mayalanma Hücreleri : CO2, Metan (Bitkisel) Fotosentezci hücreler : Klorofil, Oksijen üretimi (Hayvansal) Solunum yapan hücreler Hemoglobin, Oksijen tüketimi iki RNA bir çift Sarmal biçiminde sarılır:

DNA oluşur, DNA'lar, evrenin kimyasal evrim sürecinin, mantıksal yapı taşlarıdır.

3,5 milyar yıl önce dünya henüz hücrelerin işgalinde, fotosentezci hücreler atmosferdeki Oksijeni artırır. Ozon tabakası oluşur, morötesi ışınları süzer, çoğalma ve yayılma süreci daha da hızlanır

Bitkisel ve hayvansal kökenli hücrelerin ortak yaşamından, çekirdek oluşur, Kloroplast ve mitokondriller o dönemden kalmış olmalı.

Hücreler bir araya gelip toplumsallaşma mantığını oluşturur. Cinsellik gelişiyor, genlerin harmanlanması sağlanır. Zaman etmeni, Kimyasal bir sayaç, organizmaya girer. Yaşlanma, büyüme, döl verme ve daha sonra ölüm gerçekleşir. Bağışıklık, Hormon ve Sinir sistemleri oluşur. Sinir hücreleri toplanıp, beyin gelişmeye başlar.

200 milyon yıl önce dinozorlar dünyaya egemen oldular.

65 milyon yıl önce düşen bir göktaşı buzul çağını başlattı, dinozorlar yok oldu fakat memelilerin atası olan Lemurgiller gelişti.

Bu arada beyin sürekli gelişmeye devam ediyor: Önce sürüngenler katmanı, sonra kuşlar katmanı, en son da Korteks. Zamanla us ve bilinç gelişir.

Evren Kaos'tan Düzene geçmiştir, (Evrim yalın olandan karmaşığa gidiştir, fakat karmaşa yoktur.)

"Nasıl yeterli oldu mu?"

"Milyarlarca yılda olan evrimi bir sayfa içinde açıkladın, aferin sana"

"Şimdi devam ediyoruz, acaba yaşamı nasıl bir düzen sağlıyor?"

Düzeni Yaratmak İçin Plan Gereklidir

Hayat, evrende gerçekten düzen oluşturabilen tek şey midir? Cansız örneklere bakalım: Su soğuyunca katı olur. Buz molekülleri kendilerini çok güzel, narin ve karmaşık bi-

çimlerde düzenleyebilirler. Çözelti içindeki bir tuz, çözeltiden ayrışarak kristalleşebilir ve bu işlem tuz molekülleri arasındaki düzeni arttırır. Bu türden birçok izole örnek olmakla beraber, bunlar en yalın hücrenin başarılarıyla karşılaştırılınca tek başlarına hiç de etkileyici değildir. Dahası, canlı hücrelerin düzen kuruşu, temelde bu kristalleşme işleminden farklıdır. Hücreler, daha önceden var olan bir planı izleyerek düzen kurarlar.

"Bir hücreye, tam bir canlı hücre olması için, atomlarını, moleküllerini, zincirlerini, yapılarını hatasız olarak düzenlemesini öğreten ve bu sürecin devamlılığını sağlamak üzere gelecek kuşaklara aktarılan bilgi nasıl bir şeydir?"

"Bunu bilmek bana çok ilginç geliyor. Karmaşık gibi görünse de, çok akıllıca hem de çok yalın bir açıklaması olmalı"

"Bilim tarihinin en önemli olaylarından biri olan bu buluşları herhalde önümüzdeki günlerde tartışacağız"

"Evet öyle, yine bir iletimiz var!"

"Her zaman olduğu gibi tam yerinde ve gereğinde, okuyalım bakalım"

"Sevgili Öykü,

"Önereceğim bir diğer kaynak çalışmalarınızda daha da yardımcı olacaktır. Ancak biraz arama ve tarama yapman gerekecek. Kedileri çok sevdiğini sanıyorum, evde beslediğin "Bir kedin" varsa bu bilgilere daha kolay ulaşacaksın. Evet, Öykü, bir kedin var mı? Kedisi olan bir bilim adamını da tanıyor musun? Sevgiler Evrim"

"İnanamıyorum! Bir kedi, bizim bir kedimiz olduğunu, yani "Tontiş" i de biliyor, bu karaçete" "Evet ama nereden biliyor, yoksa!"

"Evet yoksa?"

" Karaçete deyince aklıma karakedi geliyor"

"Başka?"

"Başka. Sezen Aksu'nun 'Bir kedim bile yok' şarkısı"

"Peki, bir şeyler 'anlıyor musun'?"

"Bu galiba şarkının devamıydı, beraberce söyleyebilir miyiz?"

Tut ki karnım acıktı

Anneme küstüm

Tüm şehir bana küstü

Bir kedim bile yok

Anlıyor musun?

Hadi gülümse

"Bu iletinin başka bir anlamı olmalı, biz en iyisi kedilerden bir ipucu arayalım, örneğin bizim Tontiş, acaba kedilerin canlının evriminde önemli bir yeri mi var?"

"Evet, olmalı"

"O halde bakalım, bizim Siyam kedisi Tontiş'in soyu, nerden gelmiş, nereye gidiyor?"

"Bu arada Tontiş'in de karnı acıkmıştır, haydi onu besleyelim"

"Merak ediyorum, acaba insanlar kediler ile birlikte hangi zamandan beri yaşıyor, evlerini onunla paylaşıyorlar"

"Kedilerin ilk evcilleştirilen canlılardan biri olduğu kesin"

"Burada bir bilgi yer alıyor, hem de yurdumuzla ilgili"

İtalyan arkeolog Prof. Dr. İsabella Caneva, Mersin merkezde bulunan Yumuk tepe höyüğünde 9 bin yıldır kesintisiz yerleşim olduğunu belirterek, höyüğün açık hava müzesi yapılması için çalışma başlatacaklarını söyledi. Son kazılarda 6 bin yıllık bir ev kedisi mezarı bulduklarını açıklayan Caneva, kedinin ilk kez Yumuk tepe'de evcilleştirilmiş olabileceği üzerinde durduklarını söyledi.

" Bu da ilginç, Evet biz gelelim Tontiş'in soy bilgilerine"

Siyam Kedimiz Tontiş



Siyam kedisi, Güneydoğu Asya'da günümüzde Tayland olarak bilinen Siyam'da kutsal tapınaklarda beslenen ve buradan tüm dünyaya yayılan kedi soyudur. Tayland dilindeki adı Wichien Maat'tır. Siyam kedileri kulakları, patileri, arka ayakları ve kuyrukları renkli noktaları olan açık renkli bir kürke sahiptirler. Yavru siyamlar doğuşta krem veya beyaz renkte olurlar ve ilk aylarda vücutlarının çeşitli böl-

gelerinde görünür hale gelen noktalar gelişir.

Dört haftalık olunca bu noktaların renkleri daha belirgin hale gelirler. Yaşı ilerledikçe siyam kedilerinin renkleri koyulaşır ancak sıcak iklimlerde yaşayan yetişkin siyam kedileri soğuk iklimlerde yaşayanlardan daha açık bir kürke sahiptirler.

Siyam kedilerinin badem şekilli, parlak mavi renkli gözleri ve kısa tüyleri vardır. Geleneksel siyam kedisi akıllı, insan odaklı ve dost canlısıdır. Arkadaşları olan insanlarla sevecen ve samimi bir şekilde ve farklı tonları olan miyavlamaları ve hırıltılarıyla konuşurlar. Sakin davranışları ile bir evdeki veya şehirlerdeki yaşama uyum sağlamakta hiç zorluk çekmezler, küçük çocuklara karşı hoşgörülüdürler. Sıkıldıkları zaman yanlızca ortalıktan yok olurlar. Çoğu, insanla oynarlarken tırnaklarını kapatır, bu yüzden onların patileri tarafından tırmalanmak az rastlanılan bir olaydır.

Siyam kedileri çok zekidirler, fakat bu kolay eğitilebilecekleri anlamına da gelmez. Diğer kedi ırklarında olduğu gibi her siyam kedisinin farklı bir özyapısı olabilir. Bazıları eğer erken yaşta eğitilirlerse sorun çıkarmadan tasma takmayı öğrenirler.

"Evet, galiba bizim Tontiş'te evrimin bazı ipuçları var, örneğin, renkleri soyunun öz yapılarını taşıyor, sonra renk değiştiriyor, hatırlasana ilk geldiğinde el kadar ve beyaz tüylüydü, sonra tarçın rengi oldu. Nasıl da konuşur gibi sesler çıkarıyor? Ayrıca yalnız kendi soyundan kediler ile çiftleşir ise, ayni cinsten kediler doğuyor, evet evet bunda bir ipucu olmalı"

"Olsa olsa, karışmamış bir soy olan Siyam kedilerinin baskın genleridir"

"Yine de, karaçete bizim bir kedimiz olduğunu nereden bildi?"

"Yalnızca kedileri sever misin? diye soruyordu. Evet, bugün geç oldu, artık bırakalım derim"

"Benim bırakmaya niyetim yok, araştıracağım"

"Kolay gelsin"

Yaşamı Anlamak

"Nasıl bir yerlere varabildin mi Öykü? Bu arada Tontiş'in mamasını vermeyi unutmayalım"

"Evet, peşimizde dolaşıyor, ancak kedilerden bir ipucu bulamadım"

"Bu kedilerle ilgili başka bir şey olmasın! Bir bilim adamından bahsediyordu!"

"Kedisi olan bir bilim adamı? Nasıl bileceğiz! Tamam! Şimdi buldum. Nasıl da düşünemedik!"

"Neyi, kimi buldun? Meraklandım"

" Bu bir benzetme, kedisi ile ünlü bilim adamı kimdi?"

"Kucağında kedisi bulunan bir bilim adamı! Gözümün önüne bir türlü gelmiyor"

"Hatırlasana Schrödinger!"

"Ah nasıl anımsamadım. Bir dakika o bir fizikçiydi, evrim ve canlı yaşamla ne ilişkisi olabilir"

"Araştıralım bakalım"

"İşte burada buldum, o da bu konuya merak salmış galiba"

"Nereden çıkardın?"

"Şu kitabına bakar mısın 'Yaşam nedir' "

"Biz ne arıyorduk!"

Erwin Schrödinger, kuantum fiziğinin büyük isimlerinden ve yirminci yüzyılın en önemli fizikçilerinden birisiydi. Özellikle ortaya koyduğu Schrödinger dalga denklemi sayesinde fizikteki önemli bir soruna güvenilir bir çözüm getirmiştir. "Kedisi" ile de halen kafa karıştırmaya devam ediyor. İşte hayatını bilimle iç içe geçirmiş bu bilimcinin, özellikle yaşamı anlamak ve anlatmak üzere yazdığı (Yaşam Nedir–What is Life?) adlı bu kitap, kendisini izleyen pek çok bilimciye yol göstermiş ve aynı zamanda da yaşama ait en özgün yaklaşımlardan biri olarak kaynaklarda yerini almıştır. Yanlızca İngilizce olarak 27 baskı yapan ve birçok dile çevrilen bu kitabın ilk yayınlanma tarihi 1958. O günden beri de kitabı ilk defa okuyan her meraklıyı "çarpmaya" devam ediyor. Roger Penrose da kitaba yazdığı önsözde bu konuyu belirtiyor ve "tekrar tekrar okumaya değer" olarak nitelendiriyor.

Yaşam Nedir? Ya da özgün adıyla What is Life? Sevilen bir bilim kitabıdır. Francis Crick ve arkadaşlarının genleri buluşundan önce, genetik depolamanın nasıl işlediğini anlatan en iyi kitaptır. Schrödinger kitabında okuruyla, içerisinde genetik bilgilerin saklandığı aperiyodik kristal fikrini paylaşır ve kalıtsal malzemenin, yapısında şifre saklı bir kristal olması gerektiğinden söz eder. Bu düşünce çifte sarmal DNA modeline esin kaynağı oldu ve Watson ve Crick gibi pek çok bilim adamının, yaşamın fiziksel ve kimyasal kökenini araştırmak üzere harekete geçirdi.

"Evet, bu kitabı tekrar tekrar okuyalım derim"

"Bir dakika devamı da var galiba, hem de 50 yıl sonrasında"

Erwin Schrödinger'in adı, genellikle "Schrödinger'in Kedisi" ya da kuantum mekaniğiyle birlikte anılır. Ne var ki bu saygın fizikçinin moleküler biyolojinin doğuşuna yaptığı büyük katkı göz ardı edilir. Ünlü fizikçi, 1943 yılında İrlanda'da Trinity College'da halka açık verdiği "Yaşam Nedir?" başlıklı "popüler" derslerin, ellinci yıl anısına yine aynı okulda bir konferans düzenlendi. Konferansa; Roger Penrose, Stephen Jay Gould, John Maynard Smith, Lewis Wolpert gibi "sevilen" bilim okuyucusunun yakından tanıdığı ünlü isimler katıldı.

"İrlanda mı? Schrödinger Avusturya asıllı bir fizikçi değil mi?"

"Evet, ancak yaşam öyküsüne bakarsak, Hitlerin Avusturya'yı işgal etmesi sonrası Graz Üniversitesindeki kuramsal Fizik Kürsüsündeki işine son verilmişti. O da İrlanda Başkanının davetine uyarak 1939 yılında Dublin'e geldi ve 1956 yılına kadar burada yaşadı. Halka açık dersleri 1943 yılının Şubat ayında vermişti"

"Şu toplantıya katılanlara dikkat eder misin? Çoğu tanıdık çıktı"

"Hem de nasıl! 20–22 Eylül 1993 tarihleri arasında Dublin'de ayni yerde yapılan bu toplantıda hem Schrödinger anılmış hem geçen sürede ulaşılan yeni bilgiler tartışılmış"

"Evet, biz bu katılanların çoğunu tanıdıktı ve gelinen aşamaları görmüş olduk, demek ki doğru yoldayız"

Fizikten paleontolojiye, farklı konularda uzman bu bilim insanları –tıpkı yıllar önce Schrödinger'in yaptığı gibi– biyolojideki temel problemlerinin çözümüne ilişkin görüşler

öne sürdüler. Yaşamın kökeni; genetik kodun ve buluş yeteneğimizin evrimi, cansız ile canlı arasındaki farklılık, beynin ve aklın işleyişi... İnsan genom diziliminin açıklanmasıyla birlikte kitapta ele alınan, biyolojinin geleceğiyle ilgili havadan görüşler daha da ilgi çekici hale geliyor.

"Kim bilir belki de elinizdeki bu "incecik kitap" gelecekte başka bilim insanlarının önünde yeni ufuklar açacak..."

"Evet, her iki kitapta yaşam hakkında birçok bilgi ve makale var ayrıca, bu konuya kendini adamış bilim adamlarının çarpıcı düşünceleri"

"Sanırım bütün bunları ileride daha iyi anlayacağız ve alıntılar yapacağız, bu bilgiler bize gerçekten çok yararlı oldu"

"Acaba diyorum, elli yıl sonra, yani ilk konferanslardan 100 yıl sonra, yine bir toplantı yapılır mı? Yapılırsa neler, hangi gelişmeler konuşulur?"

"Yani, 2043 yılından söz ediyoruz, ben doğal olarak yaşamda olmam ve bunu göremem, sen ise; 2000 yılında yani yeni bir yüzyıla girerken doğduğun için, tam 43 yaşında olursun"

"Evet, okulumu bitirmiş, mesleğimi kazanmış ve çoluğa çocuğa karışmış olurum"

"Yaşamı, soyumuzu ve onun evrimini devam ettiriyor olursun"

"Belki de bu gidişle iyi bir bilim insanı olur, yaşam ve evrim konusunda araştırmalar yaparsın"

"Ne de olsa genetik bilimi ve biyoteknoloji geleceğin yaygın bilimi ve mesleği olacak"

"Ah, ah... Ne kadar da uzakta görünüyor"

"Evet, gelecek de bir gün gelir. Ve sen dilerim bu toplantıya katılan bir araştırıcı olursun"

"Umarım öyle olur, seni de hatırlar, anın için bir bildiri sunarım"

"Neden olmasın? Bu belki de bu gelecek, senin genlerinde şifrelenmiş duruyor"

Genlerden Proteinlere

Genetik bilimi, her canlının özelliklerinin (örneğin göz rengi) kalıtımla geçtiğini, yani yavruda hassas bir şekilde yeniden ortaya çıktığını göstermiştir. Kişisel özelliklerini düzenleyen bilgi, "genler" ile özel varlıklarla kuşaktan kuşağa geçer. Her belirgin kalıtımsal özelliğin ayrı bir geni vardır. Genetik bilimin kurucusu Gregor Mendel 1860'larda, genlerin kalıtımla gerçek şeyler gibi; sulandırılmadan, bölünmeden, karışmadan aktarıldığını açığa çıkardı. Öyleyse genler, her biri organizmanın belirli bir özelliğini içeren, kalıtımla yavruya aktarılabilen küçük bilgi paketleridir diyebiliriz.

1920'lerde büyük genetikçi Thomas Hunt Morgan, genlerin hücre içindeki yerlerini buldu. Bütün hücrelerde, çekirdek dediğimiz kapalı bir kap vardır. Hücre bölünüp iki hücre haline gelirken, ilk önce bu çekirdeğin bölündüğü, dolayısıyla hücre içinde önemli bir rolü olduğu daha önce de biliniyordu. Yani, tek hücrenin varlığını yeni hücrelere eşit bölüştürme işlemi, çekirdekte başlıyordu. Dahası; mikroskop, çekirdeğin içinde kromozom denilen iplik gibi oluşumları açığa çıkardı. Bu yapılar, çekirdek bölünmeden kendilerini bir kat artırıyorlar ve her kromozom dizini, bir yeni "yavru" hücrenin içine yerleşiyordu. Bu düzenleme yüzün-

den, kromozomların genlerin yuvaları olmalarından kuşkulanıyorlardı. Morgan, meyve sineklerini deney hayvanı olarak kullanarak bunun gerçekten de doğru olduğunu, bir dizi ince deneyle kanıtladı. Bu iş tamamlandığında, genlerin kromozom ipliklerinin etrafında top top sarılmış oldukları artık biliniyordu.

"Genler neden yapılmışlardı?"

"Bilim adamlarını da bu heyecan verici bir soru sarmıştı; "Kromozomlar (genler) neden yapılmışlardı?"

Biyolojide kuşkusuz çok önemli bir yeri olan Oswald Avery'nin deneyleri, bu soruya çok açık ve parlak bir yanıt getirdi. Çalışmaları, şimdi "moleküler biyoloji" dediğimiz modern çağı açtı. 1940'ların başında Avery, iki taraflı zatürreeye (akciğer iltihabı) neden olan bakteriyle uğraşıyordu (penisilin bulunmadan önce, en büyük ölüm nedenlerinden biriydi bu hastalık). Yaptığı deneylerde açıklayamadığı şaşırtıcı sonuçlar buldu. Ölü zatürree bakterileri, kötü niteliklerini, zatürree yapmayan türden canlı bakterilere geçirebiliyorlardı. Bu, tehlikeli ölü bakterilerin, canlı ve zararsız bakterileri tehlikeli hale getirebilmeleri demekti. Bu nitelik bir defa geçirilince artık kalıcı oluyor ve bir zamanlar iyi huylu olan bakterilerin gelecek kuşaklarına kalıtımla geçiyordu.

DNA: Deoksiribonükleik Asit

Aslında, DNA yı Avery bulmamıştır. Bu iş, Avery'den altmış yıl önce Friedrich Miescher adında bir araştırmacı tarafından yapılmıştı. O ve onu izleyen bilim adamları bu konuda bir sürü kimyasal bilgi toplamışlardı. DNA nın; zincir şeklinde birbirine bağlı, büyük miktarlarda fosforik asit içe-

ren "nükleotid" denilen moleküllerden oluştuğu biliniyordu. Bunlar, o zamana kadar hücrede bilinen en büyük moleküllerdi. Avery, DNA nın kalıtımın temel maddesi olduğunu gösterdi. Başka bir deyişle, "bir şeyi kalıtımla geçirmek demek, bir parça DNA aktarmak demektir"

"Sonuç olarak, genler DNA dır. Bilgi DNA dır ve DNA da bilgidir"

"Öyleyse, DNA nın temel özelliklerini şöylece özetleyebilir miyiz?":

1. Zincir moleküldür. (Değişik basit molekül çeşitlerinin birbirine eklenmesinden oluşmuş zincir şeklinde bir madde)

2. Olağanüstü uzun ve son derece incedir. Hücrenin çekirdeği 100 defa büyütülseydi aşağı yukarı iğne ucu büyüklüğü civarında olacaktı, yani gözün ancak seçebileceği kadar, işte bu küçücük çekirdek içinde katlanmış durumda bulunan DNA açılırsa, boyu, bir futbol sahasının boyu kadar olur.

3. Zincirde dört çeşit halka vardır (nükleotid denilen moleküller), isimleri adenilik asit, guanilik asit, sitidilik asit ve timidilik asit; kısaltmaları A, G, C ve T.

4. Bu dört tür halkanın bağlanma biçimi, bir zincirin halkaları gibi birbirinin aynıdır.

5. Halkaların şaşmaz bir düzeni vardır, bu kitaptaki harflerin düzeni gibi.

Bundan sonra, zincirler üzerine söyleyecek çok şeyimiz olacak. Bir zinciri her resimleyişimizde, buradaki beş biçimden hangisi en uygun, en açıklayıcıysa onu kullanacağız. Kuşkusuz, gerçek zincirler bizim resimlerde gösterdiklerimizden çok daha uzundur.

DNA'nın Dilbilgisi

Şimdi, dört çeşit halkası olan bir zincirimiz olsa ve bunun yeni bir bireyin oluşması için gerekli bütün bilgiyi içerdiğini bilsek, bu gizemli halkaların sıralanmasında veya düzeninde yattığı sonucunu çıkarmamız gerekir. Zincirin bu kadar çok anlam taşımasının başka bir açıklaması olamaz. Bilgi, böylece harita veya plan olmak yerine, düz bir yüzey üzerinde iki boyutlu bir şeye, daha doğrusu tek boyutlu "yazılı" bir yönerge dizinine dönüşür. Burada dille–benzetme (analoji) yapılabilir. DNA alfabesinin dört harfi var, ama bunlarla yazılabilecek mesajların sayısı sonsuzdur. Tıpkı iki harfli Mors alfabesiyle (nokta–çizgi)söylenebileceklerin sınırı olmadığı gibi.

"Mors alfabesi mi? daha önce duymamıştım"

"Duymamış olman çok doğal, Elektronik iletişimin atasıdır ve geçmişi 1850'li yıllara kadar dayanır. Uzun süre haberleşmede tek araç olmasına rağmen, sesli ve görsel iletişim araçlarına yerini kaptırmıştır"

Mors alfabesi, kısa ve uzun işaretler (nokta ve çizgiler) kullanarak bilgi aktarılmasını sağlayan yöntemdi. 1832'de telgraf ile ilgilenmeye başlayan Samuel Morse tarafından 1835 yılında oluşturuldu. 1837'de kullanılmaya başladı.

"Kurtuluş savaşımızda, telgraf çok yaygın bir şekilde kullanılmış ve zaferin kazanılmasında katkıları büyüktür"

"Nokta ve çizgilerle haberleşme, çok kolay olmalı"

"Pek okadar kolay değil, İyi bir eğitimini almalı"

"Doğrusu merak ettim, örneğin mors alfabesi ile Öykü nasıl yazılır acaba?"

"Burada bir çeviri sözlüğü var, bir deneyelim"

"---.-.-- -.-..-"

"Hiç de kolay değilmiş" "Biz gelelim DNA nın dizilişine"

Kitaplardaki harfler kağıt üzerindeki yerlerine göre diziler halinde bağlanmışlardır. DNA içindeki dört nükleotid halkası ise, gerçek kimyasal bağlarla dizi halinde bağlanmıştır. Belli bir organizma içindeki toplam DNA da bir kitap gibi düşünülebilir.

Bu kitapta; bütün harfler, sözcükler, deyimler, cümleler ve dizinler bir zincir oluşturacak biçimde birbirine eklidir. Organizmanın bütün bölümleri ve bütün işlevleri böylece tanımlanır. Bu organizmanın özdeş bir ikizi varsa, o da aynı DNA ları içeriyorsa, aynı kitaptan bir tane daha diye düşünülebilir; ne bir harf, ne bir sözcük farklıdır ikisi arasında. Aynı türün başka bir organizması da, dil bilgisinde sık sık ve göze çarpıcı farklar olduğu halde, benzer bir kitabı oluşturur. Değişik türlerin kitapları, içlerinde bir sürü benzer cümleler de olsa oldukça değişik öyküler anlatırlar. Yukarıdaki benzetmede zincirin parçaları olan genler, aşağı yukarı cümlelerin karşılığıdırlar. Bir gen, organizmanın belirli bir yapısını oluşturan veya işlevini gören bir harf (nükleotid) dizidir. Genler, çok uzun bir DNA molekülünde arka arkaya eklenmiş cümleler gibidirler.

"Kitap benzetmesi çok güzel oldu. Ne de olsa her kitapta bir tasarım bir kurgu, değişik bir anlatım var"

"Kitapların da kopyalandığını unutma!"

Dilden Maddeye

DNA dilinin anlamı, belirli bir canlı organizmayı tanımlamasınadır. Başka bir deyişle genler; maddenin, yaşamın gerçek özünün, gerçek canlı unsurun yaratılması için gerekli bilgiyi verirler. DNA dili fizik olarak yaşamaya, nefes almaya, hareket etmeye, et üretmeye nasıl çevrilebiliyor? Bu soruyu yanıtlamadan önce, nelerden yapılmış olduğumuzu bilmemiz gerekir. Bu konu zor görünebilir ama aslında öyle değil. Bizi oluşturan en önemli malzeme proteindir denilebilir. Diğer yapı maddelerimiz (su, tuzlar, vitaminler, metaller, karbonhidratlar, yağlar, vb.), proteinlere destek olmak üzere bulunurlar. Proteinler yalnızca kütlemizin (suyu saymazsak) çoğunu oluşturmakla kalmayıp, aynı zamanda vücut ısımızı, hareketlerimizi ayarlarlar, düşüncelerimizin ve duygularımızın da temelini oluştururlar. Kısacası bizi oluşturan ve yaptığımız her şey proteinlere dayanır. Örneğin, kedimi gözlüyorum: bütün kütlesi proteindir: Ne görüyorsam (kürkü, gözleri, hareket etmesi bile) proteindir.

İçindeki her şey de proteindir. Ayrıca kedime çok özel bir kişilik veren her şey de özel proteinlerle belirlenmiştir. DNA nın yönlendirilmesiyle yapılan proteinler birey olmanın, tek olmanın, bütün türlerin fiziksel temelidir. Metal, otomobil için neyse, protein bizim için odur. Otomobilde başka malzemeler de vardır, ama yapıyı ve işlevi sağlayan en önemli eleman metaldir. Hem görünüşü, hem de işleme yeteneğini belirler. Bir arabanın diğerinden farkını; biçimi, niteliği ve metal kısımların durumu belirler.

"Şimdi, yeni bir soru ve başka bir ayrıntılı inceleme için hazırız. Proteinler neden yapılmışlardır?"

"Proteinlerin yapı taşlarının amino asitler olduğunu biliyoruz, ancak önce proteinlerin özelliklerine bir göz atalım":

1. Zincir moleküldürler.

2. Uzundurlar ama DNA kadar değil.

3. Yirmi çeşit protein halkası vardır. Bunlara amino asitler denir.

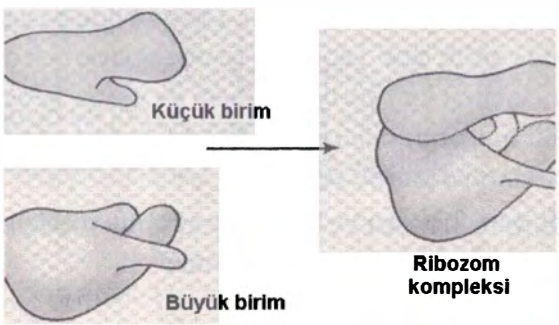
4.Yirmi birimin de bağlantı biçimi tamamen aynıdır.

5.Yirmi birimin veya halkanın düzeni veya diziliş sırası hassas ve kesindir.

Bu düzen, hangi protein olduğunu ve sonuçta işlevinin ne olduğunu belirler. Proteinleri oluşturan Amino asitler, isimlerinin ilk üç harfi eklenmiş zincir halkalarıyla gösterilirler. Yirmi amino asit şunlardır: fenilalanin, leusin, izoleusin, metyonin, valin, serine, prolin, treoinin, alanin, tirosin, histidin, glutamin, asparajin, lisin, aspartik asit, glutamik asit, sistein, triptofan, arjinin, glisin.

"Amino asitler günlük yaşamda d kısaca; Leu, met, ser, pro, tri gibi gösterilirler"

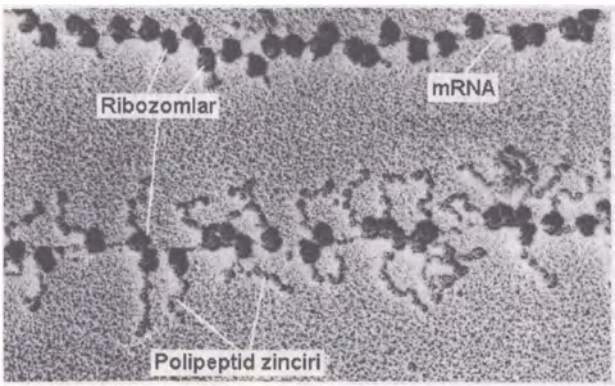
Üstteki resim: "ß-tabaka" özelliğine sahip yan zinciri olan amino asit zinciri. Soldaki resim: "□-heliks" özelliğine sahip yan zinciri olan amino asit zincirini göstermektedir.



Protein sentezi için gerekli bilgi DNA dadır, bu bilgi RNA ya transfer edilir ve ribozomlarda RNA daki bu bilgiyle protein yapılır. Bir hücre için protein bireşimi çok önemlidir, bu yüzden de hücrede binlerce ribozom bulunur. Ribozomlar ya sitoplâzmada serbestçe yüzerler ya da endoplazmik retikuluma bağlı olarak bulunur. Ribozomların zarı yoktur. Protein yapmadıkları zaman 2 alt gurup halinde bulunurlar. Alt guruplar ribozomal RNA (rRNA) ve ribozomal proteinlerden oluşur.

Şekilde biri büyük diğeri küçük iki adet ribozom "Alt birim" görülmektedir. Bu alt birimlerin şekli bizim için oldukça anlamsız gibi gelse de protein üretimi için oldukça büyük önem taşır. Bu alt birimler bir araya gelip bağ kurduktan sonra "Ribozom kompleksi" ni meydana getirirler.

Aşağıdaki şekilde bir protein sentez aşamasının gerçek halini görmektesiniz.



"Biz bunları yazarken, vücudunuzdaki trilyonlarca hücre kusursuz bir düzenek içinde sessiz bir şekilde hiç durmadan protein üretiyor"

"Evet, doğru, hücrelerimiz ve yaşam sürekli bir biçimde yenileniyor"

Çeviri

Bu beş özelliğin DNA zincirininkine ne kadar benzediğini gördünüz. Halkaları özel bir düzende olan zincirler, protein alfabesinde yirmi çeşit harften oluşuyor; DNA alfabesinde ise dört harf var. DNA bilgisinin protein maddesine dönüşmesinin aslında dildeki gibi bir çeviri işlemi olduğu hemen görülebilir. Dört harfli bir alfabedeki harf dizisinden, yirmi harfli bir alfabenin harf dizisine geçilmektedir.

"Bunu Mors dilinden (iki harfli nokta-çizgi alfabesinden) İngilizce gibi yirmi sekiz harfli alfabesi olan bir dile çeviri yapmaya da benziyordu"

"Evet doğru. Hücrelerin protein zincirleri içinde binlerce çok ufak, son derece basit çeviri makinesi var sanki"

"Veya anında çeviri. Bunlara 'ribozomlar' deniyordu"

"Bu çeviri nasıl yapılıyor acaba? Öncelikle her iki dili de çok iyi bilmek lazım"

Bir DNA molekülü birçok geni içerir, bir mesajcı RNA molekülü ise yalnızca bir tek genin kopyasıdır. Bu RNA moleküllerine "Mesajcı-Ulak" denir, çünkü genin mesajını, ribozomlar yolu ile DNA nın hücredeki yeri olan çekirdekten proteinlerin yapıldıkları hücrenin çekirdek dışındaki kısmına (sitoplâzma) taşırlar.

Ribozom okuyucudur; mesajcı RNA nın içindeki nükleotidlerin (harflerin) dizilişini okur, ama bildiğimiz anlamlı bir sözcük çıkarmak yerine protein çıkarır. Bu şu şekilde gerçekleşir: Özel enzimler amino asitleri "transfer" RNA

(tRNA) denilen küçük bir RNA molekülüne bağlarlar. Yirmi amino asidin her biri özel RNA molekülüne bağlanır. Amino aside bağlanmış tRNA lar kendilerini ribozoma yöneltirler.

3 boyutlu bir tRNA modeli

Mesajcı üzerindeki her nükleotid dizisi, transfer RNA üzerindeki uygun nükleotid dizisiyle mükemmel bir şekilde eşleşir. Her yeni amino asit ve onun tRNA sı ribozoma gelip uygun biçimde yerleştikçe, amino asit kendisinden önce ribozoma gelmiş olan amino asitle kimyasal olarak birleşir. Halkalar sırayla birer birer bağlanırlar. Ribozom mesajı okudukça protein zincirinin boyu durmadan uzar. Mesaj zincirinin okunması bitince, bütün protein halkası serbest bırakılır.

Böylece yeni bir protein doğmuş olur. Bir gen-boyu DNA nın içindeki nükleotid dizilişi, bir protein içindeki amino asit dizisini tam olarak belirler. Bir gen; bir protein. Bir gen; bir protein kavramı bizim proteinlerin nasıl oluştuğunu öğrenmemizden çok uzun zaman önce bulunmuştu.

tRNA nın Bulunması

"Hayatın Kökleri" Kitabının yazarı, M.B. Hoagland tRNA nın bulunuşu öyküsünü şöyle anlatıyor:

Hocam Paul Zamecnik ve ben, 1956 da transfer RNA yı birlikte bulduk ve neye yaradığını açıkladık. Zamecnik daha önce ribozomların, üzerinde proteinlerin bir araya getirildiği strüktürler olduğunu göstermişti. Ben de bu tarihten bir yıl önce amino asitlerin özel bir dizi enzimle aktif hale getirilebildiğini (yani diğer amino asitlerle reaksiyona hazırlandı-

ğını) kanıtlamıştım (bu dördüncü bölümde anlatılıyor). Ama arada eksik bir şey vardı: amino asitlerin bağlanabileceği ve onlara, mesajcı RNA ların gösterdiği yerlere yerleştirilmelerini sağlayan kimliği kazandıracak bir şey.

Paul Zamecnikle birlikte, hücreler içinde amino asitlere önemli bir yatkınlığı olan, yani onlarla olağandışı bir sıklıkla bağlanabilen küçük RNA molekülleri olduğunu gördük. Proteinin yapılışında ki eksik olan halkayı bulduğumuzu hemen anladık. Bir sürü yoğun ve zevkli deneyden sonra, ondan sonraki yılın sonlarına doğru, tRNA nın protein yapımına katılım yönteminin size daha önce açıkladığım oldukça tam bir resmini elde ettik.

Zincirlerden Üç Boyutlu Varlıklara

Buraya kadar öykü yeterince doyurucu; canlı düzenekler, zincirleri dil olarak kullanırlar. Tasarımdan bitmiş üretime geçmek, yalın bir çeviri işidir. Çeviri bir simgeyi başka bir simgeye, tek boyutu tek boyuta, bir zinciri başka bir zincire, nükleotidleri amino asitlere dönüştürüyor. Fakat aşmamız gereken bir engelimiz var gibi görünüyor.

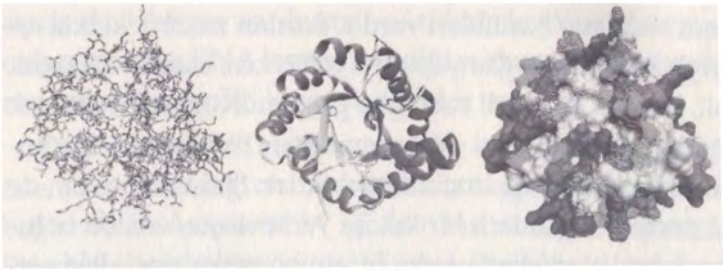
"Zincirden 'maddeye' nasıl varabiliriz?"

"Bu soruyu şöyle de sorabiliriz. Protein moleküllerinin görevlerini yerine getirmelerine, dokunabildiğimiz, kavrayabildiğimiz şeylere, tohumlara, çiçeklere, kurbağalara, size, bana bir boyuttan üç boyuta sıçramak zorunda mı?"

Yanıt, protein zincirleri içindeki halkaların yani amino asitlerin özelliğinde yatıyor. Protein molekülleri, zincir oldukları halde aslında (fiziki olarak) gerçek zincirlerde olduğu gibi üç boyutlu strüktürlerdir. Proteinin yirmi değişik

amino asidi, etkisiz simgeler değildirler. Her birinin kendine özgü kimyasal özellikleri vardır. Bazıları zincirdeki ikiz eşleriyle kimyasal bağlar yapmayı yeğlerken, bazıları daha çok asit, bazdan da alkali özelliğini gösterir. Kimi suyu aramak eğilimindeyken, kimi de sudan kaçar. Bazıları öyle biçimlendirilmişlerdir ki zinciri bükebilirler. Birkaç tanesinin de bir proteinin yalnızca bir tek işe yaramasına katkıda bulunacak özel marifetleri vardır. Bu amino asitler zincirdeki yerlerine göre zincirin son biçimini belirlerler. Zincirler tamamlandıkları zaman, bir çeşit ip yumağı oluşturmak için kendi-kendilerine içice dolanıp katlanırlar. Çözülmüş zincirdeki amino asitlerin "sırası", molekülün katlanmak için hazır olduğu zaman nasıl davranacağını, ne yapacağını "şaşmaz" bir şekilde belirler. Katlanma biçimi de protein molekülünün şeklini, özelliklerini, işlevini belirler.

Kas proteinler için, bir gen, protein yapar makinelere son bitmiş biçiminde katlanabilecek ve komşu liflerin üzerinden kayabilecek çok uzun bir protein zinciri yapmasını emreder. Böylece kasılabilen uzun lifler oluşur. Kan hücrelerindeki oksijen taşıyan protein zinciri hemoglobin, özel bir üç boyutlu katlanma biçimine sahiptir. Böylece yalnızca kendisine özgü bir yolla oksijeni tutma ve serbest bırakma işlevini yerine getirebilir. Sonuç olarak her birinin sıralanışı, genler içindeki nükleotidlerin sıralanışıyla belirlenmiş binlerce protein zinciri, özel biçimlerde katlanıp, özel işlevler elde ederler.



Trioz fosfat izomeraz enziminin üç boyutlu yapısının üç farklı gösterimi. Solda, atom tipine göre renklendirilmiş tüm-atomlu gösterim.

"Eğer DNA ölümlünün ölümsüzlüğü ise, insanların inatçı merakı, daha ötesini de sormadan edemez; Bütün bunlar nasıl başladı?"

Hangisi önce geldi, tavuk mu yumurta mı? Bu çok duyulmuş bir sorudur, ama yanıtlanamaz. Yanıtlanamamasının sebebi "tavuk yumurtadan, yumurta tavuktan, vs." diye zaman içinde bitmez tükenmez bir geriye doğru sayış gerektirmesi değil, bu şekilde geriye giderken biriken küçük değişikliklerle tavuğun tavukluktan, yumurtanın da yumurta olmaktan çıkmasıdır. Tavuğun bir milyar yıl gerilere giden soy ağacını incelersek; tüylü arkadaşımızı, hayal gücümüzü ne ölçüde zorlarsak zorlayalım adın tavuk diyemeyeceğimiz atalara bağlayan bir değişimle karşılaşırız. Benim tahminim, bir milyar yıl önceki tavuk atasının herhalde, toplu iğne başından küçük ve okyanusta yaşayan bir yaratık olduğu. Kendi soyumuzu gerilere doğru izlersek, yine buna benzer bir sonuçla karşılaşırız.

Ne kadar geriye gidebiliriz? Bir başlangıç olduğunu dü-

şünmemiz gerek. Bundan önceki bölümde sözü edilen, DNA nın ölümsüzlüğünü benzetmesine şimdi daha iyi bir perspektiften bakmalıyız. Dünyamızın şimdiki canlı biçimlerini doğuracak tüm bilgiyi taşıyan bu kocaman moleküllerin, çok uzak bir geçmiş zamanda, alçakgönüllü bir başlangıçları olması gerek. En iyi tahminlere göre yaşam; bundan üç milyar yıl önce, o zamanlar iki milyar yaşında olan dünya canlıları barındıracak kadar soğuduğunda başladı. Son derece küçük ve oldukça basit deniz yaratıklarının iki milyar yıldan daha eski fosilleri var. Bu fosilleşmiş yaratıkların ataları herhalde daha da küçüktü. En ilkel canlı biçimi, belki de bugün bolca bulunan basit tek hücreli canlılara hiç benzemeyen bir tek-hücreydi.

"Öyleyse tekrar yine ayni soruya dönüyoruz. Bir hücre, yaşamaya ilk olarak nasıl başlamış olabilir?"

Bu soru "Hücre nasıl yaşamaya başladı?"şeklinde sorulduğu için yanıtını yakalayamıyoruz. Bu hiçbir zaman yanıtlanamayacak bir soru. Çünkü bu olaya tanıklık edecek kimse yoktu"

"O zaman, yaşamın nasıl oluşabileceğini sormak durumundayız. Şimdi, akıllıca varsayımlar için kuramlar geliştirmekte özgürüz"

"Veya bu olasılıkları gösteren deneyler yapabilir ve kanıtlarını arayabiliriz"

Değişme

"Öncelikle, değişme ve doğal seçme üzerinde yoğunlaşmalıyız derim"

"Evet, sorularımızı bu yönde geliştirelim"

"Pekâlâ, sormaya başlıyorum"

"Değişimin kaynağı ne? Canlıların çeşitliliği ve yaşamını sürdürmesine olanak verdiği canlı biçimleri nasıl oluşuyor"

Canlıların uzun tarihi boyunca, esneklik ve uyum yeteneği (değişebilirlik) çok değerli özelliklerdir. Durmadan değişen yeryüzünün çevre koşullarında, değişim ve yaşamı sürdürebilme eşanlamlı şeylerdi. Bizi, tavuğu, yumurtayı, basketbol oyuncusu ve yeryüzünün bütün diğer yaratıklarını o tek hücreden başlayarak bugüne getiren olaydan evrimden söz ediyoruz. Evrimde canlılar iki yolla değişime uğrarlar; DNA da değişim ve DNA ların cinsel karışımıyla. Bir organizmanın DNA sının değişmesi, biliyoruz ki organizmanın kendisinin de değişmesine neden olur. Değişen organizmanın kaderi, yeni durumu ile çevreye uyum gösterebilmesine bağlıdır.

Değişinim Çeşitleri

Değişinim, bir canlının DNA sı üzerinde yani genetik bilgileri üzerinde meydana gelen değişikliklerdir. Doğada değişimler ile çok sık karşılaşılmasına karşın, meydana geldiği canlı üzerinde ağır yıkımlara neden olmaktadır. Genetik değişimler; "nokta değişimi" ve "kromozom değişimi" olmak üzere iki ana kümeye ayrılır. Bu iki ana şeklin dışında de değişimler meydana gelmektedir. Nokta değişimleri, DNA nın yanlızca çok kısıtlı bir bölümünde meydana gelir, bir veya birkaç temel sırasının kopması veya yerlerinin değişmesi nokta değişimine yol açabilir.

Soldaki resimde DNA nın paketlenmeden önceki hali görülmektedir. İplik gibi görünen bu yapı upuzun bir temel sı-

rasından oluşur. Nokta değişimleri, bu uzun temel sırasındaki bir veya birkaç bazın kopması veya yer değiştirmesi şeklinde meydana gelir.

"O zaman genetik değişime kısaca, DNA içindeki dört tür nükleotid halkasından bir veya daha fazlasında olan değişmelerdir diyebilir miyiz?"

"Bu tanımlardan o anlam çıkıyor"

"Şöyle düşünelim; bir tek halkadaki değişiklik, DNA iletiminde bir harfin değişmesi demektir"

"Şimdi daha iyi anlıyorum. Böylece DNA dan kopya alan ulak RNA değişikliği aynen aktaracak ve bu da protein yapmakta olan düzenek tarafından aynen okunacaktır"

"Evet, böylece ortaya değişmiş bir protein çıkacak ve amino asit zincirindeki bir halka farklı olacaktır"

"Sonuç olarak da proteinin işlevi değişecek ve farklı bir yapı ortaya çıkacaktır"

Değişimlerin en önemli özelliklerinden biri, DNA kopya edildiği zaman onların da kopya edilmeleridir. Daha önce açıkladığımız gibi, hücre bölünmesine hazırlık olarak bir enzim yeni bir dizi gen üretilene kadar, DNA daki nükleotidleri teker teker aynen kopya eder. DNA daki bir değişim, genellikle, değişimi o DNA yı içeren hücrelerin bütün gelecek kuşaklarına geçirmek amacı ile kopya edilir"

"Böylece ufak bir değişim DNA diline sonsuza kadar yerleşip kalacak eski haline hiç dönmeyecek demektir.

Değişimin Nedenleri

Değişimlere, doğal veya doğal olmayan tepkimeler (örneğin X–ışınları ve ültraviyole ışınlan) ve insan yapısı kim-

yasal maddelerin DNA nın nükleotidleri halkalarına çarparak bozmaları neden olur. Nükleotidler böylece başka nükleotidlere dönüşebilirler.

Kimyasal olarak dört standart nükleotid dışında bir biçim alabilirler veya tümüyle zincirden kopabilirler. Bütün bu değişmeler doğal olarak zincirin anlamını değiştirebilir; dil bundan sonra artık biraz değişmiştir. Değişimler tümüyle rastlantısal olaylardır. Kesinlikle DNA nın hangi halkasına çarpacağını bilmenin olanağı yoktur. İnsanlar ve her hangi bir canlı varlığın DNA sında veya bir nükleotidinde her an değişim görülebilir.

"Fakat canlılarda genetik değişime pek sık rastlanamaz demiştik"

"Evet, ancak çevremizde değişmeler her an olabilir. Buna karşılık bazı ilginç titizlikte davranan enzimler de DNA yı sürekli gözler ve bir değişiklik bulurlarsa onarırlar"

"Bütün bunlara karşın denetimden kaçan durumlar da var demektir"

" Evet, oluşumlarımız her şeyi de yakalayamazlar"

"O zaman, değişim, hücrelerimizi ve bedenlerimizi farklı şekilde etkiliyor demektir"

"Evet doğru, bunu şöylece açıklayabiliriz":

Bütün beden hücrelerimiz, DNA yı oluşturan, annemizden ve babamızdan aldığımız iki birbirini tamamlayıcı bölüm içerirler. Ana babanın çocuk yapabilmeleri için, DNA larını, yalnızca birleşmeye elverişli olan tek hücrelere yerleştirmeleri gerekir; bu karşı cinsin bir hücresiyle DNA larını paylaşmak içindir. Bu özel hücreler, erkeğin er bezlerinde yapılan spermlerle kadının yumurtalıklarında yapılan yumurtalardır.

Bedenimizin hücrelerinden birinde DNA da bir değişim oluştuğu zaman çoğunlukla bunun hiç farkına varmayız. Bedenimizdeki milyarlarca hücreden birinin bozulmasını duyumsamak çok zordur. Bir tek önemli ayrıklık durumu vardır: Hücrenin kanser olmasına neden olan değişim. Yeni bireyleri yapmak için kullanılan sperm ve yumurtaları üreten er bezleri ve yumurtalıklar içindeki hücrelerde değişim olduğu zaman durum oldukça farklıdır. Çünkü eğer yumurta veya sperm değişim içeriyorsa, bu doğal olarak döllenmiş yumurtaya geçecektir. Döllenmiş yumurta bölündüğünde de bütün yeni hücrelere kopya edilecektir. Böylece sonuçta ortaya çıkan yetişkinin bedeninin her bir hücresinde değişikliğin bir kopyası bulunacaktır. Buna göre, evrimde önemli olacak değişim, bir organizmanın cinsel hücrelerinde olup kalıtımla geçirilebilen çeşididir.

"İyi" Değişim ve "Kötü" Değişimler

Değişimlere pek sık rastlanmadığını söylemiştik, ancak yine de evrimsel değişmenin temel araçları olmuşlardır. Bir organizmanın proteinlerinde, çevreye uyum sağlamasında yararlı değişmelere yol açabilirler. Bu anlamda değişimler faydalıdırlar ve işlemin böylece sürdüğünü, başka bir deyişle, biz içeri bugün yaşayan bütün canlı varlıkların bedenlerinin işlevini daha iyi görebilmesi için DNA nın daha iyi proteinler yapacak şekilde sürekli olarak değiştiğini düşünmemek için hiçbir nedenimiz yok. Kuşkusuz yararlı değişimlerin ortaya çıkması kolay değildir. DNA da proteinin içindeki amino asidi değiştirip proteinin daha iyi çalışmasını sağlayacak bir değişikliği fark etmemiz pek olası değil. Kısacası ufak ilerlemeleri ölçecek kolay bir yöntemimiz yok.

Değişimlerin çoğunun zararlı oluşu şaşırtıcı olabilir. Buna bir de şu yönden bakalım. Bugün canlı organizmalarda birikmiş bilgi (üç milyar yıllık evrimin birikmiş sonucu) bütün dünya şairlerinin şiirlerinin toplamından daha çok işlenmiş, daha incedir. Bir harfte, bir kelimede, bir deyimde rastlantıya bağlı değişmenin parçayı daha iyi yapması uzak bir olasılık; böyle rastlantısal bir çarpmanın zararlı olması daha akla yakın. Birçok biyolojik ve nükleer silahların, nükleer reaktörlerin ve endüstriyel kimyasalların artmasından, bu nedenle korkmaktadır. Dünyadaki DNA stoku ölçülemeyecek kadar değerlidir. Evrim hiçbir zaman tekrarlanmayacağı için de yok olursa bir daha yerine konulamaz. Üç milyar yıllık evrimin eserine zarar vermek canavarca bir kötülük olur.

DNA'nın Cinsel Karışımı

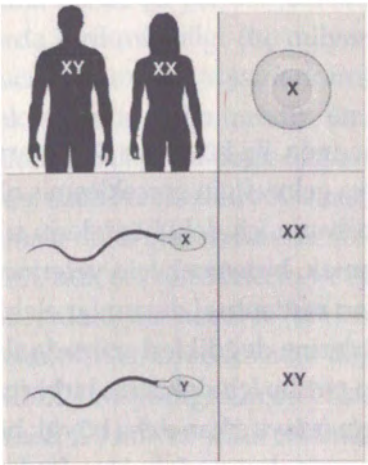
DNA daki değişmelerin evrime yeterince değerli katkıları olsa bile, kalıtsal değişim çoğunlukla zararlı, rastlantısal olaylardır. DNA nın bozulmasını göz önüne olmadan değiştirecek daha iyi bir şeye gereksinim var. DNA yı başka bir DNA ya karıştırarak değiştirmek bu amacı sağlayabilir. İki değişik hücre bir araya gelseler, birinin DNA sından bir parçanın doğrudan doğruya diğerinin DNA sına eklenmesi üzerine anlaşsalar, böylece ikisinden de gen alan bir yavru üretseler, dev bir adım atılmış olur. Bu DNA alışverişi yönteminin büyük yararı, değişimin daha önce sağlamlığını kanıtlamış bir DNA parçasıyla (genle) sağlanmasıdır. Sonuç çoğunlukla "iyi" bir değişme olacaktır, çünkü her iki DNA bileşeni de evrimsel basan, yani yaşamı sürdürebilme testinden geçmişlerdir. Oysaki DNA daki kalıtımsal değişme

yukarda öğrendiğimiz, yararlı olmak yerine daha çok bozukluğa yol açıyor olabilir.

Hücre Karışımı

Çok uzak geçmişte bir zamanda, iki hücrenin DNA larının rastlantısal olarak bir araya gelmesinin gerçekleşmiş olması gerek. Sanırız, o eski çorbanın içindeki hücrelerin sık sık çarpışarak birbirine karışmak, birleşmek için yeterince uzun bir süre yapışık kaldıkları rastlantısal durumlar olabilirdi. Başka bir deyişle, birbirlerine değdikleri noktada iki hücrenin koruyucu zarlarının yırtılıp içindekilerin birbirine karışması mümkündü. Sonuçta ortaya çıkan daha büyük bir tek hücrenin davranışı, iki hücrenin de proteinleri tarafından belirlenecektir. Böylece iki hücrenin DNA sı da bir tek hücrenin içine yerleşmiş olur. Buna çok benzer bir şey, bundan sonraki resimde gösterildiği gibi bugün gerçekten olmaktadır. Bedenin değişik kısımlarından veya değişik hayvanlardan, örneğin insandan ve tavuktan alman hücreler laboratuarda bir araya getirilip birleştirilebiliyorlar. Ortaya çıkan hücre bildiğimizin iki katı kadar DNA içeriyor ve bölündüğü zaman çoğunlukla yeni hücrelerin de iki misli DNA sı bulunuyor.

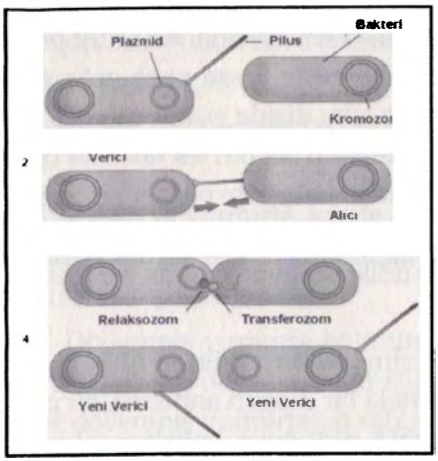
Seksin Doğuşu



Hücre birleştirmesinin yapılabilmesi gerçeği, bir hücrenin DNAlarını başka bir hücrenin DNA larıyla birleştirmenin eski bir yöntem olabileceğini akla getiriyor. DNA ları karıştırmak için ilk yöntem ne olursa olsun, buna seksin başlangıcı olarak bakılabilir. Bu kuşkusuz evrimde en önemli adımlardan biri; güneş enerjisini yakalayabilen klorofilin ortaya çıkışıyla karşılaştırılabilecek önemde bir adım; canlıların değişime, uyum sağlama ve çeşitlemesinin olasılığını genişleten büyük bir aşamadır.

Bundan sonraki aşama, belki de hücreler henüz çorba içinde ve hâlâ tek iken gelişmeyi gerçekleştirmekti; yani hücreler arasındaki temasın daha özel ve güvenilir amaçları olmasını sağlamak. Hücrenin hücreye temasının rastlantısal bir niteliği olabileceği halde; bazı hücrelerin "derilerinin" birbirini tamamlayıcı bir biçim özelliği nedeniyle başka hücrelere sıkıca yaslanıp birbirlerine yapışması çok olasıdır.

Bakteri Çiftleşmesi



Belirli bakteri hücreleri erkeklik yani verici özellik, diğerleri dişilik yani alıcı özellikleri taşırlar, İki cinsin zar yüzeylerinin yapısı birbirini tamamlıyor ve bu yüzden karşılıklı çekiciliği vardır. Karşı cinslerden hücreler bir araya geldikleri zaman, birbirine dokunan zarlarda bir tünel açılır, böylece hücrelerin içindekiler arasında ilişki sağlanır. Erkek veya verici bakteri, bundan sonra kendi DNA sını tünelden dişi veya alıcı bakteriye aktarır. Bu işlem düzenli bir hızla gerçekleşir ve tamamlanması, yani bütün erkek DNA nın dişi DNA ya taşınması iki saat kadar zaman alır. Belirlenmesi gereken önemli nokta, dişiye aktarılan genlerin onun kendi bilgi deposunun bir parçası haline gelmesidir. Erkek genler eşit koşullarla dişi genlerle birleşirler, daha sonra dişi hücre böründüğü zaman, yeni hücreler hem erkek hem dişi genlerini içerirler. Sonraki bütün kuşaklarda da bu böylece sürer gider.

Tek Hücrenin Ötesinde Seks

Tek hücre aşamasının ötesinde organizmaların karmaşıklığı arttıkça, DNA nın iki hücrenin birbirine yapışmasıyla

karıştırılması olanaksız hale geldi. DNA ları birleştirmek için özel araçlar geliştirmek gerekti. Amaç yine aynı kaldı: Organizmanın DNA sını içeren bir tek hücreyi, başka bir organizmanın DNA içeren tek hücresiyle yan yana getirmek. Özel organlar gelişti bunun için; dişide yumurtalıklar, erkekte testisler oluştu. Bu organların her biri tek hücreler üretmeye başladılar. Bu tek hücreler bakteriye benzer bir yapıya sahiptirler; karşılaştıkları zaman karışabilirler. Böylece DNA ları da bir tek hücre içinde döllenmiş yumurtada yeni bir karışım yaparlar.

Bütün beden hücrelerimizin birbirinin aynı birer çift DNA içerdiğini ve her çiftteki bir dizinin anneden, bir dizinin de babadan gelen DNA olduğuna hatırlayacaksınız. Eğer sperm ve yumurtanın her biri, beden hücreleri gibi, anneden ve babadan alınmış iki tam DNA dizisi taşısaydı, birleşmeleriyle tek hücrede tam dört DNA dizisi olacaktı. Bu olanaksız bir durumdur. Açıkça görülüyor ki beden hücrelerinin içinde bulunan DNA miktarı, DNA sperm veya yumurta olarak paketlenmeden önce yan yarıya azaltılmak zorunda. Bu çok temel işlem yumurtalık ve teftişlerde yapılıyor. Buralarda biri anneden biri babadan standart iki dizi DNA içeren hücreler, bu iki diziyi birbirine karıştırarak anadan ve babadan eşit miktarda gen alan iki yeni DNA haline getiriyorlar. Bu karıştırılmış tek hücre bölündüğü zaman, onu oluşturan DNA lar ortaya çıkan yeni hücrelerde de yer alıyorlar. İşte bu yeni hücreler erkekte sperm, dişide yumurtadır. Böylece her sperm ve yumurta, içinde sperm veya yumurtayı yapan bireyin anne ve babasından gelen özellikleri karışık olarak taşıyan bir DNA dizisi almış olur. Sonra sperm ve yumurta birleştiklerinde, döllenmiş yumurta hüc-

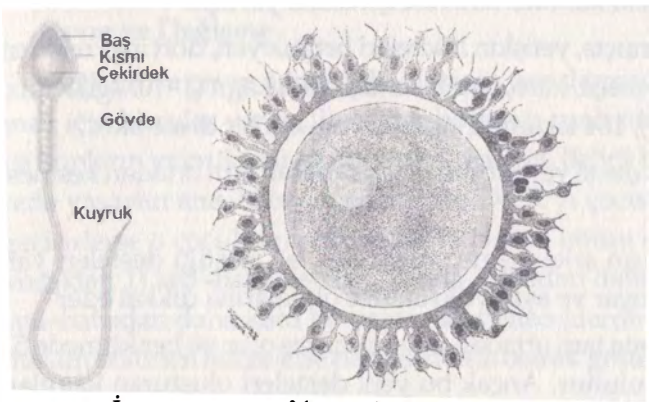
resi yine iki tam DNA dizisini içerir. Yaşamın bu temel işlemini anlamak kolay değil. Şekil yardımıyla üzerinden yeniden geçelim, yumurta ve spermin birleşmesinden (döllenmeden) başlayarak:

1. Sperm ve yumurtanın her biri tam bir gen dizisini içerir.

2. Sperm ve yumurta, içinde anneden tam bir gen dizisi, babadan tam bir gen dizisi bulunan bir döllenmiş yumurtayı oluşturmak için birleşirler.

3. Döllenmiş yumurta bölünür ve bu hücre bölünmesi tam bir yetişkin oluşana kadar sürer. Milyarlarca hücrenin hepsi döllenmiş yumurtanın sahip olduğu aynı çift gen dizisini taşırlar.

4. Yetişkinin erbezi veya yumurtalıklarındaki cinsel hücrelerde; a) annenin gen dizisi babanın gen dizisiyle karıştırılır, b) cinsel hücreler, her hücrede bir karışık (ana-baba) gen dizisi olmasını sağlayan özel bir biçimde bölünürler. Bu hücreler gelişerek döngüyü yeniden başlatmaya hazır sperm ve yumurtayı oluştururlar.



İnsan sperm ve Yumurtası

"Bana öyle geliyor ki yukarda anlattıklarımızı açıklamanın başka bir yolu daha var"

"Neymiş o bakalım?"

"Sperm ve yumurtayı ayrı birer deste iskambil kâğıdı olarak düşünelim"

"Her destede, jokerler hariç 52 kâğıt var, bunlar farklı hücreler olsun!"

"Destelerdeki kâğıtların sayıları ve şekilleri aynidir. Ancak dizilişleri her bir destede baştan sona farklıdır"

"Anlıyorum, kâğıtların sırasını, DNA daki basamakların (nükleotidlerin) eşdeğeri gibi düşünelim"

"Sperm ve yumurta, iki ayrı desteden oluşan, döllenmiş tek bir yumurtayı oluşturmak üzere birleşsinler"

"Yani 52 lik bir deste spermleri, diğeri yumurtayı betimliyor, bu iki desteyi bir güzel karıyoruz!"

"Evet, öyle, tekrar tekrar karıştırıyoruz"

"Eee... Sonunda ne çıkacak bakalım?"

"Tekrarlanan her karma, hücre bölünmesi gibi, her iki destedeki karakterlerin karışmasına yol açar"

"Sonuçta, yetişkin hücreleri betimleyen, dört ayrı renkten (kupa, maça, karo, sinek), onüç farklı kâğıt (1-10, oğlan, kız, papaz), 104 iskambil kâğıtlık yeni tek bir deste olur."

"Bu deste yere konur, karşı taraftan tam ortadan kesmesi istenir"

"Oyun arkadaşımız akıllı biri ise, kestiği desteleri yan yana koyar ve ayni yükseklikte olmalarına dikkat eder"

"Deste tam ortadan ikiye ayrılmış olur ve her kümede 52 kâğıt bulunur. Ancak bu yeni desteleri oluşturan kâğıtlar, her ikisinin karışımından oluşmuştur "

"Böylece oyuncuların ellerindeki kâğıtları bilmediği rastlantısal, yani şansa dayalı bir oyununa başlayabiliriz"

"Peki, Jokerler ne olacak? Onları oyun dışı mı bırakacağız?"

"Hayır, onlar da bağlayıcı enzimlerin rolünü üstlenerek araya girecekler, her kâğıdın yerine geçip oyunu kolaylaştıracaklar"

"Peki, hangi oyunu oynuyoruz bu çift deste ile?"

"İyi karılmış ve tam ortadan kesilmiş deste ile bilinen bazı oyunları oynayıp, ayrıca yeni oyunlar geliştiririz"

"Haydi, öyle ise, gel seninle bir el bezik atalım"

"Bezik oyunu biraz farklı, orada önceden belirlenmiş bazı kâğıtları bir araya getirmemiz ve dizgelememiz gerekli"

"Yani bir çeşit taksonomi yapacağız"

"Bir bakıma öyle"

"Şimdi bir başka konuya geliyoruz, acaba tüm bu değişimlerde çevrenin etkisi nedir?"

Çevre ve Değişme

Değişim ve çevre arasındaki ilişkinin can damarını bulmak için bireyler yerine, kuşaklar boyunca canlı nüfusları ve bunların yavrularını göz önüne almalıyız. Belirli bir çevrede yaşayan ana-baba, değişmiş bir DNA yı çocuklarına geçirirlerse o çocuklar, onların çocukları ve bütün izleyen kuşaklar; 1) ana-baba benzeri, 2) ana-babadan daha iyi, 3) ana-babadan daha kötü bir yaşam sürebileceklerdir. Bu üç durum bölünen hücrelerle daha şematik olarak gösterilmiştir.

İlke olarak DNA daki değişmenin başarısını ölçmek kolaydır: Değişme görüldükten sonra birkaç kuşakta yaşayan bireyleri sayın; eğer yeni bireylerin sayısı, değişme zamanındaki bireylerin toplam sayısını geçiyorsa, DNA daki özgün değişme başarılı, eğer organizmaların sayısı azalmışsa değişme zararlı olmuştur. Benzer düşünceler, türler ve organizma nüfusları mutlu yaşayıp giderken çevre koşullarında değişmeler olunca da akla gelir. Türün yavru yapma yeteneği artacak veya azalacaktır, ikinci durumda, yavaş yavaş yok olma, ancak DNA da başka bir değişme olup yeni çevrede daha iyi üremeye yol açan bir farklılık gelişirse önlenebilir.

Değişme ve doğal seçme arasındaki bu basit ilişkilerin altında evrimin anahtarı yatar. Değişen protein demektir; değişen protein değişen organizmaya yol açar. Yeni organizma, içine doğduğu çevreyi kendisi seçmemiştir. Kendilerinin ve yavrularının daha iyi koşullarda yaşamasına neden olacak değişimlere uğramış organizmalar çoğalırlar; sakıncalı değişimlere uğrayanlarsa ölüp gitmeye eğilimlidirler. Doğal çevre, iyi dayanabilme yeteneğini organizmalar yararına, dayanamayanların ise zararına olarak, seçme yapar.

Rastlantı

Rastlantının evrimi de temelden etkilediğini gözden kaçırmayın. DNA nın nasıl değişeceği rastlantıya dayanan bir konudur. Bir ana-babanın hangi özelliklerinin DNA nın cinsel karışımı sonucu yavruda ortaya çıkacağı da bir rastlantı konusudur. Birleşecek çiftleri karşılaşması da öyle. Ve çevrenin değişen organizmalar arasında yapabileceği doğal seçme de rastlantının elindedir. Kısaca, yaşamın kökleri rastlantının derinliklerinde gömülüdür diyebiliriz.

"Ancak bu rastlantının olumsuz yönde gelişmesini önleyecek bazı düzenekler olmalı"

"Evet doğru doğa hiçbirşeyi atlamaz, yaşamın devamı için hertürlü önlemini alır"

"Örneğin nasıl önlemler?"

"Bunu sorduğumuzda,evrimi olanaklı kılan ve sürgitini sağlayan etmenlerin en önemlisi olan cinselliğe tekrar dönmüş oluruz."

"Cinsel ilişkili yani eşeyli üreme yeteneği, değişinimlerin yol açacağı olumsuz ve belirsiz sonuçlara gidişi önler. Bu yönden bakıldığında, Cinsellik evrimin hayal gücü gibidir"

"Şimdi çok daha iyi anlıyorum. Tek hücreli veyaya bölünme ile çoğalmada, değişinim veya herhangi bir nedenle meydana gelen olumsuzluklar, çoğalarak devam edecek ve o canlının sonunu hazırlayacaktır"

"Evet devam et bakalım"

"Eşeyli çoğalmada ana ve babadan gelen gelen karışımlarla canlı güçlenecek ve bu sürüp gidecektir"

"Akraba evlikiklerinin olumsuz yönleri şimdi daha iyi anlaşılıyor"

"Bu durumda akla yine bir soru geliyor"

"Evet, bu soruyu bekliyordum"

"Hücre bölünmesi ile çoğalan özellikle tek hücreli canlıların kısa sürede yok olmaları gerekiyor"

"Bu durumda bize yaralı olan tek hücreli canlılar da yok olacaktı!"

"Merak etme doğa buna da bir çözüm bulmuştur, düşün bakalım"

"Öncelikle tek hücrelilerin çok hızlı çoğaldıklarını biliyoruz"

"Bu yeterli değil, onların çoğalma hızlarının, ölüm hızları ile ayni olduğunu biliyoruz"

"O zaman ne olabilir?"

"Bazı Zaralı ve hastalık yapan mikroorganizmaların nasıl yaşamda kaldıklarını bir düşün bakalım"

"Doğru, örneğin virüsler, sürekli biçim değiştiriyorlar ve kullanılan ilaçlara bağışıklık kazanıyorlar"

"Evet, bu bizim için olumsuz bir durum olsa bile, sonuçta onlar kendilerini korumaya çalışıyorlar"

"Şimdi anlıyorum, mikroorganizmaların doğası da böyle yapmalı, değişinimlerde bir hücre içindeki görüyor veya bir organı zarar görüyor ve aynen kopyalanıyordu"

"Devam et bakalım"

"Yanıt çok yalın ve kolaymış, örneğin değişim geçiren geni taşıyan çekirdek üreme hücresi, bölünmeden yani yeni bir bireye geçmeden yaşama veda eder"

"Sen çok yaşa..."

"Veya virüslerde olduğu gibi şekil değiştirir ve bedenimizdeki koruyucu bağışıklık hücreleri bu yeni biçimleri algılayamaz. Uyanıp tanıyıncaya kadar da hastalığımız devam eder"

Evrimin Anlamı

Evrim Canlıların Çeşitliliğini Açıklar

Dünya çok büyük çeşitlilikte organizmalar içerir. Bulunmuş olan fosiller, yalnızca günümüzde değil, geçmiş dö-

nemlerde de çok çeşitli organizmaların yaşadığını; ancak, şimdi nesillerinin tükendiğini kanıtlamaktadır. Biyologların canlıların evrimleşmiş olduklarını söylemeleri, organizmaların soylarının zamanla değişmiş oldukları anlamını taşır. Yeni tür bitki ve hayvanlar, eski tür bitki ve hayvanların zamanla değişmesinin sonucu olarak ortaya çıkmışlardır. Eski türler, belki tamamen ortadan kaybolmuş ya da yaşayarak günümüze kadar gelmiş olabilirler.

Evrim, "Zamana bağlı ortaya çıkan değişikliklerdir" Evrim kuramı ise, bu kadar çeşitli bitki ve hayvanların nasıl ortaya çıktığı sorusuna yanıt bulmaya çalışır.

Evrim kuramı, organizmaların sınıflandırılmasında biyologlara daha geçerli bir yol gösterir. İlk sınıflandırma çalışmalarında, görünüşleri farklı bitkilerin ayrı sınıflara konduğu durumlar olmuştur. Bunların çiçek yapıları, evrim görüşü altında incelendiği zaman, benzer atalara sahip oldukları gerçeği ortaya konmuş ve sınıflandırmadaki durumları değiştirilmiştir.

Bu çalışmalara hayvanlara örnek olarak at nalı yengeci (limulus) verilebilir. Bu hayvan, diğer yengeçlerle birlikte yakın zamana kadar "kabuklular" sınıfına konulmuştu. Çünkü şekil yönünden diğer yengeçlere benziyordu. Bu yengecin kan kimyası ile yapılan çalışmalar, bunun bir yengeç olmadığını, evrim yönünden örümceklere daha yakın bir grubun temsilcisi olduğunu ortaya koymuştur.

Bilim insanlarınca bu benzerlikler, evrim kuramlarına göre açıklanır. Evrim kuramı, benzer yapıdaki organizmaların, benzer atalardan geldiğini ve bunların birbirleri ile ilgili olduğunu öngörür. Bununla birlikte evrim sonucunda, eğer organizmalar çok farklı yapısal değişiklikler gösterir-

lerse, bu değişikliğin uzun bir zaman boyunca ortaya çıktığını ve bu organizmalar arası akrabalığın oldukça uzak olduğunu da açıklar. Böylece yapıdaki benzerlik, canlıları kümelendirmede bir temel olarak kullanılmaktadır.

Fosiller Evrimi Kanıtlar

Fosiller tarih öncesi zamanlarda, kayalar içinde taşlaşarak korunmuş ve günümüze kadar bozulmadan kalmış, bitki ve hayvan kalıntılarıdır. Bazen de bu kalıntılar dişler ve kemikler şeklinde olabilir. Eski deniz hayvanlarının fosilleri, tarih öncesi insanların kullandığı eşyalar arasında bile bulunmuştur. Geçmişte birçok düşünür ve gözlemci bulunan bu fosillerin ne olabileceğini açıklamaya çalışmıştır. Bunlardan Aristo, fosillerin canlı yaratıkların artıkları olduğuna; ancak, bu yaratıkların kayalar içinde büyüdüğüne inanmıştır. Bazıları ise bu fosillerin, kayalar içine kötü ruhlar tarafından yerleştirilmiş olduğunu kabul ediyorlardı. Diğer açıklamalar ise çağdaş görüşe oldukça yakındır. Örneğin; eski Yunan tarihçisi HEREDOT, MÖ 450 yılında Libya çölünden toplanmış deniz kabukları fosillerini incelemiş ve bunlara dayanarak bir zamanlar Akdeniz'in bugünkü durumundan daha fazla güneye doğru genişlemiş olduğu yorumunu getirmiştir.

Fosillerin kayalar içinde korunması birçok rastlantı sonucudur. Özel şartlar var olmadıkça, ölü organizmalar çabucak ortadan kalkarlar. Ölü bitki ya da hayvan, genellikle çabucak çürümeye başlar. Parçalanma işini yapan doğadaki bakteriler ve diğer organizmalar aracılığı ile ölü organizmalardaki kimyasal maddelerin havaya, suya ve karaya tekrar verilmesi sağlanmış olur. Hatta parçalanma işlemi sonucu,

iyi korunmamış kemikler bile yok olabilirler. Buna karşılık, organizmalar öldükten sonra uygun şartlar bulunuyorsa fosil olarak saklanabilirler. Düşük sıcaklık dereceleri, çürüme ve dağılma işlemini bir dereceye kadar geciktirir. Ölü bir organizmanın sulara gömülmesi, onun korunmasını sağlayabilir. Bir hayvan ya da bitki, bir dere ya da deniz kıyısında ölürse, tortul tabakalar ve kum tarafından kolayca örtülerek sudan korunmuş olur. Su çürümeyi bir süre için geciktirir. Su içindeki mineraller, hayvanın kemikleri içine girip etki ederek onları korur. Bu nedenle, okyanus tabanları ve sığ denizler fosiller açısından en zengin kaynaklardır.

Volkan püskürmeleri de çıkardıkları lav ve küllerle çevrelerinde bulunan bitki ve hayvanları örterek fosilleşmelerini sağlayabilir. Böylece bu organizmalar, havadan ve diğer hayvanlardan korunurlar ve fosil olarak kalırlar. Zamanla içinde fosil bulunan tortul tabakaların, kumların ve çamur katmanlarının üzerine daha fazla birikinti maddeler yığılır. Yeni katmanların ağırlığı fosil kapsayan alt bölümler üzerinde bir basınç sağlayarak, bunları sertleştirir. Kayalaşan katmanlar giderek kalınlaşır ve fosiller de böylece yerin iç bölümlerine doğru gömülürler. Ancak, yeryüzü şekillerinin uzun bir zaman sonra değişmesi sonucu tekrar yeryüzüne çıkabilirler. Yer kabuğu yükselmesi dağ hareketleri sonucu olabilir. Nehirler fosil bulunan yatakları ya da kanyonları aşındırabilirler. Yağmur ve rüzgârlar da bu kanyonların yan duvarlarını aşındırarak fosillerin açığa çıkmasını sağlayabilirler. Günümüzde, fosillerin içinde bulundukları kayaçların yaşı duyarlı bir şekilde ölçülebilmektedir.

Dünya'nın Yaşı Onu Vurgular

Charles Darwin, Türlerin Kökeni adlı kitabında iki konuyu vurgulamıştır. Birincisi, çağımızda var olan türler, atalarının zamana bağlı bir dizi değişikliğe uğraması sonucu oluşmuştur. İkincisi doğal seçilim evrimin düzenekleridir. Doğal seçilim sonucunda, çevrelerindeki özel koşullara adapte olabilen organizmalar oluşur. Doğal seçilim, bir uyum yaratmaz; ancak, belli türlerin varlık kümeleri içinde yükselmesini artırır ya da hızlandırır. Doğal seçilimin en belirgin özelliklerinden biri, bir amaca yönelik değil de rastlantısal olduğu için, kısa sürede gerçekleşmemesidir. Darwin evrimin doğal seçilim yoluyla gerçekleşmesi için çok uzun zaman gerektiğini biliyordu. Bu kadar uzun zaman için Dünya'nın yaşının da çok büyük olması gerekiyordu, ancak; Dünya'nın yaşı ile ilgili güvenilir bilgiler de yoktu. Daha sonra, Charles Lyell, Dünya'nın milyonlarca yıllık bir geçmişi olduğunu ileri sürdüğü "Jeolojinin Prensipleri" adlı kitabını yayınladı. Darwin bu görüşe katılmıştı. Lyell'in fikirlerinin doğruluğu, ölümünden çok sonra yapılan çalışmalarla da kanıtlandı.

Günümüzde yaş tayini nicel ölçümlerle yapılmaktadır. Kayaların içinde bulunan ışınetkin elementler, belirli bir hızla parçalanır ve her zaman aynı ürüne dönüşürler. Örneğin; volkanik kayalarda bulunan potasyum 40 parçalanınca argon 40 a dönüşür. Kaya ne kadar yaşlıysa, argon 40 miktarı da o kadar fazla olacaktır. Yeryüzündeki ilk kayalar çok uzun yıllar önce rüzgâr ve yağmurun etkisiyle aşınmış ve yok olmuştur. Ancak, Dünya'daki en eski kayaların yaşını (3,9 milyar) ve aşınma oranlarını hesaplayan jeologlar, Dünya'nın 4,5 milyar yıl yaşında olduğunu buldular.

Ay'dan getirilen taş örnekleri yerbilimciler için çok yararlı oldu. Ay ve Dünya aynı zamanda oluştular; ancak, Ay'da atmosfer olmadığı için aşınma da olmadı. Jeologların hesapları sonunda Ay'ın 4,5 (4.527) milyar yıl yaşında olduğu hesaplandı. Benzer şekilde, göktaşlarının da yaşı 4,5 milyar yıl olarak hesaplanmıştır. Ay taşlarının ve göktaşlarının yaşları, çağdaş jeologların yaptıkları hesapları desteklemektedir.

"Evet, dünya'nın yaşının en az 4,5 milyar yıl olarak hesaplandığı önceki çalışmamızda da ortaya çıkmıştı, buradan nereye varmak istiyoruz?"

"Elbette canlı yaşam sürecini bulmaya yarayan fosil bulgularının yaşını öğrenmeye"

Fosil Kayıtlar Ve Yaşamın Tarihi

Fosiller birbiri üzerine sıralanmış katmanlar arasında korunurlar. Bu katlar ve çizgiler, evrimleşmiş hayvan ve bitkilerin yıl sırasını da gösterir. En eski kayalarda yaşamın en eski biçimleri bulunur. Bu fosilleşmiş canlıların birçoğu bugün yeryüzünde yaşamamaktadır. Yerin daha üst katmanlarda bulunan fosiller daha karmaşık organizmalara aittir. Bu nedenle fosiller, oldukça uzun zaman süreleri boyunca yaşamın yalın biçimlerden daha gelişkin biçimlere doğru evrimleştiği fikrini destekler ve içinde bulundukları kayaların oluşum zamanına ilişkin bilgi verirler. Bazı canlılar bugün de geçmişte olduğu gibi yaşamaya devam etmekte, bazılarının ise soyu tükenmiş bulunmaktadır. Bunlardan başka, diğer canlıları oluşturan değişikliklerin de olduğu görülür. Daha önceleri, organizmaların değişmediği ve belirli sayıda yaratıldığı görüşü öne çıkmıştı; ancak, canlı türlerin

devimsel gizil güçleri vardı ve kuşaktan kuşağa azar azar da olsa sürekli değişmektedirler.

Atın evrimi buna en güzel örnektir. Atın bilinen en eski atası, köpek büyüklüğünde ve dört parmaklı bir hayvandır (Hyracoterium). Bu hayvanın fosili, yaklaşık 60 milyon yıl yaşındaki bir kaya içinde bulunmuştur. Diğer ara fosillerin de bulunması ve zaman açısından incelenmesiyle atın, bir köpek büyüklüğünden bugünkü şeklini alana kadar, sürekli bir soy değişimine uğradığı izlenebilmiştir. Atlar, dev dinozorların yaşadığı 200 milyon yıl önce yoklardı. Atların geliştiği jeolojik devirlerde dev dinozorlar artık ortadan kalkmışlardı.

Develer, zürafalar, filler ve daha birçok hayvan türü için de, atlarda olduğu gibi, benzer bir evrimleşme sırası ortaya konmuştur. Fosil kanıtlar bize, yaşamın yavaşça ve milyonlarca yıl boyunca bir şekilden diğer şekle değiştiğini göstermektedir.

Vahşi Doğada Evrim

Şimdiye kadar üzerinde durduğumuz olgulara, evcilleşmiş evrimden örnekler denebilir. Nüfusta "tek" bir değişme ve bu değişmenin olumlu veya olumsuz yönleri ile doğal seçme arasında çok açık bir ilişki vardır. Laboratuarda kullandığımız canlılar çoğunlukla safkan üreyenlerdir, yani genetik olarak aynı, en azından bir değişim belirene kadar olan deneylerde her birey aynıdır. Etrafımızdaki doğal dünyada aynı ilkeler geçerliyse de, durum daha karışıktır. Safkan yavruları doğada nadiren görürüz. Aslında Darwin'i şaşırtan, onun dikkatini çeken ve bizi de etrafımıza baktıkça düşündüren, canlı varlıkların çok büyük çeşitliliğidir. Yalnızca de-

ğişik türden yaratıkların çeşitliliği değil, türlerin kendi içlerindeki çeşitliliği de. Türler içinde ölçmek için ele alınan hemen hemen her özellik, büyük çeşitlilik gösterecektir. Yalnızca insan türüne baksak, hepimiz insan olsak da birbirimizden çok farklıyız. Hayvanlar için de aynı durum söz konusu; kürkün kalınlığı, koşma ve tırmanma hızı, dişlerin uzunluğu ve keskinliği, uzunluk, ağırlık, güçlülük, görme, işitme, karşı cinse karşı çekicilik, bunların hepsi bireyden bireye çok farklılık gösterir. Safkan bir fare kuşağında bu özellikler dizisini ölçerseniz bir farklılık bulamazsınız. Bütün hayvanlar birbirinin aynıdır.

Çeşitlilik evrimin işlemesine olanak sağlar. Darwin ve Wallace, çeşitliliğin nedenini bilmedikleri halde (DNA nın değişinimi ve cinsel karışımı), önemini kavrayıp teorilerini bunun üzerine kurdular. Şimdi herhangi bir canlı toplumunun, gelişme tarihinin herhangi bir zamanında, DNA sı içinde çok büyük sayıda birikmiş değişme taşıdığı düşüncesini kavramaya çalışmalıyız Canlı toplum, gerçekte, bütün geçmiş değişikliklerinin ve çevrenin yaptığı bütün olası etkilerin deposudur. Bu, topluluk içindeki bireylerin büyük çeşitliliğinin nedenidir :

Çevrede Değişiklik:	Doğal Olarak Seçilen Özellik
Ormandan düzlüğe	İyi koşan bacaklar
Düzlükte	Daha iyi koşan bacaklar
Orman tabanından ağaçlara	Daha iyi kavrayan kollar
Yerden havaya	Hafif kemikler, uzun kollar ve tüyler
Sıcaktan soğuğa	Kürk, ter gözenekleri
Et yemekten ot yemeğe	Kısa otlama dişleri

Doğal seçme işte bu çeşitliliği kullanarak topluluğun daha çok gelişmesini sağlar. İsterseniz yalnızca bir değişken alalım, örneğin koşma yeteneğini düşünelim. Açık havada bir düzlükte, büyük bir geviş getirenler sürüsü içinde, saptayabileceğimiz en yüksek hızlar geniş bir farklılık gösterebilir. Kıyıda köşede gizlenip bekleşen bir sürü karaca varsa, en hızlı koşanın yaşamını sürdürme ve üremede daha çok şansı olacaktır. Böylece, kuşaklar sonra çevrenin kazandırdığı dengeyle, sürü hızlı koşanlar bakımından zenginleşecek, sürünün hızı artacaktır. Siz de birtakım özelliklerin ortaya çıkışında etkili olan benzer güçleri gözleyebilirsiniz:

"Evet ama ben Tontişe ve diğer evcil ve insancıl hayvanlara baktıkça, onların nasıl dost olduklarını anlamakta zorluk çekiyorum"

"Peki, neden?"

"Çünkü onlar, dağadaki vahşi yaşamından izler taşıyorlar, tırnaklar, sivri dişler, hızlı koşma ve sıçrama gibi"

"Evet, Tontiş'in kişiliğinde kedileri ve atları biraz biliyoruz. İstersen birde köpeklere bakalım"

Köpeğin Evrimi

İnsanoğlunun sadık dostu köpeğin, kökeni hakkında bu güne kadar birçok tahminler yürütülmüş ve birçok araştırmalar yapılmıştır. Tam olarak kanıtlayamayan köpekgillerin kökeni hakkında günümüzde, atasının kurt (Canis lupis) olduğu ve bu kurtlarında yaklaşık 10–15 milyon yıl önce yaşamış tomarctusların evrimi sonucu ortaya çıktığı görüşü kabul görmektedir.

Köpekgiller olarak adlandırabileceğimiz bu kurtların Av-

rupa ya göçlerinin yaklaşık olarak 7 milyon yıl önce gerçekleşmiş olduğu ve 1 milyon yıl kadar önce batıya doğru göç ederek yayıldıkları sanılmaktadır.



İşte bu göçler sırasında evrimini tamamlayan Canis lupis'in (kurt) evcil köpeğin (Canis familaris) atası olduğu kabul gören en güçlü teoridir. Ancak bu evrimleşmenin başlangıcının daha geçmiş dönemlere rastladığı yapılan arkeolojik bulgularla desteklenmektedir.

Yapılan araştırmalar memeliler çağı olarak adlandırılan senozoik zamanda (65 milyon yıl önce) köpek özelliklerine sahip bir canlının ilk insansılarla birlikte yaşadığını göstermektedir. Milyonlarca yıl süren bir evrimleşme sürecinden geçen bu memelilerin paleosen dönemde (65–55 milyon yıl önce) görülen ve Eosen döneminde (34–55 milyon yıl önce) evrimini sürdüren, ilkel bir etobur olan "Miacidis" (Miacis) den köken aldığı sanılmaktadır. Bu hayvan iki köpek dişine sahip olduğu için bugünkü kurt, köpek ve ayı ve kedilerin atası sayılmaktadır. Bugün miacidis soyundan gelen hayvanlar sansar, gelincik olarak kısa boyda uzun yapılı ve etobur olarak görülmektedir.

Daha sonra Oligosen dönemde (23–37 milyon yıl önce) köpeğe benzer yırtıcılar olan Hesperocyon'lardan köken aldığı düşünülen Cynodictis 12.000.000 yıl önce kedi ve köpe-

ğin birbirinden ayrı olarak gelişmeye devam ettiği neosen dönemde görülmeye başlamıştır. Cynodictis, iki türe ayrılarak evrimini sürdürmüştür. Bunlardan birincisi sırtlana çok benzeyen ve kedimsi özellikler taşıyan Cynodesmus, diğeri ise kurt, köpek, çakal ve tilkilerin diğer bir atası olan Tomarctus'tur.

Amerikalı araştırmacılara göre, 37 milyon yıl önce ortaya çıkan ve kesici dişleriyle diğer türlerden oldukça farklı olan hesperecyon'lar ilk olarak kuzey Amerika'da ortaya çıkmıştır. Hesperecyon, 7 milyon yıl önce Avrupa'ya geçtiği düşünülen Eucyon'ların atasıdır. Daha sonra, Avrupa'dan Asya'ya yayılan Eucon'lar, kurtlar, kır kurtları ve çakalların yer aldığı grubun gelişmesinde etkin olmuştur. Bu grubun üyesi olan kurtların gelişmesi ile oluşan, 1 milyon yıl önce evrimini tamamlayan boz kurt (Canis lupis)'de günümüz köpek ırkının atası olarak kabul edilmektedir.

Yapılan son çalışmalar köpeklerin evrim süreci konusunda pek çok soru işaretinin yanıt bulmasını kolaylaştırmaktadır. İsveçli ve Avustralyalı bilim adamlarının, Avustralya ya özgü yabani köpekler olan Dingo'nun kökenini genetik olarak çözmesi köpeğin evrim sürecinin aydınlanmasında büyük faydalar sağlamaktadır. Bu araştırma sonucunda Dingo'ların güneydoğu Asya'daki evcil köpeklerden türemiş olduğunun bulunması yabani köpeklerin kökeni konusunu tam olarak aydınlatmış ve bu konudaki tartışmaların da sonlanmasını sağlamıştır.

Günümüzde kedilerin, ayıların, fokların, kurtların, porsukların atası ortaktır. Carnivora denen bu canlı ise 56 milyon yıl önce yaşamış olan Miacid denen bir canlıya dayanmaktadır. Miacid, keskin dişleri ve pençeleri olan etobur bir

varlıktı. Ama 30 milyon yıl önce Miacid'den farklı türler evirilmeye başladı. Bunlardan biri de bugünkü kedilere benzeyen Smilodon Fatalis idi. Smilodon diş ve iskelet yapısı ile kedilere oldukça benzer bir formdaydı. Bir anlamda ilkel atalarımızla olan benzerliğimizi çağrıştırıyordu. Miacid'den türeyen sadece "ilkel kedi" diyebileceğimiz Smilodon değildi. Ayılara, kurtlara, porsuklara uzanacak türlerin de ilkel biçimleri belirmeye başlamıştı.

Bilim adamları yeryüzünde yaşayan kedigiller ailesi üzerinde titiz çalışmalar yaptılar. İskelet yapısından, biyokimyasına kadar her şeyi incelediler. Kedigil ailesi arasındaki bu kayda değer benzerliğin kökenleri irdelendiğinde; Smilodon'un çıkışından 16 milyon yıl sonra bugünkü kedigillere dönüşecek farklı bir türe boy verdiğini buldular.

Bugünkü kedilerin atası olan Smilodon nın kedilere göre daha kısa kuyruklu fakat çok daha uzun ve kalın ön dişleri vardı. Kuzey Amerika'da bulunan Smilodon fosillerinin çene yapısı kedilerin çene yapısı ile karşılaştırıldığında ciddi benzerlikler saptanmıştır.

"Kedilerin ve köpeklerin evrim tüneli içinde yaptıkları bu uzun yolculuktan getirdikleri benzerlikler hala araştırılıyor galiba"

"Evet, belki bir yerlerde hala Smilodon gezinip duruyordur. Belli mi olur belki de bizim evinizdeki Tontiş'in atası da olabilir"

Evrimin Amacı Ne?

Evrimi anlamanın zorluklarından biri, insana nedeni var gibi görünen değişmelerin aslında evrim sürecinde yalnızca rastlantıya dayanan olaylar olmalarıdır. Örneğin daha

küçük hayvanların bol olduğu bir çevrede, ot yiyen bir türün gittikçe et çiğnemeye yarayan dişler geliştirmesi görülüyorsa, bu değişme anlaşılabilir. Yaşamı sürdürecek olanlar, öbür hayvanları yemek zorundadırlar ve et çiğneyen dişler bu olanağı sağlayacaktır. Burada, çevrenin hayvanları kendi yararlarına değişme yapmaya yönlendiriyormuş gibi bir amacı olduğu düşünülebilir. Nesil tekerleğinin her dönüşüyle, diğer hayvanları öldürebilecek ve etlerini çiğneyebilecek diş yapısı olanlar, diğerlerine göre, yaşamı sürdürme ve yavru yapma açısından daha şanslı oluyorlar. Yavaş yavaş kuşaklar boyu süren doğal seçmeden sonra, et yiyen hayvan türü gelişecektir. Bu işlem tamamen amaçtan yoksundur.

Seçme kelimesi, belki de burada yanlış anlamaya neden oluyor, çünkü amacı da çağrıştırıyor. Çevre edilgendir, iyi veya kötü değişmelerin ortaya çıkmasına neden olmaz. Değişmeler kendiliğinden belirir (değişim ve cinsel karışımla) ve bir defa gerçekleştikten sonra bir hayvana çevreye daha iyi uyma şansı verebilir. Bir an için dönüp güveler örneğine bakalım. Büyük bir beyaz güve nüfusu içinde yer yer gri güvelerin bulunması, tümüyle rastlantısal bir olaydır ve gri renge olan gereksinimden bağımsızdır. Olay, gri ağaçlar döneminde görülebildiği sıklıkta, beyaz ağaçlar döneminde de ortaya çıkabilirdi. Ağaçlar, griliğe yönelten bir değişimin belirmesini desteklemiyorlar demektir. Yine de aynı rastlantı gri ağaç döneminde olursa, gri güvelerin yaşamlarını sürdürüp yavru yapmaları olanağı artar. Koyu renk ağaçlardaki kuşların düşman olduğu pervanelerin durumu, düzlükte aslan tehlikesi altındaki hızlı koşucunun durumuyla aynıdır. Bu basit ilişkiyi gördüysek, Darwin ve Wallace'ın

yeryüzündeki yaşamın geniş çeşitliliğinin verdiği esinle buldukları evrim ilkelerini kavrıyoruz demektir.

İnsanlarda Değişim ve Doğal Seçme

İnsanlar daha yalın canlı biçimlerinden, değişim ve cinsel karışımla evrimleştiler; tıpkı bakteri ve pervanelerde olduğu gibi. Şimdi bile işleyen olgunun bazı yönlerini görebiliriz. İnsanlarda bazı değişimler, bedende önemli bir işlevi olan bir proteinin neden olduğu bir hastalık biçiminde ortaya çıkabilir. Bugün bu nedenle oluştuğu bilinen bir sürü genetik hastalık var; her birinde değişik bir protein olabiliyor ve çoğunlukla bir enzim iyi işlemiyor demektir.

"Bir insanın oluşması İçin ne kadar bilgi gerekli?"

"Bu sorunun cevabı ile ilgili açıklamaları, M.B. Hoagland'ın "Hayatın Kökleri" adlı kitabından öğreniyoruz"

Bilginin ne olduğunu gördükten sonra isterseniz, canlıları oluşturmak için ne kadar bilgi gerektiği üzerine kabaca bir fikir edinelim:

1. Bir bakteri, canlı yaratıkların en basitlerindendir, 2000 civarında geni vardır. Her gen 100 civarında harf (halka) içerir. Buna göre, bir bakterinin DNA sı en azından iki milyon harf uzunluğunda olmalıdır.

2. İnsanın, bakteriden 500 kat fazla geni vardır. Öyleyse DNA en azından bir milyar harf uzunluğundadır.

3. Bir bakterinin DNA sı bu hesaba göre, her biri 100.000 kelimelik 20 ortalama uzunlukta romana, insanın ki ise bu romanlardan 10.000 tanesine eşittir!

"O zaman bilim adamları ve insanlık hiç yüksünmesin, daha öğrenilecek o kadar çok şey ve bilgi var ki"

"Tüm bunların bir insan ömrüne sığmaması çok doğal"

"Gerçekten de bir arpa boyu yol gidilmiş"

Türlerin Çeşitliliği

Nereye baksak bir canlı türünü, yaşamını sürdürebilmek için çok yoğun şekilde uğraşırken bulabiliriz. Bir avuç toprakta veya suda, her yükseklikte ve derinlikte, sıcak su kaynaklarında veya donmuş tundralarda, okyanusta veya havada, kupkuru çölde veya muson ormanlarında; evrim, akla gelebilecek (hatta gelemeyecek) her canlı türüne bir yer bulmuş görünür. Duyuların her biçimi, yemek, hareket, iletişim, sevmek, dövüşmek, korumak, üremek, bunların hepsi evrimin hizmetindedir. Ve bugün yeryüzünde gördüklerimiz daha önce yaşayıp tümüyle yok olmuş canlı yaratıkların çeşitliliğinin yalnızca ufacık bir bölümüdür. Hep bildiğimiz o koca dinozor iskeletleri, binlerce milyon yıl sürmüş doğum – yaşam – yenilme – yok olma çemberinde eriyip gitmiş türlerden bize kalan anıtlardır.

Değişme ve doğal seçme bütün bu karmaşıklığı ve çeşitliliği açıklayabilir mi? Her şeyin nasıl geliştiği ayrıntılı olarak bilemeyiz, yalnızca ilke olarak değişme ve doğal seçme arasındaki bu karşılıklı etkileşimin durmadan genişleyen karmaşıklığa yol açabileceğini gördüğümüzü söyleyebiliriz. Organizmalara fazladan yaşamı sürdürebilme kapasitesi sağlayan değişmeler, yaşama şansını artırırlar. Yeterli zaman oldukça her şey denenecektir.

Yalnız bir şeyden emin olabiliriz, iki veya üç milyar yıl önce yaşayıp geleceği görmeye çalışsaydık, herhalde olacakları önceden bilemezdik; kimse, insanları veya diğer canlı

türlerini gözünün önüne getiremezdi. Neden? Çünkü evrimde her adım rastlantıya dayanan bir olaydır, bu nedenle önceden bilinemez. İnsanlar da içeri bütün canlı yaratıklar, son derece rastlantısal olayların ürünüdür. Denilebilir ki insanlar olarak bugün kendimizi tanıdığımız biçimimiz son derece ender bir rastlantıdır! Başka bir deyişle evrim, aynı koşullarla yeryüzünde yeniden başlasaydı insanların yeniden oluşmaları şansı, sonsuz küçüklükte olacaktı. Bu olgulara bağlı olarak ve aynı akıl yürütme temelinde, denebilir ki evrende bir yerlerde bize benzeyen yaratıkların var olması olasılığı çok küçüktür. Evrende yaşam olasılığı büyük olsa da, bizimkine benzer bir yaşam olasılığı çok küçüktür. Değişme ve doğal seçilimin, insan varlığını açıklamak için "yeterli" olduğunu biliyoruz. Bilim her zaman yeterli ve yalın açıklamaları sever.

"Biz de öyle! Her zaman anlamlı bilgilerin peşinde olmalıyız ne işe yarayacığını sorgulamalıyız"

"Yararsız bilgi var mıdır ki?"

"Şimdi edindiğimiz bilgiler ışığında, evrimin temel işlevlerinden birini daha yakından bakalım ve çevre ile olan ilişkisini anlamağa çalışalım"

Kalıtım Ve Çevre İlişkisi

Canlılarda benzerlik ve farklılıkların meydana gelmesinde; kalıtım ve çevreye bağlı özellikler, yalnız kalıtıma bağlı özellikler ve yalnızca çevreye bağlı özellikler etkilidir. Bunları kısaca incelersek:

Kalıtım Ve Çevreye Bağlı Özellikler

Değişke–Modifikasyon: Farklı çevre şartlarında bir bireyin dış görünüşünde meydana gelen değişikliklere denir. Kalıtsal değildir. Çünkü değişke ile genlerin yapısında değil işleyişinde farklılık olmuştur. Modifikasyonlar sıcaklık, ışık, nem ve besin gibi faktörlerin değişmesi ile ortaya çıkabilmektedir. Örneğin: Sıcaklık: Himalaya tavşanlarında doğal kürk rengi gövdede beyaz; kulaklar ve ayaklar da siyahtır. Beyaz olan tüyleri yolunur, buz yastığı sarılırsa siyah tüyler çıkar. Siyah tüyler yolunur sıcak tutulursa beyaz tüylerin çıktığı görülür. Bunun nedeni siyah ve beyaz tüylülük genlerinin, sıcaklık değişmesine bağlı olarak işleyişinin değişmesidir. Bu deney yabani tavşanlara uygulansa kıl rengi değişmez. Çünkü bu tavşanda ortam sıcaklığından etkilenen gen yoktur.

Çuha çiçeğinin kırmızı varyetesi 30–35 oC de yetiştirilirse beyaz, 15–20 oC de yetiştirilirse kırmızı çiçekler açar. Sirke sineklerinde kalıtsal olarak kıvrık kanatlılık özelliği vardır. Fakat bu sinekler 25 o C de yetiştirilirse yavrular kıvrık kanatlı, 16 o C de yetiştirilirse yavrular düz kanatlı olur. Kıvrık kanatlılık geninin işleyişi sıcaklık değişikliğine bağlı olarak değişmektedir.

Besin: Bal arılarında döllenmiş yumurtalardan çıkan larvaların arı sütü ile peteğin iri gözlerinde beslenmesinden iri yapılı kraliçe arı, çiçek tozu ile normal gözde beslenmesinden küçük yapılı kısır işçi arılar oluşmaktadır.

Işık: Klorofilli bitki ışık etkisiyle klorofil sentezi yapar ve yeşil renkli olur. Karanlık ortamda albino açık sarı renklidir. Yani klorofil sentezi yapamaz.

Tek yumurta ikizleri: Döllenmiş bir yumurtanın ilk mitoz

bölünmesiyle meydana gelen aynı genetik yapıdaki iki hücre ana rahminde birbirinden ayrılarak ayrı ayrı gelişirse, bunlara tek yumurta ikizleri denir. Ayrı yumurta ikizleri: Aynı anda iki yumurtanın iki farklı sperm tarafından döllenmesiyle oluşan genetik yapıdaki zigotların gelişmesiyle oluşur. Canlıların çevrenin etkisinde kalmayan kalıtsal özellikleri de vardır. Örneğin: göz rengi, saç şekli, çok parmaklılık, kısa parmaklılık, kan grubu, renk körlüğü, kulak memesinin ayrı, ya da bitişik olması gibi aynı genetik yapıdaki bireylere çevre şartlarının etkisi en iyi şekilde tek yumurta ikizlerinde incelenmiştir. Tek yumurta ikizleri farklı çevrelerde büyütülürse; boy, ağırlık gibi fiziki yapılarda ve davranışlarında bazı farklılıklar görülmektedir. Yapılan araştırmalar çevrenin daha ziyade zekâ gelişimi üzerinde etkili olduğunu göstermiştir. Yalnız çevreye bağlı kalıtımda ise gebelikte ilaç kullanan annelerin çocuklarının sakat doğması örnek olarak verilebilir.

Kan alış verişi: Tüm gruplar 0 dan kan alabilir. Çünkü antijeni yoktur. Bu nedenle genel vericidir. AB kan grubu ise tüm gruplardan kan alabilir. Çünkü serumunda antikor yoktur. Bu nedenle genel alıcıdır. Ancak teoride şema böyle olmasına rağmen uygulamada zorunlu haller dışında bir küme diğerine kan veremez. Çünkü farklı kan değişimlerinde aglütinasyon (Çökelme) olur. Kuvvetli aglütinasyon olaylarında kümeleşen alyuvarlar, kılcal damarları tıkayarak alıcının şok geçirmesine ve ölmesine neden olur.

RH faktörü: ilk defa Rhoesus maccacus adlı maymun türünde tespit edilmiştir. Bu maymundan alınan kan tavşanlara verildiğinde tavşan kanında maymun antijenlerine karşı antikor oluştuğu gözlenir. Bir insanın kanında Rh proteini varsa Rh pozitif, yoksa Rh negatiftir denir.

Rh Uyuşmazlığı: Bebekle anne arasında madde alışverişi etene-plasenta adı verilen özelleşmiş yapı sağlar. Bu nedenle normal şartlarda anne kanı ile fetüs kanı birbirine karışmaz. Anne ile bebek arasında madde alışverişi osmoz veya etkin taşıma ile yapılır. Ancak damar çatlaması veya doğuma yakın plasentanın geçirgenliğinin artması sonucu kan karışması gözlenebilir. Dölütün kanı ile anne kanı karışacak olursa annenin kanında Rh proteini olmadığı için çocuktan gelen Rh antijenine karşı annede anti Rh antikoru oluşur ve bu antikorlar plasenta yolu ile bebeğe geçer ve alyuvarları parçalar.

Dölüt sarı ve kansız olarak doğar. Ancak 1. Çocukta annede antikor oluşumu biraz süre alır ve çocuk bu antikorlara yakalanmadan doğabilir. Ancak 2. Ve diğer çocuklarda daha önce anne bu antijeni tanıdığından ikinci defa kana aynı antijen geçtiğinden hemen antikor oluşur. Böylece kan uyuşmazlığı gözlenir. Çözüm; ya bebeğin kanı kendi kan grubundan Rh (-) negatif ile değiştirilir. Ya da annede anti Rh oluşumunu engellenir.

M - N Etkeni: M ve N allel genler olup eş baskındırlar. MN ile insanda antikor oluşmaz. Kan naklinde problem oluşturmaz.

"Nasılsın Öykü, bütün bunları öğreniyor olmak, sana yorucu gelmedi mi?"

"Çok yorucu, ayni zamanda zevkli, ne de olsa canlının nasıl var olduğunu ve çevreye nasıl uyum sağladığının genetik evrimini ve soya çekimin ne olduğunu anlamağa başladım"

"Daha da öğrenecek pek çok şey var"

"Biraz ara verelim istersen"

"İyi olur, ben de biraz tekrar yapar, notlar alırım"

"Bu arada Evrim ablandan ses yok mu?"

"Çoktandır haberleşemedik, ancak ara sıra ona yaptıklarımızı anlatıp, sorular yöneltiyorum"

"En son ne sormuştun?"

"Son çalıştığımız konuyu, yani soya çekim ve çevre ilişkilerini"

"Bakalım ne cevap gelecek?"

Kalıtım ve İklim Değişikliği

"Müjde, Evrim abla'dan bir yanıt gelmiş"

"Neymiş bakalım. Kimliğini halen saklı tutuyor mu?"

"Evet, sanırım öyle!"

"Sevgili Öykü,

Anladığım kadarı ile evrimin en zevkli konularına geldiniz; Çevre ilişkileri. Bu konuda ben de bir hayli kafa yoruyorum. Size bu amaçla bir süre önce yazmış olduğum bir yazıyı yolluyorum: Bu benim çok sevdiğim kelebeklerler, her konuda olduğu gibi, iklim değişikliği karşısında da çok duyarlılar. Onlar çok güncel bir konu olan iklim değişikliği konusunda iyi bir gösterge ve ayni zamanda güzel bir belirteç. Sen de kelebekleri çok seviyordun değil mi Öykü?

Sevgilerle kucaklıyorum, Evriş

Not: Size Evriş diyebilir miyim diye soruyorsun, bu hoşuma gitti, galiba sevdiğin şeylerin sonuna bir "iş" koyuyorsun. Yanılıyor muyum?

İklim Değişikliğinin Belirteç Türleri: Kelebekler!

Güneş çıktı bulutların arasından. Aralıksız yağan yağmur sonunda dinmiş, güneş ışınlarının yağmur damlalarıyla oyunu beyazın milyonlarca renkten oluşan sırrını gökkuşağıyla ele vermişti. Su an elli yıl öncesini yasıyor olsalardı dedesi insan boyuna ulaşmış kar yığınlarını kürekle kürüyor olacaktı yine bu evin önünde. Şimdiki garajın yerinde tembel geviş getiren benekli ineğin barındığı samanlık, havada da eksoz gazının boğuk dumanı yerine tezek kokusu olacaktı. Dedesinin elli yıl öncesindeki fotoğraflarından biri yarı puslu yarı bulanık anılarından sıyrılıp gözümün önüne geldi. Sırtında yaşlılıktan oluşmuş hafif kamburuyla, soğuktan kızarmış ellerinde tuttuğu, sapını kendisi yonttuğu kürekle karları atıyordu. Ne çok şey değişmişti elli yıl içinde. O zamanki anılarında bolca kar, bolca soğuk vardı.

İklim değişti deniyordu hep. İklim gerçekten değişiyor olmalıydı. IPPC'nin 2001 yılındaki değerlendirme raporu sonucunda küresel ısınma ve gelecekte karşılaşılabilecek sorunlar için en iyimserinden en kötümserine pek çok model ortaya atılmıştı. Hemen her platformda küresel ısınma ve etkileri tartışılmış, neler yapılması gerektiğine dair tartışmalar yapılmış, uluslararası anlaşmalar oluşturup küresel platformda önlemler alınmaya çalışılmıştı. Her ne kadar bilimin merkezi sayılan ülkelerden birkaçının başkanı, Kyoto Sözleşmesi gibi uluslararası anlaşmalara imza koymamanın sebebi olarak "Küresel Isınmanın gerçek olmadığını öne sürmüşse de, bilimsel çevrelerin altını önemle çizdiği sonuç hep ayni yöne doğru gidiyordu: o da "Küresel Isınma" yine var olduğuna!

Tekrar pencereye takıldı gözü. Yağmur damlalarının ara-

sından ıslak kahverenginin uyumunu bozan parlak turuncu bir hareket takıldı gözüne. Küçük bir kelebekti bu. Şubat ayında kanat çırpan küçücük bir kelebek! Dışarı çıktı hızla. Bu Turuncu Süslü Kelebekti (Anthocharis cardamines). Normalde mayıs ayında uçması beklenen bu kelebeğin bu mevsimde, üstelik tırtıllarının besin bitkisi uyanıp sürgün vermeye başlamadan bahara sevinmesinin anlamı ne oldaki diye duşundu içinden? Sahi küresel ısınmaya hayvanların özellikle de böceklerin tepkisi nasıldı acaba?

Bu soru aslında bilim adamlarının yıllardır sordukları ve yanıtlarını son birkaç yılda yavaş almaya başladıkları sorulardan bir tanesi. Böcekler kısa yasam döngüleriyle, çevresel değişikliklere en hızlı tepki veren canlı gruplarından biri arasında. Bu grubunun dünya çapında en çok bilinen ve araştırılan "karizmatik" türlerinden olan kelebekler ise son yıllardaki araştırmaların sonuçlarına göre iklimsel değişikliklere oldukça hızlı tepki veriyorlar.

Teksas Üniversitesinden Dr. Cahille Parmesan, tüm canlıların iklimsel değişikliklere üç farklı şekilde tepki verdiğini vurguluyordu:

Artık uygun olmayan ortamdan daha uygun başka bir ortama göç etmeleri, ya da ayni bölgede kalmalarına rağmen değişikliklere ayak uydurarak soylarını devam ettirmelidirler. Ayni bölgede kalıp değişikliklere ayak uyduramadıkları için yok olmaları demekti. Kendi araştırmasında küresel iklim değişikliğinin sonuçlarını kelebekler üzerinden takip etmeye çalışan Parmesan, son yüz yılın birikiminden oluşan kelebek verilerinin bu üç farklı davranış ile unutulmaz örnekler verdiğini öne sürüyor.

Kitlesel Kelebek Hareketi

İngiltere, kelebek gözlemcileri ve 1900'lu yıllardan bu yana biriktirdikleri kayıtlarıyla kelebeklerin kuzeye doğru olan hareketine en çarpıcı örneklerinden birini veriyor. Parmesan'in Natura dergisinde yayınlanan makalesine göre İngiltere'nin sahip olduğu 57 kelebek türünden 12'si 50 yıl öncesine göre çok daha kuzeyde dağılım gösteriyor. Bu kelebeklerden bir tanesi Türkiye'de de oldukça yaygın bulunan Karanlık Orman Esmeri (Pararge aegeria). Bu kelebeğin çevreyle ilgili özelliklerine baktığımızda, kelebeğin uzun mesafelere uçma yeteneğini ve yasam alanında çok da secici olmadığını görebiliyoruz. Ayni zamanda besin bitkisinin de hemen her bölgede yaygınca gözlemlenen Brachypodium cinsi otlardan olması gittiği yeni alanlarda kolay besin bulmasını kolaylaştıran etmenlerden biri.

Değişen Koşullara Uyum Sağlayan Kelebekler

Pek çok araştırmacı, iklimsel değişikliğinin çok hızlı olduğunu ve canlıların bu hiza uyum sağlayıp ayakta kalabilmelerinin çok düşük bir ihtimal olduğunu savunuyor. Ancak, yasam sureleri kısa olan kelebeklerin hayatlarına baktığımızda uyumun mümkün olduğunu görmek de mümkün. Her ne kadar birebir iklim değişikliği ile bağlantılı örnek bulmak zor olsa da, bazı araştırmalar hem iklim değişikliğini hem de adaptasyon örnekleriyle birbirine bağlamış durumda. Buna en güzel örneklerden bir tanesi Çok Gözlü Esmer (Aricik agestis). Son 20 yılda kuzeye doğru hareket eden kelebek yasadığı bölgede sadece Helianthemum chamaecistus ile besleniyorken, yeni yayılmaya başladığı kuzey bölgelerde bu bitki bulunmadığı için yok olma tehli-

kesiyle karşı karşıya kalırken, besin bitkisini Helianthemumdan Geranium bitkilerine çevirmesiyle ayakta kalabiliyor. Geranium ile de beslenen kelebeklerin seçilimi yoluyla neslini devam ettirmeyi başarıyor.

Yok Olan Türler!

Kelebek türlerinin yok olma sebeplerini yasam alanlarının tahrip edilmesinden farklı düşünmek ve sadece iklimsel değişikliklere bağlamak neredeyse olanaksız. Ancak yine de elimizde iklim değişikliğiyle birebir bağlantılı örnekler bulunmakta. İlk örnek kelebeklerin çok yakın akrabalarından olan güvelerden geliyor. 1968 ve 1999 arasındaki kayıtlara bakıldığında Garden Tiger Güvesinin (Arctia caja)'nin İngilterede'ki yoğunluğunda kış ve bahar aylarındaki iklim değişikliklerinden kaynaklanan yüzde otuzluk bir azalma göze çarpıyor. Bu azalmanın en belirgin sebebi olarak da kış uykusuna yatan bu güvenin, havaların erken ısınması sebebiyle kış uykusundan erken uyanması ve tırtıllarının besin bitkilerinin ortaya çıkmamış olması nedeniyle tırtılların açlıkla karsı karsıya kalması gösteriliyor. Araştırmacılar, turun ileriki zamanlarda çok daha hızlı bir şekilde azalacağını tahmin ediyorlar.

Diğer bir benzer örnek ise Adonis Mavisi (Polyommatus bellargus) kelebeğinden geliyor. Araştırmacılar Dr. Roy ve Thomas'ın gösterdiğine göre bu kelebeğin kuzey sınırında bulunan bitkilerin erken ya da geç ortaya çıkması kelebeğin ortaya çıkış zamanındaki değişiklikler yüzünden tur bölgede yok olma tehlikesiyle karsı karsıya durumda.

Tüm bu örneklere yüzlercesini eklemek mümkün. Ancak farkında olduğumuz gerçek, iklim değişirken, canlıların bu

değişikliklere tepkisiz olmadığı yolunda. Kelebeklerin su ana kadar verdikleri tepkileri bu makalede üçe ayırmıştık (yer değiştirerek veya adapte olarak uyum sağlama, ya da yok olma). Bu sonuçların hangisine bakarsak bakalım, oldukça dramatik etkiler görmemiz mümkün. En uyumlu gözüken türlere baktığımızda bile olumsuz pek çok etki ile karsı karsıya kalıyoruz çünkü. Mesela yukarıda bahsettiğimiz Karanlık Orman Esmeri kelebeğinin, kuzey boylamlarına yayılmış popülâsyonları incelendiğinde, aşırı secilim yüzünden bu turun genetik çeşitliliğinde ciddi azalmalar kaydedildiğini görüyoruz ki bu iklime uyum sağlayan bu kelebeklerin, herhangidir hastalıkla karsı karsıya kaldığında, ayakta kalma şanslarının daha da azalabileceği olasılığına oturuyor bizi.

Bu araştırmalar sanırım bizi tek bir noktaya ulaştırıyor, kelebekleri ve diğer canlıları eskisi kadar zevkle gözlemlemek istiyorsak, birey olarak üstümüze düsen sorumluluğu yerine getirmek ve bağlı olduğumuz topluluklar, organizasyonlar ve hükümetleri, CO2 sürümü Kyoto protokolünde belirtilen sınırların altında olan çalışmaları desteklemelerine, diğerlerini reddetmelerine teşvik etmek.

Mevsim normallerinde iyi günler dileklerimle...

"Bu gizemli Evrim ablaya ne kadar teşekkür etsem az, işi gücü bırakıp, bize durmadan bilgi yolluyor, yön veriyor, yol gösteriyor"

"Şu anda acaba nerede ve ne yapıyordur?"

"Sanırım mışıl, mışıl uyuyordur"

"Allah rahatlık versin, onun kişiliğinde canlının evrimini çok daha iyi anlamağa başlıyorum"

Evrimin Evrimi

"Şimdi de evrim olgusunun, insanlar tarafından nasıl kavranıldığı ve bunun sürecine bir bakalım derim"

"Çok yerinde olur, insanlar çeşitli nedenlerden dolayı bunu oldukça geç anladılar, bunun için de düşünsel ve bilimsel bir evrim gerekiyordu sanırım"

"Evet, evrimin evrimi"

Evrim düşüncesi, 16. ve 17. yüzyılda modern biyolojinin doğmasıyla başlamıştır. Bu zamana kadar birçok bilim insanı, evrimi yadsıyarak türlerin değişmez olduğu fikrine inanmışlardı. 18. yüzyılda, birçok biyolog evrim fikri ile ilgilenmeye başlamıştır. Charles Darwin'in büyük babası Erasmus Darwin, "Zoonomia" adlı uzun bir şiir yayınlamış ve bu eserinde kendi inançlarını açıklayarak, bitkiler ve hayvanlar arasında bir evrimin olabileceğine işaret etmiştir. Dede Darwin, evrim fikrini kabul etmiş; ancak, evrimin nasıl olduğuna ilişkin hiçbir varsayım ileri sürmemiştir. Bu nedenle, önemli bir soru onun zamanında yanıtsız kalmıştır. Evrimin nasıl oluştuğu sorusunun yanıtı, Jean-Baptiste de Lamarck ve Charles Darwin tarafından daha sonra ortaya konmuştur. Charles Darwin'in doğduğu yıl olan 1809 da Lamarck "Zoological Philosophy" adlı, evrimle ilgili fikirlerini içeren bir eser yayınlamıştır. Ancak, hayvanların ve bitkilerin nasıl evrimleştiğini doğru olarak ileriye süren Darwin'dir.

Lamarck, çevrede meydana gelen büyük bir değişikliğin hayvan türleri üzerine etki yaptığını ve her türün bu etkiye bir değişiklikle yanıt verdiğini söylemiştir. Bu değişim, hayvanın içten gelen faktörleriyle olacak ve onlara yeni alışkanlıklar kazandırarak yeni çevresine uyumunu sağlayacaktır.

Lamarck, bir organizmanın değişme gereği fikri ile doğayı inceleyerek iki açıklama yapmıştır: Birinci açıklama "Kullanma ve kullanmama yasası" olarak bilinir. Buna göre, bir vücut parçası sürekli olarak kullanılırsa gelişir ve kuvvetlenir. Kullanılmayan bölümler varsa, bunlar da zamanla zayıflar, küçülür ve hatta kaybolur. Lamarck'ın ileri sürdüğü ikinci fikir, "Kazanılan karakterlerin kalıtımı yasası"dır. Buna göre, herhangi bir hayvan yaşamı boyunca kazanmış olduğu özellikleri kendi oğul döllerine geçirebilir. Böylece, oğul döllerde bu karakterler kullanılırsa gelişecek, kullanılmazsa körelecektir. Lamarck, evrimin işleyişi ile ilgili olarak kendi hipotezini bu iki fikre dayandırmıştır. Lamarck, yeni türlerin evrimleşmesinin birçok döller boyunca yeni özelliklerin kazanılması ya da eski özelliklerin kaybolması ile olabileceğine inanmıştır.

Lamarck, su kuşlarının vücutlarını sudan yukarıda tutmak gereksinimi ile bacaklarını germeleri sonucu bu organlarını geliştirdiklerini düşünmüştür. Ördek ve kazların da perde ayakları bu organların yüzme işinde kullanılmaları sonucuydu. Lamarck, zürafa boyunlarının uzun olmasının nedenini kitabında şöyle açıklamıştır:

"Zürafalar oldukça kurak ve otsuz bölgelerde yaşarlar. Bu hayvanlar için, sürekli olarak güç harcayarak, ağaçların yapraklı olan uç dallarına boyunlarını uzatmak kaçınılmaz bir zorunluluktur. Bu alışkanlık, soyun her bireyi tarafından uzun zaman süresinde korunarak ön bacakların arka bacaklardan daha uzun olmasına ve ön bacakları yerden kaldırmadan başın altı metre kadar yükselmesini sağlayacak şekilde boynunun uzamasına olanak vermiştir"

Lamarck'ın verdiği örnekler oldukça inandırıcıdır. İlk

ileri sürdüğü fikir doğrudur. Kullanma ve kullanmama yolu ile bir organizmanın çeşitli vücut bölgeleri değişebilir. Alışkanlıkların değişmesi sonucu bireylerde olan değişmelerin birçok örneği vardır. Sporcularda kas gelişimi gibi.

Lamarck'ın ikinci fikrine göre, her döl kazanılmış karakterleri gelecek döllere aktarabilir. Ancak, yapılan birçok deney, sonradan kazanılan karakterlerin yeni döllere geçemeyeceğini göstermiştir. Lamarck'ın evrime ilişkin hipotezini oluşturan ikinci fikrinin doğru olmamasına karşın, kendisi büyük bir biyolog olarak kabul edilir.

Akrabalık İlişkileri

Proteinleri karşılaştırmanın basit bir yolu, bağışıklık sisteminin kullanılmasıdır. Bağışıklık sistemi yabancı maddelere karşı son derece özel tepkiler geliştirir. Bir hayvan, örneğin bir tavşan bir filin proteinleri ile aşılanırsa bağışıklık sistemi filin bir akrabasının, sözgelimi bir mamutun proteinlerine karşı da bir tepki gösterecektir; ama bu tepki o denli güçlü olmayacaktır. Akrabalık ne kadar yakınsa tepki de o kadar güçlü olacaktır. Böylece hayvanların soyağaçları oluşturulur.

DNA şifresi

Canlıların akrabalık dereceleri DNA ları karşılaştırılarak daha hassas bir şekilde anlaşılabilir. 1990 yılında başlatılan bir proje ile insan gen haritası (genom) çıkartılmaya başlandı. 12 Şubat 2001 de haritanın %96 sının tamamlandığı bildirildi. Bu sonuçlara göre insandaki gen sayısı 30,000–35,000 kadardır.

Tümü İçin Tek Kod

Böceklerden mantarlara, insanlardan virüslere kadar tüm canlıların aynı genetik kodu paylaşmaları, evrim için oldukça güçlü bir kanıttır. Başlangıçta birden çok canlı türü vardıysa, genetik kodun da birden çok olması gerekirdi. Ancak, tüm canlılar DNA daki 4 tip bazı (adenin, timin, sitozin ve guanin) kullanırlar. Bu da tüm canlıların aynı atadan evrimleştiğini gösterir. Büyük bir olasılıkla kod, yeryüzündeki yaşamın çok erken bir evresinde gelişti. Fosil bulguları en erken yaşam biçimlerinin bakteriler olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, bugün tüm canlıların paylaştığı genetik kod, büyük olasılıkla bakterilerin buluşudur.

"Bugün de çok başarılısın, seni kutlarım. Evrimin evrimini de sağladın"

"Neyse, evrim konusunda öğrendiklerimizle ilgili bir aferin aldım"

"Bunu hak etmiştin"

"Ama bir konuda hala başarısızım"

"Neymiş o başarısız olduğun konu bakalım?"

"Karaçete, Evrim'in (Yani Evriş'in) kim olduğunu ve neden bize yardım ettiğini henüz çözemedim"

"Neden yardım ettiğini açıklamıştı sanırım"

"Ama bu onun kim olduğunu çözmede yeterli olamıyor"

"Onun gerçekten kim olduğunu merak ediyorsan biraz sabretmelisin, nasıl olsa sonunda kendini tanıtacak"

"Hayır, bizim bulmamızı istiyor sanırım"

"O zaman ipuçlarını bir araya getirip bir başka araştırmaya girişelim"

"Öncelikle, bir bayan ve bir araştırıcı olduğunu biliyoruz. Adı "Evrim" veya kendine bu adı veriyor, bir de karaçete var, bu ona gizemli bir hava veriyor"

"Bir eğitim kurumunda çalışıyor... Zaman dilimi olarak on saat ileride"

"Bizim hangi konuda ve nasıl çalıştığımızı tahmin ediyor? Evrim veya canlıların evrimini iyi biliyor, belki de bu konuda çalışıyor..."

"Ve zamanlaması harika, hangi aşamaya geldiğimizi nasıl biliyor? Sanki biri ona yardım ediyor"

"Ama biz de onun hakkında çok şey biliyor sayılırız"

"Aklıma bir şey geliyor, bu sefer onun gizemini çözeceğim"

"Haydi bakalım. Kolay gelsin zehir hafiye!"

"Sen dalganı geç bakalım, ona bir ileti yolluyorum"

"Sevgili Evrim Abla,

"Size bundan sonra artık, Evriş abla diyorum. Bize canlının izlediği evrim hakkında o kadar çok yardımcı oldunuz ki. Size ne kadar teşekkür etsek az. Evrim konusunda Yeryüzünün ilk dönemlerinden başlayarak pek çok ve güzel şeyler öğrendik; tanımlar, dönemler, araştırıcılar, canlıların çeşitliği ve Yurdumuzun canlıları, onların çeşitliliği, ilginç bilim adamları ve bilim kadınları, biz onlara edindiğimiz yeni dostlar diyoruz. Şimdi sizden yeni öneriler bekliyoruz. Sanırım artık doğanın en akıllısı ve ilginç canlısı, en karmaşığı olan; insanın evrimine artık yönelebiliriz.

"Bu arada sizin kim olduğunuzu hala merak ediyorum. Bu gizemin bir nedeni olmalı, ancak sanırım, bize eğitiminiz, aileniz ve bu güne kadar neler yaptığınıza ait bilgiler verir-

seniz sevinirim, Yine kimliğiniz gizli kalsın, heyecanlı ve sürükleyici oluyor. Sevgiler, Öykü"

Evrim Biliminde Bazı Sorunlar

Bazı organların ya da yapıların oluşumunda nokta değişimlerin birikiminden daha çok, birden bire bir sıçrama görülür. Bu da kolay benimsenemeyecek bazı açıklamaları gerektirir. Örneğin memeli hayvanların sürüngen yumurtasından, kuşların sürüngenlerden bir defada, tek bir adımda, ya da daha fazla adımda (son bulunan fosiller ile daha fazla adımda olduğu görülmektedir) meydana geldiği, şimdilik açıklanmak zorundadır. Birçok organ (yakıcı kapsüller, mercekli ve bileşik gözler, basınç düğmeleri, ışık organları ve yansıtıcıları, vs.) yalnızca tam oluştuğu zaman işlev görür. Eksik oluşmuş böyle bir organın, biyolojik olarak hiçbir yararı yoktur. Bunun için de tüm yapıların ve yardımcı yapıların (gözde merceğin, göz kapağının, retinanın, korneanın vs.nin; ışık verme organında, ışık veren hücrelerin, yansıtıcıların vs.nin) aynı zamanda ortaya çıkması gerekir. Aksi durumda, zaman zaman oluşacak ayrı ayrı kısımlar, doğal seçilimle, yararlı olmadıkları için elenecektir ya da ilk ortaya çıkan yalın yapıların giderek geliştiği düşünülebilir.

Değişimler ve Yeniden Birleşimler–Rekombinasyonlar

Hollandalı botanikçi Hugo De Vries, çalışmalarında kullandığı eşek çiçeği (Oenothera /amarkiana) bitkisinde bazı bireylerin atalarına benzemediğini ve keza bu yeni özelliklerin gelecek döllere kalıtıldığını gözledi. Vries, bir organiz-

mada meydana gelen ani bir değişikliğe 'Mutasyon–Değişinim–Dönüşme' denmesini önerdi. Daha önce, bitki ve hayvan yetiştiricileri, bu özellik değişimine "Sports = Hilkat Garibesi" demişlerdi. Darwin de daha önce buna benzer ani özellik değişmelerini gözlemiş; fakat çok seyrek meydana geldiklerini sanarak, evrim düzeneğinde önemli rol oynamadıklarını düşünmüştü. Özünde Darwin, bu şekilde aniden ortaya çıkan değişikliklerin, canlı ile çevre arasındaki düzenli uyumu bozacağına inanıyordu. Ancak bu küçük değişikliklerin üst üste binmesiyle; bir zaman sonra görünebilir evrimsel değişmelerin meydana geleceğini savunuyordu. Buna karşın Vries, bu ani oluşumların (Vries'in gözlediği esasında nokta değişinimi değil, kromozom değişmeleriydi) evrimsel gelişmede çok büyük değişiklikler meydana getireceğine inanıyordu.

Değişim Yaygınlığının Saptanması

Günümüzde, bitkiler ve hayvanlar ile yapılan denemeler, değişimlerin sürekli olarak meydana geldiğini ve bazılarının, canlının ortama uyum yeteneğini artırdığını göstermiştir. Gen Kuramının gelişmesiyle değişinimin nasıl ani değişiklikler meydana getirdiği, bununla ilgili olarak genlerdeki ve kromozomlardaki değişikliklerin nasıl oluştuğu ayrıntılı olarak ortaya çıktı. İlk olarak mısırda 400, sirkesineğinde 600 kadar değişim saptandı. Sirkesineğindeki mutasyonlar çok geniş bir varyasyona sahipti. Öyle ki, vücudun rengi, Sarı, kırmızı, kahverengi, gri ve siyah; gözün rengi, kırmızı, beyaz, kahverengi ve vişneçürüğü renklerinde olabiliyor; ayni zamanda kanatlar buruşuk, kısa ya da diğer örnek dışı şekillerde ve bazen de tamamen kayboluyordu.

Alışılagelmişin dışında ayak ve kıl şekilleri oluşabiliyordu. Üstelik duyargaların çıktıkları yerde çift ayak oluşumları bile görülüyordu. Daha sonra diğer tüm canlılarda da büyük-ve küçük değişimlerin olabileceği görüldü. Örneğin altıparmaklı "Cape Cod Kedisi" ve kısa bacaklı "Ancon" koyunu tek bir değişinim ile meydana gelen büyük değişikliklerdir.

Değişimlerin Evrimdeki Öneminin Saptanması

Yüzyılımızın başlangıcında, evrimin doğal seçilimle mi, yoksa yalnızca değişimlerle mi yürütüldüğü konusunda ateşli tartışmalar vardı. Kalıtım konusunda bugünkü bilgilerimiz, doğal seçilimin, ancak seçilecek bir şey olduğu zaman, yani değişimler oluştuğunda etkisini gösterebileceğini ortaya koymuştur. Özellikle küçük değişimlerin sürekli olarak doğal seçilimle ayıklanması, bir zaman sonra büyük değişikliklerin ortaya çıkmasını sağlar. Meydana gelen değişinimler, ayrıca yeni bir düzenleme işleyişini da yaratacağı için, büyük değişikliklere neden olabilir. Çünkü düzenlemelerin işleyişinde (işletmen ve düzeltmen gen işleyişi) oluşacak bir değişim, bir takım büyük değişiklikleri ortaya çıkarabilir. Evrim Kuramında en çok tartışılmış konulardan birisi de yeni türlerin oluşumunda öncelikle büyük ya da küçük değişimler = nokta değişimlerin oynadığı görevdir.

Büyük Değişimlerin Evrimleşmede Önemi

Bazı evrim bilimciler yeni türlerin ve hatta yeni cinslerin tek bir adımda, yani büyük değişimlerle meydana geldiğine ve dolayısıyla kalıtsal dizgedeki büyük bir değişikliğin evrimsel olarak da büyük bir farklılaşmaya neden olduğuna

inanıyorlardı. Büyük değişimlerin en güçlü dayanağı, ata tür ile yeni tür arasında geçit biçimlerin olmaması ya da yeterli sayıda olmamasıdır. Büyük ölçülerde ve ani olarak meydana gelen bu değişimlerin yeni türleri oluşturduğuna; yeni türlerin coğrafik yayılımından dolayı da kendi içinde kısmen farklılaşarak alttürleri ve ırkları meydana getirdikleri düşünülüyordu.

Bugünkü kuşların atasını betimleyen, soyu ortadan kalkmış, yalnızca fosilleri bulunan tarihi kuş Archaeopteryx, oldukça uzun vücudu ve kuyruğuyla, keza ağzındaki dişleriyle sürüngenlere; üzerindeki tüyler ve teleklerle kuşlara benziyordu. Bu kuşun büyük değişim geçirerek meydana geldiği düşünülmektedir. Daha sonra kuyruğunun kısaldığı ve teleklerinin yelpazeye benzer şekilde dizildiği varsayılmaktadır. Böylece yaşam kavgasında ortaya daha yetenekli bir canlı kümesi ortaya çıkmıştır. Yeni kuyruk şekli uçmada çok daha başarılı uyum yapılmasını sağlamıştır. Gerçekte, bugün tüm bu özelliklerin tek bir değişimle oluştuğunu gösterecek kesin bir kanıt yoktur; fakat ara şekiller de henüz tam olarak bulunamamıştır. Ayrıca diğer hayvan iskeletindeki bazı büyük değişikliklerin tek aşamalı değişimle ortaya çıktığına ilişkin gözlemler vardır. Örneğin Manx kedisinin sakala benzeyen kuyruğunun tek bir değişinim ile (omurların kısalıp, birbiriyle kaynaşmasıyla) meydana geldiği varsayılmaktadır.

Küçük Değişimlerin Evrimleşmede Önemi

"Neo – Darwinistler" yeni türlerin ve bununla ilişkili olarak, diğer tüm yüksek ulamların–kategorilerin, birçok küçük değişinimlerin yavaş yavaş birikmesiyle meydana geldiğini

ve dolayısıyla ata tür ile yeni tür arasında aşama aşama farklılaşma gösteren bir dizi ara biçimin olması gerekeceğini ileri sürdüler (soy zinciri). Küçük değişimi veya evrimi savunanlar, alt türleri ve soyları geçit biçimler olarak benimsediler. Bugünkü bilgilerimiz, özellikle varlık genetiğinde elde edilen gelişmeler, varlık kümelerinin küçük değişimler ve doğal seçilimle ayıklanması yoluyla çok daha etkili olarak değişebileceğini göstermiştir. Doğal olarak; doğal seçilimin etki edebilmesi için küçük değişimlerin (çekinik iseler) homozigot (Saf döl) hale geçmeleri gerekir. Goldschmidth, gerçekte; küçük değişimleri tamamen önemsiz saymamış; ancak bir tür ayırımı için yetersiz olacaklarını savunmuştur. Bunların ancak alttür, varyete ya da coğrafik soy düzeyinde farklılaşma meydana getirebilecekleri düşünülmüştür.

Değişim Oluşumları, Özellikleri ve Kullanılmaları

Doğal olarak meydana gelen değişimlerin nedeni tam olarak bilinmemektedir. Doğal ve yapay olarak meydana gelen değişimler tamamen rasgeledir; Uyarıcının niteliği ve canlının o andaki gereksinmesiyle herhangi bir bağlantısı yoktur. İstenen bir amaç için özel değişim meydana getirmenin yöntemi bugüne kadar bulunamamıştır. Araştırıcılar bir amaca yönelik, herhangi bir değişim meydana getirmek istiyorlarsa, değişik özellikli binlerce değişkin-mutant elde ederek, onların arasından amaca yönelik olanları seçerler.

Değişimlerin nedeni (yapay ya da doğal, kimyasal ya da fiziksel) ne olursa olsun, doğal seçilim için ham madde, evrimsel gelişmeler için de önemli bir etmen olarak kabul edilirler. Geçmişte birçok evrimci, laboratuarda doğal ve yapay olarak meydana gelen değişimlerin birçoğunun zararlı ol-

duğunu görerek, bu yolla açıklanılmasına çalışılan Evrim Kuramına karşı çıkmıştır. Daha sonra yabani popülâsyonlarda yapılan araştırmalarda, meydana gelen değişimlerin bir kısmının birçok yararlı özelliği ortaya çıkardığı saptanmıştır. Bitkilerin ve hayvanların etkili ve uzun süreli bir doğal seçilim baskısı altında bugüne kadar geldikleri ve bugün de aynı şekilde doğal seçilim baskısı altında yaşadıkları bilinmektedir. Meydana gelecek sayısız değişimlerden yararlı olanlar seçilip saklanır.

Değişimlerin meydana getirdikleri özellikler bir yaşam ortamı için yararlı; fakat diğer yaşam ortamı için yararsız olabilir. Örneğin orak hücreli anemi (homozigot olarak bulunduğunda öldürücüdür), malaryanın(Sıtma) yaygın olmadığı ortamlarda bulunduğu canlıya zararlı etki yapmasına karşın, Orta Afrika gibi malaryanın(Sıtma) yaygın olduğu bölgelerde, heterozigot olarak bulunduğu bireylere, malarya ya karşı dirençlilik sağladığı için yararlıdır. Değişimler bazen gerisin geriye dönerek eski durumlarını alabilir. Meydana gelen değişim oranı ile geriye dönüş oranı arasındaki fark "Değişim Baskısı"nı verir. Bazı genlerin kararsız yapılarından dolayı değişime, yani değişime çok daha yatkın oldukları bilinmektedir.

Özünde, doğal seçilimde en çok kullanılan değişimler, büyük bir olasılıkla, çevre koşulları değişmeden önce meydana gelmiş olan ve bulunduğu canlıya, meydana geldiği koşullarda ne zarar ne de yarar sağlayan 'Yansız–Nötr Değişimler' dir. Çevre koşulları değişince, saklanmakta olan bu değişimin seçilimi de başlar. Çünkü bir kısmı bulunduğu canlıya yeni ortamda yarar sağlar "Olumlu Seçilim Baskısı" bir kısmı da zarar verir ve "Olumsuz seçilim Baskısı" yaratır.

Bir genin ortaya çıkma sıklığı (frekansının) artması ya da eksilmesi; bireye yarar sağlayan olumlu seçilim baskısının ya da bireye zarar veren olumsuz seçilim baskısının toplamına bağlıdır. Bazen bir seçilim kısmen zarar, kısmen yarar sağlar. Bu değişimin doğal seçilimle korunması, ya da yok edilmesi, zararının ve yararının toplam değeriyle ölçülür. Örneğin % 60 yarar, % 40 zarar sağlıyorsa, bu mutasyon % 20 oranında korunur. Yansız değişim oranının ölçülmesi çok zor olduğundan, meydana gelen "tüm değişim oranının" saptanan değişimlerden çok daha fazla olduğu varsayılmaktadır. Son olarak, mayoz sırasında bireye anasından ve babasından gelen kromozomların, gametlere rasgele verilmesi ve çapraz-(krossing-over)lama ile karşılıklı parça değiştirilmesi, yeni birleşim ve yeniden birleşimlerin ortaya çıkmasına; bu da yeni özellikli canlıların meydana gelmesine neden olur. Yeni birleşimler ile doğal seçilimde başarılı örnekleri meydana getirebileceği için, evrimsel bir kaynak olarak değerlendirilebilir.

Her Şeyin Anlamı

"Şimdi bütün bu bulgularımızı ve derlediklerimizi nasıl değerlendireceğiz?"

"Bu bilgilerin ne zaman ve ne kadar yararlı olacağını kesin bir şekilde değerlendirmek zor"

"Bize anlamlı gelenlerini ayıralım ve bir araya getirelim, sonra yorumumuzu yaparız"

"Burada, Lovejoy adlı bir araştırıcının bazı sözleri var"

"Okuyalım bakalım, ne diyor bu sevgili ve sevimli bilim adamı"

"Neandertallerin bize ne göstereceğinden emin değilim." diyor. "İnsan evrimi açısından gerçekten gecikmişler" "Onları inceleyerek insan evrimi hakkında çok fazla şey öğrenebileceğimizi hayal edemiyorum"

"Bu Lovejoy, insan ile şempanzelerin ataları konusunda çok daha olumsuz ve genlerdeki değişim hızı ile evrimsel gelişimi ölçmenin, kesinlikten uzak olduğunu düşünüyor galiba"

"Gerçekte, genom karşılaştırmasının en ateşli taraftarları bile hemen hemen şimdiye kadar bildiğimiz her şeyi göz önüne aldığımızda, işin ilk aşamalarında olduğumuzu kabul ediyor"

"Evet, ne diyordu masallarımız."

Az gittik, uz gittik

Altı ay bir güz gittik

Bir de arkaya dönüp baktık ki

Bir arpa boyu yol gitmişiz

En sert eleştiriler bile bu çalışmaların çok büyük bir gizil gücü olduğunu kabul ediyor. "Sonunda gezgende yaşayan tüm hayvanlar arasındaki tüm değişiklikleri kesinlikle belirleyebileceğiz" diyor Lovejoy. "Her defasında, goril genomu gibi, yeni bir genomu karışıma aldığımızda şansımızı çok daha fazla arttırıyoruz". Bazı değişikliklerin çok önemli ve uygulanabilir sonuçları oluyor. "İnsandaki bu tür keşifler, malarya, AIDS, hepatit virüsü gibi yıkıcı hastalıkların anlaşılmasında, insan genomunun tek başına incelenmesinden çok daha hızlı sonuç alınmasını sağlayabilir"

Çoğumuz için, karşılaştırmalı genom çalışmalarının bizi bu kadar çekici gelmesinin nedeni; "Bizi insan yapan nedir?"

ana sorusunda yatıyor. Bilimcilerin dediği gibi "Evrim, gelişigüzel kalıtsal değişimlerin, rastlantısal çevresel faktörlerle birlerini etkileyerek diğerlerinden daha uygun organizmaları ortaya çıkaran rastlantısal bir süreç midir?". 3,5 milyar yıllık rastlantısal bir süreçten sonra, kendi kökünü merak eden bir yaratık ortaya çıktı. Ve onu aramayı sürdürüyor.

Darwin'in, temel ilkeler olarak kabul edilen hiçbir bulgusu, bugüne kadar aşındırılmış ya da tersi kanıtlanmış değildir. Örneğin, Darwin'in kurmuş olduğu 'Doğal Ayıklanma Yasası', kesinlikle güncelliğini ve bilimselliğini yitirmedi. Darwin'in ayrıca bir söylediği de şuydu, 'Fakir toplumlar istedikleri kadar çocuk yapsınlar, bunun çok büyük zararı olmaz; çünkü burada zaten ölüm oranı çok yüksek olacaktır ve ayıklanma fazladır' Bence doğru da söylemiştir. Ama Darwin antibiyotiğin bulunacağını bilemezdi. Yani, bu kadar ilacın ve tıbbi gelişmenin, insan soyuna yapacağı olumlu, olumsuz etkilerin olacağını bilemezdi. Dolayısıyla, bugün fazla çocuk yapan ailelerin çocukları da yaşamış, böylece denge bozulmuş ve doğal ayıklanma önlenmiş oluyor. Doğal olarak bir sürü hastalıklı, rahatsız ve zayıf olan birey, kalıtsal olgularını da gen havuzuna sokmuş oluyor. Darwin'in bu anlamdaki sözleri doğrudur ve sonradan yapay yollardan yapılan araya girişler, ilke olarak doğaya terstir.

Darwin doğal olayları işlemiştir; doğal olmayan olayları herhangi bir şekilde göz önüne almamıştır. Örneğin bir meteorun dünyaya çarpması, dünyada önemli bir deprem olayının gerçekleşmesi, yanardağların patlaması ya da insanın ürettiği doğadışı verilerle, Darwin arasında ilişki kurulmaya çalışılması, Darwinciliğe körü körüne saldırıdan başka bir sonuç doğurmaz. Darwin'in en çok tartışılan sözlerinden biri

de, gelişmemiş soyların, eninde sonunda gelişmiş soyların egemenliğine gireceğidir. Darwin hatalar yapmış olabilir. Çünkü dinler tarihine baktığımızda bile bir dolu yanlış ve eksiklikler görebiliyoruz. Bunların hepsi bilgi eksikliğinden kaynaklanıyor ve bu Darwin için de geçerlidir. Ancak bu eksiklikler kuramın doğru ve geçerliliğini etkilemez.

Doğaldır ki, Darwin'in yaşadığı dönemde kıtaların kayması bilinmiyordu, değişimler bilinmiyordu, kromozomlar bilinmiyordu, **mayoz** bölünme bilinmiyordu, **sperm** bilinmiyordu, yumurta bilinmiyordu, eşeysel üremenin kuralları bilinmiyordu, neredeyse hiçbir şey bilinmiyordu. Yalnız Darwin, doğayı gözlediği zaman, üstün olan ve uyum yapan bireylerin ayıklanmış olacağını gözledi. Biyolojide bu hiç değişmedi. Darwin'nin belki açıklama ve sunuş biçiminde bir eksiklik bulunabilir; ancak, bu da dediğimiz gibi, bilgi eksikliğinden kaynaklanıyordu. Bugün biz bu kuramın ayrıntısına girdiğimizde şunu anlıyoruz; gerçekten de bireyler, olması gerektiğinden fazla sayıda yavru ya da birleştirme meydana getiriyor. Örneğin bir insan, kuramsal olarak, yaşamı boyunca 70 trilyon çocuk meydana getirme şansına sahip. Üstelik bir kadınla bir erkek, hiçbir baz ya da nükleotid değişiklik ve değişinim olmazsa, ancak 70 trilyon çocuk meydana getirdiğinde birbirinin aynısı olabiliyor.

Bu sayı, alt oluşum canlılarda çok daha fazla ve nedeni de, kuşkusuz 70 trilyon yaşasın diye değil. Bunlar arasında, gelecek birleşimlerden hangisi yeni ortama uyum sağlarsa, o ayıklansın diye... Canlıların ayakta kalmasının nedeni budur. Darwin bunu bilmeden, gözlem ve sezinleme yoluyla ortaya koymuştu. Modern biyoloji de Darwin'in bütün söylediklerini moleküler düzeyde kanıtlıyor.

Biyolojinin dışında Darwin'in kuramı, toplumsal olaylarda da geçerli. Bugünkü bilgilerimize göre, dünya tarihinde kaybolmuş yüzlerce toplum ve kültürün bir zamanlar var olduğunu biliyoruz. Bunların temel çöküş nedeni, sosyal evrimlerini oluşturamamalarında yatıyor. Bilimsel atılımını yapmış olan, doğanın düzenini değiştirmeye kalkan toplumlar, giderek daha bir güçlenip ayakta kaldı ve diğerlerine egemen oldular. 1950 den sonra DNA üzerinde yapılan çalışmalar, 2000 yılına geldiğimizde evrimi adım adım kanıtlamış durumda... Çünkü biz DNA yı, yani temel harfleri bulduğumuzda, artık sorunu daha rahat olarak çözebiliyoruz ve DNA nın üzerindeki çeşitlenmelerin neden meydana geldiğini sorduğumuzda, Darwin'in Doğal Ayıklanma Yasası ile karşı karşıya gelmiş oluyoruz. Bir başka deyişle, DNA üzerinde çeşitlilik, 'Doğal Ayıklanmaya tam ve gerçek bir temel oluşturuyor. Örneğin, siz herhangi bir solunum enzimini aldığınızda, aynı toplumda çok çeşitli farklılıkların olduğunu görüyorsunuz. İşte bu farklılığın olması, temelde evrimsel sürece bir taban hazırlıyor. Bunu doğanın bilinçli olarak getirmesi de olanaklı değil. Çünkü bilinçli de olsa, fazladan malzeme oluşturmasına gerek yok.

2000 yılı bizim için çok önemli bir yıldı, yeni binyıldı. Bugüne kadar doğal evrime bıraktığımız canlı soyunu, bundan böyle insan soyu giderek yapay bir evrimle yönlendirmeye çalışacak. Bunun sakıncalı yönleri de var, verimli olacağı yanları da olacaktır. Üzerinde düşünülmesi gerekiyor... Şimdi yediğimiz domateslerden sebzelerden tutunuz da, adı yeni yeni duyulan meyvelere kadar, bunların hepsi yapay evrim ya da araya girişlerle ortaya çıkmış ırklar, türler ya da alttürlerdir. Bugün sadece doğal lahanadan, ayrı ayrı yeni-

lebilir ve tür düzeyinde, 8 çeşit yeni ve görünüşleri farklı bitkiyi yapay yollarla oluşturabilmişiz. Bunların doğada ayrı yabani biçimleri yok ve hepsi insanın bizzat ürettiği sebzeler. Örneğin; marul, karalâhana, lahana gibi... Bunların doğal yollardan oluşması da mümkün, ama doğada bunlar uzun sürede meydana gelebilirler. Oysa insan evrimde araya girince, yeni ortaya çıkışlar kısa sürede, ama doğrudan insanın etkisiyle gerçekleşiyor. Biz artık yaşamımızı, doğanın kendi oluşumu ve uzun süren etkileşimine bırakamıyoruz. Bunun nedeni, eğer geçmişte insan soyu diğer canlıların bağlı olduğu kurallara uysaydı, yani 10 çocuk meydana getirip de, biri yaşasaydı, yapay evrime yönlenmemiş olacaktık. Ama doğanın işleyişine karşı çıkan bir sosyal yapıyı gerçekleştirdik.

Bunun ortaya çıkmasıyla da, ister istemez çevremizi de aynı biçimde yapay olarak yönlendirmeye başladık. Bunun getireceği kazanımların yanında bir dolu sorunlar da olacaktır. Ancak bir kez başlamışız ve bırakabilmemiz mümkün değil. Önümüzdeki yıllarda insan soyunun bugüne kadar düşünemeyeceği son derece ilginç bir yol izlenecektir ve biyolojide yeni yeni canlı türleri ve yapay dizgeler ortaya çıkacaktır. Bu kaçırılmazdır ve eğer insanlar gerçekten doğal yaşamak istiyorlarsa, en azından ilaç kullanmamaları gerekiyor. Örneğin hastalıklarda ilaç kullanmak, doğal oluşum ile araya girmektir. Çünkü doğanın kendisinde olmayan bir nesneyi dizgeye sokmuş oluyorsunuz.

Sonuçta gerçekçi olmak zorundayız ve Darwin dizgesini eğer iyi öğretirsek, okullarımızda iyi kavratırsak, 2000 yılından sonra olabilecekleri de insanlarımızı çok iyi bilinçlendirmiş olacağız. Yoksa diğer gelişmiş toplumların zorunlu

olarak gerisinde kalacağız. Darwinizm'e karşı olmak, gericilik, tutuculuk, tarihte elenmiş bir sürü toplumun başına gelen yok oluşun, sizin başınıza da gelmesi anlamındadır. Öyleki, ABD'deki Yüksek Mahkemenin orta eğitimde zorunlu evrim öğretisinin verilmesi kararının arkasında, 1957 yılından bu yana Amerika'nın bilimsel olarak gerilemesinin etkisi çok büyüktür. Anlaşılmıştır ki, Amerika'da Darwinizm okutulmadığı için, bilimsel gelişim kendini sürdüremiyor. Dolayısıyla, Darwinizm'in içeriğinden küçük parçalar alıp da, Darwin' in o çağda henüz bilmediği konulardan ona saldırıp, öğretiyi sözüm ona yıkma gibi bir saflığa düşmemek gerekiyor. Aksine onun mantığını kavrayıp, onu bütün sosyal gelişmelere de uygulamak gerekiyor.

"Evet Öykü, şimdi burada durup derin bir nefes alalım. Sen 2000 yılında doğdun, yani yeni bir yüzyılın başlangıcı."

"Evet öyle. Peki dedoş, 2000 yılının senin için anlamı neydi?"

"Senin yaşlarında bunu pek algılamıyordum. Ancak öğrencilik dönemlerinde hep 2000 yılını görebilmeyi arzuladım, bilim kurgu filmlerinin çok etkisindeydim. O günün yazarları, yeni binyılda insanoğlunun, uzak gezegenlere ulaşıp orada yerleşeceklerini kurguluyorlardı. Bu henüz gerçekleşmedi, ancak günün birinde bu da olabilir"

"İnsanoğlunun yeni bin yıla girerken ulaştığı en önemli aşamalarından birisi, kendi kökeninin ve soyunun nereden geldiğini yani genomunun bulunmasıdır. Bu olgu ve bulgular önümüze yeni kapılar açacak"

"Bu aşamaya gelinceye kadar bulununlar kadar, yanılgılar ve yanlış İnançlar da var ve devam ediyor"

"Bunun neden böyle olduğunu bilemeyiz. Bilgi ve düşünce eksikliğinden olabileceğini söyleyebiliriz ancak"

"O zaman kendi kendimize, edindiğimiz bu bilgiler ışığında soralım"

"Evrim ne kadar anlamlı ve onu anlamlı kılan ne?"

"Şimdi önümüzde çok karmaşık bir olgu var, bunu yadsıyamayız. Milyonlarca süren bir evrim ve değişim süreci, bunu gözlüyor, araştırma bulgularını elde ediyor ve gözlemliyoruz"

"Uslamlama ile (Akıl yürüterek) bu sürecin ne kadar gerçeğe uyduğunu irdeliyoruz"

"Evet, bunu yapmamız gerekli, çünkü evrimle ilgili o kadar çok kavram ve kuram gördük ki. Kimileri doğru, kimilerinin yanlış, çoğu zaman içinde anlaşılmış veya kanıtlanmış"

"Kimi de yadsınmış"

"Buradan evrim adını verdiğimiz kavramlar bütününe ulaştık."

"Doğal olarak kendi incelediğimiz ve anlayabildiğimiz kadarı ile"

"Evet, elde ettiğimiz bilgiler ile onların doğruluğunu veya yanlışlanabilir olduğunu gördük"

"Buradan nereye varacağız?"

"Bütün bu derlediğimiz ve tartıştığımız bilgilerin bir anlamı olup olmadığını veya ne kadar anlamlı olduğunu sorgulayacağız"

"Evet, bütün bu öğrendiklerimizi sözcükler ve yazılar haline dökerek derledik sayılır"

"Doğal olarak yazılı olması en güzeli; senin her zaman tekrarladığın söz neydi?"

"Yazılı olmayan bilgiler ve araştırmalar hiç yapılmamış demektir"

"Öğrendiklerimizi yazılı hale getireceğiz ve bütün bu olgular artık belleğimize yerleşecek ve orada yer edecek"

"Günü gelince onları kullanacağız ve başkalarına da aktaracağız"

"Evet, bu son söylediğin çok doğru, ancak belleğimizde daha önce soyumuzdan gelen bilgiler de var"

"Bunlar kuşaktan kuşağa aktarılarak bize ulaştı ve bizden de kendi soyumuzdan gelen, geleceğimize miras kalacak"

"Doğaldır ki, bütün tür özelliklerimizle birlikte"

"Evet, insan beyinin evrimi de incelemeliyiz, onun bir işlevi olan belleğimiz de edindiği bu yeni bilgiler ile bir evrim geçirecek"

"Evet, yoksa insanoğlunun bu günkü gelişmesi de olamazdı"

"Oh, çok yoruldum, galiba en zoru insanı ve onun düşünce yapısını anlamak olacak"

"Evet, bu çalışmamızın en değerli sonucu bu olmalı, evrimsel gelişimin amacı ve sonucu onu anlayabilecek ve çözümleyebilecek olan insan ve onun usu"

"Evrim kuramına pek çok karşı çıkışlar ve görüşler olmalı, biraz da onlara değinelim mi?"

Evrim Kuramına Bilimsel Karşı Çıkışlar

Belki insanlık tarihinin ilk dönemlerinden beri uygulanmakta olan öğretim ve eğitim yöntemleri, belki dini inançların etkisi, belki de insanın doğal yapısı, yeniliklere açık olmamasına ve onları kolayca kabul etmemesine neden olmuştur. Bu direniş, en fazla da, tam olmayan kanıtlarla desteklenmekte olan evrim kuramına karşı yapılmıştır ve yapılmaktadır. Özellikle dogmatik düşünceye yatkın olanlar, bu karşı koymada en önemli tarafı oluşturur. Bununla beraber son zamanlarda, birçok aydın din bilimcisi de içeri olmak üzere, iyi eğitim görmüş toplumların büyük bir kısmı, evrim kuramına sahip çıkmaktadır.

Evrim Kuramına Darwin'den beri bilimsel karşı koymalar da olmuştur. Özellikle çeşitlemelerin zamanla varlık kümeleri içinde kaybolacağı inancı yaygındı. Çünkü çeşitliliği olan bir bireyin, aynı özellikli bireyle çiftleşmediği durumda, bu çeşitliliğini o küme içinde yitirileceği düşünülmüştü. Varlık kümelerinin genetiğinde, çekinik özelliklerin, yitirilmeden kalıtıldığı bulununca, karşı çıkışların geçerliliği de tümüyle kaybolmuş oldu. Darwin, Pangeneze, yani anadan ve babadan gelen özelliklerin, bir çeşit karışımı ile yavrulara geçtiğine inanarak, hataya düşmüştü. Eğer kalıtsal işleyiş böyle olsaydı, iyi özelliklerin yoğunluğu gittikçe azalacaktı ve zamanla kaybolacaktı. Oysaki bugün, özelliklerin, sıvı gibi değil, gen denen kalıtsal birimlerle kalıtıldığı bilinmektedir.

İkinci önemli karşı koyma, bu kadar karmaşık yapıya sahip canlıların, doğal seçilimle oluşamayacağıydı. Çünkü canlının, hatta bir organın oluşması, çok küçük olasılıkların bir araya gelmesi ile olanaklıydı. Fakat canlıların oluşmasın-

dan bugüne kadar geçen uzun süre ve her bireyde ortaya çıkan küçük değişikliklerin, yani nokta değişinimlerin, zamanla gen havuzunda birikmesi, sonuçta büyük değişikliklere neden olabileceği hesaplanınca, bu karşı koymalar da kısmen zayıflamıştır.

Üçüncü bir karşı koymaya ise yanıt vermek oldukça zordur. Karmaşık bir organ yarar sağlasa da, birden bire nasıl oluşabilir? Örneğin omurgalılarda, gözün birçok kısımdan meydana geldiği bilinmektedir. Yalnız başına bir kısmın, herhangi bir işlevi olamaz. Tümü bir araya geldiği zaman görme olayı sağlanabilir. O zaman değişik kısımların ya aynı zamanda, birden meydana geldiğini varsaymak gerekiyor - bu varlık genetiği açısından olanaksızdır - ya da yavaş yavaş geliştiğini herhangi bir şekilde açıklamak gerekiyor. Bir parçanın gelişmesinden sonra diğerinin gelişebileceğini savunmak anlamsızdır; çünkü hepsi birlikte gelişmezse, ilk gelişen kısım işlevsiz olacağı için körelir ya da artık organ olarak ortadan zamanla kalkar. Bununla beraber, bu tip organların da nokta değişimlerin birikmesiyle, ilkelden gelişmişe doğru evrimleştiğine ilişkin kanıtlar vardır.

Evrim Kuramında dördüncü karanlık nokta, fosillerdeki bazı eksikliklerdir. Örneğin, balıklardan amfibilere, amfibilerden sürüngenlere, sürüngenlerden memelilere geçişi gösteren bazı fosiller bulunmakla beraber (bazıları canlı olarak günümüzde hala yaşamaktadır), tüm ayrıntıyı verebilecek ya da akrabalık ilişkilerini kuşkusuz şekilde aydınlatabilecek, fosil dizileri ne yazık ki bazı guruplarda bulunamamıştır... Bununla beraber, zamanla bulunan yeni fosiller, Evrim kuramındaki açıklıkları kapatmaktadır.

"Evet, sıra geldi yine değerlendirme ve özet bölümüne bütün bu öğrendiklerimizden bir sonuç çıkarmalıyız"

Evrim Süreci

Evrim, zaman içinde, birdenbire olmayan sürekli, niteliğe ve niceliğe bağlı gelişmelerin bütünü ve canlı türlerin aynı kökenden geldiklerini ve uzun süreçler içinde değiştiklerini savunan kuramlar dizgesidir. Evrenin evriminden söz edildiğinde ilk bulutsu yıldızların, gezegenlerin ve uyduların; proton, elektron, nötron gibi atom parçacıklarından da karmaşık kimyasal moleküllerin ve daha büyük niceliklerin oluşumu anlaşılır. Üzerinde canlıların evrimleştiği dünyamızın yaşı da artık günümüzde oldukça kesin yöntemlerle saptanabilmektedir. En tutarlı yöntem ışınsal saat yöntemidir. Bu yöntemle dünyanın yaşı 4.5 – 5 milyar yıl olarak saptanmıştır. Aynı yöntemle dünyadaki en eski canlıların yaşı da 3 milyar yıl olarak bulundu. Yani canlıların evrimi yaklaşık 3 milyar yıldır sürmektedir. Farklılaşmamış bir protoplazmadan tekhücreli ve çokhücreli bitkilerin ve hayvanların oluşumu da bir evrimidir. Bildiğimiz gibi, ilk canlının evrimleşmesi ile ilgili iki kuram ileri sürülmüştür: Birincisi abiyogenez kuramıdır. Bunu savunanlar canlıların canlı maddelerde bulunan etkin bir özden, uygun koşullar oluşunca ortaya çıkabileceğini ileri sürdüler. Buna karşı biyagonez kuramında ise, ilk canlılar uzun bir biyokimyasal evrim sonucu geliştiği açıklanıyordu.

Daha sonra da her canlı bir canlıdan doğduğu kuramı tarihin akışı içinde çeşitli değişiklikler geçirdi. Tarihöncesi çağda Hindular yaşamın bitkilerle başladığını, zamanla çamurdan çeşitli biçimlerde canlıların ve hayvanların oluşu-

mundan sonra insanın oluştuğunu düşünüyorlardı. İonialı düşünür Anaksimandros (İÖ 615–547) fosilleri inceledikten sonra dünyada karaların önceleri suyla kaplı olduğunu ve suyun buharlaşmasıyla birlikte yaşamın başladığını ileri sürdü. Anaksimandros'a göre insan, balığa benzer bir yapıdan farklılaşarak zamanla derisi kalınlaştı ve tüm dünyaya yayıldı. Anaksimandros evrenin evrimiyle ilgili olarak da kozmik maddenin çok hızlı bir biçimde dönmesi sonucunda evrenin oluştuğunu savundu. İ.Ö 6.yy'da Efesli Herakleitos (İÖ. 540 - 480) da fiziksel dünyanın sürekli bir değişim içinde olduğunu, maddelerin zamanla başka maddelere dönüştüğü görüşünü benimsemişti.

Eski Yunan düşünürü Anaksogaras'a İ.Ö. 500? - 428 göre kara hayvanlarının denizdeki varlıklardan geliyordu. Empedokles (İ.Ö 490 - 430) ve arkadaşları ise, dünyada maddelerin "sevgi" ve "nefret" (Etki - Tepki) güçlerinin etkisi altında oluşan dört ana maddeden evrimleştiğini ileri sürdüler.

Aristoteles (İÖ.384 -322) canlı ve canlı varlıklar üzerindeki incelemeleri sonucu biyolojik bir evrimin olmadığını belirtti; "türlerin değişmezliği" kuralı (türlerin değişime uğramadıkları ve yaradılış sırasındaki özelliklerini korudukları) Aristoteles'ten sonra 200 yıl boyunca yürürlükte kaldı.

Carl Linnaeus (1707 - 1778) uzun botanik incelemeler sonucunda türlerin başka türlere dönüşebileceğini benimsemesine karşın, yine de cinslerin değişmezliği kuralına bağlı kalarak evrime karşı çıktı. Karşılaştırmalı anatomi çalışmaları yapan Georges Buffon (1707 - 1788) evrimi doğrulayan görüşler ileri sürmüştü. Buffon, omurgalı hayvanların iskelet yapıları arasında benzerlikler bulunduğunu, özellikle kol ve

bacak kemiklerinin birbirleri ile uyumlu olduğunu söylemişti. İnsandaki apandisit gibi işlevlerini yitirmiş bazı organlara dikkat çekerek, bunların eskiden işlevlerini yaptıkları bir atanın varlığını gösterdiklerini ileri sürdü. İnsan dölütü üzerinde incelemeler yapan John Hunter(1728–1793), 1790'da dölütün gelişme süreci içinde sırasıyla balık, sürüngenler ve memeliler gibi daha basit hayvanlara benzerlik gösterdiğine işaret ederek biyolojik evrim kuramına önemli bir katkıda bulundu.

Georges Cuvier (1769 - 1832) günümüzde yaşayan hayvanlarla fosillerin iskelet yapısı arasında yakın benzerliklerin bulunduğunu gördü. Soyu tükenmiş fillerin dişlerini inceleyerek bunların evrimleşen türlerini tanımladı ve sınıflandırdı. Ayrıca bir kireçtaşı üzerinde bulunan kemik parçalarının soyu tükenmiş uçan bir sürüngenin olduğunu belirledi. Ancak yine de evrim kuramına karşı direndi ve bu soyu tükenmiş organların bazı büyük doğal afetler sonucunda yok olan hayvanların olduğunu söylüyordu. Evrim kuramını savunan ve bizim araştırmamızda yer alan diğer düşünürleri de sıraya koyduğumuzda;

Charles Bonnet (1720 - 1793), Erasmus Darwin (1731–1802), Jean Baptiste de Lamarck da (1744 - 1829) bulunuyordu.

Lamarck evrimle ilgili kuramını açıkladığı 1809'da yayımlanan; Philosophie Zoologique (Zooloji Felsefesi) adlı eserinde değişime uğrayan ve kazanılan özelliklerin başlıca iki nedeni olduğunu ileri sürdü. Bunlardan biri organizmaların farklılaşma ve daha karmaşık bir biçime yönelme eğilimi, diğeri ise, çevrenin bu eğilimi organizmaya zararlı olacak biçimde yönlendiren etkisidir. Koşullara göre bu de-

ğişim gelişme, farklılaşma, atropi ya da yeni organların oluşumu biçiminde olabilir. Kazanılmış özelliklerin kalıtım yoluyla soydan soya aktarıldığını varsayan Lamarck, fosil zürafalardan anlaşıldığına göre zürafaların atalarını boyunlarının kısa olduğunu ancak ağaçların üst dallarındaki yaprakları yiyemedikleri için zamanla boyunlarının uzadığını ve zürafaların sonraki kuşaklarının uzun boyunlu olarak doğduklarını belirtti. Lamarck, ayrıca yılanların fosillerinde bacakları olduğu halde, döneminde yaşayan yılanların bacaklarının olmamasını yılanların yaşadıkları koşullar nedeniyle sürünerek hareket etmeleri sonucu bacaklarını kullanmamalarına bağlamıştı. Lamarck'ın bütün örnekleri birbirine benzer, bütün bunların sonucunda şu kuramı ileri sürdü: "Kullanılan organlar gelişir, kullanılmayan körelir, kazanılan özyapılar ise dölden döle aktarılır"

Bu düşünceler, Herbert Spencer(1820 - 1903), Edward Cope (1840–1897) gibi araştırıcılar tarafından, olumlu karşılandıysa da yine bu kişiler çevrenin etkilerini öne çıkararak organizmaların iç eğilimini kanıtlanması güç ve doğaötesi olduğu gerekçesiyle yadsıdılar. Lamarck'çılığın bu yeni biçimine "Neolamarckçılık" denir. Ancak bu kuram tam anlamıyla kanıtlanmadı. Örneğin; birkaç kuşak demircilik yapan kimselerin çocuklarının teni esmer değildir, madencilerin çocuklarının gözleri genellikle sağlıklıdır. Mağarada yaşayan hayvanların bazıları kördür, ancak buradaki neden–sonuç ilişkisi de kanıtlanamadı. Lamarkçı görüşe karşı çıkanların gösterdiği en güzel örnekler; Çinlilerin çocuklarının ayaklarının küçük olması için onlara demir ayakkabı giydirmeleri ve Müslümanlarda sünnet olayıdır. Çinliler yüzyıllarca çocuklarına demir ayakkabı giydirdikleri

halde, doğan çocukların ayakları hep benzer büyüklükte kalmıştır. Müslümanlar yüzyıllardır çocuklarını sünnet ettirdikleri halde her yeni doğan yine sünnet derili doğmuştur.

19. yy da evrimle ilgili çok sayıda kanıt bulunduysa da evrimin hareket ve oluş düzeneği çözülemedi. Türlerin evrim sırasını açıklamak üzere çeşitli fosil dizinleri bulundu. Fosiller arasındaki ilişki ve fosillerin sıralanışıyla ilgili ilkeler ve yöntemler William Smith'ce (1769 - 1839) açıklandı. Aynı yüzyılda biyologlar, John Hunter'in dölütün gelişimi üzerindeki gözlemlerini sürdürdüler.

Karl Ernst von Baer (1792–1876); 1828 - 1837 arası bu konuda çeşitli yazılar yazdı ve gelişmiş hayvanların dölütlerinin daha basit hayvanlara değil, basit türlerin dölütlerine benzediğine işaret etti.

Charles Darwin (1809 - 1882) ve Alfred Russel Wallace (1823 - 1913) evrimi açıklayan yeni bir kuram ortaya attılar. Darwin ve Wallace birbirlerinde ayrı ve habersiz çalışarak aynı sonuçlara ulaştılar.

Darwin, 1831 - 1836 HMS Beagle adlı gemiyle Güney Amerika ve Galapagos Adaları'nı dolaştı, bölgenin hayvanları (hayvan varlığı) üzerinde incelemeler yaptı, Galapagos Adaları' ında yaşayan dev kaplumbağaların adadan adaya kesin farklar göstermesini ilginç bulan Darwin, bunun nedenini öğrenmek istiyordu. Fakat evrim düşüncesinin en açık kanıtlarını, Galapagos Kuşları sağladı. On iki türü olan bu kuşların değişik adalardaki beslenme koşullarına uygun olarak değişik biçimde gagaları vardı. Kimisi böcek, kimisi tohum, kimisi yaprak, kimisi de meyve yemeye elverişli olmasıydı.

1864'te Fritz Müller (1821-1897) bu bilgileri omurgalı hayvanların evrimine uyguladı. 1866 da Ernst Haeckel (1834-1919) "Biyogenetik yasası" nı açıkladı. Bu yasaya göre her dölüt türünün evrimsel değişimlerden geçerek gelişir ya da "kendi soyağacına tırmanır."

Gregor Mendel' in (1822 - 1884) 1865' te yayımlanan kalıtım yasalarıyla ilgili yazısı bu karşı çıkmalara gerekli yanıtı verdi. Darwin'in evrim kuramında çözülemeyen bazı konulara açıklık getiren Mendel' in yasaları ölümünden ancak 16 yıl sonra 1900' de öğrenildi.

Thomas Henry Huxley (1825 - 1895), Orta Avrupa' da iskeleti bulunan ve Kaba Taş Çağı'nda yaşamış olan ilkel insan (Neanderthal Man) kafatasının "Homo" cinsinin soyu tükenmiş bir türünün olduğunu göstererek insana primatlar takımı içinde yer verdi.

Walther Flemming (1843 - 1900) hücre çekirdeğinde, kromatin iplikçileri gördü ve 1888'de bunlara kromozom adı verildi, 1882' de Flemming hücre bölünmesini inceleyerek bu olayı mitoz diye adlandırdı.

1885'te mayoz olayını Edouard van Beneden (1846 - 1910) ortaya çıkardı. Karl von Nageli (1817- 1891) 1881'de iç eğilimle ilgili bir kuram geliştirdi, 1888'de bu kurama ortogenez adı verildi.

Hugo De Vries (1848 - 1935) değişinimin türler arasındaki farklılaşmanın bir nedeni olduğunu göstermişti. De Vries, çuha çiçeğiyle yaptığı deneyler sonucunda, yeni bir özelliğin birden bire ortaya çıkmasına "mutasyon-değişinim" adını verdi.

Bireyler arasında farklılaşmaya (varyasyon) neden olarak

değişinimin düzeneği gösterildi, ancak değişinim evrimi oluşturmak ve yönetmekte güçsüz kaldığı ve değişinim sonucunda bireylerin çoğunlukla sakat ya da ölü doğdukları ileri sürülerek bu düşünceye karşı çıkıldı. Genellikle yedi parmaklı kedilerde ya da albinolarda bu tür değişimler etkisizdir ve organizma için olumsuz bir durum yaratan genler, çevre koşullarının değişmesini bekleyerek bu olumsuz koşulların ortadan kalkmasından sonra organizma için yararlı olabilirler. Ancak evrimde bu kadar büyük değişimlere gerek yoktur. Çünkü genlerde ya da kromozomlarda oluşan çok küçük değişiklikler arka arkaya gelen kuşaklarda yinelenip büyüyerek tam bir dönüşüme neden olabilirler. Genlerin yapısı radyasyon, hücre bölünmesi sırasındaki düzensizlikler ısı ve bazı kimyasal maddelerce değişebilir. Canlının genetik materyalindeki değişim üç şekilde ortaya çıkabilir:

Bunlar, kromozom sayı değişimi, kromozom yapı değişimi ve gen değişimidir. Ancak genel olarak genler ve kalıtım materyali dayanıklıdır. Değişmeyen türlerin oluşumu bu tür aksaklıkların çok ender olduğunu göstermektedir. Yine de değişimler çok sık olmaktadır. Bu değişimler çoğunlukla çekiniktir ve birkaç kuşak boyunca çoğalıp iyice yerleşmeden ortaya çıkmazlar. Yavru canlı genlerinin yarısı annesinden yarısı babasından alır ve bu gen çiftleri zıt özellikte olabilir (biri baskın, diğeri çekinik). Arka arkaya aynı soy ve cinsten canlıların çiftleştirilmesi genlerin birbirini etkilemesine ve yeni değişimlerin ortaya çıkmasına neden olur. Bir türde bulunan kromozom ve gen sayısı değişmez olduğuna göre, belli sayının üstündeki genler kalamaz ve zararlı özellikler böylece yok olur. Yeni özelliklerin kazanıl-

ması eski özelliklerin kaybedilmesiyle dengelenir. Bir genin sonucu ortaya çıkan yeni "uyumsuz" gen, diğer genlerle bir araya geldiğinde değiştirilir ya da kısa bir zaman içinde yok olur. Değerli genler üstün nitelikli olarak eklenebilir, çünkü evrim süreci içinde farklı sayıda geni olan türlerin ortaya çıktığı görülmüştür.

Bu gibi olaylar sonucu oluşan özellikler organizma için yararlı olabildiği gibi zararlı da olabilir. Organizmadaki tüm kromozomlar iki, üç ya da dört katına çıktığı zaman, yararlı değişimler olur, buna "polyproidy" denir ve bu olay yeryüzünde bu kadar çok sayıda birbirinden farklı çiçek bulunmasının nedeni olarak gösterilir. Polyproidy yavrular ana babalarından çok faklı değildirler, ancak bazı ince ve önemli farklılıklar gösterirler. Örneğin, polyproidy sonucu eskiden zehirli olan bir bitki özü zararsız olur ya da çiçekleri gelişerek daha fazla sayıda ve daha büyük tohumlar verebilir. Günümüzdeki buğday türleri eski çağların diploid türlerinin tetraploid tiplerinin soyundan gelmektedir.

"Evet öyle, bu konuda Evrim abla ne düşünürdü acaba"

"Ondan gelen son ileti şöyle:

Sevgili Öykü,

Canlıların evrimi konusunda bir hayli yol aldınız sanıyorum. Ancak insan evrimi konusunda benim fazlaca önerim olamıyacak, çünkü mevcut bilgilerim daha çok hayvanların dünyası ve onların çeşitliliği ile yaşam alanları, doğaları ve çevre ilişkileri. Bu nedenle sana daha önce yolldığım, 'yok olan türler'le ilgili makaleye tekrar bir göz atmanı dilerim. Orada kimliğim ile ilgili ip uçları bulabilirsin. Sevgiler, Evriş

"Çok heyecanlandım, hemen o yazıyı bulmalıyım, işte

burada küresel ısınma ve iklim değişikliğinden bahsediyordu":

"İklim Değişikliğinin Belirteç Türleri: Kelebekler!.."

"Aman tanrım! şimdi anladım, hem bu neden daha önce neden aklımıza gelmedi?"

"Neyi buldun, yoksa karaçetenin gizemini mi çözdün?"

"Çok yaklaştım, ancak henüz emin değilim"

"Şimdi söyler misin, üç yıl önce şu 'kelebekleri gözlerken' çalışmamızda bize kim yardım etmişti?"

"Evet hatırladım, hani şu kelebek türleri tanımlama kartları vardı.. Onları kim hazırlamıştı?"

"Anımsıyorum, bir biyolog arkadaşımız, kelebek gözlemciliği..."

"Evet anlıyorum! bu Evrim, o Evrim"

"Ta kendisi, ancak soyadı neydi?"

"Onu bulmak çok kolay, hemen internete 'Kelebek Gözlemciliği' sitesini arıyorum"

"İşte burada.. Evrim Karaçetin"

"Bak şu işe, ' karaçete', Karaçetin olmalı, nasıl da anlamadık"

"Çünkü biz yakıştırdık da ondan, yalnız bir şey tutmuyor"

"Nedir o?"

"Benim bildiğim Evrim, Türkiye'de Erciyas Üniversitesinde bulunuyordu, ancak mesajlar bize yurtdışından geliyor"

"Evet, doğru bunu da araştırmamız gerekli"

"Peki bir sorun daha var, bize tekrar nasıl ulaştı ve bu konuda çalıştığımızı nereden biliyor? neden kimliğini saklasın?"

"Bırakalım, onu da kendisi yanıtlasın"

"Evet, şimdi de tüm öğrendiklerimizden bir bireşim yapalım"

"Dedoş bunu yapmak da sana düşüyor galiba!"

"Seve seve yaparım"

Bireşim-Sentez Kuramı

Düşünsel anlamda bireşim; yalından karmaşık olana, zorunludan olasıya, ilkeden onun uygulanmasına, genel yasadan bireysel duruma, nedenden etkiye, öncülden varılan sonuca giden düşünme biçimidir. Bu anlamda, evrim konusunda, milyonlarca yılı alan gelişim ve süreç ile insanoğlunun onu anlamada yapmış olduğu deneysel, bulgusal ve düşünsel çabaların bir bileşiminde yola çıkarak evrim kuramını anlamaya çalışalım:

1925'ten sonra Julian S. Huxley (1887-1975), J.B.S. Haldane (1892-1964), Thoeodosius Dobzhansky'nin (1900-1975) tarafından geliştirilen kuramlarda, organizmaların çevresel etkenler sonucu oluşan değişkelerle (modifikasyonlarla), genetik etkenler sonucu oluşan değişinimleri birlikte ele alınmasını öngörmüşlerdi. Çevresel etkenler uygun olmadığında tek başına genetik değişimlerin organizmanın yaşamı sürdürmesini sağlayamayacağını, aynı biçimde yalnızca çevresel etkenler sonucu oluşan değişkelerin kalıtsal oldukları için yeni türler oluşturamayacağını ileri sürdüler. Aslında bu iki tür değişim (varyasyon) arasındaki ilişki

şöyleydi: Kalıtsal etkenler olabilecek kalıcı değişimlerin sınırını çizerken, çevresel etkenler de başarıya ulaşabilecek değişimleri belirlemektedir. Başka bir deyişle kuram, kalıtımla–çevrenin etkilerinin(nature ve nurture) bir bireşimidir. Çevreyle, kalıtım etkenleri arasındaki ilişkiye örnek olarak kayışkıran otunda (Ononis arvensis) olan değişimler gösterilebilir. Kayışkıran otu killi toprakta büyüdüğü zaman uzun sivri dikenler çıkarırken, kireçli toprakta büyüdüğünde hiç diken çıkarmaz. Böylece kalıtımla aktarılan, belli bir özellik değil, belli bir ortamda gerekli olan özelliği oluşturulabilme yete-neğidir. Genetik değişimler, bir türün içinde yaşadığı çevreye uyum sağlaması (adaptasyon) için gerekli olan hammadde kaynaklarıdır. Sürekli değişmekte olan bir çevrede yaşayan organizma, kendisi için en uygun yeri bulmaya çalışır. Küçük adalar gibi yalıtılmış bölgeler ve güç yaşam koşulları dışında, doğal seçilim kavramı artık eskiden olduğu gibi kısıtlı olanaklardan yararlanmak için organizmaların sürekli birbirleriyle yarışması olarak düşünülmemektedir. Organizmalar güçlük çekmeden yaşayabilecekleri uygun bir yer bulmaya çalışırlar ve böyle bir yer bulunduktan sonra bazen genetik değişimler sürmesine karşın evrim durabilir. Örneğin günümüzde yaşayan "Lingula" bundan 100 milyon yıl önce yaşamış atalarından pek farklı değildir.

"Türlerin değişmekte olan ortama uyum sağlaması yavaş gelişen bir olaydır, güç fark edilebilir değil miydi?"

"Evet, iyi anımsadın, örneğin benekli güve, önceleri kahverengi üstüne beyaz benekliyken zamanla siyah üstüne daha seyrek benekli olmuştu"

"Çünkü bölgede gelişen ağır endüstri kuruluşları sonucu,

ağaç gövdelerinin rengi koyulaşınca güveler kolayca avlanabilir oldular."

"Bunun üzerine bir değişinim oldu, benekli güveler ağaç gövdelerinde görülmeyecek biçimde koyulaştılar ve bu yeni tür bölgede eski benekli güvelerin yerini aldı."

Başka bölgelerde daha önce oluşmuş değişimlerden yaşayan bazı canlılar, günümüzde evrim merdiveninde önemli bir basamak oluşturmaktadırlar. Hint Okyanus'unda uçları yuvarlatılmış yüzgeçleri bulunan bir balık türü, Avustralya'da havayla solunum yapan ve ağaç köklerine tırmanan ciğerli balıklar bu tür canlılardandır.

"Bunlara yaşayan fosiller demek daha doğru"

"Evet, sana katılıyorum"

Fosiller arasında da evrim zincirinin halkalarını tamamlayanlar vardır. Örneğin, jura jeolojik zamanına ait "Archaeoptery" adlı kuşların sürüngenlerden kökenlendiğine kanıt gösterilen kuşun hala sürüngen atalarından kalma dişleri, kanatlarının ucundaysa yine sürüngenlerdeki gibi tırnaksı yapıları vardır. Altın beş parmaklı memeli türü "Eohippus" tan (Hyrocotherium) nasıl evrimleştiğini gösteren bir fosil dizisi ortaya çıkarıldı. Omurgasız hayvanlarda da deniz kestanesi, denizyıldızı ve yumuşakçalar arasındaki ve ayrıca bitkiler arasındaki evrimsel ilişkiyi ortaya çıkaran fosiller bulundu.

Genel olarak evrimin beş evresi vardı:

1. Yeni tip bir canlının ayrılması(divergence)

2. Canlının bu yeni ortamda yaşayabilmek için gelişmesi (anagenesis)

3. Ayrı ayrı türlerin oluşması (adaptive radiation)

4. Yalnızca bir takım küçük değişikliklerin olduğu durgun devre

5. Ortama uyum sağlayamayan türlerin ortadan kaybolması (extinction).

Bir tür tümüyle yok olduğu ya da değişik ve yeni bir türe dönüştüğü zaman soyu tükenmiş olur.

Biyolojik evrimin iki ayrı gurup altında toplanabilir:

1. Bitkilerin evrimi (fotosentez ile yaşayan canlılar)

2. Hayvanların evrimi (fotosentez yapmayıp bitkilerle beslenen canlılar).

Bu ayrım hem besin zinciri açısından hem de doğadaki oksijen kaynakları açısından da geçerlidir. Yapılan incelemeler ile ilkel dünyada serbest oksijen olmadığı savı öne sürülmüştür. Şimdiki oksijeni ilk evrimleşen fotosentez yapan canlılara borçluyuz. Onların atmosfere yeterli oksijen vermesi sonucu oksijenli solunum yapan canlılar dünyada yürümeye başladılar.

Bu olaylar günümüzden yaklaşık 20 milyar yıl önce gerçekleşti. Omurgalılar 500 milyon yıl önce, kara bitkileri silüryen çağında 350 milyon yıl önce, iki yaşayışlı hayvanlar (amphibian) devonik çağda 300 milyon yıl önce kanatlı böcekler, sürüngenler ve kozalaklı bitkiler karbon çağında 250 milyon yıl önce vardılar. Memeliler triasik çağda 200 milyon yıl önce kuşlar ve çiçekli bitkiler jura çağında 160 milyon yıl önce ve insan pleistosen çağda 1 milyon yıl önce ortaya çıktı. Bilimlerdeki ilerlemeler günümüzde canlıların birimi konusuna değişik kanıtlar getirdi.

Yukarda sözü edilen jeolojik kanıtların yanında embriyoloji, karşılaştırmalı anatomi, sistematik botanik ve zooloji,

biyokimya, seroloji, histoloji, sitoloji, bitki ve hayvan coğrafyası, evcilleştirme konularında evrime kanıtlar sundu. Moleküler biyolojideki ilerlemeler ise evrimin moleküler düzeyde işleyişinin açıklanabilmesini sağladı. Günümüzün olanakları daha iyi gezilip incelenebilmesi özellikle insanın evrimi konusunda kanıtların elde edilmesini sağladı.

Fakat insanın evrimi oldukça yeni incelenen bir bilimsel konu olması nedeniyle birçok zorluk belirleniyordu. Örneğin farklı yörelerde bulunmuş fosillerin ayrı ayrı isimlendirilmeleri, başka başka müzelerde saklanmaları, bunları incelemede kesin kuralları olan bir yöntem geliştirilmemiş olması bu sorunların başında gelmekteydi. Bütün bu zorluklara karşın insanın evriminin doğru çizgisinin ana noktalarını kanıtlamaya yetecek bulgular ele geçirilmiştir.

Bunda özellikle bulunan örneklerin büyük katkısı olmuştur. Örneklerin öncelikle yaş tayinleri yapılır ve bu amaçla çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Oldukça güvenilir yöntemlerle yaşları saptanan fosillerin, organ gelişimi de saptanan yaş dizilimiyle uyum gösterip göstermediğine bakılır. Bu incelemeler sırasında kafataslarının, beyinlerinin hacmi ve bunların tüm bedenle oranı, çenelerinin yapıları dişlerin çene kemiği üzerindeki dağılımı ve ayrı ayrı dişlerin yapıları önemlidir. Leğen kuşak kemiklerinin durumu, kol ve bacak kemiklerinin yapı ve durumları, parmaklarının özellikleri, beden iriliği, omuriliğin beyine ulaşmasını sağlayan deliğin (foramen mağnum)dik ya da yatay oluşuna bakılır. Bulunan örneklerin yaş sıralaması yapıldığında bu özelliklerin giderek, bugünkü modern insana yaklaştığı görüldü.

Bu yaklaşma birdenbire olmayıp, aşamalı bir şekilde gerçekleşmektedir. Bu da evrimin özüne uygun düşmektedir.

Kuşkusuz, gelişim sırası içinde henüz bazı eksiklikler bulunmaktadır. Bunlar çizginin şüpheli olmasında değil, şu anda gerekli ara özdeklerin henüz ele geçmemiş olmasındandır. Bu incelemeler sırasında bulunan en önemli fosiller şöyle sıralanabilir. 1856'da Almanya'da Düsseldorf yakınlarında bulunan Neonderthal (Homo Neanderthalensis), 1924'te Afrika'da bulunan Australopitews Africanis, 1922 – 1937 yılları arasında Çin'de Homo erectus Pekinensis ya da Pekin Adamı yine bu gruptan Cava' da rastlanan Homo erectus (Cava Adamı)dır.

"Şimdi öğrendiklerimiz ışığında; Evrim kuramları ve temel evrim bilgilerinden edindiklerimizi bir de ben özetleyeyim derim"

"Organizmalar yüksek üreme yetisi gösterirler, ancak varlık kümeleri genellikle yaklaşık olarak ayni kalırlar"

"Yaşamda kalma ve onu sürdürme çabası, canlılar arasında yarışmaya neden olur. Hayatta kalıp üreyebilenler, yaşadıkları ortamda kendilerini daha üstün kılan özellikleri gözetenlerdir"

"Bu durum doğal seçilime neden olur"

"Pek güzel, doğal seçilimin başlıca öğeleri nelerdi onları da söylesek?"

"Onları da ben tekrarlıyorum"

"Örneğin, değişinimleri– Mutasyonları saymalıyız"

"Evet, onların düzenekleri neydi?"

"Göç nedeni ile varlık kümelerine yeni genlerin girmesi veya bazı genlerin ayrılması veya rastlantısal etkenlerle, genetik kayma oluşması örneğin sel, volkanik patlama, yangın,

vs. gibi etkenlerin kümelerin belli bir bölümünü ortadan kaldırması"

"Başka neler vardı? Evet, çiftleşmede eş seçimi hayatta kalma konusunda üstünlük sağlayacak genetik özelliklere sahip eşlerin seçimi"

"Çok doğru, birde çeşitliliğe sebep olan düzenekler nelerdi?"

"Eşeyli üreme (crossing over ve genetik rekombinasyon genlerin rastlantısal karışımını sağlar ve her döllenmede iki farklı genom birleşir), çekinik genler de genotipte saklanır. Heterozigot avantajı daha fazla üreme sağlıyordu"

"Bir de ortama uyum-Adaptasyon vardı. Ancak onlar çok çeşitliydi, biraz anımsayalım"

İklim veya diğer coğrafi etkenlerin canlının özyapılarında zaman içinde değişikliklere neden olması,

Değişik koşullar altında yasayan ayni tur canlıların, değişik özyapıları içeriyor olması,

Kendi içinde çoğalabilen, fakat diğer grupların bireyleriyle çiftleşemeyen canlı grubu yani; Türleşme,

Bir tür içindeki küçük bir grubun üreme açısından, ana kümden ayrılarak yalıtık bir hale gelmesi ve ana grup bireyleriyle artık çiftleşemeyecek kadar değişikliğe uğraması.

"Pek güzel, türleşmenin nedenleri ve çeşitleri nelerdi?"

" 'Coğrafi Yalıtım Yoluyla Türleşme' idi sanırım"

"Bir de, uyum yoluyla yayılma ile organizma kümelerlerinin ani (jeolojik zaman ölçeğinde binlerce yıl) çeşitlenmesini söyleyebiliriz"

"Daha başka?"

"Türleşme ve eşeyli üremenin de önemini belirtmeliyiz"

" Bir de büyük tür kümelerinin oluşumunu sağlayan değişmeler vardı, Bunlar nelerdi ?"

"Uzun zaman içindeki aşamalı değişimler...Hımm"

"Jeolojik zaman açısından kısa sayılabilecek bir sürede oluşan hızlı değişimler veya ani ortaya çıkışlar olmalı"

"Ancak buradaki kısa dönem, binlerce veya milyonlarca yılı kapsıyor"

"Pek güzel, bunun örnekleri nelerdi?"

"Merak edenler için bu tür daha yüzlerce örnek vardı değil mi?"

"Evet öyle"

Sonsöz

"Evet, evrim konusundaki çalışmamızın artık sonuna geldik sayılır. Oldukça fazla bilgi edindik, derledik topladık, kendimize göre yorumladık, birleştirdik ve bazı sonuçlara vardık"

"Peki, bütün bunları neden yaptık?"

"Birçok nedeni vardı, öncelikle nereden gelip, nasıl geliştiğimizi ve evrimleştiğimizi daha iyi anladık"

"Ayrıca yeryüzünün tarihi boyunca canlı ve cansız oluşumları araştırdık"

"Bu konuda insanoğlunun düşündüklerini, bulduklarını ve yanılgılarını anladık"

"Bilimsel araştırmanın ve deneyin, doğanın gizemini çözmede ve geçmişimizi anlamada ne kadar gerekli olduğunu kavradık"

"Başka... Evrim gerçeğinin ne olduğunun bilincine vardık."

"Evet, ama bu konuda Evrim Karaçetin ve diğer dostlarımızın katkılarını ve gönderdiği kayıtları unutmayalım. Ayrıca çalışmamıza, merak ve heyecan kattılar"

"Evrim abla da bu nedenle, bir hoşluk olsun diye kimliğini bize açıklamamış"

"Bunu nereden öğrendin?"

"Ondan son gelen ileti şöyle:"

Sevgili Öykü,

Benim kimliğimi sonunda bulacağını biliyordum. Bu Öykü şöyle başladı. Bir süre önce, konuk olduğum Üniversitenin üye kaydında adını gördüm, isteklerin bana da ulaşmıştı. Kelebek gözleminden sizi hatırladım, artık büyüyüp yaşamla ilgili diğer konulara da merak sardığını aldım ve sana yardımcı olmaya karar verirdim. Bu arada soruların çok akıllıca ve anlamlı bir dizge izliyordu, sanırım bütün bu bilgileri derleyip, birleştirip bazı sonuçlara vardınız. Ancak yaşamın evrimi devam ediyor, daha araştırılacak o kadar çok konu var ki doğada. Umarım bu amaca uygun bir meslek edinip, araştırıcı kişiliğin ve bu istencin ile insanlığa ve onun evrimsel gelişimine yardımcı olursun.

Benim doktora çalışmam sona eriyor. Yakında eve döneceğim, o zaman söz verdiğim gezilere birlikte çıkarız. Yurdumuz bu konuda gerçekten güzel bir hazine. Tıpkı define avcılığı gibi meraklı ve gizemli bir yolculuk olacak. Sevgilerimle, Evriş

"Evet, seni kutlarım, sonunda onu da buldun. Evrimim de dönüşünün yaklaştığına sevindim, nasıl devam ediyoruz?"

Biraz Da Geleceğe Bakalım

Evrim gerçeği bir kere belli olduktan sonra, on dokuzuncu yüzyıl doğa bilimcileri kendilerini evrimin gerçekte izlediği yolu bulmağa çalıştılar. Bir başka deyişle yaşam ağacını yeniden dikmeğe çalıştılar. Bulunan fosillerde kanıtlar vardı ve günümüzdeki biçimlerden farklıydı, gerçek atalarının izleri ancak onlarda bulunabilirdi. Ancak fosil kanıtları yine de oldukça yetersizdir hele onların ne kadar geç bulunduğu ve henüz bulunamayanların olduğunu düşündüğümüzde.

"Gerçekten de bugünkü bilgilerimizi, bulduğumuz fosillerden daha iyi anlayabiliyor ve deneylerle kanıtlıyoruz"

"Bulunmadığı zamanlarda veya açıklayamadığımız olaylarda, kuramlar türetiyoruz"

"Kuram olmadığı zaman bilimsel araştırma ve çalışma olmadığını da biliyoruz"

"Evet, günümüzde yaşam ağacının üst dallarına doğru hızla ilerliyoruz. Ama çözülecek pek çok sorun var"

"Gerçekten de, bugüne kadar bulunanlar evrim gerçeğinde bir arpa boyu yol olabilir"

"O zaman gidilecek daha çok yolumuz var demektir"

"Acaba ağacımız daha büyüyecek mi? yeni dalları nasıl gelişecek?"

"İklim ve doğa koşulları, özellikle küresel ısınma ve teknoloji bunu nasıl etkileyecek?"

"Çeşitlilik, azalmaya devam edecek ve yeni türler mi ortaya çıkacak? Bu hangi süreçte olacak?"

"Yeni türlerin ortaya çıkmasında, günümüzde nasıl bir değişinim düzeneği işliyor? Hızı ne?"

"Bütün bunlara da daha nice benzer soruların yanıtını günümüzde, ancak yaşam ağacının embriyolojik gelişimine bakarak anlayabiliyoruz, belki gelecekte yeni yöntem ve kuramlar ortaya konacak"

"Kimileri buna inanacak, kimileri inanmayacak"

"O zaman yine bir tekerlemeyi bu kez, öğrendiklerimizin ışığında söyleyelim"

"Ontogeni, filogeni öyküsünü yeniler"

"Ooo, çok öz ve anlamlı bunu nasıl yorumlayacağız"

"Birey, büyümesi sırasında, atalarının biçimlerini ve genlerini, şaşmaz bir düzen içinde taşır ve gelecek kuşaklara aktarır"

"Hepimizin geçmişi, bir kökene dayanır"

"Kısacası, birey kendi soy ağacına tırmanır"

Analitik: *Çözümlemeli*

Analoji: *Benzeşim*

Avantaj: *Yarar*

Dejenere: *Soysuz, yoz*

Dinamik: *Devinimsel*

Diyalektik: *Eytişim*

Embriyo: *Dölyatağı, oğulcuk*

Emisyon: *Sürüm*

Faz: *Evre*

Fonksiyon: *İşlev*

Frekans: *Sıklık, titreşim sayısı*

Germ: *Hücrecik*

Gurup: *Küme*

Heterojen: *Çok türel, ayrı cinsten*

Hipotez: *Varsayım*

Hiyerarşi: *Basamak*

Homojen: *Bağdaşık*

Islah: *İyileştirme*

İdeal: *Kusursuz*

İzole: *Yalıtık*

Kapasite:*Sığa, yetenek, oylum*

Karakter: *Özyapı, Temel belirti*

Kategori: *Ulam*

Koleksiyon: *Biriktiri*

Kombinasyon: *Birleştirme*

Konveksiyon: *Isı yayınım*

Konsantrasyon: *Derişim*

Korelâsyon: *İlgileşim*

Kriter: *Ölçüt, kıstas*

Mekanizma: *Düzenek*

Mertebe: *Aşama*

Modifikasyon: *Değişke*

Mutasyon: *Değişinim, dönüşme*

Nötr:*Yansız*

Organizma:*Oluşum*

Paradigma:*Paylaşılan ortak değer*

Paralel:*Koşut*

Parametre:*Değişken, nicelik*

Plan:*Tasar*

Plasenta: *Etene, son*

Potansiyel:*Gizil güç*

Program:*İzlence*

Radyasyon:*Işınım*

Rekombinasyon:*Yeniden birleştirme*

Retorik:*Güzel söz söyleme*

Risk:*Göze almak*

Ritim:*Dizem, tartım*

Sahip:*Gözeten*

Sentez:*Bireşim*

Sistem:*Dizge, düzen*

Spekülasyon:*Dayanaksız görüş*

Tedrici:*Derece derece*

Uterus-Rahim:*Dölyatağı*

Varyasyon:*Çeşitleme*

Zihin:*Bellek*

Zihniyet:*Düşünüş biçimi*

EVRİM SÖZLÜĞÜMÜZ

-A-

Abdomen: *Karın, böceklerde vücudun son bölümü.*

Abiyogenez: *Canlıların cansız maddelerden meydana geldiğini savunan görüş.*

Abiyotik faktörler: *Hava, ışık, su, toprak gibi çevreyi etkileyen cansız faktörler.*

Absorbsiyon: *Enerji ya da diğer bir maddeyi emebilme, soğurma. (Emilim). Hücre yüzeyinden gerekli maddelerin pasif taşımayla alınması. Bir maddenin enerjiyi veya diğer bir maddeyi emebilme, soğurma yeteneğidir.*

Açık dolaşım sistemi: *Hemen hemen tüm eklem bacaklılarda ve yumuşakçalarda bulunan, arter ve kan boşluğundan oluşmuş dolaşım sistemi.*

Açık dolaşım: *Kanın damarlardan dokular arasındaki özel boşluklara yayılıp, madde alış–verişi olduktan sonra toplayıcı damarlarla kalbe dönmesi.*

Açık tohumlu bitkiler: *Bu tür bitkilerde tozlaşma ve döllenme olduktan sonra gelişen tohum taslakları, tohum yaprakları (karpel) üzerinde açık olarak bulunduklarından açık tohumlular.*

Adaptasyon: *Canlının yaşama ve üreme şansını artıran çevreye uyumunu sağlayan ve kalıtsal olan özellikleri.*

Adenin: *Nükleik asitlerin yapılarında bulunan azotlu bir pürin bazıdır. Adenin yapısına katıldığı bazı moleküller; ATP, ADP, AMP, NAD, NADP vs. Adenintimin protein çiftinin bir azotlu bir bileşeni*

Adenovirüsler: *Çift zincirli DNA molekülüne sahip virüslere denir. Boyutları 70 – 80 nm olup hayvanlarda bazı tümörlere neden olur.*

Adenozin trifosfat (ATP): *Canlıların doğrudan kullandığı hücresel enerji molekülü, biyolojik enerji. Canlılarda enerji ihtiyacı için kullanılan ve parçalandığında 7000 kal. Isı açığa çıkaran biyokimyasal bir molekül.*

Adezyon kuvvet: *Su moleküllerinin diğer maddelerle yaptıkları bağ.*

Adrenalin: *Böbrek üstü bezinden salgılanan hormon.*

Aerob organizma: *Ancak oksijen varlığında yaşayabilen organizmalar (tam tersi "Anaerob").*

Aerobik solunum: *Hücrede yalnız moleküler oksijenin kullanıldığı bir solunum şeklidir.*

Akson: *Sinir hücrelerinin uzantısı.*

Aktif taşıma: *Yarı geçirgen bir zarda maddelerin az yoğun ortamdan çok yoğun ortama enerji harcayarak geçmesi olayıdır.*

Aktin: *Kaslarda kasılmayı sağlayan protein yapıdaki ince iplikler.*

Aktivasyon enerjisi: *Her kimyasal tepkimenin başlayabilmesi için bir enerji engeli vardır. Hatta enerji veren tepkimelerin dahi başlayabilmesi.*

Aktivatör: *Enzim tepkimelerini hızlandıran maddelere aktivatör denir. Özellikle mangan, nikel, klor ve magnezyum iyonlan enzimlerin etkinliğini artırır.*

Alell gen: *Bir geninin iki veya daha fazla alternatif formlarından birisi.*

Alell: *Bir karakter üzerinde aynı veya farklı yönde etkili olan iki veya daha fazla genden her biri.*

Alg: *Sulu ortamda yaşayan tek hücreli organizmalardır. Foto sentez ya da fagosite yaparak beslenir.*

Allantoyis kesesi: *Yumurta içindeki metabolik artıkların depolandığı embriyonik kese.*

Allen kuralı: *Allen kuralına göre, sıcakkanlı hayvanların soğuk iklimlerde yaşayan memeli ve kuş üyelerinin vücut çıkıntıları sıcak iklimde yaşayan akrabalarına göre daha küçüktür.*

Alveol: *Akciğerlerde genişlemiş küçük kesecik.*

Amebosit (Ameboid): *Amip benzeri hücreler.*

Amfoter özelliği: *Aminoasitlerde bir amin (NH_2), bir de asit grubu (COOH) bulunur. Amino grubu bazik, karboksil grubu ise asit karakter de olduğu için amfoter özelliği gösterirler.*

Amilaz: *Nişastayı parçalayarak şekere çeviren enzim. Tükürükte bulunan haline "Ptiyalin" adı da verilmektedir.*

Amiloz: *Nişastanın bir çeşididir. Glikoz moleküllerinin 1–4 bağları ile birleşmesinden meydana gelen düz zincir şeklindeki molekülleri.*

Amino asit: *Proteinlerin yapı taşıdır. Bir amino asit, amino grubu (NH_2) ile bir karboksil grubu (COOH) taşıyan bileşiklerdir. Çok sayıda amino asit peptid bağları ile bağlanarak proteinleri oluşturur.*

Amino asitler: *Protein zincirlerinde halkaları oluşturan moleküller. Bunların yirmi çeşidi vardır. Çoğunlukla isimlerinin ilk üç harfiyle gösterilirler.*

Amino-asit: *Hücrelerimizi oluşturan proteinlerin yapıtaşı olan canlı*

moleküller. 20 ayrı türü vardır. Vücudumuzdaki proteinlerin hangi amino-asitlerden oluşacağını genlerimiz belirler.

Amitotik bölünme: Hücrenin boğumlanarak ikiye bölünmesi, amitoz bölünme

Amitoz: Tek hücrelilerde (terliksi hayvan) görülen mitoz bölünmeye benzer bir bölünme şeklidir.

Amoeboid hücreler: Belirgin bir şekilde olmayan ve başka hücrelere farklılaşma potansiyeline sahip olan hücreler.

Amonyak (NH3): Protein metabolizması sonucu oluşan azot ve hidrojen bileşimi olan keskin kokulu bileşik.

AMP: Adenosin monofosfat. Pirofosfatı eksik ATP.

Amprik (yapay) sınıflandırma: Canlıların dış görünüşlerine ve görev benzerliklerine göre yapılan sınıflandırma.

Anabolizma: Protein sentezi ve fotosentez gibi hücredeki yapım tepkimeleri. Hücre bu yolla kendisine gerekli olan maddeleri sentezler.

Anabolizma(Asimilasyon=Özümleme): Enerjiyi kullanabilmek için küçük moleküllerden büyük moleküllerin sentezlenmesidir.

Anaerob bakteriler: Oksijensiz ortamda yaşayan bakterilerdir. Bu bakteriler gerekli enerjiyi besinleri oksijensiz reaksiyonlarda yakarak elde ederler.

Anaerob: Yaşamı için oksijen varlığına gereksinim duymayan.

Anaerobik solunum: Hücrede moleküler oksijenin kullanılmadığı bir solunum şeklidir.

Analog: Kökenlerinin benzer olmasına gerek olmaksızın, aynı görevi gören organlar. Ör. Midyedeki ve balıklardaki solungaçlar.

Analoji: İki farklı şey arasındaki bir benzerliğin vurgulanmak amacıyla karşılaştırılmasıdır. Karmaşık ve yeni kavramların, bilinen kavramların benzer özelliklerinden yola çıkarak daha kolay anlaşılır kılınmasında işe yararlar.

Anizogami: Farklı şekil, büyüklük ve yapıdaki gametlerin birleşimiyle yapılan eşeyli üreme şekli.

Anteridyum: Çiçeksiz bitkilerde ve mantarlarda erkek gametleri oluşturan kısa, silindirik yapıdaki kese.

Antijen: Canlı vücuduna dışarıdan giren ve antikor oluşmasını sağlayan yabancı madde.

Antikoagülan: *Kanın pıhtılaşmasını önleyen madde.*

Antikodon: *tRNA daki üçlü baz dizilişi.*

Antikor: *Vücuda giren yabancı maddeleri(antijen) yok etmek için vücudun ürettiği savunma maddesi.*

Antosiyanin: *Bitki hücrelerinin kofullarında bulunan bu pigmentler çiçeklerin, yaprakların ve meyvelerin renklerini değiştirirler.*

Antropojen: *Doğal bitki örtüsünün insanların çeşitli etkinlikleri sonunda özelliklerini yitirmesiyle ortaya çıkan yeni bitki örtüsü.*

Apandis: *İnce bağırsak ile kalın bağırsağın birleştiği yerde parmak şeklinde bir çıkıntı.*

Apandisit: *Apandisin iltihaplanması.*

Apoenzim: *Enzimin koenzim olmadan etkinlik gösteremeyen protein kısmıdır.*

Arboretum: *Doğru biçimde etiketlenmiş odunsu ve otsu bitkilerin teşhisi ve bilimsel araştırmalar amacıyla bir araya getirilip yetiştirildiği ortamlar.*

Arillus:*Döllenme sonrasında, bazı tohumların üzerinde oluşan ek örtü.*

Arkegonyum: *Genellikle şişe biçiminde, bir sıra verimsiz hücre tabakasıyla çevrilmiş boyun, karın kanal hücreleriyle yumurta hücresinden meydana gelmiş üreme organı.*

Arkeosit: *Süngerlerde, besin depolayan amoeboid hücrelere verilen ad.*

Asimetri: *Herhangi bir simetri tipine sahip olmama durumu.*

Asalak yaşam (Parazitizm) : *Bir arada bulunan iki canlıdan birinin diğerine zarar vererek yaşamasıdır.*

Asimilasyon: *bkz anabolizma*

Asit yağmurları: *Daha çok sanayileşme neticesinde atmosfere salınan zehirli gazlardan kaynaklanır. Sülfür dioksit, azot dioksit gazları, atmos-ferdeki su varlığıyla birleşerek asit yağmuru meydana getirir.*

Askus: *Askuslu mantarlarda eşeyli üreme, içinde mayozla sporun oluştuğu askus denilen bir yapı ile sağlanır. Sporlar, askuslardan fışkırtılarak dağıtılır.*

Atmosfer basıncı: *Atmosferin yer yüzünde bulunan her cisim üzerine yaptığı basınç. Deniz seviyesinde, 760 mm lik civa sütununun 1 cm2 alana yaptığı basınç "1 atmosfer" basıncıdır.*

Atom: *Cansız maddelerin en küçük birimi. Atomlar elementleri, elementler ise inorganik ve organik bileşikleri meydana getirirler.*

ATP: *Adenosin trifosfat. Hücrelerde yararlı kimyasal enerjinin, hücrenin çalışmasını sağlayan biçimi.*

Atriyum : *Kalbin önde bulunan iki odası (kulakçık).*

-B-

BAC (Bakteriyel Yapay Kromozom): *DNA parçacıklarını kopyalamakta kullanılan ve bir cins bakteride bulunan bir madde.*

Bağışıklık: *Bir organizmada, mikroorganizmalara ve bunların oluşturduğu maddelere karşı oluşturulan normal olmayan şartlara karşı koymayı sağlayan, doğal yada sonradan kazanılmış direnç.*

Bakteri: *Prokaryot hücre yapısındaki mikroorganizma. Monera aleminde yer alan zarla çevrili gerçek ve belirgin çekirdeği ve organelleri bulunmayan prokaryotik yapıdaki en ilkel tek hücreli canlı.*

Bakteriofaj: *Kendi neslini üretmek için bakterileri kullanan bir virüs. Bakterileri enfekte ederek ölümlerine neden olabilen virüslere verilen genel ad.*

Bal özü:*Çiçekler tarafından salgılanan tatlı ve genellikle kokulu bir sıvı.*

Balsam: *Sıklıkla odunsu bitkilerden elde edilen reçine ve bu reçinelerden yapılan ilaç.*

Basit proteinler: *Hidrolizlendiklerinde yalnız aminoasitlere ayrılan proteinlere basit proteinler denir. Bu gruba giren proteinler albuminler,globulinler, histon ve pı–otaminlerdir.*

Basit yağlar: *Basit yağ molekülleri, gliserol ve üç yağ asidinin birleşmesi ile meydana gelir.*

Bentik: *Deniz ve tatlı sularda dip ya da taban bölgesine ilişkin.*

Baskın Tür: *Bir kommünite içinde sayı bakımından üstün olan organizma. Yaşama birliğindeki en belirgin tür.*

Başkalaşım: *Bazı böcek ve kurbağa gibi canlıların, yumurtadan çıktıktan sonraki gelişme evrelerinde yapısal değişikliğe uğrayarak atalarına benzer hale gelmeleri.*

Baz: *Suda çözündüklerinde hidroksil (OH~) iyonu veren bileşikler.*

Bazal metabolizma hızı: *Besin alınması ve hareketsiz durumda vü-*

cudu canlı tutmak için gerekli enerji tüketimi. Yaşamın devamı için şart olan asgari metabolizma faaliyeti.

Bentik bölge: *Bentik bölge, sahil çizgisinden en derin yere kadar olan bütün diplerden oluşur.*

Bentos: *Gölün dibini oluşturan bentik bölgede yaşayan bitkisel ve hayvansal organizmaların oluşturdukları topluluktur.*

Bergman kuralı: *Bergman kuralına göre kuzey enlemlerde yaşayan homiotermal (sabit sıcaklı) hayvanlar, sıcak bölgelerde yaşayan akrabalarına göre daha büyük olma eğilimindedirler. Çünkü vücut büyüdükçe yüzey / hadm orantısı küçülür; büyük vücut daha küçük yüzeye sahip olacağından, iç vücut sıcaklığını korumada daha başarılı olur*

Besi doku : *Bir tohumun çimlenip ilk yapraklarını verinceye kadar geçen sürede besin ihtiyacını karşılayan doku.*

Besin kofulu: *Genellikle bir hücreli canlılarda ve akyuvar hücrelerinde bulunur. Bu kofullar büyük moleküllü besinlerin hücre zarının değişikliğe uğrayarak kese şeklinde hücreye alınması ile oluşur.*

Bilateral simetri: *Vücudun tam ortasından geçen bir düzlemin, vücudu iki eş yarıya (sağ ve sol) ayırdığı simetri tipi.*

Bileşik proteinler: *Nükleoproteinler, glikoproteinler, lipoproteinler ve fosfoproteinler gibi hidrolizlendiklerinde aminoasit ve aminoasit olmayan maddelere ayrılan proteinlerdir*

Bileşik yağlar: *Fosfolipit ve glikolipitler gibi bileşik yağların yapısına gliserol ve yağ asitlerine ilave olarak azot, fosfat, glikoz gibi maddeler de katılır.*

Bileşik yaprak: *Yaprak ayası parçalara bölünmüş, yaprak çok sayıda yaprakçıklardan meydana gelir.*

Binomial sistem : *İkili adlandırma.*

Biomass: *Belli bir alan veya hacimde bulunan birey sayısının biyolojik ağırlığına biyokütle (biomass) denir*

Bipolar : *İki uçlu veya iki kutuplu olma durumu.*

Birim zar : *Elektron mikroskobunda arası açık renk iki koyu çizgi halinde görülen iki protein tabakası halinde bulunan lipit tabakasından oluştuğu varsayılan yapı.*

Bistüri: *Laboratuarda kullanılan keskin bıçak.*

Bivalent : *Sentromeri henüz bağlı iki homolog kromozomun kardeş kromatitler oluşturmak üzere kendilerini eşlemesi sonucu oluşan grup.*

Biyogenez: *Canlıların kendilerine benzeyen canlılardan oluştuğunu açıklayan görüş.*

Biyokütle: *Belirli bir alan ve hacimde bulunan canlı ağırlığa biyokütle denir.*

Biyolüminesans: *Bazı canlılar tarafından, belirli bir metabolik yol izlenerek ışık meydana getirilmesi.*

Biyom: *Yaşam kuşakları. Yeryüzünün geniş alanlarına yayılmış bitki ve hayvanların doğal olarak kümelendirilebilicek özellikte olanlarının bulunduğu yaşama alanları.*

Biyosfer: *Canlı organizmaların birbirleriyle ilişkilerinin sürdüğü kayaç, su ve hava katmanlarından oluşan yeryüzü örtüsü. Dünyadaki bütün canlıların yaşadığı 16–20 km kalınlığında tabaka. Biyosferin deniz seviyesinden 8–10 km si atmofere, 8–10 km si okyanusların dibine doğru uzanır.*

Biyosfer: *Canlıların birbirleriyle ilişkilerinin sürdüğü kayaç, su ve hava katmanlarından oluşan yeryüzü örtüsü.*

Biyoteknoloji: *Özellikle DNA ve hücreyle ilgili konularda kullanılan biyolojik tekniklere verilen ad.*

Biyotik potansiyel: *Bir populasyonda ölümlerin en az, çoğalmaların en yüksek düzeyde olması sonucu populasyonun en çok artma oranı.*

Biyotop: *Canlıların yaşamlarını sürdürebilmeleri için uygun çevre koşullara sahip coğrafik bölgeler.*

Blastomer: *Embriyoda bulunan genç hücreler.*

Blastopor: *Embriyoda, dış hücrelerin içeri çökmesiyle oluşan ilkin girintinin açıklık kısmı, ilkin ağız açıklığı.*

Blastosöl: *Embriyonun erken safhasında, dış tabakadaki hücrelerin içeriye doğru bir girinti yapması sonucu oluşan, ilkin vücut boşluğu.*

Blastula : *Bir zigotun bölünerek 8 hücreli bir hücre topluluğuna dönüşmüş haline denir.*

Blastula: *Döllenmiş yumurtanın bölünmeler sonucu, ortası sıvıyla dolu olan bir hücre tabakasından oluşan yapı.*

Bowman kapsülü: *Nefronun ucunda, glomerulusu saran yarım küre şeklindeki bölüm.*

Böcekçil bitkiler: *Azotca fakir topraklarda yaşadıkları için ihtiyaç duydukları azotu böcekleri yiyerek temin eden Dionea, Drosera Nephentes gibi bitkilerdir.*

Brakte: *Çiçek sapı yaprakçığı. Çiçek sapının kaidesinde, sapın gövdeye bağlandığı yerde bulunan yaprakçık.*

Brakteol: *İkinci derecedeki brakte. Çiçek sapının üzerinde bulunan küçük yaprakçık.*

Bronş: *Soluk borusundan ayrılan akciğerlere giden iki boru.*

Bronşit: *Bronşlarda bakterilerin yerleşip üreyerek iltihaplanması.*

-C, Ç-

Calyx(Kaliks): *Mercanlarda, kalsiyum karbonat yapıda olan, kase şeklindeki dış iskelet.*

Cephalothorax: *Baş ve gövdenin kaynaşmış hali*

CDNA: *Tamamlayıcı DNA. Haberci RNA şablonundan sentezlenerek elde edilen DNA şeklinde de tanımlanabilir.*

Cenin: *Gelişmenin erken dönemindeki embriyoya verilen ad.*

Cıvık mantarlar: *Hem bitkisel hemde hayvansal özellik gösteren, gövdeleri ya tek yada çok çekirdek içeren, uygun olmayan şartlarda "Sklerotyum"adı verilen bir kist oluşturan canlılar.*

Cins: *Canlıların sınıflandırılmasında kullanılan bir terim olup, türleri içerisine alan taksonomik bir gruptur. Örneğin köpek (Canis), meşe (Quercus) gibi*

Compsognathus: *Dinozorlar takımının sürüngenler sınıfından olan ama kalça ve arka ayaklarının yapısı bakımından kuşlara yakın, nesli tükenmiş bir hayvan.*

Covper bezi: *Seminal sıvının oluşturduğu bezlerden biri.*

Crossing-over: *Eşey ana hücrelerinde gerçekleşen mayoz bölünmenin profaz I evresinde oluşan tetratların kromatitleri arasındaki parça değişimi.*

C Vitamini: *Meyve ve sebzelerde bulunan, eksikliğinde bağ dokusunda zayıflamara yol açan bir vitamin türü.*

Çanak yaprak: *Çiçeğin en dışındaki yapraklar.*

Çenek: *Çim yaprakları, kotiledon, Tohumlu bitkilerin tohumlarının çimlenmesiyle embriyolarından oluşan ilk yaprak ya da yaprakları.*

Çenek: *Tohum yaprağı. Tohumun yapısındaki bitki taslağında bulunan yapraklardanherbiri.*

Çift çenekli bitki (Dikotiledon): *Embriyolarında iki çenek yaprak (kotiledon) bulunan bitkiler. İletim demetleri gövdede belirli bir düzende yerleşmiştir.*

Çok yıllık bitki: *Yaşamlarını iki yıldan fazla sürdüren bitkiler.*

Çomak hücreleri: *Retinada bulunan ve beyaz ışığa karşı duyarlı olan, çubuk şeklindeki hücreler.*

-D-

D-amino asit: *Bakteri hücre duvarlarının polipeptidlerinde bulunan, proteinlerde bulunmayan amino asit.*

Dalak: *Omurgalı hayvanlarda lenfositlerin farklılaştığı ve alyuvarların parçalandığı, kan damarlarının bol olduğu lenfoid organlardan biri.*

Deaminasyon : *Bir molekülden amino grubunun çıkarılması işlemi.*

Dehidrasyon: *Kucuk molekullerin baglanmasi ile suyun cikmasi olayidir.*

Delesyon : *Bir tip kromozom mutasyonu sonucunda DNA daki bir bazın yada bazların yok olması hali.*

Denaturasyon: *Proteinlerin yapisinin bozulmasina denir.*

Dendrit: *Sinir hücresinin kısa olan uzantısı.*

Dendroid: *Ağaç dalı biçiminde dallanmış tüy.*

Dendroloji: *Botaniğin ağaç özelliğindeki bitkilerini inceleyen ve araştıran bilim dalı.*

Denitrifikasyon: *Azotun atmosfere bakteriler tarafindan geri gonderilmesidir.*

Dentat: *Dişli. İri ve keskin olan dişlerin eksenleri yaprağa dikey durumdadır.*

Dentin: *Kollajen ve kalsiyum tuzlarından oluşan, diş ya da pul yapısında bulunabilen sert madde.*

Dentisid kapsula: *Dişli kapsül. Açılma kapsülün uç kısmındaki dişlerin birleştikleri yerde olur.*

Dermis: *Hayvanlarda derinin alt tabakasına verilen ad.*

Deoksiribonukleik asit (DNA): *Canlılardaki yönetici molekül. Genetik bilgileri içeren ve hücre çekirdeğinde yer alan ikili sarmal molekül*

Deoksiribonukleotid: *DNA nın yapıtaşı olan molekül.*

Deoksiriboz: *C5H10O4 bileşiminde olan ve DNA nın yapı birimlerinden biri olan şeker. Genel adı pentoz olan monosakkarit.*

Deplazmoliz: *Plazmolize uğramış hücrenin tekrar su alarak eski haline dönmesi.*

Dış döllenme: *Erkek ve dişi eşey hücrelerinin vücut dışında birleşmesi ile meydana gelen döllenme tipi. Dış döllenme görülen canlılarda genellikle üreme su varlığına bağımlıdır (suda gerçekleşir).*

Diatom: *Bir fitoplankton grubu.*

Difüzyon: *Molekül ya da iyonların, çok yoğun oldukları bir ortamdan, daha az yoğunlukta bulundukları bir ortama doğru yaptıkları geçiş hareketi.*

Difüzyon: *Moleküllerin hareket enerjileriyle çok yoğun ortamdan az yoğun ortama hareket etmesi.*

Dihibrit: *İki karakter bakımından melez olan bireylere verilen ad.*

Diklin: *Bir eşeyli çiçek. Erkek üreme organlarının (andrekeum) ve dişi üreme organlarının (ginekeum) ayrı çiçekler üzerinde bulunması.*

Dikotiledon: *Embriyosunda iki çenek yaprağı bulunan bitki.*

Dimorfizm: *Bir tür içinde, iki farklı formun görülmesi durumu.*

Diploid: *Birbirinin aynısı halindeki çift kromozom setine sahip olan.*

Disakkarit: *İki mol monosakkaritin dehidrasyonu sonucu oluşan çift şeker. Maltoz, sakkaroz, laktoz gibi.*

Diskoid: *Disk biçiminde.*

Divergent: *Birbirlerinden ayrılmış ve uzaklaşmış şekilde.*

Diyabet: *Şeker hastalığı.*

Diyaliz: *Istenilen cozunmus maddelerin secici gecirgen zardan difuzyonudur.*

DNA: *Uzun bir nükleotid zinciri. Biyolojik bilginin kimyasal biçimi ve genlerin maddesi.*

DNA: *Uzun bir nükleotid zinciri. Biyolojik bilginin kimyasal biçimi ve genlerin maddesi.*

Doğalgaz: *Yer kabuğunun içinde metan, etan gibi çeşitli hidrokarbonlardan oluşan yanıcı gaz.*

Doku: *Belirli bir işi yapmak üzere özelleşmiş hücreler topluluğu.*

Domain: *Bir protein içerisinde bulunan ve kendine ait bir fonksiyona sahip bölüm. Tek bir protein içindeki domain bölümleri, hep birlikte proteinin total fonksiyonunu belirler.*

Dominant : *DNA üzerinde alel genler arasındaki baskınlık.*

Dominant: *Baskın gen.*

Dorsal: *Sırtsal yüzey. Sırt kısmı.*

Dorsifiks: *Sırttan bağlı. Flamentin antere sırt kısmından bağlı olması.*

Döl değişimi: *Eşeyli ve eşeysiz üremenin birbirini takip ettiği üreme sistemi, döl almaşı, metagenez.*

Döl yatağı: *Uterus. Dişi üreme sisteminde, fetusu doğuma kadar beslemek ve barındırmakla görevli kas yapısında bir organdır.*

Döllenme borusu: *Spermlerin yumurtayla birleştiği ve zigotu oluşturduğu tüp.*

Döllenme: *Yumurta ve spermin birleşmesi.*

Duyu siniri : *Dış yada iç reseptör organlardan yada duyu alıcılarından alınan uyartıları sinir merkezine ileten sinirler.*

Düz kas : *İç organların hareketini sağlayan ve istemsiz çalışan, demetler alinde, uzun, iğ biçimli, tek çekirdekli kas hücrelerinin bağ dokusu içerisinde meydana getirdiği kas tipi.*

-E-

E.coli: *Küçük boyutlu gen yapısı dolayısıyla genetik hastalık göstermeyen ve laboratuarda kolaylıkla üretilen bir cins bakteri. Bu sebeplerden dolayı genetik çalışmalarda yaygın biçimde kullanılır.*

Efektör: *Bir organizmanın uyarıya karşı reaksiyon gösteren vücut kısmı, örneğin kas.*

Effektör: *Sinir hücrelerinin bağlı olduğu ve sinirsel uyarılara karşı verilen cevabın yerine getirildiği bez, kas, hücre veya organlar, sonuçlandırıcı organlar.*

Egzotik: *Yerli olmayan canlılar.*

Ekdoderm: *Embriyo gelişimi sırasında meydana gelen dış tabaka.*

Eklem: *İskelet sistemini oluşturan, iki yada daha fazla kemiğin birbirne eklendiği kısım.*

Ekoloji: *Canlıların birbirlriyle ve çevreleriyle olan ilişkilerini inceleyen bilim dalı.*

Ekoloji: *Organizmalarla çevrelerini ve bu iki varlık arasındaki karşılıklı ilişkileri araştıran bilim dalı. Doğanın yapısını ve işlevini araştıran bilim dalı.*

Ekolojik Niş:*Populasyonun ekosistemdeki görevi.*

Ekosistem: *Bir çevredeki canlı ve cansızların tümü.*

Ekosistem: *Doğadaki canlı ve cansız varlıkların karşılıklı etkileşim bağlarıyla oluşturdukları sistem*

Ekoton:*Sınır bölgesi yaşama birliğidir*

Eksositoz : *Tek hücreli bir ökaryot canlının artık maddelerini boğum yaparak hücre dışarısına atma işlemi.*

Ektoderm : *Bir organın veya derinin en dış örtüsü.*

Ektoderm: *Embriyo gelişimi sırasında oluşan 3 tabakadan en dışta olanı, dış deri.*

Ektoparazit:*Başka bir canlının vücudu üzerinde parazit olarak yaşayan canlı, dış parazit.*

Ektoplazma: *Hücre içerisindeki sitoplazmanın çevresel veya dış bölgesi, dış plazma.*

Ekzoenzim: *Dış ortama salgılanan enzim.*

Elektroforesis: *DNA parçacıkları ya da proteinler gibi iri molekülleri, benzeri moleküllerle birarada bulunduğu karışımlarından ayrıştırmakta kullanılan bir yöntem.*

Elektron: *Atomun hareket halindeyken elektrik akımı oluşturan negatif yüklü parçacığı.*

Evrim: *İlkel canlı biçimlerinin gelişerek bugünkü biçimlerine ulaşması süreci.*

Elytra: *Kın kanat, kitinleşmişi kanat yapısı.*

Embriyo: *Gelişmesinin erken aşamalarındaki canlı (rüşeym, oğulcuk)*

Embriyo: *Zigotun gelişmesiyle oluşan genç organizma. Yumurtanın döllenmesinden sonra, oluşan canlı taslağı*

Emülgatör: *Besinlere katılan ve onların kararlı emülsüyon haline gelmesini sağlayan katkı maddesi.*

Endemik: *Belirli bölgeye ait canlı türleri.*

Endoderm : *Bir organın veya derinin en dış örtüsü.*

Endoderm: *Embriyo gelişimi sırasında oluşan 3 tabakadan, en içte olanı, iç deri.*

Endokard: *Kalbin içini örten bir sıra yassı epitel dokudan oluşan zar.*

Endokrin bez: *İç salgı (hormon) bezi.*

Endoparazit: *Bir canlının vücudunun içinde parazit olarak yaşayan organizma.*

Endopeptidaz: *Protein molekülünün iç bağlarını hidrolize uğratan bir proteinaz türü.*

Endoplazma: *Hücre içerisindeki sitoplazmanın orta veya iç bölgesi, iç plazma.*

Endositoz : *Tek hücreli bir ökaryotun besin maddelerini boğum yaparak hücre içerisine alma işlemi.*

Endosperm: *3n kromozomlu besi doku.*

Enerji: *Bir sistemin işlevini yerine getirebilme kapasitesi anlamına bir kimyasal terim.*

Enfeksiyon : *Bakteri, virüs, mantar yada protozoonların organizmaya girmesi durumu.*

Enfektif: *Enfeksiyona neden olabilme yeteneğine sahip.*

Enterosöl sölom: *Embriyonik gelişim sırasında arkenteron tavanında her iki yanda cepler oluşur. Daha sonra arkenteron ile bağlantılarını yitiren bu cepler, endoderm ve ektoderm arasında ara bir doku halinde gelişir. Bu ceplerin içindeki boşluklar bağırsaktan türediği için "enterosöl" adını alır. Sindirim sisteminden meydana gelen, cep şeklindeki vücut boşluklarıdır.*

Entogami: *Böcekler yoluyla tozlaşma.*

Entropi: *Bir sistemde düzensizlik durumuna ilişkin bir Fiziko kimya terimi.*

Enzim : *Organizmanın metabolik faaliyetlerini yürüten katalizör molekül (protein).*

Enzim: *Hücre içinde üretilen ve bütün hayat olylarını başlatan, hızlandıran, protein yapısındaki Katalizör proteinlere verilen ad. Biyokimyasal tepkimelerin gerçekleşme sürecini hızlandırır, ancak sürecin oluş biçimini etkilemezler.*

Enzim: *Özel kimyasal işlevi olan protein molekülü. Katalizör gibi davranarak reaksiyonları hızlandırırlar.*

Epidermis: *Epitel dokunun, en üst tabakası (genellikle vücudun en dış yüzeyini örten doku tabakası), üst deri.*

Epididimis: *Erkek üreme sisteminde, testislerin üzerinde bulunan spermlerin olgunlaştığı ve kısa bir süre depolandığı yer.*

Epifiz: *Beynin tabanında bulunan bir iç salgı bezi.*

Epigeik: *Toprak üzerinde gelişen.*

Epitel: *Hayvanlarda organizmanın vücut dışını ve iç organlarını astarlayan doku. Vücut dış yüzeyini, organların iç yüzeyini örten hayvansal doku.*

Erdişi: *Çift cinsiyetli, hermafrodit.*

Erepsin: *Proteinlere etki eden ince bağırsak özsularında bulunan enzim.*

Ergotin: *Çavdar mahmuzu özütü. İlaç yapımında kullanılır.*

Eritrosit : *Yapısında oksijen bağlama yeteneği olan hemoglobini bulunduran kan hücresi (alyuvar).*

Erozyon : *Ekolojik faktörler nedeniyle toprağın verimli tabakasının bulunduğu yerden, su, rüzgar, dalga ve buz gibi etkenlerle taşınması.*

Eşey Hücresi: *üremeden sorumlu hücre, gamet.*

Eşey: *Cinsiyet.*

Eşeyli üreme: *Erkek ve dişi bireylerin üreme hücrelerinin birleşmesiyle meydana gelen üreme. Farklı iki eşey hücresinin birleşmesiyle bir canlı oluşması.*

Eşeysel dimorfizm: *Erkek ve dişi eşeyler arasında vücut boyutu ve şekli, renk veya desen bakımından farklılıklar görülmesi durumu.*

Eşeysiz üreme: *Erkek ve dişi bireylerin ayrı üreme hücrelerinin söz konusu olmadığı, tamamen benzer genetik yapıda bireylerin oluşumunu sağlayan üreme tipi. Bir canlının özelleşmiş üreme hücrelerini meydana getirmeden tıpatıp atasına benzer canlıların oluşmasını sağlayan üreme şekli.*

Eşik sinyali : *Bir sinir hücresinde uyarının zarda değişiklik yapması için gereken minimum potansiyel farkı.*

Etoloji: *Canlıların davranışlarını inceleyen bilim dalı.*

Eucoelomata: *Gerçek sölom boşluğuna sahip canlılar. Endoderm ve ektoderm arasındaki boşluk.*

Evcik: *Bazı çiçeklerde tohumların saklı bulundukları oyuklar.*

-F-

Fagositoz: *Büyük parçacıkların (besinlerin veya yok edilecek olan yabancı maddelerin), yalancı ayaklar yardımıyla hücre içerisine alınması. Bazı tek hücrelilerde sitoplazma içerisine uzanan tüpsü yapı*

Fagositoz: *Hücre zarından geçemeyen büyük katı moleküllerin yalancı ayaklarla hücre içine alınmasıdır.*

Farinks: *Ağız ve burun boşluklarıyla, gırtlak ve yemek borusu arasındaki boşluk, yutak.*

Fauna: *Belirli bir ortamdaki hayvan türlerinin tümü. Bir ülke, bölge, özel bir çevre yada devreye has tüm canlılar*

Femur: *Uyluk kemiği.*

Fenoloji : *Çiçek açma, üreme, göç gibi iklime ve çevre koşullarına bağlı, periyodik biyolojik olayların incelenmesi ve kaydı.*

Fenotip: *Genlerin dış görünüşteki ifadesi*

Fermantasyon: *Bazı mikroorganizmaların ürettiği enzimlerin etkisiyle organik maddelerin uğradığı değişiklik.*

Feromon: *Alan belirlenmesi, topluluk içinde hiyerarşik düzenin sağlanması ve üreme döneminde eşlerin birbirini bulması gibi durumlarda etkili olan, "dış hormon" olarak da adlandırılabilen kimyasallar.*

Fetüs: *Embriyonun üçüncü aydan doğuma kadar tüm organ taslakları oluşmuş hali.*

Fibril: *Telcik. (miyofibril=kas telciği; nörofibril=sinir telciği)*

Fibrin: *Kanın pıhtılaşmasıyla oluşan ipliksi, ağsı yapı.*

Fikosiyanin: *Alglerde fotosentezde görev alan pigmentin adı.*

Filogenetik sınıflandırma: *Canlıların akrabalık derecelerine göre sınıflandırılması. Doğal sınıflandırma. Filogeni ya da Filojeni, biyolojide türlerin ortaya çıkışını inceleyen bilim dalıdır. Ana hedefi, tüm canlıların evrensel soyağacını ortaya çıkarmaktır.*

Filotaksis : *Gövde ekseni üzerinde yaprakların diziliş şekli.*

Filtre: *Akışkan olan sıvı yada gazı süzmeye yarayan gözenekli madde. Akışkandaki asıltı, çamursu ya da katı maddeleri ayırmaya yarar.*

Fitoplankton: *Çoğunlukla bir hücreli su yosunlarından oluşan, sularda yaşayan bitki topluluğu.*

Fitoplankton: *Suda pasif olarak hareket eden (yer değiştiren) ve bitkisel özellik gösteren organizmalar.*

Fiziksel Harita: *DNA daki kalıtıma bağlı olmayan, yani her DNA da bulunan tanımlanabilir nirengi noktalarını gösteren tablo. İnsan genleri için en ayrıntısız fiziksel harita 23 kromozomun eklemlenmelerini gösterir.*

Fizyoloji: *Canlılardaki yaşamsal olayları (işleyişi) inceleyen bilim dalı.*

Floem: *Bitkilerde organik besin taşıyan borular, soymuk boruları.*

Flora: *Belirli bir coğrafi alanda bulunan bitki türlerinin tümü. Belirli bir alanda bulunan bitkilerin tümü. Bakteriler için de flora kelimesi kullanılır.*

Floridean: *Kırmızı alglered karbonhidratlar ozel bir nişasta olan floridean şeklinde depo edilir.*

Folikül: *Memelilerde yumurtalıkta bulunan ve olgunlaşmış yumurtayı taşıyan kesecik. Küçük kese şeklindeki yapılara verilen genel ad.*

Fosfataz : *Bir molekülden su kullanraka fosfat grubunu ayıran enzim.*

Fosfodiester bağı: *DNA daki fosfat ile şeker arasındaki bağ.*

Fosfoprotein: *Protein sentezlendikten o proteine proteinkinazlarla fosfor eklenmiş hali.*

Fosforilasyon : *Bir moleküle forfor bağlanması için yürütülen biyokimyasal reaksiyonlar.*

Fosforilasyon: *ATP üretimi.*

Fosil: *Günümüzde yaşamayan canlıların eski devirlerden kalma, taşlaşmış kalıntıları. Milyonlarca yıl önce yaşamış canlıların korunarak bu güne kadar gelmiş kalıntıları.*

Foto–ototrof: *Işık enerjisini kullanarak, ihtiyacı olan organik besin maddelerini üretebilen canlılar.*

Fotoreseptör : *Göze gelen fotonların çarptığı ve zarında elektriksel bir uyarı meydana getirdiği özelleşmiş sinir hücresi.*

Fotoreseptör: *Işığa duyarlı almaçlar. Işığı algılayabilen duyu hücresi.*

Fotosentez: *Klorofil taşıyan hücrelerde görülen, ışık enerjisinin kullanılmasıyla su ve karbondioksitten organik madde sentezlenmesi ile sonuçlanan tepkimeler zinciri.*

Fototaksi: *Işığa bir cevap olarak yapılan yönlenme hareketi. Yeşil bitkilerin, güneş enerjisi ve klorofil pigmenti yardımıyla CO_2 ve H_2O dan besin maddelerini üretmesi.*

Fragmoplast: *Hucre ceperinin olusumu esnasinda cekirdek bolunmesinden sonra iki cekirdek arainda olusan selulozik yapiya denir.*

Fruktoz : *Genellikle meyvalarda bulunan ve yapısında 6 karbon atomu içeren bir çeşit şeker molekülü.*

Fundus: *Midenin genişlemiş kısmı.*

-G-

Gal: *Bitkilerde, böcek ya da mantar gibi organizmaların neden olduğu anormal gelişen yapılar.*

Galaktoz : *Altı karbonlu bir tür şeker (aldoz şekeri).*

Gamet: *Üreme hücresi, eşey hücresi. Erkek ve dişi üreme hücresina verilen ad.*

Gangliyon: *Merkezi sinir sistemi dışında bulunan, sinir hücrelerinin gövdelerinden oluşan sinir düğümü.*

Gastrin : *Mide suyunun salgılanmasını uyaran ve mideden salgılanan bir peptit hormonu.*

Gastrodermal: *Gastrodermisten köken alan, gastrodermis özelliklerini taşıyan.*

Gastrula : *Embriyonun blastuladan sonra oluşan, hücreleri içeri çökmesiyle ilk bağırsak boşluğunu meydana getiren erken embriyonik safha.*

Gece körlüğü: *A vitamini eksikliginde cikan hastalik.*

Gen Ailesi: *Benzer ürünler veren ve birbiriyle yakından ilintili genlerin meydana getirdiği grup.*

Gen Haritalaması: *Bir DNA molekülündeki genlerin göreceli konumlarının belirlenmesi. Bu haritalamada hangi genin bir diğerine göre molekülün neresinde yar aldığı ve aralarında neler bulunduğu belirlenir.*

Gen ifadesi: *Gen dilinin protein diline çevrilmesi sonucu protein yapımı.*

Gen Tedavisi: *Kalıtsal bozukluğun düzeltilmesi için sağlıklı DNA nın, hastalıklı hücrelere doğrudan zerk edilmesi.*

Gen: *DNA molekülünün ortalama 1500 nukleotitten oluşmuş canlının kalıtsal özelliklerinden herhangi birini taşıyan parçası. Kalıtımın temel fiziksel ve işlevsel birimi. Her gen, protein veya RNA molekülü gibi özel bir işlev taşıyan kromozomların belli bir noktasındaki nükleotid dizilerinden oluşur.*

Genetik bilimi: *Kalıtım bilimi.*

Genetik Kod: *mRNA boyunca üçlü gruplar halinde bulunan ve protein sentezleme sırasında üretilen aminoasit dizilerinin düzenini belirleyen nükleotid dizileri.*

Genetik: *Belirli kalısal özelliklerin örüntüsünü inceleyen bilim dalı.*

Genom: *Her bir canlının kromozomlarında yer alan kalıtsal malzeme.*

Genom : *Bir organizmanın sahip olduğu genetik şifrelerin tamamı.*

Genom Projesi: *İnsanın ya da başka canlıların genomlarının tamamının ya da bir kısmının haritasını ve diziliş biçimlerini saptamayı hedeflemeye yönelik araştırmalar.*

Glikojen : *Glikoz moleküllerinin yan yana gelmesiyle oluşan dallı polisakkarit zinciri (gereğinde parçalanarak Glikoz – 1 – fosfat a dönüştürülür).*

Glikojen: *Hayvanlarda besinlerle alınan karbonhidratların karaciğer ve kaslardaki depo şekli.*

Glikolipit : *Genellikle hücre zarlarında bulunan, lipitlerin şeker moleküllerine kovalent bağlarla bağlanması ile meydana gelen bileşik lipit.*

Glikoz: *(Heksoz) C6H12O6 molekül yapısındaki karbonhidrat.*

Gliserin: *Lipidlerin (yağların) yapısına katılan temel bir madde.*

Glukagon: *Pankreas tarafından üretilerek kana verilen, kan şekerini artırıcı etki yapan hormon.*

Gonad: *Eşey hücrelerinin üretildiği organlar, eşey organları. Üreme hücrelerini meydana getiren üreme organları.*

Granül: *Stoplazmada bulunan küçük tanecikler.*

GTP : *Hücre içerisinde meydana gelen bazı biyokimyasal reaksiyonlarda enerji için kullanılan bir tür molekül (Guanozin tri fosfat).*

Guanin : *DNA ve RNA nın yapısına katılan bir pürün bazı.*

Guatr: *Tiroid bezinin büyümesi sonucu oluşan hastalık.*

Gutasyon: *Bitkilerin yapraklarından damlalar halinde su atılması.*

-H-

Habitat: *Yetişme ortamı, bir canlının, bir türün içinde yaşadığı ortam. Bir organizmanın doğal olarak yaşadığı ve üreyebildiği yer.*

Habitat:*Bir organizmanın, doğal olarak yaşayıp üreyebildiği yerdir.*

Habitus : *Bir bitki yada hayvanın genel görünüşü.*

Haploid: *Tek kromozom setine sahip olan. Olgun bir üreme hücresinde bulunan kromozom sayısı, vücut hücrelerinin sahip olduğu kromozom sayısının yarısına sahiptir. Kromozom sayısının yarıya inmesi sonucu oluşan "n" sayıda kromozom taşıyan hücrelere haploid hücre denir.*

Havers kanalı: *Kemik dokudaki, sinir ve kan damarlarının geçtiği kanal.*

Heksoz : *Altı karbonlu monosakkarit.*

Helikaz : *DNA nın kopyalanması sırasında DNA nın helik zincirini fermuar gibi açan enzim.*

Hemoglobin : *Eritrositlerin içerisinde bulunan, yapısında demir atomu bulunduran ve oksijen bağlayabilen bir tür molekül.*

Hemoglobin: *Alyuvarlar içerisinde bulunan ve yapısında demir taşıyan, kırmızı renkli bir solunum pigmenti.*

Hemoglobin: *Alyuvarlarda O2 ve CO2 taşıyan, demir içeren protein.*

Hemolenf: *Bazı omurgasızlarda, hemosöl adı verilen vücut boşluğu içerisinde bulunan sıvı.*

Hemolitik: *Kan hücrelerine zarar veren.*

Hemosiyanin: *Bazı omurgasızlarda bulunan, demir yerine bakır içeren, mavi–yeşil renkli solunum pigmenti.*

Hemosöl: *Eklem bacaklılarda, gerçek sölom boşluğu yerine bulunan ve içinde solunum sıvısının dolaştığı vücut boşluğu.*

Hepatit B : *Kan yoluyla bulaşan ve karaciğer rahatsızlıklarına yol açan bir tür virüs.*

Herbivor : *Otlarla beslenen hayvanlura verilen genel ad.*

Hermafrodit: *Çift eşeyli, her iki eşeyin organlarını birlikte taşıyan, er dişi, monoik.*

Hermafroditizm: *Her iki eşeyede sahip canlı*

Heterojen : *Değişik karakterlere yada yapılara sahip olan.*

Heteronom metamerizm: *Vücudu oluşturan segmentlerin, birbirinden farklı yapıda olması.*

Heterosis: *(melez gücü) Melezlerin atalarına göre kazandıkları üstünlük.*

Heterospor: *Mikrospor ve makrospor gibi morfolojik ve eşey bakımından farklı sporlar.*

Heterotrof: *Kendi besinini üretemediği için, organik besinleri dışarıdan almak zorunda olan canlılar (ardıbeslek).*

Hibridizasyon (Melezleme): *Birbirini bütünleyen iki DNA zincirinin biraraya gelerek ikili sarmal biçimindeki molekülü oluşturması.*

Hibrit: *Melez*

Hidroliz : *Bir molekülün kovalent bağlarının su ile parçalanarak ayrılan kısımların birine H diğerine OH grubunun eklenmesi.*

Hidrostatik: *Suda sabit bir şekilde kalmayı ve yüzebilmeyi sağlayan.*

Hif: *Sporların çimlenmesiyle oluşan ve birden fazla çekirdek taşıyan, silindir şeklindeki tüpsü iplikçikler.*

Hipertermofil: *Aşırı yüksek sıcaklıkları seven.*

Hipodermis: *Dermis tabakasının alt bölümü.*

Hipofiz: *Beyin tabanında bulunan ve iki kısımdan meydana gelen bir iç salgı bezi.*

Hipogeik: *Toprak yüzeyinin altında gelişen ya da yaşayan.*

Hipotalamus: *Ön beynin alt bölgesi olup bazı organ ve bezlerin çalışmasını düzenleyen kısmı.*

Hipotonik : *İzotonik sıvıdan daha düşük osmotik basınca sahip olan sıvı.*

Histoloji: *Dokuları inceleyen bilim dalı*

Holoblastik bölünme: *Hücre bölünmesinin, yumurtanın tamamında gerçekleşmesi. gelişmiş organlar.*

Homeostasi: *Bir organizmanın içinde yaşadığı ortamla madde alış verişi yaparak, kendi iç ortamını belli sınırlar arasında dengede tutması.*

Homojen: *Bütün birimleri aynı yapıda olan.*

Homolog : *Aynı ayni işlevi yapmasa bile köken olarak, embriyonik dönemde aynı dokudan gelişen organlara verilen isim. Benzer, türdeş.*

Homolog kromozom: *Biri anneden, diğeri babadan gelen aynı gen çiftine sahip kromozomlar.*

Homonom metamerizm: *Vücut bölümlerinin birbirine eş bölmelerden oluşması.*

Homospor: *Yosun ve eğreltilerde morfolojik olarak birbirinin aynı olmakla birlikte, eşey fonksiyonları negatif, pozitif biçimde olan sporlar, izospor.*

Hormon: *Bedenin bazı özel hücrelerinde üretilen bir kimyasal. Kan dolaşımı yoluyla diğer hücrelere taşınır ve bu hücrelerin özelliklerinde değişiklikler yapar.*

Hormon: *Vücudun bir kısmında oluşturulan sonrada difüzyonla yada kan dolaşımıyla diğer kısımlarındaki hücrelere taşınarak onların çalışmalarını düzenleyen özel maddeler.*

Hücre içi sindirim: *Büyük moleküllü besinlerin, hücre içerisine alınarak, hücre içinde yapı taşlarına ayrılması.*

-I-

IAA : *Bitkilerde büyümeyi teşvik eden bir çeşit hormon. Uzun adı " İndol asetik asit"*

-İ-

İç döllenme: *Erkek ve dişi eşey hücrelerinin vücut içinde birleşmesi ile meydana gelen döllenme tipi. Erkek bireyin spermleri, belirli yapılar yardımıyla dişi vücuduna aktarılır ve dişinin vücudu içerisinde yumurta hücresini döller.*

İçgüdü : *Organizmayı o türe özgü olan bir amaca sürükleyen hareket eğilimi (Örneğin örümceğin ağ örmesi gibi)*

İki evcikli: *Dioik.*

İletim demeti: *Bitkilerde organik ve inorganik besin maddelerinin iletiminin yapıldığı odun ve soymuk borularından oluşan yapılar.*

İmmünoloji : *Organizmanın hastalıklara karşı direnç gösteren bağışıklık sistemini inceleyen bilim dalı.*

İmplantasyon: *Döllenmiş yumurtanın rahim in (uterus) Yumuşak dokusuna gömülmesi, döl tutma.*

İndikatör: *Belirleyici. Bazı durumlara karşı hassasiyet göstererek ya da cevap oluşturarak, o durumlar hakkında ipucu veren.*

İnorganik madde: *Canlılardan elde edilmeyen ve canlıların yaşadığı çevrede bulunan maddeler(karbondioksit, su, tuz vs.)*

İnsektivor: *Böcekler ile beslenen canlılar.*

İnsülin: *Pankreasın Langerhans adacıklarında salgılanan ve kanda şeker oranını ayarlayan, birçok hücre için büyüme faktörü olarak görev yapan, 21 ve 30 amino asitlik iki polipeptis zincirinden oluşan protein yapısındaki hormon.*

İnterferon: *Hücrelerin virüslere karşı ürettiği özel savunma maddesi.*

Islah: *Bitki yada hayvanlarda türün iyileştirilmesi işlem.i*

İnvitro : *Hücelerin, dokuların, organların ait oldukları organizmaların dışında yapay ortamlar içinde yetiştirilmeleri veya bulunmaları.*

İnvivo : *Ait olduğu hücre veya organizma içerisinde yapılan deney.*

İris: *Gözün saydam tabakasının altındaki damar tabakadan oluşan renkli kısmı.*

İyon pompası : *Hücre zarında bulunan ve iyon akışını düzenleyen kompleks protein molekülü.*

İzolasyon: *Ayrılma, yalıtım. Biyolojide herhangi bir sebeple populasyondaki fertlerin birbirleriyle olan ilişkilerinin kesilmesi*

İzomeraz : *Molekül içerisinde atomların yerlerini değiştiren enzim.*

İzospor: *Benzer yapıdaki sporlar veya bu tip sporlara sahip canlılar, homospor.*

İzotonik : *Hücrenin iç ve dış ortamının zını osmotik basınca sahip olma durumu.*

İzotonik: *Aynı ozmotik basınca sahip olan ortamlar. örneğin, Salpa da kan, içindeki madde yoğunluğu (kan hücreleri, proteinler, mineraller vd.) bakımından deniz suyuyla eşdeğerdir.*

-J-

Jel : *Kolloit sıvıların yada sollerin pıhtılaşması ile oluşan pelte koyuluğunda madde.*

Jelatin : *Açık sarı, suda çözünebilen ve hayvanlardan elde edilen pelte kıvamında, suda kaynatıldığı zaman çözünen, oda sıcaklığında katı hale geçen bir protein.*

-K-

Kadavra: *Tıp öğreniminde üzerinde çalışmak için hazırlanmış ölü insan ya da hayvan vücudu.*

Kafein : *Kahve taneleri ve çay yapraklarında bulunan, merkezi sinir sistemi üzerinde uyarıcı etkisi olan, fosfodiesteraz aktivitesini engelleyen bir pürin alkaloit.*

Kalaza : *Kuş yumurtalarında vitellusu (yumurta sarısı) karşılıklı iki taraftan zara bağlayan iki sarmal banttan her biri.*

Kalıtım : *Canlının genetik şifresinin kendisinden sonra gelen nesle/yavrulara aktarılması.*

Kalsitonin : *Tiroid bezi tarafından salgılanan, kemiklerde kalsiyum depolanmasını hızlandıran bir hormon.*

Kambiyum: *Bitkilerin iletim demetlerinde, bir ya da birkaç sıra meristematik hücre tabakasından oluşan, ikincil kalınlaşmayı ve enine büyümeyi sağlayan doku.*

Kanser : *Organizmada meydana gelen ve hücreleri kontrolsüz büyüyen kötü huylu tümörlere verilen genel ad.*

Kanser virüsü: *Normal bir hücreyi kanser hücresine dönüştürebilen virüs.*

Kapalı Dolaşım: *Kanın kalp ve damarlardan oluşan kapalı bir sistem içerisinde dolaşmasıdır.*

Kapsit: *Virüslerin çekirdek asitlerinin dışında bulunan, tek tip ya da birkaç tip proteinden oluşan kılıf.*

Karnivor: *Hayvansal besinler ile beslenen canlılar.*

Karotenoid: *Bitkilerin çiçek ve meyve kısımlarında bulunan pigment grubu.*

Karpel: *Tohum taslaklarını ve özellikle tohumları örtmek için birkaç makrosporofilin kendi üzerlerine katlanarak ya da biraraya gelerek oluşturdukları tek ya da çok gözlü olabilen tohum zarfları.*

Karsinojen: *İnsanlarda ve hayvanlarda, kansere neden olabilen kimyasal maddeler.*

Karsinojenik: *Kanser üreten.*

Kas tonusu: *İskelet kaslarının, dinlenme durumundaki kasılı hali.*

Katabolizma(Disimilasyon=Yadımlama): *Solunum amacı ile büyük moleküllerden küçük moleküllerin oluşmasıdır.*

Katalizör: *Kimyasal tepkimeye katılmadan tepkimenin hızını artıran madde*

Kazein: *Sütte bulunan bir çeşit protein.*

Kazık kök: *Ana kökün yan köklerden daha fazla gelişme göstermesi.*

Kemolitotrof: *Enerji kaynağı olarak kimyasal bileşikleri, elektron kaynağı olarak da inorganik maddeleri kullanan.*

Kemoreseptör: *Kimyasal maddelere karşı duyarlı olan almaçlar.*

Keratin: *Omurgalı hayvanların derisinin, tırnak saç, boynuz gibi yapılarında bulunan, suda çözünmeyen sert protein.*

Kilobase: *1000 nükleotidlik DNA parçalarını esas alan ölçü birimi.*

Kitin: *Oldukça dayanıklı yapıda, N–asetil glikozamin den meydana gelmiş, bir tür nötr polisakkarit.*

Kloak: *Bazı canlı gruplarında, sindirim, boşaltım ve üreme sistemlerinin son ürünlerinin dışarı bırakıldığı ortak tek açıklık.*

Klorofil : *Bitki hücrelerinde, Kloroplast adı verilen bir pigmentin içerisinde bulunan ve ışık enerjisini absorbe ederek kimyasal enerji halinde depolayan bir tür molekül.*

Klon Bankası (Genom arşivi): *Bir canlının tüm genomunu temsil eden DNA parçacıklarının klonları.*

Klon: *Bir tek hücreden üremiş hücreler topluluğu.*

Klon: *Genetik olarak birbirinin aynı olan canlılar.*

Klorofil: *Fotosentez tepkimelerinde güneş enerjisini kimyasal enerjiye çeviren, yapısında Magnezyum (Mg) içeren, yeşil pigment maddesi.*

Kloroplast: *Yeşil renkli klorofil pigmentini taşıyan plastit.*

kloroplastlar: *Bitki hücreleri içinde tutulan ışık enerjisinin ATP ye dönüştürüldüğünü bölmeler*

Knidosit: *Omurgasızlarda görülen, içinde yakıcı kapsüller taşıyan, savunma veya beslenmede görevli olabilen özelleşmiş hücreler.*

Kodon: *Özel bir amino asiti şifreleyen üç nukleotitten olşan mRNA üzerindeki birim.*

Koenzim : *Bir enzimi aktif hale getiren, enzimin protein olmayan bileşeni.*

Kohezyon: *Aynı cins moleküller arasındaki çekim kuvveti.*

Kohlea: *İç kulakta salyongozda bulunan yapı.*

Kokon: *İçine yumurta ya da tohumların bırakıldığı yapı.*

Kolesistokinin: *İnce bağırsaktan salgılanan ve karaciğeri uyaran hormon.*

Koleteral: *Ksilem ve floemin üstüste bulunması.*

Kolloid: *Parçacık büyüklüğü 1–100 mm olan madde*

Koloni: *Aralarında işbölümü yapan tek hücreli organizmaların bir araya gelerek topluluk oluşturmaları.*

Kommensal: *Birlikte yaşayan iki canlı türünden birinin fayda sağladığı, diğerinin ise hiçbir şekilde etkilenmediği ortak yaşam biçimi.*

Kommünite:*Belirli bir yerde bir arada yaşayan çeşitli populasyonlardan oluşan topluluk.*

Konakçı: *Bir parazit canlının üzerinde yaşadığı diğer canlı.*

Kondrin: *Kıkırdak yapı hücrelerinin salgıladıkları ara madde.*

Kondrosit: *Kıkırdak doku hücreleri.*

Koni hücreleri: *Omurgalıların gözlerinde, retinanın arkasında yer alan, koni şeklindeki, ışığa son derece hassas olan ve renkli görüntünün algılanmasından sorumlu olan hücreler.*

Konjugasyon: *İki hücrenin geçici olarak gen alış–verişi yapmak için birleşmeleri.*

Konsantrasyon: *birim hacimde bulunan madde miktarı.*

Kontraktil vakuol: *Tatlı sularda yaşayan bir hücrelilerde, açılıp büzülerek, fazla suyu ve metabolizma atıklarını hücre dışarına atmada görevli olan organel.*

Kopulasyon: *Çiftleşme.*

Korda: *Omurgayı oluşturan ilkin iç iskelet (Sırt ipi).*

Kornea: *Gözün en dışta bulunan sert tabakasının yaklaşık 1/6 sını oluşturan ön bölgesi, saydam tabaka.*

Kotiledon: *Çenek. Çim yaprakları.*

Kozmik madde: *Evreni meydana getiren madde.*

Kozmik: *Yıldızlar arası, uzaylarla ilgili olan*

Kökçük: *Kara yosunlarında olduğu gibi, ilkel bitkilerde bulunan, tek ya da çok hücreden oluşmuş, kök görevini yapan basit yapılar. Rizoit.*

Kromatofor: *Pigment içeren ve canlının deri renginin değişiminden sorumlu olan organel.*

Kromotin iplik: *Dinlenme halindeki ökaryot hücrenin çekirdeğinde bulunan kromozomların karmaşık hali.*

Kromozom : *Hücrenin bölünme aşamasında görülen, iğ ipliklerinin kısalıp dönümler yaparak meydana getirdiği yapılar.*

Kromozom: *DNA ve nükleoproteinden oluşmuş yapı. Hücrenin kendi kendini eksiksiz olarak kopylalamasına yarayan tüm bilgileri içeren ve hücre çekirdeğinde yer alan DNAlar.*

Kroner damarlar: *Kalbi besleyen ince atardamarlar.*

Krossing over: *Mayoz bölünmede, tetratların kromotidleri arasında karşılıklı gen alış–verişi, parça değişimi.*

Ksilem: *Bitkilerde su ve mineral taşınmasından sorumlu olan borular, odun boruları.*

Kupula: *Fındık tipi meyveyi taşıyan, kadehe benzer yapı.*

Kursak: *Kuşlarda, boğazda kese şeklinde genişlemiş ve besin depo edilen bölge.*

Kütikula: *Su geçirmeyen, koruyucu, mumsu yapıdaki tabaka.*

-L-

Laktoz : *Sütte bulunan ve sütün buharlaşmasıyla kristal halde toplanan bir disakkarit.Süt şekeri.*

Larva : *Ergin karakterlerini kazanmadan önceki genç hayvan.*

Larva: *Bazı hayvanların hayat devrelerinde görülen ve metamorfoz sonucunda ergin hale benzeyecek olan yavru evresi.*

Lenf: *Lenf damaları içerisinde dolaşan, kan plazması, akkan. Akyuvar içeren, kan plazmasına benzeyen renksiz sıvı.*

Lenfatik sistem : *Omurgalılarda vücuda yayılmış, kan dolaşım sisteminin uçlarına bağlı ince kılcal ağ.*

Lentisel: *Kovucuk. Mantar özüne dönüşmüş gövde kısımlarında havanın girip çıkmasını sağlayan aralıklar.*

Leptoten : *Mayoz bölünme profazında görülen ve kromatin maddesinin ince iplikler halinde ortaya çıktığı erken evre.*

Lignin: *Odun özü denilen su geçirmez madde.*

Lipaz: *Lipidleri (yağları), yağ asitleri ve gliserine parçalayan sindirim enzimi.*

Liyaz : *Bir molekülün parçalanmasını yada bir grubun molekülden uzaklaştırılmasını sağlayan enzimler.*

Lob/lop: *Beyin, karaciğer gibi organların parçaları bölümleri.*

Lokus: *Kromozomların üzerlerinde genlerin bulunduğu özel yerler.*

Lökoplast: *Bazı bitki hücrelerinde yedek besin depolayan renksiz madde.*

Lökosit: *Akyuvar, fagositoz yapan, antikor üreten, renksiz kan hücresi.*

Lösemi : *Beyaz kan hücrelerinde görülen kanserlerin genel adı.*

Lusiferin : *Derin deniz balıkları, sölenterler, ateş böceği gibi organizmalarda enzimle okside olunca ışık veren bir tür madde.*

Lütein: *Folikül hücrelerinde meydana gelen, yumurta sarısına renk veren pigment.*

-M-

Makrofaj : *Bağ dokusunda, akciğerlerd,e alveolar ve merkezi sinir sisteminde mikroglia ve kemik dokusundaki osteoklastlarla aynı olduğu düşünülen, mikroorganizmaları fagosite edip yok eden bağ dokusu hücresi.*

Makrofil/Makrosporofil: *Makrosporangiyumları taşıyan yapı. Makrofil de denir. Çiçekli bitkilerde pistile özdeştir.*

Makroportal: *Arkegonyumları oluşturan portal.*

Makrospor: *Megaspor. Makrosporangiumlardan meydana gelen büyük ve dişi olarak kabul edilen sporlar. Çiçekli bitkilerde embriyo kesesine özdeştir.*

Makrosporangiyum: *Makrosporları oluşturan yapı. Megasporangiyum da denir. Çiçekli bitkilerde polen kesesine özdeştir.*

Mantar : *Mikroskopik yada makroskopik olan parazit, saprfit yada simbiyoz olarak yaşayan, klorofilsiz, zehirli yada zehirsiz olan canlı yapı.*

Matriks: *İçinde biyolojik olayların oluştuğu cansız, sıvı ortam.*

Maya : *Ekmek mayalanmasında kullanılan canlı yada ölü, tek hücreli mantar yada bakteriler.*

Mayoz bölünme: *Eşey organlarında eşey hücrelerinin oluşması sırasında diploit ya da somatik kromozom sayısının yarıya indiği ve dört haploit hücrenin oluştuğu hücre bölünmesi. Redüksiyon bölünme. İndirgenme bölünmesi.*

Megaspor : *Bazı deniz bitkilerinin üreme bölgelerinde meydana gelen, büyük sporlara verilen genel ad.Sporangiyum.*

Melez: *Herhangi bir karakter yönünden farklı iki arı dölün çaprazlanması sonucu oluşan heterozigot döl.*

Mercek: *Gözde ışığın doğru şekilde kırılmaya uğrayarak, ağ tabakaya düşmesini sağlayan yapı.*

Meristem halkası: *Büyüyen bitki ekseninde korteks ile merkezi parenkima dokusu arasında bulunan ve vasküler dokuyu veren meristem dokusu.*

Meristem: *Sürekli olarak bölünebilme yeteneğine sahip hücrelerin oluşturduğu embriyonik doku.*

Meroblastik bölünme: *Hücre bölünmesinin, yumurtanın belirli bir kısmında gerçekleşmesi.*

Mesajcı RNA: *Bir gen uzunluğundaki DNA nın RNA da kopyası.*

Mesane: *Boşaltım sisteminin idrar toplanan torbası.*

Meşcere: *Dış görünüm, tür bileşimi, yaş, yapı bakımından tek düzelik gösteren bitki topluluğudur.*

Metabaolizma: *Anabolizma+Katabolizma*

Metabolizma: *Canlı organizmanın hücreleri içinde meydana gelen ve enzimlerle kontrol edilen olayların hepsi.*

Metabolizma: *Canlı organizmanın hücreleri içinde oluşan ve enzimlerle kontrol edilen kimyasal reaksiyonların tümüdür.*

Metagenez: *Döl değişimi.*

Metagenez: *Eşeyli ve eşeysiz üremenin döngüsel olarak birbirini takip ettiği üreme sistemi, döl değişimi.*

Metamerizm: *Segmentli bir yapıy gösterme.*

Metamorfoz: *Canlının yumurtadan çıktıktan sonra, tam bir ergin görünümüne erişinceye kadar geçirdiği evrelerin bütünü, başkalaşım.*

Metanefridyum: *Sölom boşluğuna açılan boşaltım tüpçükleri.*

Metanefroz: *Omurgalılarda görülen ve ikincil böbreğin arkasından meydana gelen, gelişmiş böbrek tipi.*

Mezenşim: *Embriyonun gastrula safhasında aktoderm ve endoderm arasında meydana gelen hücre yığını.*

Mezenşim: *Kas ve bağ dokusunu oluşturacak olan farklılaşmamış hücreleri.*

Mezoderm: *Embriyo gelişimi sırasında oluşan 3 tabakadan, ortada olanı, orta deri.*

Mezofil: *Yaprağın üst ve alt epidermisi arasında kalan kısmı.*

Mezonefridyum: *Mezodermden gelişen boşaltım organı.*

Mezozom: *Bakterinin üremesi sırasında bakteri zarından kıvrımlar yaparak meydana gelen mitokondri benzeri yapı.*

Mikrofil/Mikrosporofil: *Tohumsuz bitkilerde bir tek damarlı doku şeridi içeren küçük bir yaprak. Mikrosporangiyumları taşıyan yapı.*

Mikroklima:*Orman gibi bazı yaşama birliklerinde topraktan ağacın tepesine kadar her kapta özel bir iklim şartının görülmesi*

Mikron (m): *Milimetrenin binde biri (1m =1/1000 mm)*

Mikroprotalyum: *Anteridyumları oluşturan protal.*

Mikrosapor : *Bazı deniz bitkilerinde erkek üreme bölgeleri tarafından üretilen küçük eşey hücreleri.Mikrospor.*

Mikrospor: *Polen. Tohumlu bitkilerde üreme organı olan stamenlerde mayoz bölünmeyle meydana gelen erkek üreme hücreleri, çiçektozu. Çiçekli bitkilerdeki polene özdeştir.*

Mikrosporangiyum: *Mikrosporları oluşturan yapı. Polen kesesi.*

Mikrotübül: *Ökaryot hücrelerde, hücre iskeletinin yapısına katılan, kamçılı ve sillilerde ise sillerin yapısına katılan, içi boş tüpçükler.*

Mikrovillus : *Silindirik yada kübik epitel (örtü) hücrelerinin üst yüzeylerinde emme yüzeyini genişletmek için hücrenin sitoplazmasından dışarı doğru yaptığı uzantılardır.*

Misel : *Yağ moleküllerinini, çözünmediği bir sıvı madde içerisine bırakıldığı zaman oluşturduğu küçük partiküller.*

Misel: *Mantarlarda, hiflerin bir araya gelmesiyle oluşmuş yapılar.*

Mitokondri: *Hücrede enerji üretiminden sorumlu olan (oksijenli solunumun gerçekleştiği) organel.*

Mitokondria: *Hücreler içinde şeker moleküllerinin ATP yapmak için yakıldığı bölmeler.*

Mitotik bölünme: *Kromozomların kopyalanarak sayısının iki katına çıkarılmasını takiben gerçekleşen ve sonuçta yine diploid sayıda kromozom taşıyan iki oğul hücrenin meydana geldiği hücre bölünmesi tipi, mitoz bölünme.*

Mitoz bölünme: *Ökaryot hücrelerin tipik çekirdek bölünmesi. Kopyalanarak sayısı iki katına çıkmış kromozomların profaz, metafaz, anafaz ve telofaz safhalarını geçirdikten sonra bölünerek diploit sayıda kromozom kapsıyan iki oğul çekirdeğe ayrılmaları. Mitozu takiben sitoplazma bölünmesiyle hücre iki oğul hücreye ayrılır.*

Mitoz: *Bir hücreden aynı özellikte iki yeni hücre oluşturan hücre bölünmesi.*

Mixotrof: *Klorofil taşıdığı halde, heterotrof olarak da beslenebilen canlılar.*

Miyelin kılıf: *Sinir hücrelerinde, hücrenin belirli bir bölümü tarafından meydana getirilen ve akson adı verilen uzantıların üzerini kaplayarak koruma ve sinir iletiminde hız sağlayan örtü.*

Miyelin: *Bazı nöronların aksonlarının dışını saran, uyartı iletimini hızlandıran yağlı madde(kılıf)*

Miyokard: *Kalp kası*

Miyozin: *Kas hücrelerinde kasılmayı sağlayan protein yapıdaki kalın iplikler.*

Modifikasyon: *Çevre etkileriyle canlıların fenotiplerinde meydana gelen değişiklikler.*

Moleküller: *Kimyasal yollarla birbirine bağlanmış atom grupları. Atomlardan ortalama on kat daha büyüktürler.*

Monofiletik: *Tek atadan köken almış.*

Monohibrit: *Tek karakter bakımından melez.*

Monoik: *Bir evcikli. Erkek ve dişi organların ayrı çiçeklerde fakat aynı bitki üzerinde bulunması.*

Monokotiledon: *Embriyolarında tek çenek yaprağına sahip bitki.*

Monomer : *Organik molekülleri oluşturan birim yapıların her biri.*

Monomer: *Büyük moleküllerin hidrolizi sonucu oluşan en küçük yapı birimi.*

Monoploid: *(Haploid) tek (n) sayıda kromozoma sahip hücre.*

Monosakkarit: *Genel formülü $(CH_2O)n$ olan en basit şeker molekülü.*

Monotremata: *İlk memeliler. Bu memeliler yumurtluyorlardı! Günümüzde yaşayan türleri Avustralya'nın gagalı ornitorengi ve dikenli karınca yiyendir*

Morfoloji: *Biçim bilim.*

Mozaik gelişim: *Embriyoya ait hücrelerin her birinin, vücudun farklı bir bölgesini meydana getirmek üzere belirlendiği gelişim tipi. Bu gelişim tipini gösteren canlılarda, embriyodan ayrılan herhangi bir parça, kendi başına tam bir birey olarak gelişemez.*

Mukoza: *Sindirim borusu, soluk borusu gibi iç organların iç yüzeyini örten ve mukus sıvısı salgılayan ince tabaka.*

Mukus: *Koyu ve az akışkan özellikte, glikoprotein yapısında salgı, sümük.*

Mukus: *Mukozada yer alan mukus hücreleri tarafından salgılanan kaygan, sümüksü koruyucu sıvı.*

Multipotent: *Birden fazla farklı hücre veya doku tipine farklılaşabilme yeteneğine sahip olan. Hidralarda "interstitial hücreler" ve omurgalı embriyolarında "kök hücreler", multipotent karakterdedir.*

Musilaj: *Yapışkan ve az akışkan karakterli polimerler.*

Mutant : *DNA sında değişiklik (mutasyon) meydana gelmiş olan canlı.*

Mutaston: *Canlılarda çevre şartlarıyla meydana gelen ve kalıtsal olan DNA dizisinde ortaya çıkan ve kalıtımla aktarılabilen değişiklik.*

Mutasyon: *Bir canlının kalıtım özelliklerinde meydana gelen birdenbire ve kendiliğinden değişmeler.*

Mutasyon: *DNA nın yapısının kimyasal veya fiziksel bir etkiyle değişmesi. Bir mutajen, mutasyona neden olan etkidir. Mutagenez, mutasyonun üretilmesidir.elerinde yada bazı kamçılı tek hücrelilerde bulunan renksiz plastitler.*

Mutualizm : *İki canlının birbirlerinden faydalanarak birlikte yaşamaları.*

Mürein: *Bakterilerin hücre duvarında bulunan yapısal bir peptidoglikan.*

-N-

Nasti: *Bitkinin, uyaranın cinsine göre yaptığı fakat uyaranın yönüne bağlı olmayan davranışlar.*

Nefridiopor: *Omurgasızların boşaltım organları olan nefridyumların vücut dışına açıldıkları açıklık.*

Nefridyum: *Omurgasızların boşaltım organları.*

Nefrit: *Böbreklerdeki nefronların iltihaplanması sonucu oluşan hastalık.*

Nefron: *Omurgalı böbreğinin, idrar oluşturan yapısı ve işlev birimi.*

Nekroz : *Hücrelerin ve dokuların ölmesi durumu.*

Neoteni: *Ergin halde larva özelliklerinin görülmesi.*

Nematosit: *Knidosit hücrelerinin içeriği ya da kendisi.*

Nikotin : *Bir nörotransmitter olan asetilkolinin faaliyetini engellediği için zehirli olan ve tütünden elde edilen bir alkaloyid.*

Nimf: *Başkalaşım gösteren böceklerde, dış görünüşü ergine benzeyen, fakat eşey organları ve kanatları tam olarak gelişmemiş evre.*

Nimfa : *Yarı başkalaşım gösteren böceklerde, dış görünüşü ergine benzeyen, fakat eşey organları ve kanatları tam olarak gelişmemiş evre.*

Nişasta : *Bitkilerde depo maddesi olarak meydana getirilen polisakkarit (C6–H10–O5).*

Nitrit asit: *(HNO3) Yüksek derecede aşındırıcı, renksiz ve dumanlı sıvı.*

Nod: *Düğüm şeklinde yapı.*

Nokta mutasyonu : *DNA kopyalanması sırasında bir baz çiftinde meydana gelen değişiklik.*

Notokord: *İlkin sırt ipliği.*

Nörogenez : *Gelişme sırasında sinir sisteminin gelişme safhası.*

Nöroglia: *Sinir dokuda nöronlara desteklik yapan yardımcı hücreler, ara nöronlar.*

Nöron : *Birçok dentrit ve uzun bir aksondan oluşan sinir hücresi.*

Nöron: *Sinir hücresi.*

Nörotoksik: *Sinir sistemi üzerinde zararlı etkisi olan zehirli maddeler.*

Nötr atom: *Elektron ve proton sayısı birbirine eşit olan atom*

Nötr: *Elektriksel yükü sıfıra eşit olan.*

Nukleus (Çekirdek) : *Hücredeki genetik malzemeyi barındıran kısım.*

Nusellus: *Tohum taslağında embriyo kesesini çevreleyen doku.*

Nükleik asitler: *Çekirdek içinde bulunan, genetik şifreyi taşıyan, yapılarında şeker bulunan asitler (DNA ve RNA).*

Nükleoprotein: *proteinlerin nukleik asitlerle kurduğu moleküler birlik.*

Nükleotid : *İki şeker, bir pürin ve bir pürimidin bazından oluşan tek bir DNA sırası.*

Nükleaz : *Nükleik asitleri kısa oligonükleotit parçalarına yada tek nükleotide hidrolize eden enzimler grubu.*

Nükleotid: *Nukleik asitlerin (DNA, RNA) yapı birimleri.*

Nükleotidler: *DNA ve RNA zincirlerinin halkalarını oluşturan moleküller. DNA da bu moleküller dört çeşittir; adenilik asit, guanilik asit, sitidilik asit, timidilik asit, RNA da ise tünidilik asidin yerini üridilik asit alır, diğerleri DNA yla aynıdır.*

-O, Ö-

Ocellus (çoğulu= Ocelli): *Bazı omurgasızlarda ve diğer basit yapılı organizmalarda görülen, mercek de taşıyabilen basit göz, nokta göz.*

Odun boruları: *Bitkilerde çeşitli hücre tiplerinden oluşan, su iletimi ve destek görevini yapan doku. Ksilem.*

Oksidasyon: *(Yükseltgenme) Elektronların bir atom ya da moleküldan ayrılmasını sağlayan kimyasal tepkime.*

Oksinler : *Bitki organizmalarında bulunan ve büyümeyi sağlayan hormonlara verilen genel ad.*

Oksotrof : *Ana ve babanın genlerinde bulunmasına karşın kendi büyümesi için gerekli molekülü sentezleyemeyen mutant mikroorganizma.*

Omnivor: *Hem bitkisel hem de hayvansal besinler ile beslenebilen canlılar.*

Omurilik : *Omurga içerisinden geçen sinirsel doku.*

Onkogen: *Bazı türleri kanserle de ilşkili olan bir gen.*

Ontojeni (ontogenez veya morfogenez) : *bir organizmanın döllenmiş yumurtadan olgun formuna kadar geçirdiği değişim ve gelişimini tanımlar. Gelişim biyolojisinin içinde yer alır.*

Oocyst:*Etrafı koruyucu bir kılıfla çevrili, olumsuz çevre koşullarına karşı dayanıklı yapıda olan yumurta hücresi.*

Oogami : *Genellikle büyük hareketsiz dişi gamet ile küçük ve hareketli erkek gametin birleşmesi.*

Oogenez: *Yumurtanın meydana gelmesi olayı.*

Oosfer: *Yumurta hücresi, dişi gamet.*

Oosit : *Dişi eşey organında eşey hücrelerinin oluşması sırasında oogonyumdan değişen ve iki mayoz bölünmesi geçirecek olan hücre.*

Oospor : *Oomiset mantarlarda, alglerde ve protozoonlarda döllenmiş oosferde gelişen kalın duvarlı zigot.*

Operatör gen : *Bakteri yada virüs genomunda repressör (baskılayıcı) proteini bağlayan ve yanındaki genin transkripsiyonunu kontrol eden gen.*

Organel: *Hücre içindeki özelleşmiş yapılar. Örneğin, mitokondri, golgi aygıtı, ribozom, kontraktil vakuol vb.*

Organel: *Hücrenin içerisinde bulunan ve her biri farklı görevlerden sorumlu olan, daha küçük alt birimler.*

Organik madde : *Doğal olarak bulunmayıp canlı organizmalar tarafından senezlenen maddeler.*

Organogenez: *Embriyo tabakalarından organların meydana gelmesi.*

Osein: *Kemik dokunun ara maddesi.*

Osmoregülasyon: *Bazı sucul organizmaların, vücutlarının osmotik basıncını, yaşadıkları ortamın osmotik basıncına bağlı olmadan ayarlamaları.*

Osmoz: *Suyun yoğunluğunun çok olduğu yerden az olduğu yere doğru, yarı geçirgen zardan geçmesi.*

Osteosit: *Kemik dokuyu oluşturan kemik hücreleri.*

Otolit: *Kulak taşı.*

Otoradyografi: *Özel maddelerle boyanmış moleküllerin ya da molekül parçalarının röntgen ışınlarıyla incelenmesi.*

Ototrof: *Işık enerjisi veya kimyasal enerji kullanarak, inorganik maddelerden kendi organik besinini üretebilen canlılar (kendibeslek).*

Ototrof: *Kendi besinini kendi yapabilen canlılar.*

Ovaryum: *Dişi eşey organı, yumurtalık.*

Ovidukt: *Yumurtaları, yumurtalıktan dışarı taşıyan kanal, yumurta kanalı.*

Ovipar: *Yumurtasını vücut dışına bırakarak çoğalan.*

Ovipozitor: *Yumurtaları yerleştirmeye yarayan yapı, yumurtlama borusu.*

Ovovivipar: *Bir plasenta oluşumuyla anne–yavru arasında bağlantı olmaksızın, yumurtası vücut içinde gelişen ve yavruyu yumurtadan çıktıktan sonra vücut dışına bırakan, yalancı doğum yapan.*

Ovül: *Tohumlu bitkilerde, döllenmeden sonra tohumu meydana getiren yapı.*

Ökaryot hücre: *Zarla çevrili organelleri ve gerçek çekirdeği olan hücre.*

Ökaryot: *Zar ile çevrili gerçek organelleri bulunan hücreler. (Bkz. Prokaryot ve ökaryot hücreler arasındaki farklar)*

Özümleme: *Canlı organizmanın, dışarıdan aldığı besin maddelerini parçalayıp yeniden kendine özgü maddelere dönüştürmesi.*

Özüt: *Bir doku örneğinin parçalanmış hali.*

-P-

Paleontoloji : *Fosilleri inceleyen, yaşları ve anatomik yapıları hakkında fikir yürüten bilim dalı.*

Pankreas : *Genel olarak midenin sol yanında yer alan, hem iç salgı hemde dış salgı ile görevli olan karma bez.*

Papilla: *Tomur. Koni biçimindeki herhangi bir çıkıntı.*

Parafiletik: *Birden fazla atadan köken almış.*

Parankima: *İnce duvarlı, farklılaşmamış hücrelerden oluşan, yapı ve görevi değişebilen, yumuşak bitki dokusu, parankima. Bir organın zemin dokusu.*

Parapod: *Her vücut segmentinin yanında, bir çift halinde bulunan ve yer değiştirmeye yarayan yapılar.*

Parasempatik: *Organların çalışmasına yavaşlatıcı etki yapan otonom sinir sisteminin bölümü.*

Paratroit hormon: *Paratroit bezinden salgılanan, kalsiyumun bağırsaktan emilimini, böbreklerden atılmasını, kemiklerden serbest hale geçirilmesini ve hücreler arasındaki kalsiyum iyon konsantrasyonunu kontrol eden hormon.*

Parazit: *Başka türden bir canlının içinde veya üzerinde, kendisine besin veya barınak sağlayacak şekilde ancak aynı zamanda da diğer canlıya da zarar verecek şekilde yaşayan organizma, asalak.*

Partenogenez: *Yumurta hücrelerinin, sperm hücreleri ile döllenmeden mitoz geçirmeye başlayarak, bir canlıyı oluşturması şeklindeki üreme tipi.*

Partenogenez: *Yumurtanın döllenme olmaksızın gelişerek yeni canlı meydana getirmesi.*

Patojen: *Hastalık yapıcı özelliği olan mikroorganizma veya madde.*

Patoloji : *Hastalıklarla uğraşan bilim dalı.*

Pektin: *Özellikle bitki hücrelerinin orta lamelinde bulunan büyük moleküllü, karbonhidrat karışımı maddeler.*

Pelajik: *Deniz ya da göllerde tabana tutunarak ya da serbest halde yaşayan canlılar.*

Penetrasyon: *Nüfuz etmek, içine girmek, dalmak.*

Penisilin : *"Penicillium notatum" isimli bir mantar tarafından üretilen ve bakteri hücre duvarının sentezini engelleyen bir antibiyotik.*

Pepsin: *Mide öz suyunda bulunan ve proteinleri sindiren enzim.*

Peptidoglikan: *Uzun polisakkarit zincirlerinin kısa peptitlerle (protein bağları) bağlandığı büyük moleküller.*

Peptit: *Aminoasitler arasındaki bağlar.*

Pepton: *Proteinlerin mide öz suyunda sindirime uğramış son hali.*

Periant: *Çiçek örtüsü ve çiçek örtü yaprakları. Taç ve çanak yaprakların tümü. Bir çiçekte erkek organlar ve dişi organ dışında kalan parçalar.*

Periderm : *Ağacın kabuk kısmı.birçok gövde ve köklerde ikinci büyüme ile epidermisin yerini alan doku.*

Perikarp : *Kalbin en dış örtüsüne verilen ad.*

Periost: *Kemik zarı. Kemiklerin dışında bulunan, kemik dokunun beslenmesini onarılmasını sağlayan zar.*

Peristaltik: *Sindirim sistemi gibi bazı organların çeperlerinde görülen ritmik ve kuvvetli kasılıp gevşeme hareketleri. Bu ritmik kasılma dalgaları organ içindeki maddeyi hareket ettirmeye yardımcı olur.*

Peristom: *Yosunlarda (Bryofitler) kapsül açıldıktan sonra ağızda bir ya da iki sıralı silli halka yapısı. Silyat protozoonlarda, denizyıldızlarında, halkalı solucanlarda, böceklerde, derisi dikenlilerde, vb. ağız çevresi bölgesi.*

Periton zarı: *Karnın iç kısmını asarlayan zar, iki katlı karın zarı.*

Peyzaj: *Bir arazi parçasının ekolojik, biyolojik, yapısal ve tüm doğal özelliklerinin topluca anlatımı.*

pH: *Bir sıvının asit veya bazlık derecesini gösteren değer.*

Pigment: *Bitkilerde ve hayvanlarda bulunan renk maddelerinin genel adı. Hücrelere özgü renk veren madde.*

Pinositoz: *Hücre zarından doğrudan geçemeyecek kadar büyük moleküllü sıvı maddelerin hücreye alınması.*

Plankton: *Suyun hareketiyle pasif olarak sürüklenen küçük canlıların genel adı.*

Planktonik: *Plankton yapısında olan ya da planktona ilişkin olan.*

Plasenta: *Anne ve yavru arasında, döl yatağı içerisinde kurulan ve madde alış verişine olanak tanıyan, damarlı ve süngerimsi yapı.*

Plasenta: *Çoğu memelide embriyonun besin ve gaz alış–verişini sağlayan yapı.*

Plasmid: *Bakterilerde bulunan ve bakteri hücresinin içine girip çıkma yeteneği olan, küçük, yuvarlak bir DNA parçası.*

Plastit: *Bitki hücrelerinde ve bazı bir hücreli canlılarda bulunan, çoğunlukla renk pigmenti de taşıyan bir organel.*

Plazmid: *Bakteri stoplazmalarında bulunan ve kromozom gibi davranan DNA lar.*

Pleura: *Akciğerleri saran iki katlı zar. Akciğer dış zarı.*

Poikilotherm: *Değişken vücut sıcaklıklı.*

Polimer: *Birden fazla benzer ya da farklı birimin, kovalent bağlarla birleşmesiyle oluşan yapı.*

Polimerize: *Polimer yapıda, polimer özelliği gösteren.*

Polipeptid: *Protein molekülünün yapısında bulunan amino asit zincirlerinin bir parçası.*

Polipeptit: *Çok sayıda aminoasidin birleşmesiyle oluşan organik molekül (örneğin protein).*

Polisakkarit: *Çok sayıda monosakkaritten meydana gelen organik bileşikler.*

Populasyon: *Aynı türün bireylerinden oluşan yaşama birliği ve toplumudur.*

Populasyonlar: *Belli bir yerde bulunan aynı türe ait, bireylerin oluşturduğu topluluk.*

Por: *Açıklık, delik.*

Por: *Gözenek, küçük delik.*

PP: *Pirofosfat. Birbirine ekli iki fosfat. PP artı AMP, ATP dir.*

PP: *Pirofosfat. Birbirine ekli iki fosfat. PP artı AMP, ATP dir.*

Predatör: *Besin olarak diğer canlıları yakalayıp öldüren canlı, avcı.*

Primer: *Birinci derecedeki, ilkin, esas.*

Proboscis: *Genellikle vücudun ön kısmında ve ağız yakınında bulunan, veya tamamen ağız yapısını teşkil eden hortum.*

Prokaryot hücre: *Zarla çevrilmiş özel organelleri ve gerçek çekirdeği olmayan hücreler. Bakteriler ve mavi–yeşil algleri içine alan monera alemindeki canlılar.*

Prokaryot: *Zar ile çevrili olan gerçek organelleri bulunmayan organizmalar, bakteri ve mavi–yeşil algler.*

Pronefroz: *Omurgalılarda görülen en basit böbrek tipi.*

Protallus: *Protal. Haploit yapıdaki gametofit.*

Proteaz: *Proteinlerin peptit bağlarını koparak yıkılmasından sorumlu olan enzim, proteinaz.*

Protein: *Yapısında karbon, hidrojen, oksijen ve azot gibi elementleri bulunduran temel moleküllerdir. Amino asitlerin peptid bağlarıyla birleşmesinden oluşur. Belli bir sırada dizilmiş bir veya birkaç amino–asit zincirinden oluşan büyük moleküller. Bu dizilişi genetik kodlamadaki nükleotidler belirler. Proteinler vücudumuzdaki hücrelerin, dokuların ve organların oluşması, işlevlerini görebilmesi ve bunu uyum içinde yapmaları için gereklidir. Her proteinin kendine özgü bir işlevi vardır. Sözgelimi hormonlar ve enzimler adlarını duyduğumuz protein türlerinden ikisidir.*

Proteinler: *Özel düzenleri olan amino asit zincirleri. Canlıların yapısı ve işlevinin çoğu proteinlerden oluşur.*

Proteoliz : *Proteinlerin amino asitlerine kadar parçalanması işlemi.*

Protonefridyum: *Bazı ilkel omurgasızlarda görülen, bir uçta alev hücreleriyle başlayan ve dallanan kanalların bir merkez kanalla birleşerek, dışarıya açıldığı boşaltım organı tipi.*

Protoplazma: *Bir hücrenin plazma zarı da dahil tüm içeriği. Hücrenin çekirdeği ile sitoplazmasına verilen ad.*

Protostomia: *Embriyodaki blastopor, gelişerek ağzı oluşturur. Anüs, ağzın tam karşısında, arka bölgedeki ektodermin çökmesiyle gelişir. Genellikle, şizosöl sölom, spiral segmentasyon, ve mozaik gelişim ile birlikte anılır.*

Protozoon : *Tek hücreli canlılara genel olarak verilen ad (örneğin algler, mantarlar, bakteriler vs.)*

Pseudopod : *Bazı tek hücrelilerin hareket etmek veya besin almak amacıyla sitoplazmasının dışarıya doğru oluşturduğu uzantılardır.*

Protozoon: *Tek hücreli canlılara genel olarak verilen ad.*

Pseudocoelomata: *Gerçek söloma sahip olmayan canlılar. Embriyonel dönemdeki blastosöl ün devamıdır. Sadece dış kısmı mezoderm ile çevrilidir.*

Pseudopod: *Amip benzeri bir hücrelilerde ve fagositoz yapan diğer hücrelerde bulunan sitoplazma uzantıları, yalancı ayak.*

-R-

Radial segmentasyon: *Embriyoda, oluşan yeni hücrelerin birbirinin üzerine veya yanına gelecek şekilde ilerlediği segmentasyon tipi.*

Radial simetri: *Vücuttan diklemesine (yere paralel olarak) geçen tüm düzlemlerin, vücudu eşit iki parçaya ayırdığı simetri tipi, ışınsal simetri.*

Radula: *Yumuşakçalarda, üzerinde kitin diş sıraları taşıyan, ağız içi rende organı, dişi dil.*

Radyoekoloji : *Radyason ve ekolojik sistem arasındaki ilişkiyi inceleyen bilim dalı.*

Reçine: *Bazı odunlu bitkilerin salgıladıkları, katı ya da yarı akışkan, yarı saydam, suda çözünmeyen salgı maddeleri.*

Red–tide: *Dinoflagellata takımında yer alan alglerin, yılın beli dönemlerinde okyanuslarda çok hızlı bir şekilde çoğalmaları ve bu alglerin içerdikleri pigmentin renginin suda yoğunlaşması sonucu ortaya çıkan görüntü, kırmızı kuşak.*

Refleks : *Bir uyartıya verilen ani cevap.Alınan uyartı sonucunda meydana gelen impulsa, beyne iletilmeksizin verilen cevap.*

Refleks yayı: *Duyu, ara ve motor nörondan oluşan en basit mekanizma.*

Regenerasyon (yenilenme): *Kopan organın yerine gelmesi. Canlılarda görülen, yaraların ve yıpranmış organların yenilenmesi olayı.*

Rejenerasyon: *Canlılarda eksilen, bozulan bir yapının tamamlanması, onarımı.*

Rekombinant DNA: *Farklı biyolojik kaynaklardan elde edilen DNA moleküllerinin birleşmesinden oluşan yapı. Hücre sıvısında ve çekirdeğinde bulunan kimyasal bir maddedir. Protein sentezlemesi başta olmak üzere hücre içi kimyasal faaliyetlerde çok önemli bir rolü vardır. Yapısı DNA ya benzer. Ama herbiri farklı işlevlere sahip birkaç cinsi vardır.*

Rekombinasyon: *Mevcut genlerin yeni genotipleri oluşturacak şekilde bir araya gelmesi.*

Rektum: *Kalın bağırsağın anüsle sonlanan düz kısmı.*

Replikasyon : *DNA nın çözülerek ortamdaki serbest bazları kullanıp kendinin bir kopyasını çıkarması işlemi.*

Replikasyon: *DNA nın kendini eşlemesi.*

Replikon : *DNA molekülünde bir kopyalama kökeni kapsayan ve peş peşe kopyalanan nükleotit dizilerinden oluşan uzunluk.*

Represör: *Bir genin ifadesini (belirtilmesini) engelleyen bir protein molekülü.*

Represyon (bastırma): *Bir genin proteine çevrilebilmesini engelleyen biçimde kapatılması.*

Reseptör: *Belirli kimyasalların veya uyartıların tanıyıcısı konumunda olan, bazı hallerde de bunların hücreye girmesini veya bunlara karşı bir cevabın oluşturulmasını mümkün hale getiren yer veya yapı, almaç.*

Resesif : *Bir genin kendini fenotipte gösterememesi durumu.Çekinik gen.*

Resesif gen: *Etkisini fenotipte gösteremeyen ve çekinik olan gen.*

Restriksiyon enzimi: *DNA yı parçalamaya, kesmeye yarayan enzimler.*

Ribozomal RNA: *Hücre ribozomlarında bulunan bir çeşit RNA.*

Retina: *Gözde en iç kısımda bulunan, ışığa duyarlı hücrelerin, duyu sinirlerinin ve pigmentlerin bulunduğu, çift katlı ağ tabaka.*

Ribosom: *Bir RNA ve protein birleşimi. Transfer RNA nın yardımıyla ve amino asitlerin varlığında mesajcı RNA yı okur, amino asitleri protein oluşturmaları için uygun düzende birbirine ekler.*

Ribozom: *Protein sentezinden sorumlu olan organel.*

Rizoid/rizoit: *Kökçük.*

Rizom: *Genellikle toprak altında bulunan ve yukarı doğru filizler, aşağıya doğru kökler veren kalın, yatay gövde.*

RNA polimeraz : *DNA dan RNA sentezini gerçekleştiren enzim.*

RNA: *DNA ya benzeyen bir nükleotid zinciri.*

Rodopsin : *Göz organında bulunan ve fotonun ilk olarak çarptığı bir çeşit protein.*

Saçak kök: *Yan köklerin ana kökten daha fazla gelişmesi.*

Safra tuzları : *Safra kesesinden ince bağırsağa salgılanan ve yağların misellere (küçük partiküller) dönüşümünü sağlayan biyokimyasal maddeler.*

Saprofit: *Ölü canlılar veya organik maddeler üzerinden beslenen, çürükçül, ayrıştırıcı.*

Sarkolemma: *Kas telini saran zar.*

Sedimentasyon: *Çökelme.*

Segment: *Bir yapının, az çok birbirine benzeyen parçalarından her biri, bölüt.*

Segmentasyon: *Bir vücut yada yapının benzer parçalara bölünmesi, zigotun geçirdiği bölünme evreleri.*

Segmentasyon: *Zigotta, sitoplazma büyümesi olmadan art arda görülen mitoz bölünmeler sonucunda, birbirine benzer hücrelerin oluşması.*

Sekonder: *ıkincil, ikinci derecede önemli olan, yan, tali.*

Sekretin : *Sindirim sırasında onikiparmak bağırsağı tarafından meydana getirilen ve pankreas sindirim enzimleri salgılamak üzere uyaran bir polipeptid hormonu.*

Seleksiyon: *Seçilim, ayıklama.*

Selüloz : *Bitki hücrelerinin çeperlerinde bulunan ve oldukça sağlam moleküllerinden oluşan madde.*

Selüloz: *Çok sayıda glikozun birleşmesi ile oluşan, bitki hücrelerinin temel yapıtaşı olan yapısal bir polisakkarit.*

Sentriyol : *Hücre bölüneceği zaman kutuplara göç eden, iğ ipliklerinin yapımında rol oynayan organellerdir.*

Sentromer: *Kromozomlarda kardeş kromotidleri bir arada tutan kısım.*

Septum: *Bölme.*

Serebral : *Beyin organıyla ilgili yapı.Beyine bağlı.*

Serum: *Kanın, pıhtılaşmasından sonra hücrelerinden ayrılmış, açık sarı renkli sıvı kısmı.*

Sesil : *Bir organizmanın sap, gövde ve pedisel gibi yapıları olmaksızın doğrudan bir yere oturması (Örneğin deniz tabanına oturması).*

Sesil: *Bir yere bağlı olarak yaşayan.*

Sessiz mutasyon : *Meydana geldiği gen üzerinde, daha sonra bugen tarafından üretilecek proteinin fonksiyonunu değiştirmeyen mutasyonlardır (etkisiz mutasyon).*

Sferik simetri: *Vücudun herhangi bir yerinden geçen tüm düzlemlerin, vücudu eşit iki parçaya ayırdığı simetri tipi, küresel simetri.*

Sil: *Bazı bir hücrelilerde hareketi sağlayan, bazı organizmaların da akciğer borularında senkronize hareket ederek, toz gibi. partikülleri akciğerden uzaklaştıran kamçı benzeri yapı.*

Simbiyont: *Başka türden bir canlı ile ortak yaşayan canlı. Bu birliktelik, her iki tarafın fayda ya da zarar durumuna göre farklı isimler alır.*

Sinaps: *İki nöronun veya nöronla başka bir hücrenin bağlandığı yer.*

Sinüs : *Organların yada dokuların arasındaki boşluk yada her hangi bir açıklık.*

Sitoloji: *Hücreyi inceleyen bilim dalı.*

Sitoplazma: *Çekirdek hariç bir hücrenin protoplazmasının tümü.*

Sitoplazma: *Hücre zarı içerisinde, çekirdek dışında kalan bütün canlı kısım ve bu kısmı dolduran viskoz yapı.*

Soymuk boruları: *Bitkilerde iletici hücreler olan, kalburlu hücreler ve kalburlu boru elementlerinden oluşan, besin iletimi, depo edilmesi ve destek görevlerini yapan doku. Floem*

Sölom boşluğu: *üç embriyo tabakasına sahip olan hayvanlarda, iç kısmı tamamen periton zarı ile kaplanmış olan gerçek vücut boşluğu.*

Sperm: *Erkek eşey hücresi.*

Spermatofor: *Bazı canlıların erkek bireylerinde, birçok spermin bir arada taşınmasını sağlayan kapsül.*

Spikül: *İğnemsi uzantılar.*

Spiral segmentasyon: *Embriyoda, oluşan yeni hücrelerin birbirinin tam olarak üzerine veya yanına denk gelmeyip, yaklaşık 45 derecelik bir kayma ile birbirinin üzerine oturduğu segmentasyon tipi.*

Spongocoel: *Süngerlerde vücut içi boşluğu.*

Spor: *Eşeysiz üremeyi sağlayan hücre.*

Sporofit: *Döl değişimi gösteren bitkilerde diploit ya da eşeysiz (aseksüel) evre.*

Stamen: *Erkek organ. Bir çiçekte başçık (anter) ve iplikçik (flamen)ten oluşan çiçek tozlarını (polen) oluşturan organ.*

Statocyst: *içerisinde denge taşı bulunan kesecik.*

Stigma: *1. Eklembacaklılarda, trake sisteminin havayla temas ettiği açıklıklar. 2. Çiçeklerde, dişi üreme organının poleni aldığı uç kısmı.*

Stilet: *Yapışkan organ.*

Subepidermal plexus: *Deri altı sinir ağı.*

Süksesyon: *Bir bölgede yaşayan çeşitli türlerin belirli bir zaman içinde birbirlerini izleyerek ortaya çıkmaları; ekolojik süksesyon.*

Süksesyon: *Çevre şartlarının etkisiyle baskın olan organizma türünün yerini zamanla başka tür organizmanın almasıdır.*

Süspansiyon: *Asıltı. Bir akışkan içinde yüzen sıvı parçacıkların oluşturduğu sistem.*

Şizosöl sölom: *Erken embriyonik evrede kopan iki blastomer, endoderm ve ektoderm arasına düşerek ilkin mezoderm hücrelerini oluşturur. ıki tabakanın ayrılmasıyla mezoderm gelişir. Mezodermden köken alan vücut boşluğudur.*

-T-

Tagmata: *Kaynaşmış ya da hareketli halde olabilen, özelleşmiş vücut bölümleri.*

Takım : *Canlıların sınıflandırılmasında kullanılan, familya ve sınıf arasındak bulunan, organizmaların meydana getirdiği taksonomik birlik.Ordo.*

Taksonomi : *Canlıların sınıflandırılması ve bu sınıflandırmada kullanılan kural ve prensipler.*

Tal/Tallus: *Kök, gövde ya da yaprak gibi doku özelleşmesi görülmeyen, alglerde ve bazı aşağı yapılı bitkilerde görülen vücut yapısı.*

Tallofitler: *Embriyo oluşturmayan bitkiler. Gerçek kök, gövde ve yaprak taşımayan ya da az çok dokulaşma gösteren hücre toplulukları.*

Tek yıllık bitki: *Yaşam devirlerini bir yıl içinde tamamlayan bitkiler.*

Tentakül: *Uzantı.*

Teratoma: *Saç, kemik gibi dokularda değişiklik ortaya çıkarabilen özel bir kanser çeşidi.*

Terminatör gen : *RNA polimerazın transkripsiyonu durdurmasına neden olan DNA dizisi.*

Termofil: *Yüksek sıcaklık seven.Yüksek sıcaklıklarda yaşayabilen mikroorganizmalara verilen genel ad (termofil = ısıyı seven).*

Testa:*Tohum kabuğu. Tohum dış örtüsü.*

Testis: *Erkeklerde üreme hücrelerini oluşturan, aynı zamanda eşey hormonları salgılayan bir bez niteliği de taşıyan organ, erbezi.*

Tetrat: *Mayoz bölünme sırasında homolog kromozomların birbirlerine sarılarak oluşturdukları dört kromotitli yapı.*

Timin : *DNA yapısına katılan fakat RNA yapısına katılmayan bir primidin bazı.*

Timpanum : *Orta kulağı oluşturan davul şeklindeki boşluk.Aynı zamanda böceklerin işitme organı, timpanal organ.*

Transdüksiyon : *Bir mikroorganizmadan bir diğerine virüs veya bakteriyofajlar aracılığıyla gen aktarılması olayı.*

Transfer RNA: *Amino asitlerin birbirine eklenmek üzere ribosoma iletilmeden önce bağlandıktan küçük RNA molekülleri.*

Transgenik canlı: *Rekombinant DNA teknolojisiyle yabancı bir genin yerleştirildiği canlı.*

Transkripsiyon: *(yazılma) DNA ipliklerinin birinden genetik bilgilerin yeni sentezlenen mRNA ya aktarımı.*

Translasyon: *(okuma) mRNA nın sentezlendikten sonra stoplazmadaki ribozoma bağlanıp amino asitleri tRN lar yardımıyla sıraya koyması.*

Translokasyon : *Kromozomun bir parçasının kopup başka bir kromozoma eklenmesi şeklinde olan kromozom mutasyonu.*

Trilobitler (üçloblular): *Vücutları iki derin iz tarafından üç kısma bölünmüş olan nesli tükenmiş deniz canlıları.*

Triploblasti: *Embriyonik gelişim sürecinde her 3 tabakanın da (endoderm, mezoderm ve ektoderm) oluşması.*

tRNA : *Protein sentezi sırasında (translasyon) amino asitleri ribozoma taşıyan özel bir RNA çeşidi.*

Tubul : *Hücre içerisinde veya doku içerisindeki tüpsü yapılara verilen genel ad.*

Tüberkül: *Topuzcuk şeklindeki küçük ve yuvarlak çıkıntı ya da kabartılar.*

Tümör: *İnce bağırsağın iç yüzeyindeki, sindirilmiş besinleri emip kana karıştıran parmaksı uzantılar.,*

Telomere: *Kromozomun bitiş kısmı. Bu özel yapı, doşğrusal DNA moleküllerinin kendi kendini üretmesi ve dengeli yapısını koruması işlerine yarar*

Transkripsiyon: *Bir DNA parçasından kopyalanan RNA sentezi.*

-U-

Uç meristem : *Bitkilerin kök ve gövdelerinin en uçlarında bulunan, sürekli bölünerek bitkinin büyümesini sağlayan doku.Meristem dokusu.*

Unipolar : *Tek kutuplu olma durumu.Bazı sinir hücreleri yanlız tek bir uzantıya sahip olabilir (unipolar sinir hücresi).*

Urasil : *Yanlızca RNA yapısına katılan baz.*

-Ü-

Üre: *Memeli ve diğer hayvanlarda amino asitlerin yıkımı ile oluşan son ürün.*

Üreticiler: *Bir sistem içerisinde, güneş enerjisini organik moleküllerin bağ enerjisi şekline çevirebilen canlılar, besin üreticiler, ototroflar.*

-V-

Vakuol : *Ökaryot hücrelerin sitoplazması içerisinde sıvı, hava yada kısmen sindirilmiş besin kapsayan tek zarla çevrili yapıların her biri.*

Valin: *Protein sentezine katılan amino asitlerden birisi.*

Vanadyum: *İnsan ve hayvanlar için gerekli bir eser (az miktarda bulunan) elementidir.*

Varyasyon: *Bazı karakterler bakımından farklı olma, orta durumdan sapma durumu. Esas tür tipine göre belirli karakterlerde görülen farklılıklar.*

Varyasyon: *Bir türün bireylerindeki aynı karakterin farklı şekilleri, değişiklik, çeşitlilik.*

Vasküler sistem: *Ksilem ve floemden oluşan bitki dokularında, ksilem tarafından su ve suda erimiş maddelerin, floem tarafından fotosentez ürünlerinin taşınmasını sağlayan sistem. İletim sistemi. Damar sistemi.*

Vejetasyon: *Bitkinin tohumdan gelişip tekrar tohum verecek hale gelene kadar geçen dönemi.*

Vejetasyon: *Bitkilerin sınıflandırılmasındaki, yöreleri gözetmeksizin fizyonomik ve çevreyle ilgili bakımdan bir bölgedeki bitki örtüsü. Bir yerdeki çevreyle ilgili koşullara bağlı olarak bulunan bitki örtüsü.*

Vejetatif üreme: *Yaprak ya da sap gibi vücut bölümlerinden eşeysiz olarak üreme.*

Velum: *1. Medüzlerde, şemsiye yapısının kenarını çember gibi saran örtü. 2. Basidli mantarlarda, genç basidiokarpları örten yapı.*

Ventral: *Bir organizmanın karın kısmı. (sırt kısmı dorsal)*

Verimlilik : *Birim zamanda meydana getirilen yavru sayısı ile ölçülen, bir bireyin yada popülasyonun üreme kapasitesi.Fertilite.*

Viroid : *Bitki hücrelerinde hastalık yapan, 400'e kadar ribonükleotitten oluşan, virüslerden daha basit yapılı organizma.*

Virüs: *Yalnızca bir canlı hücre içinde üreyebilen, bir DNA (bazan da RNA) ve protein birleşimi. İçine girdiği bir başka hücre içinde yeniden üreyebilen ve hücresel yapısı olmayan canlı. Virüsler bir protein kılıfı içindeki nükleik asitlerden ibarettir. Bazılarınınsa basit bir zarı vardır. Virüsler çoğalmak için, içine girdikleri hücrenin sentezleme yeteneğinden yararlanır.*

Visceral kitle: *İç organlar.*

Viskoz: *Akışkanlığı az olan sıvı.*

Vitalizm: *Canlı organizmalardaki yaşama, tüm fiziksel ve kimyasal kuvvetlerden ayrı bir hayati kuvvetin sebep olduğunu ve devamını sağladığını, yaşamın kısmen kendini belirleyen ve kendisi evrilen bir özellik taşıdığını savunan düşünce.*

Vitellus: *Yumurta sarısı.Döllenme sırasında yumurtanın beslenmesi sağlayan mukopolisakkarit,protein ve yağ karışımından oluşan madde*

Vivipar: *Yavrunun, bir plasenta varlığıyla, anneyle arasında besin, gaz, vb. alışverişi olarak gelişimini tamamlaması sonucunda, gerçek doğum yapan.*

-X-

Xantofil (Ksantofil): *Sarı veya kahverengi bir karotenoid pigment grubu.*

-Y-

Yağ asidi: *Esterlerle bileşikler yaparak yağ moleküllerini meydana getiren maddeler.*

Yanma: *Bir molekülün, örneğin şeker molekülünün oksijenle birleşmesi sonucu enerjinin serbest kalması.*

Yapısal gen: *Hücrenin yapısı ve metabolizması için gerekli RNA ları kodlayan DNA dizisine verilen genel ad.*

Yeniden eklenmiş (recombinant) DNA: *Değişik kaynaklı iki DNA zincirinin ucuca eklenmesi..*

Yoğunluk: *Herhangi bir maddenin bir birim hacminin kütlesi.*

Yolk Bezi: *Besin maddesi üreten ya da depolayan bez ya da kese.*

Yumurta: *Dişi eşey hücresi. Dişi üreme hücresi. Dişi gamet hücresi*

Yumurtalık: *Dişi bireylerde eşey hücrelerinin üretildiği, aynı zamanda eşey hormonları da salgılayan organ.*

Yutak: *Ağız boşluğu ve yemek borusu arasındaki kaslı kanal, farinks.*

Yüzme kesesi: *Birçok kemikli balıkta, içi hava ve diğer gazlarla dolu olan, hidrostatik denge, solunum, ses çıkarma ve ses almada görevli yapı.*

-Z-

Zar (membran): *Bir hücrenin içindekileri sarıp onu çevreden koruyan bir yağ ve protein birleşimi.*

Zigot: *Dişi ve erkek eşey hücrelerinin birleşmesiyle oluşan, döllenmiş yumurta hücresi.*

Zooid: *Bir koloni içerisinde farklılaşmış olarak bulunan bireylerin her biri.*

Zooloji: *Biyolojinin hayvanları inceleyen dalı.*

Zooplankton: *Hayvansal özellik gösteren planktonlar.*

Zoospor: *Bir hücreli algler ve mantarlarda kamçılı, hareketli eşey hücresi.*

Zootoksin : *Bir organizma tarafından meydana getirilmiş toksik maddeler.*

Evrim kuramı, insanlığın kökenine ilişkin sonuçları nedeniyle ortaya atıldığından bu yana sosyal ve politik alanlarda en çok tartışılan bir olgudur. Ancak, kuramın bilimsel algılanışı ile yaygın anlayışı arasında oldukça farklılıklar vardır. Evrim kuramına karşı çıkan ve onun yerine yeryüzündeki canlılığın kökeni ve çeşitliliğini doğaüstü bir yaratıcıya bağlayan inanışlar olmuştur ve olagelecektir. Evrim, bir inanç konusu değil bir bilimsel olgudur ve üzerinde araştırmalar devam etmektedir. Evrim kuramının ilk anlatımı ile bugünkü evrim vargıları arasında çok büyük ayrım vardır. Bu, kuramın değişmez ve körü körüne savunulan inak ve anlaklar değil, bilimsel bir araştırma konusu olduğunu kanıtlar. Evrimin Öyküsü; yaşamın başlangıcından bu yana milyarlarca yıl süren ve devam eden canlı evrimini; bilimsel araştırma, bulgu, kuram ve doğa yasaları çerçevesinde gelişimini anlatıyor. Yaşamın özü olan hücreden başlayarak, evrimi sarmalayan kavram ve düzeneklerini sorguluyor. Bu arada akıllarda yer alan soruları yine insan usunun ve bilincinin gelişimi çerçevesinde ele alarak bir bireşim yapmağa çalışıyor ve bütün bunlar ne kadar anlamlı sorusuna da yanıt arıyor. Ancak bu konuda alınacak çok yol ve geliştirecek nice kuram ve öğreti var. Sorunun çözümünü yine öykülerimizde arayalım:

Az gittik, uz gittik,

Dere tepe düz gittik.

Bir de geriye dönüp bakınca,

Bir arpa boyu yol gitmişiz



İnsanlığın karşılık aradığı gerçekler; felsefe, din ve bilimin de konusu olmuştur. Felsefe düşünce, din inanç, bilim ise olguları çözümleyerek kanıtlar yoluyla yanıtlar arar. Evrim bir olgu ise, onu ancak bilim yoluyla kavrayıp sorgulayabiliriz. Önemli olan bunların birbirine karıştırılmamasıdır.

9 786256 885752