

BİYOLOJİ

lise birinci
sınıflar için
ders kitabı



BİYOLOJİ

lise birinci
sınıflar için
ders kitabı



Dr. Gordana Dimeska
Mr. Aleksandar Aleksovski
Vaska Stoykova



Üsküp, 2026
(ikinci baskı)

BIYOLOJİ I lise birinci sınıflar için ders kitabı

Telif hakları © 2026, ALBI Ltd. Şti. Üsküp

Yayınevi:

Yayıncılık, üretim, ticaret ve hizmetler şirketi ALBI Ltd. Şti. Üsküp, 2026

Editör:

Elena Stefanovska

Yazarlar:

Dr. Gordana Dimeska

Mr. Aleksandar Aleksovski

Vaska Stoykova

Makedoncadan Türkçeye çeviri:

(„Биологија I учебник за прва година гимназиско образование“, АЛБИ 2025)

Cinan Kalbona Özgürlü

Lektör:

Önder Özgürlü

Baskı:

Branko Gapo – grafičko proizvodstvo, Üsküp 2026

Baskı adedi:

20

Tüm hakları saklıdır. Bu kitabın hiçbir bölümü yayınevinin yazılı izni olmaksızın herhangi bir biçimde veya herhangi bir araçla – elektronik veya mekanik, fotokopi, kaydetme dâhil – çoğaltılamaz, aktarılmaz veya yeniden bulunmak üzere bir sistemde saklanamaz.

Bu ders kitabı, Kuzey Makedonya Cumhuriyeti Eğitim ve Bilim Bakanlığı'nın 26.08.2025 tarihli ve 26-935/1 sayılı "Lise birinci sınıf Biyoloji dersi için ders kitabının onayı ve kullanımı" kararı ile kullanım için onaylanmıştır.

CIP - Каталогизација во публикација

Национална и универзитетска библиотека "Св. Климент Охридски", Скопје

57(075.3)=512.161

DIMESKA, Gordana

Biyoloji I : lise birinci sınıflar için ders kitabı / Gordana

Dimeska, Aleksandar Aleksovski, Vaska Stoykova ; [Makedoncadan Türkçeye çeviri Cinan Kalbona Özgürlü]. - (2. baskı). - Üsküp : Albi, 2026. -

231, [2] str. : ilüstr. ; 27 cm

Превод на делото: Биологија I : учебник за прва година гимназиско образование. - Библиографија: стр. [233]

ISBN 9786082410876

1. Aleksovski, Aleksandar [автор] 2. Stoykova, Vaska [автор]

COBISS.MK-ID 69224965

ÖNSÖZ

Bu ders kitabı, lise birinci sınıf için "Biyoloji" dersine ait müfredata göre uyarlanmıştır.

Kitaptaki öğretim içerikleri, kavramların açıklamalarını, örnekleri ve görselleri içermekte olup, öğrenciler için en önemli bilgilerin özetini sunmaktadır. Her öğretim birimi, öğrencinin verilen ders içeriğini işleyerek hangi sonuçlara ulaşacağını vurgulayarak başlar. Edinilen bilginin pekiştirilmesi, tekrar ve öğrencilerin içeriğin ana noktalarını anlama derecesini belirlemeye yönelik sorularla sağlanır. Öğretim biriminin sonunda önemli bilgilerin özeti niteliğinde kilit noktalar verilmiştir.

Kitap, içeriklerin tematik dağılımını bütünüyle takip eder; öğrencilerin dikkatini ve ilgisini sürekli odakta tutar, öğrenmeyi etkinlikler aracılığıyla destekler, becerilerin gelişimini teşvik eder, deney yapmaya, eleştirel düşünmeye ve verilen problem ya da görevler için somut çözümler üretmeye yöneltir.

Yazarlar olarak bizler, bu dersin öğrencileri için karmaşık bir konuyu onların yaşına uygun şekilde uyarlamak sorumluluğunu, aynı zamanda dersin müfredatındaki yönlendirmeleri göz önünde bulundurarak üstlendik. İçeriği, öğrenciler için anlaşılır, kabul edilebilir ve ilgi çekici bir biçimde sunmaya gayret ettik; böylece dersin hedeflerine ulaşılması amaçlandı. İçerikte kullanılan resimler ve tablolar, müfredatın öğrenilmesini kolaylaştırmakla birlikte, bu alana ek bir ilgi uyandırmayı ve belki de gelecekteki bir mesleğe yönlendirmeyi hedeflemektedir.

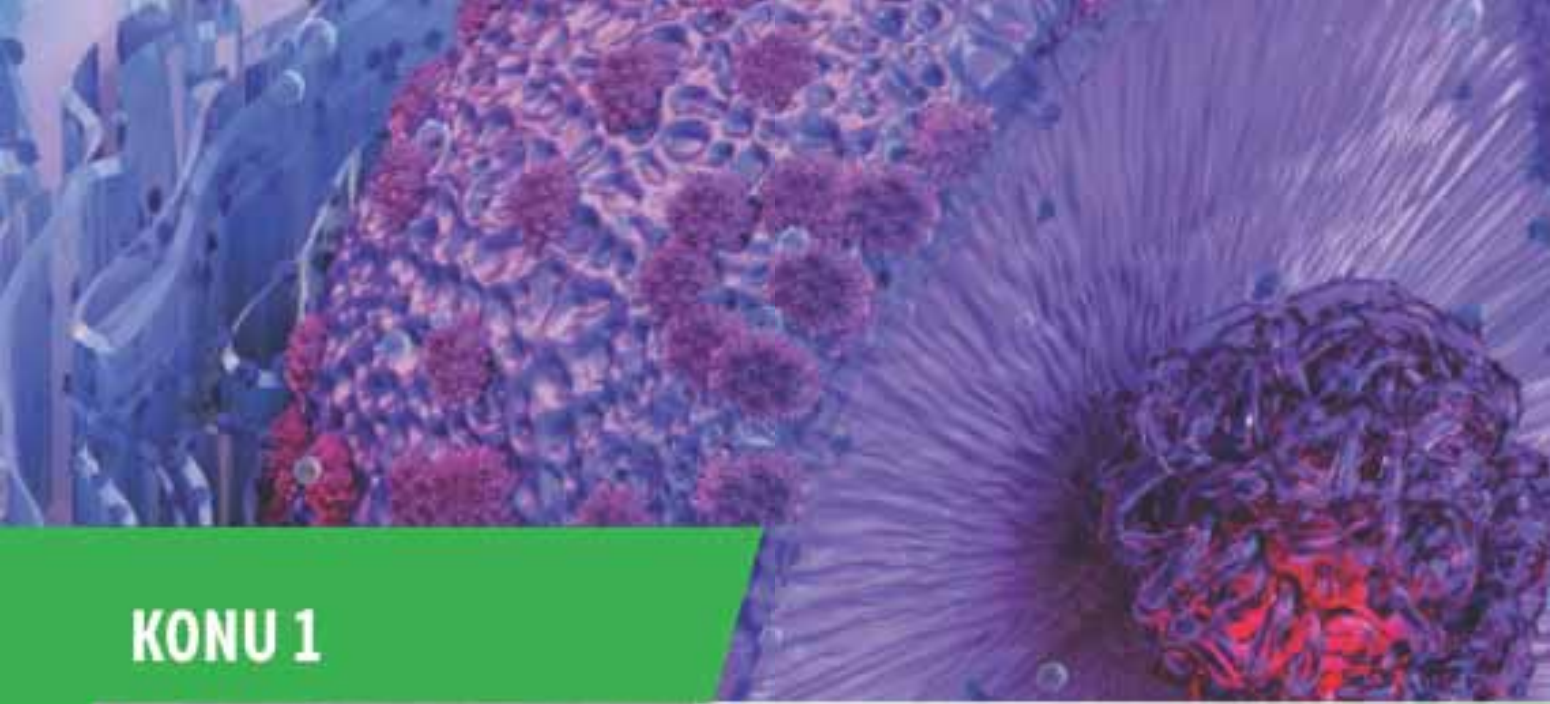
Her konu, bireysel ve grup çalışmaları için araştırma yönlendirmeleri, sorular ve görevlerle desteklenmiştir. Bunun için özel koşullar gerekmektedir; amaç öğrencinin kendi yeterliliğini değerlendirmesi ve gerekirse ek çaba sarf etme ihtiyacını görmesidir.

Yazarlar

İÇİNDEKİLER

I. KONU: HÜCRENİN ORGANİZASYONU	6
1.1. Canlı organizmalarda inorganik ve organik maddeler	8
1.2. Su – canlı organizmalardaki yapı ve işlevleri	14
1.3. Hücre dışı biçimler – virüsler	18
1.4. Prokaryotik ve ökaryotik hücre arasındaki temel fark	22
1.5. Bitki ve hayvan hücresi arasındaki temel fark	25
1.6. Ökaryotik hücrede hücresel yapılar ve özelleşme	28
1.7. Hücrede madde taşınımı	33
1.8. Difüzyon hızını etkileyen faktörler	37
II. KONU: GENETİĞİN TEMELLERİ	42
2.1. Nükleik asitlerin yapısı ve özellikleri	44
2.2. DNA replikasyonu	47
2.3. RNA türleri ve işlevleri	49
2.4. Genetik kod, gen, genom	53
2.5. Kalıtımda genotipik ve fenotipik ilişkiler	57
2.6. Kromozomların yapısı ve özellikleri	62
2.7. Haploid ve diploid çekirdek	66
2.8. Karyotip, karyogram ve idiogram	70
2.9. Hücre döngüsü ve interfaz	73
2.10. Çekirdek bölünmesi – kariyokinez	76
2.11. Sitokinez	81
2.12. Varyabilite. Kalıtsal olmayan ve kalıtsal değişkenlik	83
2.13. Modifikasyonlar ve mutasyonlar	86
2.14. Seçilim türleri kavramı (doğal ve yapay seçilim)	90
III. KONU: ORGANİZMALARIN ÖZELLİKLERİ VE SINIFLANDIRILMASI	96
3.1. Sınıflandırma sistemlerinin tarihsel gelişimi ve temelleri	98
3.2. İkili adlandırma kavramı	101
3.3. Monera alemi (monera)	104
3.4. Protista alemi (protista) – hayvansı canlılar	107
3.5. Protista alemi (protista) – algılar	111
3.6. Mantarlar âlemi (fungi)	115
3.7. Bitkiler âlemi (Plantae)	120

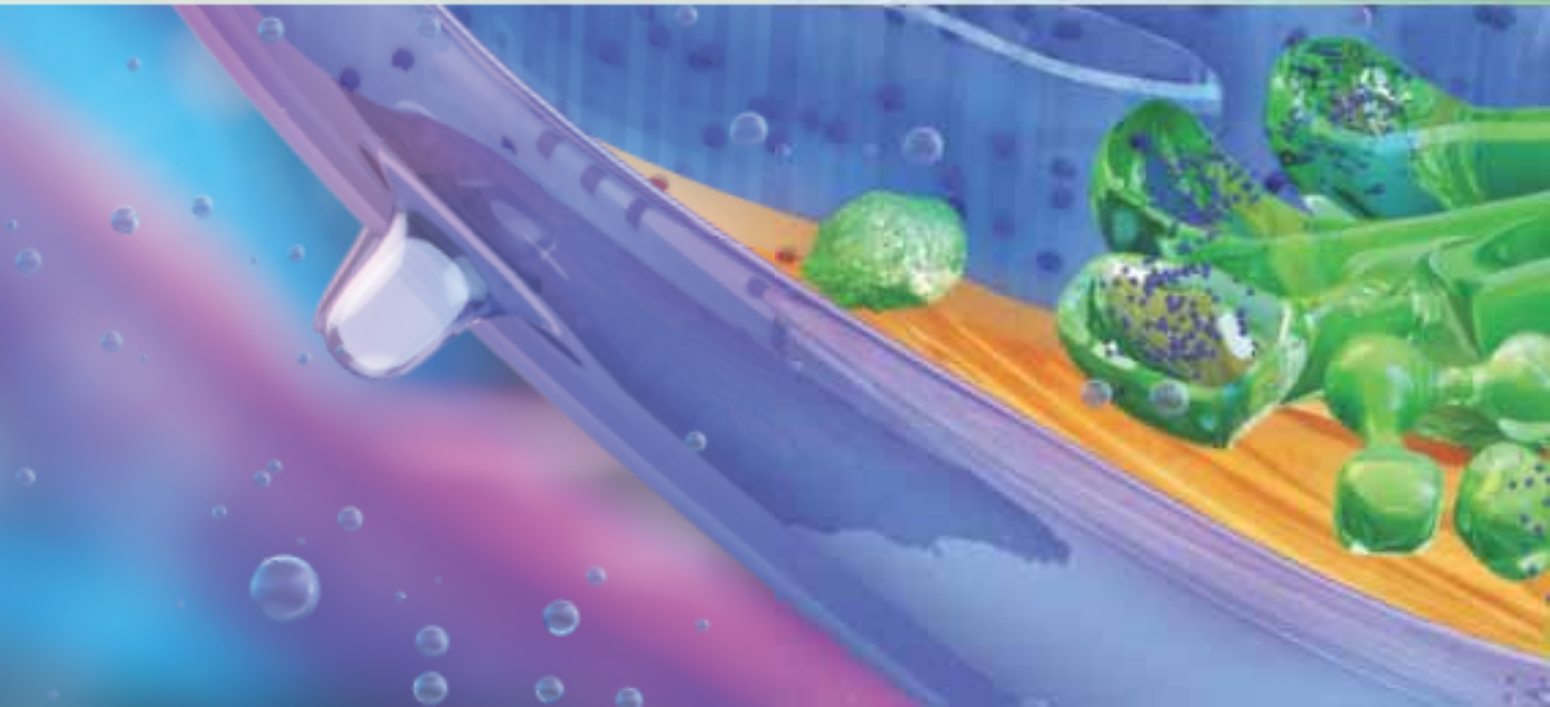
3.8. Hayvanlar alemi (Animalia)	131
3.9. Canlıların sınıflandırılmasında morfolojinin rolü. Dikotom anahtarların hazırlanması	142
IV. KONU: ORGANİK EVRİMİN TEMELLERİ	146
4.1. Yeryüzünde biyo-evrim	148
4.2. Evrim teorisi ve doğal seçilimin ilkeleri	153
4.3. Evrimin kanıtı olarak fosiller ve biyocoğrafya	157
4.4. Evrimin kanıtı olarak geçiş formları ve paleontolojik diziler	160
4.5. Evrimin kanıtı olarak karşılaştırmalı anatomi ve karşılaştırmalı embriyoloji	162
4.6. Körelmiş organlar ve atavizmler	165
4.7. Adaptasyon tipleri	170
4.8. Evrim modelleri	174
V. KONU: ORGANİZMALAR VE YAŞAM ÇEVRESİ	178
5.1. Biyolojik sistemlerde birincil enerji kaynağı olarak Güneş	180
5.2. Canlı organizmalarda enerji akışı	183
5.3. Besin zinciri ve besin ağı	188
5.4. Ekolojik piramit türleri	193
5.5. Biyogeo-kimyasal döngüler. Su döngüsü	196
5.6. Karbon ve oksijen döngüsü	200
5.7. Azot döngüsü ve döngüde mikroorganizmaların rolü	204
5.8. Biyogeo-kimyasal döngülere etki eden insan faaliyetleri	208
5.9. Sürdürülebilir uygulamalar	214
5.10. Ekolojide birey kavramı. Popülasyon ve popülasyonun özellikleri	219
5.11. Ekolojik seviyeler	224
5.12. Ekolojik faktörler ve ilişkiler	227
KAYNAKÇA	233

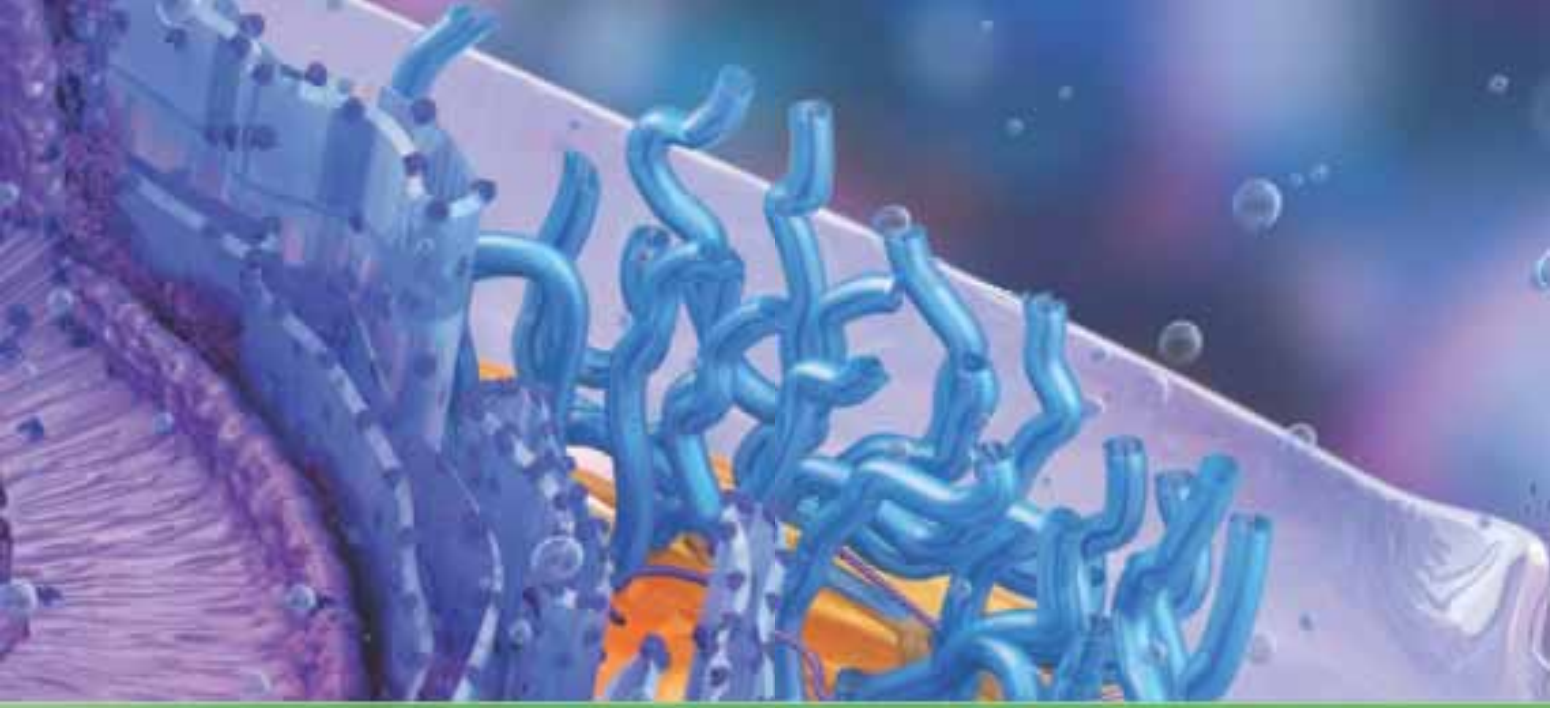


KONU 1

HÜCRENİN ORGANİZASYONU

ÖĞRENME SONUÇLARI





Öğrenci şunları yapabilecek:

- Hücrenin kimyasal bileşimini tanımlar ve hücresel yapıların rolünü ve işlevini açıklar;
- Örnekler aracılığıyla hücrenin yapısını ve organizasyonunu açıklar;
- Maddelerin hücre içine ve dışına taşınmasını açıklar.



Tablo 1.1'de, canlı hücrede bazı elementlerin bulunma oranı yüzdelik olarak verilmiştir.

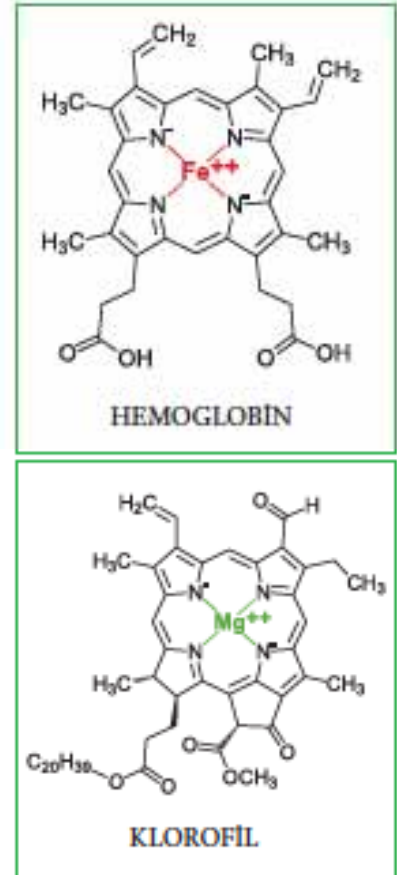
Tablo 1.1. Canlı hücrede elementlerin bulunma yüzdesi

Element	Yüzde (%)	Element	Yüzde (%)	Element	Yüzde (%)
Hidrojen	9,5	Kükürt	0,3	Demir	İz miktarda
Karbon	18,5	Kalsiyum	1,5	Sodyum	0,2
Azot	3,3	Magnezyum	0,1	Potasyum	0,4
Oksijen	65,0	Mangan	İz miktarda	İyot	İz miktarda
Fosfor	1,0	Çinko	İz miktarda	Klor	0,2

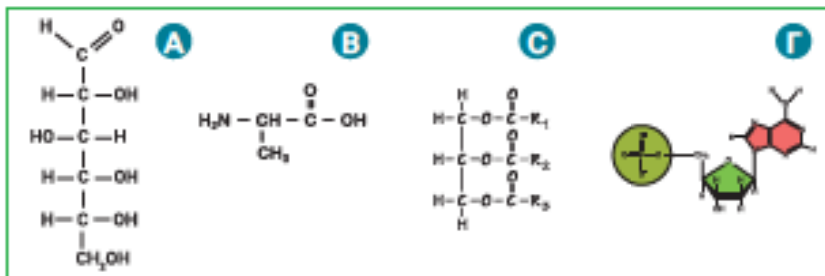
Yüzdelik bulunma oranından bağımsız olarak, her bir elementin önemi hücrenin doğru çalışması ve yaşamı için çok büyüktür. Örneğin, demir hemoglobinin işlevi için büyük önem taşır (Şekil 1.2.A), magnezyum klorofilin önemli bir bileşenidir (Şekil 1.2.A), iyot ise tiroit hormonlarının doğru sentezi için gereklidir. Sodyum ve potasyum sinir ve kas hücrelerinin işlevinin korunması için kilit rol oynar, kalsiyum ise kas hücrelerinin işlevi açısından önemlidir. Sodyum ve klor kan basıncının korunması ve vücuttaki su seviyesinin düzenlenmesi için önemlidir. Onlar organizmada asit-baz dengesinin, ozmotik basıncın ve diğer süreçlerin sürdürülmesinde önemli rol oynar.

HÜCRENİN YAPISINDA ORGANİK MADDELER

Canlı hücreler, mineral tuzların yanı sıra büyük ölçüde organik maddelerden oluşur: karbonhidratlar, proteinler, lipitler ve nükleik asitler. Tüm bu dört organik madde grubunun yapısında merkezi konumda karbon atomu bulunur. Karbonun özel bir özelliği, diğer atomlarla stabil kovalent bağlar kurabilmesi ve çok çeşitli bileşikler oluşturabilmesidir. Aslında, tüm organik moleküller yapısını bu özelliğe borçludur. Şekil 1.2.B'de şeker, aminoasit, lipit ve nükleotidin kimyasal formülleri verilmiştir ve bunların temelinde karbon (C) atomları bulunmaktadır.



Şekil 1.2A Hemoglobin ve klorofilin kimyasal formülleri

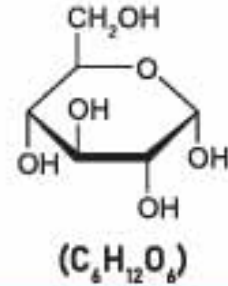


Şekil 1.2B Kimyasal formüller (soldan sağa) şeker A, aminoasit B, lipit C ve nükleik asitten nükleotid D.

Karbonhidratlar (şekerler) karbon, hidrojen ve oksijenden oluşan organik bileşiklerdir. Basit (monosakkaritler) ve karmaşık (polisakkaritler) olabilirler.

Monosakkaritler, karbon atomu sayısına bağlı olarak şunlar olabilir: triozlar – 3 karbon atomu, tetrozlar – 4 karbon atomu, pentozlar – 5 karbon atomu, heksozlar – 6 karbon atomu vb. Özellikle önemli olanlar, nükleik asitlerin yapısına katılan pentozlar deoksiriboz ve ribozdur. Heksozlardan en tanınanı glikozdur (Şekil 1.3) ve halk arasında üzüm şekeri olarak bilinir, çünkü üzümde büyük miktarlarda bulunur, fakat diğer meyvelerde ve kanda da vardır. O, hücreler için temel enerji kaynağıdır. Fruktoz ya da meyve şekeri ise meyvelerde bulunan bir heksoz türüdür.

Sakaroz, yani bildiğimiz beyaz şeker, iki monosakkarit biriminden oluşan bir disakkarittir ve şeker pancarında ve şeker kamışında büyük miktarlarda bulunur (Şekil 1.4).

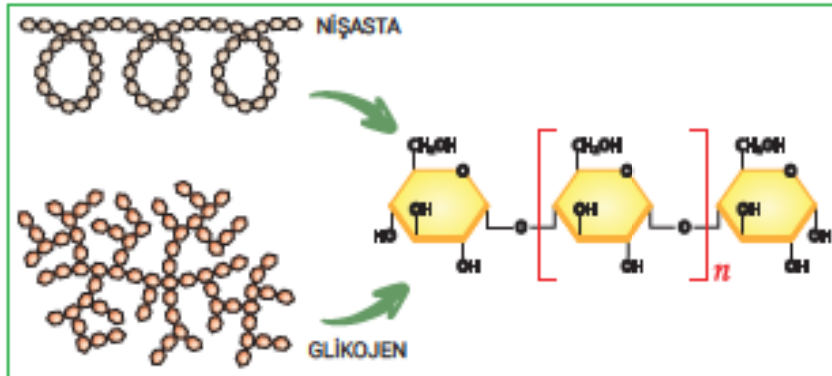


Şekil 1.3 Glikozun halka biçiminde gösterilmiş kimyasal formülü



Şekil 1.4 Beyaz şeker (sakkaroz) ve şeker kamışı

Polisakaritler 11 veya daha fazla monosakarit biriminden oluşur. Bunlardan en önemlileri glikojen, nişasta ve selülozdur. Bunlar, yan dallarda farklı şekillerde dallanan glikoz birimlerinden oluşmuş makromoleküllerdir (Şekil 1.5). Bu yapısal farklılık onlara özgün özellikler kazandırır. Örneğin, glikojen hayvan hücrelerinde bulunur ve karaciğer ile kaslarda depolanan yedek şekerdir. Buna karşılık, nişasta ve selüloz bitkilere özgü karmaşık şekerlerdir.



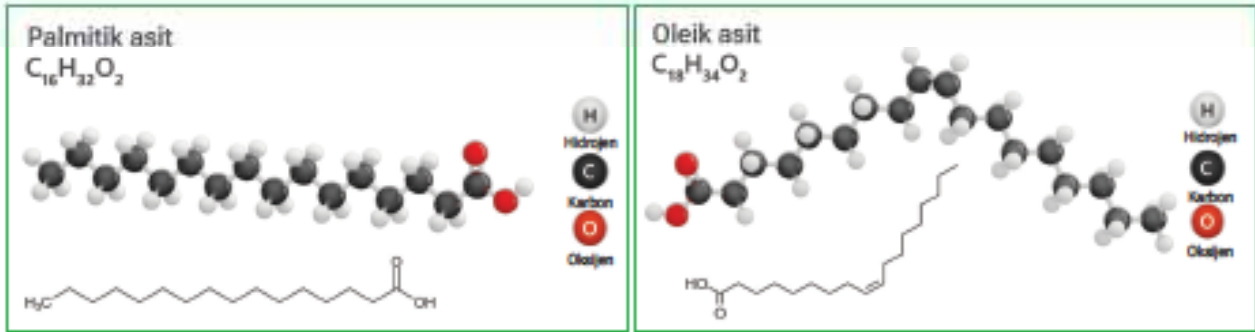
Şekil 1.5 Nişasta ve glikojen moleküllerinin yapısı

Buna göre, nişasta fotosentez sırasında glikoz birimlerinin oluşumunun hemen ardından meydana gelen ve yedek şeker görevi gören bir polisakarittir, selüloz ise bitki hücrelerinde hücre duvarının yapısına katılır (Şekil 1.6).

Lipitler, suda değil, organik çözücülerde (eter, aseton, benzen vb.) çözünebilir organik bileşiklerdir. Bunlar iki grupta toplanır: yağlar (katı halde bulunanlar) ve sıvı yağlar (sıvı halde bulunanlar). Onları yağ veya sıvı yağ yapan fark, makromoleküllerin yapısındadır. Lipitler, alkol gliserol ile yüksek yağ asitlerinden oluşur. Yüksek yağ asitleri doymuş ve doymamış yağ asitlerine ayrılır. Fark, yüksek yağ asidinin yapısında çift bağların bulunup bulunmamasıdır (Şekil 1.7); çift bağ varsa doymamış hale gelir. Yağ asitleri doymamış olan lipitler sıvı yağları, doymuş olanlar ise katı yağları oluşturur. Sıvı yağlar bitkilere özgüdür. Özellikle kuruyemişler ve yağ bitkileri (ayçiçeği, kolza, zeytin vb.) yağ bakımından zengindir. Katı yağlar ise hayvanlara özgüdür. Beslenmede sıvı yağların tercih edilmesi önerilir; bunun nedeni, yapılarında çift bağların bulunmasıdır.



Şekil 1.6 Un (nişasta) ve odun (selüloz)



Şekil 1.7 Doymuş ve doymamış yüksek yağ asidi

Lipitlerin farklı sınıflandırmaları vardır, ancak en yaygın olarak basit ve bileşik lipitler olarak ayrılırlar. Basit lipitlere (trigliseritler olarak adlandırılır) lipitler girer. Buna karşılık, bileşik yağ maddeleri (lipoidler olarak adlandırılır) yapılarında lipit dışı bir bileşik de bulundurur; örneğin karbonhidratlar, proteinler, fosforik asit vb. Bunlara fosfolipitler ve lipoproteinler dahildir; bunlar zarların yapısına katılır ve koruyucu bir işlev görür. Lipitler tüm hücrelerde az miktarda bulunur, ancak yağ dokusu hücrelerinde büyük miktarlarda yer alır.

Lipitler en büyük enerji kaynağıdır. Gerektiğinde, özellikle uzun süreli açlıkta, karbondioksit ve suya kadar parçalanarak büyük miktarda enerji açığa çıkarılır.

İnsandaki bazı önemli hormonlar doğaları gereği lipit yapısındadır. Örneğin, cinsiyet hormonları böyledir.

Proteinler (belkeler) toplam kütlenin %10-20'sini oluşturan önemli organik bileşiklerdir. Proteinler hücre yapıları ve organizmaların bütünü için yapı malzemesidir. Ayrıca hormonların ve enzimlerin büyük bir kısmı da proteindir. Aşırı açlık durumunda, karbohidratlar ve lipitler tükendikten sonra proteinler enerji kaynağı olarak da kullanılabilir.

Molekülleri; karbon, oksijen, hidrojen ve azottan yapılmıştır, ayrıca fosfor ve kükürt de içerebilir. Bunlar farklı aminoasitlerden oluşan makromoleküllerdir. Doğada 20 aminoasit bulunur ve tüm canlılardaki proteinler bu aminoasitlerden oluşur (Şekil 1.2 B).

Proteinler aminoasit zincirlerindeki aminoasitlerin sayısı, türü ve dizilişine göre farklılık gösterir. Basit ve bileşik olarak ikiye ayrılır. Basit proteinler yalnızca aminoasitlerden oluşur, bileşik proteinler (proteidler olarak adlandırılır) ise prostetik grup denilen protein dışı bir kısım da içerir.

Proteinlerin yaşam için önemi çok büyüktür çünkü tüm yaşamsal süreçler – büyüme, beslenme, hareket vb. – onlarla bağlantılı ve onlara bağlıdır. Şu işlevlere katılırlar:

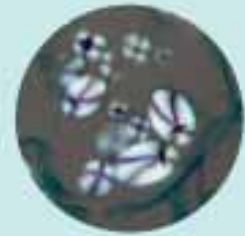
- hücrenin yapısı;
- hücrenin metabolizması;
- hücrede yedek maddelerin depolanması.

Etkinlik:

- Nişasta, iyot ile mor renge boyanan karmaşık bir şekerdir. Kesilmiş patatesin suyundan hazırlanan mikroskopik preparatları inceleyin. Bunlardan biri iyot çözeltisi ile boyanmış olsun. Beyazımsı nişasta tanelerini (Şekil) ya da iyotla boyanmış preparatta mor renkteki nişasta tanelerini fark edeceksiniz. Aslında patates yedek şeker – nişasta – ile doludur.
- Lipitler suda çözünmez, fakat alkolde (organik çözücüde) çözünür.

Bu özelliği göstermek için basit bir deney yapın: %70 alkol içeren bir kaba birkaç damla ayçiçek yağı damlatın. Yağın hemen alkolde çözüldüğünü fark edeceksiniz. Aynı deneyi tekrar edin, ancak bu kez su dolu kaba birkaç damla ayçiçek yağı damlatın. Yağın suda çözünmediğini göreceksiniz.

- Yağların neden sağlıklı beslenme olarak kabul edildiğini ve çift bağların hücreleri zararlı etkilere nasıl koruduğunu araştırın. Elde ettiğiniz bilgileri sınıfta diğer arkadaşlarınızla paylaşın.



Tekrar Soruları:

1. Biyojen elementler hücrelerde bulunma miktarına göre nasıl sınıflandırılır?
2. Mineral tuzlar neden önemlidir?
3. Dört grup organik maddeyi sayınız.
4. Karbonhidratlar hangi elementlerden oluşur?
5. Monosakkaritler, disakkaritler ve polisakkaritler gruplarına örnekler veriniz.
6. Hangi organik bileşikler enerji kaynağıdır?
7. Lipitlerin yağlar ve katı yağlar olarak ayrılması neye bağlıdır?
8. Lipitlerin işlevleri nelerdir?
9. Proteinler hangi bileşenlerden yapılmıştır?
10. Proteinlerin işlevleri ve önemi nedir?

Anahtar noktalar:

- ✓ Kimyada bilinen tüm elementler içinde yaklaşık 25 tanesi biyojen elementlerdir (canlı hücreleri oluşturan elementler). En büyük paya sahip olan 11 element şunlardır: oksijen, karbon, hidrojen, azot, kalsiyum, fosfor, potasyum, kükürt, sodyum, klor ve magnezyum.
- ✓ Makro elementler olan karbon, hidrojen, oksijen ve azot yapıtaşı elementlerdir ve canlı hücredeki toplam elementlerin yaklaşık %96'sını oluştururlar.
- ✓ Çok küçük miktarlarda bulunsalar da, mikro elementler ve izoelementler canlı hücrenin işleyişi için hayati öneme sahiptir. Örneğin demir hemoglobin için, magnezyum klorofil için, iyot tiroit hormonları için anahtardır. Sodyum ve potasyum sinir ve kas hücreleri için, kalsiyum ise kas hücreleri için önemlidir. Sodyum ve klor kan basıncı ve vücuttaki su seviyesinin düzenlenmesinde önem taşır.
- ✓ Karbonhidratlar, karbon atomlarının sayısına göre (triozlar, tetrozlar, pentozlar...) veya monosakkarit birimlerinin sayısına göre (monosakkaritler, disakkaritler, polisakkaritler) gruplara ayrılır.
- ✓ Karbonhidratlar canlı hücreler için temel enerji kaynağıdır.
- ✓ Lipitler gliserol ve yüksek yağ asitlerinden yapılmıştır. Yüksek yağ asitlerine göre yağlar (doymamış yüksek yağ asitleri içerir) ve katı yağlar (doymuş yüksek yağ asitleri içerir) olarak ayrılır.
- ✓ Lipitler canlı hücreler için en büyük enerji kaynağıdır, ayrıca hücre zarının da yapısal bileşenidir.
- ✓ Proteinler, canlı dünyada sayısı 20 olan aminoasitlerden yapılmıştır.
- ✓ Proteinler hücre yapıları için yapı bileşenleridir, ayrıca birçok hormon ve enzim de proteinlerden yapılmıştır.
- ✓ Aşırı açlık durumunda proteinler enerji kaynağı olarak kullanılır.

1.2. CANLI ORGANİZMALARDA SU, YAPISI VE FONKSİYONLARI

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

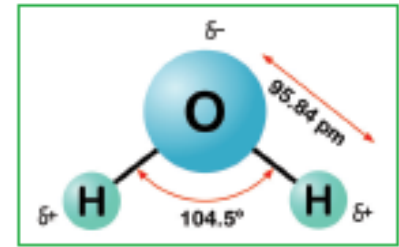
- ✓ Suyun birçok madde için çözücü ve taşıyıcı rolünü açıklar;
- ✓ Suyun hücrede birçok sürecin gerçekleştiği ortam olduğunu açıklar.

SUYUN YAPISI

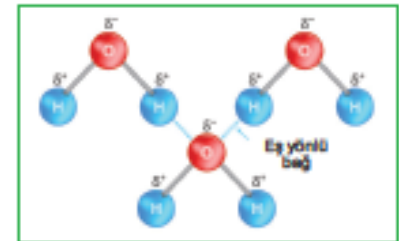
Su molekülü, her biri bir kimyasal bağ ile oksijen atomuna bağlı iki hidrojen atomundan oluşur. Formülü (H_2O) basit görünse de, su çok karmaşık kimyasal ve fiziksel özellikler sergiler. Örneğin, erime sıcaklığı $0^\circ C$, kaynama sıcaklığı ise $100^\circ C$ 'dir ve bu değerler hidrojen sülfür ve amonyak gibi benzer bileşiklerle karşılaştırıldığında çok daha yüksektir. Katı hali – buzda – su, sıvı haline göre daha düşük yoğunluktadır, bu da bir başka olağan dışı özelliktir. Bu anomalilerin kökü su molekülünün elektronik yapısında yatar.

Su molekülü doğrusal değildir; merkezi oksijen atomu ile iki hidrojen atomu arasında $104,5^\circ$ 'lik bir açı vardır (Şekil 1.8). Bu nedenle çift kutuplu bir yapıya sahiptir. Molekülün bir ucu elektronegatif, diğer ucu ise elektro pozitif özellik gösterir. Bu özellik, suyun hücrede ve organizmalarda birçok işlevi açısından önemlidir.

Su moleküllerindeki hidrojen atomları, yüksek elektron yoğunluğu olan bölgelere çekilir ve bu bölgelerle "hidrojen bağı" olarak adlandırılan zayıf bağlar kurabilirler (Şekil 1.9). Yani bir su molekülündeki hidrojen atomları, komşu bir su molekülündeki oksijen atomunun bağ yapmamış elektron çiftlerine çekilir. Sıvı suyun yapısının sürekli olup çözülen su molekülü kümelerinden meydana geldiğine inanılır. Bu özellik, suya viskozluk ve yüksek yüzey gerilimi gibi diğer olağan dışı özelliklerini kazandırır.



Şekil 1.8 Suyun Yapısı



Şekil 1.9 Üç Su Molekülü Arasındaki Hidrojen Bağları

SUYUN FONKSİYONLARI

"Susuz hayat olmaz" ilkesinden yola çıkarak, bu sıvının gezegenimizdeki yaşam için temel önemini ve canlı hücrelerin ve organizmaların işleyişindeki rolünü anlıyoruz.

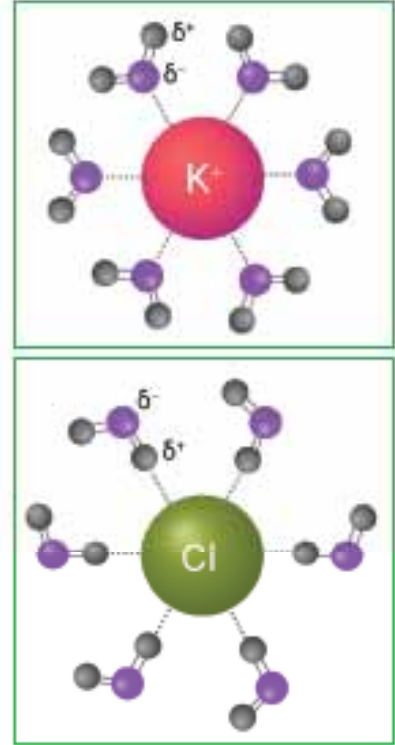
Çözücü. Su öyle iyi bir çözücüdür ki doğada saf halde bulunması neredeyse imkânsızdır. Su, çok geniş bir besin maddesi ve diğer bileşikler çözebilir ve bunları vücutta taşıyabilir. Çoğu iyonik bileşik, su moleküllerinin polar yapısı nedeniyle suda çözünür. Katyonlar, suyun negatif kutuplarını (oksijen) çeker. Benzer şekilde negatif iyonlar, su molekülünün pozitif kutbunu (hidrojen) çeker. Böylece iyonlar, birbirleriyle tekrar birleşemeyecek şekilde stabilize olmuş miseller oluşturur (Şekil 1.10).

Geniş bir yelpazede organik moleküller suda çözünür; örneğin: şekerler, aminoasitler, küçük proteinler ve nükleik asitler. Bu moleküllerin hepsi polardır. Lipitler ve polisakkaritler, büyük proteinler ve büyük nükleik asitler suda çözünmez. Su, çözülmüş maddelerin hücreler içine ve dışına taşınmasını sağlar. Ayrıca su, hidronyum iyonuna (H_3O^+) ve hidroksit iyonuna (OH^-) ayrışır (amfoterik özellikler), yani farklı çözeltilerde (bazlar ve asitler) proton verici ve proton alıcı olarak davranır; ortama bağlı olarak zayıf baz veya zayıf asit gibi işlev görebilir.

Termoregülasyon. Suyun özgül ısı yüksektir ve kaynama ile donma sıcaklıkları oldukça yüksektir. Terleme ve ter damlaları sayesinde vücut fazla ısıdan kurtulur.

Metabolit. Metabolitler hücredeki kimyasal süreçlerin parçası olan tüm maddelerdir. Su birçok reaksiyonda hem reaktan hem de ürün olarak bir metabolittir. Örneğin fotosentez, sindirim ve hücresel solunumun parçasıdır. Metabolik suya iyi bir örnek deve ve hörgüçüdür. Deve hörgücünde yağ depolar. Bu yağlar parçalanıp enerji için kullanıldığında ortaya çıkan ürün sudur ve deve bu suyu uzun süre su içmeden hayatta kalmak için kullanır (Şekil 1.11).

Suyun yüzeyi ise kohezyon kuvvetleri nedeniyle bir "yüzey tabakası" oluşturur ve bazı böcekler bu tabaka üzerinde hareket edebilir. Aynı tür moleküller arasındaki bu kohezyon kuvvetleri ve sıvı molekülleri ile katı yüzey molekülleri arasındaki adhezyon kuvvetleri, kapilarite olayında ve bitkilerde kökten yapraklara kadar iletim kanallarındaki dar tüplerden suyun yükselmesinde önemlidir.



Şekil 1.10 Suda İyonların Çözünmesi ve Stabilizasyonu



Şekil 1.11 Hörgücünde Depolanmış Yağ Rezervleriyle Deve

Köklerden yapraklara doğru "tutunan ve çekilen" su moleküllerinden oluşan kesintisiz su sütunu, dev ağaçlar – sekoyalar gibi – 70 metreden daha uzun olabilir (Şekil 1.12).

Su, organizmadaki birçok diğer fizyolojik süreçte rol alır. Örneğin eklemlerin düzgün çalışmasına yardımcı olur. İdrar, terleme ve dışkılama yoluyla atık maddelerin vücuttan atılmasına katılır. Dokularda sıvı tutulmasına yol açabilecek fazla sodyumun uzaklaştırılmasına yardımcı olur. Besinlerin sindirilmesini kolaylaştırır ve sindirim sisteminin düzgün çalışmasına hizmet eder.

Metabolik süreçlerin gerçekleşmesi suya bağlıdır çünkü bu süreçler sulu bir ortamda gerçekleşir. Bu da enerji artışına etki eder. Bazı araştırmalara göre sadece 500 mL su içmek metabolizma oranını %30 artırmaktadır. Vücuttaki proteinler ve nükleik asitler gibi biyomoleküller su molekülleriyle çevrilidir ve onlarla bağlanır. Su, elektrolit dengesinin korunması için önemlidir. Ayrıca kan hacmini de korur çünkü kanın %92'sini su oluşturur. Su, dokuların ve organların esnekliği ile cildin görünümü açısından büyük bir rol oynar. Su sadece susuzluğu gidermekle kalmaz, aynı zamanda vücudu arındırır. Tüm bunlardan dolayı, "susuz hayat olmaz" sözü doğru kabul edilir; yani insan yiyeceksiz çok daha uzun süre dayanabilir, fakat susuz dayanamaz.



Şekil 1.12 Sekoya
(*Sequoiadendron giganteum*)

YAŞAM ORTAMI OLARAK SU

Pek çok canlı su içinde yaşar. Buzun yoğunluğunun daha düşük olması nedeniyle buz suyun yüzeyinde yüzer ve alt katmanların donmasına izin vermez. Böylece buzun altında sıvı su bulunur ve bu, özellikle Dünya'nın birkaç kez uzun dönemler boyunca buzul çağılarına girdiği zamanlarda, sudaki yaşamı korumuştur.

Etkinlik:

- Yeterince su ve diğer sıvılar içilmediğinde, vücut dehidrasyon denilen duruma girer. Bu durumun belirtilerini araştırınız. Bir ergende günlük olarak vücuda alınması gereken minimum su miktarı ne kadardır?

Tekrar Soruları:

1. Suyun yapısını ve suyun nasıl oluştuğunu açıklayınız. Su moleküllerini bir arada tutan kuvvetler nasıl adlandırılır?
2. Su, çözeltide iyonların ayrılmış halde kalmasını nasıl sağlar?
3. Su ile bağlantılı ve onun kilit rol oynadığı birkaç fizyolojik süreci sıralayınız.
4. Suyun hangi fiziksel özelliği yaşamı donmaktan korumuştur? Bunun nasıl gerçekleştiğini açıklayınız.

Anahtar noktalar:

- ✓ Su, Dünya gezegeninde yaşamın ortaya çıkması ve sürdürülmesi için temel koşuldur.
- ✓ Su molekülü, oksijen atomunun hidrojen atomlarına göre özel bir yapısı ve uzaysal konumuna sahiptir. Bu konum, suyu mükemmel bir çözücü yapar ve ona adezyon ve kohezyon kuvvetleri gibi fiziksel özellikler kazandırır. Bu özellikler, bitkilerin gövdelerindeki kanallardan suyun kökten yapraklara kadar yükseldiği kapilarite olayında kendini gösterir.
- ✓ Su, kanın sıvı kısmını oluşturur ve besin maddelerinin, minerallerin, vitaminlerin ve metabolitlerin taşınmasında işlev görür. Ayrıca birçok zararlı madde ve metaboliti böbreklere taşır, oradan da idrarla vücuttan atılır.
- ✓ Suyun yüksek ısı kapasitesi, onu terleme sistemi aracılığıyla vücut ısısının düzenleyicisi yapar. Her damla terle birlikte vücuttan ısı atılır ve böylece soğuma sağlanır.
- ✓ Birçok fizyolojik süreç su ile bağlantılıdır. Bu nedenle su, tüm organ sistemlerinin doğru çalışması için önemlidir.
- ✓ Suyun amfoterik özellikleri, onu vücuttaki asit-baz dengesini düzenleyen mükemmel bir sistem haline getirir.

1.3. HÜCRE DIŞI ŞEKİLLER – VİRÜSLER

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Virüslerin canlı maddenin hücre dışı bir formu olarak yapısını açıklar;
- ✓ Virüsleri hücresel organizma formlarıyla karşılaştırır;
- ✓ En yaygın viral hastalıktan ve bulaşma yollarını tanımlar;
- ✓ Enfeksiyondan korunma stratejilerini tanımlar.

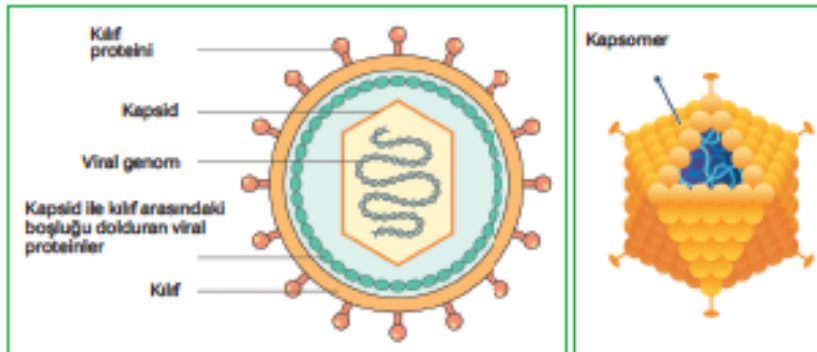
VİRÜS KAVRAMI

Virüsler (virus – Latince “zehir”) hücre dışı yapıya sahip biyolojik yapılardır ve canlı ile cansız arasındaki sınırdaki bulunurlar. Virüsler 15 ila 300 nm arasında submikroskopik boyutlara sahiptir. İlk virüs 1892 yılında Rus biyolog Dmitry İvanovski tarafından keşfedilmiştir. İvanovski, tütün yaprağındaki değişimlerin nedenlerini incelemiş ve bu virüsü TMV (Tütün Mozaik Virüsü) olarak adlandırmıştır.

VİRÜSLERİN YAPISI

Viral parçacık, protein alt birimleri olan kapsomerlerden oluşan bir kılıf – **kapsid** – ve nükleik asitten meydana gelir. Bu nükleik asit ya DNA ya da RNA’dır (ama hiçbir zaman ikisi birden değildir) ve virüsün genetik bilgisini taşır (Şekil 1.13). Kapsidsiz viral parçacığa viroit denir; çok küçük boyutlara sahiptir ve bitkilerde patojendir. Virion ise virüsün konak hücrenin dışında bulunduğu, aktif olmayan formudur.

Virüsler farklı şekil ve boyutlarda olabilirler. Örneğin bazı virüsler çokgen bir şekle sahiptir (20 üçgenden oluşmuş bir yapı).

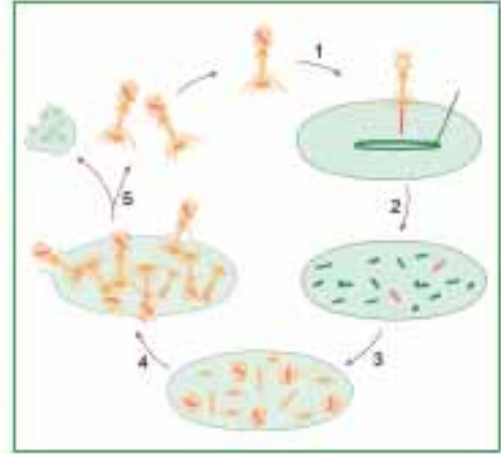


Şekil 1.13 Virüsün Yapısı

Çubuk, küresel şekiller ve benzeri formlar. En küçük virüsler 18–28 nm çapındadır; bunlara çocuk felcine yol açan virüs, tütünde nekroz yapan virüs, hayvanlarda şap hastalığına yol açan virüsler ve diğerleri örnektir. En büyük virüsler ise 220–450 nm uzunluğundadır; kuduz ve çiçek virüsleri bunlara örnektir. Bunlar karmaşık bir yapıya, çift zincirli DNA'ya, birçok proteine ve enzime sahiptir.

VİRÜSLERDE ÜREME

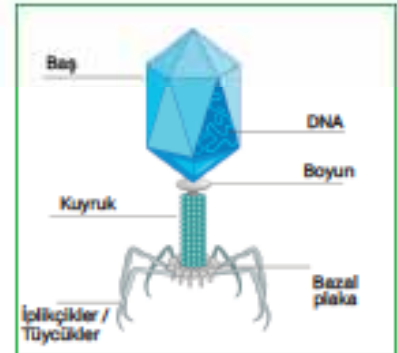
Virüsler çoğunlukla litik döngü ile çoğalırlar; bu süreçte konak hücrenin zarının parçalanması (lizis) gerçekleşir. Virüsler yalnızca canlı hücrelerde çoğalabilir. Önce virüs konak hücreye tutunur, ardından hücre zarında/hücre duvarında bir açıklık oluşur ve buradan viral nükleik asit hücreye aktarılır. Konak hücre, viral nükleik asidin genetik bilgisine boyun eğerek ve yeni viral nükleik asit ile kapsomerler sentezlemeye başlar. Yeni virüs parçacıkları konak hücreyi terk eder ve yeni hücreleri enfekte eder. Konak hücre genellikle ölümüne mahkumdur (Şekil 1.14).



Şekil 1.14 Virüslerin Litik Çoğalma Döngüsü

BAKTERİYOFAJLAR

Bakteriyofajlar (fajlar), bakterilerde parazitlik yapan 20–200 nm büyüklüğünde virüslerdir. Virüs baş ve proteinden yapılmış kuyruktan oluşur. Kuyruk, ucunda bazal plaka (taban) ile sonlanan boş bir tüptür; bu plaka üzerinde ince iplikçikler bulunur. Bu yapılar küçük bacaklara benzer ve enfekte edilecek konak hücrenin zarına tutunmaya yarar. Nükleik asit baş kısmında bulunur. Kuyruğun tabanında ise konak hücreye DNA enjekte etmeye yarayan bir iğne gizlidir (Şekil 1.15).



Şekil 1.15 Bakteriyofaj – Bakterilere Saldıran Virüs

VİRÜSLERİN NEDEN OLDUĞU HASTALIKLAR

Pek çok virüs, çok sayıda enfeksiyonun ve bulaşıcı hastalığın nedenidir. İnsanlarda grip, çiçek, SARS, AIDS, kuduz, papillomlar, uçuklar, çocuk felci, hepatit ve diğerleri bu hastalıklara örnektir. Özellikle yaygın olan "virozlar", nispeten kısa süren ve soğuk algınlığı benzeri belirtilerle seyreden viral hastalıkları kapsar; mide virozları ise karın ağrısı, kramplar ve ishal ile kendini gösterir. Virüslerin bulaşma yolları farklılık gösterir. En basit fakat en virulent (enfeksiyon oluşturma yeteneği yüksek) yol hava damlacıklarıdır. Öksürük, hapşırık ve hatta yüksek sesle konuşma sırasında ağız ve burundan çıkan havada, virüs içeren küçük su damlacıkları bulunur (Şekil 1.16).



Şekil 1.16 Viral Enfeksiyonun Hava Damlacılarıyla Yayılması

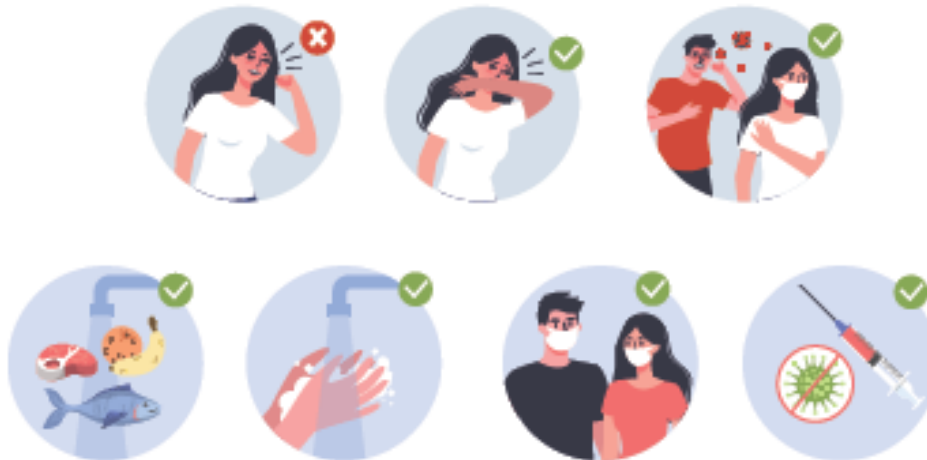
Hava damlacıkları yoluyla, örneğin solunum yolu viral enfeksiyonları bulaşır; bunlara korona, grip, rinovirüsler (soğuk algınlığına yol açanlar), çiçek hastalıkları ve benzerleri dahildir. Bazı virüsler ise "kirli eller hastalıkları" olarak adlandırılan hastalıklara neden olur; bunlar ağız yoluyla alınır. Bunun bir örneği bulaşıcı olan ve tuvalet kullanımında el hijyeninin yetersizliğinden dolayı yayılan hepatit A'dır. Bunun yanında, bazı virüsler vücut sıvıları (kan, meni, vajinal sıvı) ile, açık yaranın bu sıvılarla teması ya da korunmasız cinsel ilişki yoluyla bulaşır. Bu tür virüslere örnek olarak, rahim ağzı kanserine neden olduğu bilinen HPV (insan papilloma virüsü); AIDS'e neden olan HIV (insan immün yetmezlik virüsü); karaciğeri tahrip eden ve karaciğer kanseri ile sonuçlanabilen hepatit B ve C virüsleri verilebilir (Şekil 1.17A). Bazı virüsler hayvandan insana bulaşır; örneğin kuduz, hasta hayvanın (köpek, tilki, sincap vb.) insanı ısırmasıyla geçer.

VİRAL HASTALIKLARDAN KORUNMA

Aşılar viral hastalıklara karşı korunmada mükemmel bir yöntemdir. Bazı aşılar uzun süreli koruma sağlar, bazıları ise mevsimlidir; örneğin mevsimsel grip aşısı. Aşılama, hem kişisel koruma hem de toplumsal koruma açısından faydalı bir uygulamadır. Aşıların bir kısmı zorunlu, bir kısmı ise vatandaşların tercihiyle yapılır. Virüslerden korunmanın yolları arasında hastalarla yakın temastan kaçınmak, düzenli hijyen sağlamak, gözlere ve buruna dokunmaktan kaçınmak, dengeli ve taze vitamin-mineral açısından zengin beslenme, düzenli egzersiz, ayrıca dinlenme ve uyku yer alır.



Şekil 1.17A Viral Hastalıklara Neden Olan Farklı Türde Virüsler



Şekil 1.17B Viral Hastalıklardan Korunma Yöntemleri

Etkinlik:

- HPV aşısını neden kızların yanı sıra erkeklerin de yaptırmayı gerektiğini araştırın. Bu, bizde mümkün mü?
- İnternette belirtilen her bir virüs için araştırma yapın. Tabloyu kopyalayın ve ardından istenen verilerle doldurun. Ayrıca, adı geçmeyen virüslerle de tabloyu tamamlayabilirsiniz.

Virüs	Virüs tipi (DNA, RNA veya retrovirüs)	Hastalık	Aşı (evet/hayır)
Adenovirüs			
Rotavirüs			
Herpes virüsü			
Poliovirüs			
Papilloma virüsü			
Dengue virüsü			
Ebola virüsü			
Koronavirüs			
HIV			

Tekrar Soruları:

1. Virüsler nedir?
2. Virüsün yapısını açıkla.
3. Virüsün hücreyi enfekte etme ve konak hücrede çoğalma şeklini tarif et.
4. Bakteriyofajlar nedir?
5. Bazı viral hastalıkları say ve enfeksiyonun yayılma yolunu açıkla.
6. Virüslerin neden olduğu hastalıkların ortaya çıkması nasıl önenebilir?

Anahtar noktalar:

- ✓ Virüsler, kılıf – kapsid – ve DNA ya da RNA'dan (ama asla ikisi birden değil) oluşan hücre dışı yapılardır. Boyutları nano ölçeklidir.
- ✓ Çoğalabilmeleri için virüslerin canlı bir konak hücreye ihtiyaçları vardır. Bu hücreyi enfeksiyon yoluyla ele geçirirler. Ardından hücre, çoğu zaman kendi ölümüne kadar viral bileşenler üretir. Bu süreçte yeni virüsler serbest kalır ve diğer hücreleri enfekte etmeye devam eder.
- ✓ Bakteriyofajlar, bakterilere saldıran ve onların hücrelerini çoğalmak için kullanan virüslerdir.
- ✓ Virüsler farklı yollarla yayılır. Bazıları hava damlacıkları yoluyla, bazıları temasla ya da ağız yoluyla alınarak, bazıları ise kan ve vücut sıvılarıyla açık yara temasında bulaşır. Kuduz, hasta bir hayvandan insana bulaşır.
- ✓ Aşılama, viral hastalıkların önlenmesinde mükemmel bir yöntemdir.

1.4. PROKARYOT VE ÖKARYOT HÜCRE ARASINDAKİ TEMEL FARK

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Prokaryot ve ökaryot hücreyi ayırt eder;
- ✓ Prokaryot ve ökaryot hücrenin organizasyonunu açıklar;
- ✓ Yapılarındaki ve işlevlerindeki farkları açıklar.

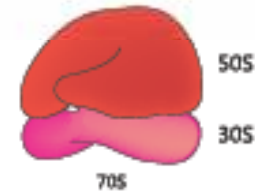
Prokaryot hücre ile ökaryot hücre arasındaki temel fark çekirdeğin bulunup bulunmamasıdır. Prokaryot hücrede farklılaşmış bir çekirdek yoktur, ökaryot hücrede ise farklılaşmış bir çekirdek vardır. Prokaryot hücre (Şekil 1.19B), hücre zarı, hücre duvarı, sitoplazmadan oluşur; sitoplazmada iki bölge ayırt edilir: merkezi bölge – prokaryon ve çevresel bölge – prositoplazma. Ayrıca nükleoid bulunur; bu, halkasal ve çıplak çift zincirli bir DNA molekülüdür. Genetik elemanlar olan plazmitler, ribozomlar, hücresel solunumun gerçekleştiği mezozomlar da vardır.

Prokaryot hücre, aslında sitoplazma ve organeller bakımından fakirdir. Ökaryot hücreler için karakteristik olan kalıcı iç zar sistemine sahip değildir (Şekil 1.19A). Bu nedenle bu organizmalar daha basit bir organizasyona sahiptir ve evrimsel olarak daha eski hücrelerdir.

Tablo 1.2 Prokaryot ve Ökaryot Hücrelerin Yapısal Özellikleri

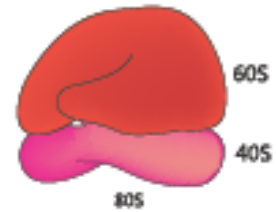
Yapı ve Özellikler	Prokaryot hücre	Ökaryot hücre
Boyut	0,5–8 mikrometre	10–100 mikrometre
Kalıtsal materyal	Halkasal, çıplak DNA molekülü	Histon proteinleri ile bağlı doğrusal DNA molekülü
Çekirdek	Yok	Var
Çekirdekçik	Yok	Var
Bölünme	İş ipliği olmadan basit bölünme	İş ipliğiyle, mitoz ve mayoz
Ribozomlar (Şekil 1.18)	Sedimentasyon katsayısı 70S	Sedimentasyon katsayısı 80S
Endoplazmik retikulum (ER)	Yok	Var
Mitokondri	Yok	Var
Plastitler	Yok	Bitki hücresinde var
Mikrotübüller	Yok	Var

Prokaryotik ribozom

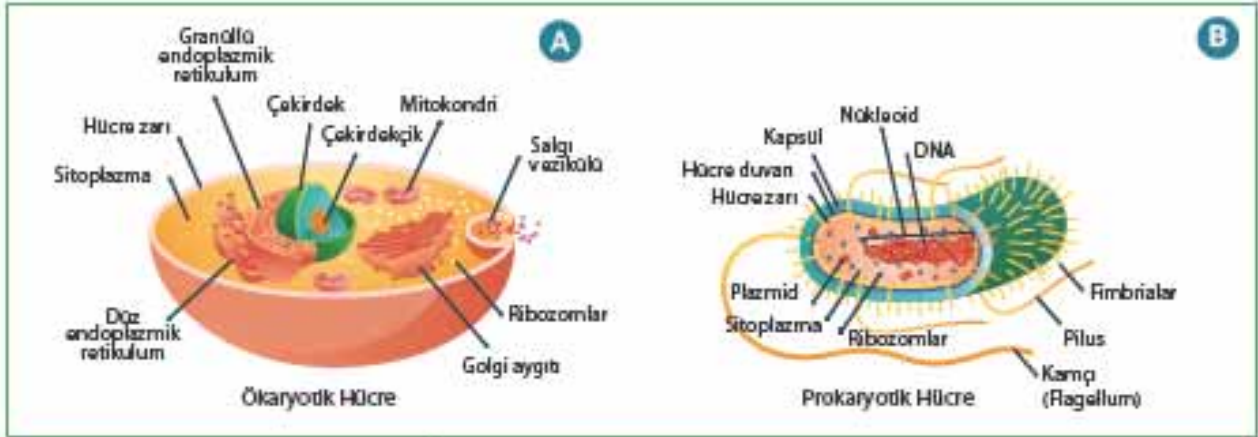


Şekil 1.18A Prokaryotik hücrede ribozomlar

Ökaryotik ribozom



Şekil 1.18B Ökaryotik hücrede ribozomlar



Şekil 1.19 Ökaryot Hücresinin (A) ve Prokaryot Hücresinin (B) Yapısı

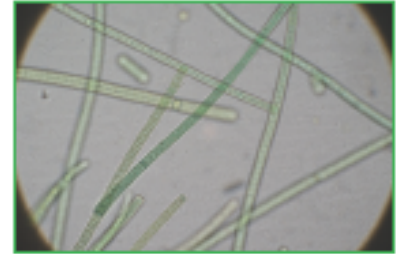
Tablo 1.2’de prokaryot ve ökaryot hücrelerin yapısal özellikleri gösterilmiştir.

Bazı prokaryotik organizmalar hücre duvarına sahiptir, fakat bu yapı ökaryotlardakinden farklı bir yapıya ve kimyasal bileşime sahiptir.

Bazı prokaryotlar (Şekil 1.19B) hareket etmelerini sağlayan kamçılara (flagellum) sahiptir; ancak bu yapılar, ökaryotlardaki benzer yapılara kıyasla daha basit ve farklıdır (Şekil 1.19A). Hücre zarı, ökaryotlardaki gibi benzer bir yapıya sahiptir. Fotosentetik bakterilerde zar kıvrımları bulunur; bu kıvrımların içinde fotosentezin gerçekleşmesini sağlayan pigmentler ve enzimler yer alır. Sitoplazmada yoğun şekilde dizilmiş ribozomlar bulunur. Bu ribozomlar, ökaryotik hücrelerdeki ribozomlara kıyasla daha düşük bir sedimentasyon katsayısına sahiptir (bir molekülün boyutuna ve şekline bağlı olarak santrifüjleme sırasında çökme hızını gösteren ölçü birimi) (Tablo 1.2).

Prokaryotlar, mavi-yeşil algleri (siyanobakteriler, Şekil 1.20) ve çoğu bakteriyi (arkeobakteriler ve gerçek bakteriler), yani Monera âlemi üyelerini kapsayan tek hücreli organizmalardır. Küçük bir kısmı ototrof olup kendi besinini üretirken, çoğunluğu dış çevreden hazır organik maddeler kullanır.

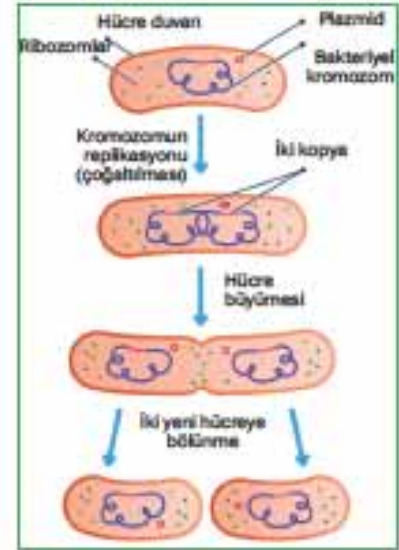
Bakteriler, Dünya’daki en yaygın yaşam formlarıdır. Hücre yapılarında; hücre duvarı, hücre zarı, çekirdek eşdeğeri kromozom, ribozomlar ve hücre zarına bağlı tipik zar yapıları olan mezozomlar bulunur. Bakterilerde kalıtsal materyal, bakteriyel kromozom ya da nükleoid olarak adlandırılan çıplak halkasal DNA molekülüdür. Bu DNA, hücre zarına bağlıdır ve bağlantı noktaları hücrenin büyümesini koordine etmede ve bölünme sırasında kromozomun düzgün dağılımında rol oynar.



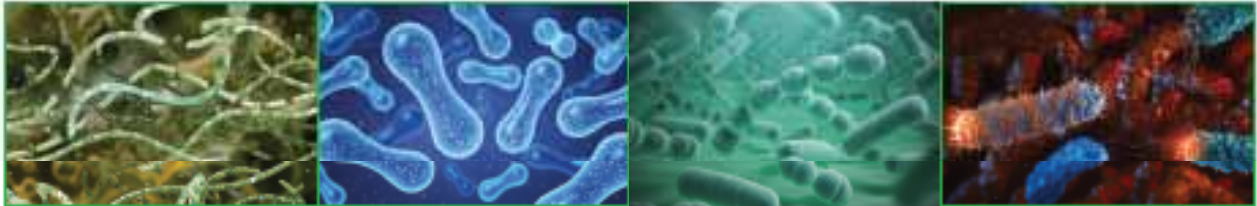
Şekil 1.20 Mikroskop Altında Siyanobakteriler

Bakteri hücreleri sitoplazmada (nükleoidin yanı sıra) plazmit olarak bilinen bir veya daha fazla genetik elemana sahiptir. Bunlar, bakteriyel kromozomdan bağımsız olarak özerk biçimde çoğalabilen genetik yapılardır ve genetik mühendisliğinde kullanılır.

Bakteriler basit bölünme (ikili fisyon) ile çoğalırlar. Bu süreçte önce halkasal kromozom çoğaltılır, ardından sitoplazma bölünür ve hücre ikiye ayrılır (Şekil 1.21). Her bir yeni hücre birer DNA molekülü alır. Bazı bakterilerde ise eşeyli bölünme olarak bilinen konjugasyon görülür; bu süreçte iki hücre arasında genetik materyal değişimi gerçekleşir.



Şekil 1.21 Bakterinin Basit Bölünme ile Çoğalması



Şekil 1.2 Farklı Türde Bakteriler

Tekrar Soruları:

1. Prokaryot hücrenin temel özelliği nedir?
2. Hangi organizmalar prokaryotik yapıya sahiptir?
3. Prokaryot hücrenin yapısını açıkla.
4. Prokaryot hücre ile ökaryot hücre arasındaki yapısal farklar nelerdir?
5. Prokaryot hücrenin bölünmesini açıkla.

Etkinlik:

- Prokaryot ve ökaryot hücre çizim ve farklı yapılarını işaretleyin.

Anahtar noktalar:

- ✓ Prokaryot hücre ile ökaryot hücre arasındaki temel fark çekirdeğin bulunup bulunmamasıdır.
- ✓ Prokaryot hücrede farklılaşmış bir çekirdek yoktur.
- ✓ Ökaryot hücrede farklılaşmış bir çekirdek vardır.
- ✓ Prokaryot hücre; hücre zarı, hücre duvarı, sitoplazma, nükleoid, ribozomlar ve mezozomlardan oluşur.

1.5. BİTKİ VE HAYVAN HÜCRESİ ARASINDAKİ TEMEL FARK

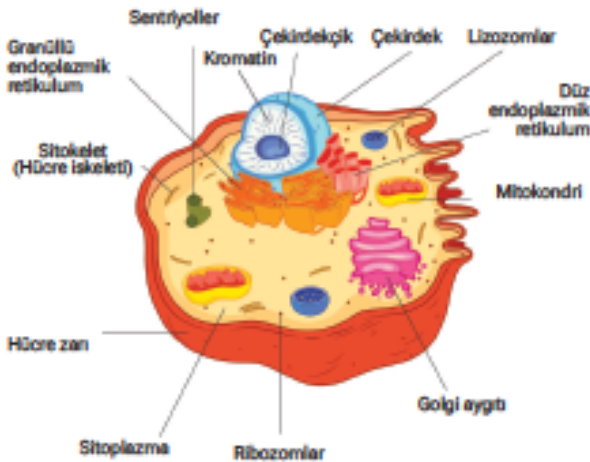
Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Bitki ve hayvan hücrelerini tanımlar;
- ✓ Hücresel organelleri tanımlar ve açıklar;
- ✓ Bitki ve hayvan hücrelerini karşılaştırır ve yapısal farklılıkların işlevlerine nasıl etki ettiğini açıklar.

Ökaryotik organizmalar tek hücreli (bir hücreden oluşan) veya çok hücreli (birden fazla hücreden oluşan) olabilirler. Organizmayı oluşturan hücreler şekil ve büyüklük açısından farklılık gösterebilir. Ait oldukları organizma türüne bağlı olarak, bitki hücreleri ve hayvan hücreleri olarak ayrılırlar (Şekil 1.23).

A) Hayvan hücresi



B) Bitki hücresi



Şekil 1.23 Hayvan Hücresinin (A) ve Bitki Hücresinin (B) Yapısı

Tablo 1.3'te bitki ve hayvan hücresi arasındaki bazı yapısal farklılıklar gösterilmiştir.

Tablo 1.3 Bitki ve Hayvan Ökaryot Hücresi Arasındaki Yapısal Farklılıkları

Yapı / Organel	Hayvan Hücresi	Bitki Hücresi
Hücre zarı	Var	Var
Hücre duvarı	Yok	Var
Sitoplazma	Var	Var
Ribozomlar	Var	Var
Sferozomlar	Yok	Var
Plastidler	Yok	Var
Sentriyoller	Var	Yok
Kofullar (Vakuoller)	Yok	Var
Endoplazmik retikulum	Var	Var
Mitokondriler	Var	Var

Sferozomlar, plastidler ve kofullar bitki hücresine özgü organelldir; sentriyoller ise hayvan hücresinde bulunur.

Sferozomlar, lipoprotein zarından ve içeriğinden – stromadan – oluşur. Görevleri yağ maddelerinin senteziyle ilgilidir.

Plastidler, taşıdıkları pigmentlere göre üçe ayrılır: kloroplastlar, kromoplastlar ve lökoplastlar (Şekil 1.24).

Kloroplastlar, yeşil renkli, fotosentetik olarak aktif organelldir ve yeşil pigment olan klorofil içerirler. Kloroplastlarda karbonhidratların birincil sentezi gerçekleşir, yani burada fotosentez süreci yürütülür. Kromoplastlar, sarıdan turuncuya ve kırmızıya kadar renklere sahip plastidlerdir. Genellikle bitkilerin çiçeklerinde ve meyvelerinde bulunurlar. Bu organelde karotenoidler (karotenler ve ksantofiller) grubundan büyük miktarda pigment vardır. Çoğu zaman bitkilerin olgunlaşması sırasında kloroplastlardan dönüşerek oluşurlar.

Lökoplastlar, renksiz plastidlerdir ve farklı dokularda bulunurlar. Besin maddelerinin depolanmasında görev alırlar; özellikle yedek organik maddelerin saklandığı organlarda bulunurlar.

Kofullar (vakuoller), bitki hücresine özgü organelldir. Sitoplazmada bulunan bu boşluklar, tonoplast adı verilen vakuoler zar ile çevrilidir ve vakuoler ya da hücre özsuyla doludur.

Vakuoler özsu, canlı protoplazmanın etkinliği sonucu oluşan sıvı bir üründür. İçeriğinde genellikle inorganik ve organik maddeler (su, mineraller, proteinler, karbonhidratlar, vitaminler, aminoasitler, tanenler, pigmentler, alkaloidler) bulunur. Bu maddeler hücre yaşamı için büyük önem taşır ve aynı zamanda hücrenin turgorunu (hücre içeriğinin hücre duvarına yaptığı basınç) korur.



Kloroplastlar

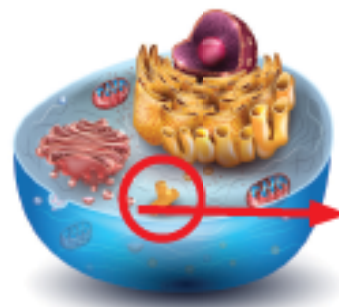


Kromoplastlar



Lökoplastlar

Şekil 1.24 Plastidler



Şekil 1.25 Sentriyoller

Onların bir kısmı yedek maddelerdir ve ihtiyaç halinde hücre tarafından kullanılabilir, diğer bir kısmı yeniden kullanılmayan son ürünler olarak ayrılır, üçüncü bir grup ise doğrudan madde alışverişiyle bağlantılıdır. Koful özsuynun içeriği, farklı dokuların, organların veya bitkilerin hücrelerinde değişiklik gösterebilir. Kofulların karakteristik işlevleri şunlardır:

- Ozmotik basıncın düzenlenmesi;
- Yedek besin maddelerinin depolanması;
- Gereksiz ve zehirli maddelerin uzaklaştırılması;
- Atık maddelerin depolanması;
- İkincil metabolitlerin depolanması;
- Küçük moleküllerin salgılanması;
- Kimyasal metabolik reaksiyonların gerçekleştiği yer olma;
- Otofaji (bitki hücrelerinde ve mantarlarda).

Bir bitki hücresinde tek büyük merkezi koful bulunabileceği gibi, daha küçük boyutlarda birden fazla koful da bulunabilir.

Bir hücredeki tüm kofulların toplamına vakuom denir.

Sentriyoller, dokuz adet üçlü mikrotübül grubundan oluşmuş çift yapılar halindedir ve hücre bölünmesi sürecinde iğ ipliklerinin oluşumuna katılırlar.

Hayvan hücrelerinde, çekirdek bölünmesi sırasında ışık mikroskobu altında görülebilirler (Şekil 1.25).

Etkinlik:

- Defterine bir bitki hücresi ve bir hayvan hücresi çiz, ardından farklı yapılarını yaz.

Tekrar Soruları:

1. Bitki ve hayvan hücresi arasındaki yapısal farklılıklar nelerdir?
2. Plastidler içerdiği pigmentlere göre nasıl sınıflandırılır?
3. Hangi süreç kloroplastlarda gerçekleşir?
4. Sferozomların işlevi nedir?
5. Kofullar nasıl yapılmıştır?
6. Hangi organel hücrenin turgor basıncını korur?
7. Hangi hücreler için sentriyoller karakteristiktir?

Anahtar noktalar:

- ✓ Bağlı oldukları gruba ve yapısal özelliklerine göre bitki ve hayvan hücrelerini ayırt ederiz.
- ✓ Sferozomlar, plastidler ve kofullar bitki hücresine özgü organellerdir, sentriyoller ise hayvan hücresinde bulunur.
- ✓ Plastidler, pigmentlerine göre üçe ayrılır: kloroplastlar, yeşil pigment klorofil içerir; kromoplastlar, karoten veya ksantofil adı verilen sarı, turuncu ya da kırmızı pigmentler içerir; lökoplastlar ise renksizdir ve pigment içermez.

1.6. ÖKARYOT HÜCRELERDE HÜCRE YAPILARI VE UZMANLAŞMA

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Hücre için benimsenmiş tanımı söyler;
- ✓ Hücresel yapıları tanımlar: hücre duvarı, hücre zarı, sitoplazma, çekirdek, mitokondriler, endoplazmik retikulum, Golgi aygıtı, ribozomlar, kloroplastlar, kofullar ve bunların işlevlerini açıklar.

Sitoplazma, bitki ve hayvan hücrelerinin içini doldurur. O, protoplazmanın temel kütlesidir (protoplazma = sitoplazma + çekirdek). Hiyaloplazmadan (ya da sitoplazmik matriks/sitozol) ve hücre organellerinden oluşur. Bazı tek hücreli organizmalarda sitoplazma, endoplazma (merkezde, organellerin bulunduğu kısım) ve ektoplazma (daha yoğun ve çevrede yerleşmiş kısım) olarak ayrılır. Hücre içinin yapısal unsurlar ve zarlar dışında kalan sıvı kısmına **sitozol** denir. Su, iyonlar, enzimler ve küçük moleküller içerir. Sitozol boyunca protein ipliklerinden (mikrotübüller), fibrillerden ve mikrofilamentlerden oluşan bir ağ uzanır; buna hücre iskeleti denir. Bunlar hücrenin iskeleti gibi işlev görerek hareket ve kararlılık sağlar ve büyük ölçüde hücrenin şeklini belirler.

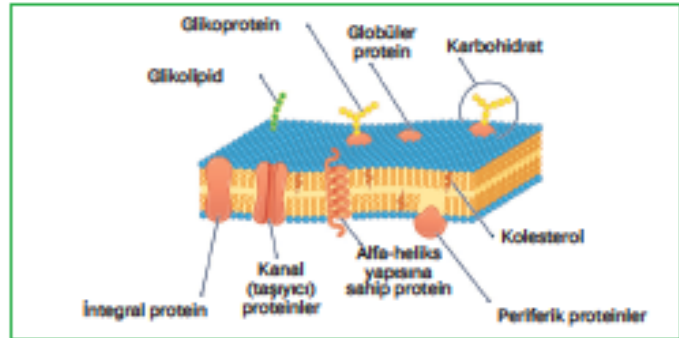
Hücre zarı (Şekil 1.26), hücreyi dış ortamdan ve diğer komşu hücrelerden ayıran örtüdür. Lipitlerden oluşur; aralarında protein molekülleri bulunur, yani çift katlı bir lipoprotein zar yapısına sahiptir. Hücre zarının birçok işlevi vardır: hücreyi ortamdan ayırır, korur, madde taşınmasını sağlar, akraba hücreleri tanır, ortamdan gelen bilgileri alır vb.

Hücre duvarı (Şekil 1.27), bitki hücresine özgü bir yapıdır. Hücrenin kendi tarafından oluşturulan, genellikle saydam ve renksiz olan sert bir örtüdür ve hücre yüzeyinde bulunur.

Tanım:

Hücre, tüm canlı organizmaların temel yapısal ve işlevsel birimidir.

O, solunum, beslenme, büyüme ve üreme gibi temel yaşamsal süreçleri bağımsız olarak gerçekleştirebilen en küçük canlı birimdir.



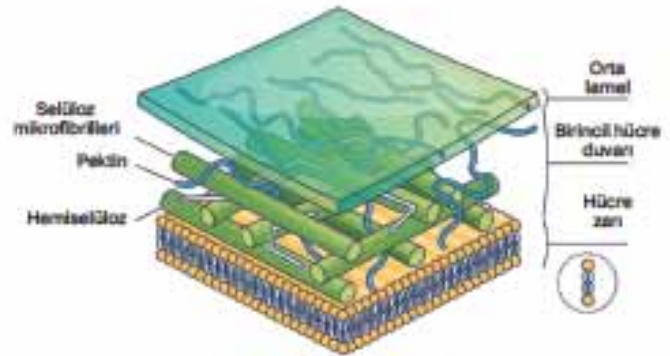
Şekil 1.26 Çift katlı lipoprotein zar

Hücre duvarı, temel madde – matriks ve iplik-si selüloz moleküllerinden oluşur, fakat başka karmaşık organik ve inorganik maddeler de içerebilir. Hücre duvarı hücreye mekanik koruma sağlar, şeklini belirler, ışığı geçirir ki bu da protoplazmada gerçekleşen fotosentetik süreçler için özellikle önemlidir; ayrıca seçici değildir ve su ile çözünmüş maddelerin geçişine izin verir. Hücre duvarı boyunca, iki komşu canlı hücre arasında madde alışverişinin gerçekleştiği protoplazmik ipliklerin geçebildiği gözenekler bulunur. Protoplast öldükten sonra da hücre duvarı kalır. Böyle ölü hücreler, bitki hücrelerinin belirli fizyolojik işlevleri yerine getirmesine katkı sağlamaya devam eder.

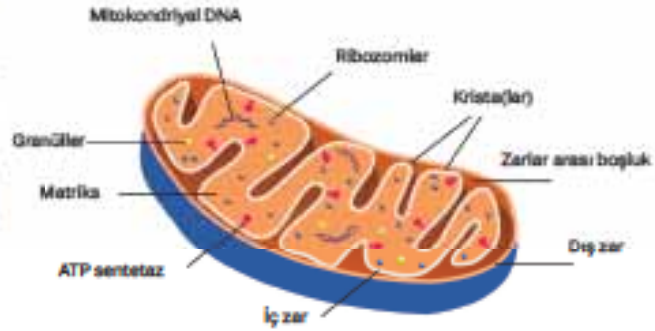
Mitokondriler, tanecik, iplik ya da çubuk şeklindedir. Çift katlı bir zar dan ve matriks adı verilen iç içerikten oluşurlar. İç zar, kresta denen kıvrımlar meydana getirir; bu kıvrımlar iç yüzeyi artırır ve mitokondrilerin etkinliğiyle ilişkilidir. Krestaların yüzeyinde atepozomlar (F1-parçacıklar, oksizomlar) adı verilen küçük küresel yapılar bulunur; bunların içinde hücre-sel solunum sürecine katılan enzimler yer alır. (Şekil 1.28)

Endoplazmik retikulum – ER (Şekil 1.29), yassı kesecikler (lameller) biçimindeki lipoprotein zarlarından oluşan bir sistemdir; bu zarlar çok sayıda tüpten (tubulus) oluşan bir ağ meydana getirir. İç boşluk, sitoplazmadan farklı bileşimde olan matriks adı verilen bir sıvıdır. Zarların yüzeyinde ribozomlar bulunuyorsa buna **granüllü (pürtüklü) endoplazmik retikulum**, bulunmuyorsa **agranüllü (düz) endoplazmik retikulum** denir.

Endoplazmik retikulumun birkaç önemli işlevi vardır: sitoplazmadaki madde metabolizmasını düzenler, proteinler, karbonhidratlar ve diğer maddeler için bir iletim sistemi oluşturur, çeşitli sentez süreçlerine etkin olarak katılır. Bu nedenle metabolik etkinliği yüksek hücrelerde iyi gelişmiş bir endoplazmik retikulum bulunur. Granüllü endoplazmik retikulum, proteolitik enzimlerin sentezine katılımıyla hücre içi sistemlerin önemli bileşenlerinden biridir. Ribozomların bulunmaması nedeniyle düz endoplazmik retikulum ise lipidlerin sentezi, ayrıştırılması ve hücre içinde taşınması gibi diğer metabolik süreçlerde görev alır.



Şekil 1.27 Hücre duvarının yapısı



Şekil 1.28 Mitokondrinin yapısı



Şekil 1.29 Endoplazmik retikulum

Golgi aygıtı (sistemi) – GS (Şekil 1.30), üst üste dizilmiş çok sayıda yassı kesecikten – sakkuliden oluşur; bunlar fonksiyonel birimler – diktiozomlar meydana getirir. Golgi aygıtının zarlarında hiçbir zaman ribozom bulunmaz. İşlevi, çeşitli protein, enzim, hormon, su vb. molekülleri paketlemektir. Proteinler, sentezlendikleri ribozomlardan, endoplazmik retikulum kanalcıkları aracılığıyla Golgi sistemine gelir. Burada uygun şekilde işlenir, paketlenir ve sekretör veziküller biçiminde son ürünler olarak ayrılır.

Lizozomlar (Şekil 1.31), tek katlı sağlam bir zarla çevrili kesecik (vezikül) şeklindeki organellerdir. İçlerinde çok sayıda hidrolitik enzim bulunur; bunlar asidik hidrolazlar olup maddelerin parçalanmasında görev alan çeşitli enzimlere sahiptir. Lizozomlar fagositoz ve yabancı cisimlerin sindirimi süreçlerinde, hatta hücre beslenmede rol oynar. Bu nedenle lizozomlar, vakuoler hücre sindirim sistemi olarak tanımlanır. Lizozomların oluşumu, endoplazmik retikulum ve Golgi sistemiyle bağlantılıdır.

Sentriyoller, hayvan hücrelerine özgü yapılardır; bunlar önceki ders biriminde açıklanmıştır.

Çekirdek (nucleus), canlı ökaryotik hücrede gözlemlenen en belirgin yapıdır. Sitoplazmadan daha yoğun bir kıvama sahiptir ve genellikle hücrenin en fazla etkinliğin olduğu kısmında yerleşmiştir. Tek çekirdekli (mononükleer) ve iki ya da daha fazla çekirdekli (polinükleer) hücreler vardır. Daha nadir örneklerde, çekirdek başlangıçta bulunur ama hücrelerin belirli bir işlev için farklılaşması ve uzmanlaşması sırasında kaybolur.

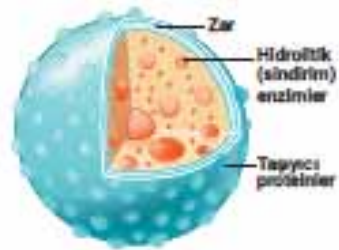
Çekirdek, sitoplazmadan çift katlı çekirdek zarıyla ayrılır; bu zar üzerinde özel çekirdek gözenekleri bulunur (Şekil 1.32). Çekirdek zarı, kromozomları içeride tutar ve genetik materyali korur. İç kısmı, çekirdek plazması (nükleoplazma, karyoplazma) ile doludur; burada kromatin maddeleri, çekirdekçik ve çekirdek ribozomları bulunur. Kromatin maddeleri, DNA ve protein komplekslerinden oluşur ve kromozomları meydana getirir.

Hücrenin büyümesi için madde sentezi gerekir ve bu da çekirdeğin katılımı olmadan mümkün değildir. Öte yandan, çekirdek de sitoplazma olmadan varlığını sürdüremez; çünkü çekirdeğin tüm etkinlikleri için gerekli enerji sitoplazmada gerçekleşen oksidatif süreçlerden elde edilir. Buna göre çekirdek ve sitoplazma, hücrenin ayrılmaz bir bütünü oluşturur.

Çekirdek, hücrelerin ve organların biçimlenmesinde de etkili olur; çünkü genetik bilgilerin kuşaktan kuşağa aktarılmasını sağlar, yani morfogenetik süreçlerde önemli bir rol oynar.



Şekil 1.30 Golgi sistemi (Golgi aygıtı)



Şekil 1.31 Lizozomlar

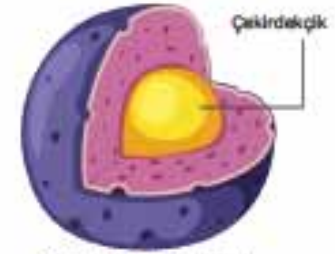


Şekil 1.32 Çekirdeğin yapısı

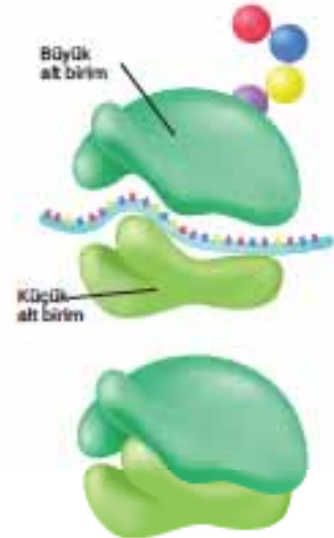
Çekirdekçik (nucleolus) (Şekil 1.33), genellikle çekirdek zarının yanında yer alan, yuvarlak biçimli zorunlu bir yapıdır. Çekirdekçiklerin kendi zarı yoktur ve çekirdeğin karyoplazmasına gömülüdür; hücre döngüsü boyunca oluşur ve parçalanır. Her çekirdekte bir veya daha fazla çekirdekçik bulunur. Bunlar hücrenin işlevselliği açısından büyük önem taşır; çünkü ribozomal RNA burada sentezlenir ve ribozomlar burada oluşur.

Ribozomlar, tüm canlı hücrelerde bulunan evrensel organelerdir. Zarsız yapılardır, yuvarlak biçimdedirler ve elektron mikroskopuyla gözlemlenirler. Ribozomlar; çekirdek dış zarında, endoplazmik retikulum zarının belirli bölgelerinde, sitoplazmada serbest halde, mitokondrilerde, kloroplastlarda ve çekirdekçikte bulunabilir (Şekil 1.34). Ribozomlar küçük ve büyük alt birimlere sahiptir; proteinler ve nükleik asitten oluşan nükleoproteid granüllerdir. Nükleik asit bileşeni, rRNA (ribozomal ribonükleik asit) olarak bilinir. Ökaryotik hücrelerde ribozomlar çekirdekçikte oluşur, çekirdek gözeneklerinden geçerek sitoplazmaya çıkar. Ribozomların işlevi hücrede protein sentezini gerçekleştirmektir. Tek başlarına ya da 3 ila 11 üyeden oluşan gruplar hâlinde, poliribozom olarak adlandırılan yapılar şeklinde çalışırlar.

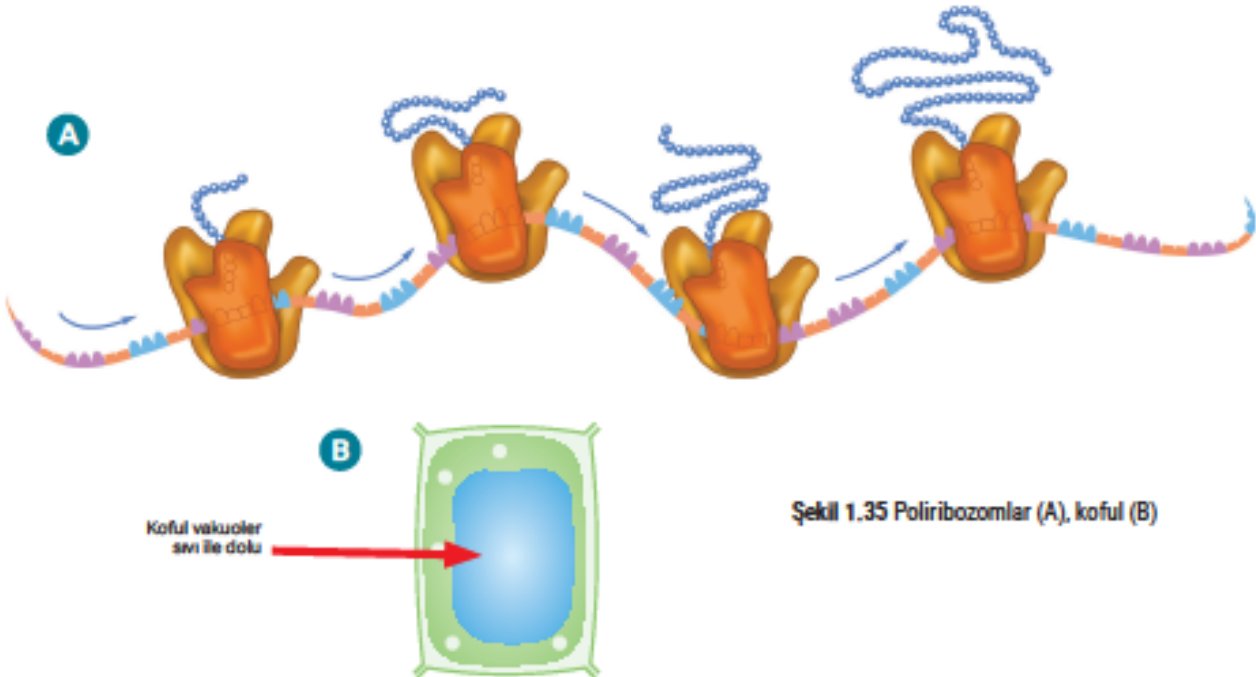
Kofullar (vakuoller), bitki hücrelerinin organelleridir ve daha önce anılmıştır.



Şekil 1.33 Çekirdekçik



Şekil 1.34 Ribozomların yapısı



Şekil 1.35 Poliribozomlar (A), koful (B)

Etkinlik:

- Bir organel seçiniz, onu çiziniz ve yapısal kısımlarını işaretleyiniz. Daha sonra organelinizi işlevine değinerek arkadaşlarınıza sununuz. Çiftler halinde çalışınız.

Tekrar Soruları:

1. Mitokondriler nasıl yapılandırılmıştır?
2. Endoplazmik retikulum nasıl olabilir?
3. Hücre zarının yapısını tanımla.
4. Hüresel solunum süreci nerede gerçekleşir?
5. Hangi hücreler hücre duvarına sahiptir ve o nasıl yapılandırılmıştır?
6. Golgi sisteminin işlevi nedir?
7. Ribozomlar hangi süreçte yer alır?

Anahtar noktalar:

- ✓ Hücre zarı çift katlı lipoprotein yapısındadır.
- ✓ Hücre duvarı, temel madde – matriks ve iplikli selüloz moleküllerinden oluşan sert bir örtüdür.
- ✓ Mitokondrilerde hüresel solunum süreci gerçekleşir.
- ✓ Endoplazmik retikulum granüllü (pürtüklü) olup protein sentezi yapabilir veya düz (agranüler) olup yağ maddelerinin sentezini gerçekleştirebilir.
- ✓ Golgi sisteminde proteinler, enzimler ve su molekülleri paketlenir.
- ✓ Lizozomlar, karbonhidrat, lipit ve protein gibi yüksek moleküllü maddeleri parçalar.
- ✓ Sentriyoller, hayvan hücresine özgüdür.
- ✓ Çekirdek, ökaryotik hücelere özgü bir yapıdır.
- ✓ Çekirdekçikler, ribozomal RNA'nın sentezlendiği ve ribozomların oluştuğu çekirdek yapısıdır.
- ✓ Ribozomlar, protein sentezinin gerçekleştiği organellerdir.

1.7. MADDELERİN HÜCRE İÇİNDE TAŞINMASI

Öğrenmenin Sonuçları:

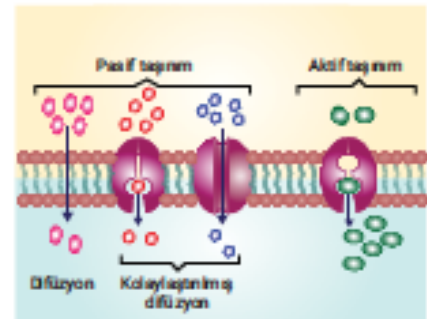
Öğrenci:

- ✓ Hücrenin işlevini, maddelerin ve enerjinin değişiminde zarın rolünü vurgulayarak, açık dinamik bir sistem olarak tanımlar;
- ✓ Hücreyi açık bir sistem olarak açıklar;
- ✓ Gazların ve sıvıların difüzyonunun önemini tanımlar ve difüzyonun hücresel etkinlikleri nasıl etkilediğini açıklar;
- ✓ Difüzyon ile osmoz arasındaki farkları açıklar, difüzyon ve osmozun tüm canlı organizmalardaki önemini yorumlar ve bu süreçlerin etkilerini öngörmek için bilgisini uygular;
- ✓ Pasif ve aktif taşıma arasındaki farkları belirtir ve bu mekanizmaların homeostaza nasıl yol açtığını örneklendirir.

Hücre zarı önemli bir işleve sahiptir çünkü çözünmüş maddelerin hücreden dışarı çıkmasını engellemek, aynı zamanda gerekli madde değişimini sağlamak zorundadır. Canlı bir sistem olarak varlığını sürdürebilmek için hücre, sürekli olarak çevresiyle madde alışverişi yapar. Bu alışveriş, yarı geçirgen ve seçici olan hücre zarı aracılığıyla gerçekleşir. Dış ortamdan hücrenin normal işleyişi için gerekli maddeler alınır, gereksiz maddeler ve hücrenin etkinlik ürünleri ise dışarı atılır. Hücrenin canlılığını sürdürmesi, doğrudan, hücre içine giren ve hücreden çıkan maddelerin kontrolüyle kimyasal bileşimin (homeostaz) korunmasına bağlıdır. Hücre zarının özel yapısı seçici geçişi sağlar; bu nedenle yarı geçirgen (semipermeabil) zar olarak adlandırılır.

Moleküllerin zar boyunca hareketi sırasında enerji harcanıp harcanmamasına bağlı olarak iki tür taşıma vardır: pasif ve aktif taşıma (Şekil 1.36). Pasif taşıma difüzyon, kolaylaştırılmış difüzyon ve osmoz dahildir.

Difüzyon (Şekil 1.37), bir maddenin (sıvı veya gaz) yüksek yoğunluklu ortamdan düşük yoğunluklu ortama doğru hareketidir; bunun sonucunda iki ortam arasındaki yoğunluk farkı ortadan kalkar. Örneğin: akciğerlerde alveol düzeyinde gaz alışverişi difüzyon yoluyla gerçekleşir; çay taneciklerinin suda yayılması, sigara dumanının havada yayılması da difüzyona örnektir.



Şekil 1.36 Pasif ve aktif taşıma

Kolaylaştırılmış difüzyon, daha büyük moleküller ve iyonların hücre zarını geçebilmek için taşıyıcı proteinlere bağlandığı bir süreçtir. Her protein yalnızca belirli türden molekülleri taşır. Glükoz molekülünün taşınması kolaylaştırılmış difüzyona örnektir (Şekil 1.38).

Osmoz, su moleküllerinin yarı geçirgen hücre zarından, suyun daha çok bulunduğu ortamdaki daha az bulunduğu ortama geçiş sürecidir. Su molekülleri hücre zarından geçirilebilir ve bu, çözünen maddenin yoğunluğundaki farklılıklardan kaynaklanır. Su moleküllerinin hücreye girmesi sürecine **endoosmoz**, hücreden çıkması sürecine ise **ekzoosmoz** denir. Maddelerin yarı geçirgen zar üzerinden geçişi sırasında, yoğunluklar eşitleninceye kadar oluşan basınca **osmotik basınç** denir. Hücre ile çevresi arasında yoğunluk farkı olduğunda, su her iki taraftaki osmotik basıncın eşitlenmesi yönünde hareket eder.

Bir bitki hücresi hipotonik bir çözeltiye (daha az çözünmüş madde içeren çözelti) konulduğunda, osmoz yoluyla hücreye su girer ve hücre şişer, hücre içeriği seyrelir. Aynı deney hayvan hücresiyle yapılırsa, hücre zarı yırtılır ve hücre yok olur. Bitki hücresinde bu durum gerçekleşmez çünkü hücre duvarı vardır. Şişen sitoplazma, suyun girişini engellemek amacıyla hücre zarı ve hücre duvarına basınç yapar. Bu basınca **turgor basıncı** denir. Turgor basıncı, hücrenin canlı içeriğinin hücre zarı ve hücre duvarına yaptığı basınçtır. Turgorun varlığı en iyi yapraklarda fark edilir; hücreler turgorlu olduğunda yapraklar tazedir.

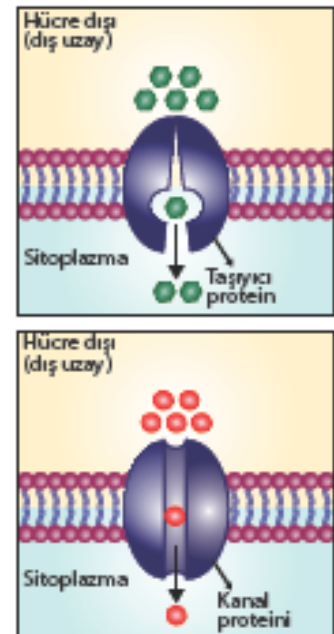
Bir bitki hücresi hipertonic bir çözeltiye (daha çok çözünmüş madde içeren çözelti) konulduğunda ise su hücreden çıkar, turgor azalır, hücre zarı gerginliğini kaybeder ve sitoplazma hücrenin ortasında toplanır. Bu olaya **plazmoliz** denir.



Şekil 1.37 Sıvıda difüzyon



Şekil 1.39 Plazmoliz ve deplazmoliz



Şekil 1.38 Hücre zarı boyunca kolaylaştırılmış difüzyon

Eğer plazmolize olmuş hücre hipotonik çözeltiye veya suya konulursa, su içeri girer ve hücre ilk durumuna döner. Bu süreç deplazmoliz olarak adlandırılır. Hücre içindeki çözünen maddenin yoğunluğu dış ortamın yoğunluğuna eşit olduğunda ortam izotoniktir (Şekil 1.39).

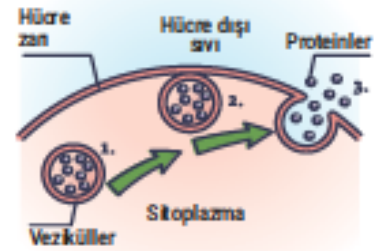
Aktif taşıma yalnızca canlı hücrelere özgüdür. Bu taşıma, çözünmüş taneciklerin düşük yoğunluklu ortamdan yüksek yoğunluklu ortama taşınmasıyla gerçekleşir. Bunun için taşıyıcı proteinler ve ATP'den (Adenozin trifosfat, enerji bileşiği) sağlanan enerji gereklidir. Bu şekilde sodyum, potasyum, kalsiyum, demir, aminoasitler vb. taşınır. Aktif taşıma ile sinir uyarıları (uyanımalar) iletilir, kasların kasılması gerçekleşir, besin maddeleri ve tuzlar emilir.

Büyük moleküller ve tanecikler, sıvı ya da katı hâlde sitoz yoluyla taşınabilir. Hücreye giren veya çıkan maddelerin hareket yönüne göre **sitoz**; **endositoz** – maddelerin hücre içine alınması (Şekil 1.40 A) ve **ekzositoz** – maddelerin hücreden dış ortama çıkarılması (Şekil 1.40 B) olarak ayrılır.

Taşınan maddelerin hâline bağlı olarak endositoz; fagositoz – katı taneciklerin alınması ve pinositoz – çözünebilen maddeler içeren sıvı damlacıklarının alınması biçiminde gerçekleşebilir. Bu sırada veziküller (içeri alınan maddeyi saran zar yapıları) oluşur (Şekil 1.40). **Fagositoz**, tek hücreli organizmalarda önemli bir beslenme sürecidir. Örneğin, amip ve paramesyum besin parçacıklarını ve diğer mikroorganizmaları yutarak beslenir. Benzer şekilde, insan vücudunda bakterileri, yabancı tanecikleri vb. fagosite etme yeteneğine sahip özelleşmiş akyuvarlar vardır. Pinositoza örnek olarak, ince bağırsakta çözünebilen besin maddelerini alan bağırsak villus hücreleri ve böbreklerde idrarın oluşumu sırasında yararlı çözünen maddeleri içeri alan özelleşmiş hücreler verilebilir. Ekzositoz ise endositozun tersidir. Örneğin, pankreasın özelleşmiş hücreleri ekzositoz yoluyla insülin ya da sindirim enzimleri salgılar.



Şekil 1.40 A Endositoz



Şekil 1.40 B Ekzositoz

Etkinlik:

- Bir kavanoz su alın ve içine bir damla boya damlatın. Ne olduğunu gözlemleyin!

Tekrar Soruları:

1. Aktif taşıma nedir?
2. Difüzyonu tanımla.
3. Kolaylaştırılmış difüzyon nedir?
4. Hangi taşıma için enerji ve taşıyıcı proteinler gereklidir?
5. Osmoz nedir?
6. Plazmoliz ve deplazmolizi açıkla.

Anahtar noktalar:

- ✓ Difüzyon, bir maddenin (sıvı veya gaz) yüksek yoğunluklu ortamdan düşük yoğunluklu ortama hareketi olup, sonunda iki ortam arasındaki yoğunluk farkı ortadan kalkar.
- ✓ Kolaylaştırılmış difüzyon, daha büyük molekül ve iyonların hücre zarını geçebilmek için taşıyıcı proteinlere bağlandığı bir süreçtir.
- ✓ Osmoz, su moleküllerinin hücre zarından (yarı geçirgen zardan) suyun daha çok bulunduğu ortamdan daha az bulunduğu ortama, yani yüksek su potansiyelinden düşük su potansiyeline doğru, çözünmüş taneciklerin yoğunluğu eşitlenene kadar geçiş sürecidir.
- ✓ Yarı geçirgen zar üzerinden maddelerin geçişi sırasında, yoğunluklar eşitlenene kadar oluşan basınca osmotik basınç denir.
- ✓ Turgor basıncı, hücrenin canlı içeriğinin hücre zarı ve hücre duvarına yaptığı basınçtır.
- ✓ Aktif taşıma yalnızca canlı hücrelere özgüdür. Bu taşıma, düşük yoğunluklu ortamdan yüksek yoğunluklu ortama doğru gerçekleşir ve ATP'den enerji harcanır.

1.8. DİFÜZYON HIZINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Difüzyon hızına etki eden faktörleri; temas yüzeyi, sıcaklık, derişim gradyanı derecesi ve mesafe ile sınırlandırarak seçer;
- ✓ Örnekler temelinde çıkarımları gösterir.

Bildiğiniz gibi difüzyon, hücrelerin işlevi açısından özel bir öneme sahip olan bir madde taşınım sürecidir. Difüzyon sayesinde hücre su ve oksijen ile beslenir, karbondioksitten kurtulur. Bazı maddeler (örneğin iyonlar), zar üzerinden geçerken farklı protein kanallarına ihtiyaç duyar (kolaylaştırılmış difüzyon). Ancak canlı hücre için önemli olan, bu taşınım sırasında enerji harcamamasıdır. Difüzyon, maddelerin taşınma yolu, yani taneciklerin (sıvı ya da gaz hâlindeki) yüksek yoğunluklu bir yerden düşük yoğunluklu bir yere doğru hareket etmesi, yoğunluklar eşitleninceye kadar devam etmesidir (Şekil 1.41).

Taneciklerin hareketi, özellikle difüzyonun hızı, ona etki eden çeşitli faktörlere bağlıdır.

Konsantrasyon gradyanı, çözeltide çözülmüş maddenin yoğunluğundaki farkı ifade eder. Bu, bir sıvı çözücünde çözülmüş tanecikler (örneğin, suda çözülmüş şeker veya tuz) ya da havadaki gaz tanecikleri (örneğin, havadaki oksijen molekülleri) olabilir. Konsantrasyon gradyanı, çözeltide veya gazda taneciklerin (çözülmüş maddenin) yüksek yoğunluklu bir yerden (daha çok tanecik bulunan yer) düşük yoğunluklu bir yere (daha az tanecik bulunan yer) hareket ettiği bir sürece yol açar. Bu hareket, taneciklerin yoğunluğu ortamda tamamen eşitleninceye kadar devam eder.

Biyolojik sistemlerde tanecikler zar üzerinden hareket eder. Zar şu şekilde olabilir:

geçirimsiz – hiçbir tanecik, iyon ve su zar üzerinden geçemez (Şekil 1.42 A);

yarı geçirgen – bazı tanecikler, iyonlar ve su zar üzerinden geçebilir (Şekil 1.42 B) ve



Şekil 1.41 Difüzyon



Şekil 1.42 A Geçirimsiz zar

Geçirgen – tüm tanecikler, iyonlar ve su zar üzerinden geçebilir (Şekil 1.42 B).

Difüzyon, gerçekleşme hızı ile karakterize edilir. Bu hız doğrudan konsantrasyon gradyanının derecesiyle, yani zarın iki tarafındaki yoğunluk farkıyla ilişkilidir. Örneğin, dış ortamla doğrudan temas hâlinde olan alveollerdeki havadaki oksijen yoğunluğu, alveol kılcallarındaki kandaki oksijen yoğunluğundan çok daha yüksektir. Bu anlaşılabilir bir durumdur, çünkü hücreler sürekli olarak hücresel solunum için oksijen tüketirler, bu yüzden kanda çözünmüş oksijen miktarı havadakinden daha azdır. Oksijenin tersine, kanda hücresel solunumun ürünü olan karbondioksit miktarı, alveollerdeki havadakinden çok daha fazladır. Buradan, alveol kılcal damarlarının duvarları ile alveol içindeki hava arasında gazların hareket yönü açıkça görülür. Konsantrasyon gradyanı ile "itilen" oksijen alveollerden kana geçer, karbondioksit ise kandan çıkarak alveol havasına difüze olur. Akciğer ventilasyonu (nefes alıp verme) ile hava sürekli olarak yenilenir, tekrar oksijen bakımından zenginleşir.

Zarın yüzeyi de difüzyon hızını etkiler. Yani, difüzyonun gerçekleşeceği zar yüzeyi büyüdükçe, hız da artar. Basitçe, moleküllerin difüze olabileceği alan genişler. Örneğin, amfibilerin akciğerleri basit keseciklerdir ve yüzeyi artırmak için bölmeler ve kıvrımlar içerir. Memelilerde ise alveoller sayesinde difüzyon için uygun yüzey alanı kat kat artırılmıştır. İnsanda akciğer yüzeyi yaşa, cinsiyete ve sportif performansa bağlı olarak ortalama 70–140 m²'dir. Sporcuların akciğer yüzeyi daha büyüktür. İnsanlarla karşılaştırıldığında, kurbağaların akciğer yüzeyi sadece birkaç santimetrekare kadardır, buna karşılık atlar ve filler, bedenlerinin büyüklüğü nedeniyle çok daha geniş akciğer yüzeyine sahiptir.

Büyük yüzeye başka bir örnek ince bağırsağın lümenidir; villuslu hücreler sayesinde yüzey genişler. Aynı şekilde vücuttaki kan damarları ve kılcalların yüzeyleri de difüzyona örnektir.

Sıcaklık da difüzyon hızını etkiler. Sıcaklık arttıkça, taneciklerin kinetik enerjisi artar, daha hızlı hareket ederler ve zar üzerinden daha hızlı difüze olurlar.

Mesafe faktörü ise taneciklerin difüzyon sırasında kat etmesi gereken yol ile açıklanabilir. Açıkça, mesafe ne kadar kısa olursa, zar üzerinden difüzyon (geçiş) o kadar hızlı gerçekleşir.



Şekil 1.42 B Yanı geçirgen zar



Şekil 1.42 V Geçirgen zar

Difüzyon hızına, ortamda bulunan taneciklerin yoğunluğu da etki edebilir – yoğunluk arttığında difüzyon daha yavaş, azaldığında ise daha hızlı gerçekleşir. Örneğin, difüzyon gazlarda daha hızlı, sıvı ortamlarda daha yavaş, katı maddelerde ise en yavaştır.

Taneciklerin büyüklüğü ve kütlesi de etkilidir; küçük tanecikler (daha küçük ve hafif moleküller) daha hızlı difüze olur. Örneğin, oksijen karbondioksit göre daha hızlı difüze olurken, hidrojen aynı ortamda oksijenden 4 kat daha hızlı difüze olur.

Etkinlik:

- Bahçenin çitini bir zar olarak hayal edin. Hangi durumlarda yarı geçirgen, geçirimsiz ve geçirgen olduğunu örneklerle açıklamaya çalışın. Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşın.
- Alabalığın neden sıcak ve durgun suda yaşayamadığını, sazanın ise yaşayabildiğini araştırın. Bulgularınızı arkadaşlarınızla paylaşın.
- Difüzyon hızının derişim, yüzey, sıcaklık ve mesafeye bağlı olduğunu gösterecek deneyler planlayın. Gerçekte yapmadan, ne yapacağınızı ve hangi sonucu elde edeceğinizi açıklayın.

Tekrar Soruları:

1. Difüzyonu tanımla.
2. Konsantrasyon gradyanını açıkla.
3. Zar geçirgenlik açısından nasıl olabilir?
4. Difüzyon hızının hangi faktörlere bağlı olduğunu söyle.
5. Difüzyon hızının konsantrasyon gradyanı ile nasıl ilişkili olduğunu açıkla.
6. Sıcaklığın artışı taneciklerin difüzyon hızını nasıl etkiler?
7. Zarın yüzey büyüklüğü, difüzyon hızını nasıl etkiler?
8. Mesafenin difüzyon hızına etkisini açıkla.
9. Gazların akciğerlerde difüzyonu nasıl gerçekleşir? Açıklamayı konsantrasyon gradyanı, yüzey, mesafe ve sıcaklık ile ilişkilendir.

Anahtar noktalar:

- ✓ Difüzyon, farklı maddeler ve tanecikler için geçirgen, yarı geçirgen veya geçirimsiz olabilen bir zar üzerinden gerçekleşir. Biyolojik dünyada zar seçici geçirgen ya da yarı geçirgendir (semipermeabl).
- ✓ Konsantrasyon gradyanı, bir çözeltide çözünmüş maddenin veya taneciklerin yoğunluk farkını ifade eder ve difüzyonun gerçekleşmesi için gerekli bir koşuldur.
- ✓ Daha büyük konsantrasyon gradyanı, taneciklerin zar üzerinden daha hızlı difüze olması ve yoğunlukların eşitlenmesi demektir.
- ✓ Zarın daha geniş yüzeyi, taneciklerin difüze olabileceği alanı artırdığı için difüzyonu hızlandırır.
- ✓ Daha yüksek sıcaklık, taneciklerin zar üzerinden difüzyonunu hızlandırırken, taneciklerin katetmesi gereken mesafenin daha kısa olması da daha hızlı difüzyon anlamına gelir.
- ✓ İnsan vücudunda difüzyonun etkinliği ile konsantrasyon gradyanı, yüzey, sıcaklık ve mesafe arasında çok sayıda örnek vardır. Örneğin, alveollerde gaz alışverişi, bağırsaklarda besin maddelerinin emilmesi, idrarın oluşumu ve dokuların ve hücrelerin besinlerle sağlanması.

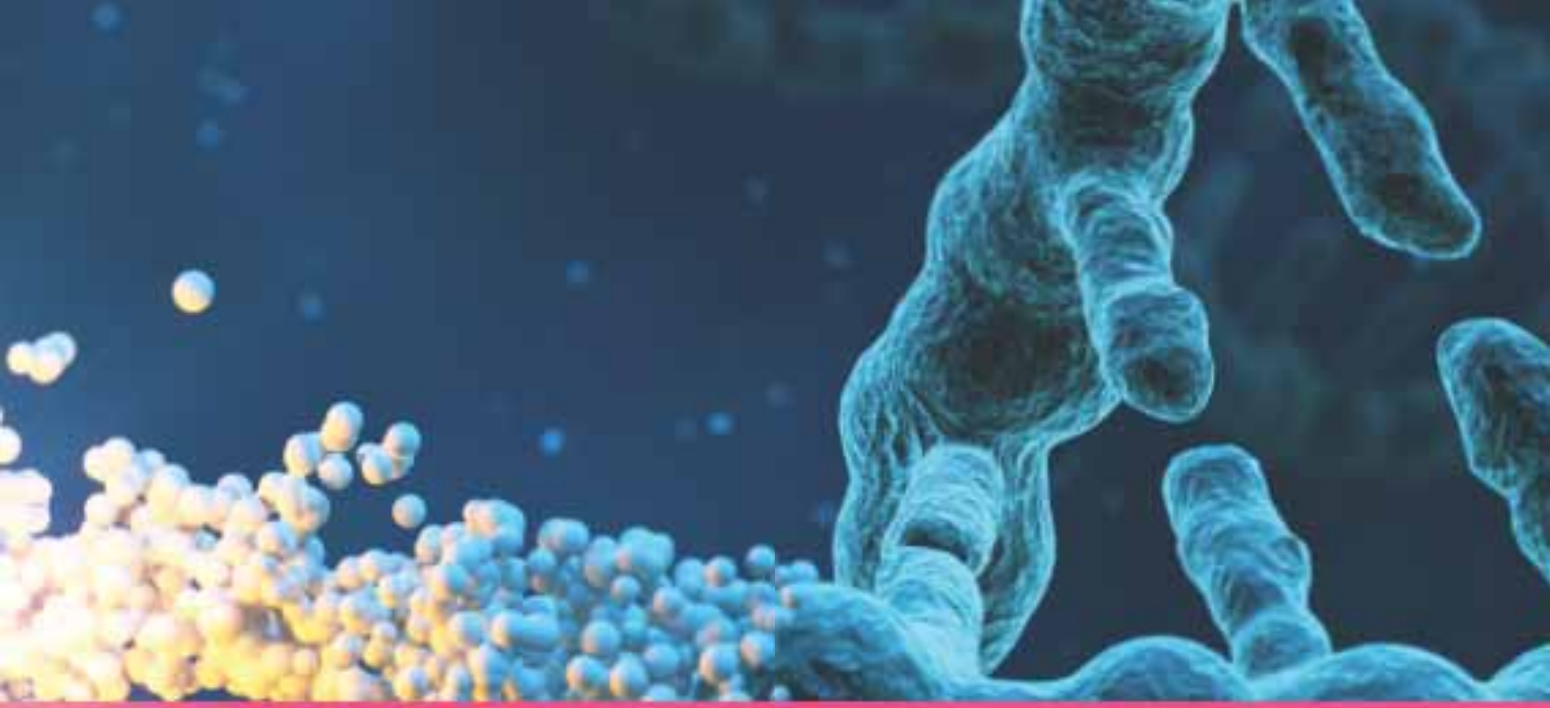


KONU 2

GENETİĞİN TEMELLERİ

ÖĞRENME SONUÇLARI





Öğrenci şunları yapabilecek:

- Kalıtımın temeli olarak nükleik asitlerin yapısını tanımlar ve DNA ile RNA arasındaki farkları belirler.
- Hücrelerde kalıtsal materyalin (kromozomların) yapısını ve organizasyonunu açıklar ve hücreleri kalıtsal set sayılarına göre ayırt eder.
- Cinsiyet kromozomları ve somatik kromozomlarla ilişkili kalıtım örneklerini açıklar.
- Varyasyonları tanımlar ve doğal ile yapay seçilimi açıklar.



2.1. NÜKLEİK ASİTLERİN YAPISI VE ÖZELLİKLERİ

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ DNA ve RNA'nın yapısal bileşenlerini tanımlar.
- ✓ DNA ve RNA'nın yapısındaki önemli farklılıkları ayırt eder.

MOLEKÜLER BİYOLOJİ

Moleküler biyoloji, nükleik asitler ve proteinler gibi hücrel moleküllerin bileşimini, yapısını ve etkileşimlerini inceler. Bu moleküller, hücrenin işlev görmesi ve yaşamını sürdürmesi için gerekli biyolojik süreçleri gerçekleştirir. Moleküler biyoloji araştırmaları, kalıtsal materyalin yapısının ve işlevinin biyokimyasal analizi üzerine temellenir. Kalıtsal materyal esas olarak kromozomlarda organize edilmiştir ve kimyasal yapısı itibarıyla nükleik asittir.

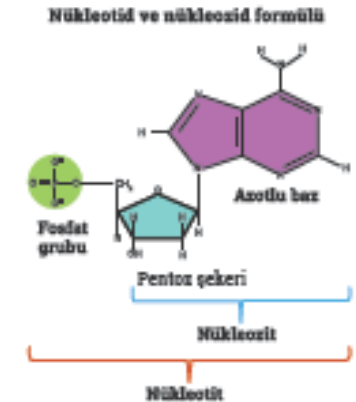
Çift sarmal yapısının gösterildiği görseller, bilim kurgu filmleri ve dizilerinde sıkça "dekor" olarak kullanılır. Bu da doğaldır, çünkü bu çift sarmal en gizemli organik molekül, yani genetik materyal, yaşamın sırrının yazılı olduğu kitap olan deoksiribonükleik asit, DNA'dır (Şekil 2.1). DNA molekülleri çoğunlukla çekirdekte bulunur. Çekirdeğin işlevlerinden biri genetik materyali korumaktır. Aslında kromozom, histon proteinleriyle paketlenmiş bir DNA molekülüdür ve tek bir yapı oluşturur. Kromozom sayısı her tür için özgüdür ve organizmanın karmaşıklık derecesiyle doğrudan ilişkili değildir. Örneğin, bazı bitkiler hayvanlardan çok daha fazla kromozoma sahiptir.

NÜKLEİK ASİTLERİN YAPISI

Nükleik asit molekülünü bir inci kolye gibi hayal edin. Her bir inci tanesi molekülün yapısal bir birimidir ve buna nükleotid denir (Şekil 2.2). Tüm nükleotidler aynı şekilde inşa edilmiştir, tek fark azotlu bazdadır. Bir nükleik asit molekülünde 4 farklı baz bulunur. Aslında 5 farklı azotlu baz vardır, fakat bir nükleik asitte bunlardan yalnızca 4'ü bulunabilir ve her nükleotid sadece bir tanesini içerir.



Resim 2.1 DNA molekülü histonlarla paketlenmiş kromozom içinde



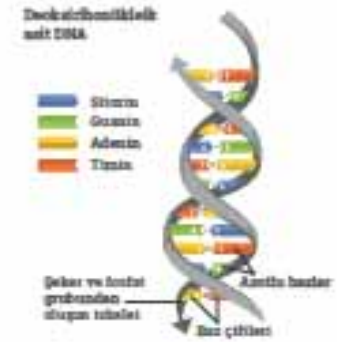
Resim 2.2 DNA molekülünün yapısal kısımlarının şematik gösterimi – nükleozit ve nükleotid

Tekrarlayan diğer bileşenler pentoz şekeri (riboz veya deoksiriboz) ve fosfat grubudur. Nükleozid, bir azotlu baz ve bir pentoz şekeri ile oluşmuş yapıdır. Nükleozide fosfat grubu bağlandığında, nükleotid oluşur (Şekil 2.2).

Tablo 2.1. DNA ve RNA moleküllerinin yapısı ve aralarındaki temel farkların açık ve anlaşılır biçimde gösterilmesi

DNA Deoksiribonükleik asit (birkaç binden birkaç milyona kadar nükleotid içerir)			RNA Ribonükleik asit (70'ten birkaç bin nükleotide kadar)		
Çift zincirli molekül (çift sarmal)			Tek zincirli molekül (çoğu zaman)		
Sarmal yapı			Serbest bazlarla		
Fosfat grubu			Fosfat grubu		
Pentoz şekeri deoksiriboz			Pentoz şekeri riboz		
Azotlu bazlar (pürin)	Adenin Guanin	A G	Azotlu bazlar (pürin)	Adenin Guanin	A G
Azotlu bazlar (pirimidin)	Timin Sitozin	T C	Azotlu bazlar (pirimidin)	Urasil Sitozin	U C

DNA'NIN ŞEMATİK GÖSTERİMİ

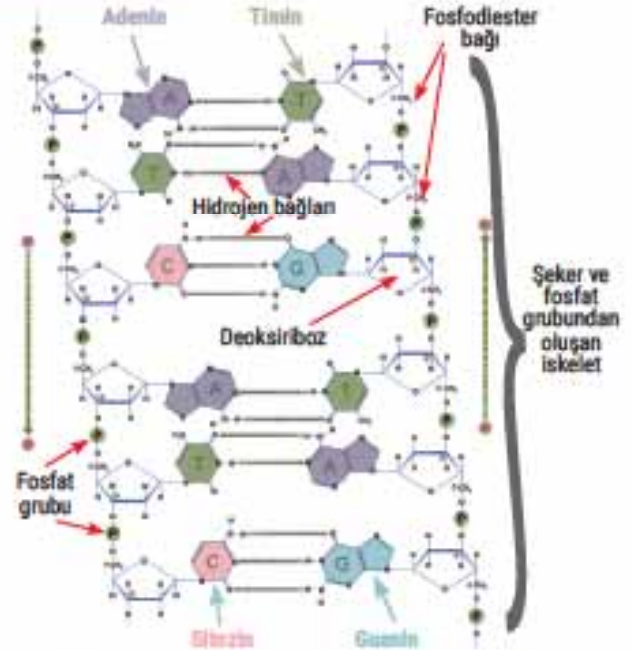


Şekil 2.3 DNA'nın yapısının şematik gösterimi - azotlu bazlarla işaretlenmiş nükleotidler

Nükleotidlerin yapısı incelendiğinde, aralarındaki tek farkın dört azotlu bazdan birinin bulunması olduğu görülür: adenin (A), guanin (G), sitozin (C) ve timin (T) (Şekil 2.3). DNA'da bu bazlar yer alırken, RNA'da timin yerine urasil (U) bulunur. Aslında bunlar, kim olduğumuz, nasıl olmamız gerektiği, vücudumuzun nasıl görüneceği, nasıl çalışacağı ve ne kadar yaşayacağımızın "alfabesi"dir. Tablo 2.1'de DNA ve RNA'nın yapıları ve aralarındaki temel farklar gösterilmiştir.

Azotlu bazlar tamamlayıcı şekilde eşleşir. Bu eşleşme sayesinde, DNA molekülünün iki zincirindeki bazlar arasında hidrojen bağları oluşur ve böylece çift sarmal yapı meydana gelir (Şekil 2.3). Şekil 2.4'te iki zincirli DNA molekülünün yapısı gösterilmiştir. Burada adenin (A) ile timin (T) iki hidrojen bağı ile, guanin (G) ile sitozin (C) ise üç hidrojen bağı ile bağlanır. Ayrıca, adenin (A) ve guanin (G) bazlarının yapısında iki halka bulunurken, sitozin (C) ve timin (T) bazlarında bir halka bulunur. İki halkalı bazlar pürin bazları, tek halkalı bazlar ise pirimidin bazları olarak adlandırılır.

Şekil 2.5'te RNA molekülünün yapısı verilmiştir. RNA, birbirine bağlanmış nükleotidlerden oluşan tek zincirli bir yapıdır.



Şekil 2.4 Azot bazlarının tamamlayıcı bağlanması ve çift sarmalın oluşumu



Şekil 2.5 RNA'nın yapısı

Etkinlik:

- Fosfodiester bağının nasıl oluştuğunu ve nükleik asitlerin yapısındaki rolünü araştırın.
- Rosalind Franklin, James Watson ve Francis Crick kim olduklarını araştırın. Çalışmalarını inceleyin ve elde ettiğiniz bilgileri sınıf arkadaşlarınızla paylaşın.
- Azotlu bazların yapısal formüllerini ayırın ve yazın.

Tekrar soruları:

- 1 DNA ve RNA'nın tam isimleri nelerdir?
- 2 Nükleik asitlerin temel yapısal birimi hangi moleküllerden oluşur?
- 3 Nükleotid ile nükleozid arasındaki fark nedir?
- 4 DNA ve RNA'nın yapısında bulunan, her iki molekülde ortak olan bileşenleri yazınız.
- 5 DNA molekülü yaklaşık kaç nükleotid içerir, RNA molekülü kaç nükleotid içerir?
- 6 DNA ile RNA arasındaki üç temel fark nelerdir?
- 7 Azotlu bazlar yapısal özelliklerine göre nasıl gruplandırılır?
- 8 Azotlu bazlar birbirine nasıl bağlanır?
- 9 Eğer bir DNA molekülünde %30 adenin (A) varsa, diğer azotlu bazların yüzdeleri ne olur?
- 10 Eğer bir DNA molekülünde %23 guanin (G) varsa, diğer azotlu bazların yüzdeleri ne olur?

Anahtar noktalar:

- ✓ Nükleik asitlerin yapısal birimi nükleotiddir. Nükleotid, şu üç kısımdan oluşur: bir azotlu baz (adenin, timin, sitozin, guanin veya urasil), bir pentoz şekeri (riboz veya deoksiriboz) ve bir fosfat grubu.
- ✓ Nükleozid, pentoz şekeri ve azotlu bazdan oluşan yapısal birimdir.
- ✓ Deoksiribonükleik asit (DNA) iki iplikten oluşur ve spiral şekildedir. Ribonükleik asit (RNA) ise tek iplikten oluşur.
- ✓ DNA molekülünde şu azotlu bazlar bulunur: adenin (A), guanin (G), sitozin (C) ve timin (T).
- ✓ RNA molekülünde timin (T) yerine urasil (U) bulunur. Bunun dışında adenin (A), guanin (G) ve sitozin (C) de vardır.
- ✓ DNA'da bazlar tamamlayıcı (komplementer) olarak eşleşir: adenin (A) her zaman timin (T) ile iki hidrojen bağı yapar; guanin (G) ise sitozin (C) ile üç hidrojen bağı yapar.

2.2. DNA REPLİKASYONU

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ DNA'nın genetik süreçlerdeki rolünü açıklar.
- ✓ DNA'nın işlevindeki önemli özelliklerini ayırt eder.

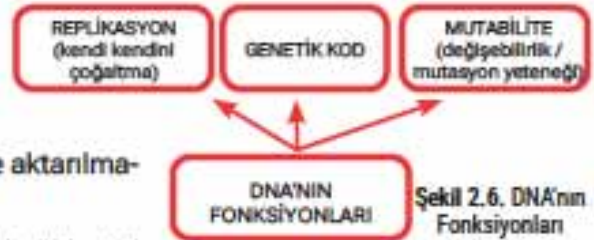
DNA'NIN FONKSİYONLARI

DNA molekülü canlı dünya için temel öneme sahiptir ve bu önem üç işleviyle ortaya çıkar (Şekil 2.6).

DNA, kalıtsal materyalin yani türün (görünüş, özellikler, metabolizma ve genel işleyiş) bilgisinin nesilden nesile aktarılmasında sürekliliği sağlar.

Tüm bilgiler genler biçiminde kodlanmıştır (kod – polinükleotid zincirleri boyunca arka arkaya gelen üç baz bir aminoasidi kodlar). Bu şekilde DNA, proteinlerin (yapısal ve düzenleyici) yapılması için "tarifin" kopyalanmasını sağlar.

DNA düzeyinde ayrıca mutasyon (genetik materyalde kalıtsal değişim) gerçekleşir. Bu değişim önemsiz olabileceği gibi, organizma için ölüm anlamına da gelebilir ya da türün evrimsel gelişiminde yeni bir yönün başlangıcını oluşturabilir.

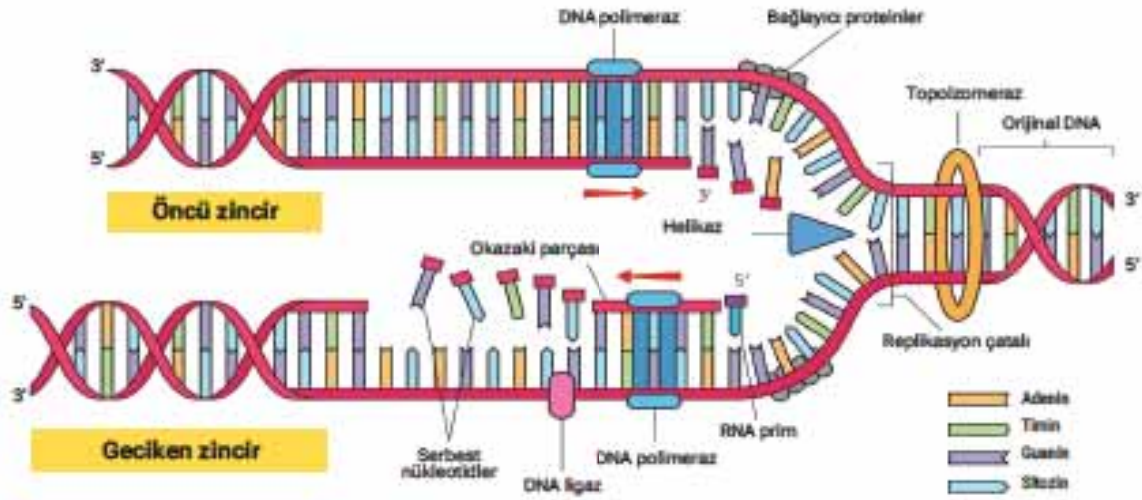


Şekil 2.6. DNA'nın Fonksiyonları

DNA REPLİKASYONU

Replikasyon, genetik bilginin aktarılma yollarından biridir. Ökaryotlarda replikasyon (hücrenin yaşam döngüsünde bir kez, interfazın S evresinde gerçekleşir) ile kalıtsal materyalin özdeş kopyalarının elde edilmesi sağlanır ve bu kopyalar her yeni hücre nesline aktarılır.

Deoksiribonükleik asit (DNA) ile ribonükleik asit (RNA) arasındaki farklardan biri zincir sayısıdır. Bu durum doğrudan DNA molekülünün replikasyon (çiftlenme) süreciyle ilgilidir. DNA'nın iki zinciri aslında antiparaleldir: yan yana paralel uzanırlar, fakat zıt yönlerde giderler. DNA molekülündeki her zincirin bir 5' (beş prim) ucu ve bir 3' (üç prim) ucu vardır. 5' ucu, beşinci karbon atomuna fosfat grubu bağlanmış olan pentoz şekeri ifade eder. 3' ucu ise üçüncü karbon atomunda hidroksil grubu bulunan kısımdır (Şekil 2.7).



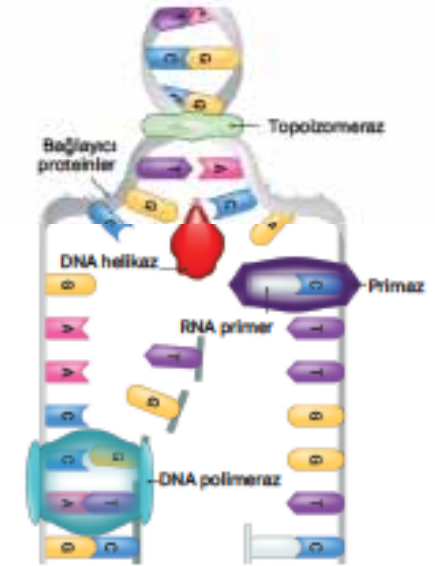
Şekil 2.7 DNA Replikasyonu

Bu iki zincirin yerleşimi, DNA molekülünün yarı-korunumlu (semi-konservatif) bir yolla çoğalmasını mümkün kılar. Başlangıçtaki DNA molekülünün her bir zinciri, yeni bir zincirin sentezleneceği bir şablon (matris) görevi görür. Yeni sentezlenen zincir yine antiparalel olacak, ancak başlangıçtaki zincirle özdeş olacaktır. Böylece, başlangıç DNA molekülünden iki tane özdeş DNA kopyası (replika) elde edilir. Nükleotitler tamamlayıcılık kuralına göre dizilir: A ile T, G ile C.

DNA replikasyonu sürecinde birçok enzim görev alır. Replikasyon, önce topolizomeraz enziminin çift sarmalı açmasıyla başlar. Ardından, DNA helikaz enzimi iki zinciri birbirinden ayırır ve bu sırada bir replikasyon çatalı oluşur (Şekil 2.7).

Tamamlayıcı baz çiftleri arasındaki hidrojen bağları koparıldığında, her bir zincir yeni zincirin sentezi için şablon hâline gelir. Tek zincir bağlayıcı proteinler (Şekil 2.8), zincirlerin yeniden birleşmesini engelleyerek onları açık hâle tutar. Aynı zamanda DNA topolizomeraz zincirlerin gerginliğini azaltır ve sürecin normal şekilde ilerlemesini sağlar.

Primaz enzimi, her zincirin başlangıcına kısa RNA parçaları (oligonükleotid) sentezler. Bu RNA parçaları primer adını alır ve yeni DNA zincirinin sentezi için başlangıç noktasıdır. Şablon zincir daima 3' → 5' yönünde okunur. Buna karşılık, yeni zincir daima 5' → 3' yönünde sentezlenir. Öncü zincir (leading strand) replikasyon çatalı ile aynı yönde sentezlendiği için tek bir primer yeterlidir ve sentez sürekli gerçekleşir. Bu işlem DNA polimeraz enzimi tarafından katalizlenir. Ancak, geri kalan zincirde (lagging strand) yani antiparalel zincirde sorun ortaya çıkar. Çünkü bu zincir ters yönde sentezlenmek zorundadır.



Şekil 2.8 DNA replikasyonu sırasında enzimlerin konumunun şematik gösterimi

Burada sentez kesintili gerçekleşir ve birden fazla primer gerekir (her bir Okazaki parçası için). Kalıp bu durumda 5' → 3' yönündedir, bu yüzden sentez kısa parçalar halinde yapılır. Bu kısa parçalar Okazaki parçacıkları olarak adlandırılır ve daha sonra DNA ligaz enziminin yardımıyla birleştirilir.

Etkinlik:

- İnternette araştırın, nükleotit sırasındaki hataların nasıl düzeltildiğini. Hataların düzeltilmemesinin sonuçlarının ne olabileceğini varsayın.
- Derste tartışın: DNA molekülündeki baz sırasının bir organizmanın görünüşünü tanımladığını biliyor-sanız, insan kendi istediği gibi bu sıralamayı oluşturmayı başardığında ne olur?

Tekrar soruları:

- 1 DNA moleküllerinin temel işlevleri nelerdir?
- 2 Replikasyon ne zaman ve neden gerçekleşir?
- 3 Neden replikasyonun yarı-korunumlu (semikonservatif) bir yolla gerçekleştiği söylenir?
- 4 DNA replikasyonuna katılan bazı enzimleri ve onların aktivitelerini kısaca açıkla.
- 5 İlk dizilim şu ise antipsens zincirin tamamlayıcı azot bazlarını yaz:
TACGGATCAATACGGCGTTAGTCTGA.
- 6 Neden 5' → 3' yönündeki kalıp zincire "geri kalan zincir" adı verilmiştir?
- 7 Hücrenin yaşam döngüsünde replikasyon kaç kez gerçekleşir?

Anahtar noktalar:

- ✓ DNA, replikasyon sayesinde kalıtsal materyalin sürekliliğini sağlar ve organizmanın genlerini (genetik kodunu) taşır. Ayrıca DNA, kalıtsal olan ve organizmanın evrimsel yolunu yönlendiren mutasyonlardan kaynaklanan değişimlere açıktır.
- ✓ DNA molekülünün sahip olduğu çift sarmal yapısı, yarı-korunumlu (semikonservatif) bir replikasyon sürecini mümkün kılar. Bu süreçte, iki iplikten her biri yeni bir ipliğin sentezi için kalıp görevi görür. Sonunda, birbirine özdeş iki yeni DNA molekülü elde edilir.
- ✓ DNA replikasyonu, her biri kendine özgü görevlere sahip birkaç enzim tarafından kontrol edilir.

2.3. RNA TÜRLERİ VE FONKSİYONLARI

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ RNA'nın genetik süreçlerdeki rolünü açıklar
- ✓ RNA'nın işlevindeki önemli özellikleri ayırt eder

RNA OLUŞUMU

Ribonükleik asit (RNA) tüm canlı hücrelerde (prokaryot ve ökaryot) bulunur. Sitoplazmada, çekirdekte, ayrıca birçok organelde, örneğin mitokondrilerde, plastitlerde (kloroplastlar) ve özellikle ribozomlarda yer alır. Protein sentezi süreçlerinin gerçekleştiği, metabolik olarak daha aktif hücrelerde daha fazla bulunduğu gözlemlenir.

RNA, DNA moleküllerinden kopyalanma (transkripsiyon) sonucu oluşur. Bu, replikasyona çok benzeyen bir sentez sürecidir. Çift zincirin açılmasından sonra, DNA molekülünün bir zinciri kullanılarak onun belirli bir kısmı kopyalanır ve tamamlayıcı azotlu bazlar dizilimiyle tek zincirli bir RNA oluşur. Sentezin yönü 5'ten 3'e doğrudur. Replikasyondan farklı olarak burada bir değişiklik vardır: timin (T) yerine urasil (U) azotlu bazı yerleşir.

RNA TÜRLERİ

Biyolojik dünyada birçok RNA çeşidi vardır. En çok incelenen 4 tür şunlardır: ribozomal RNA (rRNA), bilgi taşıyıcı RNA (mRNA), taşıyıcı RNA (tRNA) ve viral RNA (vRNA).

- **Ribozomal RNA (rRNA):** Ribozomlarda bulunur ve hücredeki toplam RNA'nın en büyük kısmını oluşturur. Protein sentezinde görev yapar, yani ribozomun bilgi taşıyıcı RNA (mRNA) ile bağlanmasını kolaylaştırır. Onun oluşumu çekirdekçik (nukleolus) ile bağlantılıdır.
- **Bilgi taşıyıcı RNA (mRNA):** Genin görevini yerine getirmesindeki ilk adımdır. Adeta genin bir kopyasıdır, çünkü onun oluşumu genin bulunduğu DNA dizisinin transkripsiyon (kopyalanma) sürecidir. Toplam RNA'nın yalnızca %5'i bu tiptedir. Her gen bir proteinin sentezi için bilgi taşıdığına göre, hücrelerde sentezlenen her protein için ayrı bir mRNA bulunur (Resim 2.10B).

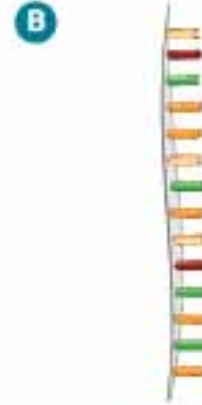


Resim 2.9 RNA Sentezi



Resim 2.10A Ribozomal RNA (rRNA)

- **Taşıyıcı RNA (tRNA)** hücrelerdeki RNA tiplerinin en küçüğüdür, 75-95 nükleotidden oluşur, fakat yan bağlanmalar sayesinde kararlılık kazanır ve yonca yaprağı şeklinde görünür (Resim 2.11). Temel görevi, belirli bir aminoasidi protein sentezinin gerçekleştiği ribozoma taşımaktır. Her aminoasit için en az bir (bazıları için birden fazla) farklı tRNA vardır. Molekülün iki aktif ucu (triplet) bulunur: biri ACC, diğeri antikodon (tRNA'daki üç ardışık nükleotid). Antikodon, mRNA üzerindeki kodona (üç ardışık nükleotid) tamamlayıcıdır. Böylece aminoasitlerin doğru sırada dizilmesi sağlanır ve taşınan proteinin yapısı korunur.
- **Viral RNA (vRNA)** belirli bir grup virüste, virüs genomu olarak bulunur.

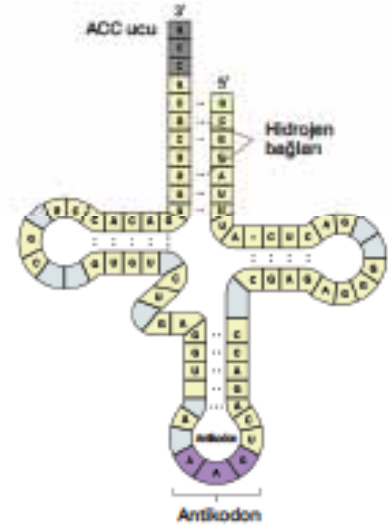


Resim 2.10B Mesajcı RNA (mRNA)

RNA'NIN FONKSİYONLARI

RNA molekülleri, virüsler de dahil olmak üzere tüm canlı hücrelerde çok çeşitli işlevler gösterir. Organeller yapısının bir parçasıdır ve biyokimyasal reaksiyonlarda görev alırlar. RNA'nın temel işlevleri şunlardır:

- Protein sentezinde genetik bilginin çevrilmesine katılırlar.
- Protein sentezinde görev alırlar.
- Bir "haberci" gibi davranarak DNA'dan ribozomlara mesaj taşırlar.
- Tüm canlı organizmalarda genetik bilginin taşıyıcısıdır.
- Ribozomların aminoasitleri doğru sırada dizmesini sağlayarak doğru proteinin oluşmasına imkan verirler.



Resim 2.11 Taşıyıcı RNA'nın (tRNA) görünümü

Etkinlik:

- İnternette araştırın ve farklı RNA türleri hakkında bilgi bulun. RNA türlerinin yapılarını şematik olarak çizin ve her birine özgü bir işlevini yazın. Sonra bulduklarınızı sınıf arkadaşlarınıza sunun.
- Protein sentezi süreçlerini animasyonla gösteren kısa bir video izleyin. Videoda geçen RNA türlerini belirleyin – bu ünite boyunca öğrendiklerinizden hangileri geçiyor. Sürecin doğruluğunu tartışın.

Tekrar soruları:

- 1 RNA nerede bulunur?
- 2 RNA molekülleri nasıl oluşur?
- 3 Birkaç RNA türünü sayınız.
- 4 RNA moleküllerinin temel işlevlerini belirtiniz.

Anahtar noktalar:

- ✓ Birkaç tip RNA molekülü vardır ve özellikle ökaryotik hücreler için en önemlileri ribozomal RNA, mesajcı RNA ve taşıyıcı RNA'dır. Hepsi protein sentezinde temel bir role sahiptir.
- ✓ Mesajcı RNA, genetik bilgiyi DNA molekülünden alır ve ribozomlara taşır; ribozomal RNA ise proteinin sentezlenmesine yardımcı olur. Bu süreçte taşıyıcı RNA molekülleri önemli bir rol oynar; belirli bir amino asidi taşır ve bunları peptid zincirlerine (daha sonra protein moleküllerine) dizer.
- ✓ Hücrelerdeki RNA'nın en büyük kısmı ribozomal RNA'ya aittir.
- ✓ Hücrede kaç farklı protein varsa o kadar mesajcı RNA bulunur.
- ✓ Biyolojik dünyada toplam 20 amino asit vardır ve her amino asit için en az bir taşıyıcı RNA molekülü bulunur.

2.4. GENETİK KOD, GEN, GENOM

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Genetik kodu tanımlar.
- ✓ Genetik kodun, genlerin yapısı ve işlevi ile nasıl ilişkili olduğunu açıklar.
- ✓ Geni tanımlar.
- ✓ Genleri işlevi ve kapsamına göre sınıflandırır.
- ✓ Genom ve genotip kavramlarını genetik varyasyonun temeli olarak açıklar.

GENETİK KOD

Genetik kod, DNA molekülünde yer alan üç ardışık azotlu bazın (nükleotid üçlüsü – triplet) oluşturduğu bir kayıttır ve bu tripletler proteindeki aminoasitlerin sırasını belirler. DNA esas olarak çekirdekte bulunur ve burada DNA'dan mRNA'ya bilgi aktarımı, yani transkripsiyon gerçekleşir. İlgili DNA dizisinden tam bir mRNA sentezlendikten sonra, bu mRNA işlenir, çekirdeği nükleer porlardan terk eder ve ribozoma bağlanır. Ribozomda ise protein sentezi gerçekleşir.

Genetik kod ve kodlamayı daha kolay anlayabilmek için şu varsayımsal durumu düşünelim: Tüm canlıların – bakteriler, algler, mantarlar, bitkiler, hayvanlar ve insan – lego parçalarından yapılmış olduğunu hayal edin. Ancak biyolojik dünyada olduğu gibi sadece 20 farklı şekil ve renkte lego parçası vardır (biyolojik dünyadaki 20 aminoasit gibi). Göreviniz, aynı parçaları kullanarak önce bir akçaağaç yapmak, ardından parçaları söküp bir at yapmak olsun. Nereden başlayacaksınız? Elinizde malzeme var, göreviniz belli, peki başka neye ihtiyacınız var? Doğru, bir talimata. Hangi lego parçalarının kullanılacağını, kaç tane gerektiğini, hangi sırayla ve nasıl yerleştirileceğini gösteren bir talimata. İşte bu talimatlar genlerde kodlanmıştır, yani DNA molekülünün yapısında yer almaktadır. Bu talimatlar DNA'dan mRNA'ya transkripsiyon yoluyla aktarılır ve nihayetinde bu talimat sizin elinizde olmuş olur. Siz de bu talimatı kullanarak lego parçalarından (yani en farklı proteinlerden) yapılar oluşturursunuz.

Genetik kod, mRNA üzerine üçlü nükleotid dizileri, yani kodonlar şeklinde aktarılır. Her kodon üç ardışık azotlu bazdan oluşur. Toplam 64

GENETİK KODUN ÖZELLİKLERİ:

- Evrenseldir – neredeyse tüm canlı organizmalar için geçerlidir.
- Dejeneratiftir – birden fazla kodon aynı aminoasidi kodlayabilir.
- Sıralı olarak okunur – okuma üç ardışık nükleotid şeklinde yapılır, üst üste binme olmadan.

farklı kodon vardır (Şekil 2.12). Bu kodonların 61 tanesi biyolojik dünyada bulunan 20 aminoasitten yalnızca birini kodlar.

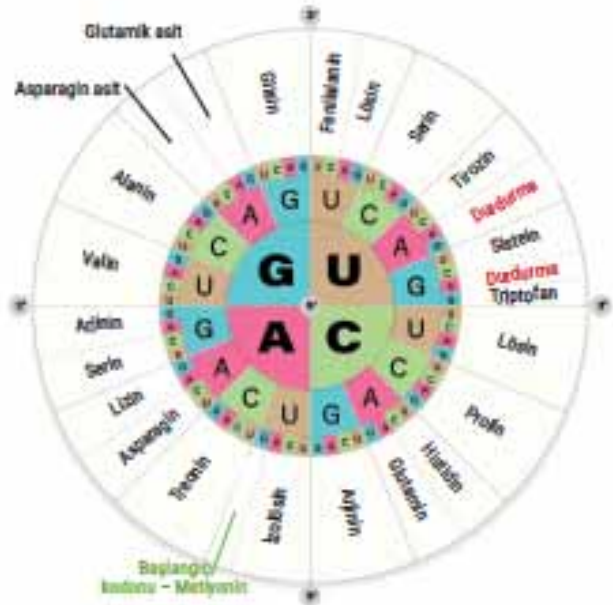
Kodon AUG (Şekil 2.12), metionin (Met) aminoasidini kodlayan, **başlangıç kodonu** olarak adlandırılır. Bu aminoasit ile peptitlerin yani aminoasit zincirlerinden oluşan proteinlerin sentezi başlar. Geri kalan üç kodon ise herhangi bir aminoasidi kodlamaz; bunlara **durdurma kodonları** denir. Bunlar UAA, UAG ve UGA kodonlarıdır (Şekil 2.12). Bu kodonlar aminoasitlerin dizilme sürecini, yani sentezi durdurur.

GEN

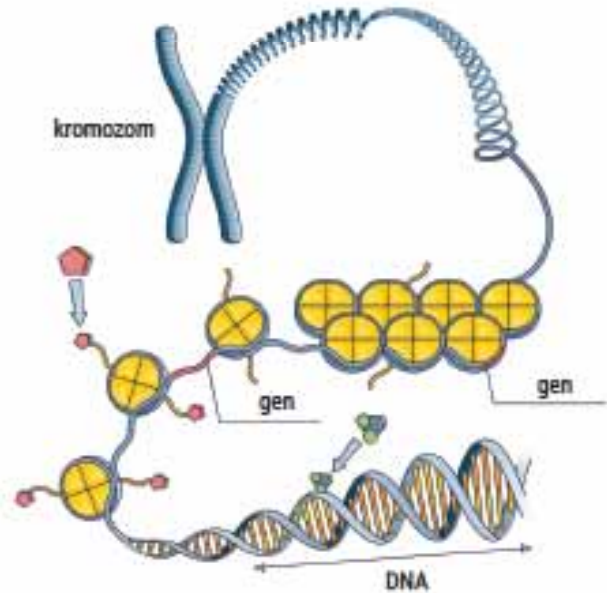
Gen, kalıtımın en küçük maddi taşıyıcısıdır ve kalıtımın temel yapısal ve işlevsel birimini temsil eder. Ökaryotlarda (hayvanlar, bitkiler ve mantarlar) genler hücre çekirdeğinde bulunur, ancak mitokondrielerde ve bitkilerdeki kloroplastlarda da az miktarda gen vardır. Genler aslında DNA'nın segmentleridir. Yapılan bazların dizilişine ve polinükleotid zincirindeki sayısına bağlıdır. Buradan hareketle, gen belirli bir uzunluğa sahip (belirli sayıda nükleotid çifti) ve nükleotidlerde azot bazlarının özel bir düzeni olan DNA molekülünün belirli bir dizisi (segmenti) olarak tanımlanabilir (Şekil 2.13).

Genler farklı uzunluklara sahiptir, yani farklı sayıda baz çifti (azot bazları) ile inşa edilmiştir. Örneğin, insanda birkaç yüz bazdan milyonlarca DNA bazına kadar olabilir. İnsan genomu yaklaşık 20.000 ila 21.000 gen içerir, bunların küçük bir yüzdesi protein kodlar. Mısır genomu yaklaşık 32.000, pirinç 38.000 ve tek hücreli bir organizma olmasına rağmen paramesyum 40.000'den fazla gene sahip karmaşık bir genom içerir.

Gen, belirli bir ürünün sentezinden sorumludur. Bu ürün işlevsel bir molekül olabilir (örneğin, mRNA, tRNA ve rRNA). Ürüne göre genler iki gruba ayrılır: yapısal (protein yapısını belirleyen) ve düzenleyici (diğer genlerin aktivitesini düzenleyen).



Resim 2.12 Kodonlar ve aminoasitler. Kodonlar 5'ten 3'e doğru okunur (üçgen – kodondaki başlangıç bazı, daire – kodondaki bitiş bazı).



Şekil 2.13 Genin DNA molekülündeki konumu (çekirdek, kromozom, DNA, gen)

Onların arasında keskin bir sınır yoktur; bazı yapısal genler bazen düzenleyici olabilir ve tersi de mümkündür.

GENOM VE GENOTİP ARASINDAKİ FARK

Bir organizmadaki ve hücrelerdeki gen sayısı ile iki kavram bağlantılıdır: genom ve genotip. Genom terimi, bir organizmadaki tüm kalıtsal materyali ifade eder. Aslında, çekirdekteki DNA'daki genlerin yanı sıra hücre içinde bulunan diğer tüm DNA moleküllerini de kapsar.

Örneğin, bakteri (prokaryot) söz konusu olduğunda, bakteriyel genom hem bakterinin çok sayıdaki genini taşıyan ana DNA molekülünü hem de sitoplazmada bulunan, nükleoidin parçası olmayan küçük DNA moleküllerini içerir. Hayvansal ökaryotlarda genom, çekirdekteki DNA moleküllerini (çekirdek genomu) ve mitokondride bulunan DNA moleküllerini (mitokondriyal genom) kapsar. Bitkilerde ise genom; çekirdek genomunu, mitokondriyal genomu ve plastid genomunu (kloroplastlardaki DNA molekülleri) içerir. Mitokondriler ve plastidler, hücre çekirdeğinden bağımsız olarak kendilerini kopyalayabilir.

Genotip ise, genlerin fenotipte ifade edilip edilmediğine bakılmaksızın organizmanın genetik yapısını ifade eder. Yani genotip, organizmanın belirli bir fenotip geliştirme potansiyelini belirler. Ayrıca genotip, bireye özgüdür ve her birey anne ve babadan miras aldığı genlerin kendine özgü bir kombinasyonuna sahiptir.

Etkinlik:

- Araştırın: DNA'nın ne kadarının gerçek genlerle kaplı olduğunu öğrenin. DNA'nın geri kalan kısmı ile ne oluyor? Sınıfta tartışın!
- Neden kodlar tam olarak üçlüdür? Neden iki ya da dört azotlu bazdan oluşmuyor? Sadece 4 sembolünüz olduğunu varsayarak Makedon alfabesindeki 31 harfi temsil etmeye çalışın. Tekrar kullanarak kombinasyonlar yapabilirsiniz. İpucu: İkili kombinasyonlarla yalnızca 16 olasılık vardır (yetersiz). Formülü kullanın: $4^n = ?$ Açıklamayı 20 amino asit ile ilişkilendirin.
- İnternette araştırın: Bilinen en uzun protein hangisidir? Yapısında kaç amino asit vardır ve onun kimyasal adı (ismi) nedir?

Tekrar soruları:

- 1 Neden genetik bilgiyi açıklamak için "genetik kod" terimi kullanılır?
- 2 "Triplet" terimi ne anlama gelir? Hangi tripletleri biliyorsunuz ve nerede bulunurlar?
- 3 Kaç triplet vardır? Bunlardan kaç bir aminoasidi kodlar?
- 4 Hangi kodon başlangıç kodonu, hangileri durdurma (stop) kodonlarıdır? Nedenini açıkla.
- 5 Gen tanımını yap.
- 6 Genler fonksiyonlarına göre nasıl sınıflandırılır?
- 7 Genom ile genotip arasındaki farkı açıkla.

Anahtar noktalar:

- ✓ Genetik kod, DNA molekülündeki üçlü azot bazlarından (tripletler) oluşan kayıtlardır ve bir proteinin sentezi için gerekli bilgiyi taşır. DNA çekirdekte bulunur ve orada DNA'dan mRNA'ya bilgi aktarımı (transkripsiyon) gerçekleşir. Protein sentezi ise ribozomda gerçekleşir.
- ✓ Gen, kalıtımın temel yapısal ve fonksiyonel birimidir. Kalıtımın en küçük maddi taşıyıcısıdır. Ayrıca gen, belirli uzunluğa (belirli sayıda nükleotid çifti) sahip, DNA molekülündeki bir dizi (segment) olarak tanımlanabilir. Bu dizide nükleotitlerdeki azot bazlarının belirli bir düzeni vardır.
- ✓ Genler yapısal (bir proteinin yapısını belirleyen) ve düzenleyici (diğer genlerin aktivitesini kontrol eden) olabilir. Bazı yapısal genler aynı zamanda düzenleyici olabilir ve tersi de mümkündür.
- ✓ Bir organizmadaki tüm kalıtsal materyal, yani tüm genler ve hücrede bulunan diğer DNA molekülleri tek bir kavramla ifade edilir: genom.
- ✓ Genotip, bireye özgüdür ve anne ve babadan miras alınan genlerin benzersiz bir kombinasyonudur.

2.5. GENOTİPİK VE FENOTİPİK İLİŞKİLERDE KALITIM

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

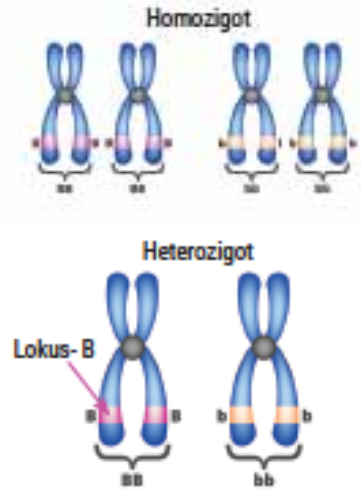
- ✓ Genotip ile fenotip arasındaki farkları sıralar ve bunların organizmanın özelliklerine nasıl etki ettiğini açıklar.

GENOTİP VE ALELLER

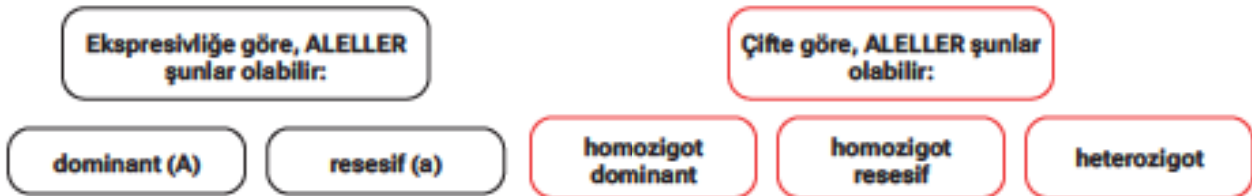
Her genotip, ebeveynlerden kalıtılan özel alel bileşimiyle karakterize edilir. Aslında aleller, aynı genin küçük farklılıklara sahip fonksiyonel formlarıdır. Bu küçük farklılıklar, her organizmanın kendine özgü fiziksel özelliklerine katkıda bulunur. Her organizma, her gen için iki alel miras alır; bunlardan biri anneden, diğeri babadan gelir. Bu aleller arasındaki etkileşim, belirledikleri özelliğin spesifik karakteristikleriyle ortaya çıkar.

Genin her iki aleli, iki homolog kromozomda (aynı genleri taşıyan, fakat biri anneden diğeri babadan gelen kromozomlar) aynı yerde bulunur. Bu bölgeye gen lokusu denir (Şekil 2.14 A).

Gen alelleri, penetrans, ekspresivite ve diğer özelliklerle tanımlanır. Penetrans, bir özelliğin ifade edilme olasılığını belirtirken; ekspresivite, fenotipik ifadenin derecesini tanımlar (Şekil 2.14 B).



2.14A Homozigotlar ve heterozigotlar için gen lokusu – B



Şekil 2.14B Ekspresyona göre ve alel çiftinin genetik yapısına göre alel türleri

Aleller baskın (dominant) ve çekinik (resesif) olabilir. Baskın alel genellikle asıl, yani "yabani" (doğal) tiptir. Baskın aleller hem homozigot hem de heterozigot durumda kendini gösterir. Çekinik aleller ise yalnızca homozigot durumda, yani iki aynı kopya bulunduğu anda ifade edilir.

Bununla birlikte, bir alel çiftinde, baskın (yabani) alel büyük Latin harfi ile, resesif (çekinik) alel ise aynı küçük harf ile gösterilir.

Organizma/genotip belirli bir genin alelleri açısından homozigot veya heterozigot olabilir. Homozigot, belirli bir gen için iki aynı alele sahip olduğunda (iki aynı harf, büyük veya küçük. Örneğin, baskın aleller için homozigot – GG, çekinik aleller için homozigot – gg), heterozigot genotip ise belirli bir genin iki farklı formuna/aleline sahip olur (aynı büyük ve küçük harf birlikte – Gg).

Bir tür ve popülasyon içinde bir genin birden fazla aleli olabilir, fakat bir organizmanın genotipinde her zaman yalnızca iki alel bulunur.

FENOTİP KAVRAMI

Bir özelliğe alt alellerin etkileşimi, o özelliğin belirli bir ifadesini verir ve bu fenotip olarak adlandırılır. Fenotip, alelin dizilimindeki ya da yapısındaki farklılıkların sonucu olarak ortaya çıkar. Fenotip aslında organizmanın tüm özelliklerinin toplamıdır; buna yapısı, fizyolojisi ve dış görünüşü dahildir. Genotip, çevresel koşulların etkisi altında belirli bir fenotip oluşturur. Dar anlamda fenotip, tek bir özellik de olabilir; örneğin göz rengi, saç rengi, bireyin davranışı vb. Yaşam döngüsü boyunca bireyin fenotipi değişebilir, fakat genotipi sabit ve değişmez kalır.

Fenotip, farklı genlerin ve onların ürünlerinin karşılıklı etkileşiminden oluşan karmaşık bir ağın sonucu olup, çevrenin etkisini de içerir.

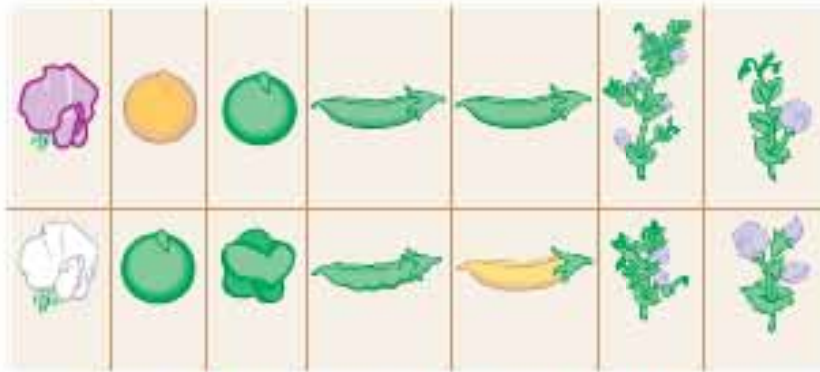
Çevresel faktörlerin etkisi, bireyin büyüme ve gelişimi sırasında fenotipin oluşumunda önemlidir. Bu nedenle, genel olarak iki birey aynı genotipe sahip olsalar bile tamamen aynı fenotipe sahip olamazlar, ancak tek tek özellikler açısından fenotipleri benzer olabilir. Ayrıca, belirli bir özellik açısından benzer fenotiplere sahip bireyler, her zaman aynı genotipe sahip değildir.

Evrim sürecinde, bireyin hayatta kalmasına yardımcı olan belirli özellikleri taşıyan farklı aleller ortaya çıkmıştır. Bu özellikler, partnerden gelen diğer alellerin özellikleriyle birleşerek, sonraki nesillere aktarılabilir.

GREGOR MENDEL VE KALITIM YASALARI

Gregor Mendel (1822-1884) bir rahip, öğretmen ve bilim insanıydı ve bugün "genetiğin babası" olarak kabul edilmektedir. Hayatının bir döneminde Brno'da bir manastıra katılmıştır. Daha sonra Viyana'da doğa bilimleri okuma fırsatı bulmuş, burada matematik, biyoloji ve fiziğe özel ilgi göstermiştir. Bu eğitim ona deneysel çalışmaları ve sonuçların doğru yorumlanması için sağlam bir temel kazandırmıştır. Manastırın arazisi ona botanik çalışmaları için iyi koşullar sunmuş ve böylece bahçe bezelyesinde bazı özelliklerin değişimlerini incelemeye başlamıştır.

Bezelyeler üzerinde çalışırken, 7 farklı özelliği takip etmiştir: gövde boyu, çiçek rengi, çiçeklerin yerleşimi, meyve ve tohumun rengi ve şekli. Çalışmalarında prensip hep aynıydı, her özellik için ayrı ayrı. Önce istenen özelliğe sahip bireyleri seçmiş ve saf hat elde etmek için bunları kendi aralarında çaprazlamıştır. Yani, tüm yavruların aynı özellik biçimine sahip olması için. Gözlemlediği tüm 7 özellik için ikişer saf hat ayırmıştır (Şekil 2.15).



Şekil 2.15 Bahçe bezelyesinde 7 alternatif özellik için saf hatlar

Daha sonra, aynı özelliğin farklı biçimlerine sahip bitkileri (ör. alternatif özellik, tohum rengi – sarı veya yeşil) çaprazlamıştır. O, yavruları dikkatlice analiz etmiş ve iki alternatif özellikten birini gösteren bireyleri saymıştır. İlk çaprazlamada, yavruların %100'ünde tek bir özellik ortaya çıkmıştır. Daha sonra, ilk çaprazlamadan elde edilen bireyler arasında ikinci bir çaprazlama yapmıştır. Tüm 7 özellikte, yavrularda alternatif özellikler arasında 3:1 oranı gözlemlemiştir. Ayrıca, diğer özelliklerin birbirini etkilemediğini ve bağımsız olarak kalıtıldığını fark etmiştir. Örneğin, boy uzunluğu tohumun rengine veya baklanın şekline etki etmemektedir. Üç kat daha fazla görülen alternatif özelliğe baskın (dominant) özellik, daha az görülenine ise çekinik (resesif) özellik adını vermiştir.

MONOHİBRİT ÇAPRAZLAMA

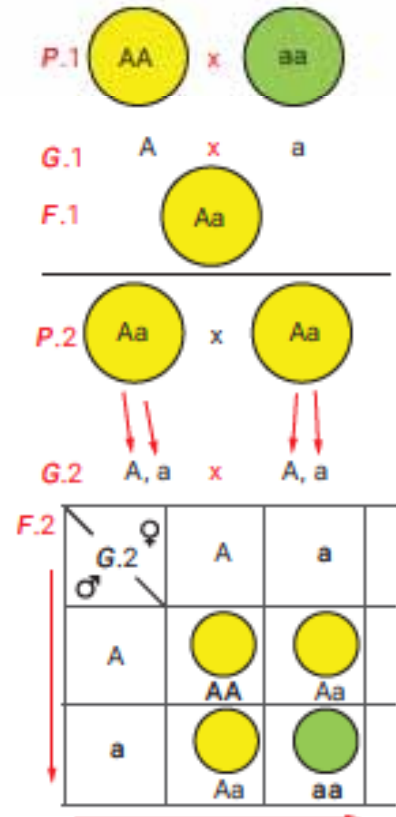
Mendel, bezelye bireylerini bir özelliğin iki farklı ifadesiyle çaprazlamıştır. Yalnızca tek bir özelliği incelediği için bu çaprazlama monohibrit çaprazlama (mono = tek) olarak adlandırılmıştır. Bu sırada, yavruların kaçında söz konusu özelliğin ortaya çıktığını dikkatle kaydetmiştir. Tüm özellikler için şu sonuçları gözlemlemiştir:

1. İlk çaprazlamada, bütün bireyler aynı ifadeye sahip olmuştur, her ne kadar anne babaları farklı ifadeye sahip olsa da; ve
2. İlk çaprazlamadan elde edilen bireyler arasında ikinci bir çaprazlama yapıldığında, her zaman 3:1 oranında, birinci nesilde görülen ifade lehine sonuç çıkmıştır.

Şekil 2.16'da bezelyede tohum rengi özelliğinin iki ifadesine (sarı ve yeşil) alt saf çizgilerin monohibrit çaprazlaması gösterilmiştir.

Baskın özellikler – mor çiçek, sarı tohum, düzgün (pürüzsüz) tohum, şişkin meyve (bölmesiz bakla), yeşil meyve, uzun gövde, yaprak dibinde çiçekler

Çekinik özellikler – beyaz çiçek, yeşil tohum, buruşuk tohum, bölmeli bakla, sarı meyve, kısa gövde, gövde ucunda çiçekler.



Resim 2.16 Monohibrit çaprazlama ve Punnett karesi

Not: Açıklamaların yerleşimine dikkat edin:

P Latince harfi ebeveyn kuşağını (parental jenerasyon) gösterir.

F Latince harfi yavru kuşağını (filial jenerasyon) gösterir.

G Latince harfi gametleri gösterir.

Birden fazla gamet olduğunda, elde edilen kombinasyonların anlaşılır olması için sözde Punnett karesi (Resim 2.16) kullanılır. Karede, ilk satır ve sütunlarda iki ebeveyne ait gametler gösterilir, sonra bunlar birleştirilerek kombinasyonlar oluşturulur.

Alel çiftleri iki biçimde olabilir: baskın (dominant) ve çekinik (resesif). Bu örnekte baskın olan özellik, bezelyede tohum renginin sarı olmasıdır. Saf hatlarda (P1 jenerasyonu), sarı tohumlu bezelyenin genotipi **AA** (dominant homozigot) iken, yeşil tohumlu bezelyenin genotipi **aa** (resesif homozigot) olur. Her iki durumda da iki alel aynı olduğundan, her biri sadece tek tip gamet verir: sarı tohum için **A**, yeşil tohum için **a**. Birinci yavru kuşakta (F1), elde edilen tüm bireyler sarı tohumludur. Hepsinin genotipi aynıdır: **Aa**, yani heterozigot. İki heterozigot bireyin (P2 jenerasyonu) çaprazlanmasıyla, her bir ebeveyn iki tip gamet verir (**A** ve **a**). F2 jenerasyonunda sonuçlar şunlardır: Fenotip: sarı ve yeşil tohumlar, 3:1 oranında. Genotip: **AA**, **Aa**, **aa**, 1:2:1 oranında. Üçüncü kuşakta (F3) ilginç sonuçlar elde edilmiştir: Sarı tohumlardan bazıları saf sarı (**AA**), bazıları heterozigot sarı (**Aa**) bitkiler oluşturur. Yeşil tohumlar (**aa**) sadece yeşil tohumlu bitkiler verir. Mendel, bu sonuçlara dayanarak şu hipotezi geliştirmiştir: Alternatif özellikler (tohum rengi, tohum şekli, sap yüksekliği, çiçek rengi vb.) kalıtsal faktörler (bugün gen dediğimiz) tarafından kontrol edilir. Bu faktörler farklı biçimlerde bulunur, birbirine karışmazlar, bağımsız olarak ayrılırlar ve gelecek kuşaklara aktarılırlar.

Etkinlik:

- Mendel'in seçilmiş bitki örneklerini nasıl ayırdığını, böylece kendi kendine döllenme veya farklı gruplar arasında döllenme olmadan saf hatlar elde etmeyi nasıl başardığını araştırın.
- İnternette insanların farklı özelliklerinin kalıtımıyla ilgili bilgi araştırın (isterseniz hayvanlarda ya da bitkilerdeki özellikler için de tablo yapabilirsiniz). Sonuçları tabloda, özelliklerin baskın (dominant) ve çekinik (resesif) ifadeleriyle birlikte gösterin.

Tekrar soruları:

- 1 Tanımla alelleri.
- 2 Belirli bir gen için genotipte kaç alel mümkün olabilir?
- 3 Aleller ifadelerine göre nasıl olabilir?
- 4 Hangi aleller baskın, hangileri çekinik olarak adlandırılır? Nasıl gösterilirler?
- 5 Alel çiftlerinin hangi kombinasyonları vardır? Nasıl adlandırılırlar?
- 6 Mendel hangi özellikler ve onların ifadeleriyle deney yapmıştır?
- 7 Onun çalışması neden önemlidir? Özelliklerin kalıtımıyla ilgili neyi kanıtlamıştır?

Anahtar noktalar:

- ✓ Aleller, genin işlevsel biçimleridir. Söz konusu olan, ebeveynlerin her birinden birer tane miras alınan gen çiftleridir (yani birer alel). Alel çifti özdeş olabilir ya da DNA baz diziliminde küçük farklılıklara sahip olabilir. Bu farklılıklar her organizmayı özellikleri bakımından eşsiz kılar.
- ✓ Her organizma, her gen için ebeveynlerinden birer tane olmak üzere iki alel miras alır. Genotipte daima alel çifti bulunur, her ne kadar bir gen için bir türün popülasyonunda birçok alel mevcut olabilse de.
- ✓ Her özelliğe ait aleller arasındaki etkileşim, organizmalarda farklı özellik ifadelerine yol açar. Atalardan miras alınan özgül karakteristikleri taşıyan alel kombinasyonlarının bu ifadesine fenotip denir.
- ✓ Gregor Mendel, bezelyelerdeki farklı özelliklerle yaptığı deneyler aracılığıyla alellerin kalıtımına dair kuralları fark etmiştir. Bu sırada, tohumun rengi, tohumun şekli, gövdenin boyu, çiçeğin rengi gibi özelliklerin farklı ifadelerinin kalıtsal faktörler (daha sonra gen olarak adlandırılan) tarafından kontrol edildiğini görmüştür.
- ✓ Monohibrit çaprazlamada, bir özellik için faktörlerin (genlerin) nasıl kalıtıldığını, alellerin iki biçiminin ifadesi üzerinden takip etmiştir. "Monohibrit çaprazlama" adı, tek bir özelliğin kalıtımına ilişkin ilkeyi ifade eder.
- ✓ Mendel, kalıtsal faktörlerin bütünleşmediğini, aksine bağımsız olarak tam birimler halinde aktarıldığını fark etmiştir. Bu kalıtsal faktörlerin kombinasyonları, fenotipte özelliklerin farklı ifadelerini ortaya çıkarır.

2.6. KROMOZOMLARIN YAPISI VE ÖZELLİKLERİ

Öğrenmenin Sonuçları:

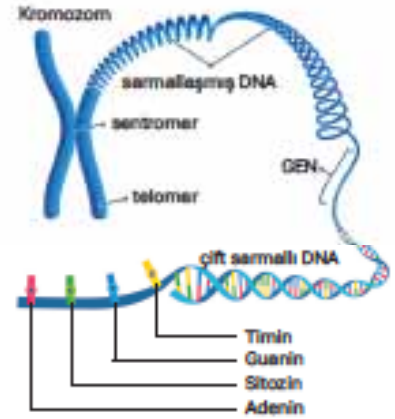
Öğrenci:

- ✓ Kromozomların yapısını açıklar;
- ✓ Kromozomların kalıtsal süreçlerle nasıl bağlantılı olduğunu izah eder.

KROMOZOMLARIN TARİHİ

Gregor Mendel XIX. yüzyılda kalıtımla ilgili araştırmalara başlamıştır. Araştırmalarında sözde kalıtsal faktörlerden bahsetmiştir. Onun araştırmalarına ve XIX. yüzyılın sonlarına doğru kromozomların tanımlanmasına dayanarak, XX. yüzyılın başlarında Sutton ve Boveri birbirinden bağımsız olarak sözde "Kromozom Kalıtım Teorisi"ni yayımlamışlardır. Buna göre, kromozomlar genetik kalıtımın taşıyıcılarıdır ve mayoz sırasında kromozomların hareketi Mendel'in kalıtım yasalarını doğrulamaktadır.

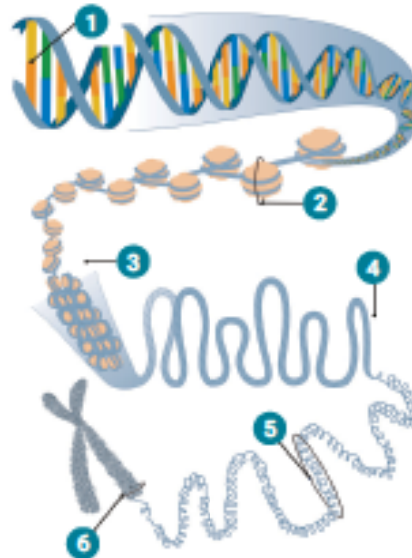
Son olarak, Thomas Morgan 1910 yılında sirke sineği üzerinde yaptığı deneylerle genlerin kromozomların uzunluğu boyunca doğrusal olarak dizildiklerini kanıtlamıştır (Şekil 2.17).



Şekil 2.17 Genin kromozom boyunca doğrusal olarak yerleşmesi

KROMATİN, KROMOZOM VE KROMOZOMUN YAPISI

Hücre döngüsünün büyük bölümünde, yani interfazda, kromozomlar ipliksi ve uzun yapılar halinde bulunur, birbirine dolaşmış durumdadır. Bu haldeyken okul mikroskobu ile gözlemlenemezler. Çekirdek, kromatin ile, yani hücre döngüsü boyunca değişen kromozomlarla doludur. Çekirdek bölünmesinin başlamasıyla



1. DNA molekülü
2. Proteinlerle (histonlarla) paketlenmiş DNA molekülü
3. Kromatin ipliği - kromonema
4. Sarmallaşmış kromatin ipliği
5. İki kromatitli kromozomun sarmallaşmasının başlangıcı
6. Güçlü şekilde sarmallaşmış metafaz kromozomu (iki kromatitli)

Şekil 2.18 Kromozomun yapısı

birlikte kromozomlar sarmal hâle gelmeye başlar ve daha görünür olurlar.

Özellikle metafazda (Şekil 2.18) maksimum sarmallaştıklarında belirgin şekilde görünürler.

Genellikle kromozomları X harfi biçiminde yapılar olarak tasvir ederiz (Şekil 2.19).

Bu, interfazdan geçmiş, iki kardeş kromatiddan oluşan çift kromatitli kromozom biçimidir (Şekil 2.19 B). Söz konusu olan, DNA replikasyonu ile elde edilen bir kromozomun iki özdeş kopyasıdır; bunlar, birincil boğum bölgesinde, sentromer aracılığıyla birbirine bağlanmıştır. Replikasyondan önce, kromatin çekirdeğinde kromozomlar tek kromatitlidir (Şekil 2.19 A). Her kromozomun uçlarında telomer adı verilen yapılar bulunur (Şekil 2.19). Bunlar, kromozomların bireyselliğini garanti eder ve rastgele bağlanmalarına engel olur.

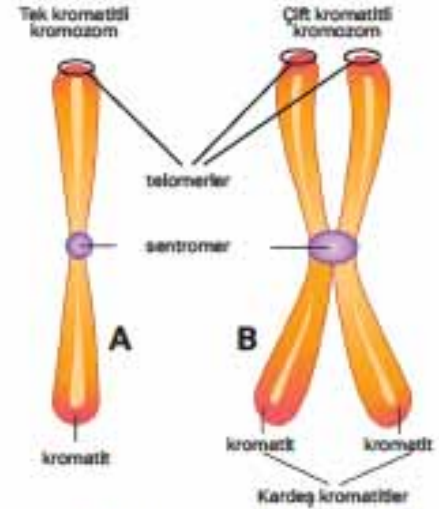
Kromozomun birincil boğumu (konstriksiyon) vardır; burada sentromer bulunur. Ayrıca, telofazda çekirdekçinin oluşumunda rol oynadığı için nükleolar düzenleyici olarak adlandırılan ikincil bir boğum da bulunabilir. İkincil boğuma sahip kromozomlara uydu kromozomları denir; çünkü ikincil boğumun üzerindeki kısım uydu olarak adlandırılır (Şekil 2.20).

Birincil boğumun kolların konumuna göre yerleşimine bağlı olarak, kromozomlar birkaç gruba ayrılır (Şekil 2.21):

- Metasentrik kromozom: Birincil boğum yaklaşık olarak ortadadır ve kromozomu eşit uzunlukta iki kola ayırır.
- Submetasentrik kromozom: Boğum ortadan daha uzakta bulunur, kollar farklı uzunluktadır.
- Akrosentrik (ya da subtelosentrik) kromozom: Boğum kromozomu iki kola ayırır; bunlardan biri diğerine göre çok daha kısadır.
- Telosentrik kromozom: Boğum kromozomun tam ucunda bulunur; böylece yalnızca tek bir kolu varmış gibi görünür.

Bazı kromozomlarda, gövdeleri boyunca kromomer adı verilen özel düğümsü kalınlaşmalar görülür.

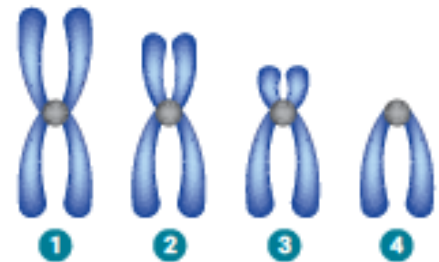
Kromatit, kromonema (DNA molekülü ve histonlar) ile matriks-ten oluşur (Şekil 2.22). Aslında, DNA molekülünün materyal taşıyıcısıdır ve histon proteinleriyle birlikte kromozomun kararlı yapısını meydana getirir.



Şekil 2.19 Tek kromatitli ve çift kromatitli kromozom



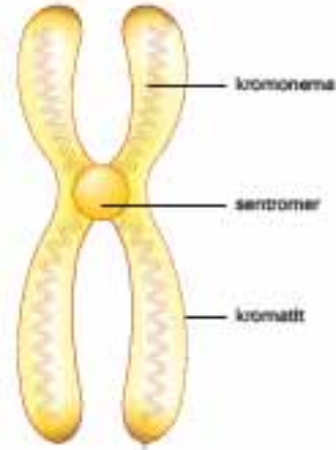
Şekil 2.20 Kromozomun birincil ve ikincil boğumu (konstriksiyonu)



Şekil 2.21 Kromozomların birincil boğumun kollarına göre konumuna bağlı olarak sınıflandırılması:

- 1 - Metasentrik kromozom
- 2 - Submetasentrik kromozom
- 3 - Akrosentrik (subtelosentrik) kromozom
- 4 - Telosentrik kromozom

Birincil boğum, ikincil boğuma, uydulara ve/veya kromomerlere sahip olma, bazı kromozomların özgün özellikleridir ve genetikçiler bunları kolayca ayırt edebilir ve adlandırabilir.



Şekil 2.22 Çift kromatitli, metafaz kromozomu

Etkinlik:

- Çileğin DNA'sının incelenmesi

Gerekli malzemeler:

- çilek
- deniz tuzu
- bulaşık deterjanı
- alkol, %96
- su
- 100 mL'lik bardak
- kilitli poşet
- tülbent veya filtre kâğıdı (kahve makinesi filtresi olabilir)
- huni
- deney tüpü

Uygulama yöntemi:

Çilek kilitli poşete konur, içindeki hava çıkarılır ve poşet kapatılır. Ardından, parmaklarla 5 dakika boyunca ezilir. Daha sonra poşete 100 mL su, biraz bulaşık deterjanı ve tuz (parmak uçlarıyla serpilerek) eklenir. Poşet kapatılır ve karışım homojenleşinceye kadar tekrar ezilir. Sonrasında karışım filtre kâğıdından geçirilerek bardağa süzülür. Elde edilen sıvı dar bir bardağa ya da geniş bir deney tüpüne aktarılır. Dikkatlice, içeriği karıştırmamaya özen göstererek yüzeye alkol eklenir. Çilek özsuyu karışımı kadar alkol ilave edilir. İki sıvı tabakası görülür; üst tabaka alkoldür. Neredeyse aynı anda, tabakalar arasında pamuksu yapılar görünmeye başlar. Bunlar, içerikten ayrılan DNA iplikleridir.

Tekrar soruları:

- 1 Sutton ve Boveri genler ve onların konumları hakkında ne söylemektedir, Thomas Morgan neyi ileri sürmektedir?
- 2 Kromozomlar ne zaman tek kromatitli, ne zaman çift kromatitlidir?
- 3 Metafaz kromozomları nasıl görünür?
- 4 Kromozomlar birincil boğuma göre nasıl sınıflandırılır?
- 5 Telomerlerin işlevi nedir?
- 6 İkincil boğuma sahip kromozomlara ne ad verilir ve neden?
- 7 Kromonema nedir?

Anahtar noktalar:

- ✓ Mendel'in "kalıtsal faktörleri", Sutton ve Boveri'ye genlerin kromozomların belirli yerlerinde bulunduğu ve mayoz sırasında onlarla birlikte hareket ettikleri sonucuna varmalarında temel olmuştur, Thomas Morgan ise genleri kromozom molekülü boyunca doğrusal olarak konumlandırmıştır.
- ✓ Kromozomlar, hücrenin yaşamının büyük bölümünde çekirdekte kromozom ipliklerinden oluşan dolaşmış iplikler şeklinde bulunur. Mikroskop altında bakıldığında çekirdeği gri renkte boyarlar ve boyanabilme özellikleri nedeniyle kromatin olarak adlandırılırlar.
- ✓ Kromozomun X biçimi aslında çift kromatitli bir kromozomdur; iki kromatitten oluşur (bunlardan biri, diğeriyle DNA replikasyonu süreciyle elde edilen bir kopyadır). Bu biçim, kromatitlerin çekirdek bölünmesinin metafaz evresinde sarmallaşması sayesinde en iyi şekilde görülür.
- ✓ Kromozomun birincil bir boğumu vardır; burada sentromer bulunur ve kromozomu kollara ayırır. Kolların uzunluğuna göre kromozomlar metasentrik, submetasentrik, akrosentrik ve telosentrik olarak sınıflandırılır.
- ✓ Bazı kromozomlarda ikincil bir boğum (nükleolar düzenleyici) bulunur; boğumun üstünde kalan kısım ise uydu olarak adlandırılır. Bu kromozomlara uydu kromozomları denir.
- ✓ Kromatitlerin uçlarında telomer adı verilen bir yapı bulunur; bu, kromozomların yapışmasını ve bireyselliklerini kaybetmesini engeller (bazen kromozom parçaları yapışma eğilimi gösterebilir).
- ✓ Kromonema, DNA molekülünün histonlarla paketlenmesiyle oluşan ve kromozoma kararlılık kazandıran temel yapıdır. Kromonema, matriksle birleşerek kromatidi oluşturur.

2.7. HAPLOİD VE DİPLOİD ÇEKİRDEK

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Haploit ve diploit çekirdeği kromozom sayısı açısından ayırt eder;
- ✓ Haploit ve diploit çekirdeğin hücre bölünmesindeki oluşumunu ve rolünü açıklar;
- ✓ Otozomal ve eşey kromozomlarını birbirinden ayırt eder;
- ✓ Otozomal ve eşey kromozomlarının kalıttaki rolünü açıklar.

KROMOZOM SAYISI

Her tür için kromozom sayısı sabittir. Bu, o türün her yeni neslinin aynı kromozom sayısına sahip olduğu anlamına gelir. Ayrıca, kromozom sayısı türün karmaşıklığı ile bağlantılı değildir. Tablo 2.2’de farklı organizmaların hücre çekirdeklerindeki kromozom sayıları gösterilmiştir.

Tablo 2.2. Kromozom Sayısı

Organizma	Kromozom sayısı
Atkuyruğu otu	216
Japon balığı	100
Köpek	78
Tavuk	78
At	64
Şempanze	48
İnsan	46
Sekoya	22
Su piresi	11x12x
Sirke sineği	8
Sivrisinek	6
Nematod	2

EŞEY VE BEDEN HÜCRELERİ

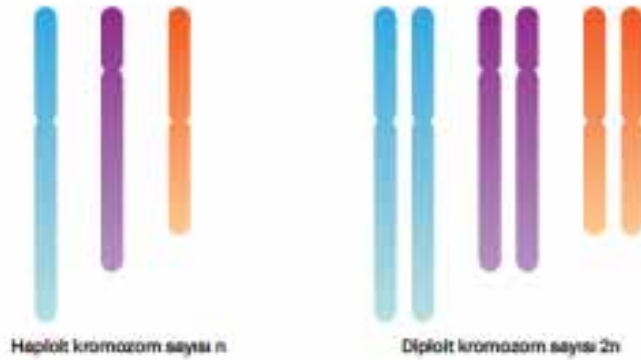
Eşeyli üreyen organizmaların vücutlarında iki tip hücre bulunur: eşey hücreleri (gametler) ve beden (somatik) hücreleri. Bu iki hücre tipi arasındaki en önemli fark, çekirdekteki kromozom sayısıdır; eşey hücrelerinde kromozom sayısı beden hücrelerindeki yansı kadardır. Kromozom sayısının yarıya düşmesi, mayoz I sırasında gerçekleşir (bu süreçle ilgili ayrıntılar ilerleyen kısımlarda verilecektir). Bu azalma (reduksiyon), yumurta hücresinin spermatozoit ile döllenmesinden sonra kromozom sayısının sabit kalabilmesi için gereklidir.

HAPLOİD VE DİPLOİD ÇEKİRDEK

Organizmaların sahip oldukları kromozomlar setler hâlinde bulunur; her iki ebeveyninden birer set miras alınır. Her bir kromozom seti, organizmanın sahip olduğu tüm kromozomları (boyut ve özellik bakımından farklı) içerir ve bu sayı haploit sayı olarak adlandırılır, Latince n harfi ile gösterilir (Şekil 2.23). Örneğin, insanda gametler $n=23$ kromozom içerir.

Şempanzede $n=24$ kromozom, tavukta $n=39$ kromozom, mısırdaki $n=10$ kromozom, bezelyede $n=7$ kromozom vb. bulunur. Aslında, gamet tek bir genom içerir.

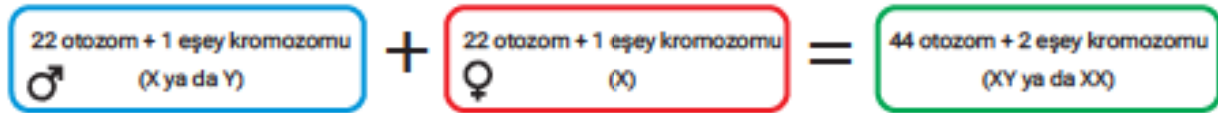
Döllenme sırasında, dişi ve erkek gametlerin çekirdekleri birleşir ve döllenmiş yumurta hücresi – zigot meydana gelir. Zigotun çekirdeğinde kromozom sayısı $2n$ (Şekil 2.23) ya da diploit sayı ($n + n = 2n$) olur.



Şekil 2.23 Haploit (n) kromozom sayısı ve diploit ($2n$) kromozom sayısı

Zigottan daha sonra mitotik bölünmeler (mitoz) ile tüm organizma oluşur ve onun bütün hücreleri $2n$ kromozom sayısına sahip diploit çekirdek içerir. Aslında, her kromozom bir gametten gelir ve diğer gametten gelen başka bir kromozomla eşleşir. Bu kromozomlara homolog kromozomlar denir. Onlar organizmanın aynı özelliklerine ait genleri taşırlar, fakat bazen yapılarında küçük farklılıklar bulunabilir.

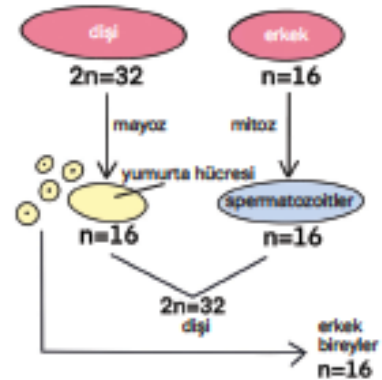
Şekil 2.24'te insanda spermatozoit ve yumurta hücresinin döllenmesi şematik olarak gösterilmiş, otozomlar ve eşey kromozomlarından bahsedilmiştir.



Şekil 2.24. İnsanda spermatozoit, yumurta hücresi ve döllenmiş yumurta hücresindeki kromozom sayısı

İnsanda, otozomlar (bedensel kromozomlar) ile eşey kromozomları arasında belirgin bir fark vardır. Genetikçiler, eşleşmelerine bağlı olarak otozomları diğer kromozomlardan ayırt ederler. Eşey kromozomlarında çift, her zaman aynı kromozomlardan oluşmaz; bu yüzden harflerle "X" ve/veya "Y" olarak adlandırılırlar. Otozomlar ise çift numarasıyla belirtilir ve 22 çift hâlinindedir. Numalandırma genel olarak kromozomun uzunluğuna ve büyüklüklerine göre gruplandırmadaki sırasına dayanır (21. ve 22. kromozomlarda küçük bir istisna vardır).

Şekil 2.24'te görüldüğü gibi, spermatozoitteki her otozom (22 otozom) yumurta hücresinden gelen bir otozomla (22 otozom) homolog bir çift oluşturur. Ayrıca, spermatozoit setinde iki olası eşey kromozomundan biri (X veya Y) bulunabilirken, yumurta hücresi setinde yalnızca tek bir tip eşey kromozomu (X) bulunur. Zigotta bu, 23. kromozom çifti olur ve kombinasyonu yeni bireyin cinsiyetini belirler (XY erkek için, XX dişi için).



Şekil 2.25 Sifonlu kabuklularda erkek bireylerin partenogenetik gelişimine ilişkin bir çizim

Bazı böcek türlerinde, örneğin arılarda, yaban arılarında ve karıncalarda, erkek bireyler döllenmemiş yumurtalardan gelişir ve haploittir; dişi bireyler ise döllenmiş yumurtalardan gelişir ve diploittir (Şekil 2.25).

POLİPLOİT ÇEKİRDEK

Memelilerin çoğu, insanlar gibi diploit kromozom sayısına sahiptir; ancak her homolog grup içinde ikiden fazla kromozomu olan ve poliploit olan organizmalar da vardır (bunları ilerleyen modüllerde öğreneceksiniz). Örneğin, çilekler oktaploittir ($8n$) – yedi kromozomdan oluşan sekiz takım/set ile toplam 56 kromozoma sahiptirler (Şekil 2.26).



Şekil 2.26 Oktaploit ($8n$) çilek, solda, diploit form ile karşılaştırmalı olarak, sağda

Etkinlik:

- İnternette araştırma yaparak diğer organizmalarda diploit kromozom sayısı hakkında bilgi bulun. Elde ettiğiniz bilgiler ve organizmalarla Tablo 2.2'yi genişletin.
- Şekil 2.26'da gördüğünüz gibi, poliploit bitkiler daha büyük meyvelere sahiptir. İnternette, beslenmenizde kullandığınız hangi meyvelerin aslında poliploit olduğunu araştırın. Bunların bir listesini yapın. Bulgularınızı diğer öğrencilerle paylaşın.

Tekrar soruları:

1. Çekirdekteki kromozom sayısı organizmanın karmaşıklığını belirler mi? Cevabı örneklerle açıkla.
2. Haploit çekirdek ne anlama gelir, diploit çekirdek ne anlama gelir?
3. Hangi hücrelerde haploit çekirdek, hangi hücrelerde diploit çekirdek bulunması karakteristiktir?
4. İnsanda kromozomlar nasıl sınıflandırılmıştır? Bu sınıflandırmada hangi özellik esas alınmıştır?
5. Hangi kromozomlar bireyin cinsiyetini belirler?
6. Gametlerde haploit kromozom sayısının bulunması neden önemlidir?
7. İnsanda her iki ebeveynden kaç otozom miras alınır?

Anahtar noktalar:

- ✓ Organizmalarda kromozomlar ebeveynlerden setler hâlinde miras alınır. Her set, türe özgü tüm farklı kromozomları içerir. Böylece, eşeyli üreyen organizmaların beden hücrelerinde iki set tam kromozom bulunur.
- ✓ Farklı kromozomlardan oluşan set, haploit kromozom sayısını içerir ve Latince "n" harfi ile gösterilir.
- ✓ Eşeyli üreyen organizmalarda çekirdeklerindeki kromozom sayısına göre iki tür hücre bulunur: diploit kromozom sayısına sahip beden (somatik) hücreler ($2n$ ile gösterilir) ve haploit kromozom sayısına sahip gametler (eşey hücreleri) (n ile gösterilir).
- ✓ Döllenme sırasında, haploit kromozom sayısına sahip gametlerin iki çekirdeği birleşir ve böylece diploit kromozom sayısına sahip bir çekirdek oluşur ($n + n = 2n$).
- ✓ Haploit kromozom sayısı, çekirdeğin bölünmesi sırasında – özellikle mayoz I evresinde – kromozom sayısının azaltılmasıyla elde edilir. Bu, her tür için kromozom sayısının sabit kalmasını sağlamak açısından, eşeyli üreme ve ebeveynlerden gelen kromozomların birleşmesi sırasında temel bir öneme sahiptir.
- ✓ Diploit çekirdekte, her iki ebeveyninden birer tane gelen kromozom çiftleri bulunur. Bu kromozomlar aynı genleri taşır, fakat bazen küçük yapısal farklılıklar gösterebilirler. Bu sayede kalıtsal özelliklerin her iki ebeveyninden sonraki nesle aktarılması mümkün olur.
- ✓ İnsanda kromozomlar uzunluklarına göre sınıflandırılır. Buna göre, 22 kromozom çifti numaralandırılarak gösterilir; en uzun olan 1. çiftten başlanarak 22. çifte kadar gider (21. çift, 22. çiftten biraz daha kısa olmasına rağmen). Bu kromozomlara otozomlar (bedensel kromozomlar) denir.
- ✓ İnsanda son, yani 23. kromozom çifti eşey kromozomlarıdır. Erkeklerde X kromozomu, belirgin şekilde daha kısa olan Y kromozomundan farklıdır. Bu nedenle, otozomların aksine, bu kromozomlar benzedikleri harflerle – X ve Y – adlandırılır.

2.8. KARYOTİP, KARYOGRAM VE İDİOGRAM

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Karyotip, karyogram, idiogramı tanımlar.
- ✓ Bunların genetikteki kullanımını açıklar.

KARYOTİP KAVRAMI

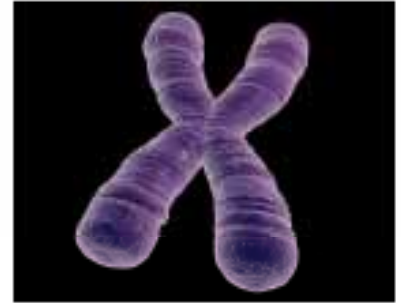
Kromozomlar, hücre döngüsünün (bir hücre bölünmesinden diğere kadar olan sürenin) büyük bölümünde ipliksi bir şekle sahiptir. Aslında, çekirdeğin içinde ışık mikroskobu altında açık gri renkte görülen, yoğun bir kütle hâlinde sıkıca birbirine dolanmış uzun ipliksi kromozomlar bulunur ve bu yapıya kromatin denir. Ancak, çekirdek bölünmesi sırasında kısa bir süre için kromozomlar spiral hâle gelir ve kalınlaşıp kısalarak X biçiminde bir görünüm alırlar. Burada söz konusu olan, birbirinin özdeş kopyaları olan iki kromatiddan oluşan ve sentromer ile birbirine bağlanan çift kromatidli kromozomlardır (Şekil 2.27).

Bir türün temel özelliği, hücrelerinde aynı sabit diploid kromozom sayısına sahip olmasıdır. Kromozomlar kendi aralarında morfolojilerine (görünüş, şekil) göre farklılık gösterirler; örneğin: kromozomların uzunluğu, yani kolların birincil boğum noktasına (primer daralma) göre uzunluk oranı; ikincil boğum ve uyduların (satelitler) varlığı; kromomerler (düğüm benzeri kalınlaşmalar) gibi özellikler. Tüm bu özel nitelikler türe ve onun kromozomlarına özgüdür.

Diploid çekirdekte, yani vücut hücresinde metafaz evresindeki kromozomların tümüne karyotip denir. Şekil 2.28'de, mikroskop altında hazırlanan bir örnekten elde edilmiş bir insan karyotipi mikro-fotoğraf olarak gösterilmiştir. Fotoğrafta kromozomların sıklıkla üst üste gelmesi veya bükülmesi, tek tek kromozomların tanımlanmasını zorlaştırır.

KARYOGRAM KAVRAMI

Tanımlamayı kolaylaştırmak için karyogram hazırlanır. Bu, kromozomların homolog çiftler hâlinde büyüklüklerine göre sistematik olarak sıralanmasıdır. Bunun için önce karyotipin mikro-fotoğrafı çekilir, ardından tek tek kromozomlar kesilerek ayrılır.

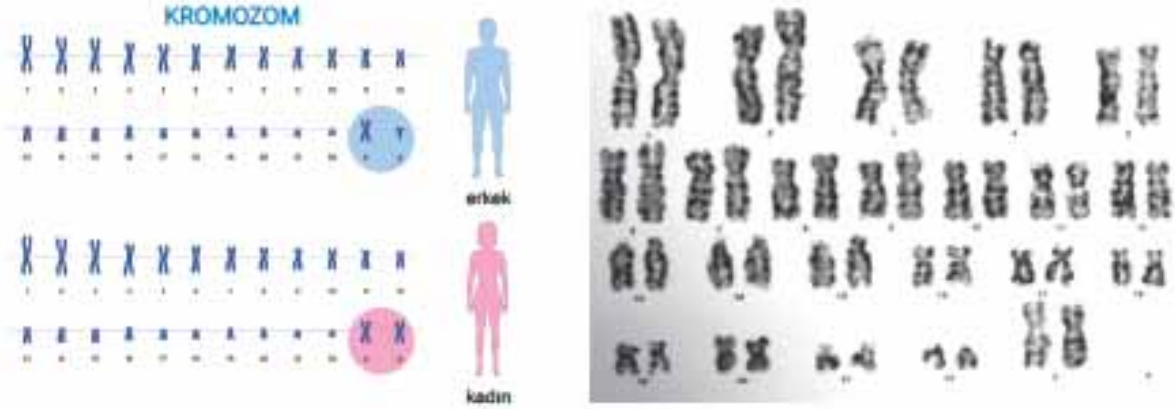


Şekil 2.27 Çift kromatidli metafaz kromozomu



Şekil 2.28 İnsanda karyotipin mikrofotoğrafı

Üst üste gelmemiş kromozom fotoğraf parçaları, özelliklerine ve özgün morfolojilerine göre sıralanarak, hayali yatay bir çizgi üzerinde sentromerleri bu çizgiye yerleştirilecek şekilde düzenlenir (Şekil 2.29).



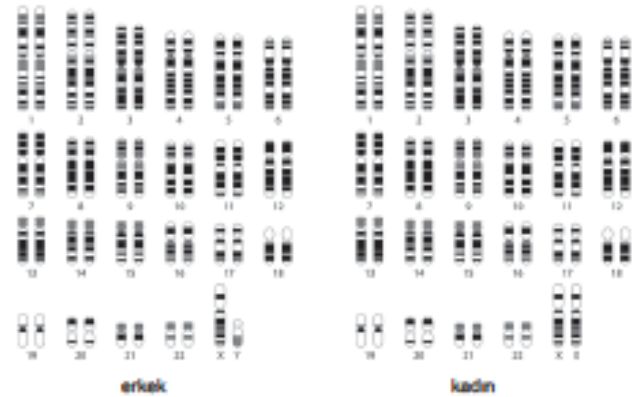
Şekil 2.29 Karyogram

Karyogram, analiz edilen bireyin karyotipindeki düzensizliklerin tespit edilmesini sağlar. İnsanların normal karyotipi $2n = 46$ kromozomdur. Bu sayıdan herhangi bir sapma, örneğin karyotipte kromozom fazlalığı veya eksikliği, düzensizliklere ve sözde sendromların ortaya çıkmasına yol açan değişikliklere işaret eder.

Kromozom sayısının belirlenmesi, biyoloji, tıp, tarım ve veterinerlikte genotip araştırmalarında sıkça kullanılan bir yöntemdir.

İDİOGRAM

Karyogramın şematik bir gösterim şeklinde sunulması, yani kromozomların bazı morfolojik özelliklerini belirten özel işaretlerle homolog çiftler hâlinde gösterilmesi, idiogram olarak adlandırılır. Burada kromozomların sırası ve sentromerlerin hayali yatay bir çizgi üzerindeki konumu korunur (Şekil 2.30).



Şekil 2.30 İdiogram

Etkinlik:

- İnsanlarda kromozomlar birkaç gruba ayrılmıştır – uzunluklarına ve özelliklerine göre. İnternette araştırma yapın ve kromozomların primer daralmaya göre 7 gruba ayrılmasını gerçekleştirin. Daha sonra her bir kromozom grubuna kısa bir morfolojik özellik değerlendirmesiyle birlikte diğer öğrencilerinize sunun.

Tekrar soruları:

1. Karyotip ne anlama gelir?
2. Karyogram nasıl yapılır?
3. Karyogram ile Idiogram arasındaki fark nedir?
4. Karyotip, karyogram ve Idiogram neden kullanılır?

Anahtar noktalar:

- ✓ Karyotip, bir organizmanın somatik hücrelerindeki metafaz kromozomlarının tümünü ifade eder. Bu kromozomlar morfolojik özelliklerine göre farklılık gösterirler, örneğin: uzunluk, birincil daralmanın konumu, ikincil daralmanın ve satelitin varlığı, kalınlaşmalar vb. Bunlardan mikrofotograf (mikroskop preparatının fotoğrafı) hazırlanır ve kromozomların homolog çiftleri, sayıları açısından analiz edilir.
- ✓ Karyogram, karyotipten fotoğraflanmış kromozomların ayrıntılı incelemesidir. Kromozomlar, morfolojik görünümündeki karakteristik özellikleri kullanılarak hayali yatay bir çizgi üzerine sistematik olarak homolog çiftler hâlinde sıralanır. Karyogram şematik olarak da temsil edilebilir; bu durumda kromozomlar çizgilerle gösterilir, ancak morfolojik özellikler korunur (idiogram).
- ✓ Bireyin karyotipindeki kromozomların tam sayısının belirlenmesi, çeşitli değişikliklerin (anatomik ve fizyolojik) analizi ve teşhisinde önemli bir yöntem ve araçtır. Bu yöntem, farklı biyolojik disiplinlerde, özellikle modern tıpta, veterinerlikte ve tarım bilimlerinde kullanılmaktadır.

Tanım

Karyotip, bir organizmanın vücut hücresindeki tüm metafaz kromozomlarının sayısını, büyüklüğünü ve morfolojik özelliklerini düzenlenmiş bir biçimde gösterir.

Karyogram, bir hücredeki metafaz kromozomlarının çiftler, büyüklük ve morfolojiye göre sıralanmış düzenli bir gösterimidir.

Tanım

Idiogram, karyotipin grafik (şematik) bir gösterimi olup kromozomların morfolojisini (büyüklüğü, şekli, kromozom tipini), ayrıca birincil ve ikincil daralmaları ve kromozomların diğer özgün özelliklerini gösterir.

2.9. HÜCRE DÖNGÜSÜ VE İNTERFAZ

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Hücre döngüsünü tanımlar.
- ✓ Hücre döngüsünün dönemlerini ve evrelerini sıralar.
- ✓ Evrelerin hücrenin yaşam döngüsündeki rolünü açıklar.

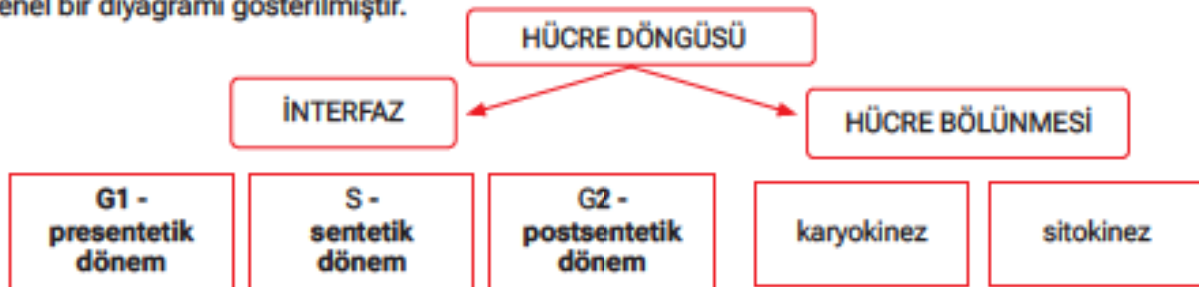
HÜCRE DÖNGÜSÜ KAVRAMI

Döngüden söz edildiğinde, genellikle belirli bir zaman aralığında tekrarlanan bir olay anlaşılır. Bu durumda, aralığın sonu yeni bir aralığın başlangıcıdır, onun sonu ise bir sonrakinin başlangıcıdır ve böyle devam eder.

Döngü kavramı hücre döngüsü olarak kullanıldığında ise, aslında hücrenin yaşam süresi kastedilir. Yeni hücrelerin oluşumu ister tek hücreli ister çok hücreli organizmalardan söz edilsin, hücrenin bölünmesiyle gerçekleşir. Bu bölünmeyi gerçekleştiren hücreye ana hücre denir ve ondan iki yeni kız hücre meydana gelir. Hücreler bu şekilde çoğalır.

Hücre döngüsü, bir hücrenin ana hücreden bölünme sonucu kız hücre olarak ortaya çıkmasından, kendisinin ana hücre hâline gelip yeniden bölünmesine kadar geçen zaman aralığını ifade eder. Hücre döngüsünü yerine getirirken hücre, ardışık dönemler ve süreçlerden geçer; bunlar hücre büyümesini, metabolik etkinliği, DNA'nın iki katına çıkarılmasını (replikasyonunu) ve çoğu durumda çekirdeğin ve sitoplazmanın bölünmesini kapsar.

Ökaryotlarda hücre döngüsü, interfaz ve hücre bölünmesi olarak ikiye ayrılır. Şekil 2.31'de hücre döngüsü kapsamındaki süreçlerin genel bir diyagramı gösterilmiştir.



Şekil 2.31 Hücre döngüsündeki süreçlerin diyagramı

İTERFAZ

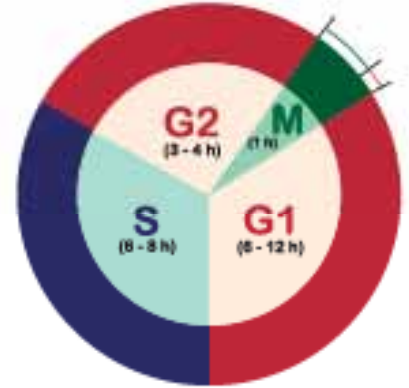
İnterfaz, hücre döngüsü için çok önemlidir çünkü bu evrede DNA'nın ve organellerin replikasyonu gerçekleşir. Her yeni oluşan hücrede interfaz başlar. "Yeni doğmuş" bir hücre olarak, büyümesi, gerekli madde ve enerjiyi toplaması ve bölünmeye hazırlanması gerekir. Bu süreç uzun zaman aldığı için hücre döngüsünün en büyük kısmını interfaz oluşturur.

Gerçekleşen özel değişikliklere göre interfaz üç döneme ayrılır:

- **Presentetik dönem (G1)** – hücre büyümesi, tüm RNA türlerinin, proteinlerin, lipidlerin ve ATP (adenozin trifosfat) moleküllerinin sentezi, enerji kaynağı olarak kullanılması, ayrıca yeni organellerin oluşumu (G – growth).
- **Sentetik dönem (S)** – DNA replikasyonu, tek kromatidli kromozomlar çift kromatidli hâle gelir.
- **Postsentetik dönem (G2)** – protein ve organellerin son sentezi, mitotik aygıtın (iğ iplikleri) hazırlanması.

Şekil 2.32'de hücre döngüsünün diyagramı gösterilmiştir. Hipotetik olarak bir döngünün 24 saat sürdüğünü varsayılırsa, presentetik dönem (G1) 6–12 saat, sentetik dönem (S) 6–8 saat, postsentetik dönem (G2) ise 3 saatten biraz fazla sürer. İnterfaz toplamda yaklaşık 23 saat devam eder. Hücre bölünmesi (M evresi) için yaklaşık 1 saat kalır. Bu kısa zaman diliminde önce karyokinez (çekirdek bölünmesi), hemen ardından ise sitokinez (sitoplazma bölünmesi) gerçekleşir.

İnterfazda kromozomlar görünür değildir çünkü kromozomal materyal, çekirdeği dolduran ve kromatini oluşturan uzun, birbirine dolanmış iplikler hâlinindedir.



Şekil 2.32 Hücre döngüsünün diyagramı

- presentetik dönem (G1)
- sentetik dönem (S)
- postsentetik dönem (G2)
- hücre bölünmesi (M)

Etkinlik:

- İnternette araştırın, insan vücudundaki hangi hücreler:
 - en kısa yaşam süresine sahiptir;
 - en uzun yaşam süresine sahiptir ve
 - asla bölünmez.
- Hücre tiplerinin listesini hücre döngüsünün uzunluğuna göre, en kısa olandan en uzun olana doğru yapın.

Tekrar soruları:

- 1 İnterfaz neden önemlidir?
- 2 İnterfazda ne olur?
- 3 İnterfazın dönemleri nelerdir?
- 4 G1 ve G2 dönemleri arasındaki fark nedir?
- 5 DNA'nın iki katına çıkarılması (replikasyonu) hangi dönemde gerçekleşir?

Tanım

Hücre döngüsü, hücrenin oluşumundan iki kız hücreye bölündüğü ana kadar geçtiği düzenli, genetik olarak kontrol edilen evreler dizisidir.

Anahtar noktalar:

- ✓ Hücrenin, oluşumundan iki yeni hücreye bölünmesine kadar geçen yaşamına hücre döngüsü denir. Bu zaman aralığında hücrede büyüme, yapıların ve maddelerin oluşturulması ve sonunda iki yeni hücreye bölünme (çoğalma) gerçekleşir.
- ✓ Hücre döngüsü birçok dönem ve süreçten oluşur. Gerçekleşen süreçlere bağlı olarak İnterfaz ve hücre bölünmesi olarak ikiye ayrılır. Hücre bölünmesi ise çekirdek bölünmesi ve sitoplazma bölünmesini kapsar.
- ✓ İnterfaz üç dönemden oluşur ve her biri kendine özgü süreçlerle karakterizedir: en uzun süren presentetik dönem (G1), bu dönemde hücre büyür, RNA, protein ve lipidlerin özellikle organellerin sentezi gerçekleşir; sentetik dönem (S), burada DNA replikasyonu gerçekleşir (tek kromatidli kromozomlar çift kromatidli hâle gelir); postsentetik dönem (G2), burada protein sentezi devam eder ve iğ iplikleri hazırlanır.
- ✓ Daha sonra hücre bölünmesi gelir; bu, interfazla karşılaştırıldığında nispeten kısa sürer ve iki önemli sürece ayrılır: çekirdek bölünmesi (karyokinez) ve hemen ardından sitoplazma bölünmesi (sitokinez).
- ✓ Elde edilen iki yeni hücre, kendi başına interfazda hücre döngüsünü sürdürerek yaşamına devam eder.

2.10. ÇEKİRDEK BÖLÜNMESİ – KARYOKİNEZ

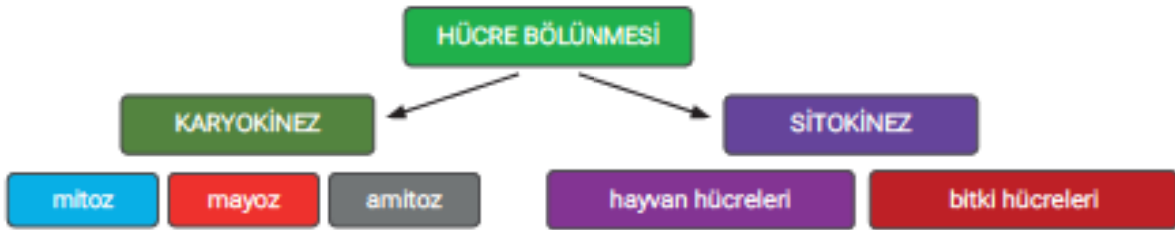
Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Mitozda çekirdek bölünmesinin evrelerini sıralar.
- ✓ Mayozda çekirdek bölünmesinin evrelerini sıralar.
- ✓ Kromozomların sayı ve görünüşlerindeki farklılıkları açıklar.

HÜCRE BÖLÜNMESİ

İnterfaz tamamlandıktan sonra hücre bölünmeye girer. Bu, iki süreçten oluşur: karyokinez (çekirdek bölünmesi) ve sitokinez (sitoplazma bölünmesi). Şekil 2.33'te, hücre tipine bağlı olarak çekirdek ve sitoplazma bölünmesinin olası şekillerinin şematik gösterimi verilmiştir.



Şekil 2.33 Çekirdek ve sitoplazma bölünmesinin olası biçimlerinin diyagramı

Karyokinez, hücre tipine bağlı olarak üç farklı biçimde gerçekleşebilir: mitoz (özdeş, somatik hücreler elde edilir), mayoz (üreme hücrelerinin oluşumunu sağlar) ve amitoz (interfaz çekirdeğinin doğrudan bölünmesi), ki bu bazı tek hücreli ökaryot mikroorganizmalar ve bazı yüksek organizmalardaki hücreler için özeldir.

MİTOZ VE MİTOZUN EVRELERİ

Organizmaların vücutlarındaki hücre bölünmelerinin büyük çoğunluğu mitotiktir. Vücudun büyümesi ve gelişmesi doğrudan mitozlarla bağlantılıdır. Zarar gören veya yıpranan dokuların ve hücrelerin yenilenmesi de yine mitotik bölünmelerle elde edilen yeni hücrelerle gerçekleşir. Tek hücreli ökaryot organizmalarda ise mitoz, üreme yoludur.

Asıl amaç, ana hücre ile genetik olarak özdeş kız hücrelerin elde edilmesidir. Ana hücrenin çekirdeği iki özdeş çekirdeğe bölünür; her kız hücre için bir tane. Mitoz dört evreden oluşur: **profaz**, **metafaz**, **anafaz** ve **telofaz**. Ayrıca, prometafaz, erken metafaz, geç anafaz gibi bazı "geçiş" evreleri de görülebilir (Şekil 2.34).



Şekil 2.34 Mitoz

Profazda kromatitler görünür hâle gelir. Kromozomlar, hareket edebilmeleri için iğ ipliklerine bağlanır. Profazın sonunda çekirdek zarı ve çekirdekçikler kaybolur.

Metafazda kromozomlar en fazla spiralize olmuş hâlde hücrenin ortasında, sözde ekvator düzlemi üzerinde dizilir ve sentromerleriyle iğ ipliklerine bağlanırlar.

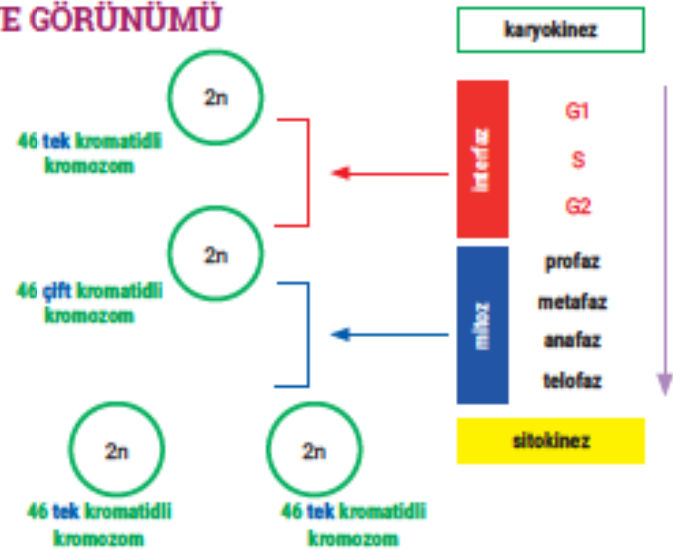
Anafazda kromozomlar boyuna olarak ayrılır ve tek kromatidli hâle gelirler. Sentromerleriyle karşı kutuplara yönelir ve oraya doğru hareket ederler.

Telofazda kromozomlar despiralize olup uzar, çekirdek zarı ve çekirdekçikler yeniden oluşur.

MİTOZDA KROMOZOMLARIN SAYISI VE GÖRÜNÜMÜ

Mitozun amacı, diploid kromozom sayısına sahip bir ana hücreden, ana hücre ile özdeş, yine diploid kromozom sayısına sahip iki kız hücre elde etmektir. Şekil 2.35'te, insanda mitozla tüm hücre döngüsü boyunca kromozomların sayısının şematik gösterimi verilmiştir.

Şekil 2.35'te görüldüğü gibi interfazda diploid sayıda ($2n=46$) kromozom, tek kromatidli kromozomlar hâlinindedir; daha sonra çift kromatidli hâle gelirler ve X şeklini alırlar. Ancak kromozom sayısı değişmez ve diploid olarak kalmaya devam eder.



Şekil 2.35 İnsan somatik hücresinde mitoz diyagramı, bölünmenin her evresindeki kromozom sayısı

Ardından mitoz evreleri gelir; burada kromozomların dağılımı ve tek kromatidli hâle ayrılması gerçekleşir. Böylece her yeni oluşan çekirdekte yeniden diploid sayı korunur, daha sonra sitokinez ile iki hücre oluşur (Şekil 2.36). Bu şekilde diploid sayıdaki tek kromatidli kromozomlar, yeni hücrelerde özdeş şekilde dağıtılır.

MAYOZ VE MAYOZUN EVRELERİ

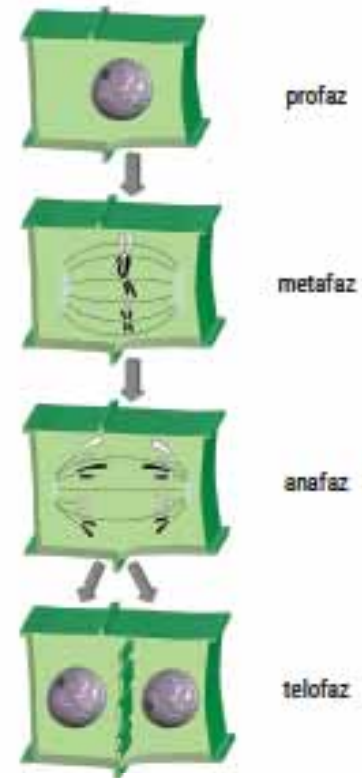
Mayozla gametler elde edilir; bu hücreler, döllenmeden sonra zigotun yeniden diploid kromozom sayısına ulaşabilmesi için tek bir kromozom seti taşımak zorundadır. Dolayısıyla, "indirgeme bölünmesi" olarak da adlandırılan mayozun amacı, kromozom sayısını diploid ($2n$) sayıdan haploid (n) sayıya indirmektir. Mayozun ürünü, diploid ($2n$) kromozomlu bir hücreden, sitokinezle birlikte haploid (n) kromozomlu dört hücredir.

Mitozdan farklı olarak mayoz, art arda gelen iki bölünmeden oluşur: mayoz 1 ve mayoz 2. Her biri, mitoztakıyle aynı evrelere sahiptir; kromozomların hareketlerindeki değişiklikler de aynıdır, yalnızca evre numaraları farklıdır. Böylece, mayoz 1'in evreleri profaz 1, metafaz 1, anafaz 1 ve telofaz 1'dir. Bunları aynı evrelere sahip mayoz 2 takip eder, ancak bu kez numara 2'dir.

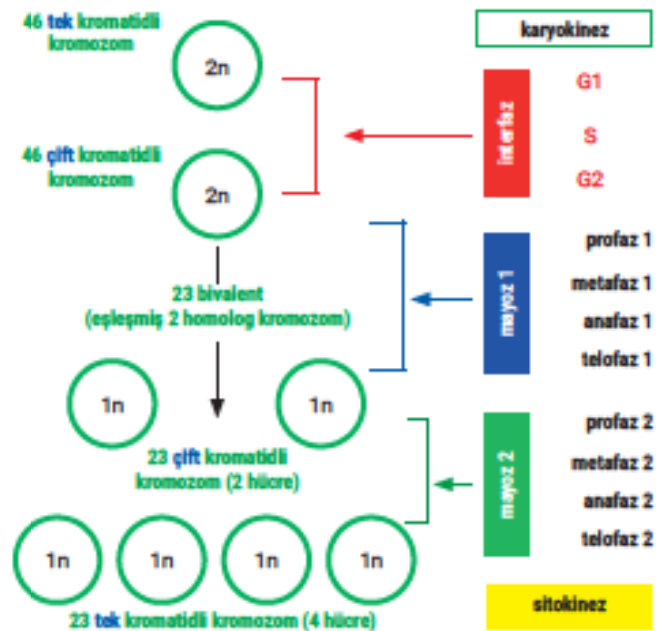
Bununla birlikte iki özel özellik özellikle vurgulanmalıdır:

- Kromozom sayısındaki gerçek indirgenme mayoz 1'de gerçekleşir.
- İkinci bir interfaz yoktur (mayoz başlamadan önce yalnızca tek bir interfaz vardır).

Şekil 2.37'de, insanda tüm hücre döngüsü boyunca mayozla kromozom sayısının şematik gösterimi verilmiştir. Şekil 2.37'de görüldüğü üzere interfaz, mitozdakıyle aynıdır. Mayoz 1 sırasında diploid ($2n$) kromozom sayısı indirgenerek haploid (n) hâle gelir; bunun nedeni homolog kromozomların dört DNA molekülünden oluşan ve tetrad olarak adlandırılan ortak bir yapı (bivalent) oluşturmak üzere eşleşmesidir. Daha sonra bu tetrads ayrılır ve her bir çiftin iki kromatidli kromozomları yeni çekirdeklere birer birer dağıtılır.



Şekil 2.36 Bitki hücresinde mitoz sırasında kromozomların görünümü



Şekil 2.37 İnsanda mayoz ve gamet oluşumunun diyagramı, bölünmenin her evresindeki kromozom sayısı

Mayoz 1, her biri 23 çift kromatidli kromozom içeren iki hücreyle sonuçlanır, Mayoz 2 ise dört hücreyle (ilk iki hücrenin her biri iki yeni hücreye bölünür) sonuçlanır; bu hücreler artık 23 tek kromatidli kromozom içerir.

Etkinlik:

- İki öğrenci grubu arasında bir quiz/yarışma düzenleyin; burada ilk grup mitozun farklı evreleri için çizimler veya illüstrasyonlar hazırlayacak, ikinci grup ise mayoz karyokinezi için. Her grup, karşı grubun resimlerini veya illüstrasyonlarını tanıyacak ve açıklayacak, ayrıca evreyle ilgili soruları yanıtlayacak. Ayrıca, eğer preparatlar ve ışık mikroskobu varsa, yarışma hücre bölünmelerinin evrelerini doğrudan mikroskop altında inceleyerek tanıma şeklinde de yapılabilir.

Tekrar soruları:

1. Mitotik karyokinezin evreleri nelerdir?
2. Mitozun organizmalar için önemi nedir?
3. Mayoz, kapsadığı süreçlere göre nasıl bölümlere ayrılır?
4. Mayoz 1'in sonunda ne elde edilir?
5. Mayoz 2'nin sonunda ne elde edilir?
6. Mayozun indirgeme bölünmesi olarak temel önemi nedir?
7. Mayozun hangi kısmı, mitoz sırasında gerçekleşen süreçlere benzer?
8. Mitoz ile amitoz arasındaki fark nedir?
9. Amitotik çekirdek bölünmesi hangi organizmalar için karakteristiktir?

Anahtar noktalar:

- ✓ Mitoz, organizmaların büyümesi ve gelişmesi, hasar gören veya yıpranan dokuların ve hücrelerin yenilenmesi, sürekli bölünen hücrelerin korunması ya da bir üreme biçimi olarak önemlidir.
- ✓ Mitozla, köken aldıkları ana hücreyle aynı sayıda kromozoma sahip 2 özdeş kız hücre elde edilir.
- ✓ Mayozla, kromozom sayısı azaltılmış/yarıya indirilmiş gametler elde edilir; bu, zigotlarda ve organizmalarda nesiller boyunca sabit kromozom sayısının korunmasını ve türlerin devamlılığını sağlar.
- ✓ Mayoz, mayoz 1 ve mayoz 2 olarak adlandırılan iki ardışık bölünmeden oluşur.
- ✓ Kromozomların gerçek indirgenmesi, 23 çift kromatidli kromozomdan oluşan iki grup/çekirdek oluştuğunda mayoz 1'de gerçekleşir.
- ✓ Mitoz ve mayoz karmaşık karyokinezlerdir; buna karşılık amitoz, mitotik iğ aygıtı olmadan ve genetik materyalin yeni çekirdeklere düzgün dağılımı gerçekleşmeden yapılan basit bir çekirdek bölünmesidir.

2.11. SİTOKİNEZ

Öğrenmenin Sonuçları:

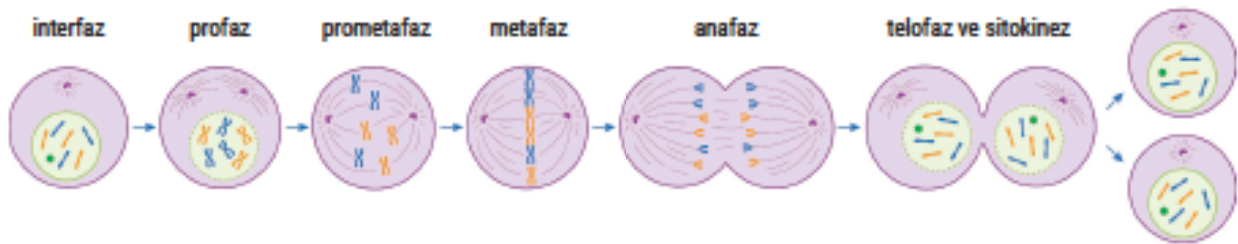
Öğrenci:

- ✓ Sitokinezin hücrenin yaşam döngüsündeki rolünü açıklar.
- ✓ Hayvan hücresinde ve bitki hücresinde sitokinezi ayırt eder.

SİTOPLAZMA BÖLÜNMESİ – SİTOKİNEZ

Hücre döngüsü, sitoplazmanın bölünmesi yani hücrenin tamamen iki yeni hücreye ayrılmasıyla sona erer. Sitokinez, iki yeni hücrenin fiziksel olarak ayrılmasını sağladığı için her hücre bölünmesinin özelliğidir. Çekirdek bölünmesinden hemen sonra sitokinezin gerçekleşmediği az sayıda örnek vardır; bunun sonucunda çok çekirdekli hücreler oluşur.

Mitoz söz konusu olduğunda, çekirdeğin bölünmesi hücrede sitokineze yol açar; bunun ürünü, her biri kendi hücresel içeriğine (sitoplazma, çekirdek, tüm organeller, proteinler ve diğer gerekli maddeler) sahip iki yeni hücredir. Sitokinezin kendisi anafazda başlar ve özellikle telofazda ilerler (Şekil 2.38).



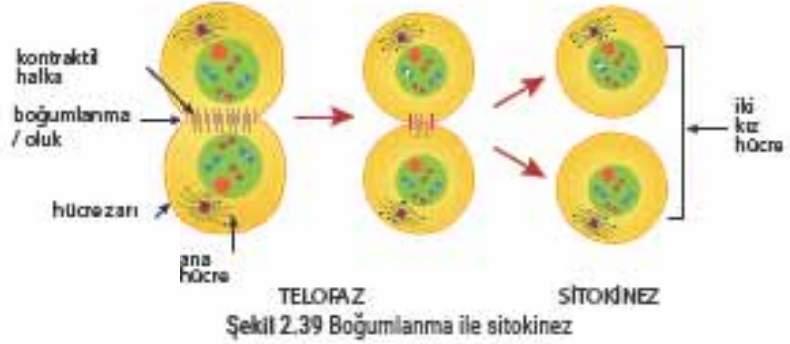
Şekil 2.38 Somatik hücrelerde karyokinez ve sitokinez

Tüm süreç, anafazın sonunda hücrenin ekvator düzleminde bir boğumlanmanın ortaya çıkmasıyla başlar. Daha sonra bu boğumlanma derinleşir ve zarın içe doğru sıkışmasını sağlar; sonunda hücre tamamen iki yeni hücreye bölünür.

Biyolojik dünyada sitoplazma bölünmesinin farklı mekanizmaları vardır, ancak iki temel tip öne çıkar: boğumlanarak bölünme ve hücre plağı oluşumu ile bölünme.

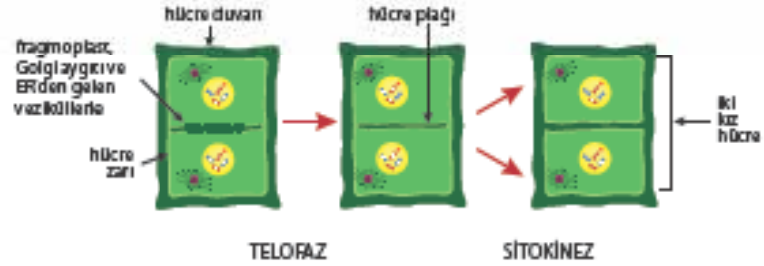
SİTOKİNEZİN BOĞUMLANMA İLE GERÇEKLEŞMESİ

Bu tip sitokinez, adından da anlaşılacağı gibi, hücrenin iki zıt ucunda bir çukurlaşma veya boğumlanma şeklinde daralmanın meydana gelmesiyle gerçekleşir. Bu sitoplazma bölünmesi hayvan hücrelerine özgüdür, fakat bazı alglerde ve mantarlarda da görülür. Çukurlaşma, hücrenin ekvator düzlemi boyunca uzanır ve kontraktıl halka (protein iplikleri) etkisiyle sürekli daralır (Şekil 2.39). Bu sırada daralmanın her iki yanında, neredeyse aynı miktarda hücresel yapı kalır. Aslında tam anlamıyla eşit bölünme yalnızca çekirdekte, karyokinez sırasında gerçekleşir. Sitokineзде ise iki yeni hücre yaklaşık olarak eşit sayıda organel ve hücresel yapı alır; bunlar daha sonra interfaz süresince hücrenin büyümesiyle tamamlanır.



HÜCRE PLAĞI OLUŞUMU İLE BÖLÜNME

Hayvan hücrelerinden farklı olarak, bitki hücrelerinin yapısında hücre duvarı bulunur. Bu durum, sitokinez sürecini değiştirir; bitki hücrelerinde sitokinez, sözde hücre plağı oluşumu ile gerçekleşir (Şekil 2.40). Bitki hücresinde çekirdek bölünmesinin sonuna doğru, iğ iplikleri yardımıyla fiçi biçiminde bir yapı oluşur; buna fragmoplast denir.



Şekil 2.40 Hücre plağı oluşumu ile sitokinez

Bunun etrafında, Golgi aygıtı ve endoplazmik retikulumdan gelen veziküller toplanır ve fragmoplast, bunları hücre plağının oluşacağı bölgelere yönlendirir. Bu plak, sitoplazmayı ikiye ayırmaya başlar. Daha sonra plak, ortadan kenarlara doğru büyür ve sonunda ana hücrenin hücre duvarlarıyla birleşir. İlk bölme, vezikül içeriklerinden oluşan ve her iki hücre için ortak olan orta lameldir. Daha sonra her hücre kendi hücre duvarını oluşturur ve iki yeni hücre için yeni hücre zarları meydana gelir.

Etkinlik:

- Mayadan hazırlanmış mikroskopik preparatı inceleyin. Ana hücreden belirgin şekilde daha küçük olan tomurcuklanma aşamasındaki maya hüresini bulmaya çalışın. Şekildeki gibi hücreler gözlemlemeniz gerekir.



Tekrar soruları:

- 1 Sitokinezi tanımla.
- 2 Sitokinezin temel tipleri nelerdir ve nerelerde görülür?
- 3 Sitoplazmanın boğumlanarak bölünmesi ne zaman başlar ve nasıl gerçekleşir?
- 4 Hücre plağı ile sitokinez açıkla. Bu bölünme nerede gerçekleşir ve sitoplazmanın bölünme süreci nasıl ilerler?

Anahtar noktalar:

- ✓ Sitokinez, hücrenin iki yeni hücreye bölünmesi sırasında gerçekleşen son etkinliktir. Mitoz veya mayozdan sonra gelir. Bu sırada hücrenin tüm içeriği iki yeni hücreye dağıtılır.
- ✓ İki temel şekli vardır: boğumlanarak sitokinez (hayvan hücreleri, mantarlar ve protistlere özgüdür) ve hücre plağı oluşumu ile sitokinez (bitki hücrelerine özgüdür).
- ✓ Boğumlanarak sitokinez, hücre zarında daralma oluşmasıyla gerçekleşir. Kontraktil halka, zarı bir kemer gibi sıkar ve kapanarak ana hücreyi iki yeni hücreye ayırır.
- ✓ Hücre plağı ile sitokinez ise fragmoplast ve Golgi aygıtı ile endoplazmik retikulumdan gelen veziküller yardımıyla gerçekleşir. Veziküllerin içeriğinden hücre plağı oluşur; bu plak hücrenin periferisine doğru büyür ve hücreyi ikiye ayırır.

2.12. DEĞİŞKENLİK. KALITSAL OLMAYAN VE KALITSAL DEĞİŞKENLİK

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Kalıtsal olmayan ve kalıtsal değişkenliğe örnekler verir.
- ✓ Kalıtsal olmayan ve kalıtsal değişkenliğin özelliklerine göre nasıl farklılaştığını açıklar.

DEĞİŞKENLİK KAVRAMI

Bir popülasyon içinde, her birey anne ve babasından miras aldığı genetik materyalin kendine özgü bir kombinasyonuna sahiptir. Aynı türe ait olsalar da, sahip oldukları gen dizileri onların çevre koşullarına göre farklı tepkiler vermelerini ve farklı görünmelerini sağlar (Şekil 2.41).

Biyolojik dünyada çok sayıda varyasyon örneği vardır. Örneğin, insanlarda görülen belirgin farklılıklar: göz rengi, cilt rengi, saç rengi, saç şekli, burun şekli, vücut yapısı vb. Bunlar değişkenliğin örnekleridir. Bir organizmanın nasıl görüneceği, ne kadar yaşayacağı, nasıl besleneceği, nasıl üreyeceği, hangi hastalıklara yatkın olacağı vb. onun genleri tarafından belirlenir. Değişkenlik kalıtsal olmayan ve kalıtsal olabilir.



Şekil 2.41 Menekşede (*Viola tricolor*) çiçek rengindeki değişkenlik

KALITSAL OLMAYAN DEĞİŞKENLİK

Değişkenlik, belirli bir tür içinde, kalıtsal materyal ile dış çevrenin karşılıklı etkileşimi sonucu özelliklerde ortaya çıkan değişim aralığı olarak anlaşılır.

Örneğin, bir kişinin cilt renginin güneşlenme sonucunda koyulaşması kalıtsal olmayan değişkenliktir, çünkü bu koyu ten rengi bir sonraki nesle aktarılmaz.

Benzer durum, yaşam boyunca edindiğimiz yaralar, derideki dövmelemler veya vücuttaki estetik değışiklikler için de geçerlidir. Şekil 2.42’de aynı bitkide, ortanca-da, iki farklı renk gösterilmiştir. Bitki asidik toprakta (düşük pH değeri) yetiştirildiğinde çiçekler mavimsi, nötr (pH-nötr) veya hafif alkali toprakta (pH 7’nin üzerinde) ise pembe olur. Koşullar değıştirildiğinde, yani mavimsi çiçeklerin tohumu alkali pH’lı toprağı ekildiğinde, yeni bitkilerin çiçekleri pembe olacaktır.



Resim 2.42 *Hydrangea macrophylla* – Ortanca

KALITSAL DEĞİŞKENLİK

Genin yapısı, bazların (nükleotidlerin) dizilimi, onarım mekanizmalarıyla korunur. Ancak genetik materyalde değışikliklere yol açan yollar vardır; bunlar normal rekombinasyonlara ya da dış etkilere dayanır: farklı kimyasal ajanlar, fiziksel ajanlar (radyasyon) ve biyolojik ajanlar. Bunlar belirli yapısal değışikliklere, yani mutasyonlara yol açar. Bu değışiklikler kromozomları, genleri veya tüm genomu etkileyebilir. Mutasyonlar, organizmanın işleyişinde belirli sonuçlara yol açar. Bu değışiklikler kalıtsaldır ve bireyin genomuna yerleşir, daha uzun zaman diliminde ise popülasyon ve türde kalıcı hâle gelir. Kalıtsal değışkenliğe örnek olarak göz, saç ve cilt rengi verilebilir (Şekil 2.43).

DEĞİŞKENLİĞİN OLUŞUM ALANINA GÖRE SINIFLANDIRILMASI

Değışkenlikler, ortaya çıkış kapsamına göre iki kategoriye ayrılabilir. Örneğin, insan boyu incelendiğinde, dünyadaki tüm insanların en kısıdan en uzuna kadar bir aralıkta bulunduğu görülür. Birinin 1,80 m veya 1,78 m olması, sürekli (kontinü) varyasyon olarak adlandırılır. Ağırlık da sürekli değışkenlik gösterir; genetik yatkınlıkların yanı sıra yaşam tarzı, beslenme vb. etkenlere bağlıdır.

Diğer yandan, geniş bir aralığına sahip olmayan, yalnızca “ya öyle ya böyle” şeklinde ortaya çıkan değışkenlikler vardır. Yani bir özelliğın değerleri arasında değışkenlik mümkün değildir. Örneğin, ABO kan grubu sistemi yalnızca dört olasılıkta kalıtsal olabilir: A, B, AB ve O (sıfır). İki değeri arasında başka bir ihtimal yoktur. Bu gruptaki değışkenliklere süreksiz (diskontinü) değışkenlik denir.



Resim 2.43 Farklı kalıtsal ve kalıtsal olmayan farklılıklara sahip insanlar

Tablo 2.3'te iki tip varyabilite için birkaç örnek sunulmuştur.

Tablo 2.3 Varyabilite (farklılık) örnekleri

SÜREKLİ VARYABİLİTE	SÜREKSİZ VARYABİLİTE
boy uzunluğu	kan grubu A, B, 0 veya AB
vücut ağırlığı	yazı yazarken kullanılan el (sağ veya sol)
kan basıncı	çiçek rengi (ör. kırmızı veya beyaz)
bitkilerde yaprak uzunluğu	cinsiyet (erkek veya kadın)
yenidoğanda baş çevresi	bezelye tohumunun şekli (düzgün veya buruşuk)

Etkinlik:

- Tablo 2.3'ü insanlar için farklı varyabilite örnekleriyle tamamlayınız.
- İnsanlarda, hayvanlarda ve bitkilerde fenotipteki (görünüştaki) farklı kalıtsal olmayan varyasyonları düşünün ve belirleyin. Bu değişimlerin nedenleri nelerdir?

Tekrar soruları:

1. Varyabilite kavramını açıkla.
2. Neden bronzlaşmış (güneşten esmerleşmiş) ten kalıtsal bir özellik değildir, açıkla.
3. Kalıtsal varyabiliteye örnekler ver.
4. Sürekli (kontinu) varyabiliteyi açıkla ve örnekler ver.
5. Süreksiz (nekontinu) varyabiliteyi açıkla ve örnekler ver.

Anahtar noktalar:

- ✓ Farklı fenotipik özelliklerin ortaya çıkışı bireyin genetik materyaliyle birlikte dış çevre koşullarının etkisiyle belirlenir. Örneğin, insanın ten renginin genetik olarak belirlenmiş bir yapısı vardır, fakat güneşlenme bu rengi değiştirir. Ancak bu koyulaşmış ten rengi kalıtsal değildir. Kalıtsal olan, anne ve babadan alınan gen setidir.
- ✓ Eğer varyabilite genetik materyaldeki bir değişim sonucu oluşmuşsa, bu sonraki nesillere aktarılır. Bu durum, türde tamamen yeni özelliklerin ortaya çıkmasına da neden olabilir.
- ✓ Kalıtsal olmayan varyabiliteye örnekler: bireyin yaşamı boyunca edindiği, sonraki nesillere aktarılmayan değişimlerdir. Örneğin; yaralanmalardan oluşan izler, estetik müdahaleler, sportif performanslar vb.
- ✓ Kalıtsal varyabiliteye örnekler: göz rengi, saçın ve tenin doğal rengi gibi özelliklerdir.

2.13. MODİFİKASYONLAR VE MUTASYONLAR

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Mutasyon ve modifikasyon olaylarını ayırt eder.
- ✓ Karakteristik genomik mutasyonları tanımlar.
- ✓ En yaygın anöploidileri açıklar.

MODİFİKASYONLAR VE MUTASYONLAR ARASINDAKİ FARK

Evrım, bireylerin uyum sağlama yeteneği ile yani dış faktörler ve etkiler tarafından tetiklenen farklı fenotipik özellikler geliştirme kapasitesi ile güçlü bir şekilde bağlantılıdır. Eğer değişiklikler yalnızca bir nesle aitse ve bir sonraki nesle aktarılmıyorsa bunlara modifikasyon denir.

Modifikasyonlar, türlerin uyum sağlaması ve hayatta kalması açısından büyük önem taşır. Kalıcı değildir, mutlaka ortaya çıkmaları gerekmez ve geri dönüşlü veya geri dönüşsüz modifikasyonlar şeklinde farklı formlarda görülebilirler (Şekil 2.44). Geri dönüşlü modifikasyonlar, onları ortaya çıkaran faktörün etkisi sona erdiğinde kaybolur. Tipik örnekler: güneşlenme sırasında cildin koyulaşması ve güneşlenme sona erdiğinde tenin eski haline dönmesi, antrenmanlarla kas kütlesinin artması ve düzenli egzersiz yapılmadığında kaybolmasıdır.

Geri dönüşsüz modifikasyonlar ise kalıcıdır, ancak kalıtsal değildir. Örneğin, deride meydana gelen yaralanma izleri ya da olumsuz çevre koşullarında bitkide büyüme değişiklikleri (kısa gövde) gibi.

MUTASYONLAR

Mutasyonlar, organizmadaki genetik materyalde (DNA veya RNA molekülleri) meydana gelen ve hücre bölünmesi ile aktarılabilen kalıcı değişikliklerdir. Mutasyonlar, ortaya çıktıkları seviyeye göre gen mutasyonları, kromozom mutasyonları ve genom mutasyonları olabilir. Bilinmeyen nedenlerle kendiliğinden ortaya çıkabilirler ya da bazı mutajen etkenlerin etkisiyle meydana gelebilirler.

Hemen hemen tüm mutasyonların genom için zararlı olduğu söylenebilir. Neyse ki büyük bir kısmı onarıcı süreçlerle düzeltilir ya da işlevsel genlerin bulunmadığı DNA bölgelerinde meydana gelir ve etkisiz kalır. Ancak bazen mutasyon ölümcül olabilir ya da en iyi durumda organizmalar için evrimsel bir sıçrama anlamına gelebilir. Mutasyonlar, canlıların evriminde temel itici güçtür.

Tablo 2.4'te mutasyonlara yol açabilecek bazı mutajen etkenler üç kategoride gösterilmektedir: fiziksel, kimyasal ve biyolojik mutajenler.



Resim 2.44 Aynı türden uzun ve kısa ağaç

Tablo 2.4. Mutajen ajanlar

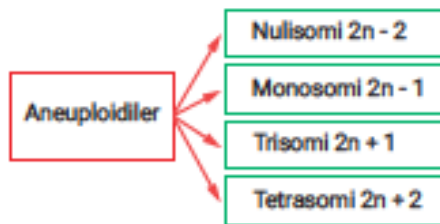
Fiziksel mutajenler	Kimyasal mutajenler	Biyolojik mutajenler
UV-ışınları	Alkil edici ajanlar (etilmetansülfonat)	Sıçrayan genler
α -parçacıkları	Nitrozoaminler (işlenmiş gıdalar)	Virüsler
β -parçacıkları	5-bromourasil	Bakteriler
γ -ışınları	Akridin boyaları	Parazitler
χ -ışınları	Formaldehit	Metabolitler
	Benzopiren (sigara dumanı ve gazlardan)	Alkaloidler

GENOMİK MUTASYONLAR

Toplam kromozom sayısında meydana gelen mutasyonlardır. Burada tek tek kromozomlarda değişiklikler (aneuploidi) veya tüm setlerde, haploid (n) takımlarda (euploidi) değişiklikler olabilir.

Poliploidi, euploidinin bir biçimidir ve burada kromozom setlerinin sayısı diploid ($2n$) sayısından daha fazladır, yani katlanmış (3n, 4n, 5n vb.). Bu durum hayvanlar için ölümcül olup yalnızca bazı ilkel omurgasızlar, balıklar ve amfibilerde görülür. Bitkilerde ise daha sık rastlanan bir durumdur. Poliploidler daha büyük bitki dokuları ve organları ile karakterize edilir (Resim 2.45), ancak kromozomların çoğalması sonucunda kısırılık da görülebilir. Örneğin, çekirdeksiz karpuzlar üç set kromozom taşıyan triploid bitkilerdir; yer fıstıkları ise tetraploiddir (Resim 2.46).

Aneuploidiler daha yaygındır. Bu mutasyon, homolog kromozomların mayoz 1 sırasında veya kardeş kromatitlerin mayoz 2 sırasında yanlış ayrılmasından kaynaklanır. Her iki durumda da eşit olmayan sayıda kromozom taşıyan hücreler oluşur. Yanlış ayrılmalar mitozda da olabilir, ancak bu durum bir sonraki nesle aktarılmaz; çünkü somatik hücrelerde meydana gelir ve genellikle malign (kansereleşmiş) değişikliklerle ilişkilidir. Eğer zigot bölünmeleri sırasında ayrılmama gerçekleşirse, organizmada ciddi bozukluklara yol açan somatik mutasyonlar ortaya çıkar.



Resim 2.47 Aneuploidilerin adları ve değişimi ifade eden karyolojik formüller

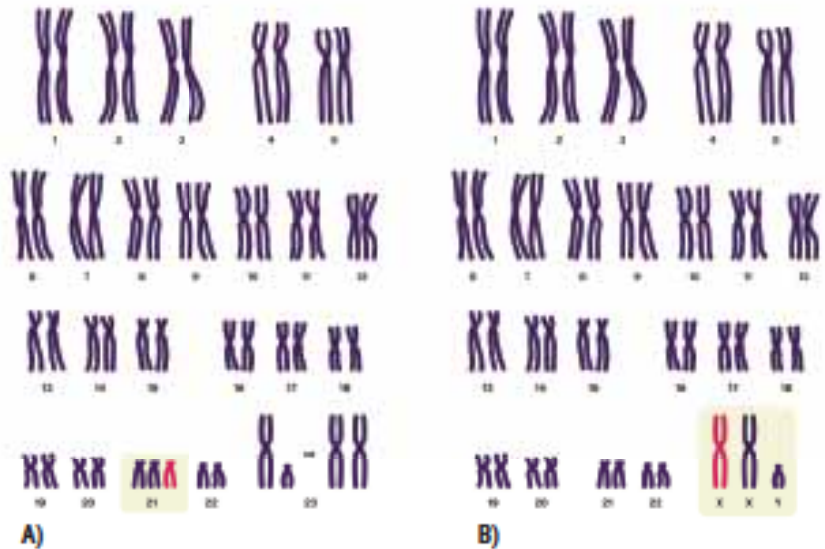
Resim 2.45 Diploid ($2n$) (A) ve triploid ($3n$) (B) muz meyvesiResim 2.46 Yer fıstığı bitkisi (*Arachis hypogaea*)

Resim 2.47'de tek tek kromozom sayısındaki değişikliklere göre anöploidilerin adları gösterilmiştir.

Tüm somatik kromozomların (otozomların) monosomileri embriyonal gelişim sırasında ölümle sonuçlanır. Kural olarak, somatik kromozomların çoğu trisomisi de embriyonal gelişimi durdurur. Ancak, insanda daha küçük kromozomlarda (13, 18 ve 21) görülen trisomiler gelişime, doğuma ve genellikle trisomiye bağlı olarak kısa bir yaşama izin verir (Resim 2.48 A).

Sayıdaki değişiklikler hem somatik hem de cinsiyet kromozomlarında görülebilir. Cinsiyet kromozomlarında eksiklik veya fazlalık olabilir. Eksiklik (monosomi, $2n-1$) söz konusu olduğunda, yalnızca en az bir X kromozomu bulunduğu canlı doğum gerçekleşir. Fazladan X kromozomu durumları daha yaygındır (Resim 2.48 B). Bu değişikliklerin fenotipik ifadesi sendrom olarak adlandırılır ve fazladan kromozomun protein sentezine "müdahalesinden" kaynaklanır.

Tablo 2.5'te en önemli anöploidilerden bazıları, görülme sıklıkları ve fenotipteki bazı özelliklerle birlikte sunulmuştur.



Resim 2.48 Down sendromlu (A) ve Klinefelter sendromlu (B) bireyin karyogramı

Tablo 2.5 İnsanlarda Aneuploidiler

Aneuploid Sendrom	Karyotip	Klinik Bulgular
Down Sendromu (Down)	47, XX, +21 47, XY, +21 (trisomi 21. kromozom)	1/700 – zihinsel gelişim farklı dereceleri, şaşkın göz, küçük ağız, çıkık dil, küçük yüz, kısa boyun, yuvarlak kafa (brahisefali), epikantal kıvrım, kalp ve sindirim sistemi bozuklukları
Turner Sendromu (Turner)	45, X0 (kadınlarda X kromozomunun monosomisi)	1/2500 – kısa boy, kısa ve geniş boyun, düşük ense saç çizgisi, gonad disgenезi, kısırlık, kalp ve böbrek anomalleri
Edwards Sendromu (Edwards)	47, XX, +18 47, XY, +18 (trisomi 18. kromozom)	1/5000 – çok sayıda malformasyon, yumru ayak, kısa göğüs, yumru eller ve üst üste binen parmaklar, çene deformasyonu, kalp ve omurga anomalleri, kısa yaşam
Patau Sendromu (Patau)	47, XX, +13 47, XY, +13 (trisomi 13. kromozom)	1/10000 – çok sayıda malformasyon, yankı dudak/damak, ekstra parmak, küçük gözler, kalp kusurları, böbrek anomalleri, beyin hasarı, çok kısa yaşam
Klinefelter Sendromu (Klinefelter)	47, XXY	1/500 – uzun boy, uzun kol ve bacaklar, dar omuz, geniş kalça, jinekomeasti, testislerin yetersiz gelişimi, kısırlık, düşük testosteron, zayıf kaslar, öğrenme güçlüğü
Triple X Sendromu (Triple X)	47, XXX	1/1000 – genellikle normal fenotip, bazı olgularda infertilite ve öğrenme güçlüğü
Jacob Sendromu (XYY)	47, XYY	1/1000 – erkeklerde görülür, uzun boy, davranış bozuklukları, öğrenme güçlüğü, hiperaktivite, agresiflik

Etkinlik:

- Sosyal böceklerde partenogenez araştırınız. Erkek bireylerin hangi kromozom setine sahip olduğunu belirtiniz.
- Aneuploidi oluşumunun en sık görülen nedenini araştırınız.
- Fetüsün karyotipinin embriyonal gelişim sırasında nasıl öğrenilebileceğini araştırınız.
- Katır, eşek ile kısrakın çiftleşmesinden elde edilir ve allopoliploiddir. Bu durumun ne anlama geldiğini ve katırda nasıl ortaya çıktığını araştırınız.=

Tekrar soruları:

1. Modifikasyon ile mutasyon arasındaki farkı açıkla.
2. Doğada modifikasyonlara bazı örnekler ver.
3. Genomik mutasyonlar nedir ve ne zaman ortaya çıkar?
4. Genomik mutasyonlar nasıl sınıflandırılır?
5. Bitkilerde bilinen bazı poliploid örneklerini belirt.
6. Kromozom sayısına göre anöploidileri isimlendir.
7. Bilinen anöploidilerden bir sendromu açıkla.

Anahtar noktalar:

- ✓ Modifikasyonlar, aynı türün bireylerinde görülen, dış çevre ve türün genetik yapısı tarafından belirlenen fenotip değişimleridir. Kitle halinde görülebilirler, kalıtsal değildirler ve organizmaların adaptasyonu ile evrim için büyük önem taşırlar.
- ✓ Mutasyonlar, genetik materyaldeki değişikliklerdir, genetik yapıda kalır ve sonraki nesle aktarılır. Genel olarak organizmalar bu değişiklikleri onaracak mekanizmalara sahiptir, ancak bazen değişiklikler genomun bir parçası olarak kalır.
- ✓ Kromozom sayısı türler için sabittir. Kromozom sayısında mutasyonel bir değişiklik, tüm kromozom takımlarının artışı ($3n$, $4n$, $5n...$) şeklinde olabilir. Hayvanlarda bu değişiklikler genellikle ölümcüldür, bitkilerde ise kalıcı olabilir ve kabul edilebilir özellikler kazandırır.
- ✓ Daha sık görülen değişiklikler, tek tek kromozomların sayısındaki değişikliklerdir – anöploidiler. Eğer değişiklik daha büyük kromozomlarda meydana gelirse, sonuç embriyonal gelişimin erken döneminde spontan abortus olur. Ancak bazen daha küçük kromozomlarda değişiklik ile çocuk doğabilir. Bu değişiklikler, bireyde tabloda 2.5'te gösterildiği gibi belirli özellikler ortaya çıkarır.
- ✓ Embriyonun gelişimi için otozomların yanında en az bir X kromozomu (dişi cinsiyet kromozomu) gereklidir çünkü bu kromozom organizma için hayati öneme sahip genler taşır.

2.14. TÜRLERİN SELEKSİYONU KAVRAMI (DOĞAL VE YAPAY SELEKSİYON)

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Doğal ve yapay seleksiyon örneklerini tanır.
- ✓ Yapay seleksiyon sırasında kazanılan yeni özellikleri belirler.
- ✓ Yapay seleksiyonla kazanılan yeni özelliklerin sonuçlarını açıklar.

DOĞAL SELEKSİYON

Yaşam ortamındaki ekolojik koşullar, ister biyojen ister abiyojen kökenli olsun, popülasyonlar ve türler içindeki bireylerin başlıca seçicileridir. Yaşam mücadelesi en iyi Darwin'in ünlü sözüyle ifade edilir: "Yalnızca en iyi uyum sağlayanlar hayatta kalır." Bu söz, doğal seleksiyonun mekanizmasını açıklar.

Doğal seleksiyon, bireyler ile çevre arasındaki etkileşim sonucu gerçekleşir. Evrimleşen birey değil, yeni bir özelliğin birikerek başka bir özelliğin değişmesi ya da yok olmasıyla farklılaşan popülasyondur. Doğal seleksiyon yalnızca kalıtsal özellikleri artırır veya tamamen ortadan kaldırır. Çevreyle etkileşim sonucu edinilen kalıtsal olmayan değişimler de hayatta kalma ve yaşam mücadelesinde yardımcı olabilir.

DOĞAL SELEKSİYON TÜRLERİ

Doğal seleksiyon, gerçekleşme mekanizmalarına bağlı olarak çeşitli türlere ayrılır:

- Yönlendirici seleksiyon – Darwin tarafından tanımlanan doğal seleksiyondur ve çevredeki değişken koşulların yarattığı seçim temelinde işler. Organizmalarda çevresel değişime genotip tarafından sağlanan bir fenotipik yanıt görülür. Çevreye daha iyi uyum sağlayan genotipe sahip bireyler, daha az uyumlu olanların yerine hayatta kalır. Bu seleksiyona birçok örnek vardır: bitkilerde tohumların başarılı yayılması, çiçek renginin tozlayıcıları çekmesi, kuşların yuva yapmadaki becerisi vb.

- Stabilizan seçilim – bir bakıma yönlendirici seçilimin tersidir, çünkü burada yeni fenotipik özelliklere (ve dolayısıyla genotiplere) sahip tüm bireyler elenir, mevcut olanlar ise korunur. Bu seçilime örnek olarak insan balığı (Şekil 2.49) verilebilir.

Bu hayvan, Slovenya'daki mağaraların sabit yaşam ortamı nedeniyle uzun bir süre boyunca değişmeden kalmıştır. İnsan balığı “en tembel hayvan” unvanını, pasifliği nedeniyle almıştır. Aynı zamanda ortalama yaşam süresi yaklaşık 100 yıldır.



Şekil 2.49 İnsan balığı
(*Proteus anguineus*)

- Bozucu seçilim – burada doğal seçilim, farklı koşullarda aşırı özelliklere sahip bireyleri kayırır. Buna karşılık, ortalama özelliklere sahip bireyler azalır. Bu seçilime örnek, farklı renklere sahip istiridyelerdir (inci üreten kabuklular). Açık renkliler denizin aydınlık, kumlu ve sığ bölgelerine iyi uyum sağlar, koyu renkliler ise karanlık bölgelerde kamufle olur. Orta renkli istiridyeler her iki bölgede de bulunur, fakat tercih edilen aşırı renklilere göre daha azdır.
- Eşeyssel seçilim – eş seçimi ve yavru elde etme üzerine kuruludur. Eşeyssel seçilim, böceklerden memelilere kadar farklı hayvan gruplarında gözlemlenir. Bir eşin belirli bir özelliğe göre seçilmesi, o genotipin ve onun genlerinin bir sonraki nesle aktarılmasını sağlar. Örneğin, kurbağanın bağırışı, dişi sineğin vızıltısı, kuşların ötüşü, kuşlardaki vücut renkleri, geyiklerdeki boynuzlar, diğer erkeklerle mücadeledeki güç ve daha birçok özellik buna örnektir. Şekil 2.50’de eşeyssel seçilimin temelini oluşturan benzer özelliğe sahip iki farklı organizma gösterilmiştir.

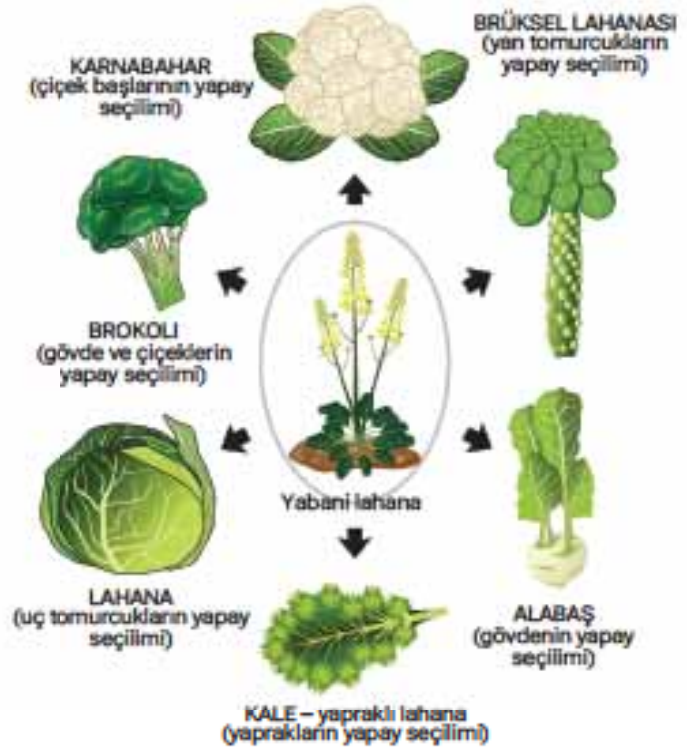


Şekil 2.50 Erkek geyikler (solda) ve geyik böcekleri (sağda) bölgeleri ve eşleri için savaşıırken

YAPAY SELEKSİYON

Doğal seleksiyonun aksine, yapay seleksiyon insanın eseridir. Bu nedenle, yapay seleksiyon insan için yararlı bazı özellikler gösteren bireylerin seçilmesi ve bu bireylerin çoğaltılması anlamına gelir. Bu durum özellikle gıda üretiminde dikkat çekicidir. Örneğin, bahçecilikte yapay seleksiyon, meyveleri kalite ve verim bakımından öne çıkan bitkilerin çoğaltılmasıyla yapılır. Yapay seleksiyona ilginç bir örnek, Şekil 2.51’de gösterilen farklı sebzelerin elde edilmesidir.

Benzer yöntem hayvancılıkta da uygulanır; burada insanlar için yararlı özellikler taşıyan bireylerin yetiştirilmesi ve çoğaltılması teşvik edilir. Örneğin, yılda çok sayıda yumurta yapan tavuklar veya kaliteli süt üretimiyle öne çıkan inekler seçilir. Elbette arzu edilen özellikler arasında et üretimi, koyunlarda yün üretimi ve yünün kalitesi gibi faktörler de vardır.



Resim 2.51 Yabani lahana (*Brassica oleracea*), insanoğlunun yapay seçim yoluyla karnabahaar, brokoli, lahana, kale (yapraklı lahana), alabaş ve Brüksel lahanası gibi bilinen sebzeleri elde ettiği bitki



Resim 2.52 (A) Sazan ve japon balığı. Japon balığı yapay seçimin bir sonucudur



Resim 2.52 (B) Yabani güvercin ve evcil güvercin. Evcil güvercin yapay seçimin bir sonucudur

Bugün insan, eğlence amacıyla da yapay seçilim yapmaktadır, kendisi için ilginç özelliklere sahip bireyleri seçerek (Resim 2.52, A).

Yapay seçilim, belirli bir özelliğin seçilmesi ve bu özelliği taşıyan bireylerin birbirleriyle çiftleştirilmesi, böylece yeni birey hatlarının elde edilmesine kadar süren basit bir prensip üzerine işler. Başlangıçta, bu bireyler hayvanlarda ırk, bitkilerde ise çeşit olarak adlandırılır. Zamanla bu organizma hatları ayrı türler olarak da ayrılabilir.

EVÇİLLEŞTİRME

Geçmiş boyunca insan, birçok hayvan türünün ortaya çıkışında "sorumlu" olmuştur. Atalarımızın yanında evcilleştirilmiş kurtlar bulunmuş ve zamanla ev köpeklerine dönüşmüşlerdir. Aynı şekilde koyunlar, keçiler, inekler, atlar, tahıllar, sebzeler ve çeşitli meyveler evcilleştirilmiş ve seçilmiştir. Bu da bir tür seçilim olduğu için, evcilleştirme yapay seçilim olarak kabul edilir.

YAPAY SEÇİLİMİN SONUÇLARI

Sonuçlar iki açıdan değerlendirilebilir: insanların faydasına seçilen bireylerin yararlılığı ve doğada hayatta kalma yeteneklerinin bozulması. İnek çok miktarda süt verebilir, ancak tamamen yetiştiriciye besin ve bakım için bağımlıdır. Benzer bir durum köpeklerde de görülür. Farklı köpek ırklarının çoğu doğada yiyecek bulmayı başaramaz, oysa kurt doğada, çoğu zaman aşırı iklim koşullarında bile, geniş bir alana yayılmıştır (Resim 2.53).

A



B



Şekil 2.53 Chihuahua (A) ve kurt (B)

Etkinlik:

- İnsan balıklarının yaşadığı ekolojik koşulları araştırınız. Su sıcaklığı yıl boyunca nasıldır? Eğer çevre değişmeye başlarsa, balığın evrimi stabilize edici seçilimden yönlendirici seçilime dönüşür mü?
- Doğal seleksiyon ile yapay seleksiyonu araştırınız. Gruplara ayrılınız. Her grup, Şekil 2.52'deki gibi bir organizma kombinasyonu seçsin. Organizmalara doğal seleksiyon yoluyla hangi kazanımların, yapay seleksiyon yoluyla ise hangi kazanımların sağlandığını araştırınız.

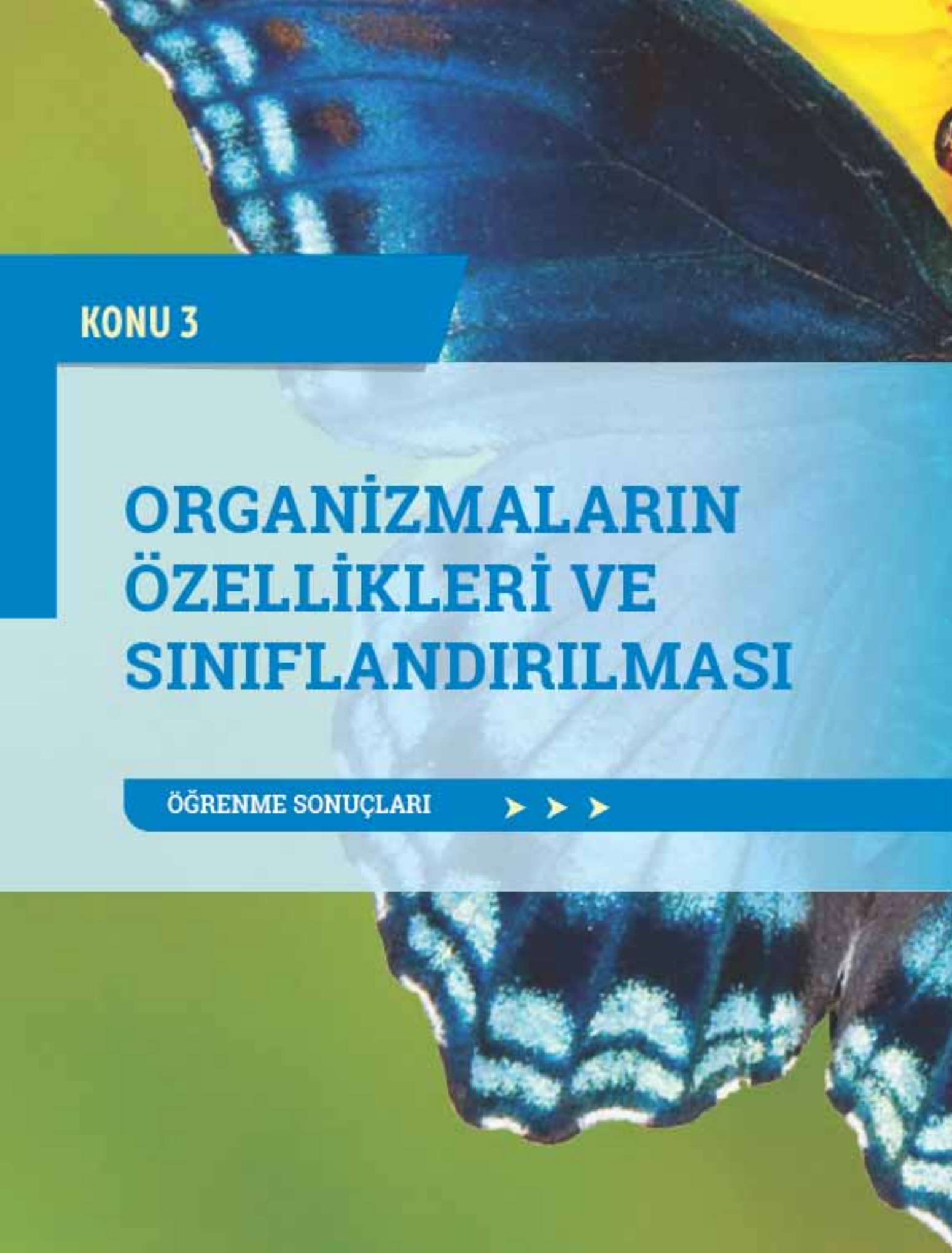
Tekrar soruları:

- 1 Doğal seleksiyon nasıl oluşur?
- 2 Doğal seleksiyon türlerini say ve onlardan örnekler ver.
- 3 Yapay seleksiyonu kim yapar ve temel nedeni nedir?
- 4 Yapay seleksiyon sonucunda organizmalarda ortaya çıkan bazı özellikleri say.
- 5 Organizmalarda hayatta kalma için hangi seleksiyon daha önemlidir?

Anahtar noktalar:

- ✓ Doğal seleksiyon, genotip çeşitliliğine ve kalıtsal özelliklere dayanır, bu da organizmalara çevrede hayatta kalmalarını sağlayan fenotipik ifadeler kazandırır. Örneğin: besine ulaşma şekli, yuva yapma, bitkilerde tozlaşma, tohumların yayılması, kalın kürk, aerodinamik vücut, koşma hızı ve daha birçok özellik.
- ✓ Yapay seleksiyon, insanın ihtiyaçlarına dayanır, başlangıçta kendine fayda sağlamak ve yiyecek ile ham madde temin etmek için yapılır. Bitkilerde ürünlerin miktar ve kalitesinin artırılması, hayvanlarda ise et, süt, kürk ve deri için uygulanır. Günümüzde insan, yapay seleksiyonu eğlence amacıyla da kullanır; süs veya evcil hayvan olarak hayvan ve bitkilerin seçilmesi buna örnektir.
- ✓ Yapay seleksiyonun etkileri iki yönlüdür. İnsan açısından, onun yararınadır ve bitki ile hayvanlarda faydalı özelliklere dayanır. Canlı organizmalar açısından ise yapay seleksiyon, doğada hayatta kalma yeteneğinin kaybolmasına yol açar.





KONU 3

ORGANİZMALARIN ÖZELLİKLERİ VE SINIFLANDIRILMASI

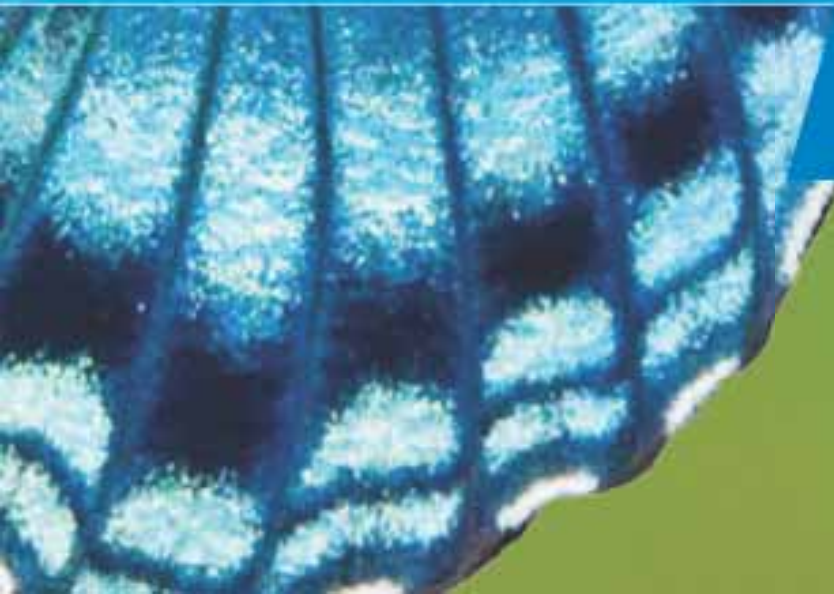
ÖĞRENME SONUÇLARI





Öğrenci şunları yapabilecek:

- Canlı organizmaların genel özelliklerini tanımlar ve organizmaların sahip oldukları özelliklere göre gruplara nasıl sınıflandırıldığını açıklar;
- Tüm organizmaların beş âlemden birine ayrılmasında kullanılan başlıca özellikleri belirtir: Monera âlemi, Protista âlemi, Mantarlar âlemi, Bitkiler âlemi ve Hayvanlar âlemi;
- Türlerin uluslararası uyumlu bir sistemi olarak ikili adlandırmayı (binominal nomenklatür) kullanır;
- Canlı organizmaların kolay tanımlanabilir özelliklerine dayalı basit dikotomi anahtarları oluşturur ve kullanır.



3.1. SINIFLANDIRMA SİSTEMLERİNİN TARİHSEL İNCELEMESİ VE TEMELLERİ

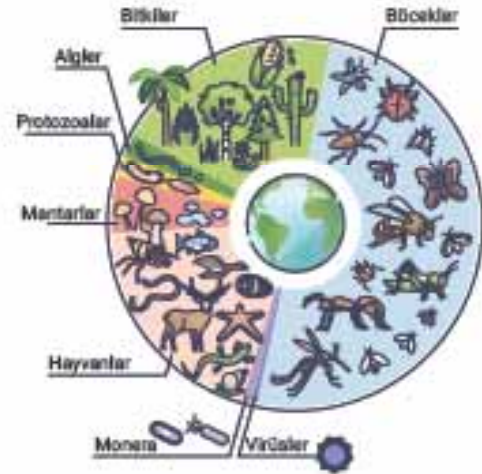
Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Canlı organizmaların genel özelliklerini tanımlar;
- ✓ Organizmalara gruplar halinde nasıl sınıflandırıldıklarını açıklar;
- ✓ Tüm organizmaların beş âlemden birine ayrılmasında kullanılan temel özellikleri belirtir.

CANLI ORGANİZMALARIN TEMEL ÖZELLİKLERİ

Hatırlayalım, tüm canlı organizmalar, bitkisel ve hayvansal olanlar, ortak özelliklerle ayırt edilir; yani aynı biyolojik niteliklere ya da yaşam süreçlerine sahiptirler. Tüm canlı organizmalar (Şekil 3.1), tek hücrelilerden başlayarak beslenir, hareket eder, duyarlıdır, solunum yapar, boşaltım gerçekleştirir, çoğalır, büyür, yaşlanır ve yaşam döngülerini tamamlarlar. Tablo 3.1’de, tüm bu süreçler bakımından bitkiler ve hayvanlar arasında bir karşılaştırma yapacağız.



Tablo 3.1 Canlı organizmaların özellikleri

Şekil 3.1 Canlı organizmalar ve onların Dünya gezegenindeki dağılımı

Özellik	Bitkiler	Hayvanlar
Beslenme	Organik maddeleri kendileri üretirler; fotosentez süreciyle (ototrof).	Hazır besin kullanırlar (heterotrof).
Solunum	Gaz alışverişini genellikle yaprakların alt yüzeyinde bulunan stomalar aracılığıyla gerçekleştirirler.	Deri (solucanlar), trake (böcekler), solungaç (balıklar), akciğerler aracılığıyla.
Hareket	Pasif olarak, dış etkenlerin etkisiyle; bitkinin bazı organları hareket eder.	Yalancı ayaklar, kırılgarlar, kameçlar, yüzgeçler, kanatlar, uzuvlar aracılığıyla.
Boşaltım	Su, terleme (transpirasyon) yoluyla; ayrıca uçucu yağlar, kokulu maddeler, reçineli maddeler vb. salgılar; boşaltım dokuları aracılığıyla.	Kasırgan (kontraktıl) kofullar, tübüler böbrekler (ikiel organizmalarda), böbrekler.
Duyarlılık	Uyanları çoğunlukla kök ucundaki ve sürgün ucundaki hücrelerle, fakat aynı zamanda diğer doku ve organlarla alırlar.	Uyanları almak için özel organlara sahiptirler; işitme, görme, dokunma, basınç, ağrı, tat alma duyuları.
Üreme	Eşeyli ve eşeyli. Eşeyli: basit bölünme, sporlarla, tomurcuklanma, vejetatif (yumru, soğan, rizom, stolon, yaprak ve gövde parçalarıyla). Eşeyli: erkek ve dişi üreme hücreleri, başçık ve dışıçıkta oluşur.	Eşeyli ve eşeyli üreme. Eşeyli: tomurcuk oluşumuyla. Eşeyli: erkek ve dişi üreme hücreleri, erkek ve dişi üreme organlarında oluşur.

TARİHSEL İNCELEME VE SINIFLANDIRMA SİSTEMLERİ

Sistematik (sınıflandırma), organizmaları onların özelliklerine (karakteristiklerine) göre gruplandırır. Bilim insanları tarafından sınıflandırma girişimleri çok eskiden beri yapılmıştır. İlk böyle bir girişim Aristoteles (MÖ 384–322, Şekil 3.2) tarafından yapılmış olup, farklı hayvanların morfolojik-anatomik özelliklerini karşılaştırmış ve onları sucu, karasal ve havada yaşayanlar olarak ayırmıştır, fakat bu sınıflandırma birçok eksiklik taşımaktaydı.

Daha sonra İsveçli botanikçi Carl von Linné (1707–1778, Şekil 3.3) iki âleme dayalı bir model önermiştir: Bitkiler (Regnum Vegetabile) ve Hayvanlar (Regnum Animale). Ancak bu sınıflandırma da yetersizdi, çünkü bakterileri, mantarları ve protozoaları kapsamıyordu. Mikroskopun keşfi ve mikroskopik, küçük organizmalar üzerine araştırmaların yoğunlaşmasının ardından Ernst Haeckel (1834–1919) tek hücreli organizmalar için üçüncü bir âlem – Protista'yı önermiştir. Herbert Copeland (1902–1968) ise dört âlemi tanımlamıştır: Monera, Protista, Bitkiler ve Hayvanlar.

Günümüzde Robert Whittaker'ın (1920–1980) beş âlem sınıflandırması kabul edilmektedir. O, mantarları ayrı bir âlem olarak tanımlamış, çünkü özellikleri bakımından ne tam olarak bitkiler âlemine ne de hayvanlar âlemine dâhil edilebilmektedir (Şekil 3.4).

Ona göre: Prokaryotlar âlemi, Protistalar âlemi, Mantarlar âlemi, Bitkiler âlemi ve Hayvanlar âlemi vardır. Virüsler burada kapsam dışıdır, çünkü hücresel olmayan yapılardır. Whittaker, organizmaları morfolojik ve anatomik özelliklerine göre gruplandırmıştır. Böyle bir gruplandırma ile biyologlar evrimsel ilişkileri çok daha güvenilir biçimde görebilmişlerdir.

Yirmi yıl sonra Carl Woese (1928–2012) yeni bir sınıflandırma yapmış, organizmaları altı âleme ayırmıştır: Arkebakteriler, Öbakteriler, Protistalar, Mantarlar, Bitkiler ve Hayvanlar. Daha sonra, 1990 yılında, bu âlemleri üç domene revize etmiştir: Bakteriler, Arkeler ve Ökaryotlar.

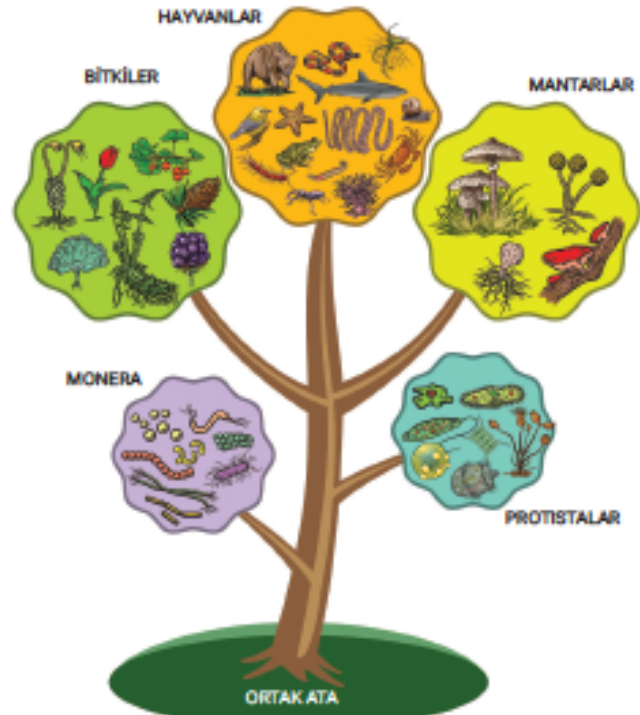
Bugün genetiğin gelişmesiyle birlikte organizmaların sınıflandırılmasında yeni imkânlar açılmaktadır. Basitçe söylemek gerekirse, evrim türler arasındaki ilişkileri bazen açık biçimde, bazen de daha örtük bir şekilde göstermektedir.



Şekil 3.2 Aristoteles (MÖ 384–322)



Şekil 3.3 Carl von Linné (1707–1778)



Şekil 3.4 Robert Whittaker'ın beş âlem sistemi

Etkinlikler:

- Birkaç farklı organizma seçiniz, onların özelliklerini karşılaştırınız ve hangi âleme ait olduklarını belirleyiniz!

Tekrar Soruları:

1. Canlı organizmaların özellikleri nelerdir?
2. Sınıflandırma için ilk girişimi kim yapmıştır?
3. Carl Linnaeus organizmaları nasıl gruplandırmıştır?
4. Copeland kaç âlem tanımlamıştır?
5. Günümüzde hangi sınıflandırma kabul edilmekte ve kullanılmaktadır?

Anahtar noktalar:

- ✓ Sınıflandırma için ilk girişimi Aristoteles yapmış, hayvanları sucul, karasal ve havada yaşayanlar olarak ayırmıştır.
- ✓ İsveçli botanikçi Carl Linnaeus iki âleme dayalı bir model önermiştir: Bitkiler ve Hayvanlar.
- ✓ Copeland dört âlem tanımlamıştır: Monera, Protista, Bitkiler ve Hayvanlar.
- ✓ Günümüzde Robert Whittaker'ın sınıflandırması kabul edilmiştir; buna göre beş âlem vardır: Monera âlemi, Protista âlemi, Mantarlar âlemi, Bitkiler âlemi ve Hayvanlar âlemi.

Onların genomlarında, belirli bir yaşam alanını doldururlar, kendi aralarında çoğalırlar ve verimli (döllenebilir) yavrular meydana getirirler.

Türden (species) daha yüksek bir taksonomik kategori **cinstir** (Genus). Cins, yakın türlerin bir araya gelmesiyle oluşur.

Bundan sonra **familiya** (Familia) gelir; benzer cinsleri birleştirir.

Takım (Ordo), benzer familyaları içerir.

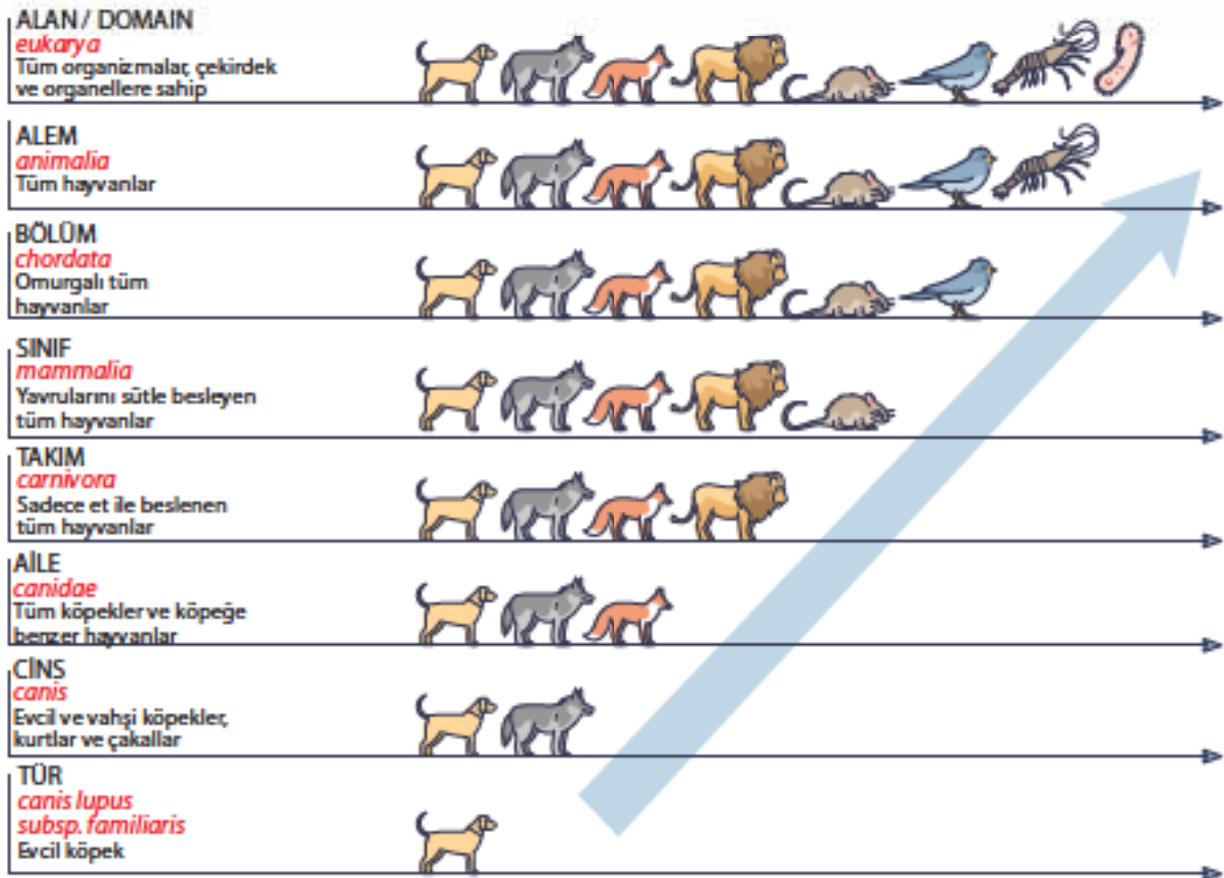
Sınıf (Classis), benzer takımları kapsar.

Şube – bölüm (Phylum/Divisio), benzer sınıfları içine alır.

Âlemler (Regnum), şubelerin birleşmesinden oluşur.

Ve en yüksek taksonomik kategori **domain'dir** (Domain).

Türden daha küçük taksonomik kategoriler de vardır; bunlar: **alttür** (subspecies), **varyete** (varietas) ve **kültür çeşidi** (cultivar). **Alttür**, belirli bir bölgede yaşayan, aynı türden bireylerden oluşur ve bazı morfolojik ve ekolojik özellikler bakımından farklılık gösterir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Biyolojik sistematik (sınıflandırmanın) hiyerarşisi

Varyete, bireylerdeki çok küçük farklılıklara karşılık gelir, ancak bunlar kalıtsaldır.

"Çeşit / tür" (bitkiler için) ve "ırk" (hayvanlar için) terimleri, tarım, hayvancılık ve ekonomi açısından önemli ve yararlı özelliklere sahip bireyleri ifade eder. Örneğin, meyvelerin ne kadar sulu olduğu, meyvedeki şeker miktarı, hayvanın verdiği süt miktarı, yünün, derinin kalitesi vb. (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 Farklı domates çeşitlerinin (*Solanum lycopersicum*) meyveleri

Etkinlikler:

- Bir hayvan ve bir bitki organizması seçin ve onların sistematik sınıflandırmasını araştırın. Onların familyalarına hangi diğer bitkiler ve hayvanlar dahildir?

Örnek

Älem	Animalia
Şube	Chordata
Sınıf	Mammalia
Takım	Primates
Familya	Hominidae
Cins	Homo
Tür	<i>Homo sapiens</i>

Tekrar Soruları:

- Hiyerarşik olarak bakıldığında, canlı organizmaların sistematğinde en yüksek taksonomik kategori hangisidir?
- Canlı organizmaların türlerinin evrensel adlandırılması hangi kurala dayanır?
- Bir domain içinde yer alan taksonomik kategoriler nelerdir? Bunları en yüksek kategoriden başlayarak hiyerarşik sırayla yazınız.
- Tür nedir?
- Türden daha alt hiyerarşik seviyelerde hangi taksonomik kategoriler bulunur?

Anahtar noktalar:

- ✓ İkili adlandırmayı (binomenklatür) ilk olarak İsveçli botanikçi Carl Linnaeus getirmiştir.
- ✓ Cins adı büyük harfle, tür adı ise küçük harfle yazılır.
- ✓ Modern sistematikte organizmalar sekiz sistematik kategoriye ayrılır: domain, âlem, şube, sınıf, takım, familya, cins ve tür.
- ✓ Tür, ortak morfolojik özelliklere sahip, belirli bir alanda yaşayan, kendi aralarında çoğalan ve verimli yavrular meydana getiren bireyler grubunu ifade eder.

3.3. MONERA ALEMİ (MONERA)

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Monera âleminin temsilcilerinin başlıca özelliklerini sıralar;
- ✓ Monera âlemine ait temsilcilerin temel özelliklerini tanımlar ve açıklar;
- ✓ Monera âleminin daha önemli temsilcilerini sıralar.

Monera âlemi yaklaşık 40.000 tanımlanmış türü kapsar, fakat gerçek sayı bundan çok daha fazladır. Bunlar tek hücreli veya koloni hâlinde bulunan türlerdir. Bu âleme, prokaryotik yapıya sahip (farklılaşmış çekirdeği olmayan) organizmalar dâhildir. Ancak, kalıtsal materyale sahiptirler; bu materyal çekirdek eşdeğeri olan prokaryondur ve bu yüzden onlara prokaryot da denir. Bu gruba bakteriler girer. Bakteriler şu yapılardan oluşur: hücre zarı, hücre duvarı (selüloz içermez), sitoplazma (merkezi ve çevresel olmak üzere iki bölgeye ayrılır), nükleoid (çekirdek eşdeğeri), dairesel DNA molekülü ve plazmid adı verilen küçük sitoplazmik DNA molekülleri. Organellerden yalnızca ribozomlara sahiptirler (Şekil 3.8). Bu ribozomlar ökaryotik hücrelerdeki ribozomlardan farklıdır. Ayrıca mezozomlara sahiptirler; bunlar zar yapılı yapılardır ve evrimsel olarak mitokondrilerin öncülleri sayılır. Mezozomlarda hücresel solunum süreci gerçekleşir. Bazı bakterilerde hareket organelleri bulunur; bunlar kamçılar ve kirpiklerdir (Şekil 3.9). Bakteriler genellikle **basit bölünme** ile, daha nadiren ise **konjugasyon** yoluyla (eşeyli olarak) ürerler. İdeal koşullar altında bakteriler her 20 dakikada bir bölünür. Monera âleminde iki büyük prokaryot grubu yer alır: **Arkebakteriler** ve **Öbakteriler**.

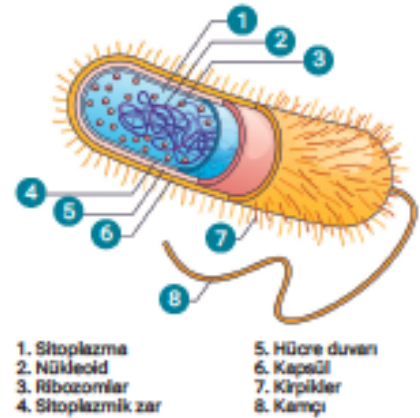
Arkebakteriler, yaklaşık 3,5 milyar yıllık geçmişe sahip eski bakterilerdir. Boyutları yaklaşık 1 mikrometre civarındadır. Bu gruba şunlar dâhildir: metanojen bakteriler, aşırı halofiller, termofiller, asidofiller. Ancak bunların arasında insana patojen türler bulunmaz.

Metanojen bakteriler (Şekil 3.10) anaerobiktir ve metan üretirler. Onlara göl diplerinde, bataklıklarda, organik atıklarda ve başka ortamlarda rastlanabilir.

Aşırı halofil bakteriler ise yüksek tuz konsantrasyonuna sahip ortamlarda yaşarlar ve genellikle pembe veya kırmızı renge sahiptirler (Şekil 3.11).

Tanım

Konjugasyon, iki hücrenin birbirine yaklaşarak protoplazmik köprü aracılığıyla genetik materyal alışverişinde bulunduğu bir süreçtir.



Şekil 3.8 Bakterinin yapısı



Şekil 3.9 Bakterinin dış morfolojisi

Termofil bakteriler (Şekil 3.12), yüksek sıcaklık koşullarında (100 °C'nin üzerinde) yaşarlar, fakat çok düşük sıcaklıklarda yaşayan türleri de vardır.



Şekil 3.10 Metanojen bakteriler



Şekil 3.11 Halofil bakterilerin varlığı nedeniyle kırmızı renge bürünmüş göl



Şekil 3.12 Termofil bakteriler

Asidofil bakteriler ise asidik ortamlara dayanıklıdır.

Eubakteriler ya da "gerçek bakteriler" grubuna, Dünya'daki en yaygın ve en bilinen bakteriler dâhildir. Büyük çeşitlilik gösterirler ve her yerde bulunurlar: toprakta, suda, havada ve canlı organizmalarda. Arkelerden farklı olarak, öbakterilerin hücre duvarı yapısında peptidoglikanlar (şekerler ve aminoasitlerden oluşmuş ağırsı moleküller) bulunur. Bu da hücre duvarının belirgin sağlamlığına katkıda bulunur. Morfolojik açıdan çok büyük bir çeşitlilik gösterirler. Öbakteriler, biçimlerine göre birkaç gruba ayrılır (Tablo 3.2).

Tablo 3.2 – Farklı bakteri gruplarının biçimleri ve tanımları

	Bakteri Şekilleri	Bakterilerin Tanımı	Bakteri Örnekleri
1.	Koklar (Cocci)	Küresel (yuvarlak)	Staphylococcus, Streptococcus
	- Diplokoklar	Çiftler halinde gruplanır	Neisseria gonorrhoeae
	- Staflikoklar	Üzüm salımsı şekilde gruplanır	Staphylococcus aureus
	- Streptokoklar	Zincirler halinde gruplanır	Streptococcus pyogenes
2.	Basil (Bacilli)	Çubuk biçimli bakteriler, tek tek veya zincirler halinde	Escherichia coli, Bacillus anthracis
3.	Spiriller (Spirilla)	Spiral şekilde kıvrılmış	Spirillum minus
4.	Spiroketler (Spirochetes)	İnce, uzun ve çok hareketli	Treponema pallidum
5.	Vibrionlar (Vibrios)	Virgül biçimli	Vibrio cholerae

Bu bakteri grubu her yerde yaygın (kozmpolit) olarak bulunur; ayrıca termal kaynaklar, volkanlar, çok tuzlu sular gibi aşırı koşullara sahip yaşam alanlarını da kolonize eder.

Yaşam biçimlerine ve çevreye ile diğer organizmalara etkilerine göre, bakteriler şunlar olabilir:

- **Patojenler** (insanlarda ve diğer canlı organizmalarda çeşitli hastalıklara yol açan bakteriler);

- **Yararlı bakteriler** (bakterilerin büyük bir kısmı yararlıdır; örneğin, sindirim kanalında, memelilerin bağırsak florasında bulunan ve K vitamini, B grubu vitaminleri ve diğerlerini sentezleyen bakteriler; sindirime yardımcı olan veya fermentasyona katılan bakteriler);
- **Bağımsız bakteriler** (fotosentetik olabilir, ayrıştırmada veya azot bağlamada yararlıdır. **Siyanobakteriler** ya da mavi-yeşil algler (Şekil 3.13), fotosentez yapan en basit yapılı ototrof organizmalardır. Bu bakteriler fotosentetik pigmentler içerir: klorofil, ksantofil, karoten ve fikosiyanin);
- **Simbiyotik bakteriler** (bazı bakteriler diğer organizmalarla simbiyoz hâlinde yaşar; örneğin, baklagil bitkilerinin köklerinde (fasulye, bezelye, soya, yonca) bulunan azot bağlayan bakteriler (Şekil 3.14), atmosferdeki serbest azotu nitrat bileşiklerine dönüştürürler).



Şekil 3.13 Siyanobakteriler



Şekil 3.14 Bir bitkinin köküyle bakterilerin simbiyozu

Etkinlikler:

- Mikroskop altında farklı bakteri türlerini gözlemleyiniz ve onların biçimlerini ve dış özelliklerini çiziniz.
- Bakterilerin neden olduğu hastalıklar hakkında araştırma yapınız.

Tekrar Soruları:

1. Prokaryotlar nedir?
2. Bakteriler nasıl yapıdadır?
3. Hangi bakteriler arkebakterilere aittir?
4. Eubakteriler nasıl gruplandırılır?
5. Eubakterilerde hangi biçimler görülür?
6. Hangi bakteriler fotosentez yapar?
7. Bakteriler bazı organizmalarla simbiyoz ilişkisine girebilir mi? Açıklayınız.

Anahtar noktalar:

- ✓ Monera âlemine prokaryotik yapıya sahip organizmalar dâhildir.
- ✓ Bakteriler; hücre zarı, hücre duvarı, sitoplazma, ribozomlar ve nükleoidten oluşur.
- ✓ Bakteriler, basit bölünme yoluyla ve daha nadiren konjugasyonla ürerler.
- ✓ Siyanobakteriler ya da mavi-yeşil algler, fotosentez yapan en basit yapılı ototrof organizmalardır.

3.4. PROTİSTA ALEMİ (PROTİSTA) – PROTOZOALAR

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Protista alemi temsilcilerinin başlıca özelliklerini sıralar;
- ✓ Protista alemi temsilcilerinin temel özelliklerini tanımlar ve açıklar;
- ✓ Protista aleminin önemli temsilcilerini sıralar.

Protista alemi, tek hücreli ve çok hücreli ökaryotik organizmaları kapsar. Protistalar ikiye ayrılır: protozoalar (prajivotni / ilk hayvancıklar) ve algler. Protozoalar mikroskobik boyuttadır; 2 µm (mikrometre) ile 1 mm arasında değişir. İsimleri Yunanca protos (ilk) ve zoon (hayvan) sözcüklerinden gelir, çünkü evrimsel olarak hayvansal özellikler gösteren ilk organizmalardır (Şekil 3.15). Protozoalar heterotrof organizmalardır; solunum ve beslenmelerini vücut yüzeyinin tamamından gerçekleştirirler. Kamçılar, kirpikler veya yalancı ayaklar (pseudopodia) ile hareket ederler. Bazı türleri eşeysiz olarak basit bölünme ile, bazıları eşeyli olarak, bazıları ise konjugasyon (genetik materyal değişimi) yoluyla çoğalır. Morfolojiye ve hareket biçimlerine göre protozoalar dört sınıfa ayrılır:

1. Proto plazmik hayvancıklar (Sarcodina)
2. Kamçılılar (Mastigophora)
3. Kirpikliler (Ciliophora)
4. Sporozoalar (Sporozoa)



Şekil 3.15 Dört sınıfa ait protozoa temsilcileri

PROTOPLAZMİK HAYVANCIKLAR (SARCODINA)

Sarcodina sınıfı, protozoaların en ilkel temsilcilerini kapsar. Tek başlarına veya koloniler hâlinde yaşarlar. Bazıları bitkilerde ve hayvanlarda parazit olarak bulunur. Bu organizmalar akışkan bir sitoplazmaya sahiptir. Yalancı ayaklar (pseudopodia, Şekil 3.16) ile hareket ederler. Aynı yapıları beslenmede de kullanırlar; besinlerini pseudopodlarla sarar ve daha sonra besin kofullarında sindirirler.

Bakteriler, algler, organik kalıntılar ve diğer protozoalarla beslenirler.

Bu sınıfa Amoeba cinsi girer; en bilinen temsilcisi Entamoeba histolytica – dizanteri amibidir (Şekil 3.17).

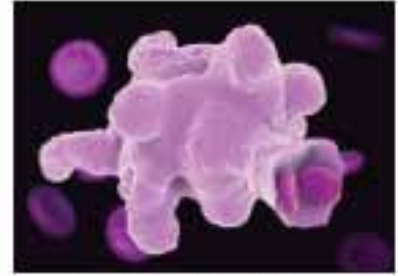


Şekil 3.16 Amipin yapısı

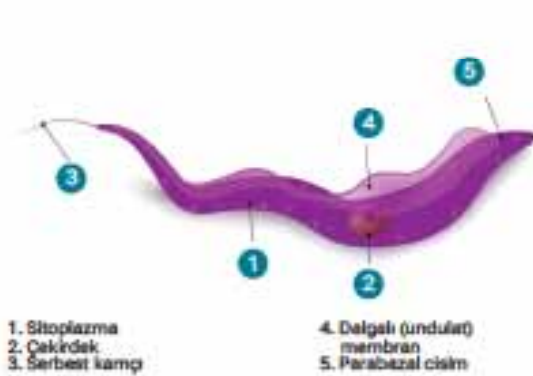
Dizanteri amibi dizanteriye hastalığına yol açar. Amip hücreleri düzensiz şekilli veya küresel olabilir. İnce ve elastik bir sitoplazmik zarları vardır. Sitoplazmada iki kısım ayırt edilir: ektoplazma ve endoplazma. Genellikle tek çekirdekli dirler, fakat birden fazla çekirdek de bulunabilir. Eşeyli olarak basit bölünme ile, eşeyli olarak ise iki gametin birleşmesiyle ürerler.

KAMÇILILAR (MASTIGOPHORA)

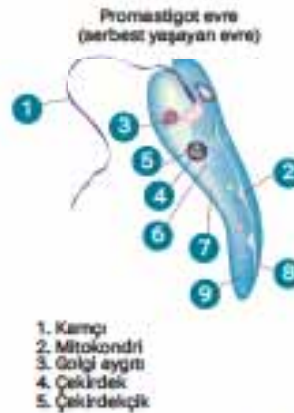
Bu sınıf yaklaşık 2.000 türü kapsar; göletlerde ve göllerde yaşarlar, ayrıca hayvanlarda ve insanda parazit olarak bulunan türleri vardır. Kamçıları sayesinde (bir ya da daha fazla) hareket ederler; adlarını da buradan almışlardır. Vücut şekilleri sabittir. En karakteristik temsilcileri tripanozoma ve layşmanyadır. Tripanozoma, insanda kanda parazitlenir ve beyni etkilediği için "uyku hastalığı"na (Şekil 3.18) neden olur. Enfeksiyonu Afrika'da yaşayan tsetse sineği taşır. Layşmanya (Şekil 3.19), sıcak bölgelerde yaşayan kum sinekleri tarafından taşınır; bu parazit vücutta yaralar oluşturur.



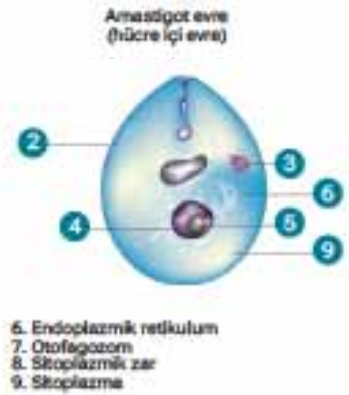
Şekil 3.17 Dizanteri amibi



Şekil 3.18 Tripanozoma

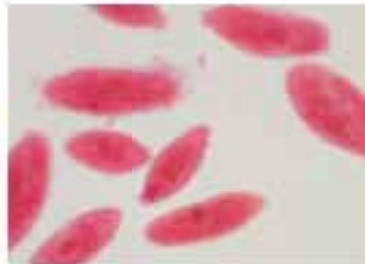


Şekil 3.19 Layşmanya



KİRPİKLİLER (CILIOPHORA)

Bu organizmalar, hareket etmelerini sağlayan kırpıkları (silya) nedeniyle bu adı almışlardır. Toprakta, okyanuslarda ve göllerde yaşarlar; algler ve bakterilerle beslenirler. İki çekirdekleri, besin kofulları ve ayrıca hücredeki su dengesini düzenleyen kontraktıl kofulları vardır. Eşeyli olarak veya konjugasyon yoluyla ürerler. Bu sınıfın temsilcisi parameciumdur (Şekil 3.20); tatlı sularda



Şekil 3.20 Mikroskop altında parameciumlar



Şekil 3.21 Balantidium coli

yaşar. Suda serbest yaşar ve hareket için kirpikleri kullanır. Ayrıca insanlarda parazit olarak yaşayan temsilcileri de vardır (örneğin *Balantidium coli*) (Şekil 3.21).

SPOROZOLAR (SPOROZOA)

Sporozolar (Şekil 3.22), konak organizmanın kanında parazit olarak yaşayan hareketsiz tek hücreli organizmalardır. İsimlerini, yaşam döngüleri sırasında spor evresinden geçmelerinden alırlar. Bazı temsilcileri eşeyli, bazıları ise eşeysiz ürer. Karakteristik bir temsilcisi sıtmaya yol açan *Plasmodium*'dur. Bu hastalığın taşıyıcısı sıtma sineğinin dişisidir (Şekil 3.23).

Sıtmalı bir insanı sokan sivrisinek, *Plasmodium*'un gametositlerini (erkek ve dişi üreme hücreleri) sindirim sistemine alır. Sivrisineğin bağırsağında eşeyli döllenme gerçekleşir ve zigot oluşur. Zigot yavaş yavaş büyür, ookist meydana gelir ve ardından eşeysiz bölünerek binlerce spora dönüşür. Bu şekilde enfekte olmuş sivrisinek başka bir insanı soktuğunda, sporlar kana geçer ve alyuvarlara (eritrositlere) yerleşir. Sporlar parçalanır ve plazmodyumlar kana yayılır. Burada zehirli maddeler salarlar; bu da yüksek ateş ve kansızlığa (anemiye) yol açar.



Şekil 3.22 Sporozolar



Şekil 3.23 Sıtma sineği

Etkinlikler:

- Gruplara ayrılın; her grup farklı protozoonlara ait birkaç resim veya çizim alacak. Görev: onları tanımak ve hangi sınıfa ait olduklarını yazmak.
- Protista âlemine ait temsilcilerin yol açtığı hastalıkları araştırın.

Tekrar Soruları:

1. Hangi canlılar Protista âlemine aittir?
2. Protozoonların özellikleri nelerdir?
3. Protozoonlar grubu kaç sınıfa kapsar?
4. Sarcodina sınıfı için karakteristik olan nedir?
5. Kamçılıların (flagellatlar) yol açtığı hastalıklar nelerdir?
6. Kirpiklilerin (silli protozoonların) özellikleri nelerdir?

Anahtar noktalar:

- ✓ Protista âlemi, tek hücreli ve çok hücreli ökaryotik organizmaları kapsar.
- ✓ Protistalar ikiye ayrılır: ilkel hayvancıklar (protozoa) ve algler.
- ✓ Protozoonlar, heterotrof canlılardır; solunumu ve beslenmeyi vücutlarının tüm yüzeyi ile gerçekleştirirler.
- ✓ Protozoonlar dört sınıfa ayrılır: protoplazmik hayvancıklar (Sarcodina), kamçılılar (Mastigophora), kirpikliler (Ciliophora), sporozolar (Sporozoa).
- ✓ Sarcodina sınıfının karakteristik temsilcisi amebadır; yalancı ayaklar (psödopodlar) ile hareket eder.
- ✓ Kamçılılar (Mastigophora) hareket için kamçı kullanır; karakteristik temsilcileri Leishmania ve Trypanosoma'dır.
- ✓ Kirpikliler (Ciliophora) iki çekirdeğe sahiptir ve kirpikler (siller) yardımıyla hareket eder; temsilcisi Paramecium'dur.
- ✓ Sporozoa sınıfının karakteristik temsilcisi Plasmodium'dur; sıtma hastalığına yol açar ve bu hastalığın taşıyıcısı sıtma sineğinin dişisidir.

3.5. PROTİSTA ALEMİ – YOSUNLAR

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Alg temsilcilerinin temel özelliklerini sayar ve açıklar.
- ✓ Tüm alg sınıflarından önemli temsilcileri sıralar.
- ✓ Mantarların ve likenlerin önemini açıklar.

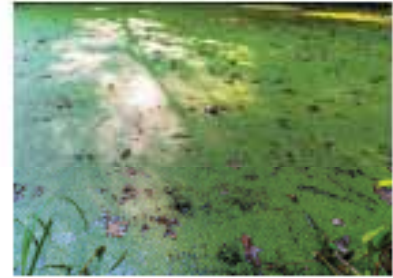
Algler ototrof ökaryotik organizmalardır. Başlıca yaşam alanları tatlı ve tuzlu sular olmakla birlikte, karada da bulunabilirler. Vücut yapıları talus olarak adlandırılır ve genellikle farklılaşmış dokulara sahip değildirler. Eşeysiz ve eşeyli olarak çoğalabilirler. Birkaç sınıfa ayrılırlar:

- Yeşil algler (Chlorophyta);
- Kahverengi algler (Phaeophyta);
- Kırmızı algler (Rhodophyta);
- Altın-sarı algler (Chrysophyta).

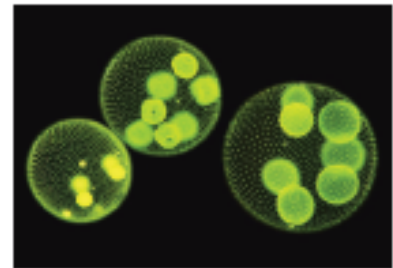
YEŞİL YOSUNLAR (CHLOROPHYTA)

Dünyada en çeşitli gruptur; yaklaşık 8.000–10.000 türü bulunur. Kar, okyanuslar, tatlı sular (Şekil 3.24), denizler ve kara yüzeylerinde yayılış gösterirler. Tek hücreli, çok hücreli veya koloniyal organizmalar olabilirler. Karasal bitkiler gibi klorofil a ve b içerirler. Eşeyli ve eşeysiz olarak çoğalabilirler; bazı türlerinde döl değişimi görülür. Ekolojik olarak büyük öneme sahiptirler: Birincil üreticilerdir, fotosentez yaparak organik madde ve oksijen üretirler. Sucul ekosistemlerde planktonun bir parçası olarak birçok hayvan için temel besin kaynağıdır. Ağır metalleri ve kirleticileri absorbe ederek suyun temizlenmesine katkı sağlarlar. Beslenme, takviye gıda olarak, araştırmalarda ise model sistem olarak kullanılırlar.

Karakteristik temsilciler: Volvox – koloni halinde yaşayan alg (Şekil 3.25), Chlamydomonas – tek hücreli alg (Şekil 3.26), Spirogyra – çok hücreli iplikli alg (Şekil 3.27), Ulva – çok hücreli alg (Şekil 3.28).



Şekil 3.24 Chlorophyta, su ekosisteminde yeşil alg türlerinin varlığı



Şekil 3.25 Volvox sp.



Şekil 3.26 Chlamydomonas sp.

KAHVERENGİ YOSUNLAR (PHAEOPHYTA)

Kahverengi algler (Şekil 3.29), ılıman ve kutup denizlerinde bulunan çok hücreli organizmalardır ve zemine tutunarak yaşarlar. Talusları farklılaşmıştır: yaprak benzeri kısım, gövde kısmı ve tutunmayı sağlayan kısım. Fukoksantin pigmenti içerirler ve bu da kahverengimsi-yeşil rengini verir. Bu alglerden (yosunlardan), gıdaları sertleştirdiği için dondurma ve kremlerin üretiminde kullanılan jel elde edilir; ayrıca insan beslenmesinde ve baharat olarak da kullanılırlar. Büyük miktarda alginik asit içerirler ve bu madde gıda endüstrisinde geniş kullanım alanına sahiptir. Bunun yanında tekstil sanayisinde ve potasyum içermeleri nedeniyle potasyumlu gübre üretiminde de kullanılırlar. Yaklaşık 1.800 tür kahverengi alg vardır. Önemli cinsler: *Fucus*, *Laminaria*, *Sargassum*, *Macrocystis* (en büyük algler olup 60 metreye kadar büyüyebilirler).

KIRMIZI YOSUNLAR (RHODOPHYTA)

Kırmızı algler (Şekil 3.30) deniz ortamında, özellikle tropik ve subtropik sıcak denizlerde yaşar. Bugüne kadar 7.000'den fazla türü tanımlanmıştır, fakat çok daha fazla olduğu düşünülmektedir. Kayalar ve diğer yüzeylerde gelişirler, fakat daha büyük derinliklerde de görülebilirler. Çoğu çok hücrelidir, ama tek hücreli formları da vardır. Fikoeritrin pigmenti içerirler, bu da kırmızı rengini verir. Kırmızı algler mercan resiflerinin oluşumunda büyük rol oynar (Şekil 3.31). Agar üretiminde önemli bir kaynaktır; agar, mikroorganizmaların yetiştirilmesinde besi yeri olarak kullanılır. Ayrıca kırmızı yosunlar gıda, eczacılık endüstrisi ve gübre üretiminde kullanılır. Önemli cinsler: *Porphyra*, *Corallina*, *Gelidium* ve diğerleri.

ALTIN-SARI YOSUNLAR (CHRYSTOPHYTA)

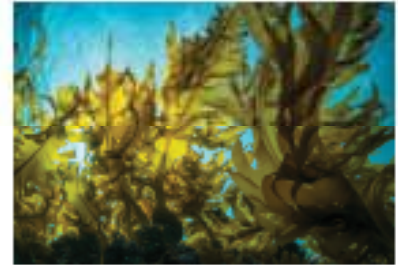
Altın-sarı alglerin (Şekil 3.32) çoğu tatlı sularda yaşayan türlerdir. Tek hücreli veya koloni hâlinde olabilirler; kamçıları veya kamçıları yoktur. Kamçıları (iki adet) hücrenin ön kısmında bulunur. Adlarını, kloroplastlarda bulunan diğer pigmentleri maskeleyen ve onlara özgü altın-kahverengi renk veren fukoksantin pigmentinden alırlar. Bugün 1.000–1.300'den fazla türü bilinmektedir. Temiz sularda yaşarlar; küçük bir kısmı bataklıklarda veya tuzlu sularda bulunur. Temsilciler: *Dinobryon* ve *Synura* (koloni hâlinde algler), *Chrysococcus* (tek hücreli küresel alg), *Mallomonas* (tek hücreli hareketli alg). Yeni sınıflandırmaya göre bunların bir kısmı artık silikatlı algler ya da diyatomeleler (*Bacillariophyta*) olarak bilinen ayrı bir gruba dâhil edilmektedir.



Şekil 3.27 *Spirogyra* sp.



Şekil 3.28 *Ulva* sp.



Şekil 3.29 Kahverengi yosunlar



Şekil 3.30 Kırmızı yosunlar



Şekil 3.31 Mercan resifi

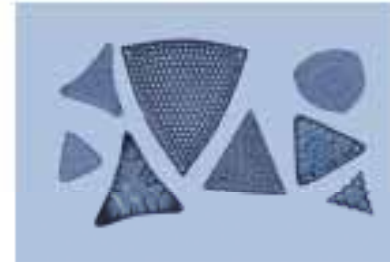


Şekil 3.32 Altın-sarı yosunlar



Bunlar, hücre duvarlarında silisyum dioksit bulunan ve camı andıran, saydam bir kılıf görünümüne sahip tek hücreli alglerdir. Yosunun canlı kısmı öldüğünde bu kılıf kalıcı bir yapı olarak kalır. Nemli ortamlarda, sulara ve katı yüzeylerde yaşarlar. Ototrofturlar ve sucul ekosistemlerde önemli birincil üreticilerdir.

Ölü diyatomelelerin kalıntıları denizlerin dibine çöker ve zamanla kalın diyatomlu toprak (diatomit) tabakalarını oluşturur. Bunlar; cilalama maddesi, ısı yalıtımı, diş macunu yapımında kullanılır, geçmişte ise dinamit üretiminde de kullanılmıştır. Diyatomelelerin en ilginç kullanımlarından biri de adli tıp alanındadır; suda boğulma vakalarında, adli tıbbi incelemelerde kanıt olarak değerlendirilebilirler. Bu grubun en tanınmış temsilcileri şu cinslere aittir: *Navicula*, *Fragilaria*, *Pinnularia* (Şekil 3.33), *Triceratium* (Şekil 3.34) ve diğerleri.

Şekil 3.33 *Pinnularia* sp.Şekil 3.34 *Triceratium* sp.

Etkinlikler:

- Algleri (yosunları) mikroskop altında gözlemleyin!

Gerekli malzemeler:

- mikroskop
- hazırlanmış kalıcı preparatlar veya taze algler (göl, akvaryum ya da bataklık suyundan)
- lam ve lamel
- immersiyon yağı
- karşılaştırma ve tanı için resimler veya şemalar

Örnekler daha önce toplanmış olabilir (alglerin uygun koşullarda ek büyüme göstermesi için).

Gruplara ayrılın ve farklı materyalleri inceleyin; böylece tüm türler kapsanmış olur.

- *Spirulina* tabletinden hazırlanmış toz preparatını ışık mikroskobu altında gözlemleyin. Preparatta *spirulina* hücrelerinin parçalarını fark edeceksiniz.

Tekrar Soruları:

1. Alglar nedir ve en çok nerede yaşarlar?
2. Yosunlar ekosistemler için neden önemlidir? Bir örnek veriniz.
3. Yeşil yosunlarda hangi pigment tipleri bulunur?
4. Yeşil yosunların en bilinen temsilcileri hangileridir?
5. Yeşil ve kahverengi alglar arasındaki farkları belirtiniz.
6. Kırmızı alglarda hangi pigment bulunur?
7. Diyatomelerin hücre duvarının yapısı nasıldır?
8. Diyatomelerin kullanım alanları nelerdir?
9. Silikatlı alglerin en bilinen temsilcilerini sıralayınız.

Anahtar noktalar:

- ✓ Alglar ototrof, ökaryotik, tek hücreli ve çok hücreli fotosentetik organizmalardır.
- ✓ Başlıca sucul ortamlarda, tatlı ve tuzlu sularda yaşarlar; ayrıca karada, nemli yerlerde de bulunabilirler.
- ✓ Vücut yapıları talus olarak adlandırılır ve genellikle farklılaşmış dokuları olmadığından gerçek kök, gövde ve yaprakları yoktur.
- ✓ Hücre duvarları selülozdan yapılmıştır ya da diyatomelerde olduğu gibi silisyum dioksit içerir.
- ✓ Hem eşeysiz hem de eşeyli olarak çoğalabilirler.
- ✓ Birkaç tipe ayrılırlar: yeşil algler (Chlorophyta), kahverengi algler (Phaeophyta), kırmızı algler (Rhodophyta), altın-sarı algler (Chrysophyta).
- ✓ Fotosentetik pigmentler içerirler: Yeşil alglerde klorofil a ve b, Kahverengi ve altın-sarı alglerde fukoksantin, Kırmızı alglerde fikoeritrin,

3.6. MANTARLAR ALEMİ (FUNGI)

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Mantarlar alemine ait temsilcilerin temel özelliklerini açıklar.
- ✓ Mantarlar alemine ait önemli temsilcileri tanımlar.
- ✓ Mantarların ve likenlerin önemini açıklar.

GENEL ÖZELLİKLER

Mantarlar alemi, mikroskopik boyutlardan büyük şapkali mantarlara kadar organizmaları kapsar. Yeni araştırmalar, mantar türlerinin sayısının bitkilerin sayısını birkaç kat aştığını ve böceklerden hemen sonra ikinci en büyük grup olduklarını göstermektedir.

Tüm mantarlar **heterotrof** beslenir. Çoğunluğu **biyoredükleyicidir**; ölü bitki ve hayvan kalıntılarıyla beslenir ve bunları mineralize ederler. Besinlerin sindirimi organizmanın dışında gerçekleşir: mantarlar, besinleri (selüloz dâhil) parçalayan enzimler salgılar ve ardından oluşan maddeleri absorbe ederler. Bazı mantarlar ise parazittir; canlı organizmalardan beslenir ve mantar hastalıklarına yol açarlar.

Vücutları, klorofilsiz **talustan** oluşur ve çeşitli şekillerde olabilir: amipsi, kesecikli, kabarcıklı veya bölmesiz tüpsü. Bazı türlerde talus, **hif** adı verilen ipliksi yapılardan oluşur; bu hiflerin tamamına **misel** denir (Şekil 3.35).

Hifler, enine bölmelerle birden fazla hücreye ayrılabilir; bu hücrelerde çekirdek, organeller ve sitoplazma bulunur. Hücre duvarı **kitinden** yapılmıştır. Yedek besin maddesi olarak **glikojen** depolarlar.

Mantarlar, miselin bir parçasının kopup gelişmesiyle, tomurcuklanma ile çoğalabilir. Substrat içinde gizli kalan hifler, yüzeye doğru "tomurcuk" benzeri kalınlaşmalar oluşturur. Hazır olduklarında yağmur suyunu hızla emerek yüzeye çıkarlar ve hiflerden oluşmuş meyve gövdeleri hâlinde görünürler. Mantarlar dünyasında şekil, renk ve büyüklük bakımından çok çeşitli meyve gövdeleri vardır. Genel olarak mantarlar sporlarla çoğalır. Sporlar hem eşeysiz hem de eşeyli olarak oluşur. Eşeyli üreme genellikle sonbaharda, yaşam için koşullar elverişsizleştğinde gerçekleşir.

Bu âleme, morfolojiye, biyolojik özelliklere (yapı, üreme, yaşam şekli) veya moleküler özelliklere göre sınıflandırılan birçok grup dâhildir.



Şekil 3.35 Bölmeli hifler ve sporangium

Eumycota - Modern, moleküler araştırmalara dayalı sınıflandırmaya göre bunlar gerçek mantarlardır. Daha önemlileri:

- **Zygomycota** – Daha ilkel mantar grubudur. Genellikle toprakta, ayrışmakta olan organik maddeler üzerinde yaşarlar veya bitki ve hayvanlarda parazit olarak bulunurlar. Temsilcilerinde bölmesiz tüpsü hifler vardır. Kuru ortamlarda ve kuru yüzeylerde görülürler. Sporlarla çoğalırlar ve sporlar hava yoluyla yayılır.

Geniş kullanım alanına sahiptirler: gıda, biyoteknoloji, eczacılık sanayilerinde; özellikle **fermantasyon** özellikleri sayesinde enzim ve ilaç üretiminde. Karakteristik temsilcisi küf mantarı (*Mucor mucedo*)'dur (Şekil 3.36). Meyve ve sebze kalıntıları üzerinde gelişir, hızlı büyüyerek gri-beyaz küf tabakası oluşturur. Bu gruba ayrıca kara ekmek küfü (*Rhizopus stolonifer*) – bayat ekmek üzerinde gelişir, ve *Rhizopus oryzae* – pirincin fermente edilmesinde kullanılır; sake ve pirinç unu elde edilir.

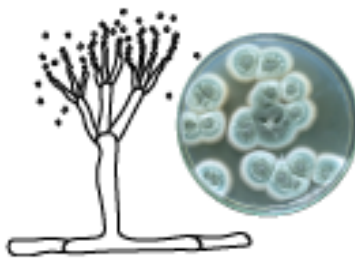


Şekil 3.36 Küf
(*Mucor mucedo*)

- **Ascomycota** – Keseli mantarlar olarak da adlandırılır. Miselleri bölmeli hiflerden oluşur; hücre duvarları kitinle güçlendirilmiştir. İsimlerini, eşeyli üreme sırasında oluşan ve sporlarla dolu topçuk biçimindeki kese yapısından (askus) almışlardır.

Bu grupta ayrıca organize miseli olmayan, tek hücreli, küresel gövdeli ve tomurcuklanarak çoğalan maya mantarları da vardır. Çok yönlü bir öneme sahiptirler: gıda endüstrisinde: ekmek mayası ve alkol fermentasyonu, farmasötik ve biyoteknolojide: antibiyotik ve enzim üretimi, ekolojide: saprofitler organik maddelerin parçalanmasına katılır. Ayrıca bitkilerde, hayvanlarda ve insanda parazit olarak da bulunabilirler. Temsilciler: *Penicillium*, *Aspergillus*, Ekmek mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) Trüf mantarları (*Tuber magnatum*) (Şekil 3.37)

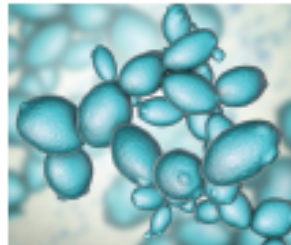
- **Basidiomycota** – Şapkalı mantarlar. Bugüne kadar 35.000'den fazla tür tanımlanmıştır, ancak sayı, moleküler analizlerle yapılan yeni keşiflerin sonucu olarak sürekli artmaktadır.



Penicillium
(*Penicillium sp.*)



Aspergillus
(*Aspergillus sp.*)



Ekmek mayası
(*Saccharomyces cerevisiae*)



Beyaz trüf
(*Tuber magnatum*)

Şekil 3.37 Askomisetlerin temsilcileri

Şapkalı mantarlar çok yıllık miselyumlardır ve bitkisel ya da çürümüş zeminlerde gelişirler. Onlar mantarların tipik temsilcisidir çünkü meyve gövdesini biz genellikle "mantar" olarak tanırız. Bu grup üç alt grubu birleştirir: Mantarlar, pas mantarları, sürme mantarları. Pas ve sürme mantarları parazittir, fakat ayrıca ağaç kökleriyle mikorizalar oluşturarak simbiyont olarak da bulunurlar. Mantarlar ise besin açısından önemli bir kaynaktır; protein ve karbonhidrat bakımından zengindir. Ancak bazı temsilcileri zehirlidir ve toksinleri çoğunlukla öldürücüdür. Bu zehirler sinsi bir şekilde etki eder; belirtiler, genellikle karaciğerde geri dönüşsüz hasar oluştuktan sonra ortaya çıkar ve bu durum çoğunlukla ölümle sonuçlanır.

Karakteristik temsilciler: Şampiyon (*Agaricus bisporus*) (Şekil 3.38) – yol kenarlarında, gübreliklerde yetişir. İstiridye mantarı (*Pleurotus ostreatus*) (Şekil 3.39) – ormanlarda ağaçların üzerinde yetişir; görünümü nedeniyle "orman istiridyesi" olarak bilinir. Porçini / ayı mantarı (*Boletus edulis*) (Şekil 3.40). Sinek mantarı (*Amanita muscaria*) (Şekil 3.41) – çok zehirlidir, kendine has bir görünümü vardır.

Tanım

Mikoriza, bitki köklerinde kalınlaşmaların oluşması olgusudur; bu kalınlaşmalarda havadaki azotu bağlayan mantarlar yaşar.



Şekil 3.38 Şampiyon



Şekil 3.39 İstiridye mantarı



Şekil 3.40 Porçini



Şekil 3.41 Sinek mantarı

Myxomycota – Cıvık mantarlar, özellikleri bakımından protistlere yakındır. Çok çekirdekli, çıplak bir protoplazmik gövdeye sahiptirler; buna **plazmodyum** denir. Amipsi hareket ve fagositoz yapabilme yeteneğine sahiptirler, bu nedenle yalancı mantarlar (psödomisetler) olarak kabul edilirler. Yeni sınıflandırmada, Protista ya da Chromista âlemine dâhil edilmektedirler.

LİKENLER (LİHENES)

Likenler haklı olarak karasal alanların öncüleri sayılır. Toprağın neredeyse hiç bulunmadığı kayalık bölgelerde yaşarlar. Kayaları salgıladıkları asitlerle parçalayarak toprak oluşumuna katkıda bulunurlar. Aslında bunlar ekolojik bir grup olup, simbiyotik organizmalardır: mantarlar, içinde siyanobakterileri barındırır. Bu ilişki karşılıklı faydaya dayalıdır: Siyanobakterilerin fotosentezi, her iki organizma için besin sağlar. Miselyum ise uygun yaşam ortamı ve mineralleri sağlar. Likenler, zorlu çevre koşullarına oldukça dayanıklıdır.

Likenler kuraklığa dayanıklıdır; susuzluk dönemlerinde neredeyse tamamen fotosentezi durdururlar. Ancak canlı kalır ve yağmuru beklerler; yağmur yağdığında hızlı ve güçlü bir şekilde gelişirler. Likenler, yeryüzündeki en eski organizmalar olarak kabul edilir. Binlerce yıl boyunca yaşayabildikleri için adeta "ölümsüz" sayılırlar. Aşırı ekolojik koşullara dayanıklı olmalarına rağmen, hava kirliliğine karşı çok hassastırlar. Bu nedenle, atmosferin kalitesi için iyi bir biyoindikatör olarak kullanılırlar. Morfolojilerine göre likenler üç tipe ayrılır: Kabuksu, yapraksı, çalimsı (Şekil 3.42). Ayrıca, farklı görünümlere sahip **karmaşık likenler** de vardır.



Şekil 3.42 İzlanda likeni (*Cetraria islandica*)

Etkinlikler

- Farklı mantar türlerini gözlemleyin ve onları gruplara ayırın.
- Zehirli mantarları araştırın; ülkemizde görülen türleri ve bunların kullanımını inceleyin.
- İnternette araştırma yaparak penisilin'in nasıl keşfedildiğini bulun.
- Tabloda (3.3) verilen mantarların halk arasındaki isimlerini araştırın ve bulun.

Tablo 3.3

Latince isimler:
<i>Agaricus campestris</i>
<i>Macrolepiota procera</i>
<i>Amanita caesarea</i>
<i>Agrocybe cylindracea</i>
<i>Boletus edulis</i>
<i>Suillus granulatus</i>
<i>Cantharellus cibarius</i>
<i>Craterellus cornucopioides</i>
<i>Hydnum repandum</i>
<i>Lactarius deliciosus</i>
<i>Marasmius oreades</i>
<i>Morchella conica</i>
<i>Morchella esculenta</i>
<i>Pleurotus ostreatus</i>
<i>Lactarius deterrimus</i>

- Mantarların meyve gövdeleri (halk arasında mantar dediğimiz kısım) çok hızlı büyür, özellikle yağmurdan sonra. Araştırın: Meyve gövdeleri nasıl bu kadar hızlı büyüyebiliyor?
- Bir mantar toplayıcısı ile görüşün veya araştırın; mantarların doğru toplanma yöntemini öğrenin. Neden bıçak kullanılmalıdır?
- Beyaz trüf, özel değeri olan ve pahalı bir lezzettir. Araştırın: Bu mantar nasıl bir türdür ve doğada nasıl bulunur ve toplanır?

Tekrar Soruları:

1. Mantarların genel özellikleri nelerdir?
2. Mantarlar nasıl sınıflandırılır?
3. Şapkalı mantarların (Basidiomycota) özellikleri nelerdir?
4. Hangi mantarları biliyorsun?
5. Cıvık mantarların karakteristik özelliği nedir ve hangi gruba aittirler?
6. Likenler nedir ve neden önemlidirler?

Anahtar noktalar:

- ✓ Mantarlar ökaryot, tek hücreli veya çok hücreli heterotrof organizmalardır. Gövdeleri hiflerden (iplikler) oluşur ve bunlar misel yapısını meydana getirir.
- ✓ Mantarlar çeşitli şekillerde çoğalır: eşeysiz olarak sporlarla, tomurcuklanma ile veya miselden bir parçanın kopmasıyla; ayrıca eşeyli çoğalma da vardır.
- ✓ Mantarlar sporların geliştiği meyve gövdeleri oluşturur. Bunlar türe bağlı olarak farklı şekil ve boyutlara sahip olabilir. Şapkalı mantarlarda, meyve gövdesini biz "mantar" olarak tanırız.
- ✓ Mantarlar âlemi bazı ortak özelliklere göre gruplandırılmış farklı formları kapsar. Bunlar arasında: Zigomisetler: küf mantarlarını içerir. Askomisetler: eczacılık açısından önemli türleri barındırır; örneğin *Penicillium*, *Aspergillus* ve gıda endüstrisinde kullanılan mayalar. Bazidiyomisetler (şapkalı mantarlar): meyve gövdeleri nedeniyle "mantar" olarak bilinirler.
- ✓ Mantarlar ekolojik açıdan çok önemlidir çünkü "redüsentler" grubuna girerler; biyolojik atıktaki organik maddeleri mineralize eder ve mineralleri biyogeojeolojik döngüye geri kazandırır. Bazıları parazittir; insan sağlığını doğrudan tehdit eder veya tarımda ürün kayıplarına yol açar.
- ✓ Mantarlar arasında biyolojik etkisi güçlü bileşikler üreten türler vardır; bunlar eczacılıkta kullanılır.
- ✓ Mantarlar yüksek besin değerleri ile dikkat çeker; mineral ve protein açısından zengindirler ve beslenmede önerilir. Bazı türler endüstriyel olarak yetiştirilmektedir.
- ✓ Likenler, mantar ve siyanobakterilerin oluşturduğu simbiyotik organizmalardır. Mantarın miseli su ve mineralleri sağlar, siyanobakteriler ise fotosentezle besin üretir.
- ✓ Likenler hava kirliliğine karşı çok hassastır, bu yüzden hava kalitesinin biyoindikatörleri olarak kabul edilirler.

3.7. BİTKİLER ALEMİ (PLANTAE)

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Bitkiler aleminin temsilcilerini açıklar;
- ✓ Bitkiler aleminin temsilcilerini temel özelliklerine göre sayar ve sınıflandırır.

Bitkiler alemi, yüksek organizasyonlu, çok hücreli ökaryot organizmaları kapsar ve evrimsel olarak yeşil alglerden köken alır. Yaklaşık 400.000 bitki türünü kapsar, fakat bu sayı morfolojik ve moleküler analizleri içeren yeni araştırmalarla sürekli artmaktadır. Türlerin büyük kısmı karasal, fakat sucul temsilciler de vardır.

Bitkilerin yaşam döngüsünde eşeyli (gametofit) nesil ve eşeysiz (sporofit) nesil dönüşümlü olarak görülür. Bitki gövdesi kök, gövde, yaprak, çiçek, meyve ve tohumdan oluşur. Her bir bitki organının anatomik yapısında, karasal yaşama uyumu sağlayan özelleşmiş dokular (iletim dokuları, mekanik dokular) bulunur. Ayrıca, örtü dokusu olan epidermisin üzerinde gelişen kutikula (mum tabakası) bitki organlarını kurumaya karşı korur.

Bitkiler âlemi şu şekilde ayrılır:

- İletim dokusu olmayan bitkiler – yosunlar;
- İletim dokusu olan (vasküler) bitkiler, bunların içinde:
 - Tohumsuz bitkiler – eğrelti otları;
 - Tohumlu bitkiler – açık tohumlular ve kapalı tohumlular.

YOSUNLAR (BRYOPHYTA)

Yosunlar en ilkel kara bitkileridir, fakat doğada sucul temsilcileri de vardır. Bugüne kadar 15.000'den fazla yosun türü tanımlanmıştır. Suya çok ihtiyaç duyarlar, özellikle de üreme sırasında. Nemli bölgelerde, bataklıklarda, turbalıklarda, mağaralarda, nemli taş ve kayalarda bulunurlar. Çoğu yosunda gövde kauloid (küçük gövde) ve filoid (yaprakçıklar) olarak farklılaşmıştır. Gerçek kökleri yoktur, fakat rizoid (ince kök tüyleri) taşırlar.

Bu kökler onlara zemine tutunmak için, kısmen de suyu emmek için hizmet eder. Suyu iletkin dokuları olmadığı için tüm yüzeyleri aracılığıyla alırlar. Karayosunları nesil değişimi ile eşeyli ve eşeysiz olarak çoğalabilirler. Karayosunlarında baskın olan nesil eşeyli (gametofit) nesildir. Bu nesil, üzerinde eşey organlarının, anteridiyumların (erkek organlar) ve arhegoniyumların (dişi organlar) bulunduğu karayosunun gövdesi ile temsil edilir. Eşeysiz (sporofit) nesil ise, içerisinde sporların bulunduğu sporangiyum ile temsil edilir.

Tanım

Filoidler küçük ve genellikle yeşil, ilkel bitki organlarıdır ve damarlı bitkilerdeki gerçek yapraklarla aynı işlevi görürler.

Bu âlemdeki temsilciler iki gruba ayrılır: taluslu karayosunları (ciğerotları) ve gövdeli yapraklı karayosunları.

Ciğerotlarının gövdesi, yassılaştırmış talustan oluşur, bu talus yere paralel uzanır ve yüzey boyunca sürünür.

Bu gruptaki karakteristik bir temsilci marşansiyadır (*Marchantia polymorpha*) (Şekil 3.43).

Gövdeli yapraklı karayosunları daha karmaşık yapıya sahiptir, gövdeleri dik duran kauloidden (küçük gövdecik) oluşur ve bunun üzerinde filoide adı verilen yaprakçıklar dizilmiştir.

Bu gruptaki karakteristik bir temsilci tüylü karayosunudur (*Polytrichum commune*) (Şekil 3.44).

Bataklık alanlarda ve turbalıklarda ise *Sphagnum* cinsine ait karayosunu türleri gelişir (Şekil 3.45) ve bunlardan kömür oluşur.



Şekil 3.43 Marşansiya



Şekil 3.44 Tüylü karayosunu

Tanım

Turbalık, turba adı verilen organik maddenin biriktiği bir tür nemli yaşam alanıdır. Turba, özellikle yosunların (çoğunlukla *Sphagnum*) kısmen ayrışmamış bitki artıklarından oluşur ve bu oluşum yüksek nem, düşük sıcaklık ve oksijen eksikliği koşullarında gerçekleşir.



Şekil 3.45 *Sphagnum* sp.

EĞRELTİ OTLARI (PTERIDOPHYTA)

Eğrelti otları (*Pteridophyta*) tohumuzsuz kara bitkileridir. 12.000'den fazla türü bilinmektedir. Bitkide kök, gövde ve yapraklar farklılaşmıştır. Nesil değişimi ile eşeyli ve eşeysiz olarak çoğalırlar. Yaprığın alt kısmında sporangiyumlar oluşur, bunlar soruslar hâlinde gruplanmıştır ve içerisinde sporlar meydana gelir. Filoidler küçük ve genellikle yeşil, ilkel bitki organlarıdır; damarlı bitkilerdeki gerçek yapraklarla aynı işlevi görürler.

Sporlar verimli bir zemine düştüğünde, kalp şeklinde karakteristik bir oluşum olan protalyuma dönüşür, bunun üzerinde erkek ve dişi üreme organları gelişir ve bu organlarda üreme hücreleri oluşur. Döllenmeden sonra kök, gövde ve yaprakları olan bir bitkiye dönüşecek zigot meydana gelir.

Eğrelti otlarının karakteristik temsilcileri: tatlı eğrelti otu (*Polypodium vulgare*) (Şekil 3.46), erkek eğrelti otu (*Dryopteris filix-mas*) (Şekil 3.47), kartal eğrelti otu (*Pteridium aquilinum*) (Şekil 3.48) vb.

Eğrelti otları hem hayvanlar için besin olarak hem de şifalı bitki olarak kullanılmaktadır. Bizim geleneksel tıbbımızda, örneğin, tatlı eğrelti otu öksürük, bronşit, idrar yolu hastalıkları, safra iltihabı vb. için ilaç olarak kullanılır.

TOHURLU BİTKİLER (SPERMATOPHYTA)

Yeryüzünde iklimin değişmesiyle birlikte bitkilerin bu koşullara uyum sağlaması ihtiyacı doğdu. Bu özelliklerden biri, bitkilerde tohumun gelişeceği tohum taslaklarının ortaya çıkmasıdır. Tohum taslağının nerede bulunduğu, açık bir meyve yaprağında mı yoksa dişi organın (karpellerin) ovaryumunda mı olduğuna bağlı olarak tohumlu bitkiler **açık tohumlular** ve **kapalı tohumlular** olarak ikiye ayrılır. Kapalı tohumlu bitkilerde, tohum taslağı meyve yaprağının içinde yerleşmiştir, tohum oluştuktan sonra meyve yaprağı gelişir, etli hale gelir ve içinde tohumun korunduğu (saklandığı) meyve oluşur.

AÇIK TOHURLU BİTKİLER (GYMNOSPERMAE)

Bu gruba ağaçsı ve çalı formunda bitkiler girer ve çoğunlukla iğne yapraklıdır. Birkaç temsilci dışında, açık tohumlu bitkilerin büyük çoğunluğu her dem yeşil bitkilerdir, yani birkaç yıl yaşayan yaprakları yavaş yavaş dökülür ve yenileriyle yer değiştirir. Yapraklarda ve gövdede reçine kanalları bulunur ve buralardan reçine salgılanır. Tohum taslakları, kozalak adı verilen yapılar halinde gruplanmış meyve pullarının tabanına yerleşmiştir. Erkek kozalaklar polen torbacıklarının bulunduğu, polenlerin oluştuğu stamen pullarından oluşur. Karakteristik temsilciler şunlardır: çam (*Pinus*) – bizde karaçam (*Pinus nigra*), molika (*Pinus peuce*) (Şekil 3.49), 1826'da keşfedilen Balkan endemiği, köknar (*Abies*) – en yaygını beyaz köknar (*Abies alba*), ladin (*Picea abies*), ardıç (*Juniperus*) (Şekil 3.50), selvi (*Cupressus*), mazi (*Thuja*), porsuk (*Taxus*), efedra (*Ephedra*) vb. Daha ilkel ve eski açık tohumlu bitkilerden biri de sagolar (*Cycas*) cinsidir (Şekil 3.51).



Şekil 3.46 Tatlı eğrelti otu, sporangiumlarıyla



Şekil 3.47 Erkek eğrelti otu



Şekil 3.48 Kartal eğrelti otu



Şekil 3.49 Molika



Şekil 3.50 Ardıç

Bu cins tropik ve subtropik bölgelerde yayılmıştır ve palmiye görünümündedir. Diğer karakteristik bir cins de ginkgo (Ginkgo) (Şekil 3.52) olup, temsilcisi Ginkgo biloba 270 milyon yıl öncesine ait floranın kalıntısıdır. Japonya ve Çin'de yayılmıştır, bizde ise parklarda süs bitkisi olarak bulunmaktadır. Bu, yapraklarının özgün şekliyle nadir görülen yaprak döken bir açık tohumlu bitkidir.

KAPALI TOHURLU BİTKİLER (ANGİOSPERMAE)

Kapalı tohumlu bitkiler yaklaşık 250 bin türle en kalabalık bitki grubunu oluşturur. Çoğunlukla kara bitkileridir, ancak bazı temsilcileri tatlı sulara yaşar, az sayıda ise saprofit ve parazittir. Yaşam sürelerine göre tek yıllık bitkiler de vardır, yüzlerce veya binlerce yıl yaşayan türler de bulunur. Bu grupta otsu, sebze türünden, çalı veya ağaç formunda bitkiler yer alır. Sistematikçiler, kapalı tohumlu bitkileri özelliklerine göre iki gruba ayırırlar: dikotiledonlar ve monokotiledonlar (Tablo 3.4).



Şekil 3.51 Cikas



Şekil 3.52 Ginkgo

Tablo 3.4 Dikotiledon ve monokotiledon bitkilerin özellikleri

Dikotiledonlar	Monokotiledonlar
Tohum iki kotiledona sahiptir	Tohum bir kotiledona sahiptir
Kazık kök sistemi	Saçak kök sistemi
Gövde ikincil olarak kalınlaşır	Gövde ikincil yapıya sahip değildir
Açık iletim demetleri	Kapalı iletim demetleri
Yaprakta ağsı damarlanma	Yaprakta paralel damarlanma
Çiçek çoğunlukla beş parçalıdır, çanak ve taç yaprakları ayndır	Çiçek üç parçalıdır, basit çiçek örtüsüne (perigon) sahiptir

DİKOTİLEDON BİTKİLER (DYCOTILEDONAE)

Yaklaşık 200.000 türü vardır, yani tüm bitki âlemi (Plantae) temsilcilerinin yarısından fazlasını oluştururlar. Aşağıda, farklı familyalara ait ve insan için önemli olan ya da Kuzey Makedonya Cumhuriyeti topraklarında bulunan bazı bitkiler verilmiştir.

Famİlya Dügün Çİçekleri (Ranunculaceae)

Bu famİlya yaklaşık 2.500 türü kapsar, çoğunlukla otsu bitkilerdir. En kalabalık olanı düğün çiçekleri cinsidir (*Ranunculus*). İlbaharın ilk bitkileri arasında acı çiğdem (*Ranunculus ficaria*) (Şekil 3.53 A), çöpleme (*Helleborus odorus*) (Şekil 3.53 B), adonis otu (*Adonis vernalis*), anemon (*Anemone nemorosa*) (Şekil 3.54) vb. yer alır.



Şekil 3.53 Dügün çiçeği (A), Çöpleme (B)



Şekil 3.54 Anemon

Famİlya Haşhaşgiller (Papaveraceae)

Yaklaşık 40 cins'e ait 750 türü kapsar, en bilinenleri Papaver cinsine ait türlerdir, örneğin haşhaş (*Papaver somniferum*) (Şekil 3.55). Alkaloidlerin saflığı açısından dünyada ikinci sırada olduğumuz kabul edilir: morfin, kodein ve papaverin. Bunlardan ilaç yapılır. Afyon ve türevleri haşhaşın sütünden elde edilir. Kırlangıçotu (*Chelidonium majus*) (Şekil 3.56) ise turuncu renkli sütlü özsuğu olan yabani bir bitkidir ve bakterisit ile fungusit etkisi vardır.



Şekil 3.55 Haşhaş



Şekil 3.56 Kırlangıçotu
Chelidonium majus

Famİlya Kayın (Fagaceae)

Yaklaşık 900 türü kapsar ve bunlar yaprak döken ağaçlardır, nadiren çalılardır. Bu famİlyanın bir temsilcisi kayın ağacıdır (*Fagus silvatica*) (Şekil 3.57). Buraya ayrıca meşe cinsi de girer; bizim floramızdan makedon meşesi (*Quercus trojana*), saçlı meşe (*Quercus cerris*), her dem yeşil meşe (*Quercus coccifera*) (Şekil 3.58) vb. türler bulunur. Ayrıca karakteristik bir temsilci olarak kestane (*Castanea sativa*) (Şekil 3.59) da yer alır.



Şekil 3.57 Kayın



Şekil 3.58 Her dem yeşil meşe



Şekil 3.59 Kestane

Isırganıklar (Urticaceae)

Bu familyanın temsilcileri otsu, tek yıllık ve çok yıllık bitkilerdir. Ülkemizde *Urtica* cinsine ait en yaygın tür olan ısırgan otu (*Urtica dioica*) (Şekil 3.60) bulunur. Beslenmede ve alternatif tıpta çay hazırlanmasında kullanılır.



Şekil 3.60 Isırgan otu

Lahanalar (Brassicaceae)

Yaklaşık 3.000 tür otsu bitkiyi kapsar, en bilinen cins ise *Brassica*'dır. Bu cinse beyaz lahana (*Brassica oleracea*) (Şekil 3.61), karnabahar (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) (Şekil 3.62), turp (*Rafanus sativa*) dahildir. Şifalı yabani bitki olarak çoban çantası (*Capsella bursa-pastoris*) (Şekil 3.63) öne çıkar.



Şekil 3.61 Lahana



Şekil 3.62 Karnabahar



Şekil 3.63 Çoban çantası

Ebegümecigiller (Malvaceae)

Bu familyaya çok yıllık otsu ve odunsu bitkiler dahildir. Ülkemizde *Malva* cinsine ait türler yabani olarak bulunur. Yaygın türler arasında beyaz ebegümeci (*Althaea officinalis*) (Şekil 3.64), kara ebegümeci (*Malva sylvestris*), gıda amaçlı kullanılan bamya (*Hibiscus esculentus*) ve pamuk (*Gossypium herbaceum*) (Şekil 3.65) yer alır.



Şekil 3.64 Beyaz ebegümeci



Şekil 3.65 Pamuk

Sütlegengiller (Euphorbiaceae)

Hintyağı bitkisi (*Ricinus communis*) (Şekil 3.66) süs bitkisi olarak yetiştirilir, ancak tıpta da kullanılır. Kauçuk ağacının (*Hevea brasiliensis*) sülü öz suyundan doğal kauçuk elde edilir. Ülkemizde yabani türler arasında en yaygın olanlar sütlegen cinsine (*Euphorbia*) (Şekil 3.67) aittir.



Şekil 3.66 Hintyağı bitkisi



Şekil 3.67 Sütlegen

Gülgiller Familyası (Rosaceae)

Bu familya yaklaşık 3.500 tür herdem yeşil ve yaprak döken otsu ve odunsu bitkiyi kapsar. Temsilcisi yabani gül veya kuşburnudur (*Rosa canina*) (Şekil 3.68). Buraya çilek, böğürtlen, ahududu, şeftali, kiraz, armut, elma ve diğerleri de dahildir.



Şekil 3.68 Yabani gül (kuşburnu)

Familiya Baklagiller veya Kelebekçiçekliler Familyası (Fabaceae)

Familiya yaklaşık 12.000 türü, 200 cinse ait tek yıllık otsu ve odunsu bitkileri kapsar. Daha önemli temsilciler: fasulye (*Phaseolus vulgaris*) (Şekil 3.69), bezelye (*Pisum sativum*) (Şekil 3.70), yer fıstığı (*Arachis hypogaea*) (Şekil 3.71), çeşitli fiğler, bakla, soya, akasya vb.



Şekil 3.69 Fasulye



Şekil 3.70 Bezelye



Şekil 3.71 Yer fıstığı

Maydanozgiller Familyası (Apiaceae)

Maydanozgiller otsu ve yeşil bitkilerdir ve çoğunlukla besin olarak kullanılır; örneğin havuç (*Daucus carota*), kimyon (*Carum carvi*) (Şekil 3.72), maydanoz (*Petroselinum crispum*) (Şekil 3.73), anason (*Pimpinella anisum*) ve diğerleri.



Şekil 3.72 Kimyon



Şekil 3.73 Maydanoz

Patlıcangiller Familyası (Solanaceae)

Yaklaşık 2.300 tür tek yıllık otsu bitkiyi kapsar, ayrıca ağaç ve sarılıcı bitkiler de vardır. Buraya patates (*Solanum tuberosum*), domates (*Solanum lycopersicum*), biber (*Capsicum annuum*), tütün (*Nicotiana tabacum*) (Şekil 3.74), gözbebeğini büyütmek için kullanılan güzelavrat otu (*Atropa belladonna*) ve diğerleri dahildir.



Şekil 3.74 Tütün



Şekil 3.75
Nane



Şekil 3.76
Adaçayı



Şekil 3.77
Kekik



Şekil 3.78
Fesleğen

Papatyagiller Familya (Asteraceae)

Yaklaşık 20.000 tür otsu bitkiyi kapsar, nadiren çalılar, ağaçlar ve sukkulentler de vardır. Karakteristik temsilciler: karahindiba (*Taraxacum officinale*), aynısafa (*Calendula officinalis*) (Şekil 3.79), civanperçemi (*Achillea millefolium*) (Şekil 3.80), papatya (*Matricaria chamomilla*) (Şekil 3.81), ayçiçeği (*Helianthus annuus*), papatya veya kır papatyası (*Bellis perennis*) ve diğerleri.



Şekil 3.79 Aynısafa



Şekil 3.80 Civanperçemi



Şekil 3.81 Papatya

MONOKOTİLEDONLAR (MONOCOTYLEDONAE)

Monokotiledonlar otsu, yeşil, tek yıllık ve çok yıllık bitkiler olup insan için son derece önemlidir. Aşağıdaki familyalara ayrılırlar:

Zambakgiller Familyası (Liliaceae)

Bu geniş familya şu cinsleri kapsar: zambak (*Lilium*) (Şekil 3.82), lale (*Tulipa*) (Şekil 3.83), Makedon kandil çiçeği (*Fritillaria*) ve diğerleri.



Şekil 3.82 Zambak



Şekil 3.83 Lale

Nergisgiller Familyası (Amaryllidaceae)

Bu familyanın birçok türü ülkemizde kültive edilmektedir. Temsilcileri: nergis (*Narcissus poeticus*) (Şekil 3.84), kardelen (*Galanthus nivalis*) (Şekil 3.85), soğan (*Allium cepa*), sarımsak (*Allium sativum*) ve diğerleri.



Şekil 3.84 Nergis



Şekil 3.85 Kardelen

Süsengiller Familyası (Iridaceae)

Bu familyanın temsilcileri otsu bitkilerdir. En yaygın türler şu cinslere aittir: süsen (*Iris*) (Şekil 3.86), çiğdem (*Crocus*) (Şekil 3.87) ve glayöl (*Gladiolus*), ki bu bitkiler süs çiçeği olarak bahçelerde yetiştirilir.



Şekil 3.86 Süsen



Şekil 3.87 Çiğdem



Şekil 3.88. Salep

Salepgiller Familyası / Orkideler (Orchidaceae)

Yaklaşık 30.000 türü kapsar ve en kalabalık familyalardan biridir. Bu familyanın temsilcileri tropikal bölgelerde saprofit ve epifit olarak yaşar. Bizde en çok salep cinsinden (*Orchis*) türler görülür (Şekil 3.88).

Buğdaygiller Familyası (Poaceae)

Bu familya yaklaşık 8.000 türü kapsayan tipik otsu bitkileri içine alır. Buraya şu cinsler girer: *Poa*, *Lolium*, *Bromus* ve diğerleri, ayrıca tahıl bitkileri buğday (*Triticum vulgare*) (Şekil 3.89), mısır (*Zea mays*) (Şekil 3.90), pirinç (*Oryza sativa*), arpa (*Hordeum vulgare*) ve diğerleri.



Şekil 3.89 Buğday



Şekil 3.90 Mısır

Etkinlikler:

- Taze örnekleri, herbaryum materyallerini veya yosunlar ve eğrelti otlarının şekillerini analiz edin. Öğrendiğiniz özelliklere dayanarak onları tanımaya çalışın.
- Taze veya herbaryum örneklerini gözlemleyin, kapalı tohumlu bitkilerin hangi gruba ait olduğunu tanımaya çalışın: monokotiledonlar mı yoksa dikotiledonlar mı.
- İncelenen temsilcilerden hangilerinin tıbbi bitkiler olduğunu araştırın.

Tekrar Soruları:

1. Bitki alemi neyi kapsar?
2. Dikotiledon ve monokotiledon bitkiler arasındaki farklar nelerdir?
3. Hangi familyalar dikotiledonlara girer?
4. Hangi familyalar monokotiledonlara girer?
5. Yosunların daha karakteristik temsilcileri hangileridir?
6. Eğrelti otları nasıl çoğalır?

Anahtar noktalar:

- ✓ Tohumlu bitkiler yosunlar ve eğrelti otlarıdır.
- ✓ Bitkiler, eşeyli ve eşeysiz nesil değişimi ile çoğalır.
- ✓ Tohumlu bitkiler açık tohumlular ve kapalı tohumlular olarak ayrılır.
- ✓ Açık tohumlu bitkilere şunlar girer: cycas, ginkgo, göknar, çam, larix vb.
- ✓ Kapalı tohumlu bitkiler özelliklerine göre dikotiledonlar ve monokotiledonlar olarak ayrılır.
- ✓ Dikotiledonların özellikleri: iki kotiledon, ağsı damarlanma, kazık kök, açık iletim demetleri, gövde ikincil olarak kalınlaşır, çiçek genellikle beş parçalıdır ve çanak ile taç yaprakları farklıdır.
- ✓ Monokotiledonların özellikleri: bir kotiledon, kapalı iletim demetleri, gövde ikincil olarak kalınlaşmaz, paralel damarlanma, saçak kök, üç parçalı çiçek basit çiçek örtüsü (perigon) ile.
- ✓ Dikotiledon bitkilere şu familyalar girer: düğünçiçeğigiller, haşhaşgiller, kayıngiller, ısırgangiller, turpgiller, ebegümecigiller, güller, sütlegengiller, baklagiller, maydanozgiller, patlıcangiller, balıbabagiller, papatyagiller.
- ✓ Monokotiledon bitkilere şunlar girer: zambakgiller, nergisgiller, süsengiller, orkidegiller, buğdaygiller.

3.8. HAYVANLAR ALEMİ (ANIMALIA)

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Hayvanların başlıca özelliklerini sıralar.
- ✓ Hayvanlar alemine alt temsilcilerin temel özelliklerini tanımlar ve açıklar.
- ✓ Hayvanlar aleminin önemli temsilcilerini sıralar.

Hayvanlar alemi (Animalia), birbirinden farklı en fazla türü kapsar. Hayvanların ortak özellikleri şunlardır: çok hücreli organizmalar, heterotrof beslenirler, az sayıda parazitlik olanları vardır, aktif hareketlidirler, fakat sabit (sedanter) türleri de bulunur. Vücutlarında ön kısım – ağız ve duyu organlarının bulunduğu baş ile arka kısım – anal açıklığın bulunduğu bölüm ayırt edilir. İki taraflı (bilateral) veya ışınsal (radial) simetri gösterirler. İç organların vücut duvarından ayrıldığı vücut boşluğu (selom) taşırlar. Genellikle eşeyli ürerler, en ilkel türler eşeysiz olarak da çoğalabilir. Vücutta destek – omurga bulunup bulunmamasına göre omurgasız (Invertebrata) ve omurgalı (Vertebrata) hayvanlar olarak ikiye ayrılırlar.

Omurgasız hayvanlar (Invertebrata), yeryüzündeki çok hücreli hayvanların en çeşitli ve en kalabalık grubunu oluşturur. Omurga veya kemikleri yoktur, fakat bazıları dış iskelete sahiptir. Boyutları 0,2 mm'den 20 m'ye kadar değişir. Büyük bir bölümü parazittir. Günümüze kadar yaklaşık 1,25 milyon tür tanımlanmıştır, bunların büyük çoğunluğunu böcekler oluşturur. En basit formlara dokusuz hayvanlar denir; hayvanların çoğunda ise hücreler doku ve organlar hâlinde örgütlenmiştir. Omurgasızlar birkaç tipe ayrılır.

SÜNGERLER (PORIFERA)

En basit yapılı su hayvanlarıdır, gerçek dokuları ve organları yoktur, suya bağlı yaşarlar. Boyutları 1 cm'den 2 m'ye kadar değişir. Tomurcuklanma ya da eşeyli yolla ürerler. Vücutları gözenekli olup dış ve iç hücre tabakası ile boşluktan oluşur. Besinli su gözeneklerden girer, ockulum adı verilen büyük açıklıktan çıkar. Sertlik kazandıran iç iskeletleri, küçük mineral iğneciklerden (spikül) ve elastik bir protein olan sponginden oluşur. Önemli bir temsilcisi Ohri gölü sünger (Ochridospongia rotunda) (Şekil 3.91)'dir. Şekil 3.92'de deniz süngerleri gösterilmiştir.



Şekil 3.91 Ohri sünger



Şekil 3.92 Deniz süngerleri

KNİDLİLER (CNIDARIA)

Knidliler ilkel sucul hayvanlardır. Bazıları (örneğin mercanlar) zemine bağlı yaşar, bazıları ise serbest yüzer (örneğin denizanası). Vücutları iki hücre tabakasından oluşur – dış ve iç tabaka, aralarında jelatinimsi bir madde bulunur. Ağız açıklıkları vardır ve çevresinde avı felç eden yakıcı hücrelere sahip dokunaçlar bulunur. Besinlerini enzimlerle parçalar, artık maddeleri ise aynı açıklıktan dışarı atarlar. En ilkel sinir sistemi olan ağsı sinir sistemine sahiptirler. Tomurcuklanma ile çoğalırlar. Temsilcileri: altın denizanası (*Mastigias papua*) (Şekil 3.93), tatlısu hidrası (*Hydra vulgaris*) (Şekil 3.94), kırmızı mercan (*Corallium rubrum*) (Şekil 3.95) ve diğerleri.



Şekil 3.93 Altın denizanası



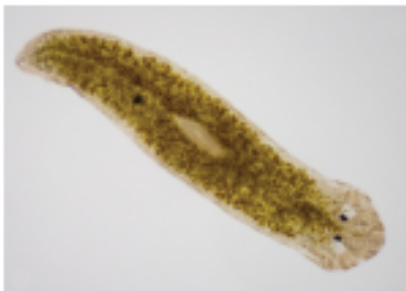
Şekil 3.94 Hidra



Şekil 3.95 Kırmızı mercan

YASSI SOLUCANLAR (PLATYHELMINTHES)

Vücutları üç hücre tabakasından oluşur, sindirim sistemleri ağız ve kör sonlanan bir bağırsaktan meydana gelir. Sinir sistemi baş bölgesindeki ganglionlar ve buradan çıkan sinir şeritleriyle temsil edilir. Boşaltım sistemi ise artık maddeleri gözeneklerden atan yıldızlı hücrelerle sağlanır. Hermafrodit olup eşeyli ürerler. Boyları 1 mm'den 20 m'ye kadar değişir. Bilateral simetriye sahip en basit organizmalardır. Temsilcileri: tatlısu sütbeyaz planaryası (*Dendrocoelum lacteum*) (Şekil 3.96), büyük karaciğer kelebeği (*Fasciola hepatica*), tenyalar (sığır tenyası *Taenia saginata* ve köpek tenyası *Taenia hydatigena* (Şekil 3.97)).



Şekil 3.96 Planarya



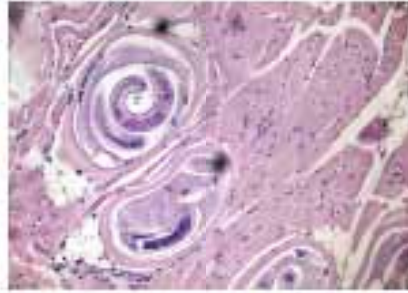
Şekil 3.97 Tenya

YUVARLAK SOLUCANLAR (NEMATHELMINTHES)

Vücutları uçları sivrilmiş, uzun yapılıdır. Boyutları 1 mm'den 1 m'ye kadar değişir. Vücudun ön kısmında ağız açıklığı bulunur; bu açıklık bağırsakla devam eder ve anüsle sonlanır. Tatlı ve tuzlu sularda yaşarlar, ayrıca parazitik türleri de vardır. Temsilcileri arasında insan bağırsak solucanı (*Ascaris lumbricoides*) (Şekil 3.98), kirli yiyeceklerle bulaşır ve trikina (*Trichinella spiralis*) (Şekil 3.99) bulunur; bu parazit iyi pişirilmemiş domuz etinin tüketilmesiyle bulaşır.



Şekil 3.98 İnsan bağırsak solucanı



Şekil 3.99 Trikina

YUMUŞAKÇALAR (MOLLUSCA)

Temsilcilerinin vücutları üç bölümden oluşur: baş, ayak ve gövde. Baş kısmında duyu organları yer alır. Gövdede iç organlar bulunur. Hareketlerini kaslı bir organ olan ayak sayesinde gerçekleştirirler. Vücutları bilateral simetriye sahiptir. Temsilcileri arasında salyangozlar, midyeler, kafadanbacaklılar vardır.

Salyangozlar (Gastropoda) kıvrılmış bir kabuğa sahiptir, bilateral simetri göstermezler; gövdeleri başa göre 180° dönmüştür. Tuzlu ve tatlı sularda, ayrıca karada da yaşarlar. Eşeyli ürerler; bazıları ayrı eşeylidir, bazıları hermafrodit olabilir. Temsilcileri arasında bağ salyangozu (*Helix pomatia*) (Şekil 3.100), dev salyangoz (*Achatina fulica*) (Şekil 3.101), bataklık salyangozu (*Viviparus contectus*) bulunur. Konus deniz salyangozu en zehirli türdür; zehrinin bir damlası 10 insanı öldürebilir.

Midyeler (Bivalvia) tatlı ve tuzlu sularda yaşar. Vücutları kaslı bir "ANAHTAR" ile kapatılan iki kabukla korunur. Sabit bir yaşam tarzları olduğundan baş kısımları yoktur. Temsilcileri arasında nehir midyesi, istiridye (*Ostrea edulis*) (Şekil 3.102), kara midye (Şekil 3.103) vardır.



Şekil 3.100 Bağ salyangozu



Şekil 3.101 Dev salyangoz



Şekil 3.102 İstiridye



Şekil 3.103 Kara midye

Kafadanbacaklılar (Cephalopoda) denizleri ve okyanusları mesken tutar. Büyük boyutlara ulaşırlar ve en büyük omurgasızlardır. Bu gruba mürekkep balığı (*Sepia*) (Şekil 3.104), ahtapot (*Octopus*) (Şekil 3.105), nautilus (*Nautilus*) ve kalamar (*Loligo*) dahildir. Mürekkep balığı savunma sırasında mürekkep benzeri koyu bir sıvı salgılayarak düşmanından kaçır. En büyük tür dev kalamardır ve 13 metreye kadar ulaşabilir. Bu gruptaki türler insanlar tarafından besin olarak da kullanılır.



Şekil 3.104 Mürekkep balığı

HALKALI SOLUCANLAR (ANNELIDA)

Vücutları aynı büyüklükte halkalardan (segmentlerden) oluşur (homonom segmentasyon). Suda yaşayan türleri solungaçla, karada yaşayanlar ise deri yoluyla solunum yapar. Eşeyli ürerler. İlk kez bu grupta vücut boşluğu – selom görülür. Karasal türlerin vücudu mukus salgılayan bir kutikula ile kaplıdır. Kapalı dolaşım sistemine sahiptirler. Bu şubeye alt türler arasında toprak solucanı (*Lumbricus terrestris*) (Şekil 3.106), nereis (*Nereis vexillosa*) (Şekil 3.107), tıbbi sülük (*Hirudo medicinalis*) (Şekil 3.108) yer alır.



Şekil 3.105 Ahtapot



Şekil 3.106 Toprak solucanı



Şekil 3.107 Nereis



Şekil 3.108 Sülük

EKLEMBACAKLILAR (ARTHROPODA)

Bu şubedeki canlıların vücutları farklı büyüklükteki eklemelerden oluşur (heteronom segmentasyon) ve eklemli yapılarla birbirine bağlanır. Vücutlarında baş, göğüs ve karın bölümleri ayırt edilir. Tür sayıları 1 milyondan fazladır. Vücutları dıştan kitinden yapılmış bir iskelet (ekzoskelet) ile kaplıdır. Bu dış iskelet vücuda destek sağlar ve içeriden kas demetleri bu iskelete bağlıdır; böylece vücut, bacaklar ve antenler hareket ettirilir. Büyüdüklerinde eski dış iskeletlerini atar ve yenisini oluştururlar (deri değiştirme). Eşeyli ürerler, gelişimleri doğrudan ya da başkalaşım (metamorfoz) ile olur. Bu şubeye ait canlılar birkaç sınıfa ayrılır: böcekler, örümceğimsiler, çokayaklılar ve kabuklular.

Böcekler (Insecta) eklembacaklıların en kalabalık grubudur. Başlarında antenler ve duyu organları bulunur, göğüslerinde üç çift bacak ve bir ya da iki çift kanat vardır.

Birçok böcek zararlı olsa da, insan için yararlı olanlar da vardır (bal arısı – *Apis mellifera* (Şekil 3.109), ipek böceği – *Bombyx mori*, uğur böceği – *Coccinella septempunctata* (Şekil 3.110) vb.).

Örümceğimsiler (Arachnida) dört çift bacağına sahiptir. Beslenirken avladıkları canlıyı sindirim sıvılarıyla parçalayarak dışarıda sindirirler, sonra onu emerler. Bu gruba örümcekler, akrepler, keneler vb. girer. Örümceklerden karakteristik olanlar: haçlı örümcek (Şekil 3.111), tarantula, kara dul (Şekil 3.112) vb.

Akreplerin (Şekil 3.113) vücudu uzundur ve karınlarının son segmentinde zehir bezine bağlı bir iğne bulunur. İlginç olan, akreplerin canlı yavru doğurmasıdır. Eklembacaklıların diğer temsilcileri kenelerdir (Şekil 3.114), bunlar çoğunlukla omurgalıların derisinde yaşayan küçük parazitlerdir. Uyuz böceği (*Sarcoptes scabiei*) (Şekil 3.115) ise insan derisinde parazit olarak yaşar.

Çokayaklılar (Miriapoda) uzun, aynı segmentlerden oluşan bir vücuda sahiptir ve vücut baş ve gövdeden oluşur. Her segment bir ya da iki çift bacak taşır. Segment başına düşen bacak sayısına göre tek çiftli ve çift çiftli çokayaklılar olarak ayrılırlar. Tek çiftli çokayaklılara örnek olarak evlerde ve bahçelerde rastlanan, etçil olup diğer böcekleri avlayan ev kırkayak (*Scutigera coleoptrata*) (Şekil 3.116) gösterilebilir. Çift çiftli çokayaklılar ise ölü bitki parçalarıyla beslenir; örnek olarak siyah çokayak (*Julus terrestris*) (Şekil 3.117) verilebilir.

Kabuklular (Crustacea) suda ve nemli toprakta yaşarlar. Karakteristik temsilcileri arasında mikroskobik boyutlardaki küçük kabuklular – dafni (*Daphnia*) (Şekil 3.118) ve siklops, ayrıca ıstakoz (Şekil 3.119), tatlı su kereviti (Şekil 3.120), deniz yengesi vb. bulunur.



Şekil 3.109 Bal arısı



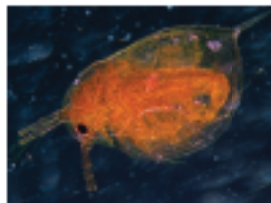
Şekil 3.110 Uğur böceği

Şekil 3.111
Haçlı örümcekŞekil 3.112
Kara dulŞekil 3.113 Asya orman
akrebiŞekil 3.114
KeneŞekil 3.115
Uyuz böceği

Şekil 3.116 Ev kırkayağı



Şekil 3.117 Siyah çokayak



Şekil 3.118 Dafni (su piresi)



Şekil 3.119 İstakoz

Şekil 3.120 Tatlı su kereviti
(tatlısu yengesi)

DERİDİKENLİLER (ECHINODERMATA)

Bu hayvanlar deniz tabanını yaşarlar. Vücutlarında beş ışınli simetri vardır. Ambulakral ayaklarla (uçları vantuzla biten küçük kanalcıklar) hareket ederler. Eşeyli ürerler ve gelişimleri metamorfozla olur. Temsilcileri: deniz kestanesi (*Echinus melo*) (Şekil 3.121), deniz zambakları (*Crinoidea*), deniz hiyarları (*Holothuroidea*) (Şekil 3.122), yılan yıldızları (*Ophiuroidea*) (Şekil 3.123), deniz yıldızı (*Asterias rubens*) (Şekil 3.124).



Şekil 3.121
Deniz kestanesi



Şekil 3.122 Deniz hiyarı



Şekil 3.123
Yılan yıldızı



Şekil 3.124
Deniz yıldızı

OMURGALI HAYVANLAR (VERTEBRATA)

En gelişmiş organizmaları birleştirir ve yaklaşık 65.000 türü kapsar. Hepsini için temel özellik notokordun (kıkırdak yapı) görülmesidir, ki daha yüksek kategorilerde kıkırdaklı, daha sonra da evrimsel olarak yeni kemikli omurga sütununa dönüşür. Hepsinde bilateral simetri, vücut boşluğu (selom), alt formlarda solungaçlar, yüksek formlarda akciğerler vardır. Hepsinde kapalı dolaşım sistemi bulunur. Kuşlarda ve memelilerde homeotermi görülür. Altı sınıfa ayrılırlar: yuvarlakağızlılar, balıklar, ikiyaşamlılar, sürüngenler, kuşlar ve memeliler.

YUVARLAKAĞIZLILAR (CYCLOSOMATA)

Bu balık benzeri hayvanlardan az sayıda tür kalmıştır. İlkel yapıdadırlar, notokord ve kıkırdak başlangıcı vardır. Tatlı ve tuzlu sularda bulunurlar. Ağız açıklığı sülük gibi olup, bununla avına yapışır, dokuya keskin dişli dilleriyle girer ve vücut sıvılarını emerler. Temsilcisi: nehir lampreti (*Lampetra fluviatilis*) (Şekil 3.125).



Şekil 3.125 Nehir lampreti

BALIKLAR (PISCES)

Tatlı ve tuzlu sularda yaşayan omurgalı hayvanlardır. Tür sayıları yaklaşık 33.600'dür. Vücutları kıkırdaklı veya kemikli pullarla kaplıdır ve bunlar ince bir epidermisle örtülüdür. İskelet sistemleri kafatası (çoğunlukla dişli çeneler), omurga (kıkırdak veya kemik), kaburgalar ve yüzgeçleri hareket ettiren kuşaklardan oluşur. Yüzgeçler çift veya tek olabilir. Sindirim sistemleri iyi gelişmiştir. Solungaçlarla solunum yaparlar, dolaşım sistemleri kapalı tiptir. Duyu organları, beyin ve omurilik gelişmiştir. Çift böbrekleri ve çift eşey bezleri vardır. Hepsini ayrı eşeylidir. Kemikli balıkların midesinde yüzme kesesi bulunur, bu sayede suda dengede kalırlar. Sınıf iki gruba ayrılır: kıkırdaklı balıklar – köpekbalıkları, vatozlar ve bazı deniz yırtıcıları; kemikli balıklar – tüm balıkların %95'ini kapsar. Tropikal balina köpekbalığı en büyüğüdür, 20 m'ye ulaşır ve planktonla beslenir.

Kemikli balıklardan daha çok bilinenler şunlardır: alabalık (*Salmo letnica*) (Şekil 3.126), sazan (*Cyprinus carpio*), kızılkanat balığı (*Rutilus rutilus*) (Şekil 3.127), yayın balığı, orkinos, sardalya, ringa ve diğerleri.



Şekil 3.126 Alabalık



Şekil 3.127 Kızılkanat balığı

KURBAĞALAR (AMPHIBIA)

Bunlar, yavaş yavaş karasal yaşama uyum sağlamış ilk omurgalıdır, bu da akciğerlerin ortaya çıkmasına yol açmıştır. Ancak akciğerleri tam gelişmemiştir, bu yüzden solunuma sürekli nemli olan deri de yardımcı olur. Vücut baş ve gövdeden oluşur, gövdede iki çift uzuv vardır. Küçük kan dolaşımı görülür (kan kalpten akciğerlere, oradan tekrar kalbe yönelir). Eşeyli ürerler, döllenme dışta gerçekleşir. Kurbağalar üç gruba ayrılır: kurbağalar, semenderler (kuyruklular) ve bacaksızlar. Kurbağaların karakteristik özelliği, iki çift uzuvları olması ve parmakları arasında yüzmeye uygun zar bulunmasıdır. Temsilcileri: kara kurbağası (*Bufo bufo*) (Şekil 3.128), yeşil kurbağa (*Pelophylax esculentus*) (Şekil 3.129) ve diğerleri. Kuyruklulardan benekli semender görülür.



Şekil 3.128 Kara kurbağası



Şekil 3.129 Yeşil kurbağa

SÜRÜNGENLER (REPTILIA)

Sürüngenler, suya bağımlı olmayan ilk kara hayvanlarıdır. Vücutlarının üzerinde keratin pullar bulunur, kaplumbağalarda ise sert bir kabuk oluşur. İki çift uzuvları vardır, yılanlar hariç. Eşeyli ürerler ve döllenme içte gerçekleşir. Döllenmeden sonra dişi, embriyonun üç zarla korunduğu yumurtaları bırakır. Sınıf 7.000'den fazla türü kapsar ve kertenkeleler, kaplumbağalar, yılanlar ve timsahlar olmak üzere dört gruba ayrılır. Bilinen temsilcileri: kertenkelelerden yeşil kertenkele (*Lacerta viridis*) (Şekil 3.130), duvar kertenkelesi; yılanlardan engerek (*Vipera ursinii*) (Şekil 3.131), pıton (*Python reticulatus*), şeritli engerek ve diğerleri; kaplumbağalardan bataklık kaplumbağası (*Emys orbicularis*), Galapagos kaplumbağası (*Chelonoidis nigra*); timsahlardan Nil timsahı (*Crocodylus niloticus*) (Şekil 3.132) ve Amerikan timsahı (*Alligator mississippiensis*).



Şekil 3.131 Engerek



Şekil 3.130 Yeşil kertenkele



Şekil 3.132 Nil timsahı

KUŞLAR (AVES)

Sınıf yaklaşık 10.000 kuş türünü kapsar. Bunlar sabit vücut sıcaklığına sahip hayvanlardır, vücutları tüylerle ve bacakları keratin plaklarla kaplıdır. Uçmaya uyum sağlamışlardır, ancak bazıları bu yeteneği ikincil olarak kaybetmiştir. Hafif ve içi boş kemiklere sahiptirler, ön uzuvları kemiklerin sayısı ve dizilişi açısından değişime uğrayarak kanatlara dönüşmüştür. Hava keselerine sahiptirler; bu keseler hem çift yönlü gaz değişimini sağlar hem de uçuş sırasında vücut hacmini azaltır. İç organlarda, üreme sisteminin sağ tarafı (yumurtalık ve yumurta kanalı) eksiktir. Ağız açıklığı keratinleşmiş yapılarla gagaya dönüşmüştür; gaga, kuşların beslenme şekline göre farklı biçim ve büyüklüklerde olabilir. Kalpleri dört odacıklıdır (iki kulakçık ve iki kanncık). Döllenme içte gerçekleşir ve yumurta bırakırlar. Üç gruba ayrılırlar: koşucular, uçucular ve penguenler. Koşuculara devekuşu (Şekil 3.133) ve kıvırlar dahildir. Penguenler uçuş yeteneğini kaybetmiş özel bir kuş grubudur, kanatları yüzgece benzer ve yüzmeye uyum sağlamıştır (Şekil 3.134). Uçucular grubunda ise çok sayıda kuş yer alır: dalgıç kuşlar, leylek (*Ciconia ciconia*), kuğular (Şekil 3.135), karabataklar, kazlar, ördekler, balıkçıllar ve diğerleri. Yırtıcı kuşlardan bazıları: şahin, kartal (*Aquila chrysaetos*) (Şekil 3.136), atmaca vb.

Tavuksulara evcil tavuk, keklik (Şekil 3.137), sülün ve diğerleri girer. Papağanlar (*Agapornis roseicollis*) (Şekil 3.138), sinek kuşları (*Trochilidae*) (Şekil 3.139) – en küçük kuşlardır – ve ötücülerden bülbül (*Luscinia megarhynchos*) (Şekil 3.140), serçe, karga, kuzgun, karatavuk ve diğerleri bulunur.



Şekil 3.133 Devekuşu



Şekil 3.134 Penguen



Şekil 3.135 Kuğu



Şekil 3.136 Kartal



Şekil 3.137 Keklik



Şekil 3.138 Papağan



Şekil 3.139 Sinek kuşu



Şekil 3.140 Bülbül

MEMELİLER (MAMMALIA)

Memeliler evrimsel olarak en gelişmiş grup olup yaklaşık 6.500 türü kapsar. Bunlar sabit vücut sıcaklığına sahip organizmalardır, vücutları kıllarla kaplıdır ve derilerinde çeşitli bezler bulunur. Döllenme içte gerçekleşir ve yavru, çoğu memelide annenin rahminde gelişir; bu gelişim sırasında yavru, annenin kan dolaşımıyla organ – plaseenta aracılığıyla anatomik ve işlevsel olarak bağlantılıdır. Yavrular canlı doğar ve anne tarafından sütle beslenir. Sinir sistemi yüksek gelişim göstermiştir, özellikle büyük beyin korteksi gelişmiştir; burada öğrenme ve hafıza sağlayan üst merkezler bulunur. Tüm organ sistemlerinde gelişmişlik gözlenir. Memelilerde ayrıca diyafram adı verilen kaslı bir organ ortaya çıkar ve solunumda önemli bir rol oynar. Memeliler üç gruba ayrılır:

- Kloaklı memeliler: Karıncaylyen kirpi ve ornitorenk (Şekil 3.141).
- Keseliler: Kırmızı kanguru (*Macropus rufus*, Şekil 3.142), koala ve diğerleri.
- Plasentalı memeliler: En fazla sayıda ve en çeşitli olan gruptur, çeşitli takımlara ayrılır.
- Böcekçiller: Kirpi ve köstebek.
- Kemirgenler: Sincap (*Sciurus vulgaris*, Şekil 3.143), fareler, kunduz vb.
- Etçiller: Boz ayı (*Ursus arctos*), kurt, tilki, kaplan ve tüm büyük kediler.
- Uçan memeliler: Cüce yarasa (*Pipistrellus pipistrellus*, Şekil 3.144) ve tüm yarasalar.
- Balinalar: Kambur balina (*Megaptera novaeangliae*, Şekil 3.145), diğer balinalar ve yunuslar.
- Çift toynaklılar: Çift hörgüçlü deve (*Camelus bactrianus*, Şekil 3.146), antiloplar, keçiler, koyunlar, zürafalar vb.
- Tek toynaklılar: At (*Equus caballus*), eşek, zebra vb.



Şekil 3.141 Ornitorenk



Şekil 3.142 Kanguru



Şekil 3.143 Sincap



Şekil 3.144 Cüce yarasa



Şekil 3.145 Kambur balina



Şekil 3.146 Deve

- Primatlar, alt primatlar (yan maymunlar) ve yüksek primatlar (maymunlar) olarak ikiye ayrılır. Alt primatlara lemurlar, lorisler ve tarsiyerler dahildir. Yüksek primatlara ise kapuçin, babun, makak maymunu, şempanze, goril, orangutan ve en yüksek organizasyona sahip olan
- insan (*Homo sapiens*) dahildir.

Etkinlikler:

- Gözlemleyin ve tanıyın (verilen örnek resimlerden) incelediğiniz hayvanların hangi gruba ait olduğunu omurgasızlar mı yoksa omurgalıları mı olduklarını belirleyin.
- Gruplara ayrılarak, verilen resimlerdeki farklı hayvan türlerinin hangi sınıfa ait olduklarını saptayın. Onlar için birkaç özellik belirtin.

Araştırın:

- Yılanların zehri ne için kullanılır?
- Neden yaban arıları faydalı böceklerdir?
- Arılar ortadan kalkarsa neden canlı dünyanın bir kısmının varlığı tehdit altına girecektir?
- Tıbbi sülük ne için kullanılmıştır?

Tekrar Soruları:

1. Hayvanlar, vücutta destek – omurga olup olmamasına göre nasıl ayrılır?
2. Hangi tiplere omurgasız hayvanlar dahildir?
3. Süngerler için ne karakteristiktir?
4. Knidliler avlarını nasıl yakalar?
5. Yassı solucanların sindirim sisteminde anal açıklık var mı?
6. Tenyalar hangi tipe dahildir?
7. İnsan kıl kurdu parazit midir?
8. Yumuşakçalardan temsilciler say!
9. Toprak solucanı hangi tipe aittir?
10. Derisidikenlilerin vücudu nasıl bir simetriye sahiptir?
11. Köpekbalığı kıkırdaklı bir balık mıdır?
12. Amfibiler sadece karada mı yaşar?
13. Sürüngenlerde döllenme nasıldır?
14. Kuşlarda iç organlardan hangisi eksiktir?
15. Kuşlar nasıl ayrılır?
16. Memelilerin özelliklerini açıkla!
17. Memeliler nasıl ayrılır?

Anahtar noktalar:

- ✓ Süngerlerin vücudu dış ve iç hücre tabakasından oluşur, iç kısmı boşluktur; bilinen bir temsilcisi Ohri süngeridir.
- ✓ Knidlilerde en ilkel olan ağsı sinir sistemi vardır. Tomurcuklanma ile çoğalırlar.
- ✓ Yassı solucanların vücudu üç hücre tabakasından oluşur, sindirim sistemleri ağızdan başlar ve kör bağırsakla biter.
- ✓ Yuvarlak solucanlara insan askarisi ve trikin dahildir.
- ✓ Yumuşakçaların vücudu üç bölümden oluşur: baş, ayak ve gövde.
- ✓ Halkalı solucanların vücudu eşit büyüklükte çok sayıda halkadan (homonom segmentasyon) oluşur; suda yaşayanlar solungaçla, karada yaşayanlar deriyle solunum yapar.
- ✓ Eklem bacaklılarda heteronom segmentasyon vardır, baş, göğüs ve karın ayırt edilir.
- ✓ Balıklar sucul omurgalılarıdır, en büyük temsilcisi balina köpekbalığıdır.
- ✓ Amfibiler, yavaş yavaş karasal yaşama uyum sağlayan ilk omurgalılarıdır.
- ✓ Sürüngenler ilk kara hayvanlarıdır ve suya bağımlı değildirler.
- ✓ Kuşlar homeoterm hayvanlardır, vücutları tüylerle kaplıdır.
- ✓ Memeliler homeoterm organizmalardır, vücutları kıllarla kaplıdır, derilerinde farklı bezler vardır; döllenme içten gerçekleşir ve yavru çoğunlukla (kloakalı ve keseli memeliler hariç) annenin rahminde gelişir.

3.9. CANLI ORGANİZMALARIN SINIFLANDIRILMASINDA MORFOLOJİNİN ROLÜ. DİKOTOM ANAHTARLARIN HAZIRLANMASI

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Canlı organizmaların sınıflandırılmasında morfolojinin rolünü açıklar;
- ✓ Dikotom anahtarların işleyişinin temel prensiplerini açıklar;
- ✓ Yakın taksonomik gruba ait organizmaların tanımlanmasını kolaylaştıracak özelliklere dayalı dikotom anahtarlar tasarlar.

Her canlı organizmanın kendine özgü morfolojik, anatomik, moleküler, genetik ve fizyolojik özellikleri vardır. Bilim insanları, bu özelliklere dayanarak bireyleri gruplandırmaya çalışmışlardır, böylece onların daha kolay incelenmesi ve biyolojik türün tanımlanması mümkün olmuştur. Biyolojide morfolojinin amacı, bitki, hayvan ve mikroorganizmaların yapısal kısımlarının şekil, düzen, büyüklük ve yapısını incelemektir. Bitki morfolojisi şu özellikleri tanımlar: kök, gövde tipi, yaprak türü, çiçek yapısı, meyve yapısı, yaprakların dizilişi, çiçek elemanlarının yapısı, rengi ve dizilişi, çiçek durumlarının yapısı vb. Bu şekilde morfolojik özellikler sayesinde bitkiyi tanımlamak mümkün olur, bu da sınıflandırma sürecini kolaylaştırır. Aynı şey hayvan organizmaları için de geçerlidir.

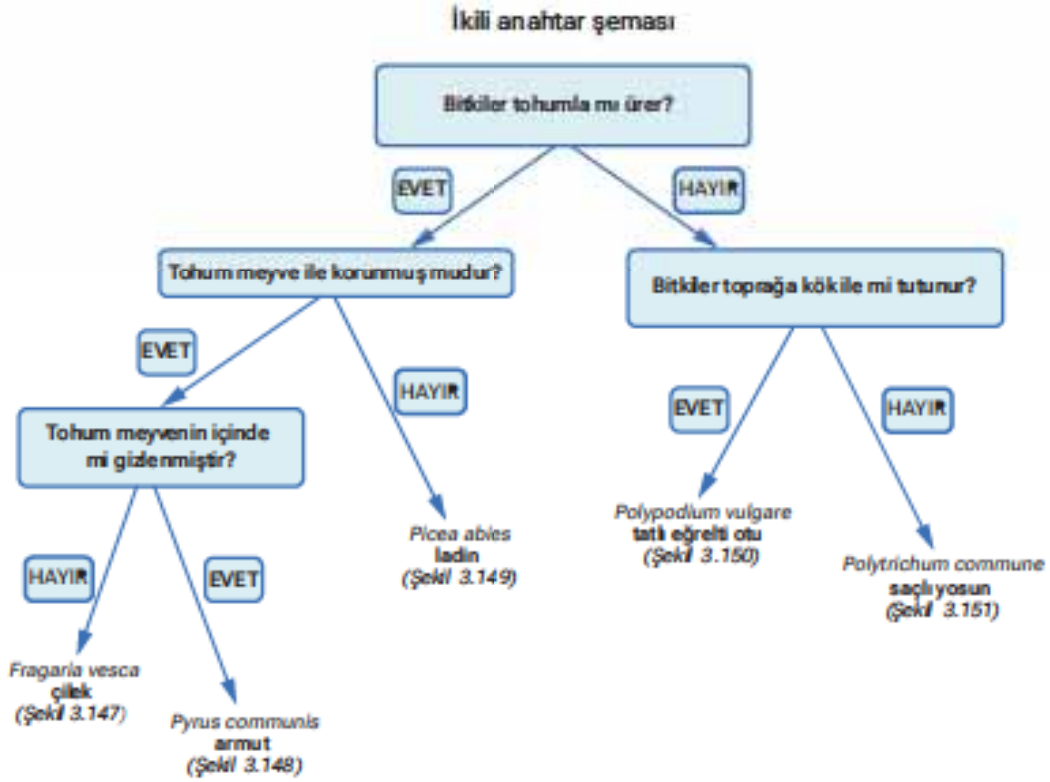
DİKOTOM ANAHTARLAR

Dikotom anahtarlar, örneklerin tanımlanmasında kullanılan bir yöntemdir. Onlar, organizmaların tanımlanması için güçlü bir araçtır ve mantığı, gözlemi ve sınıflandırma becerilerini geliştirir. Anahtar aslında, tanımlanmamış bir organizmanın özelliklerini açıklayan iki seçeneğe (tez ve antitez) dayalı bir dizi ifadeden oluşur. Dikotom anahtarlar biyoloji ve ekolojide çok sık kullanılır; bitki, hayvan, mantar, böcek vb. türlerin tanımlanmasında, biyoloji derslerinde ve türlerin incelenmesinde, sınıflandırmada, bilimsel araştırmalar vb. amaçlarda uygulanır.

Bir dikotom anahtar hazırlamak için şu adımlar dikkate alınmalıdır:

1. Örneklerin ve bilgilerin toplanması.
2. Özelliklerin gözlemlenmesi ve analiz edilmesi.
3. Çiftler/karşıt özelliklerin hazırlanması.
4. Özelliklerin en belirgin olanlardan en ayrıntılı olana doğru mantıklı bir sıraya konulması.
5. Anahtarın kontrol edilmesi.

Öncelikle bir grup organizma seçilir, örneğin 5 farklı hayvan, böcek veya bitki, bunlarda dikkatlice belirli morfolojik özellikler seçilir. Esas olan, organizmaları ayırt etmek için kullanılabilecek özelliklerin seçilmesidir.



Şekil 3.147
Fragaria vesca
- çilek



Şekil 3.148
Pyrus communis
- armut



Şekil 3.149
Picea abies
- ladin



Şekil 3.150
Polypodium vulgare
- tatlı eğrelti otu



Şekil 3.151
Polytrichum commune
- saçlı yosun

Sonra bunlar bir dizi ifade veya soru olarak formüle edilir. Tanımlanması gereken örnekler için özelliklerin bir listesi hazırlanır. Örneğin: kanatlı, kanatsız, uzun kanatlı, kısa kanatlı, beyaz tüyler, siyah tüyler veya tüysüz, kürklü ya da kürksüz vb. Bu özelliklerden örnekler iki gruba ayrılır. Daha sonra her grup iki gruba daha ayrılır ve bu şekilde her bir örnek diğerlerinden ayrılincaya kadar devam edilir. Aslında, dikotom anahtar eleme prensibine göre çalışır. Dikotom anahtarlar, bir bitki veya hayvanın doğru şekilde tanımlanmasına yardımcı olmak için saha rehberlerinde sıkça kullanılır. Daha az yer kaplamaları için, anahtarlar genellikle soru ve cevap serileri halinde basılır ve açık, basit bir dil kullanılır. Sayısal dikotom anahtar bu şekilde kullanılır: Cümleler her zaman çiftler halinde okunur ve organizmanın özelliklerini tanımlar. Çiftteki cümlelerden biri diğerine zıttır. Tanımlamak istediğin bilinmeyen organizmaya uygun olan cümleyi seçersin. Her cümlemin arkasında bir sayı bulunur; bu sayı seni bir sonraki cümle çiftine götürür veya organizmanın adını verir. Sayıları takip ederek organizmanın ismine ulaşılır. Bu anahtarların hazırlanmasıyla gözlem ve sınıflandırma becerileri geliştirilir.



Şekil 3.152 *Aspro streber*



Şekil 3.153 *Perca fluviatilis*



Şekil 3.154 *Anguilla anguilla*

Şema – Sayısal dikotom anahtar (tez ve antitez ifadeleriyle)

- 1a. Balığın gövdesinde ikiz sırt yüzgeci vardır; ön yüzgeç sert dikenlerden, arka yüzgeç yumuşak dikenlerden oluşur. 2
- 1b. Balığın gövdesinde tek bir sırt yüzgeci vardır. 3
- 2a. Gövde iğ şeklinde ve uzamıştır. Sırt yüzgeçleri arasında geniş bir boşluk vardır. ***Aspro streber*** (Şekil 3.152)
- 2b. Sırt yüzgeçleri neredeyse birbirine bitişiktir. ***Perca fluviatilis*** (Şekil 3.153)
- 3a. Gövdede karın yüzgeçleri vardır. 4
- 3b. Gövdede karın yüzgeçleri yoktur. ***Anguilla anguilla*** (Şekil 3.154)
- 4a. Ağızda dişler vardır. 5
- 4b. Ağızda dişler yoktur. 6
- 5a. Ağız çevresinde brykçıklar vardır. Gövde pullardan yoksundur. ***Silurus glanis*** (Şekil 3.155)
- 5b. Balığın ağız çevresinde brykçık yoktur. Gövde pullarla kaplıdır. ***Esox lucius*** (Şekil 3.156)
- 6a. Ağız köşelerinde dört brykçık vardır. ***Barbus barbus*** (Şekil 3.157)
- 6b. Ağız köşelerinde iki brykçık vardır. ***Tinca tinca*** (Şekil 3.158)

Şekil 3.155 *Silurus glanis*Şekil 3.156 *Esox lucius*Şekil 3.157 *Barbus barbus macedonicus*Şekil 3.158 *Tinca tinca*

Etkinlikler:

- Balinaların sınıflandırılmasını araştırın. Onların evrimindeki son kanıtları bulmaya çalışın. Balinaların kara otçul hayvanlarına yakınlığı hakkında sınıfta tartışın.
- Çevrenizde gözlemlediğiniz hayvanlar için bir dikotom anahtar yapmayı deneyin. Onların kendine özgü özelliklerini kullanın; bu özellikler sizi nihai çözüme götürecektir.

Tekrar Soruları:

1. Morfoloji nedir?
2. Tür sadece morfolojiye göre sınıflandırılabilir mi?
3. Biyolojide morfoloji neyi inceler?
4. Dikotom anahtar nedir?
5. Dikotom anahtar ne için kullanılır?
6. Dikotom anahtarları en çok kimler kullanır?

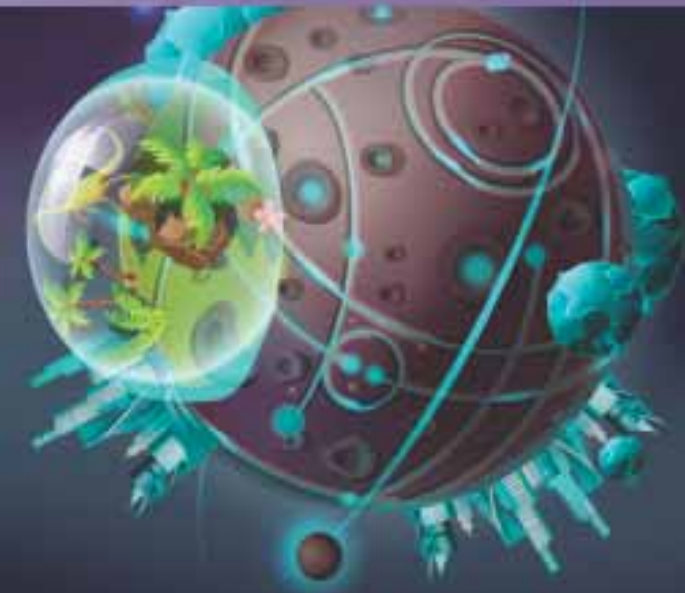
Anahtar noktalar:

- ✓ Biyolojide morfolojinin amacı, bitki ve hayvan organizmalarının ve mikroorganizmaların yapısal parçalarının şekil, düzen, büyüklük ve yapısını incelemektir. Morfolojik özelliklerin analiziyle organizmanın tanımlanması sağlanır ve bu şekilde sınıflandırma süreci kolaylaşır.
- ✓ Dikotom anahtarlar organizmaların tanımlanması için güçlü bir araçtır; mantığı, gözlemi ve sınıflandırma becerilerini geliştirir.
- ✓ Anahtar, tanımlanmamış organizmanın özelliklerini açıklayan iki seçeneğe (tez ve antitez) dayanan bir dizi ifadeden oluşur.
- ✓ Dikotom anahtarlar her yerde kullanılır: okullardan bilimsel araştırma kurumlarına kadar ve biyolojide sistematığın temelini oluşturur.



Öğrenci şunları yapabilecek:

- Dünyanın ve yaşamın oluşumunu açıklamak, abiyojenik ile biyojenik evrimi ayırt etmek ve organizmaların ortaya çıkışını jeolojik dönemlerle ilişkilendirmek.
- Evrime dair kanıtları sıralamak; geçiş formlarını ve homolog organlarla analog organlar arasındaki farkları belirtmek.
- Endüstriyel melanizm, kriptik (gizleyici) renklenme, aposematizm, taklit (mimikri), ayrışıcı (divergent) ve yakınsak (konvergent) evrim ile ortak evrim (koevrim) gibi evrimle ilgili adaptasyon ve modelleri sınıflandırmak.



4.1. DÜNYA GEZEĞENİNİN BİYOEVRİMİ

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Abiyojenik ve biyojenik evrimi örneklerle açıklar;
- ✓ Evrimle ilgili farklı tarihsel teorileri karşılaştırır.

EVRENİN VE DÜNYA GEZEĞENİNİN OLUŞUMU

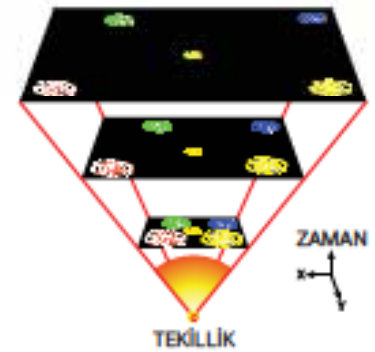
Doğa bilimleri alanındaki bilim insanları, evrenin yaklaşık 13,8 milyar yıl önce oluştuğu konusunda hemfikirdir. Her şey, boş bir uzayın merkezinde tek bir noktada gerçekleşen ve Büyük Patlama (Big Bang) olarak adlandırılan büyük bir patlamayla başlamıştır. Bu devasa enerjinin bir kısmı maddeye dönüşmüştür.

XX. yüzyılın başına kadar evrenin durağan olduğu düşünülmekteydi. Ancak XX. yüzyılda evrenin uzayda genişlediği kanıtlanmıştır. Bu, her şeyin tek bir noktadan başladığını ve maddenin günümüzde de uzayda yayılmaya devam ettiğini göstermektedir (Şekil 4.1).

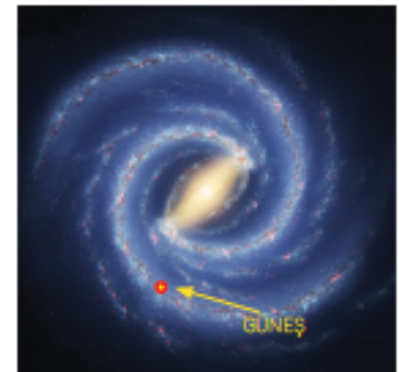
Evren boyunca yayılan maddeden galaksiler oluşmuştur. Bu galaksilerde çok sayıda yıldız bulunmaktadır. Sürekli olarak bazı yıldızların "ölümü" ve yenilerinin "doğumu" gerçekleşmektedir. Güneşimiz de bir yıldızdır ve Samanyolu adı verilen galaksimizdeki sayısız yıldızdan yalnızca biridir (Şekil 4.2).

Güneş'in yaşı yaklaşık 4,6 milyar yıl olarak tahmin edilmektedir; bu, Güneş Sistemi'ndeki gezegenlerin yaşıyla aynıdır. Bu gezegenlerden biri de Dünya'dır. Dünya'nın oluşumu, Güneş Sistemi'nde yer alan Nebula adı verilen madde bulutunun yoğunlaşıp kızgın bir kütle haline gelmesiyle başlamıştır. Soğuma süreciyle birlikte bu kütle gezegen biçimini almıştır.

O dönemde gök cismi ile Dünya'nın çarpışması sonucu kütleden bir parçanın koptuğu, ancak Dünya'nın çekim gücüyle tutulduğu varsayılmaktadır. Böylece Ay oluşmuştur (Şekil 4.3).



Şekil 4.1 Tekillik, Büyük Patlama, uzay ve zaman



Şekil 4.2 Samanyolu galaksisi (Güneş'in konumu işaretlenmiştir)



Şekil 4.3 Dünya ve Ay'ın oluşumu: iki gök cisminin çarpışması, kalıntı disk ve Dünya ile Ay'ın şekillenmesi

İlk Dünya'da güçlü jeolojik değişimler hâkimdi: devasa volkan püskürmeleri, depremler ve atmosferde elektrik boşalmaları yaşanıyordu. Yaklaşık 3,5 milyar yıl önce bu süreçler yavaş yavaş dengelenmeye başladı; Dünya'nın yüzeyi soğudu, sertleşti ve kabuk (litosfer) oluştu, her ne kadar güçlü volkanik püskürmeler devam etse de. Yoğuşan buharlardan su örtüsü (hidrosfer) meydana geldi. Gazlardan ise ilk atmosfer oluştu. Bu atmosfer; azot oksitleri, amonyak, karbondioksit, metan, hidrojen ve kükürtlü hidrojen gazlarından oluşuyordu. Böylece ilk yaşam biçimlerinin ortaya çıkması için yavaş yavaş uygun koşullar oluştu.

ABİYOTİK (ABİYOGEN) EVRİM

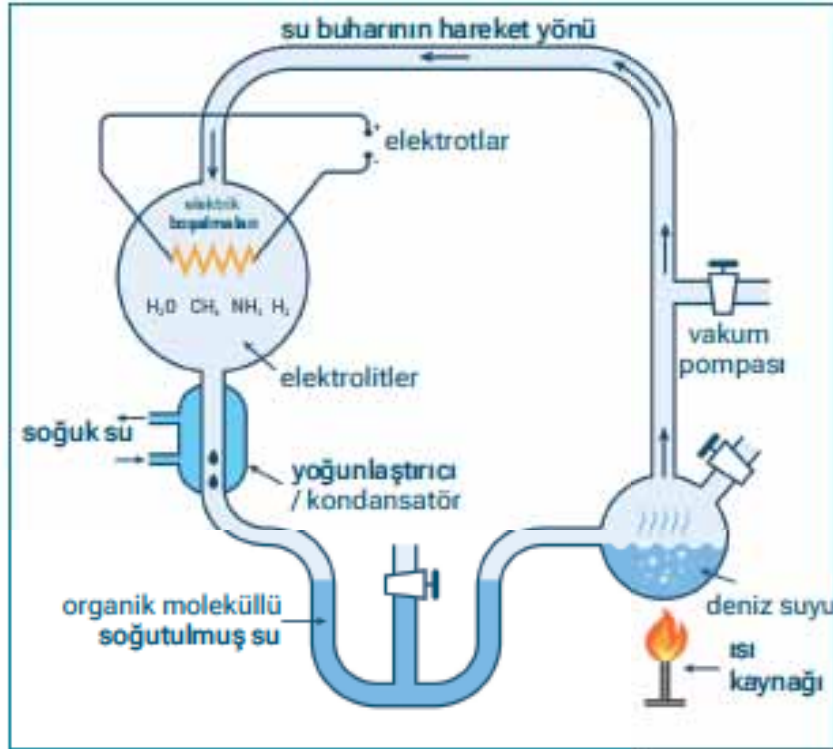
Kimyada bileşikler organik ve inorganik olarak iki büyük gruba ayrılır. Bu ayrım, söz konusu bileşiklerin doğada oluşum yerine göre yapılmıştır. Başlangıçta organik bileşikler yalnızca canlı organizmalarla ilişkilendirilmiş ve onların hücrelerinde oluştuğu kabul edilmiştir. Tablo 4.1'de her iki gruba ait örnekler verilmiştir.

Tablo 4.1 Organik ve inorganik yapıli bileşiklere örnekler

Inorganik bileşikler:	Organik bileşikler:
- Su	- Proteinler
- Karbondioksit	- Karbonhidratlar
- Azot oksitleri	- Lipitler
- Kükürtlü hidrojen bileşikleri	- Nükleik asitler
- Silisyum oksit	
- Sodyum klorür vb.	

1953 yılında, daha önce hidrojenin izotopu olan döteryumu keşfetmesiyle kimya alanında Nobel Ödülü sahibi olmuş Harold Urey (Şekil 4.4 A) ve Stanley Miller (Şekil 4.4 B), laboratuvar koşullarında aminoasitleri sentezlemeyi başardılar.

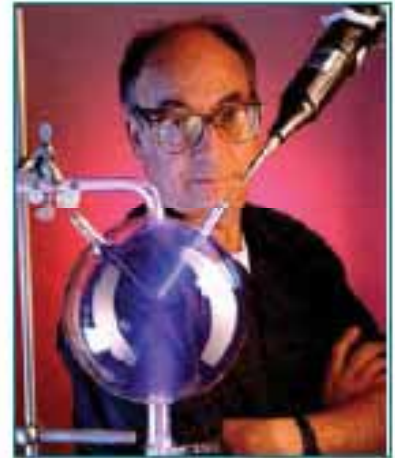
Şekil 4.4 C’de gösterilen deney, Dünya’nın ilk oluşum evresindeki atmosfer, hidrosfer ve litosfer koşullarını basit biçimde taklit etmektedir. Deney; metan, hidrojen, amonyak ve su buharından oluşan bir karışım üzerinden yaklaşık 60.000 voltluk elektrik boşalması geçirilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Miller, suyu analiz etmiş ve büyük miktarda aminoasit keşfetmiştir.



Şekil 4.4 C Miller'in deneyinin şematik gösterimi



Şekil 4.4 A Harold Urey

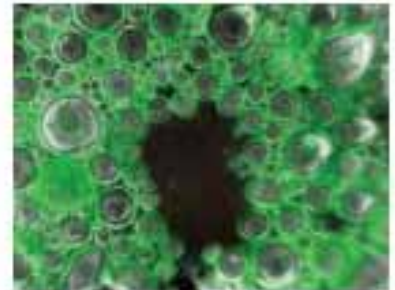


Şekil 4.4 B Stanley Miller

Bu sonuçlar, Aleksandr Oparin'in Koaservat Teorisi'ni güçlü biçimde desteklemiştir. Oparin'e göre, inorganik maddelerden organik moleküllerin kendiliğinden oluşması, ardından protein, karbonhidrat ve lipitlerden kolloidlerin meydana gelmesi, yaşamın ilk biçimi olan koaservatların (Şekil 4.5) ortaya çıkmasına yol açmıştır. Bu süreç, yaklaşık 3,8 ila 3,5 milyar yıl önce (abiyotik evrim döneminde) gerçekleşmiştir.

Koaservatlar küresel şekle sahipti ve "kendi kendini düzenleme, bağımsızlık ve çevreyle etkileşim" özelliklerini taşıyordu. Bunu izleyen evrimsel değişimler sonucunda ilk prokaryot hücre formları ortaya çıkmıştır.

İlk yaşam biçimleri yaklaşık 3,7–3,5 milyar yıl önce ortaya çıkmıştır. Bunlar mikroskobik yapıları, karbon bazlı moleküller üretmişler ve stromatolit adı verilen taşlaşmış/fosilleşmiş yapıları meydana getirmişlerdir.



Şekil 4.5 Koaservatların görüntüsü

BİYOTİK (BİYOGEN) EVRİM

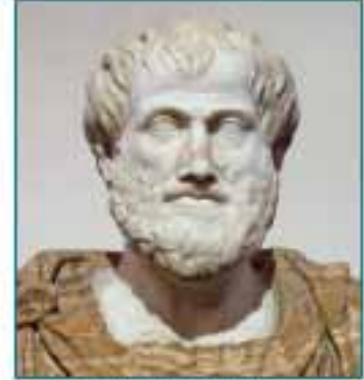
Biyogen evrim, yaşamın yalnızca yaşamdan doğabileceği fikrine dayanır. Aslında, yeni bir yaşam formunun önceden var olan bir yaşam formunun sonucu olabileceğini savunur. Bu evrim teorisi, canlı organizmaları geçmişteki organizmalarla ilişkilendiren moleküler biyoloji ve genetiğin görüşlerini destekler.

EVİRİMİN TARİHSEL İNCELEMESİ

Antik çağlardan günümüze kadar yaşamın ortaya çıkışı her zaman tartışmaya açık bir konu olmuştur. Örneğin **Aristoteles** (Şekil 4.6 A), canlı formların karmaşıklığını "Doğa Merdiveni" ile açıklamıştır. Bu merdivendeki basamaklar, canlı formların karmaşıklığına göre doldurulmuştur: inorganik maddeler, bitkiler, omurgasızlar, omurgalılar ve en üstte insan yer almaktadır. Ayrıca o şöyle demiştir: "Türler mükemmeldir ve daima oldukları gibi kalırlar." Bu felsefe, tüm türlerin Tanrı tarafından bugünkü halleriyle yaratıldığını savunan dinlerin görüşünü desteklemiştir. Bu inanç XVIII. yüzyıla kadar etkisini sürdürmüştür.

(XVIII. yüzyılda **Jean-Baptiste Lamarck** (Şekil 4.6 B), canlı formların evrim geçirdiğini ve fosillerin bunun kanıtı olduğunu ileri sürmüştür. Ona göre türlerde ihtiyaç duyulan özellikler gelişir, ihtiyaç duyulmayan özellikler ise kaybolur; yani gerekli özellikler kuşaktan kuşağa aktarılır.

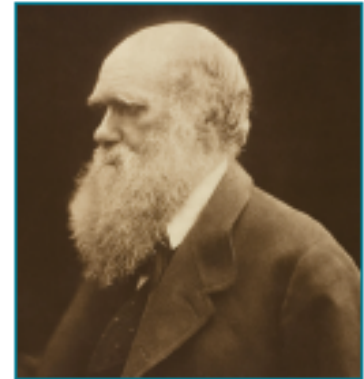
XIX. yüzyılda **Charles Darwin** (Şekil 4.6 C), evrim teorisini ortaya koymuştur. Bu teori iki büyük eserinde yer alır: "Türlerin Kökeni: Doğal Seçilim Yoluyla" ve "İnsanın Türeyişi ve Cinsel Seçilimle İlişkisi". Darwin, canlı formların gelişiminde ve çeşitlenmesinde en önemli etkenin doğal seçilim olduğunu vurgulamıştır. Doğal seçilimin prensibi "yalnızca en iyi uyum sağlayanlar hayatta kalır" şeklinde özetlenir. Canlı formlardaki değişimlerin (varyasyonların) temel nedeni ise mutasyonlardır.



Şekil 4.6 A Aristoteles



Şekil 4.6 B Jean-Baptiste Lamarck



Şekil 4.6 C Charles Darwin

Etkinlikler:

- Hangi organik madde hâlâ biyokimyacılar için sır olmaya devam etmektedir? Neden önemlidir?
- Darwin'in eserlerinden alıntılar bulmaya çalışınız, bölümler okuyunuz ve ders sırasında bunları analiz ediniz.

Tekrar soruları:

1. Evren ne kadar yıl önce ve nasıl yaratıldı?
2. Galaksimiz kaç yaşındadır?
3. Dünya'da litosfer, hidrosfer ve atmosfer ne kadar yıl önce oluşmuştur?
4. Urey ve Miller neden deneyleri için metan, amonyak, hidrojen ve su buharını seçtiler? Neden yüksek voltajlı elektrik boşalmaları eklediler?
5. Koaservatlar neden önemlidir?
6. Aristoteles'in yaşamın ortaya çıkışıyla ilgili teorisi neden bu kadar uzun süre varlığını sürdürdü?
7. Lamarck'ın teorisi hangi kanıtlara dayanmaktadır?
8. Charles Darwin'in iki temel eseri nelerdir?
9. Darwin, canlı formların oluşumunda doğal seçilime atıfta bulunmaktadır. Nedenini açıkla.

Anahtar noktalar:

- ✓ Abiyotik evrim, yaşamın oluşumunu, halihazırda şekillenmiş litosfer, hidrosfer ve atmosfer ile o ortamdaki fiziksel-kimyasal koşulların kendiliğinden bir sonucu olarak açıklar.
- ✓ Stanley Miller ve Harold Urey, 3,8 milyar yıl önceki Dünya'nın koşullarını taklit ederek laboratuvar ortamında aminoasitler ve diğer organik maddeleri sentezlemeyi başarmışlardır. Aleksandr Oparin bu sonuçları, organik kolloidlerin kendiliğinden oluşarak ilk yaşam formu olan koaservatlara dönüşmesini öne süren Koaservat Teorisi'ni desteklemek için kullanmıştır.
- ✓ Tarih boyunca yaşamın tanımlanması ve onu izleyen değişimler konusunda farklı yaklaşımlar olmuştur. Aristoteles yaşamı "Doğa Merdiveni" ile açıklamış, Lamarck faydalı özelliklerin kalıtımını vurgulamış, Darwin ise doğal seçilimi evrimin ve farklı canlı türlerinin ortaya çıkışının temel motoru olarak tanımlamıştır.

4.2. EVRİM TEORİSİ VE DOĞAL SEÇİLİMİN İLKELERİ

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Evrim teorisinin ilkelerini açıklar;
- ✓ Doğal seçilime örnekler verir.

EVİRİM TEORİSİ

Evrım konusu, zaman içinde birçok düşünür ve bilim insanının ilgisini çekmiştir. Ancak Charles Darwin, evrimin sırlarını ortaya çıkarmada en büyük katkıyı sağlayan kişi olarak haklı bir şekilde kabul edilmektedir. Darwin, 20 yılı aşkın araştırma ve veri toplama sürecinden sonra evrimin işleyişine dair bulgularını yayımlamıştır (Şekil 4.7 A).

Darwin, gözlemlediği farklılıklara (**varyasyonlara**) dayanmıştır. Özellikle Galapagos Adaları'ndaki keşif gezisi sırasında, aynı türe ait bireyler arasında dikkat çekici farklılıklar olduğunu gözlemlemiştir. O, bir adada yaşayan türlerin, komşu adada ya da anakara üzerinde yaşayan türlerden farklı olduğunu fark etmiştir. Bunun tipik bir örneği, Galapagos kaplumbağalarının iki türüdür: bunlardan biri yosun ve alçak bitki örtüsüyle kaplı bölgelerde yaşarken, diğeri daha yüksek bitki örtüsünün bulunduğu bölgelerde yaşamaktadır (Şekil 4.7 B).

Bir başka iyi örnek de Darwin ispinozlarıdır. Bu kuşlar farklı adalarda, farklı besin kaynaklarına uyum sağlayarak çeşitli gaga biçimleri geliştirmişlerdir (Şekil 4.8).

Bu gözlemler, Darwin'i bu değişikliklerin nedenlerini araştırmaya yöneltmiştir. O, türlerin hayatta kalabilmek için çevreye uyum (adaptasyon) sağlayabilme yeteneğine sahip oldukları sonucuna varmıştır. Yüksek bitki örtüsünün bulunduğu bölgelerde yaşayan kaplumbağalar, yüksek bitkilerle beslenebilmek için uzun boyun ve uzun bacaklar geliştirmiştir. Buna karşılık, alçak bitki örtüsünün bulunduğu bölgelerde yaşayan kaplumbağalar kısa boyun ve kısa bacaklara sahiptir. Kuşlar da belirli besinlere uzmanlaşarak, o besinlere kolay ulaşmalarını sağlayan gaga biçimleri kazanmıştır. Bu adaptasyonlar zamanla türün genomuna işlenmiştir.

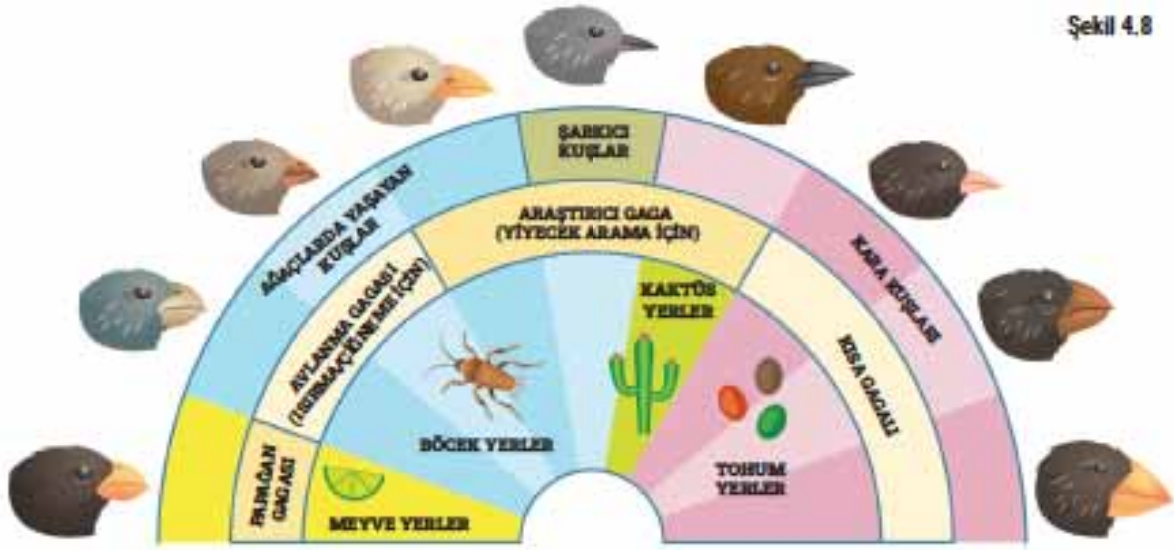


Şekil 4.7 A Türlerin Kökeni, Charles Darwin'in temel eserlerinden biri



Şekil 4.7 B Galapagos kaplumbağaları, besine uyum sağlamak için farklı adaptasyonlarla

Şekil 4.8



DOĞAL SEÇİLİMİN İLKELERİ

"Sunuş: Türlerin Seçilim Kavramları" başlıklı ikinci tematik bölümde, çevre koşullarına en iyi uyum sağlayan bireylerin seçilmesi (ayıklanması) süreci olarak seçim kavramıyla zaten tanışmıştınız. "Doğal" sıfatı bu seçilimi, insan etkisinden bağımsız olarak gerçekleşen doğal bir olgu olarak tanımlar. Bunun karşısı olarak yapay seçim de incelenmiştir.

Doğal seçim, Darwin'in temel eseri olan "*Türlerin Kökeni: Doğal Seçilim Yoluyla*" adlı çalışmasının temelini oluşturur. O, birkaç ana ilkeye dayanır:

- **Varyasyon (çeşitlilik):** Doğal seçilimin temeli, türlerde kalıtsal olarak aktarılan çeşitliliklerdir. Bireyler, anne ve babalarından farklı özellikleri belirleyen genler miras alır. Bazı genlerde meydana gelen mutasyonlar yeni özelliklerin ortaya çıkmasına yol açar. Galapagos kaplumbağaları ve kuşları bu çeşitliliğin doğal seçimdeki etkilerine iyi bir örnektir.
- **Yüksek üreme oranı:** Çoğu türde, yavru üretimi ebeveyn sayısını kat kat aşar. Bu, en azından bir kısmının hayatta kalarak yetişkin birey haline gelmesini sağlar. Örneğin, dişi sazan balığı yumurtlama sırasında 100.000'den fazla yumurta bırakır, ancak yalnızca çok azı gelişimine devam eder (Şekil 4.9).
- **Adaptasyon (uyum):** Belirli varyasyonlar, bazı bireylerin çevrede hayatta kalmada daha başarılı olmalarını sağlar. Bu bireyler daha uzun süre yaşar ve diğerlerinden daha fazla yavru verir. Örneğin, soğuk bölgelerde yaşayan hayvanlar kalın kürkleri ve uyum sağlamış metabolizmaları sayesinde hayatta kalır. Tür içinde uzun zaman diliminde kazanılan bu adaptasyonlara iyi bir örnek, kalın kürkü, kısa bacakları, küçük burnu ve kulaklarıyla vücut ısını korumayı başaran kutup tilkisi (Şekil 4.10).



Şekil 4.9 Sazan balığı



Şekil 4.10 Kutup tilkisi

- **Değişimin dengelenmesi (stabilizasyonu):** Daha uzun zaman diliminde, başarılı özelliği belirleyen genin popülasyonda ve türde birikmesi (akümülyasyonu) gerçekleşir. Böylece, popülasyonun ve türün çoğunluğunun genomunda bu belirli özelliğe ait genlerin baskın hâle gelmesi sağlanır. Çevre koşulları sabit kaldığı sürece, bu özellikte bir değişim olmayacaktır. Bu seçilime iyi bir örnek, Slovenya'daki mağaralarda oldukça sabit ekolojik koşullarda uzun zamandır değişmeden yaşayan insan balığıdır.

Evrimin nihai bir amacı yoktur. O, türlerin hayatta kalma mücadelesinde yaşam ortamıyla yapılan bir uzlaşmadır. Örneğin fokların uzuvları yüzmeye çok uygundur, ancak karada hareket için "garip" görünür.

Etkinlikler:

- Charles Darwin'in yaşamını ve eserlerini araştırınız. Çocukluğuna ve hayvanlara olan sevgisine, ardından eğitimine ve maceracı yaşamına odaklanınız. Özellikle iki temel kitabı başta olmak üzere eserlerini inceleyiniz.
- Çeşitli hayvan türlerini araştırınız ve onların adaptasyonlarını belirleyiniz. Daha sonra, doğal seçilimin bu adaptasyonların türe özgü bir özellik haline gelmesini nasıl sağladığını kısaca açıklayınız.
- Akbabanın (beyaz başlı leş yiyici kuşun) ömrü yaklaşık 20 yıldır, cinsel olgunluğa ise birkaç yıl içinde ulaşır. Dişi yılda bir yumurta bırakır ve çift yıl boyunca yavruya bakar. Bu kuşların neden bazı diğer kuşlar gibi yüksek yavru üretimine sahip olmadığını tartışınız. Ayrıca filleri, tavşanları ve kendi fikirlerinizi de karşılaştırmaya katınız.

Tekrar soruları:

1. Charles Darwin'in "Türlerin Kökeni: Doğal Seçilim Yoluyla" adlı eserinin önemi nedir?
2. Doğal seçilimi tanımlayınız.
3. Doğal seçilimin ilkelerini sıralayınız.
4. Doğal seçilimin, organizmalardaki özelliklerin çeşitliliklerine (varyasyonlarına) nasıl dayandığını açıklayınız. Örnek veriniz.
5. Üreme sırasında yüksek sayıda yavru üretiminin önemi nedir?
6. Çevre koşullarındaki değişimlerin uzun bir süre dengelenmesi, nasıl tüm popülasyonun seçilimini sağlar?

Anahtar noktalar:

- ✓ Darwin, uzun süre aynı türün bireylerindeki farklılıkları (varyasyonları) gözlemledikten sonra Evrim Teorisi'ni ortaya koymuştur. Bunun sonucunda, bireylerin çevre koşullarına uyum sağlayabilmesini mümkün kılan bir mekanizmanın var olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu adaptasyonlar sayesinde canlılar hayatta kalabilmektedir.
- ✓ Doğal seçim, çevre koşulları (ekolojik faktörler) ile kalıtsal faktörlerin, yani edinilmiş kalıtsal özelliklerin etkileşimi olarak anlaşılabilir. Bu özellikler ya organizmanın yaşama şansını artırır ya da yok olmasına yol açar.
- ✓ Darwin'e göre Evrim Teorisi, doğal seçilimin birkaç ilkesine dayanmaktadır: varyasyon, yüksek yavru üretimi, adaptasyon ve değişimin dengelenmesi (stabilizasyonu).
- ✓ Varyasyon, türlerin genomundaki geniş gen varyasyonları havuzuna dayanır. Özelliklerin farklı kombinasyonları bireyleri birbirinden az ya da çok farklı kılar. Bazen bu farklılıklar bireylerin lehinedir, bazen ise değildir. Örneğin: koyu kahverengi kanatlı güveler gündüzleri ağaçların koyu kabuklarında gizlenir, bu nedenle açık renkli kanatlı güveler kuşlar tarafından kolayca görülüp yenir. Ancak eğer ağaç kabukları açık renkliyse, bu sefer koyu renkli güveler hayatta kalamaz.
- ✓ Yüksek yavru üretimi, üreyen canlıların soyunun devam etme olasılığını artırır; yavrulardan bir kısmının erginliğe ulaşarak üremeye başlaması türün sürmesini sağlar.
- ✓ Neredeyse tüm canlı varlıklar, insanoğlu da dahil olmak üzere, evrimin ve atalarımızın geçmişte kazandığı adaptasyonların bir parçasıdır. Bu süreç bugün de devam etmektedir.
- ✓ Doğal seçim, çevre koşulları tarafından yönlendirilir. Çevredeki değişimler, yeni varyasyonların ve adaptasyonların başarılı olmasına imkân tanır. Çevrenin sabit kaldığı durumlarda ise, yeni özellikler yerine mevcut özelliklerin güçlenmesi söz konusu olur.

4.3. EVRİMİN KANITLARI OLARAK FOSİLLER VE BİYOGEOGRAFYA

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Fosilleri, evrimin kanıtları olarak açıklar;
- ✓ ^{14}C ile tarihlendirmeyi açıklar;
- ✓ Biyocoğrafyayı tanımlar.

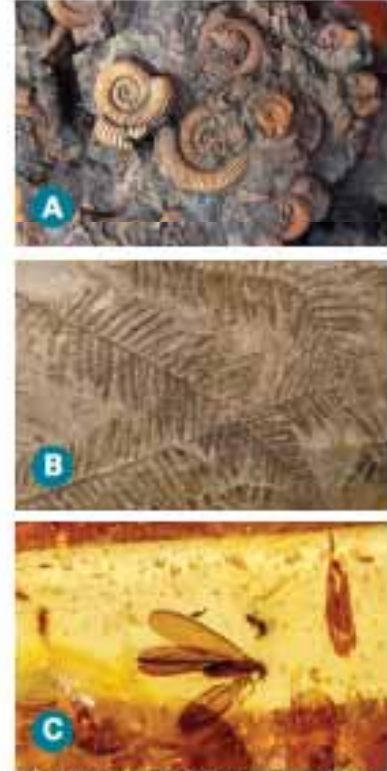
PALEONTOLOJİ VE FOSİLLER

Geçmişteki yaşam biçimlerini, dinazorlar, memeliler, balıklar, böcekler, mantarlar, bitkiler ve hatta mikroorganizmalar gibi nesli tükenmiş organizmaları inceleyen bilim dalına paleontoloji denir. **Paleontologların** (yaşam biçimlerinin tarihini inceleyen bilim insanları) en önemli aracı ise **fosillerdir** (Şekil 4.11).

Çoğu kişi için fosil kavramı, nesli tükenmiş dinazorları çağırır. "Dinazor" adı, Yunanca deinos (korkunç ya da çok büyük) ve sauros (sürüngen ya da kertenkele) sözcüklerinden türemiştir ve XIX. yüzyılda kullanılmaya başlanmıştır. Fosillerinin daha önce de bilindiği, hatta ejderha efsanelerinin temelini oluşturduğu düşünülmektedir.

Aslında, fosil kanıtları organizmaların zamanla nasıl değiştiğini ve Dünya'nın uzak geçmişte nasıl bir yer olduğunu ortaya koyar. Fosiller üç kategoriye ayrılır:

- Nesli tükenmiş organizmaların taşlaşmış kalıntıları: çoğunlukla kemikler ve diğer organlar ile dokular; ayrıca canlıların bedenlerinin kapladığı boşluklar da çevreden gelen maddelerle dolar ve zamanla taşlaşarak organizmanın görünümünün birebir kopyasını oluşturur (Şekil 4.11 A).
- Bitki ve hayvanların vücut kısımlarının taşlaşmış izleri: bunlar organizmaların görünüşü, hatta yapısı hakkında bilgi verir (Şekil 4.11 B).
- Fosilleşmiş reçine içindeki bitki ve hayvan kalıntıları: mantar ve bakterilerden korunarak doğal biçimde muhafaza edilirler. Bunlar, vücut parçaları, dokular, deri vb. olabilir. Bazen organizmaların bütün bedenleri de bulunabilir (Şekil 4.11 C). Bu tür örnekler kehribar parçaları içinde korunur (kehribar, ağaçların fosilleşmiş sertleşmiş reçinesidir).



Şekil 4.11 Fosil kategorileri A-B-C

FOSİLLERİN TARİHLENDİRİLMESİ

Fosiller, yerin **farklı katmanlarında** bulunur (Şekil 4.12). Eğer o katmanın oluşum zamanı belirlenirse, içindeki fosillerin yaşı da hemen belirlenmiş olur.

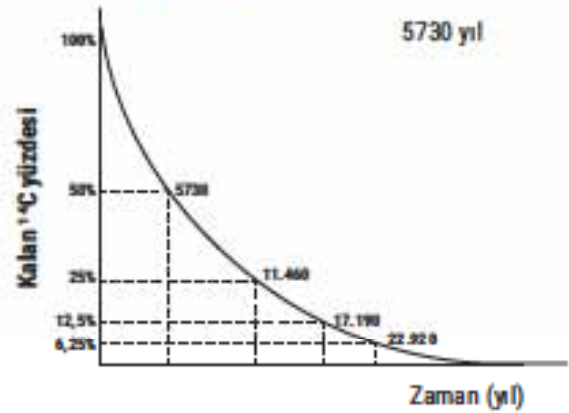
Radyometrik tarihlendirme ya da yaşın radyoaktif izotoplar yardımıyla belirlenmesi en yaygın ve en güvenilir yöntemdir. Bu işlemde, yan ömrü uzun olan radyoaktif izotoplar kullanılır. Fosiller için en uygun olanı, karbonun radyoaktif izotopu ^{14}C 'dir (Şekil 4.13).

Tüm yöntem, sıradan karbon atomu ^{12}C ile onun radyoaktif izotopu ^{14}C arasındaki orana dayanır. Canlı iken, fosilin oluştuğu biyolojik materyal (örneğin bir bitki), doğadaki oranla aynı şekilde her iki karbon izotopunu da bünyesine alır. Ancak organizma öldüğü anda, radyoaktif izotop olan ^{14}C parçalanmaya başlar ve zamanla azalır; buna karşın ^{12}C sabit kalır. ^{14}C 'nin yarılanma süresi 5730 yıldır. Bu süre sonunda miktan %50 azalır. Bir sonraki 5730 yılda, kalan miktarın %50'si daha yok olur. ^{12}C ve ^{14}C oranının ölçülmesiyle fosilin yaşı hesaplanabilir.



Şekil 4.12 Fosillerin bulunduğu jeolojik katmanlar

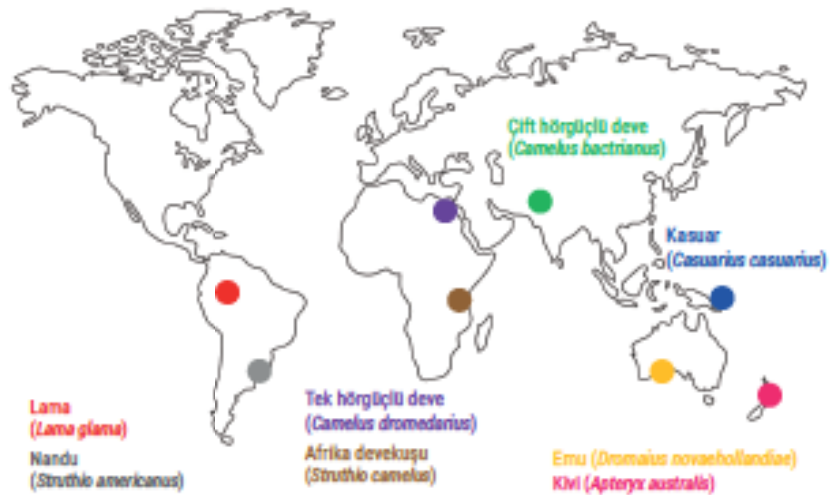
YARILANMA SÜRESİ



Şekil 4.13 Karbon-14'ün yarı ömrünü gösteren grafik (radyoaktif izotopunun yarılanma süresi)

BİYOCOĞRAFYA

Farklı kıtalarda yaşayan akraba türler evrimin kanıtıdır. Buna iyi bir örnek develer ve koşucu kuşlardır (Şekil 4.14). Lama, tek hörgüçlü deve ve çift hörgüçlü deve aynı aileye aittir. Geçmişte aynı ekosistemi paylaşmışlardır, ancak izolasyon ve seçilim sonucunda üç farklı tür oluşmuştur. Koşucu kuşlarda da benzer bir durum görülür: kazuar, emu ve kivi birbirine daha yakın akrabadır. Aynı şekilde iki farklı devekuşu türü (Afrika devekuşu ve Güney Amerika devekuşu – nandular) da bu duruma örnektir.



Şekil 4.14 Develerin ve koşucu kuşların coğrafi yayılışı

Geçmişte, keseliler (kangurular, koalalar, vombatlar vb.) dünyanın her yerinde yaşamaktaydı. Ancak daha gelişmiş formlar olan placentali memelilerin ortaya çıkmasıyla, keseliler geriye itilmiş ve yalnızca Avustralya kıtasında yaşamlarını sürdürebilmişlerdir. Bunun nedeni, onların coğrafi izolasyonla korunmuş olmalarıdır.

Etkinlikler:

- Açıklayınız: Kıtaların hareketi (kıtasal sürüklenme) Şekil 4.14'te gösterilen farklı türlerin ortaya çıkmasında nasıl "şuçlu" olmuştur?

Tekrar soruları:

1. Fosillerin kaç kategorisi vardır? Oluşumlarını açıklayınız.
2. Fosillerin bulunduğu toprak katmanları, onların tarihlendirilmesine nasıl yardımcı olur?
3. Fosil kalıntılarının tarihlendirilmesinde "14C saati" nasıl kullanılır, açıklayınız.
4. Biyocoğrafya evrime nasıl kanıt sağlayabilir, açıklayınız.

Anahtar noktalar:

- ✓ Fosiller üç kategoriye ayrılır: organizmaların taşlaşmış parçaları ve bedenleri; bedenlerden ve beden parçalarından kalmış taşlaşmış izler; fosilleşmiş reçine (kehribar) içinde korunmuş dokular ve organizmaların bütün bedenleri.
- ✓ ¹⁴C saati, fosil kalıntılarının tarihlendirilmesinde mükemmel bir yöntemdir; radyoaktif karbon izotopu ¹⁴C ile normal karbon ¹²C arasındaki oran karşılaştırılır.
- ✓ Biyocoğrafya, organizmaların yayılışını gezegenin geçmişindeki kıtaların konumlarıyla ilişkilendirir ve evrimi kanıtlamada bir araçtır.

4.4. EVRİMİN KANITLARI OLARAK GEÇİŞ FORMALARI VE PALEONTOLOJİK DİZİLER

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Geçiş formlarını, onların özelliklerini tanımlayarak ve atın paleontolojik dizisini örnek göstererek açıklar.

GEÇİŞ FORMALARI

Evrimin paleontolojik kanıtlarından en dikkat çekici olanları, geçiş formlarıdır. Bunlar, iki farklı kategoriye ait organizmaların özelliklerini bir arada bulunduran canlı kalıntılarıdır. Özellikle omurgalıların karayı fethetme sürecindeki geçiş formlarına büyük önem verilir (Şekil 4.15).

Eskiden, geçiş formlarının yalnızca fosil hâlinde bulunduğu düşünülüyordu. Ancak 1938'de Afrika'da balıkçılar "tuhaf" bir balık yakaladılar. Bu balık, *Latimeria chalumnae* adı verilen ve çoktan nesli tükendiği sanılan bir grup balığa ait, günümüzde hâlâ yaşayan iki türden birinin bireyi idi (Şekil 4.16). "Yaşayan fosil" olarak bilinen bu balığın dikkat çekici özelliği, dibe sürünerek hareket etmesini sağlayan etli yüzgeçleridir.

Seymuriya, görünüş itibarıyla amfibileri andıran bir hayvandı. Su ortamına bağlıydı, ancak karaya da çıkabiliyordu (Şekil 4.17).

Sürüngenler ile kuşlar arasındaki geçiş formu tam kanıtlarla desteklenememektedir, çünkü fosil bulguları sınırlıdır (Şekil 4.18).

Therapsid (memeli benzeri sürüngen), sürüngenlere benzeyen, fakat birçok memeli özelliği taşıyan bir canlı grubuydu. Bugünkü memelilerin ataları olarak kabul edilmektedir (Şekil 4.19).

PALEONTOLOJİK DİZİLER

Bunlar, farklı zaman dilimlerinden elde edilen fosil kalıntılarının birleştirilmesiyle oluşturulan, bir türün tüm evrimsel yolunu ortaya koyan bulgulardır. En iyi bilinen dizilerden biri, modern atın evrimsel dizisidir. Şekil 4.20'de farklı dönemlerde yaşamış at ataları ve ayak yapıları karşılaştırmalı olarak gösterilmektedir.

Ayak yapısı, yaşam ortamındaki değişimlere bağlı olarak farklılık göstermiştir. Örneğin, birden fazla parmağa sahip ayaklar, yumuşak zeminli bataklık bölgelerine uygun olmuştur.



Şekil 4.15 Organizmaların geçiş formlarının şematik gösterimi

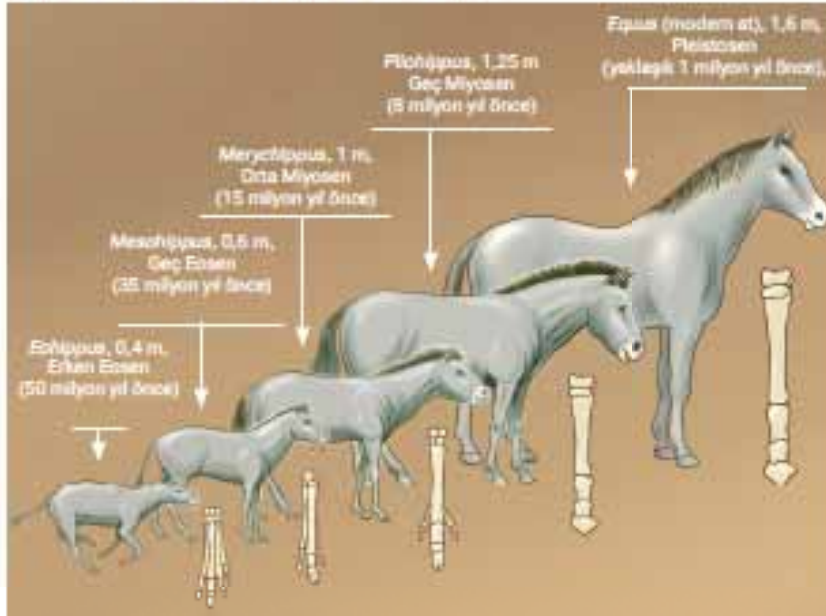


Şekil 4.16 Latimeria (*Latimeria chalumnae*)



Şekil 4.17 Seymuriya - fosil kalıntılar

Zemin sertleştikçe, atın ataları değişime uğramış ve yeni çevreye uyum sağlamışlardır. Daha az parmağa sahip ayaklar daha kolay ve hızlı hareket etmeyi mümkün kılmıştır. Günümüzün yabani atları, sert zeminle karakterize edilen bozkırlarda yaşamaktadır ve onlarda yalnızca üçüncü (orta) parmak güçlü bir şekilde gelişmiş olarak kalmıştır.



Şekil 4.20 Atın (*Equus caballus*) paleontolojik dizisi



Şekil 4.18 Archaeopteryx - nadir bulunan fosil kalıntılarının biri



Şekil 4.19 Therapsid (memeli benzeri sürüngen)

Etkinlikler:

- Modern fillerin paleontolojik dizisini araştırınız.
- Atların atalarının yırtıcılarında ne tür değişimler meydana gelmiştir? Bunun nedenlerini tartışınız. Günümüzde zebraların yırtıcılarıyla bağlantı kurunuz.

Tekrar soruları:

1. Evrimi kanıtlamada geçiş formları neden önemlidir?
2. Geçiş formlarının görünümünü açıklayınız: Latimeria (yaka yüzgeçli balık), Seymouria, Archaeopteryx ve Therapsid.
3. Paleontolojik dizi nedir?
4. Günümüz atının evrimi nasıl gerçekleşmiştir, açıklayınız.

Anahtar noktalar:

- ✓ Geçiş formları, bir organizma biçimi ile diğeri arasında bir "köprü" olarak anlaşılır. Bu sayede, kara organizmalarının evrimi, ardından kuşların ve memelilerin ortaya çıkışı izlenebilir.
- ✓ Paleontolojik diziler, bir türün evrimini zaman çerçevesi ve evrimsel süreci şekillendiren ekolojik koşullarla birlikte izlemek için mükemmel bir yöntemdir.

4.5. EVRİMİN KANITI OLARAK KARŞILAŞTIRMALI ANATOMİ VE KARŞILAŞTIRMALI EMBRİYOLOJİ

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Homolog organları ve analog organları, farklı hayvanlardaki ekstremiteler karşılaştırmalı anatomisi örneklerini kullanarak karşılaştırır ve
- ✓ Evrim için embriyolojik kanıtları sıralar ve açıklar.

KANIT OLARAK KARŞILAŞTIRMALI ANATOMİ

Anatomi, biyolojinin organizmaların vücut yapısını inceleyen dalıdır. Karşılaştırmalı anatomi ise, farklı organizmalardaki anatomik özellikleri karşılaştırarak onların benzerliklerini ve akrabalıklarını ortaya koymayı amaçlar. Pierre Belon (1517–1564), kuş ile insan iskeletlerini karşılaştıran ilk bilim insanı kabul edilir. Onun araştırmaları, karşılaştırmalı anatominin doğuşuna yol açmıştır.

Farklı organizma gruplarında organların yapısındaki benzerliklerin analizi ve gözlemlenmesi yoluyla bağlantılar kurulabilir ve onların evrimsel yolu anlaşılabilir. Bazen organizmaları dış görünüşlerine dayanarak ilişkilendirmek çok mantıklıdır; örneğin: zebra ile at veya belki insan ile şempanze. Dış görünüş ve davranış karşılaştırma ve ilişkilendirme için iyi bir temeldir. Ancak, canlı organizmaların iç yapısına daha derin bakıldığında ve dışarıdan görünmeyen şeyler fark edildiğinde, dışarıdan çok farklı olan organlar arasında bağlantı kurulabilir. Örneğin, ön uzvun yapısında (Şekil 4.21), birçok farklı omurgalıda kemiklerin tekrarlandığı gözlemlenir.

Karşılaştırmalı anatomi iki prensibe dayanır: homolog ve analog organlar. Bunlardan birincisi organizmaların akrabalığına dayanır, ikincisi ise benzer dış koşullara uyum sağlama konusunda evrimsel gücü gösterir.

HOMOLOG VE ANALOG ORGANLAR

Kuşun kanadı ile insanın eli, aynı embriyonik kökene sahip olmaları nedeniyle, belirli değişikliklerle birlikte yapı olarak aslında aynı kemiklere sahiptir.

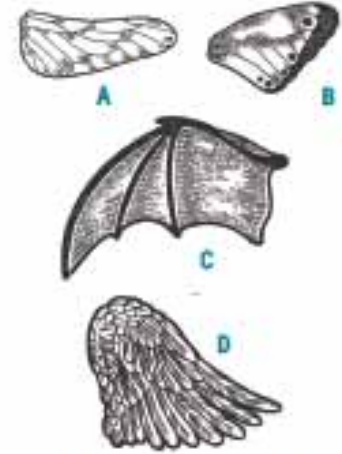


Şekil 4.21 Farklı omurgalıların ön ekstremiteleri: yunus, insan, at, yarasa. Mor: humerus (üst kol kemiği), Turuncu: radius (başparmak tarafındaki ön kol kemiği), Yeşil: ulna (dirsek kemiği), Kırmızı: carpus (el bileği), Mavi: metacarpus (avuç içi kemikleri), Sarı: phalanges (parmak kemikleri)

Aynı embriyonik kökene sahip olmaları nedeniyle, organlar yapısal olarak benzer olabilir fakat işlevleri aynı değildir. Bu organlara **homolog organlar** denir (Şekil 4.21). Homolog organlar, grupların ortak bir atadan türediğini gösterir. Ancak bu organlar, organizmaların uyum sağladıkları çevresel koşullara bağlı olarak farklı işlevler kazanmışlardır.

Buna karşılık, aynı işlevi gören fakat farklı embriyonik köken ve yapıya sahip organlara **analog organlar** denir. Örneğin, böceklerin kanatları ile yarasaların ve kuşların kanatları analogiktir (Şekil 4.22). Bu organizmaların yakın bir ortak atası yoktur; benzerlikler, benzer çevre koşullarında yaşamalarının bir sonucudur.

Homoloji ve analogi bitkilerde de görülür. Örneğin, kabaklardaki sülük (sarılıcı uzantı) ile limon dikenleri homolog organlardır. Buna karşın, kaktüsün gövdesi ile ağaçların yaprakları analog organlara örnektir (Şekil 4.23).



Şekil 4.22 Analog organlar (A ve B - kelebek kanadı, C - yaras kanadı, D - kuş kanadı)



Şekil 4.23. Bitkilerde homolog ve analog organlar

EVİRİMİN KANITI OLARAK KARŞILAŞTIRMALI EMBRİYOLOJİ

Karşılaştırmalı embriyoloji, embriyolojinin bir dalıdır ve farklı organizmaların embriyolarını gelişimlerinin farklı evrelerinde karşılaştırır. Amaç, onların akrabalığını veya evrimsel bağlantılarını göstermek ya da çürütmektir.

Şekil 4.24'te farklı omurgalıların embriyoları gösterilmektedir. Gelişimin ilk üçte birlik kısmında tüm embriyolar arasında benzerlik gözlenir. Bu durum, bütün omurgalıların uzak bir akrabalığa sahip olduğunu kanıtlar. Gelişimin ikinci üçte birlik kısmında ise, evrimsel olarak birbirine daha yakın gruplar arasında benzerlik görülür. Sağdan sola doğru gidildikçe, embriyolar arasındaki benzerlikler önce çok belirgindir, ancak giderek azalır. Bu farklılıklar, hayvan grupları arasındaki evrimsel uzaklığın göstergesidir.

CANLI ORGANİZMALAR				
Kurbağa	Balık	Kaplumbağa	Tavşan	İnsan
I				
II				
III				

Şekil 4.24 Omurgalıların embriyonik gelişimi – gelişimin üç eşit döneminde

Etkinlikler

- Genç hoatzin kuşlarının (Şekil 4.25) özelliklerini inceleyiniz. Neden bu kuşlara "sürünge kuşlar" denildiğini açıklayınız.



Şekil 4.25 Hoatzin

Tekrar soruları:

- Karşılaştırmalı anatominin temel amacını açıkla.
- Homolog organlar nelerdir ve neyi gösterirler?
- Analog organlar nelerdir ve neyi gösterirler?
- Karşılaştırmalı embriyolojinin temel görevi nedir?
- Farklı hayvanların embriyo yapıları arasındaki benzerliklerin, embriyonal gelişimin farklı dönemlerinde neyi gösterdiğini açıkla:
 - Eğer benzerlikler gelişimin ilk döneminde daha fazlaysa?
 - Eğer benzerlikler ikinci dönemde daha fazlaysa?

Anahtar noktalar:

- ✓ Homolog organlar, aynı embriyonik kökene (benzer anatomik yapıya) sahip fakat farklı işlevleri olan organlardır (örnek: kurbağa, kuş, yaras ve insanın ön bacakları). Buna karşılık, analog organlar aynı işlevi görürler, fakat embriyolojik olarak tamamen farklıdırlar (örnek: kelebek ve kuş kanatları).
- ✓ Karşılaştırmalı embriyoloji, embriyoları gelişimin farklı evrelerinde karşılaştırır (üç dönemde). Erken (birinci) ve geç (üçüncü) dönemdeki benzerlikler uzak akrabalığa işaret ederken, orta (ikinci) ve geç (üçüncü) dönemdeki benzerlikler yakın akrabalığa işaret eder.

4.6. RUDİMENTER ORGANLAR VE ATAVİZMLER

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

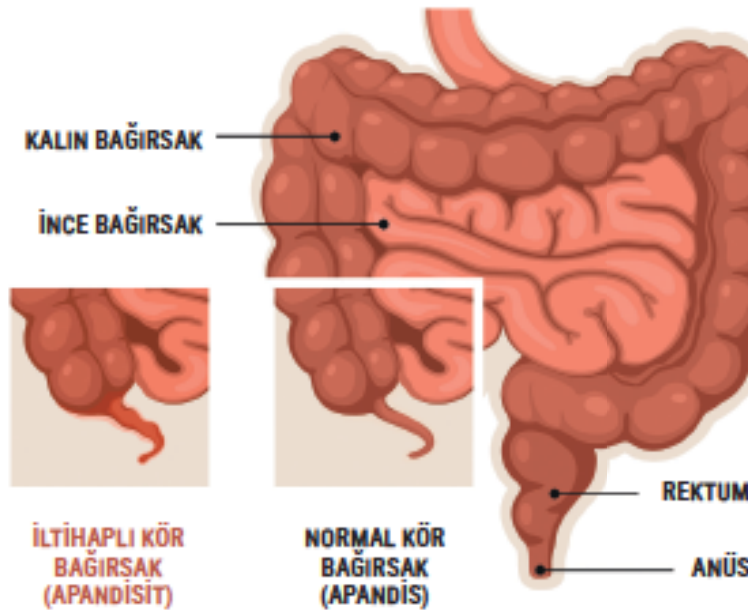
- ✓ Geçmişte rudimenter organların ve atavizmlerin işlevini açıkla ve onları evrimle ilişkilendirir.

RUDİMENTER ORGANLAR

Charles Darwin, "Türlerin Kökeni" (1859) adlı eserinde, organizmalar evrimleşirken geride kalan organlar grubuna dikkat çekmiştir. Bu organlar, geçmişte organizmanın işlevi için önemliydi, fakat zamanla işlevlerini yitirdiler. Bazıları tamamen kayboldu, bazıları ise rudimenter (ilkel, körelmiş) organlar olarak kaldı.

Bu tür organlar, farklı organizmalarda ve hatta insanda da gözlemlenir.

Örneğin, insandaki **kör bağırsak (appendix)** ince bağırsak ile kalın bağırsak arasındaki geçişte yer alan, solucanı andıran küçük bir çıkıntıdır (Şekil 4.26).

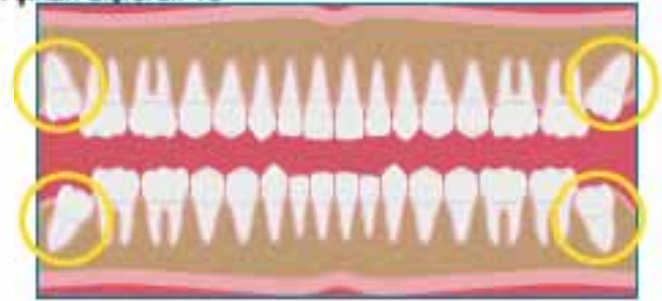


Şekil 4.26 Kör bağırsak (Appendiks)

Otçullarda (herbivorlar) bu bağırsak bölümü oldukça büyüktür ve tükettikleri bitkisel besinlerin sindiriminde önemli bir rol oynar. Bu nedenle bilim insanları, insandaki bu gelişmemiş bağırsak kısmını, beslenmeleri büyük ölçüde bitkisel olan insan atalarıyla ilişkilendirirler. Günümüzde, kör bağırsağın iltihaplanması (apandisit) yaygın bir sağlık sorunudur. Cerrahi olarak alınır. Dikkat çekici olan nokta, kör bağırsağı alınan kişilerin, bu organı olanlarla kıyaslandığında işlevsel bir eksiklik yaşamamalarıdır.

Yirmi yaş dişleri (bilgelik dişleri), çenede en son çıkan dişlerdir ve "sekizlikler" olarak da bilinir (Şekil 4.27).

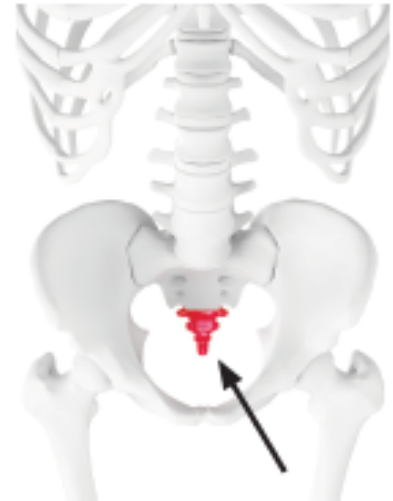
Bunlar, üçüncü azı dişleri grubuna aittir. Adlarını, diğer dişler çocuklukta çıkarken, bu dişlerin 17-25 yaşları arasında çıkmasından alırlar (yani "daha akıllı" olduğumuz yaşlarda). Bazı insanlarda hiç çıkmazlar. Çıksalar bile çoğunlukla işlevsel değillerdir: çiğnemeye katılmazlar ve genellikle çabuk çürürler. Bu dişlerin varlığı, atalarımızın daha büyük ve güçlü çenelerine bağlanır; o dönemde çiğneme işlevinde önemliydi. Evrim sürecinde kafatası ve çeneler küçüldükçe işlevlerini kaybettiler. Geçmişte insanlar dişlerini daha genç yaşta kaybettiklerinden, bu azılar çıkacak yer bulabiliyordu. Ancak günümüzde ağız hijyeninin gelişmesiyle dişlerimizi daha uzun süre koruyoruz, bu yüzden yirmi yaş dişleri çıkacak yer bulamıyor ve sağlık sorunlarına yol açabiliyor.



Şekil 4.27 Yirmi yaş dişleri

Kuyruk sokumu kemiği (os coccyx) insanda günümüzde tamamen körelmiş durumdadır çünkü kuyruk artık işlevsel değildir. Oysa diğer hayvanlarda kuyruk, hareket sırasında dengeyi sağlamada ve hatta iletişim aracı olarak (köpekler, kedilerde) rol oynar. Bazı maymunlarda kuyruk o kadar işlevseldir ki dallara tutunmak için ek bir uzuv gibi kullanılır. İnsanda kuyruk sokumu kemiği (Şekil 4.28) günümüzde leğen kemiğine destek olarak görev yapar. Ancak tıbbi nedenlerle bu kemiğin çıkarıldığı vakalarda, vücut işlevlerinde belirgin bir olumsuz etki görülmemiştir.

Kıl düzleştirici kaslar ise düz kaslar grubuna girer ve tüylü hayvanlarda kılın dikleşirmek için harekete geçer. Bu durum, hayvanlar korktuğunda veya tehlikede olduğunda, postlarını kabartarak daha iri görünmelerini sağlar. Ayrıca üşüdüklerinde de kılların dikleşmesiyle ısı kaybı azaltılır.



Şekil 4.28 Kuyruk sokumu kemiği

Kıl örtüsü hava yalıtımı yapar. Aynı kaslar insanların derisinde de vardır, fakat evrimsel süreçte kaybettiğimiz kıllar eksiktir. Bu nedenle, herhangi bir duygusal olaydan veya soğuktan kaynaklanan refleks bir tepki meydana geldiğinde, ürperme hissi yaşarız (Şekil 4.29).



Şekil 4.29 Ürperme

Balinalarda ve pitonlarda görülen körelmiş arka uzuvlar (Şekil 4.30), geçmişte bu hayvanların yüzeyde hareket etmelerini sağlayan uzuvlara sahip olduklarının kanıtıdır. Balinalar yaklaşık 50 milyon yıl öncesine kadar karasal hayvanlardı, daha sonra tekrar suya dönmüşlerdir. Bunun sonucunda vücutları yeniden şekillenmiş, ön uzuvları yüzgece dönüşmüş, arka uzuvları körelmiş ve kaybolmuş, kuyruk ise yüzmeye yarayan kuyruk yüzgecine dönüşmüştür. Günümüzde su aygırları ile balinaların uzak bir ortak ataya bağlı olduklarına dair bulgular vardır. Benzer durum pitonlarda da görülür, onlarda da körelmiş uzuvlardan çıkıntılar fark edilmektedir.

Devenkuşunun kanatları (Şekil 4.31) körelmiş organların ilginç bir örneğidir. Yani, eskiden uçmaya yarayan kanatlar artık bu işlevi yerine getirmez. Benzer bir durum kazuarlar, kiviler ve uçamayan papağanda da vardır. Ancak kanatlar, kuş koşarken dengeyi sağlamada ya da çiftleşme döneminde erkeklerin dişilere kur yapmasında işlev görmektedir.

Astyanax mexicanus (Şekil 4.32) türü balıklarda körelmiş gözler ilginç bir örnektir. Bu balıklar Meksika Körfezi'nde, derin karanlık sularda yaşarlar. Gözleri işlevsiz olduğundan evrimsel olarak onları kaybetmişlerdir. Yumurtalardaki embriyonal gelişim sürecinde gözleri olsa da yavaş yavaş körelir ve genç bireylerde gözler deri kıvrımıyla kaplanır. Aynı türün temsilcileri daha sığ sularda, ışığın bulunduğu yerlerde de yaşarlar. Burada gözleri tamamen iyi gelişmiştir. Bilim insanları, göz oluşmuş bir balıktan lensi alıp kör bir balığa nakletme deneyi yapmışlardır. Birkaç gün içinde nakledilen lensle göz gelişip işlev kazanmaya başlamıştır. Böylece başlangıçta kör olan ve derin karanlık sularda yaşayan balık, artık ışıklı ortamda görme yetisine kavuşmuştur.



Şekil 4.30 Balınada körelmiş arka uzuvlar



Şekil 4.31 Devenkuşu



Şekil 4.32 *Astyanax mexicanus*, kör

ATAVİZM

Organizmalarda, uzak atalarında bulunan fakat evrim sürecinde çoktan kaybolmuş özelliklerin yeniden ortaya çıkması tek bir kelimeyle atavizm olarak adlandırılır.

Bu durum, genotipte artık bulunmadığı düşünülen "eski genlerin" yeniden etkinleşmesiyle ilgilidir. Bu genler, örneğin, ikiden fazla meme ucu, balinalarda arka uzuvlar, atlarda fazladan parmaklar veya insanlarda kuyruk gibi özelliklerin bilgisini taşırlar.

Bitkilerde de birçok örnek vardır (Şekil 4.33):

- Dikenleri olmayan bazı kültürlenmiş, evcilleştirilmiş bitki çeşitlerinde (güller ve turuncgiller) yabani atalarına bağlı olarak, dikenli dallar atavistik bir özellik olarak ortaya çıkabilir.
- Normalde bulunmayan, fakat tropik veya bataklık ortamlara uyum sağlayan ataların karakteristiği olan advenitif veya hava köklerinin domates ve mısırdaki ortaya çıkması da atavizm olarak kabul edilir.
- Çiçek elemanlarından yaprak benzeri oluşumların gelişmesi atavizmdir, çünkü bunlar organların yaprak olarak modifiye edildiği atalara dayanır. Buraya, tek cinsiyetli ve iki cinsiyetli – hermafrodit çiçeklerin değişimi de girer. Örneğin, kültür salatalıklarında tek cinsiyetli çiçekler bulunur, fakat stres, sıcaklık dalgalanmaları veya mutasyonlar sonucu, atalarında mevcut olan iki cinsiyetli çiçekler ortaya çıkabilir. Benzer bir durum mısırdaki da görülür. Ayrıca, iki cinsiyetli çiçeklere sahip bazı kültür asma çeşitlerinde, atası olan yabani asmaya özgü tek cinsiyetli çiçekler gelişir.

Bu olgular, evrimsel sürece ve bu özelliklere sahip olan atalara tanıklık etmektedir. Bu baskılanmış genlerin nasıl yeniden aktifleştiği, genetikçiler için hâlâ bir sırdır.



Şekil 4.33 Atavizm: mısırdaki ek kökler (A), iki cinsiyetli çiçeklere sahip üzüm (*Vitis vinifera*) çeşidinde, yabani asmaya (*Vitis sylvestris*) dönüş olarak tek cinsiyetli çiçeklerin ortaya çıkması (B), salatalıklarda normalde tek cinsiyetli çiçekler bulunmasına rağmen, stres, sıcaklık dalgalanmaları veya mutasyonlar sonucunda atalarda mevcut olan iki cinsiyetli çiçeklerin ortaya çıkması (C).

Etkinlikler:

- Başka atavizmler hakkında araştırma yapınız. Sonuçları sınıftaki diğer arkadaşlarınızla paylaşınız.
- Atavizm ile doğan insanların geçmişteki durumunu araştırınız. Günümüzde bu durum nasıl çözülmektedir?

Tekrar soruları:

1. Hangi organlara körelmiş organlar denir?
2. Körelmiş organlar hangi mesajı taşır?
3. İnsanda bazı körelmiş organları sayınız. Atalarımızda bunların işlevi neydi?
4. Atavizm nereden ortaya çıkar?
5. Atavizm nereden evrimin kanıtı olarak önemlidir?
6. Organizmalarda bazı atavizmleri sayınız.

Anahtar noktalar:

- ✓ Körelmiş organlar, organizmanın evrimsel gelişimine tanıklık eder; bu organların atalarda çevrede hayatta kalma (beslenme, hareket, iletişim, eş bulma vb.) açısından önemli bir rol oynadığını ortaya koyar.
- ✓ Atavizm, genotipte baskılanmış genlerin yeniden etkinleşmesiyle bağlantılıdır. Bu genler uzak ataların özelliklerine dair bilgiyi taşır. Atavizm, bu organizmaların geçirdiği evrimsel değişimlerin kanıtıdır.

4.7. ADAPTASYON TÜRLERİ

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Davranışsal, fizyolojik ve yapısal adaptasyonları tanımlar ve bunların organizmaların hayatta kalmasındaki rolünü açıklar;
- ✓ Endüstriyel melanizm, aposematizm, mimikri ve kriptik renklenme olaylarını karşılaştırır, örnekler verir ve bunların adaptif süreçlerdeki önemini açıklar.

“YALNIZCA EN İYİ UYUM SAĞLAYANLAR HAYATTA KALACAKTIR”

Charles Darwin, başyapıtı “Türlerin Kökeni” adlı eserinde, yalnızca çevreye en iyi uyum sağlayan (adaptasyon gösteren) organizmaların hayatta kalma ve üreme açısından en başarılı olacaklarını belirtir.

Adaptasyonlar üç kategoriye ayrılabilir: davranış, fizyoloji ve yapı (morfoloji) (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Adaptasyonların sınıflandırılması ve özellikleri

ADAPTASYONLAR		
DAVRANIŞ	FİZYOLOJİ	YAPI
Organizmanın çevredeki değişikliklere verdiği yanıtlar; bu yanıtlar, onun hayatta kalmasına /çoğalmasına yardımcı olur.	Organizmanın hayatta kalmasına/çoğalmasına yardımcı olan fizyolojik süreçler.	Organizmanın hayatta kalmasına/çoğalmasına yardımcı olan yapısal özellikler.

ENDÜSTRİYEL MELANİZM

Bu tür adaptasyon, görece kısa bir süre içinde ortaya çıkar ve yeni türlerin oluşumunda doğal seçilimin işleyişinin kolayca gözlemlenebilen bir sürecidir. Endüstriyel melanizm, endüstriyel açıdan gelişmiş bölgelerde yaşayan organizmaların vücut ve tüy renklerinin koyulaşması olayıdır. Havanın kirlenmesi, özellikle kömür, kauçuk ve plastiğin yanmasından ortaya çıkan kurum nedeniyle bu adaptasyon meydana gelir.

Açık renklere sahip hayvanlar, o zamana kadarki koşullara uyum sağlamışken, şimdi yaşam ortamlarının yüzeyinin kararmasıyla karşı karşıya kalmaktadırlar.

Onların açık renkleri (Şekil 4.34 A) onları yırtıcılara belli etmiş, bu yüzden kolayca avlanıp yenmişlerdir. Ancak, bazı bireylerde değişkenlik mevcut olup, koyu renkten sorumlu bir gen taşımışlardır (Şekil 4.34 B). Kirlilikten önce bu bireyler yırtıcılar tarafından kolayca avlanarak yok edilmişlerdir. Fakat yeni durumda, koyu renkli bireyler avantajlı hale gelmiştir. Artık onlar çoğunluğu ele geçirmiş ve tüm popülasyon daha koyu renge bürünmüştür.

APOSEMATİZM, KRİPTİK RENKLENME VE MİMİKRİ

Çevresel değişimlere uyum sürecinde hayvanlar hem dış görünüşleri hem de davranışları ile adapte olmuşlardır. Bu adaptasyonların amacı avcılar uyarmak, çevre ile kamufle olmak, ya da avcıyı aldatmaktır.

Aposematizm, gerçekten de yırtıcılar için tehlikeli olan bazı hayvanlarda görülen uyarıcı renklilik ve davranış biçimidir. Yani, aposematizm geliştirmiş çeşitli hayvanlar, salgısı yırtıcıları ciddi şekilde yaralayabilen, hatta öldürebilen zehirli bezlere sahiptir. Şekil 4.35'te aposematizm adaptasyonuna sahip çeşitli gruptan hayvanlar gösterilmiştir.

Tropik bölgelerdeki zehirli kurbağalar ve şekilde yer alan kara dul örümceğinde görülen parlak ve kolay fark edilen, özel desenlere sahip renkler, yırtıcılara bu hayvanların dokunulmaması gerektiğini bildirir. Çingiraklı yılan ise kuyruğunda çingirak işlevi gören birkaç segmente sahiptir. Tehlike hissettiğinde kuyruğunu sallayarak bir ses çıkarır ve zehrine dair uyarı verir. Eşekarasında, anlar ve yaban arılarında olduğu gibi, aposematizm vızıltı sesiyle ve dikkat çekici, uyarıcı vücut renkleriyle gerçekleşir. Kobra tehlike anında boyun derisini şişirerek karakteristik bir duruş sergiler. Akrep balığının yüzgeç dikenlerinde zehir bulunur; parlak, alacalı renkleri ve yüzgeç şekli ise uyarıcı görevi görür. Ancak, çoğu parlak ve canlı renkli hayvanın aslında tehlikeli olmadığını da unutmamak gerekir.

Kriptik renklilik ise, hayvanların çevreye uyum sağlamak amacıyla vücut renkleri ve biçimlerini değiştirerek ortama tamamen karışmaları şeklinde bir adaptasyondur. Bu adaptasyon, hayvanları yırtıcılardan korumayı, onları çevrede adeta "görünmez" hale getirmeyi amaçlar. Bu durum aposematizmin tam tersidir. Şekil 4.36'da kriptik renkliliğe dair bazı ilginç örnekler gösterilmiştir. Çubuk böcekleri (Phasmatodea) vücut biçimi ve rengiyle dal parçasına kusursuz biçimde benzer; hatta rüzgârda sallanıyormuş gibi hareket eder. Devenin kürkü, çöl kumuyla aynı renktedir; bu nedenle deve yere uzandığında kum yığınınına benzer.



Şekil 4.34 A) Açık renkli güve B) Koyu renkli güve



Şekil 4.35 Aposematizm - uyarıcı renklilik ve davranış

Güveler ve baykuş, gövdelerinin rengi sayesinde tamamen ağaç kabuğunun rengine uyum sağlar. Bukalemun çevresine göre renk değiştirme yeteneği geliştirmiştir; bazı bukalemunların beden şekilleri de çevreye benzer. Kutup tilkisi ve diğer kutup hayvanları beyaz renge sahiptir, böylece karın beyazlığı içinde tamamen kaybolurlar. Mürekkep balığı ise çevreye uyum sağlamada gerçek bir ustadır. Çok hızlı bir şekilde rengini değiştirebilir, hatta çevresine benzer desenler oluşturabilir.

Mimikri aposematizme oldukça benzer bir adaptasyondur, ancak çok önemli bir fark vardır. Aslında, bu adaptasyona sahip hayvanlar, aposematizme sahip tehlikeli hayvanlar gibi avcılarını kendilerinden uzak tutmaya çalışırlar. Ancak bu hayvanlar hiçbir şekilde tehlikeli değildir. Yalnızca tehlikeli hayvanları taklit ederler (rol yaparlar). Şekil 4.37'de görüldüğü gibi, sol tarafta zehirli ve sokabilen bir yaban arısı vardır. Sağ tarafta ise, görünüşüyle ve hatta vızıltısıyla onu taklit eden bir sinek bulunur.



Şekil 4.37 Yaban arısı (solda) ve sinek (sağda)

Şekil 4.38'deki yılanlar da aposematizm ve mimikri için ilginç bir örnektir. Sol tarafta, çok zehirli olan mercan yılanı, uyancı renklere sahiptir. Sağ tarafta ise, aslında zararsız olan süt yılanı, mercan yılanını mükemmel şekilde taklit eder.



Şekil 4.38 Mercan yılanı (solda) ve süt yılanı (sağda)

Ayrıca, Şekil 4.39'da görüldüğü gibi, akrep taklidi yapan bir peygamberdevesi, yılanı andıran bir tırtıl da mimikri örnekleri arasındadır.



Şekil 4.39 Akrep taklidi yapan peygamberdevesi (solda) ve yılan taklidi yapan tırtıl (sağda)



Şekil 4.36 Kriptik renklilik – çevreye uyum sağlamak için vücut rengi ve şekli

Etkinlikler:

- Derste, evrim süreci boyunca nasıl taklitçi canlıların ortaya çıktığını tartışınız.
- Derste, Darwin'in "Yalnızca en iyi uyum sağlayanlar hayatta kalacaktır!" sözünün anlamını tartışınız.
- Kutup ayısının nasıl avlandığını ve beslendiğini araştırınız. Derste, Kuzey Kutbu'nda kar ve buzun erimesinin kutup ayısı için ne anlama geleceğini tartışınız.

Tekrar soruları:

1. Üç adaptasyon kategorisini açıkla.
2. "Endüstriyel melanizm" adı nereden gelir? Bu adaptasyon tipinin kazanılması sırasında meydana gelen değişiklikleri açıkla.
3. Aposematizmin (uyarıcı renkliliğin) temel amacı nedir?
4. Kediler ve köpekler neden siğilli kurbağalara saldırmazlar?
5. Kriptik renklilik (gizlenme renkliliği) ile ne sağlanır?
6. Neden mimikri, aposematizmin ters özelliklerine sahiptir?

Anahtar noktalar:

- ✓ Adaptasyonlar, belirli organizmalara özgü görünüm, davranış ve fizyolojik süreçlerle ilgilidir; bu özellikler onların kendi ortamlarında hayatta kalmalarına yardımcı olur.
- ✓ Adaptasyonlar; vücut renkliliği ve şekilleri, davranış biçimleri (hareket, sesler) ile kimyasal maddelerin (zehirlerin) üretilmesi şeklinde ortaya çıkabilir.

4.8. EVRİM MODELLERİ

Öğrenmenin Sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Evrim modellerini, örnekler üzerinden, divergent evrim, adaptif radyasyon, konvergent evrim ve koevolüsyon dâhil olmak üzere açıklar.

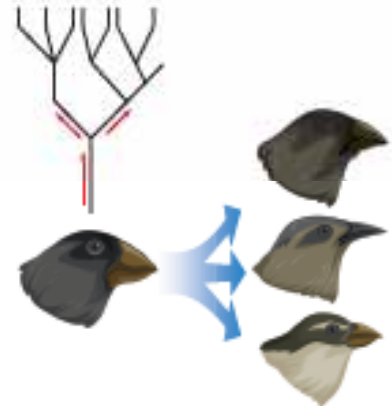
EVRİM MODELLERİ

Türlerin evrimi gözlemlendiğinde, organizmaların özelliklerindeki değişimlerin bazı yönelimler gösterdiği fark edilir. Bu değişimler genellikle organizmaların özelliklerinin karmaşılaşmasına, basitleşmesine veya stabilleşip korunmasına yol açar. Bu değişimler modeller şeklinde ifade edilebilir. Evrimin yöneliminden ortaya çıkan sonuca bağlı olarak, bunlar birkaç gruba ayrılır: **ıraksak (divergent) evrim**, **uyumsal yayılım (adaptif radyasyon)** – ıraksak evrimin bir parçası), **yakınsak (konvergent) evrim** ve **koevolüsyon**.

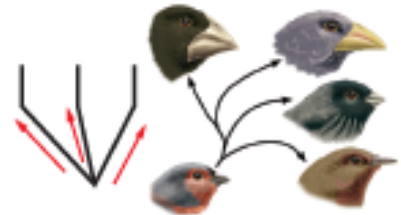
Iraksak (Divergent) Evrim, ortak bir atadan gelen akraba organizma gruplarının evrimsel değişiklikler biriktirerek zamanla ayrı türler hâline gelmesi modelidir. Bu durumun nedeni, ister abiyotik (çevresel değişiklikler), ister biyotik (rekabet, yırtıcılık) faktörler olsun ekolojik etkenlerdir. Daha önce incelediğiniz homolog organlar, bu evrim modeline kanıt olarak gösterilir. Şekil 4.40'ta ıraksak evrim modelinin şematik bir gösterimi ve örneği verilmiştir.

Uyumsal Yayılım (Adaptif Radyasyon) ise aslında yakın geçmişte gerçekleşmiş olan bir ıraksak evrimdir. Darwin bu süreci, "Türlerin Kökeni" adlı eserinde, Galapagos Adaları'na yaptığı keşif gezisi sırasında fark etmiş ve açıklamıştır. Orada, farklı adalarda yaşayan benzer kuşların gaga şekli ve büyüklüklerinde belirgin farklılıklar olduğunu gözlemlemiştir. Tüm bu kuşların ortak bir atası olmasına rağmen, zamanla yeni koşullara uyum sağlamış, o adalarda yaşamış ve çoğalmışlardır. Şekil 4.41'de uyumsal yayılımın şematik bir gösterimi ve örneği verilmiştir.

Yakınsak (Konvergent) Evrim ise ıraksak evrimin aksine, tamamen farklı kategorilere ait organizmaların benzer evrimsel özellikler geliştirmesiyle ilgilidir.



Şekil 4.40 Divergent evrim. Soyu tükenmiş bir atadan birçok farklı yeni tür dalı ortaya çıkar



Şekil 4.41 Adaptif radyasyon

Çoğunlukla bu özellikler aynı çevresel zorluklara verilen tepki olarak, organizmalarda benzer vücut şekilleri, renklemeler ve davranışlar gözlemlenir. Bu özellikler zamanla kazanılmıştır. İlginç bir örnek, şahin,doğan ve kartal arasındaki benzerliktir. Hepsi avcı kuşlardır ve benzer özelliklere sahiptirler. Ancak son DNA analizleri, doğanın kartal ve şahinden çok papağana daha yakın akraba olduğunu göstermiştir. Şekil 4.42’de yakınsak evrimin şematik bir gösterimi verilmiştir.



Şekil 4.42 Yakınsak (Benzeşmeli) evrim

Yakınsak evrime mükemmel bir örnek, suda yaşayan veya zamanının büyük bölümünü suda geçiren organizmaların (balık, penguen, balina ve fok) şekillenmesidir.

Torpedo biçimli vücut, evrimsel olarak yüzme için en uygun form olarak ortaya çıkmıştır. Tablo 4.3’te yakınsak evrimle birleşen hayvan grupları verilmiştir.

Özellik	Organizma Örnekleri
Kamera gibi göz	İnsan, ahtapot, kalamar
Diğer parmaklara karşı konumlanmış başparmak	İnsan, koala, primatlar, keseli sıçan, panda, bukalemun
Uçma	Kuşlar, yarasalar, böcekler
Avin kanını emme	Pire, sivrisinek, sinek
Yankı ile yer belirleme (ekolokasyon)	Balina, yarasa
Çölde hayatta kalma	Sütleğen, kaktüsler

Koevolüsyon ise, beslenme, tozlaşma vb. bazı ilişkilerle bağlı olan iki veya daha fazla organizmanın birlikte evrimleşmesi olarak tanımlanır. Ancak, bu ilişkilerin zaman içinde nasıl geliştiğini belirlemek zordur, özellikle farklı türler arasındaki ilişkiler söz konusu olduğunda. Şekil 4.43’te koevolüsyon modelinin en basit örneği verilmiştir: kolibri kuşu ve onun nektarıyla beslendiği çiçek. Bir türdeki değişim, diğer türde de değişime neden olmuştur.



Şekil 4.43 Koevolüsyon – Kolibri ve beslendiği, aynı zamanda tozlaşmasını sağladığı çiçek

Etkinlikler:

- Araştırın: Su hayvanlarının vücutlarının alt kısmı ne renktir? Daha sonra bunun neden böyle olduğunu açıklamaya çalışın. Bu hangi tip evrimdir?
- Başka koevolüsyon örnekleri araştırın. Bulgularınızı sınıf arkadaşlarınızla paylaşın.
- İnsan hangi evrim modeline sahip olmuştur, araştırın. Bulgularınızı sınıf arkadaşlarınızla paylaşın.

Tekrar soruları:

1. Evrimin yönleri nelere bağlı olmuştur?
2. Divergent (ıraksak) evrim nasıl bir evrim modelidir, açıklayın.
3. Adaptif radyasyon hangi kategoriye girer? Bir örnek verin.
4. Hangi evrim modeli homoloji organlarla ilişkilidir?
5. Konvergent (yakınsak) evrimin özellikleri nelerdir?
6. Koevolüsyon söz konusu olduğunda organizmalar arasındaki ilişkileri tanımlamak neden zordur?
7. Keneler ile köpek gözlemlendiğinde hangi evrimden söz edilir?

Anahtar noktalar:

- ✓ Divergent evrim, aynı atadan gelen akraba türdeki organizmalarla ilişkilidir, konvergent evrim ise çok uzak akraba organizmalarda benzer fenotipik özelliklerle ilişkilidir.
- ✓ Adaptif radyasyon, ama daha yakın geçmişte gerçekleşmiş bir divergent evrimdir.
- ✓ Koevolüsyon, iki veya daha fazla türün evriminde karşılıklı bir bağılıktır; bu türlerin varlığı, diğerlerinin varlığına bağlıdır.



KONU 5

ORGANİZMALAR VE YAŞAM ORTAMLARI

ÖĞRENME SONUÇLARI





Öğrenci:

- Ekosistemlerde enerji aktarımını ve dönüşümünü, enerjinin trofik seviyeler ve enerji piramitleri boyunca akışını açıklayabilir.
- İnsan faaliyetlerinin çevre üzerindeki olumlu ve olumsuz etkilerini ayırt edebilir.
- Biyogeo-kimyasal döngülerin ve enerji aktarımının ekolojik dengeye nasıl etki ettiğini açıklayabilir ve sürdürülebilir ekosistemler elde etmek için önlemler önerebilir.



5.1. BİYOLOJİK SİSTEMLERDEKİ BİRİNCİL ENERJİ KAYNAĞI GÜNEŞ

Öğrenme sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Güneş'in ekosistemlerde temel enerji kaynağı olarak rolünü açıklar.
- ✓ Enerjinin dönüşümünü (ışık enerjisinden kimyasal enerjiye) farklı ekosistem türlerinden örneklerle açıklar.

ENERJİ KAVRAMI

Enerji için hem basit hem de aynı zamanda karmaşık açıklamalar vardır. Çoğunlukla, bir işi başlatma veya gerçekleştirme yeteneği olarak tanımlanır. Enerjinin iki temel biçimi vardır: kinetik enerji (hareket enerjisi) ve potansiyel enerji (maddenin konumu veya yapısıyla ilişkili olarak sahip olduğu enerji). Canlı organizmalar için kinetik enerjilerden en önemlisi ışık enerjisidir; potansiyel enerjilerden en önemlisi ise kimyasal enerjidir (Şekil 5.1).

ENERJİNİN DÖNÜŞÜMLERİ

Enerji dönüşüm süreçlerini açıklayabilmek için bilim insanları "sistem" gibi terimler kullanırlar. Sistem, incelenen maddeyi ve onun çevresini ifade eder. Buna göre, bir elektrik santrali, tek bir hücre veya tüm gezegen bir sistem olabilir. Bir organizma madde ve enerji alışverişi bakımından çevresiyle değerlendirildiğinde, onun açık bir sistem olduğu söylenir.

Evren'de enerji sabittir (değişmez). Yani enerji aktarılabilir veya başka bir enerjiye dönüştürülebilir, fakat yaratılamaz veya yok edilemez. Termik santral yeni enerji üretmez, sadece kömürün kimyasal enerjisini ısı enerjisine dönüştürür; bu enerji türbinleri çalıştırır ve elektrik enerjisine dönüşür. Benzer şekilde, kloroplast içeren bitki hücresi Güneş'ten gelen ışık enerjisini yakalar ve kimyasal enerjiye dönüştürür.



Şekil 5.1 Enerjilerin Sınıflandırılması

Tüm organik moleküller ya da daha doğru bir ifadeyle, Dünya gezegenindeki tüm besin aslında potansiyel enerji biçiminde depolanmış kimyasal enerjidir.

KULLANILMIŞ ENERJİNİN GERİ DÖNÜŞÜMÜ

Şu soruyu sorabiliriz: Eğer enerji kaybolmuyorsa, organizmalar neden aynı enerjiyi sürekli yeniden kullanmazlar? Aslında, enerji aktarımı ya da dönüşümü gerçekleşirken enerjinin bir kısmı kullanılamaz hale gelir. Bu enerji artık iş yapmak için kullanılamaz. Enerji dönüşümlerinin büyük çoğunluğunda enerjinin bir bölümü ısıya (bozulmuş bir enerji biçimine) dönüşür.

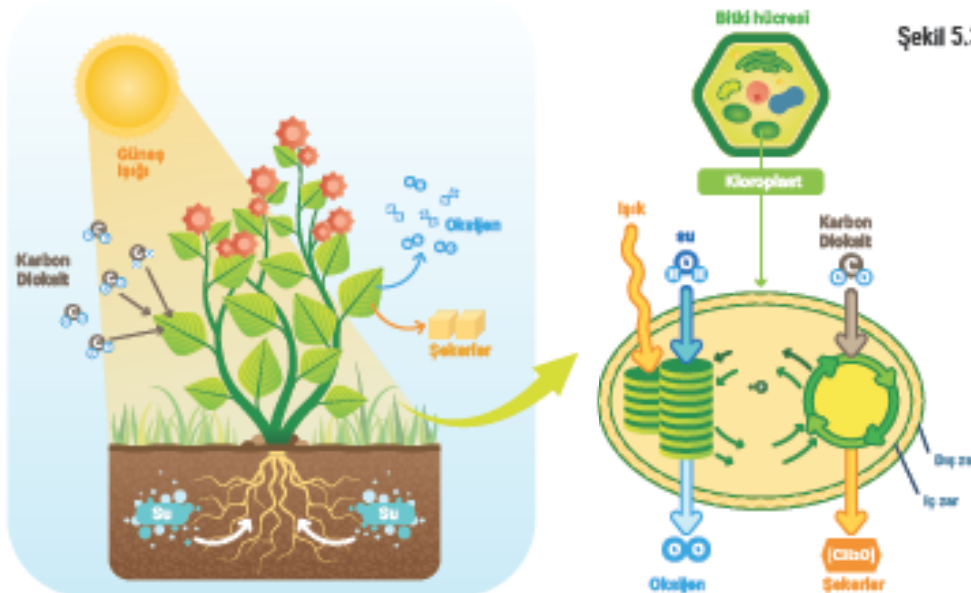
YAŞAM İÇİN GÜNEŞ BİRİNCİL ENERJİ KAYNAĞIDIR

Beslenme, solunum, hareket, duyarlılık, boşaltım, üreme, büyüme ve gelişme gibi tüm yaşamsal süreçler enerji gerektirir. Canlı organizmalar bu enerjiyi besinlerden (karbonhidratlar, lipitler ve proteinler) elde eder, fakat bu enerjinin kaynağı Güneş'in ışık enerjisidir (Şekil 5.2).



Şekil 5.2 Fotosentez için Kimyasal Denklem

Işık enerjisi kimyasal enerjiye dönüştürülür. Glükoz gibi organik maddeler, ardından amino asitler ve yağ asitleri aslında kimyasal enerjiyle doludur ve fotosentezin ürünüdürler (Şekil 5.3).



Şekil 5.3 Fotosentez Sürecinin Gösterimi

Fotosentez tüm üreticilerin özelliğidir. Onlar, ışık enerjisinin kimyasal enerjiye aktarılmasında temel ve en önemli köprüdür; bu enerji daha sonra organizmaların tüm yaşamsal süreçlerinde kullanılır. Özellikle denizlerin yüzeydeki aydınlık katmanlarında bulunan mavi-yeşil algler, denizlerdeki temel besin üreticisi olmanın yanı sıra, gezegen için de en önemli ve en büyük oksijen üreticisidir. Karasal ortamda ise bu görevi kara bitkileri üstlenir.

Etkinlikler:

- Evrende gıda üretimi tamamen mümkündür. Uzay istasyonlarında bitki yetiştirilebilmesi için hangi koşulların sağlanması gerektiğini araştırın. Fotosentezin yapay ışık (lamba) altında da mümkün olup olmadığını düşünün.
- Mavi-yeşil alglerin (Cyanophyta) gezegen düzeyinde ne kadar oksijen ürettiğini araştırın.

Tekrar Soruları:

- 1 Enerjinin temel özelliği nedir?
- 2 Potansiyel ve kinetik enerjiye göre genel sınıflandırmaya göre birkaç enerji türünü say.
- 3 Canlı organizmaların işleyişinde hangi iki enerji türü kilit rol oynar?
- 4 Hangi organizmalar ışık enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürebilir?
- 5 Fotosentez neden canlı organizmalar tarafından kullanılan enerjinin dönüşümünde temel köprü olarak kabul edilir?

Anahtar noktalar:

- ✓ Işık enerjisi ve kimyasal enerji, tüm yaşamsal süreçlerin dayandığı iki temel enerjidir. Buna göre, ışık enerjisi kinetik, kimyasal enerji ise potansiyel enerjidir. Enerji bir biçimden diğerine geçebilir, fakat asla yok olmaz.
- ✓ Dünya için ışık enerjisinin birincil kaynağı Güneş'tir, güneş ışığı biçiminde. Bu ışık enerjisi fotosentez süreciyle kimyasal enerjiye dönüştürülür.
- ✓ Mavi-yeşil algler, yeşil algler ve tüm bitkiler (suda ve karada yaşayan) fotosentez yapabilme özelliğine sahiptir; böylece kinetik ışık enerjisinin potansiyel kimyasal enerjiye dönüştürülmesinde temel köprü görevi görürler.
- ✓ Kimyasal enerji kullanılırken onun bir kısmı ısı enerjisine dönüşür ve çevreye salınır. Bu enerji artık canlı organizmalar için kullanılamaz.

5.2. CANLI ORGANİZMALARDA ENERJİ AKIŞI

Öğrenme sonuçları:

Öğrenci:

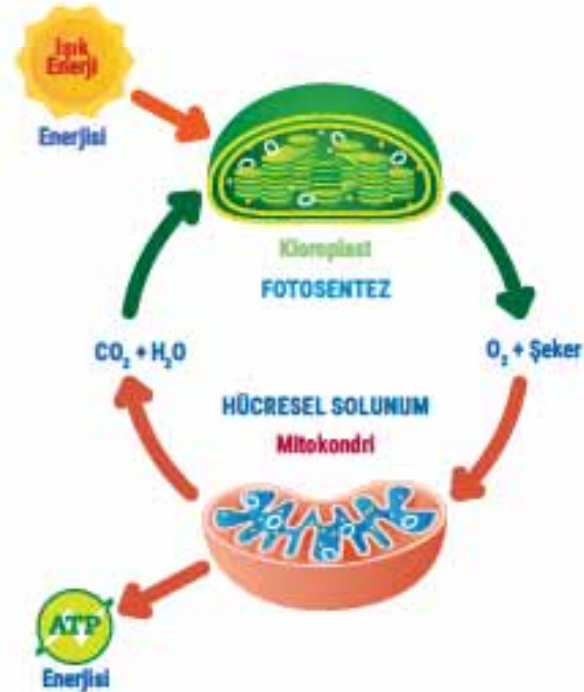
- ✓ Ekosistemlerde enerji akışını trofik seviyeler aracılığıyla görselleştirir.
- ✓ Ekosistemlerde azalmış enerji akışının canlı organizmalar üzerindeki sonuçlarını belirler.
- ✓ Enerji akışını iyileştirmeye yönelik önlemler önerir.

FOTOSENTEZ VE HÜCRESEL SOLUNUM YAŞAM İÇİN ENERJİ SAĞLAR

Fotoototrof organizmalar, güneş ışığından (ışık enerjisi) kimyasal enerji elde edebildikleri bir sistem ve süreç (fotosentez) geliştirmişlerdir. Bu sistemlerin bulunduğu, yeşil renkte (içlerindeki yeşil pigment olan klorofil nedeniyle) hücresel organeller kloroplast olarak adlandırılır (Şekil 5.4). Kloroplastlar ışık enerjisinin emilmesinde ve onun kimyasal enerjiye dönüştürülmesinde temel rol oynar.

Fotosentez yoluyla gezegenimizdeki organik maddelerin %90'ından fazlası elde edilir. İlk olarak glikoz oluşur, ardından bu glikoz başka organik maddelere dönüştürülebilir. Böylece tüm canlı organizmalar, ototrof ve heterotrof, besinle sağlanmış olur. Yıllık olarak atmosfere 200 milyar ton oksijen salınır ve aynı zamanda yaklaşık aynı miktarda karbondioksit atmosferden alınır.

Hücresel solunum (Şekil 5.4), fotosentezin ters bir süreç olarak anlaşılabilir.



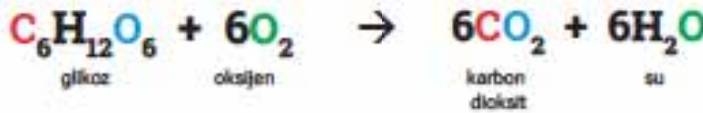
Şekil 5.4 Fotosentez ve Aerobik Hücresel Solunum

Bu, oksijen ve oksidasyon yardımıyla (bitkilerde ve hayvanlarda) (Şekil 5.5) veya glikozun anaerobik parçalanmasıyla (yalnızca hayvanlarda bulunan), gerçekleşir ve bu sırada enerji açığa çıkar.

Bu enerji, hücrelerdeki ve organizmaların bütünü içindeki tüm yaşamsal süreçler için kullanılır.

ENERJİ KAYNAĞI

Güneş, canlı varlıkların kullandığı tek doğal enerji kaynağıdır. Yeşil bitkiler güneş enerjisini yakalar ve onu kimyasal enerjiye dönüştürür. Bu enerji, sentezlenen organik bileşiklerin bağlarında depolanır.



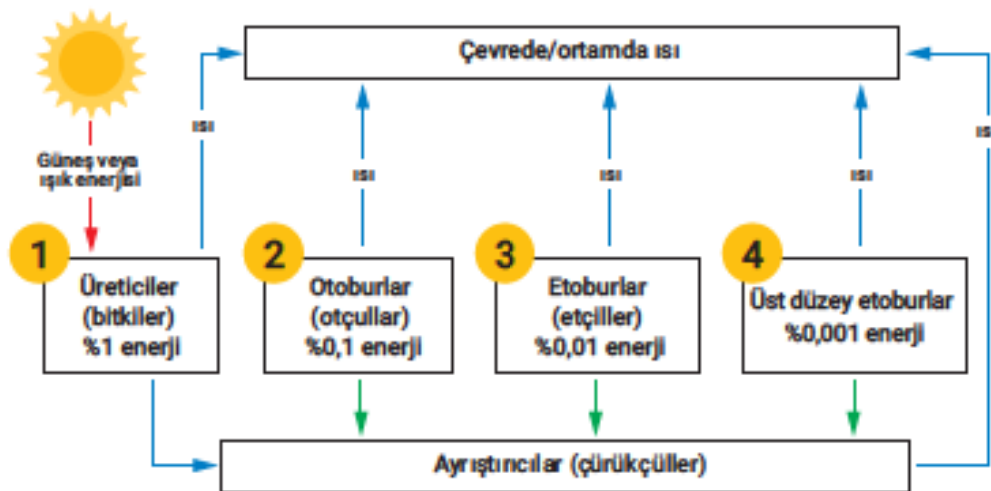
Şekil 5.5 Oksijenli (aerobik) hücresel solunum için kimyasal denklem

Onlar yeşil kısımları oluşturma yeteneğine sahiptir, geri kalanı ise çevrede ısı olarak harcanır.

Organik bileşiklerde depolanan enerji birincil tüketicilere, onlardan ikincil ve üçüncül tüketicilere aktarılır. Böylece üreticilerden tüketicilere doğru bir enerji akışı vardır. Her aktarımda potansiyel enerjinin büyük bir kısmı (%80-90) ısı olarak harcanır veya "kaybolur". Bu, solunum sırasında ve vücudun yaptığı iş esnasında ortaya çıkar. Termodinamiğin ikinci yasasına göre, enerji her zaman bir biçimden diğerine dönüştürüldüğünde, kullanılabilir enerji miktarında bir azalma meydana gelir.

EKOSİSTEMDE ENERJİ AKIŞI

Bir ekosistemde enerji akışının en iyi gösterimi besin zincirleri aracılığıyla, yani besinlerde bulunan enerjidir. Şekil 5.6 A'da, besin zincirlerinin üyeleri aracılığıyla enerjinin akışı üç adımda şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.6 A Ekosistemde enerjinin akışı, enerjinin birkaç aktarım basamağı üzerinden gösterimi

Birinci adım: Yeşil bitkiler, Dünya'ya ulaşan toplam Güneş enerjisinin yaklaşık %1'ini soğurur ve fotosentez süreciyle bunu potansiyel kimyasal enerjiye dönüştürürler. Bu enerji bitkilerde karbonhidratlar olarak depolanır (daha sonra bu karbonhidratlardan başka organik moleküller sentezlenir). Bu enerjinin bir kısmını bitkiler büyüme, solunum gibi kendi metabolik etkinliklerini gerçekleştirmek için kullanır. Enerjinin bir bölümü ise kullanılmadan çevreye ısı olarak salınır.

İkinci adım: Bitkiler, otçul hayvanların besinidir ve bitkisel besinlerde depolanan kimyasal enerji bu hayvanlara aktarılır. Otçul hayvanlar bu enerjiyi kendi metabolik etkinlikleri ve büyümeleri için kullanır. Burada da yine enerjinin bir bölümü çevreye ısı olarak yayılır.

Üçüncü adım: Birincil tüketiciler yani otçul hayvanlar, etçil hayvanlar tarafından avlanır ve besin olarak kullanılır. Otçul hayvanların etinde depolanan kimyasal enerji etçil hayvanlara aktarılır. Bu hayvanlar da enerjiyi metabolik etkinlikleri ve büyümeleri için kullanır. Burada da enerjinin bir bölümü çevreye ısı olarak kaybolur. Bu süreç, besin zincirinin her bir basamağında tekrar eder.

Bu enerjinin bir trofik düzeyden diğerine aktarılması, ekosistemin besin zincirindeki enerji akışı olarak adlandırılır (Şekil 5.6 B).

Üreticilerden ve tüketicilerden gelen enerjinin bir kısmı ayrıştırıcılar (bakteriler ve mantarlar) tarafından da kendi yaşamsal süreçlerinde kullanılır. Ayrıştırıcılar kullanılmayan enerjiyi çevreye ısı olarak salarlar. Üreticiler, tüketiciler ve ayrıştırıcılar tarafından kullanılmayan ısı enerjisi çevrede kaybolur. Bu, toplulukta ısı olarak adlandırılır.

Bitkilerden oluşan birinci trofik düzeyden, otçul hayvanların bulunduğu ikinci trofik düzeye, ardından etçil hayvanların yer aldığı üçüncü trofik düzeye doğru kullanılabilir enerji miktarında kademeli bir azalma vardır (Şekil 5.6 A). Her bir sonraki basamak, organizmaların sonraki trofik düzeyde yararlanabileceği etkin enerjinin (yüzde % olarak ifade edilen) büyük kaybıyla karakterize edilir.

SAĞLIKLI EKOSİSTEM – DENGELİ ENERJİ AKIŞI

Ekosistem, belirli bir alanı özgün ekolojik özellikleriyle birlikte dolduran, birçok türden canlı organizmanın oluşturduğu bütünlüştür. Organizmalarla birbirleriyle farklı ilişkiler kurar; bunların içinde en temel olanı, beslenme yoluyla yansıyan ve "besin zincirleri" denilen enerji ilişkisidir.

Sağlıklı bir ekosistemde enerji ilişkisi dengeli ve uzun zaman dilimlerinde kararlı bir yapı gösterir.



Şekil 5.6 B Trofik düzeylerdeki organizmalar

Enerji akışının, besin zincirlerinin bozulması yoluyla kesintiye uğraması dengeyi bozar.

Bir ekosistemdeki yerleşik enerji akışı çeşitli yollarla bozulabilir. Örneğin:

- Ekosisteme türlerin dahil edilmesi veya çıkarılması. Bu durum besin zincirlerinin bozulmasına, yani çökmesine yol açar.
- İnsan etkisi (antropojen faktör) ekosistem üzerinde: doğal kaynakların aşırı kullanımı yoluyla, avcılık, balıkçılık, ormanların kesilmesi (Şekil 5.6 V), yeni tarlaların açılması, monokültürler ve benzeri. Bu bölüme ayrıca ekosistemlerin biyolojik çeşitliliğini ciddi şekilde bozan kirlilik de dahildir.
- İklim değişiklikleri ekosistemlerde enerji akışında ciddi bozulmalara yol açar, özellikle üreticiler kısmında. En ciddi sorun olarak, fitoplanktonla (denizlerin aydınlık bölgelerinde bulunan mikroskobik algler) başlayan besin zincirleri öne çıkar; bunlar iklim değişikliklerinin sonucu olarak deniz akıntılarındaki değişimlerle bozulmaktadır.

Çevrenin, yani ekosistemlerde zaten kurulmuş olan ilişkilerin korunması yaşamsal öneme sahiptir; özellikle ekosistemlerin insan faaliyetlerine karşı hassas olduğu yerlerde. Doğanın kapasitesinin tüketilmesi, doğal kaynakların sürdürülemez kullanımı biyolojik çeşitliliğin bozulmasına neden olur ve bu da enerji dengesizliğine (dengesizlik) yol açar. Daha sonra dengeyi yeniden sağlamak büyük bir zorluktur ve tam başarı garantisi olmadan uzun süren bir süreç olabilir. Enerji aktarımının her adımı önemlidir, fakat üreticiler (Şekil 5.6 A) yaşamsal öneme sahiptir.



Şekil 5.6 V Ormanların kesilmesi

Etkinlikler:

- Her bir sonraki trofik düzeydeki kullanılabilir enerji değerlerini inceleyin (Şekil 5.6 A). Her bir sonraki trofik düzeydeki organizmaların sayısı ve büyüklüğü ile karşılaştırma yapın. Bu olgu için mantıklı bir açıklama bulmaya çalışın.

Tekrar Soruları:

1. Klorofil içeren organizmalar neden Dünya gezegenindeki tüm yaşam için hayati önem taşır?
2. Fotosentez ve hücre solunum süreçlerini kimyasal denklem aracılığıyla açıkla.
3. Neden ekosistem boyunca enerji akışı sırasında kayıp vardır?
4. Enerji akışını ekosistem boyunca birkaç adımda açıkla.
5. Sağlıklı bir ekosistemde enerji akışı nasıl gerçekleşir?
6. Ekosistemde enerji akışı nasıl bozulabilir?
7. Ekosistem boyunca bozulan enerji akışının sonuçları nelerdir?
8. Ekosistemlerin enerjisel olarak dengeli kalması için ne yapılmalıdır?

Anahtar noktalar:

- ✓ Ekosistem boyunca enerji akışı trofik düzeyler üzerinden izlenebilir. Buna göre, üç adımda bir akış gözlenir: üreticiler (fotosentetik olarak aktif organizmalar), birincil tüketiciler (herbivorlar ya da otçul organizmalar) ve ikincil tüketiciler (karnivorlar ya da etçiller).
- ✓ Ekosistem boyunca enerji akışında her bir enerji düzeyinde büyük bir kayıp görülür. Bitkilerin güneş ışığı enerjisinin yalnızca %1'ini kullanabildiği göz önüne alındığında, üçüncü düzeyde, etçiller bu enerjinin sadece %0,01'ini kullanır.
- ✓ Ekosistemde enerji akışı dengeli ve kararlıdır. Ancak bu denge çeşitli yollarla bozulabilir: ekosisteme türlerin dahil edilmesi veya çıkarılması (yani ekosistemdeki besin zincirleri), doğal kaynakların aşırı ve sürdürülemez şekilde kullanılması ve iklim değişiklikleri.
- ✓ Çevrenin korunması aynı zamanda enerji akışındaki dengenin korunmasına da yöneliktir. Ekosistemde biyolojik çeşitlilik ve organizmalar arasındaki beslenme ilişkileri, onun enerji dengesini sağlar. Besin zincirlerinin, özellikle temel düzey olan üreticilerdeki bozulması, ekosistemin bütünüyle enerji dengesizliğine yol açar.

5.3. BESİN ZİNCİRİ VE AĞI

Öğrenme sonuçları:

Öğrenci:

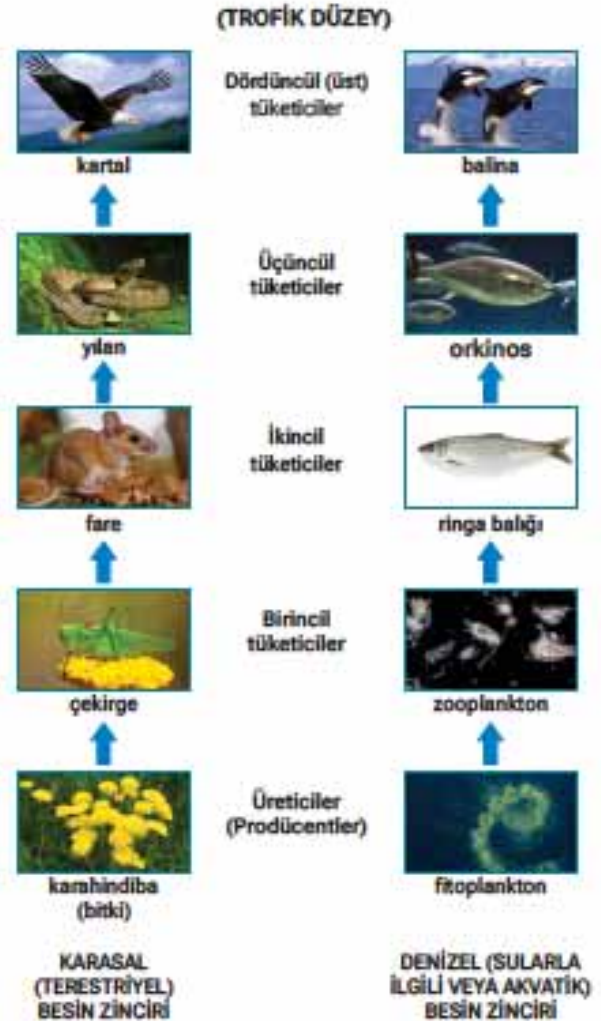
- ✓ Besin zincirindeki farklı üyeleri sınıflandırır;
- ✓ Üyelerin ekosistemlerde nasıl bağlantılı olduğunu açıklar;
- ✓ Birbirine bağlı ve birbirine bağımlı birçok besin zincirinden oluşan besin ağını tanımlar.

TROFİK YAPI VE BESİN ZİNCİRLERİ

Her organizma topluluğunun kendi trofik yapısı vardır. Bu, organizmalar arasındaki beslenme ilişkileriyle ilgilidir ve birkaç farklı düzeyde gerçekleşir. Bu ilişkiler ve enerjinin üreticiden son tüketicieye (konsümant) aktarılması, besin zinciri olarak adlandırılır.

Şekil 5.7'de karasal ve denizel besin zincirlerinin karşılaştırması gösterilmiştir. Dikey olarak trofik düzeyler temsil edilmiştir ve besin zinciri üyeleri arasındaki oklar, sonraki üye için besin kaynağını göstermektedir. En alta, temelde üreticiler bulunur; bunlar fotosentez yoluyla kendi besinlerini üreten organizmalardır (fotoototroflar). Bitki, fitoplankton ve alglerle beslenen otçul hayvanlar (herbivorlar) birincil tüketicilerdir.

Birincil tüketicilerin üzerinde, besin zincirinde ikincil tüketiciler olarak adlandırılan etçil hayvanlar (karnivorlar) bulunur. Daha yüksek trofik düzeylerde ise ikincil tüketicilerle beslenen üçüncül tüketiciler, onların üzerinde ise avı üçüncül tüketiciler olan ve trofik zincirin en yüksek düzeyini oluşturan dördüncül tüketiciler yer alır.



Şekil 5.7 Besin zincirleri ve trofik düzeyler

ORGANİZMALARIN TROFİK DÜZEYLERDEKİ ROLÜ

Her besin zincirinin temelinde üreticiler (prodücentler) bulunur. Karasal ekosistemlerde en büyük üreticiler bitkilidir, denizlerde ise fotosentez yapan mikroorganizmalar, yani fitoplankton olarak bilinen canlılardır. Ayrıca çok hücreli algler ve su bitkileri de önemli bir paya sahiptir. Tüm bu organizmalar birincil kaynak olan Güneş'ten ışık enerjisi alarak fotosentez yaparlar (fotoototrof organizmalar). Doğada ayrıca küçük bir bakteri grubu (arkeobakteriler) da üretici olarak bilinir; bunlar organik maddelerin sentezi için kimyasal enerjiyi kullanırlar (kemoototrof bakteriler). Üreticilerin üzerinde yer alan diğer tüm organizmalar tüketicilerdir ve heterotroftur. Bu, hepsinin doğrudan üreticilerin besin üretimine bağımlı olduğu anlamına gelir.

Üreticileri besin olarak kullanan organizmalara tüketiciler (konsümanlar) denir. Trofik düzeylerdeki yerleşime göre ilk sırada birincil tüketiciler bulunur. Karasal birincil tüketiciler grubuna çoğu böcek, salyangozlar, otçul hayvanlar ve tohum ile meyveyle beslenen kuşlar girer. Su ekosistemlerinde ise protistlerden ve küçük kabuklulardan oluşan zooplankton bu grupta yer alır.

Birincil tüketicilerin üzerinde ikincil tüketiciler bulunur. Bu düzey, etçiller (karnivorlar) ve böcekçil (insektivör) hayvanlardan oluşur. Karada bunlar fareler, kurbağalar, örümcekler ve birçok kuş türü gibi küçük memelilerdir. Elbette kaplan ve aslan gibi büyük karnivorlar da bu gruptadır. Suda ise genellikle zooplanktonla beslenen küçük balıklar bu düzeyi oluşturur. İkincil tüketicilerin üstünde üçüncül düzey bulunur. Burada farelerle beslenen yılan gibi hayvanlar yer alır. Şekil 5.7'de ayrıca dördüncül tüketiciler düzeyi de gösterilmiştir. Bunlar doğal düşmanı olmayan yırtıcılardır; karada kartallar, denizlerde ise katil balinalar gibi. Şekil 5.7'de detritus ve hayvan cesetleriyle beslenen organizmaların düzeyi gösterilmemiştir.

Detritus, hayvan dışkılarının kalıntılarından, ölü ve çürüyen bitki parçalarından ve trofik zincirin tüm düzeylerinden gelen artık maddelerden oluşur. Bu tür besinlerle, farklı çürüme aşamalarında beslenen üç büyük organizma grubu vardır. Leş yiyiciler, yırtıcıların avlarının kalıntılarıyla veya trafik kazasında ölen ya da başka nedenlerle ölmüş hayvanların cesetleriyle beslenir. Detritivorlar ise doğrudan detritusla beslenir. Ekosistemde madde ve enerji akışındaki belki de en önemli halka ayrıştırıcılar ya da redücentlerdir (bakteriler ve mantarlar). Bunlar organik maddeyle beslenir ve onu inorganik minerallere dönüştürür, bu mineraller de yeniden fotosentez yoluyla organik madde sentezine katılır.

BESİN AĞI

Besin zincirleri, ekosistemdeki canlı organizmalar arasındaki daha büyük bir bağlantının sadece parçalarıdır. Kaçınılmaz olarak, bir besin zincirinin farklı üyeleri başka bir besin zincirinin de üyesi olabilir. Bütün bu zincirler bir besin ağı oluşturur (Şekil 5.8).

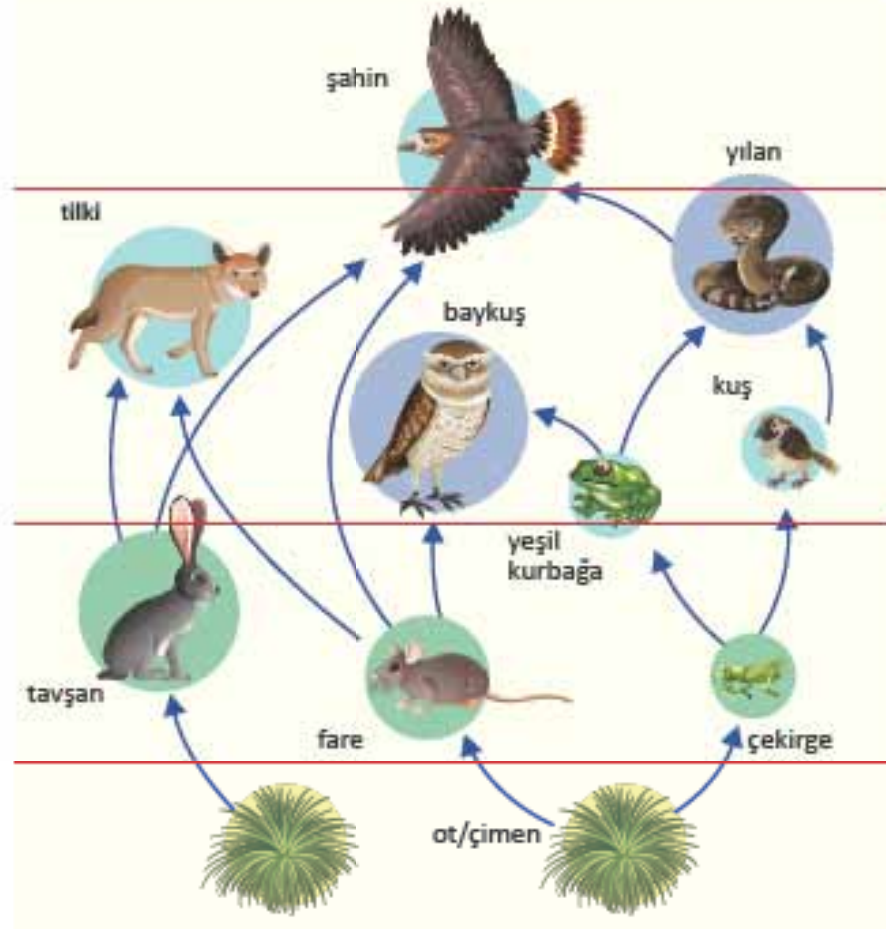
Şekil 5.8'de görebileceğiniz gibi, tüketiciler birden fazla besin kaynağıyla beslenebilir. Ağıdaki bazı üyeler birden fazla trofik düzeyde yer alır. Örneğin örümcek yalnızca ikincil tüketicidir, çekirge ise yalnızca birincil tüketicidir. Kartal ise ağı en üstünde bulunur ve avına bağlı olarak ikincil, üçüncül veya dördüncül tüketici rolünü üstlenebilir. Besin ağları, ayrıştırıcıların düzeyini göstermez.

Dördüncül
tüketici

İkincil ve
üçüncül
tüketiciler

Birincil
tüketiciler

Üreticiler
(prodücentler)



Şekil 5.8 Kara (terrestik) ekosisteminde besin ağı. Oklar besin maddelerinin aktarım yönünü (kimin kimi yediğini) göstermektedir

BESİN AĞINDA HER BİR ÜYENİN ÖNEMİ

Ekosistemlerde, besin ağındaki her bir trofik düzey arasında kurulmuş bir denge vardır. Şekil 5.8'e bakın ve besin ağındaki herhangi bir üyeyi çıkarmaya çalışın. Açıkça görülüyor ki, bu durum besin maddelerinin trofik düzeyler boyunca hareketindeki yerleşmiş dengeyi kaybetmeye yol açacaktır. Herhangi bir üyenin çıkarılması dengeyi bozacak, hatta besin zincirinin çökmesine ve besin kaybından etkilenen hayvan popülasyonlarının yok olmasına bile neden olabilecektir.

OTOKTON VE ALOKTON (İSTİLAÇI) TÜRLER VE BESİN AĞINDAKİ ÖNEMLERİ

Ekolojik faktörler (biyotik ve abiyotik) besin ağlarını uzun zaman diliminde şekillendirmiştir. Besin ağlarının kendisi sabit ve değişmez değildir, ancak yine de istikrarlı ve sürdürülebilir olma eğilimindedir. Bu istikrar özellikle otokton (yerli) türler için, daha da önemlisi endemik türler için önem taşır.

Otokton türler, insan müdahalesi olmadan doğal olarak belirli bir bölge ya da ekosistemde ortaya çıkan, uyum sağlayan ve gelişen organizmalardır.

Yerli türün yalnızca belirli bir bölgede ortaya çıkması durumunda buna endemik tür denir.

İnsan, gezegenin yeni ve keşfedilmemiş bölgelerine yaptığı yolculukların en başından itibaren, yanında kendisi için önemli olan çeşitli hayvan türlerini de götürmüştür; örneğin: koyun, keçi, tavşan vb. Ancak bunun yanında sıçan gibi "istenmeyen" misafirleri de taşımıştır. Bu yeni (allokton) türler yeni bölgelere yerleşmiş ve mevcut besin ağlarına uyum sağlamaya çalışmışlardır. Allokton türler, doğal olarak alt olmadıkları belirli bir bölgeye ya da ekosisteme kasıtlı ya da kazara sokulmuş organizmalardır.

Allokton türler yayılıp yerel ekosistem üzerinde zararlı etkiye sahipse, bunlara istilacı türler denir. Ancak her yeni tür yeni yaşam alanına uyum sağlayamaz. Bazen besin ağlarına uyum sağlar, dengede önemli bir değişim yaratmaz. Fakat bazı türler besin ağlarını güçlü biçimde etkiler ve yerli türler açısından sık sık büyük olumsuz sonuçlara yol açar. Bu şekilde yayılan ve yerel ekosistem üzerinde zararlı etki gösteren allokton türlere istilacı türler de denir. Tarihte bunun pek çok örneği vardır.

Tropik adalara sıçanların yerleşmesi, tüm böcek ve kuş popülasyonlarının yok olmasına yol açmıştır. Ya da Avrupa tavşanının (*Oryctolagus cuniculus*) Avustralya'ya yerleşmesi gibi (Şekil 5.9). Yalnızca 12 çift tavşandan yedi yıl içinde 20.000 birey ortaya çıkmış, 35 yıl içinde sayıları birkaç yüz milyona ulaşmıştır. Onlar, kanguru gibi yerli otçul hayvanları yerinden etmiş, onların yiyeceklerini tüketmiş ve sularını içmiştir. Tüm bunlar kanguru popülasyonlarının azalmasına ve yok olmasına neden olmuştur. Benzer bir durum koyun yetiştiriciliğinde de yaşanmıştır. Çiftçiler tarafından desteklenen ve çevrili suluklardan su içen koyunlar, otlarla beslenerek yerli otçul hayvanları gıdasız bırakmıştır.



Şekil 5.9 Avrupa yaban tavşanının (*Oryctolagus cuniculus*) birden fazla bireyi

Etkinlikler:

- Şekil 5.7'deki akuatik besin zincirini kullanın ve bir besin ağı oluşturmak için diğer besin zincirlerinden üyeler eklemeye çalışın. Fikir olarak köpekbalığı, yunus, ahtapot, fok ve benzerlerini yerleştirin.
- Şekil 5.8'den birkaç besin zinciri ayırın.
- Şekil 5.8'den, kartalın ikincil, üçüncül ve dördüncül tüketici olduğu besin zincirlerini ayırın.
- Bir yarışma yapın. Gruplara ayrılın ve bir besin ağı oluşturun. Kazananın, dördüncül tüketicisi bulunan en çok besin zincirine sahip besin ağına sahip olması gerekir. Görev için süreyi kendiniz belirleyin.
- Hayvanlar gibi, bitkiler de belirli alanlarda istilacı olabilir. İnternette bu tür istilacı bitkiler hakkında araştırma yapın ve bulundukları çevreye verdikleri zararı tartışın.
- Derste, belirli ekosistemlere yapılan bu allokton, bazen istilacı türlerin sokulmasının nasıl düzeltileceğini tartışın. Avustralya hükümetinin tavşan sorunu ile nasıl başa çıktığını araştırın.

Tekrar Soruları:

1. Besin zincirini tanımla.
2. Bir besin zincirindeki trofik düzeyleri belirt.
3. Her bir trofik düzey için organizma örnekleri ver.
4. Detritus nedir ve onunla hangi organizmalar beslenir?
5. Hangi organizmalar redücentler grubuna girer?
6. Leş yiyiciler, detritofajlar (detritusla beslenen organizmalar) ve redücentler arasındaki fark nedir?
7. Besin ağını tanımla.
8. Allohton türlerin eklenmesi ve bu olgunun sonuçlarıyla ilgili örneklerle, otokton organizmaların ekosistemde korunmasının neden önemli olduğunu açıkla.

Anahtar noktalar:

- ✓ Organizmalara ekosistemde beslenme yoluyla, yani besin zincirleri aracılığıyla bağlanılır. Bu bağlantı birkaç trofik düzey boyunca uzanır. Her ekosistem ve her besin zinciri, organik madde üreten üreticilere dayanır (fotosentez yapabilen, yani kendi yiyeceğini – şekeri – üreten tüm organizmalar). Daha sonra birincil, ikincil ve üçüncül tüketiciler gelir.
- ✓ Trofik düzeylerdeki üyeler birbirine bağlıdır ve sayılarındaki herhangi bir değişim, özellikle onlara doğrudan besin kaynağı olarak bağımlı olan diğer üyelerde değişikliklere yol açar.
- ✓ Bir ekosistemde birçok besin zinciri bulunur ve bir zincirin üyeleri, diğer besin zincirlerinin de üyeleri olabilir. Besin zincirlerinin ortak üyeler aracılığıyla yapısal olarak birbirine bağlanmasına besin ağı denir. Bununla birlikte, aynı türün üyeleri farklı zincirlerde farklı trofik düzeylerde yer alabilir.
- ✓ Besin zincirinin ya da besin ağının yapısındaki değişiklik, yani türlerin sürekliliğinin bozulması, özellikle yeni tipik olmayan (allohton) türlerin eklenmesi ve yerli (otokton) türlerin yer değiştirmesi, besin ağında dengesizliğe yol açar ve bu türlerle bağlantılı besin zincirlerinin çökmesi anlamına gelebilir.

5.4. EKOLOJİK PİRAMİT TÜRLERİ

Öğrenme sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Enerji piramitleri aracılığıyla enerjinin aktarımını grafiksel gösterimler kullanarak açıklar.

EKOLOJİK PİRAMİTLER – ANLAMI VE EKSİKLİKLERİ

Ekolojik piramit, farklı trofik düzeylerdeki canlı organizmalar arasındaki ilişkinin grafiksel gösterimidir. Piramit adı, şeklinin gerçek piramitlere benzemesinden gelir; temeli genellikle en geniş olan kısmı oluşturur ve en alt trofik düzeyi, yani üreticileri temsil eder (Şekil 5.10).

Sonraki düzey bir üst trofik düzey tarafından, yani birincil tüketiciler tarafından işgal edilir ve böyle devam eder.

Ekolojik piramitlerin hazırlanmasında, belirli bir trofik düzeydeki tüm organizmaların dikkate alınması gerekir, çünkü yalnızca birkaç türün örnek alınması büyük hatalarla sonuçlanabilir.

Ekolojik piramitlerin önemi şu noktalarla özetlenebilir:

- Farklı ortamlardaki farklı organizmaların beslenmesini gösterirler;
- Enerjinin trofik düzeyler boyunca aktarılmasındaki verimliliği gösterirler;
- Ekosistemin durumu takip edilebilir, yani gelecekteki bir bozulma önlenir.

Elbette bu piramitlerin eksiklikleri de vardır, örneğin: yalnızca besin zincirinin bir bölümünü kapsar, ayrıştırıcılar dahil edilmez ve bazı üyeler birden fazla trofik düzeyde bulunabilir. Ayrıca iklimsel ve mevsimsel değişiklikler de göz önünde bulundurulmaz.

Ekolojide üç tip ekolojik piramit vardır: sayı piramidi, biyokütle piramidi ve enerji piramidi.

SAYI PİRAMİDİ

Bu piramit, her trofik düzeydeki organizma sayısını, büyüklükleri dikkate alınmadan gösterir; ifade birimi birey sayısıdır. Sayım çoğu zaman basit bir görevdir ve belirli bir ekosistemdeki değişimleri gözlemlemek için yıllar boyunca yapılabilir. Ancak bazı organizma türlerinin sayılması zordur, özellikle de olgunlaşmamış formlar söz konusu olduğunda

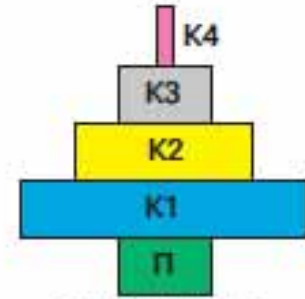


Şekil 5.10 Sayı piramidi

Dikkate alınmalıdır ki piramit her zaman düzgün şekilde yerleşmiş görünmez. Şekil 5.11’de böyle bir sayı piramidi gösterilmiştir. Örneğin, üretici olarak ağaçlar söz konusu olduğunda, bunlar sayıca az olabilir, bazen yalnızca tek bir ağaç, ancak üzerinde çok sayıda organizma popülasyonu yaşayabilir.

BİYOKÜTLE PİRAMİDİ

Bu piramit, her trofik düzeydeki organizmaların toplam kütlesini (g/m^2 veya kg/m^2 olarak ifade edilen) gösterir. Genellikle bu tür piramit tabanda en geniş olup yukarıya doğru küçülür, ancak istisnalar vardır. Bir trofik düzeydeki biyokütle, o trofik düzeydeki birey sayısının bireylerin ortalama kütlesi ile çarpılmasıyla hesaplanır. Bu tür ekolojik piramit, sayı piramidinin bazı problemlerini çözer, çünkü her trofik düzeyde bulunan enerji miktarının daha doğru bir temsili verir, ancak yine de sınırlamaları vardır. Örneğin, verilerin toplandığı yılın zamanı çok önemlidir çünkü farklı türlerin farklı üreme mevsimleri vardır. Ayrıca genellikle her organizmanın kütlesini ölçmek imkânsız olduğundan yalnızca örnek alınır, bu da muhtemelen hatalara yol açar. Genel olarak, biyokütle piramitlerinin şekli düzgündür, tabanı geniştir, ancak okyanuslarda ilginç bir durum vardır; burada zooplanktonun biyokütlesi, kendisine bağımlı olduğu fitoplanktonunkinden daha büyüktür (Şekil 5.12).



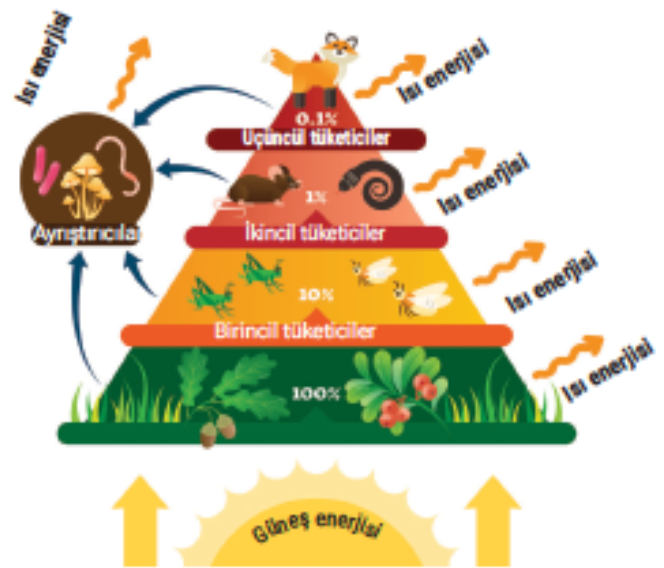
Şekil 5.11 "Düzensiz" sayı piramidi



Şekil 5.12 "Düzensiz" biyokütle piramidi

ENERJİ PİRAMİDİ

Enerji piramidi, her trofik düzeyde mevcut toplam enerji miktarını ve trofik düzeyler arasındaki enerji kaybını inceler. Bu gösterim, bir trofik düzeyde mevcut enerjinin büyük kısmının bir sonraki düzey için kullanılamayacağı gerçeğini dikkate aldığından, diğer iki piramiddən daha doğrudur. Bu fikir, Lindeman'ın yüzde on kuralına dayanır; bu kurala göre bir trofik düzeydeki enerjinin yalnızca yaklaşık %10'u biyokütle oluşturmak için kullanılabilir. Başka bir deyişle, enerjinin sadece %10'u gövde, yaprak, kas gibi dokuların ve organların oluşturulmasına gider. Geri kalanı solunum, avlanma ve diğer faaliyetlerde kullanılır veya çevreye ısı olarak kaybolur (Şekil 5.13).



Şekil 5.13 Enerji piramidi

Ancak, ilginç olan şudur ki toksinler piramit boyunca çok etkili bir şekilde aktarılır, bu da ekolojik piramitte yukarıya çıktıkça organizmaların vücutlarında zararlı kimyasalların miktarının giderek daha fazla yoğunlaştığı anlamına gelir. Enerji piramidi en çok kullanılan ekolojik piramit türüdür ve diğer iki türün aksine hiçbir zaman tepede en büyük, tabanda en küçük olamaz (her zaman düzgün bir şekle sahiptir). Bu, ekosistemde enerji akışını zaman içinde inceleyen önemli bir ekolojik piramit türüdür ve şu birimle ifade edilir: J m² yr (yılda metrekare başına joule); joule enerji birimidir ve kilojoule, kilokalori ve kalori gibi diğer enerji birimleriyle de değiştirilebilir.

Etkinlikler:

- Bir sayı piramidi oluşturun; burada taban küçük, piramidin en büyük kısmı ise tepe olacaktır.
- Fitoplankton ve zooplanktondan oluşan okyanus türleri için biyokütle piramidinin neden böyle bir yerleşime sahip olabileceğini araştırın (Şekil 5.12).

Tekrar Soruları:

1. Temel ekolojik piramit türlerini say.
2. Bu ekolojik piramitler bize ne amaçla hizmet eder?
3. Enerji piramitlerinin neden her zaman düzgün bir şekle sahip olduğunu açıkla.
4. Mevsimsel değişimlerin sayı ve biyokütle piramitlerini nasıl etkileyebileceğini açıkla.

Anahtar noktalar:

- ✓ Farklı canlı organizmalar arasındaki ilişki trofik düzeyler boyunca ekolojik piramitlerle grafiksel olarak gösterilebilir. Adı, gösterimlerin en yaygın şekli olan tabanda en geniş ve yukarıya doğru daralan yapısından gelir.
- ✓ En çok kullanılan ekolojik piramitler şunlardır: sayı piramidi, biyokütle piramidi ve enerji piramidi. Bunlardan; farklı ortamlardaki farklı organizmaların beslenmesi hakkında bilgi edinilebilir; enerjinin trofik düzeyler boyunca aktarımındaki verimlilik öğrenilebilir ve ekosistemin durumu takip edilerek gelecekteki bir bozulma önenebilir.
- ✓ Enerji piramidi her zaman düzenli bir şekle sahiptir ve ekosistemdeki enerji akışını zamanla gösterdiği için önemli bir ekolojik piramit türü olarak kabul edilir. İfade birimi J/m²/yr (yılda metrekare başına joule)dir.

5.5. BİYOGEOKİMYASAL DÖNGÜLER. SU DÖNGÜSÜ

Öğrenme sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Ekosistemlerde biyogeo kimyasal döngülerin oluşumunu açıklar;
- ✓ Su döngüsünü ve onun diğer biyogeo-kimyasal döngülerle etkileşimini tanımlar.

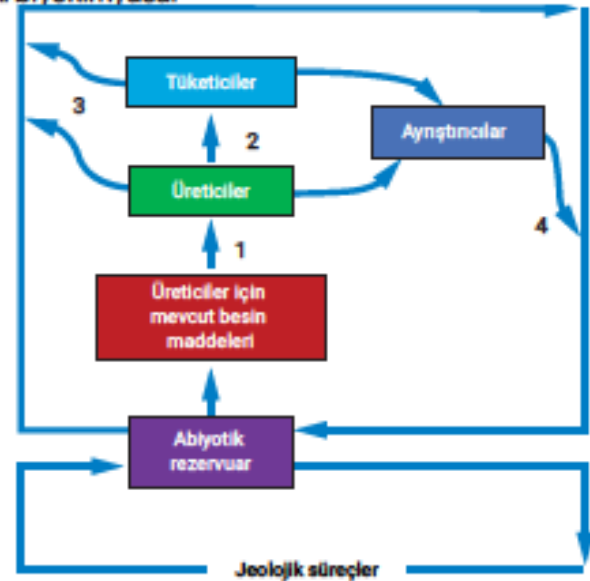
KİMYASAL ELEMENTLERİN ORGANİK MADDELER İLE İNORGANİK REZERVUARLAR ARASINDAKİ DOLAŞIMI

Güneş, ekosistemlere enerji sağlar. Ancak biyosistemlerin tam işleyişi için kimyasal elementler de gereklidir. Genel olarak, bir meteor yüzeyine yeni bir girdi (katkı) olarak ulaşmadığı sürece, Dünya'daki bu kimyasal elementler sürekli bir geri dönüşüm ve yeniden kullanım döngüsü içindedir. Dünyadaki yaşamın, organik maddeleri oluşturan kimyasal elementlerin geri dönüştürülmesine ve yeniden kullanılmasına, ayrıca hücreler ve dokulardaki biyokimyasal ve fizyolojik süreçlere katılan elementlere bağlı olduğu sonucuna varılabilir.

Canlı organizmalar yaşadığı sürece, madde döngüsü sürekli bir süreçtir. Besin alınır, organik maddeler dönüştürülür ve gereksiz maddeler çevreye atılır. Orada, ayrıştırıcılar bu atılmış gereksiz maddeleri atomlara ve inorganik bileşiklere dönüştürür, bunlar ise üreticiler tarafından yeniden kullanılır; fotosentez ve organik bileşiklerin yeni biyosentezi süreçlerinde.

BİYOGEOKİMYASAL DÖNGÜLER

Doğadaki bu madde döngüsüne biyotik ve abiyotik (toprak ve atmosfer) sistemler dahildir. Bu nedenle tüm bu sistem biyogeo-kimyasal döngüler olarak da adlandırılır. Şekil 5.14'te ekosistemde besin maddelerinin dolaşımının şeması gösterilmiştir.



Şekil 5.14 Besin maddelerinin biyogeo-kimyasal döngüsü, döngünün dört aşaması boyunca gösterilmiştir.

Döngü dört aşama boyunca izlenebilir:

1. Üreticiler, inorganik bileşenleri organik maddelere dâhil ederler.
2. Tüketiciler, üreticilerle beslenerek bazı kimyasal bileşikleri kendi vücutlarına alır ve yapılarına katarlar.
3. Üreticiler ve tüketiciler, bazı organik bileşikleri dış çevreye bırakır ve atıkları karbondioksit (CO_2) ile azotlu bileşikler biçiminde üretirler.
4. Ayrıştırıcılar, organik maddelerin inorganik moleküllere ayrıştırılmasında temel rol oynarlar; bu moleküller yeniden inorganik rezerve döner.

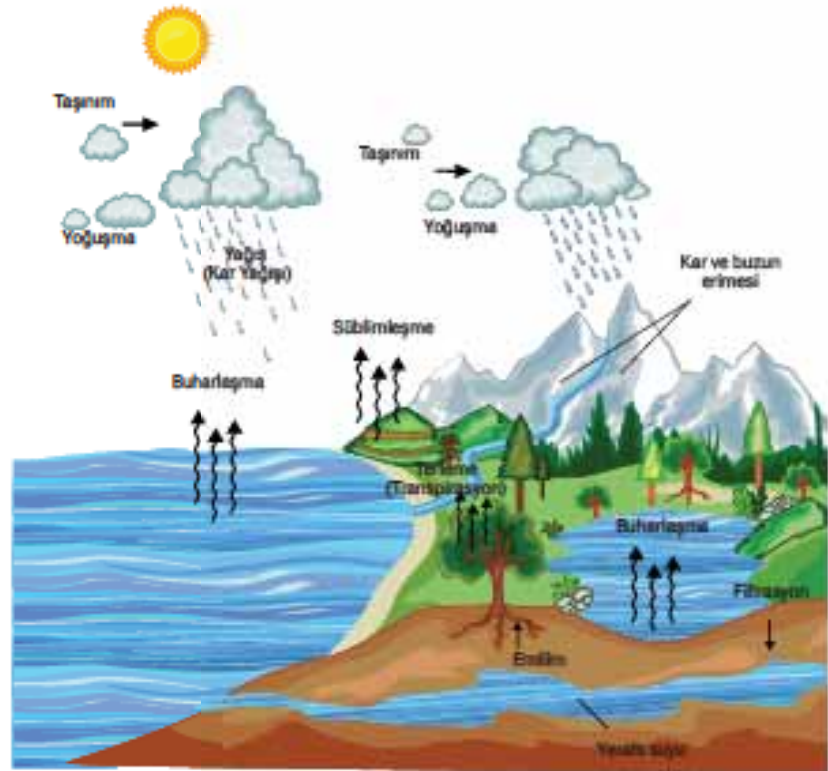
SU DÖNGÜSÜ VE ÖNEMİ

Su, canlı maddenin temel bileşenidir ve yaşamın varlığını belirleyen en önemli faktörlerden biridir.

En son araştırmalara göre hidrosfer (su tabakası), Dünya yüzeyinin %71'ini kaplamaktadır (bazı kaynaklara göre %75 veya $\frac{3}{4}$). Yeryüzündeki tüm suyun %97,5'i okyanuslar, denizler ve tuz göllerinde bulunur; %1,74'ü kutuplardaki ve dağlardaki buzullarda, %1,7'si yeraltı sularında, yalnızca %0,017'si ise nehirler ve göllerde yer almaktadır.

Atmosferde yaklaşık 14.000 km^3 su buharı hâlinde yoğunlaşmıştır ve bu, Dünya yüzeyine eşit şekilde yağış olarak dağılsa, yalnızca 26 mm kalınlığında bir tabaka oluştururdu.

Okyanus suları, en büyük su havzası olarak atmosfer için başlıca su kaynağıdır. Buharlaşan su, üst atmosfer katmanlarına ulaşır, burada yoğunlaşarak yağmur, kar, dondurucu yağmur ya da dolu biçiminde yeryüzüne geri döner. Bu sular, farklı yollarla yeniden okyanuslara ulaşır. Bitkiler de terleme (transpirasyon) süreci aracılığıyla büyük bir su buharı kaynağıdır. Şekil 5.15'te suyun yolları, yani "su döngüsü" gösterilmektedir.



Şekil 5.15 Su döngüsü

Suyun döngüsel hareketi, coğrafi ve iklimsel faktörlere bağlıdır. Bu döngü üzerinde insan ve onun faaliyetleri de büyük etkiye sahiptir. Su buharının kaynaklarından biri (Şekil 5.15) yoğun ormanlar (özellikle yağmur ormanları) ve transpirasyon sürecidir. Ormansızlaşma (ormanların kesim yoluyla yok edilmesi), atmosfere olan su buharı girişini azaltır. Ormanlarla bağlantılı olan intersepsiyon (yağmurun ağaç tepelerinde tutulması ve ardından buharlaşması) da su buharı seviyesini etkiler. Bu değişim, yerel düzeyde hissedildiği gibi küresel ölçekte de iklim değişikliklerine yol açar. Sulama amacıyla büyük miktarlarda yeraltı suyunun pompalanması da su döngüsünü etkiler; sulamanın yapıldığı bölgelerde buharlaşmayı artırarak havadaki nem oranını yükseltir, ancak aynı zamanda yeraltı suyu depolarını azaltır.

SU DÖNGÜSÜ VE DİĞER BİYOGEOKİMYASAL DÖNGÜLER

Su, fiziksel ve kimyasal süreçlerin büyük bölümünün gerçekleştiği evrensel bir ortam özelliğine sahiptir. Özellikle çözücü ve yaşam için önemli kimyasal elementlerin taşıyıcısı olarak rolü çok önemlidir. Bu nedenle yağışları anmak, onları karbon, fosfor, azot, kükürt ve birçok diğer elementin döngüleriyle ilişkilendirmek yeterlidir. Su, bu elementleri karadan alır ve onların biyogeo-kimyasal döngülerinin önemli bir bileşeni oluşturur.

Etkinlikler:

- İnternette araştırma yapın ve Dünya'daki su miktarını (bin km³ cinsinden) belirlemek için veriler bulun; böylece tablo 5.1'i doldurun. Bu sırada verilerin ilgili ve güvenilir olmasına dikkat edin.

Su birimlerinin edlandırılması
Okyanuslar
Göl halindeki tuzlu sular
Toplam tuzlu sular
Kutup buz örtüleri, buzullar
Nehirler
Tatlısu gölleri
Toplam yüzey suları
Toprak suyu
Yeraltı tabaka ve derin suları
Toplam yeraltı suyu
Atmosfer suyu
Toplam tatlı su
Toplam kalıcı su rezervleri

- Okyanuslarda sözde deniz akıntıları vardır. Su katmanlarının derinliklerden yüzey sularına doğru hareketinin, canlılar ve okyanuslardaki üreticiler açısından yararı nedir, araştırınız.
- Kuzey Makedonya'daki elektrik üretiminin ne kadarının hidroelektrik santrallerden, ne kadarının termik santrallerden sağlandığını araştırınız.
- Başlangıçta Dünya gezegeninde suyun bulunmadığına dair bulgular vardır. Gezegenimizdeki suyun nereden geldiğini hatırlayınız.

Tekrar Soruları:

1. Doğada kimyasal elementlerin "geri dönüştürülmesi" neden gereklidir?
2. Her biyogeo-kimyasal döngünün dört adımını açıkla.
3. İnsan, su döngüsünü nasıl etkileyebilir?
4. Bitkiler, su döngüsüne hangi süreç aracılığıyla katılır?
5. Su, diğer biyogeo-kimyasal döngülerle nasıl ilişkilidir?

Anahtar noktalar:

- ✓ Her ne kadar Dünya gezegeni açık bir sistem olsa da (enerji ve madde giriş-çıkışı vardır), kimyasal maddelerin miktarı sabittir. Bunlar sürekli bir döngü içindedir ve bu, doğal bir geri dönüşüm sistemiyle sağlanır.
- ✓ Kimyasal elementler canlı organizmalar tarafından kullanılır, ardından mineraller biçiminde yeniden geri döner ve tekrar kullanılabilir hâle gelir (döngüler). Bunlar biyogeo-kimyasal döngüler olarak adlandırılır, çünkü hem biyotik (canlı organizmalar) hem de abiyotik (cansız bileşenler – toprak ve hava) öğeleri içerirler.
- ✓ Biyogeo-kimyasal döngüler dört aşamada gerçekleşir: inorganik bileşenlerin organik maddelere dâhil edilmesi; bazı kimyasal bileşiklerin canlı organizmaların bedenine alınması, tutulması ve dâhil edilmesi; bazı organik bileşiklerin dış çevreye salınması ve atıkların CO_2 ve azotlu bileşikler biçiminde üretilmesi; organik maddelerin inorganik moleküllere ayrıştırılması ve bunların yeniden inorganik rezerve dönmesi.
- ✓ Su döngüsü farklı süreçler aracılığıyla gerçekleşir: su kütlelerinin yüzeyinden buharlaşma ve bitkilerin yeşil yüzeylerinden evapotranspirasyon yoluyla su buharının oluşması; yoğunlaşma ve süblimleşme sonucunda yağışların (yağmur, kar, donmuş yağmur) yeryüzüne geri dönmesi. Bu sulardan bir kısmı perkolasyon yoluyla toprak katmanlarından geçer. Yeraltı suyu olarak kalabilir ya da kaynaklar hâlinde yüzeye dönebilir. Yağışların bir kısmı ağaçların tepelerinde ve bitkilerin yeşil kısımlarında tutulabilir (intersepsiyon) ve buradan tekrar buharlaşır.
- ✓ Su, fiziksel ve kimyasal özellikleri sayesinde diğer biyogeo-kimyasal döngülerin, özellikle karbon, oksijen, azot, fosfor ve kükürt döngülerinin itici gücüdür.

5.6. KARBON VE OKSİJEN DÖNGÜSÜ

Öğrenme sonuçları:

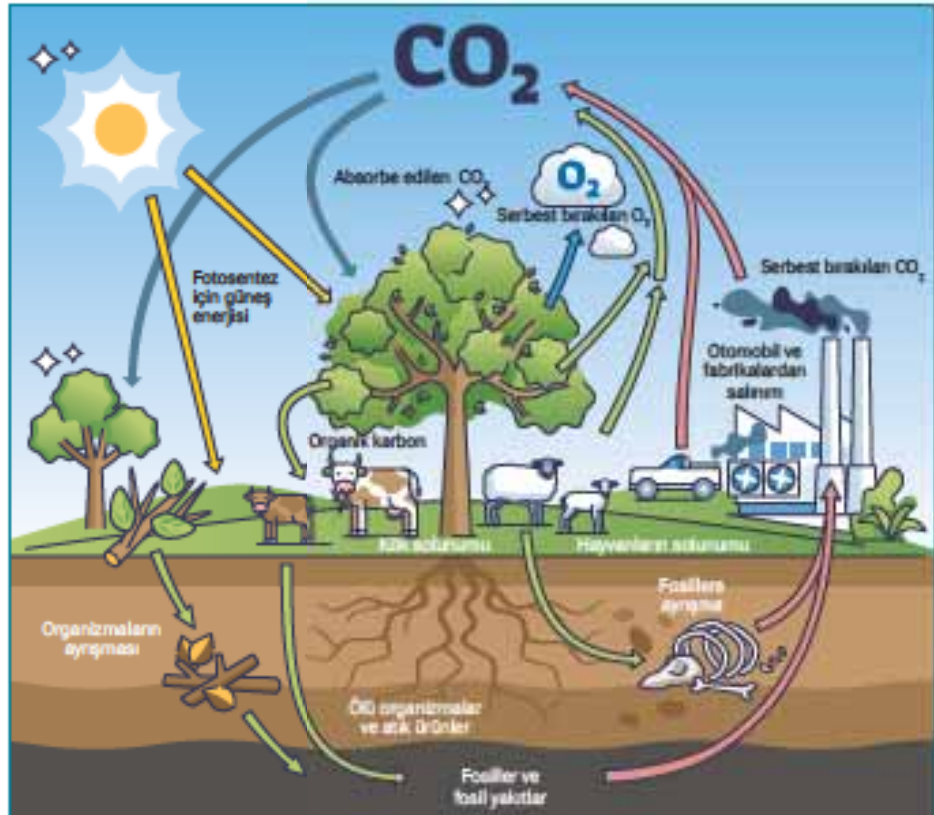
Öğrenci:

- ✓ Karbon döngüsünü ve oksijen döngüsünü ekosistemlerde açıklar;
- ✓ CO_2 ve O_2 değişim süreçlerini izah eder.

Canlı organizmalar ile inorganik rezervler (depolar) arasındaki biyogen elementlerin değişimi, ekosistemlerin büyük çoğunluğunda dengelidir. Örneğin, karbon ve oksijen döngüleri, iki en önemli tamamlayıcı süreç olan fotosentez ve solunum yoluyla sağlanır.

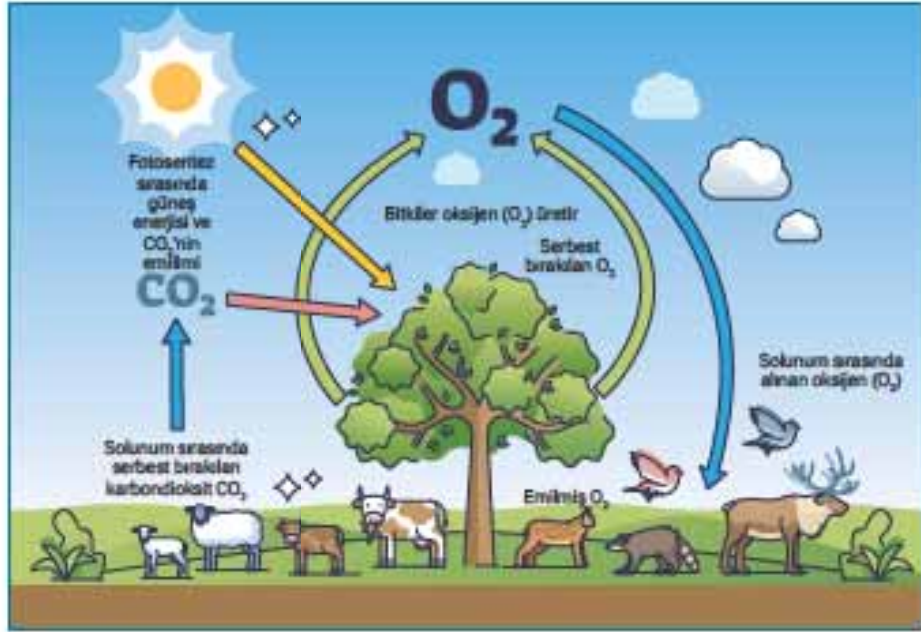
Karbon, organik maddelerin temel bileşenidir. Doğada kendi döngüsüne (dairese hareketine) sahiptir. Kemiklerde, fosil yakıtlarda olduğu gibi kayalar ve mineralerde de bulunur (Şekil 5.16).

Oksijen, karbon ile fotosentez ve hücresel solunum süreçlerinde bağlantılıdır (Şekil 5.17). Bu döngüye yalnızca organik bileşikler ve karbondioksit katılır. Bitkilerin fotosentezi ile tüm organizmaların biyosenozda (bir biyotopu oluşturan tüm canlı organizmalar) gerçekleştirdiği solunum (hücresel solunum) tamamen tamamlayıcı süreçlerdir.



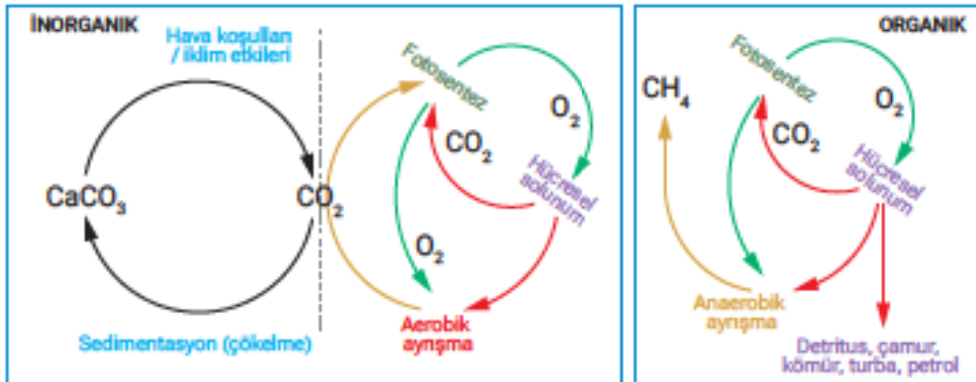
Şekil 5.16 Doğada Karbon Döngüsü

Fotosentez sırasında asimile edilen tüm karbon, sentezlenen karbondioksitlere dahil edilirken; organik bileşiklerdeki tüm karbon, hücresel solunum sürecinde karbondioksite dönüştürülür. Canlı biyomasına asimilasyon süreçleriyle (büyüme, yaşamsal faaliyetlerin sürdürülmesi ve üreme için organik maddeye dâhil edilen) katılan karbon ve azotun büyük bir kısmı, ölü organik madde blokuna aktarılır. Organizmalardan arta kalan bu ölü madde, zamanla tortul tabakaları, kömür, turba ve petrolü oluşturabilir.



Şekil 5.17 Karbon ve oksijen döngüsü

Bilindiği üzere, Dünya bitki örtüsü her yıl fotosentez yoluyla atmosferde bulunan karbondioksitin (CO_2) yaklaşık 1/35'lik bir kısmını tutar (yaklaşık $5 \cdot 10^{10}$ ton karbon) ve bunun sonucunda oksijen (O_2) açığa çıkar (Şekil 5.18).



Şekil 5.18 Karbon ve oksijen döngüsünün şematik gösterimi

Küresel ölçekte bakıldığında, fotosentez (CO_2 'nin bağlanması ve O_2 'nin serbest bırakılması) ile hücresel solunum (CO_2 'nin serbest bırakılması ve O_2 'nin tüketilmesi) dengededir. Ancak, fosil yakıtların (petrol ve kömür) artan yakılmasıyla (Şekil 5.19), atmosferdeki CO_2 seviyesi yükselmektedir.

Karbon döngüsünün bozulması, "küresel iklim ısınması" adı verilen yeni bir soruna yol açmaktadır.

KENDİNİ DÜZENLEYEN KARBON VE OKSİJEN DÖNGÜSÜ SÜREÇLERİ

Önceden belirtildiği üzere, mineral maddelerin döngüsü ile kastedilen, biyojen elementlerin, suyun veya bitkilerin beslenmesi ve metabolizmasına katılan diğer bazı bileşiklerin biyogeo-kimyasal döngüleridir. Ekosistem, biyosferin temel birimidir; burada maddenin döngüsü ve enerjinin akışı ile ilgili kendini düzenleyen süreçler gerçekleşir. Enerjiden farklı olarak biyojen elementler ekosistemlerde tutulur; sürekli olarak cansız bileşenlerden canlı organizmalara, organik formlardan inorganiklere ve tersine geçiş yaparlar. Her kimyasal elementin kendine özgü bir döngüsü vardır, fakat tümü birlikte işler ve enerji akışı tarafından yönlendirilir.

Biyojen elementler, canlı organizmalarda, havada, suda ve toprakta (atmosfer, hidrosfer, pedosfer ve litosfer) farklı formlarda bulunur.

Örneğin, atmosferde bulunan oksijen gaz halinde (moleküler oksijen – O_2) veya CO_2 formunda bulunur. Suda çözünmüş halde bulunur, ayrıca suyun kendi bileşiminde (hidrojen ile birlikte) de yer alır. Litosferde oksijen, çeşitli metallerin oksitleri (örneğin Fe_2O_3) ya da tuzlar (örneğin $CaCO_3$) halinde bulunur.

Karbon ise kireçtaşı kayalarında ($CaCO_3$), dolomitlerde (sedimenter kayalar – Ca ve Mg 'nin çift karbonatı $CaMg(CO_3)_2$) ve ayrıca okyanus suyunda çözünmüş halde (inorganik maddeler olarak) bulunur.



Şekil 5.19 Karbon Dioksit (CO_2) Emisyonunun Farklı Kaynaklardan Yayılımı

Etkinlikler:

- Düşünün ve sınıfta tartışın: Tüm ayrıştırıcılar birdenbire "greve" giderse, karbon seviyesiyle ne olurdu?
- Araştırın: Oksijen ilk kez atmosferde ne zaman ortaya çıkmıştır? Eğer miktarı azalır ya da artarsa, canlılar üzerinde ne gibi etkiler olabilir?

Tekrar Soruları:

1. Neden fotosentez ve hücresel solunumun, atmosferdeki karbon seviyesi açısından birbirinin karşıtı (tersi) olduğu söylenir?
2. Doğada karbon ve oksijenin inorganik rezervuar biçimlerinden bazılarını sıralayınız.
3. yırtıcıların atmosferdeki karbon döngüsündeki rolü nedir?

Anahtar noktalar:

- ✓ Karbon ve oksijen ile onların doğadaki döngüleri birbirine bağlı ve birbirine bağımlıdır. Karbondioksitin (bir karbon atomu ve iki oksijen atomundan oluşmuş) fotosentez ve hücresel solunuma dâhil olması gerçeğinden hareketle, bu iki sürecin canlı hücrelerdeki döngülerin temel parçası olduğu sonucuna varılır.
- ✓ Karbon, doğada çeşitli minerallerin biçiminde doğal inorganik depolara sahiptir. Su ise, hem su moleküllerinin yapısında hem de çözünmüş oksijen olarak oksijen için bir depodur.
- ✓ Karbon, çoğunlukla gaz hâlinde, yani karbondioksit biçiminde bulunur; bu gaz fotosenteze katılır ve şekere bağlanır. Fotosentez sırasında su da kullanılır, ondan hidrojen alınarak şekere bağlanır, oksijen ise serbest bırakılır.
- ✓ Şeker, daha sonra enerji kaynağı olarak hücresel solunum sürecinde kullanılır. Oksijen ile gerçekleşen oksidasyon sürecinde enerji açığa çıkar, karbondioksit ve su ise hücresel solunumun ürünleri olarak elde edilir.

5.7. AZOT DÖNGÜSÜ VE DÖNGÜDE MİKROORGANİZMALARIN ROLÜ

Öğrenme sonuçları:

Öğrenci:

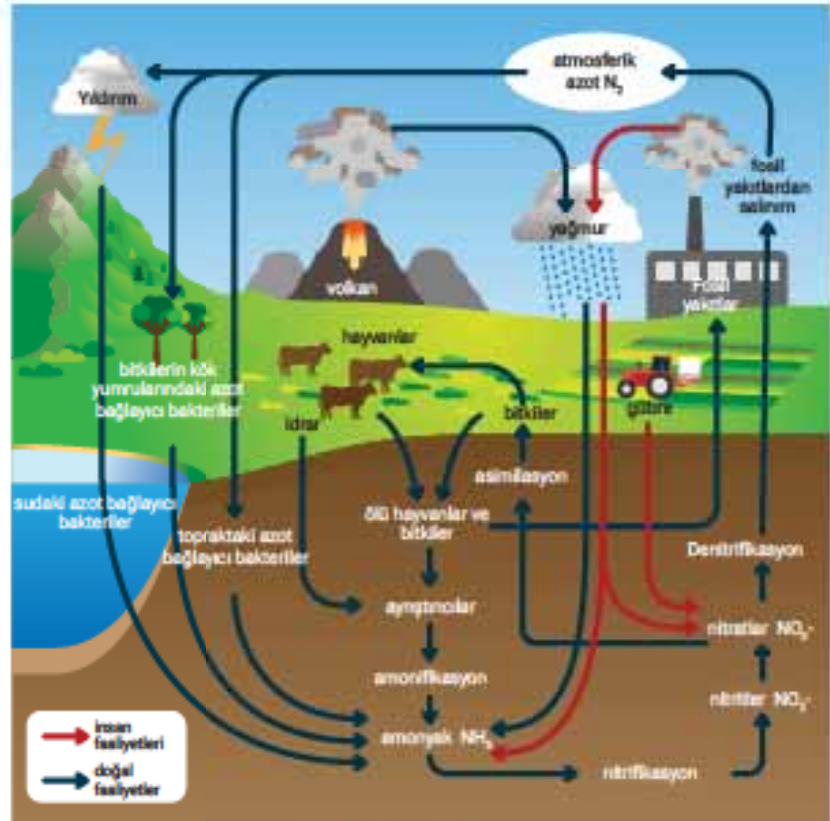
- ✓ Azot döngüsünü açıklar.
- ✓ Topraktaki azot bileşiklerinin dönüşümünde mikroorganizmaların rolünü belirler.

AZOT DÖNGÜSÜ

Azot, biyogen bir elementtir; yani temel yaşamsal işlevler için önemlidir. Atmosferde yaklaşık %78 oranında bulunmasına rağmen, bu azot bitkiler için pratikte kullanılamaz durumdadır (N_2 formunda inert azot). İnert azotun yararlı bir forma dönüşmesinin tek yolu, bitkilere uygun bir azot bileşiği olan nitratlara çevrilmesidir. Böylece bitkiler, azotu organik moleküllere katabilir.

Şekil 5.20'de doğada azotun döngüsel hareketi gösterilmektedir. Azotun rezervuarı atmosferdir; oradan doğal süreçler aracılığıyla yeryüzüne ulaşır. Onun döngüsüne mikroorganizmalar aktif şekilde katılır.

Azot döngüsü, azotun pek çok forma dönüşerek sırayla atmosferden toprağa, oradan canlılara ve tekrar atmosfere geçiş yaptığı biyogeo-kimyasal bir süreçtir. Bu döngü; azot fiksasyonu, nitrifikasyon, denitrifikasyon, ayrışma ve çürüme gibi çeşitli süreçleri kapsar (Şekil 5.20).



Şekil 5.20 Azot Döngüsü

Azot hem organik hem de inorganik formlarda bulunur. Azot içeren organik bileşikler canlı organizmalarda mevcuttur ve diğer canlı organizmaların tüketilmesiyle besin zinciri boyunca taşınır. İnorganik azot formları ise atmosferde bol miktarda bulunur. Bu azot, simbiyotik bakterilerin yardımıyla bitkilere erişilebilir hale gelir; bu bakteriler, inert azotu kullanılabilir formlara — örneğin nitratlara (NO_3^-) ve amonyum iyonlarına (NH_4^+)— dönüştürebilirler.

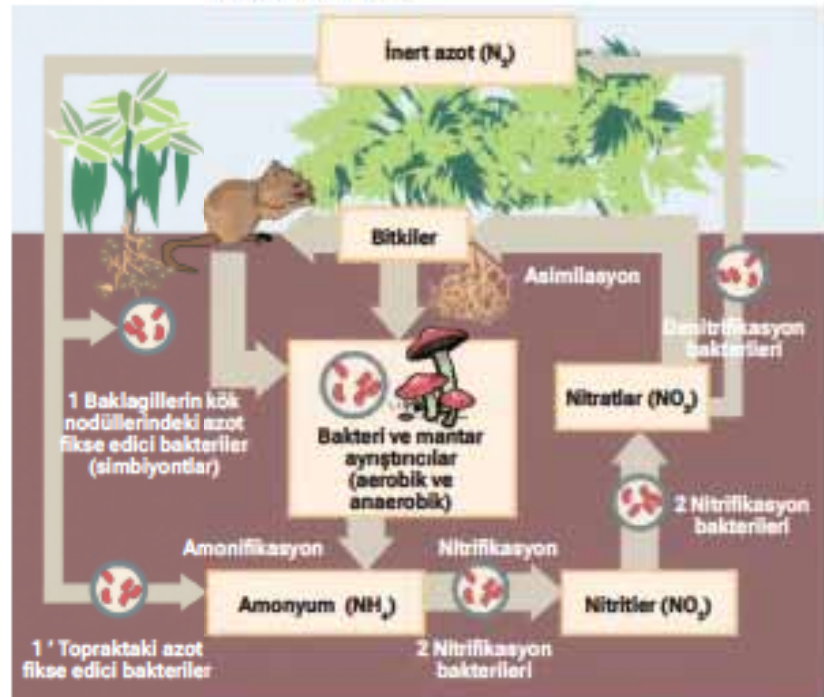
Azot, ekosistemde dengenin korunması için çeşitli dönüşümlere uğrar. Bu süreç farklı biyomlara kadar uzanır; deniz azot döngüsü ise en karmaşık biyogeo-kimyasal döngülerden biridir (Şekil 5.20).

Çiftçiler büyük miktarlarda yapay azotlu gübre kullanmaktadır. Hayvancılık çiftlikleri atmosferde yüksek miktarda amonyak kaynağıdır. Bunların tümü, ek olarak ekosisteme azot girdisi sağlar ve bu azotun büyük bir kısmı bitkiler tarafından alınır. Bu azot daha sonra, bitki ve hayvanların ölü dokularının, yani biyolojik atıkların, ayrıştırıcılar tarafından mineralize edilmesiyle sisteme geri döner.

AZOT DÖNGÜSÜNÜN BAKTERİLERE BAĞIMLILIĞI

Azot, proteinler ve nükleik asitlerin yapısında bulunan temel bir elementtir. Bu nedenle, tüm canlı organizmalar için yaşamsal önem taşır. Azot bitkiler için sınırlayıcı bir besin maddesi olarak tanımlanır.

Doğada azotun iki ana rezervuarı vardır: atmosfer ve toprak. Atmosferde çok fazla miktarda azot (%78, N_2 formunda) bulunsa da, bu inert bir formdur ve bitkiler tarafından doğrudan kullanılamaz. Bu nedenle, azotun mikroorganizmalar tarafından sabitlenmesi gerekir; yani moleküler azotun bitkiler için yararlı formlara dönüştürülmesi zorunludur. Bu mikroorganizmalar olmadan, bitkiler için kullanılabilir azot miktarı ciddi şekilde sınırlı olurdu. Şekil 5.21'de iki tip azot bağlayıcı bakteri gösterilmiştir.



Şekil 5.21 Azot döngüsü üç temel süreç üzerinden: 1. Azot fiksasyonu 2. Nitrifikasyon 3. Denitrifikasyon

Sol üst köşede, şekil üzerinde 1 numara ile gösterilenler, bazı baklagil bitkilerinin (yonca, fiğ, yer fıstığı, soya ve benzeri) köklerinde yaşayan azot bağlayıcı bakterilerdir; ayrıca azot bakımından fakir topraklarda yaşayan baklagil olmayan bitkilerde de bulunurlar.

Toprakta ve suda serbest bakteriler de yaşar; bunlar inert azotu amonyağa dönüştürür (Şekil 5.21'de 1' ile gösterilenler). Amonyak, amonyum iyonuna (NH_4^+) dönüşür. Nitrifikasyon yapan bakteriler bu amonyumu nitrit ve nitrata çevirir (Şekil 5.21'de 2 ile gösterilenler). Nitratlar, bitkiler tarafından kolayca alınabilen ve kullanılan bir formdur; bitkiler bu nitratları organik moleküllerin (örneğin aminoasitlerin) biyosentezinde kullanır ve protein sentezlerler.

Hayvanlar bitkileri yer ve proteinleri kendi ihtiyaçları için kullanır. Protein metabolizmasının son ürünü olan ve dışarı atılan, azotça zengin bileşik üredir. Üre, çiftçiler tarafından tarım arazilerinde gübre olarak kullanılır.

Ölü organizmaların bedenleri ayrıştırıcılar (bakteriler ve mantarlar) tarafından parçalanır. Bu parçalanma sırasında amonyum iyonu (NH_4^+) açığa çıkar; bu da topraktaki seviyeyi tamamlar ve nitrifikasyon yapan bakterilerin bitkiler için yeni nitratlar üretmesini sağlar. Bu süreç sırasında inert azot (N_2) serbest kalır ve atmosfere geri döner.

AZOT DÖNGÜSÜNÜN DOĞADA BOZULMASI

Azot döngüsündeki denge, insanların yoğun fosil yakıt kullanımı ve azot oksitlerin atmosfere salınmasıyla bozulmaktadır. Bu oksitler insanlar için özellikle tehlikeli gazlar oluşturur.

Modern tarım faaliyetleri de bir başka önemli yapay azot kaynağıdır. Hayvancılıktan kaynaklanan hayvan dışkıları atmosfere büyük miktarda amonyak salar. Ayrıca, çiftçiler tarım alanlarının verimliliğini artırmak için azot bazlı yapay gübreler kullanırlar; böylece nitrifikasyon bakterilerinin yerini almış olurlar. Ancak kullanılan yapay gübrenin sadece yarısı bitkiler tarafından alınır. Nitratların bir kısmı atmosfere azot oksitleri (NO_2 veya sera gazı olan N_2O) şeklinde çıkarak küresel ısınmaya yol açar. Bir kısmı ise su ekosistemlerine karışarak ötrofikasyona (algler ve bakteriler için besin maddelerinin aşırı artışıyla suyun kirlenmesi türü) sebep olur (Şekil 5.21 B).



Şekil 5.21 B Su havzalarının ötrofikasyonu

Etkinlikler:

- Çiftçiler, tarım arazilerinin verimini artırmak için yapay gübreler kullanırlar. En yaygın kullanılan yapay gübrelerden bazıları NPK (en-pe-ka) veya "Üç 15'lik" olarak adlandırılır. Araştırınız: Bu gübrelerin neden böyle adlandırıldığını öğreniniz.
- Araştırınız: Azotun bitkilere ne gibi faydaları vardır? Azotça zengin toprakta yetişen bir bitkiyi nasıl tanıyabilirsiniz?
- Araştırınız: Hangi atmosfer olayları inert azotun oksijenle birleşerek moleküller oluşturmasını ve ardından yağmurla toprağın yüzeyine düşmesini sağlar?
- Araştırınız: Neden çiftlik gübresi (organik gübre) kullanmak, yapay gübre kullanmaktan daha iyidir? Tarımda yapay gübrelerin kontrolsüz kullanılmasının sonuçlarını sınıfta tartışınız.
- Araştırınız: Doğada azot döngüsünde yararlı olan, toprakta yaşayan kaç çeşit bakteri vardır? Bunların bir listesini yapınız.

Tekrar Soruları:

1. Azotun gezegendeki iki deposu hangileridir?
2. Azotun hangi formları bitkiler için faydalıdır?
3. Azotun biyogeo-kimyasal döngüsünde geçtiği kimyasal süreçleri say.
4. Azot bağlayıcı bakteriler nerede yaşar ve onların işlevi nedir?
5. Azot bağlayıcı bakteriler ile nitrifikasyon yapan bakteriler ve denitrifikasyon yapan bakteriler arasındaki fark nedir?
6. İnsan doğadaki azot döngüsünü nasıl bozar?

Anahtar noktalar:

- ✓ Azot biyogen bir elementtir, proteinlerin yapısı için önemlidir. Doğada büyük miktarlarda havada ve toprakta bulunur. Havada inert N_2 formunda bulunur ve bu form bitkiler için pratikte kullanılmaz.
- ✓ Bitkilerin onu protein moleküllerine (amino asitlerin yapısına) dahil edebilmesi için, kabul edilebilir bir nitrat formuna dönüştürülmesi gerekir.
- ✓ Azot döngüsü, azot üzerinde farklı biyokimyasal süreçler ve dönüşümler gerçekleştiren bakterilerin etkinliğine bağlıdır. Azot bağlayıcılar atmosferden ve topraktan inert azotu yakalar ve onu amonyum iyonlarına dönüştürür (amonyfikasyon). Daha sonra nitrifikasyon yapan bakteriler, amonyumu nitrit ve nitrata çevirir. Nitratlar, bitkiler için kabul edilebilir ve faydalı bir formdur. Nitritlerin bir kısmı ise denitrifikasyon yapan bakteriler tarafından parçalanır ve azot molekülleri atmosfere tekrar inert gaz olarak salınır.
- ✓ Azot döngüsüne ayrıca ölü organizmaların ve organizmaların vücut kısımlarının organik maddelerini parçalayan ayrıştırıcılar (mantarlar ve bakteriler) da dahildir. Bu süreçte, nitrifikasyon yapan bakteriler tarafından kullanılan amonyum iyonları elde edilir.

5.8. BİYOGEO KİMYASAL DÖNGÜLERİ ETKİLEYEN İNSAN ETKİNLİKLERİ

Öğrenme sonuçları:

Öğrenci:

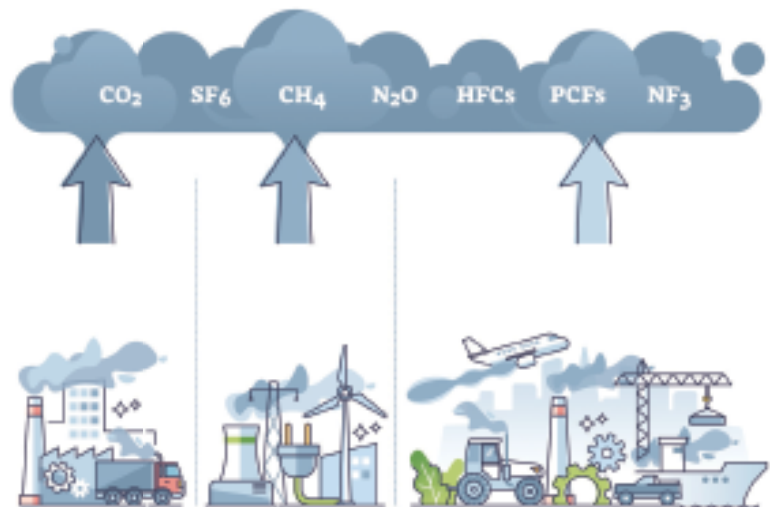
- ✓ Fosil yakıtlar ve sera gazlarının biyogeokimyasal döngüler üzerindeki etkisini, küresel ısınma ve iklim değişikliklerinin ortaya çıkışı üzerinden açıklar.
- ✓ Ozon tabakasındaki deliğin nasıl oluştuğunu ve ortaya çıkmasının biyosfer üzerindeki sonuçlarını açıklar.
- ✓ Asit yağmurlarının ekosistemler üzerindeki etkilerini, canlı organizmalar ve toprak üzerindeki sonuçlarını tartışır.

FOSİL YAKIT KAVRAMI

Fosil yakıtların temelini, yok olmuş deniz canlılarının ve karasal bitkilerin kalıntıları oluşturur. Bu nedenle, bu yakıtlar topluca "fosil yakıtlar" olarak adlandırılır. Fosil yakıtlar, özellikle kömür, Sanayi Devrimi'nde hayati bir enerji kaynağı olmuştur. Günümüzde de hâlâ başlıca enerji kaynağı olmayı sürdürmektedir, ancak alternatif kaynaklar üzerine giderek daha fazla konuşulmaktadır.

Fosil yakıtların yakılması sonucunda büyük miktarda karbondioksit (CO_2) açığa çıkar. Bu da atmosferin küresel ölçekte ısınmasına ve iklim değişikliklerine yol açar. CO_2 'nin yanı sıra fosil yakıtların yanmasıyla azot ve kükürt oksitleri de serbest kalır.

Karbondioksit, tüm sera gazlarının yaklaşık %80'ini oluşturduğu için başlıca sera gazı kabul edilmektedir. Bu gazlar "sera etkisine" yol açan bir grup bileşiktir. Bu gruba şunlar dahildir: karbondioksit (CO_2), metan (CH_4), diazot monoksit (N_2O) ve halon grubundan gelen "florlu gazlar" (F-gazları). Miktar bakımından, karbondioksitten sonra yaklaşık %12 ile metan,

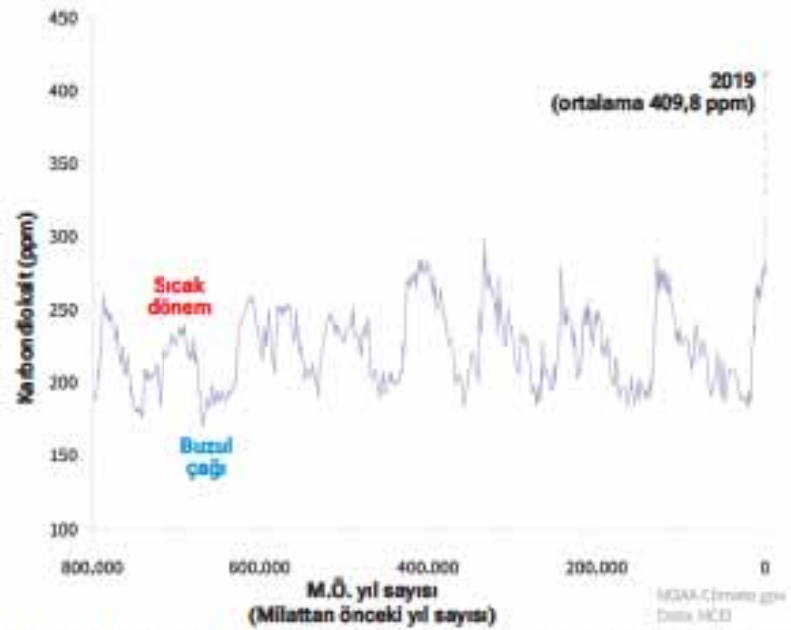


Şekil 5.22 Sera Gazları
(karbondioksit (CO_2), metan (CH_4), diazot monoksit (N_2O),
florokarbonlar (HFC), perflorokarbonlar (PFC), kükürt heksaflorür (SF_6), azot
triflorür (NF_3))

ardından da %2,5 oranıyla florlu gazlar gelmektedir (Şekil 5.22).

Her ne kadar en küçük miktarlara sahip olsalar da, F-gazları moleküler kararlılıkları nedeniyle küresel ısınma üzerinde son derece büyük bir etkiye sahiptir; oysa metan hızla parçalanır.

Şekil 5.23'te atmosferdeki CO₂ miktarının dünya genelindeki düzeyleri grafiksel olarak gösterilmektedir. Bu değerler, atmosfer örneklerindeki karbondioksit ölçümlerinden ve buzullardaki kar örneklerinden elde edilmiştir. Son on yıllarda CO₂ miktarında çok büyük bir artış gözlemlenmiştir.



Şekil 5.23 Atmosferdeki karbondioksit yoğunluğunun artışının grafiksel gösterimi

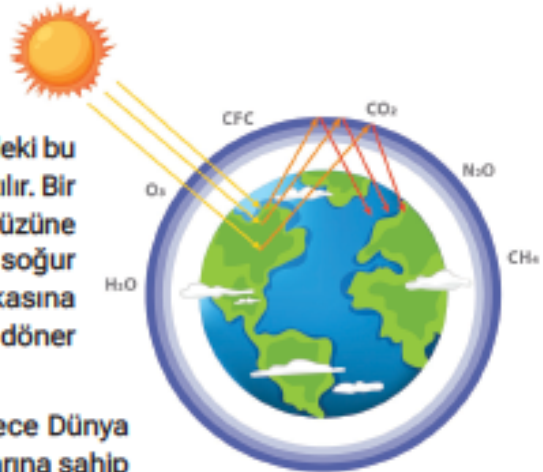
SERA ETKİSİ

Sera gazları, troposferin üst katmanlarında (kutuplarda yüzeyden yaklaşık 7 km, ekvator üzerinde ise 18 km yüksekliğe kadar) bulunur. Bu gazlar bir örtü gibi davranır. "Sera" adı, bitki yetiştirmek için kullanılan seraların cam veya naylon tabakalarının ısıyı içerde tutmasına benzetilerek verilmiştir.

Güneş'ten gelen ısınma ışınlarının bir bölümü atmosferdeki bu tabaka ve bulutlar tarafından doğrudan uzaya geri yansıtılır. Bir kısmı atmosferdeki hava kütlelerini ısıtır. Bir kısmı ise yeryüzüne ulaşarak yüzeyi ısıtır. Gece boyunca, Dünya'nın yüzeyi soğur ve kızılötesi ışınlar yayar. Bu ışınlar sera gazları tabakasına ulaştığında tekrar geri yansıtılarak Dünya'nın yüzeyine döner (Şekil 5.24).

Bu mekanizma sayesinde atmosferde ısı tutulur. Böylece Dünya yüzeyi, yaşama elverişli gündüz-gece sıcaklık farklılıklarına sahip olur. Bu doğal bir etkidir. Örneğin, Mars'ta böyle bir tabaka bulunmadığından, yüzeyde gündüz-gece sıcaklık farkı +20 °C'den -125 °C'ye kadar değişmektedir.

Atmosferdeki CO₂ düzeyi, Dünya yüzeyinin hızlanan ısınmasının başlıca "sorumlusu" olarak kabul edilmektedir. Bu, geçmişte atmosferden alınarak organik maddeye bağlanan, özellikle Karbon Devri'nde fosilleşerek fosil yakıtların oluşumuna yol açan aynı karbondioksittir.



Şekil 5.24 Sera etkisi (atmosfer)

Bu karbon, bir rezerv biçiminde karbon döngüsünden dışarıda tutulmuştu. CO₂ artışı ise aslında modern çağ ile ve son 70 yıldaki hızlı sanayi gelişimiyle örtüşmektedir. Bu dönemde fosil yakıtların enerji kaynağı olarak yoğun talep görmesi ve kullanılması, bu rezervlerdeki karbonun serbest bırakılıp yeniden atmosfere dönmesine neden olmuş, bu da insan faaliyetlerinin doğrudan etkisiyle atmosferde bu gazın 250 kat daha fazla birikmesine yol açmıştır.

Sadece 1 °C'lik ortalama bir ısınma bile, okyanus akıntılarında değişimlere, güçlenen El Niño etkisine, şiddetli fırtınalara, kasırgalara, sert kışlara, aşırı sıcak yazlara, kuraklıklara, erozyona vb. yol açmaktadır. Atmosferin ısınması, küresel iklim değişikliklerine ve ekosistemlerin bozulmasına sebep olmakta, asıl sorumlu ise insandır.

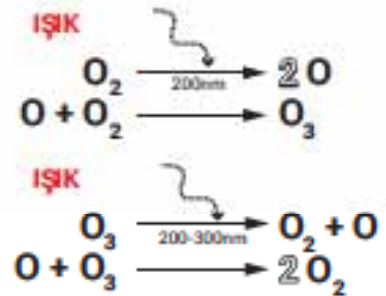
OZON TABAKASININ ZARAR GÖRMESİ

Ozon tabakası, troposferin üzerinde, stratosferde bulunur ve en yoğun şekilde Dünya yüzeyinin 15–35 km yukarısında yer alır. Bu, üç oksijen atomundan (O₃) oluşmuş bir moleküldür. Troposferde, insan faaliyetlerinin bir ürünü olarak ortaya çıkan ve canlılar için zararlı olan fotokimyasal smog içerisindeki ozondan farklı olarak, stratosferdeki ozon doğal yollarla oluşur ve Dünya'daki yaşamı öldürücü UV ışınlarından korur.

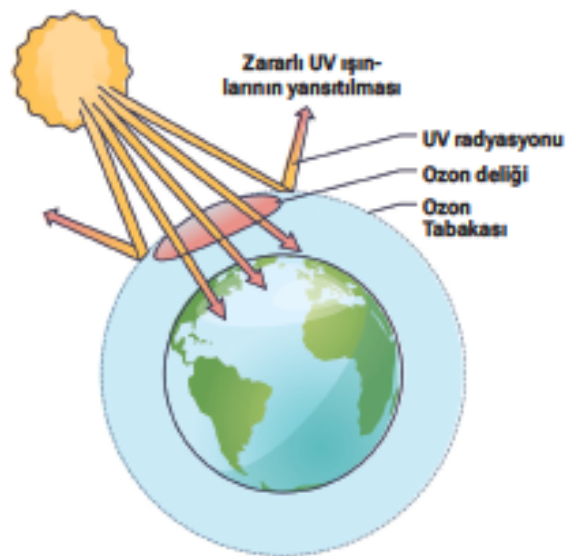
Ozon molekülü kendiliğinden oluşur fakat kararsızdır ve kolayca parçalanır. Bu nedenle sürekli bir yenilenme süreci söz konusudur (Şekil 5.25). Ancak, geçmişte soğutucu cihazlarda kullanılan kloroflorokarbon (CFC) gazları ve yangın söndürme tüplerinde bulunan, klor ve flor atomları içeren halonlar, ozonu parçalayarak tabakanın incelmesine yol açmıştır. Böylece ozon tabakasında "delikler" oluşur (Şekil 5.26).

Bu deliklerden normalden çok daha fazla UV ışını geçer. Bu ışınların zararlı etkileri; insanlarda cilt yanıkları, göz hastalıkları ve cilt kanseri olarak ortaya çıkar. Günümüzde ise insanlar, bu güçlü biyolojik etkiyi kullanarak, UV lambalar aracılığıyla ameliyathanelerde tüm mikroorganizmaları yok etmek için sterilizasyon amacıyla faydalanmaktadır.

Zararlı gazların atmosfere salımı (emisyon) ve belli yer ile zamanlarda yoğunlaşması (imisyon) kontrol altına alındığında, ozon kendiliğinden yenilenmektedir.



Şekil 5.25 Stratosferde ozonun kendiliğinden oluşumu

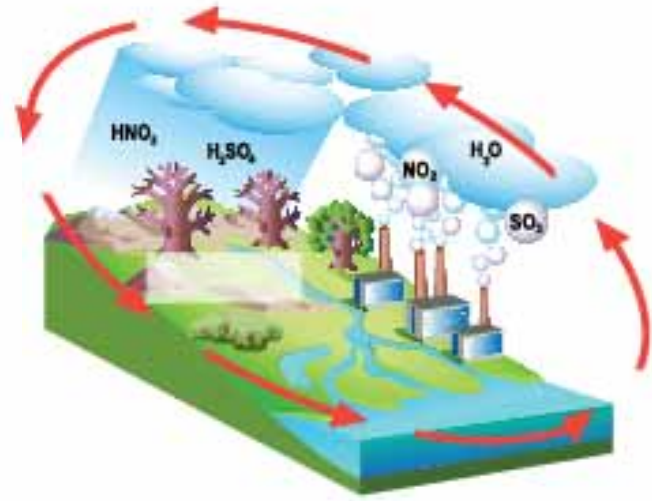


Şekil 5.26 Ozon tabakası ve ozon tabakasındaki delik

ASİT YAĞMURU

Atmosfere salınan azot ve kükürt oksitleri, fosil yakıtların yanması sonucu ortaya çıkar ve su buharı ile tepkimeye girerek asit molekülleri oluşturur. Bu asitler, yeryüzüne yağmur ya da kar şeklinde indiğinde toprağın pH değerini değiştirir ve asitleşmeye yol açar (Şekil 5.27).

Aslında, hidrojen iyonları (H^+) topraktaki minerallerle tepkimeye girerek onların yapısını değiştirir. İlk olarak bakteriler zarar görür, ardından tüm ekosistem bozulmaya başlar. Özellikle büyük orman topluluklarında sonuçlar gözle görülür biçimde belirgindir; geniş alanlar yok olmaktadır. Toprağın yanı sıra yeraltı sularının alkaliliği (pH değeri) de bozulur.



Şekil 5.27 Asit yağmurunun oluşumu

Etkinlikler:

- Derste tartışın: İklimdeki değişimler insanlar için neden olumsuzken, bitkiler için neden bütünüyle elverişlidir? Küresel ısınma eğilimi sürerse, Dünya gezegeni ve canlı organizmalarla ilgili neler olacağını öngörünüz.
- Sözde F-gazları hakkında araştırma yapıp veri bulun; özellikle küresel ısınma üzerindeki etkilerine bakınız. Bu gazlar nerelerde kullanılır ya da kullanılmıştır ve gelecekte kullanımlarıyla ilgili ne olacaktır?
- Avrupa’da hangi ülkelerin en sık asit yağmurundan etkilendiğini araştırınız. Neden?
- Büyükanne ve büyükbabalarınızla bir anket yapınız. Elbette diğer yaşça büyük akrabalarınızı ve komşularınızı da dâhil edebilirsiniz. Onlara çocukluk dönemlerine dair birkaç soru sorunuz. Kışları, karı, oynadıkları oyunları sorun. Kar ne kadar süre kalırdı, ne kadar derindi? Ardından baharı ve yağışları sorun. Büyük fırtınalar, şiddetli yağışlar hatırlıyorlar mı? Bu olaylar ne kadar sıkı? Yazın günümüzdeki gibi yangınlar olur muydu? O kadar sıcak olur muydu? Sonra derste, aynı soruları sınıf arkadaşlarınızla cevaplayınız. O zaman ile şimdi arasındaki hava koşullarındaki görünür değişimleri analiz ediniz ve vurgulayınız.
- Tartışınız: Fosil yakıtların oluştuğu biyokütle karbonun bir deposu ise, bu biyokütlenin oluştuğu dönemde iklim nasıldı ve CO_2 derişimleri hangi düzeydeydi?
- Alıştırma: Asit yağmurlarının kabuklu organizmalar (salyangozlar, midyeler) üzerindeki etkisi
Gerekli malzemeler:
 - Karasal (kara) salyangozların, sucul salyangozların ve/veya midyelerin boş kabukları;
 - 500 mL laboratuvar bardakları;
 - Alkol bazlı sirke (%9), 100 mL;
 - Cam çubuk.

Yöntem:

Ölü salyangoz ve midye kabukları, besin amaçlı kullanılan alkol bazlı sirke çözeltisine yerleştirilir (100 mL su + %9'luk alkol bazlı sirke 100 mL). Kabuklar tamamen çözelti içinde kalacak şekilde daldırılır. Kısa bir süre sonra, kabukların üzerinde gaz kabarcıkları (karbondioksit) oluştuğu gözlemlenir. Bu, kabukların ana yapı maddesi olan kalsiyum karbonat ile sirke arasındaki kimyasal tepkimenin sonucudur (Şekil 5.28 A).



Şekil 5.28 Salyangoz kabuğunun alkol bazlı sirke çözeltisine daldırılmış hâli (A), sirke çözeltisinde 1 saat bekletilmiş kabuklar (B).

Kabuklar 1 saat sonra sirkeden çıkarıldığında, yüzeylerinde aşınma ve bütünlüklerinde bozulma gözlemlenir (Şekil 5.28 B). Bu sonuçlar yorumlanır ve doğada ile canlılar üzerindeki benzer etkiler üzerine tartışılır.

Tekrar Soruları:

1. Hangi gazlar fosil yakıtların yanması sırasında açığa çıkar?
2. Hangi gazlara sera gazları denir ve neden?
3. Neden fosil yakıtlar karbon için bir depo (rezervuar) olarak kabul edilir? Fosil yakıtların yanması karbon döngüsünü nasıl etkiler?
4. CO₂ seviyesinin küresel ısınma ve iklim değişiklikleriyle bağlantısı nasıldır?
5. Ozon nedir ve onun biyolojik işlevi nedir?
6. Ozon delikleri neden tehlikelidir?
7. İnsan, ozon deliklerinin oluşumuna nasıl etki eder?
8. Asit yağmurları nasıl oluşur?
9. Asit yağmurları canlı dünya üzerinde gerçekte nasıl etkiler gösterir?

Anahtar noktalar:

- ✓ Fosil yakıtlar, bitki ve hayvanların biyolojik kalıntılarından oluşmuştur. Onlar, karbon için doğal bir depo (rezervuar) niteliğindedir. Fosillerin yakılmasıyla insan, bu döngüden çıkarılmış karbonu karbondioksit biçiminde yeniden karbon döngüsüne dâhil eder.
- ✓ Karbondioksit, tüm sera gazlarının yaklaşık %80'ini oluşturan başlıca sera gazıdır ve "sera etkisi" adı verilen doğal olgunun şiddetlenmesine yol açarak Dünya'nın atmosfer sıcaklığını yükseltir.
- ✓ Atmosfer sıcaklığının yükselmesi, çeşitli meteorolojik sonuçlar doğurur ve gezegenin farklı coğrafi bölgelerinde küresel ölçekte iklim özelliklerinde değişikliklere neden olur.
- ✓ Ozon, üç oksijen atomundan oluşmuş doğal bir moleküldür. Bu gazın yüksek bir kendini yenileme özelliği vardır. Dünya'yı çevreleyen bir tabaka oluşturur ve zararlı UV ışınlarına karşı filtre görevi görerek yalnızca bir kısmının geçmesine izin verir.
- ✓ UV ışınları insan sağlığı için tehlikelidir; ciltte yanıklara, gözlerde hasara yol açar ve cilt kanseriyle ilişkilendirilir. İnsan, UV ışınlarının tek hücreli organizmalar için öldürücü etkisinden yararlanarak ameliyathaneleri sterilize etmede onları kullanır.
- ✓ Fosil yakıtların yanmasıyla açığa çıkan azot ve kükürt oksitleri, atmosferdeki su buharıyla birleşerek güçlü asitler oluşturur. Bu asitler, yağmur veya kar damlaları içinde çözünerek yeryüzüne iner ve toprağın pH değerini değiştirir. Asitleşen toprak bitkiler için zehirli hâle gelir, bu da onların ölmesine ve ekosistemlerin ciddi şekilde bozulmasına yol açar.
- ✓ Asit yağmurları, kabukları kalsiyumdan oluşan canlılar (salyangozlar, midyeler) için tehlikelidir. Kabukları zarar görür ve bu da söz konusu popülasyonların yok olmasına neden olur.

5.9. SÜRDÜRÜLEBİLİR YAŞAM UYGULAMALARI

Öğrenme sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ İnsan faaliyetlerinin biyogeokimyasal döngüler üzerindeki etkisini açıklar.
- ✓ Sürdürülebilir uygulamaların hayata geçirilmesi yoluyla ekolojik dengenin korunmasına yönelik önlemler önerir.

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI

Gezegelimiz Dünya, tüm canlılara yaşam için gerekli kaynakları sağlayan mükemmel bir sistemdir. Bu sistem, çok uzun zaman dilimlerinde kurulmuş bir denge ilkesiyle işler. Bu sistemin parçaları arasında su döngüsü, karbon ve oksijen döngüleri, azot döngüsü, fosfor döngüsü ve diğerleri bulunur.

Dünya, bir yandan bazı kaynakların (ormanlar gibi) kendini yenilediği, diğer yandan bazı kaynakların (metaller, petrol, toprak gibi) yenilenemez olduğu maddi bir sistem olarak tanımlanabilir. Bugün insanlığın enerjiye, gıdaya ve diğer kaynaklara duyduğu büyük talep göz önüne alındığında, açıkça görülen sorun çevrenin ihtiyaç duyduğumuz kaynakları sağlama kapasitesidir. Asıl soru şudur: Gezegelimiz bütün bunları ne ölçüde destekleyebilir ve yenileyebilir? Bir diğer soru ise çevrenin, fosil yakıtların yanmasından çıkan gazlar, kimyasal bileşikler, biyolojik atıklar gibi tüm atıklarımızı kabul etme kapasitesidir (Şekil 5.29 A).

Ayrıca, dünyanın bir sistem olduğunu ve onun bir bölümündeki değişimlerin büyük olasılıkla başka bölümlerinde de değişimlere yol açacağını anlamamız gerekir. Bunun bir örneği, Avrupa'nın güneyinde kirlenen havanın sonucunda oluşan asit yağmurlarının Avrupa'nın kuzeyinde yağış olarak etkilerini göstermesidir. Bir başka örnek de Güney Amerika'da kullanılan pestisitlerin, Avustralya'daki balık stoklarına zarar verebilmesidir.

Dolayısıyla, gelecek nesillerin bozulmamış bir çevrede yaşayabilmesini istiyorsak, çevre üzerindeki artan baskıyı durdurmamız gerekir. Bunun devamında, yaşam tarzımızı ve tüketim alışkanlıklarımızı değiştirmek için köklü adımlar atmamız gerekir.



Şekil 5.29 A Kontrolsüz atık dökümü ve kirlilik

DAHA TEMİZ ÜRETİM

Sanayi, genel olarak hem yerel hem de küresel ölçekte çevresel sorunlarla ilişkilendirilmektedir. Sanayileşmiş ülkeler, çevrenin tahribatına ve doğal kaynakların aşırı kullanımına son vermek amacıyla, "daha temiz üretim" olarak adlandırılan yaklaşıma yönelmişlerdir. Bu yaklaşımın özü, kirliliğin ve atık oluşumunun kaynağında önlenmesidir.

Bu doğrultuda sanayi, doğa üzerindeki baskıyı azaltacak yeni teknolojilere ve yenilenebilir hammaddelere yönelmektedir. Üretilen atıklar, başka teknolojik süreçlerde hammadde olarak değerlendirilmekte; ozon tabakasına ve küresel ısınmaya son derece zararlı olduğu kanıtlanmış kimyasal bileşiklerin ve teknolojilerin (örneğin soğutma sistemlerinde kullanılan freonların) bütünüyle ortadan kaldırılması hedeflenmektedir.

İKLİM DEĞİŞİKLİKLERİ VE TEMİZ ENERJİ

Teknolojik gelişmeler ve gündelik yaşamın ihtiyaçlarının karşılanması, dünyayı sürekli olarak enerji talebiyle karşı karşıya bırakmaktadır (Şekil 5.29 B). Bunun bir sonucu olarak çevre üzerindeki baskı her geçen gün artmaktadır. Avrupa'da sera gazı emisyonlarının yaklaşık %75'inin enerji üretimi ve tüketiminden kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Fosil yakıtların enerji kaynağı olarak kullanımı sürdürülebilir değildir; özellikle de yanmalarının doğrudan iklim değişiklikleriyle bağlantılı olduğu dikkate alındığında.

Bu sebeple, elde edilen enerjinin "temiz" nitelik taşıması için alternatif ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yatırımlar ve araştırmalar büyük önem arz etmektedir. Nihayetinde, iklim değişikliklerine verilecek karşılık, sera etkisinin azaltılmasına; başka bir deyişle sera gazı salımlarının, özellikle karbondioksit, düşürülmesine ve karbon döngüsünün doğal dengesi içerisinde yeniden düzenlenmesine yönelmelidir.

SÜRDÜRÜLEBİLİR UYGULAMALAR

İklim değişikliklerinin sebepleri, bireysel müdahale imkânlarımızın çok ötesinde görünmektedir. Bununla birlikte, toplum olarak



Şekil 5.29 B Günlük yaşamda enerji ihtiyaçları

müştereken hareket etmemiz, gelişmeleri dikkatle izlememiz ve yetkililer üzerinde çevrenin korunmasına yönelik baskı oluşturmamız zorunludur.

Ancak değişimler bizden, kişisel çabamızdan başlar; bu çaba daha sonra küresel bir hareketin parçasına dönüşür. Bu nedenle, gezegenin ortak iyiliği için kişisel katkıda bulunmak zorundayız. İşte hemen uygulamaya başlayabileceğimiz bazı pratikler:

- Tek kullanımlık ürünleri kullanmaktan kaçının. Buna plastik bardaklar, tabaklar, şişeler, strafor kaplar vb. dâhildir. Bunlardan çok büyük miktarda atık oluşur ve bu atıkların çözünmesi uzun yıllar alır. Bunun yerine, yıkanıp defalarca kullanılacak kaplar tercih edin.
- Satın aldığınız yiyeceklerin miktarına dikkat edin. Tüketilmeyen yiyecek çöpe gider, oysa yiyecek üretimi enerjiye mal olur. Daima fazla yiyecekleri dondurarak ileride kullanma seçeneğini değerlendirin.
- Kendi kompostunuzu yapın. Bahçenizde biraz yer ve bir plastik kova yeterlidir. Bu kovaya yiyecek artıklarını (özellikle sebze atıklarını) koyun. Redücentler, böcekler ve solucanlar bu biyokütleyle humusa dönüştürecekler. Bu humus da bahçenizin doğal gübrelenmesinde ve sebze yetiştirilmede kullanılabilir.
- Fazla ambalajlanmamış ürünlere öncelik tanıyın. Basitçe, gereksiz atık üretmeyin.
- Suyu tasarruflu kullanın. Akan suyun daha önce arıtıldığını ve bu işlem için enerji harcandığını unutmayın. Aynı su daha sonra atık su arıtma sürecinden tekrar geçecek ve bu da yeniden enerji gerektirecektir. Su, canlı yaşamı için hayati öneme sahip bir doğal kaynaktır.
- Mümkün olduğunda motorlu taşıtları kullanmaktan kaçının. Bisiklet sürmek veya yürümek, hem çevreyi korumak hem de sağlığınız için mükemmel bir etkinliktir.
- Gereksiz enerji tüketimini azaltın. Odadan çıktığınızda ısıtmayı kapatın ve kullanılmayan cihazların fişini çekin.
- Uygun şekilde geri dönüşüm yapın. Atıkların akılcıca ayrıştırılması ve geri dönüştürülmesi kaynak tasarrufu sağlar ve atık miktarını azaltır.

KARBON AYAK İZİ KAVRAMI

Karbon ayak izi (Şekil 5.30), belirli bir süre zarfında bir kişi (kişisel karbon ayak izi) veya bir şirket tarafından gerçekleştirilen faaliyetlerin sonucunda ortaya çıkan toplam karbondioksit miktarını ifade eder. Karbon ayak izi, ulus, etkinlik, ürün veya hizmet düzeyinde de hesaplanabilir. Dünyada ortalama bir kişi yılda yaklaşık 4 ton CO₂ üretmektedir. Ancak, ekonomik olarak gelişmiş ülkelerin vatandaşları bu ortalamanın çok üzerinde üretim yapmaktadır.



Şekil 5.30 Karbon ayak izine dair sıkça kullanılan görsel gösterim

Tahminlere göre, küresel ısınma üzerinde etkili bir sonuç alınabilmesi için, kişisel karbon ayak izinin 2050 yılına kadar 2 tonun altına düşürülmesi gerekmektedir.

Karbon ayak izinin yanı sıra, su ayak izi, azot ayak izi ve ekolojik ayak izi (yaşamın sürdürülmesi için çevresel kaynaklar) da vardır. Bunların belirlenmesi daha güçtür; bu nedenle karbon ayak izi, insanlar için çevresel farkındalığı artırmada en kullanışlı ölçüt olmaktadır.

Tablo 5.2'de karbon ayak izine ilişkin yıllık değerler sunulmuştur.

Azot ayak izi, su ayak izi ve ekolojik ayak izi: ABD'deki ortalama bir sakin ile dünya genelindeki ortalama değerlerin karşılaştırması.

Tablo 5.2 Çeşitli ayak izlerinin yıllık değerleri

Ayak izi türü	Birim	ABD sakin	Dünya ortalama	Kaynak
Karbon ayak izi	ton CO ₂ /yılılık, kişi başına	24,5	5,6	Baumert, Herzog and Pershing (2005)
Su ayak izi	m ³ su /yılılık, kişi başına	2842	1385	Mekonnen and Hoekstra (2011)
Azot ayak izi	kg reaktif azot /yılılık, kişi başına	41,4	veri yok	Leach et al. (2011)
Ekolojik ayak izi (tüketim)	hektar /yılılık, kişi başına	8,0	2,7	Global Footprint Network (2010)

Etkinlikler:

- Gezegenin insan için önemli kaynaklarını araştırmış ve bir liste yapmış. Bunlardan hangileri yenilenebilir? Nedenini açıklayınız.
- Kendi karbon ayak izinizi hesaplayınız. Bunun için örneğin şu internet sitesini kullanabilirsiniz: <https://www.nature.org/en-us/get-involved/how-to-help/carbon-footprint-calculator/>
- Sürdürülebilir uygulamalar listesini genişletin ve bu uygulamaların gerçekte nasıl hayata geçirilebileceğine dair örnekler veriniz.
- Derste tartışınız: Neden ekonomik olarak gelişmiş ülkelerin sakinlerinde karbon ayak izi en büyüktür? Neden aynı durum diğer "ayak izleri" (Tablo 5.2) için de geçerlidir?

Tekrar Soruları:

1. Doğal kaynakların kullanımı bakımından gezegenin karşılaştığı zorluklar nelerdir?
2. Neden fosil yakıtların kullanımı sürdürülebilir değildir?
3. İklim değişikliklerinin etkileri nasıl azaltılabilir?
4. "Temiz enerji" kavramını açıkla.
5. Sürdürülebilir uygulamaların hayata geçirilmesi neden önemlidir?
6. "Karbon ayak izi" ne anlama gelir ve neden çevresel farkındalık açısından önemlidir?
7. Bildiğin diğer "ayak izleri" hangileridir?

Anahtar noktalar:

- ✓ Teknoloji ve modern yaşam büyük miktarlarda enerji gerektirmektedir; bu enerji ise genel olarak fosil yakıtlardan elde edilmektedir. Fosil yakıtların yanmasıyla atmosferdeki karbondioksit hızla artmakta, karbon döngüsünün dengesi bozulmakta, sera etkisi şiddetlenmekte ve küresel ısınma meydana gelmektedir; bu da gezegende iklim değişikliklerine yol açmaktadır.
- ✓ CO₂'nin yanı sıra azot ve kükürt oksitleri de ortaya çıkar; bunlar asit yağmurunun kaynağıdır.
- ✓ Kaynakların yenilenmeleri düşünülmezsizin kullanılması, çevrenin tükenmesine yol açar; zararlı sonuçlar geri dönülmez olabilir.
- ✓ Doğal yollarla geri dönüşmesi uzun zaman alan ürünlerden kaynaklanan atıkların oluşumu çevreyi yük altına sokar; ayrıca bu ürünlerin üretiminde kullanılan hammaddelere olan talep artmakta ve çevreyi daha da tüketmektedir.
- ✓ Atıklar çoğu kez tehlikeli maddeler içerir; bunlar uygun biçimde işlenmediklerinde canlı yaşamı için tehlike oluştururlar. Örneğin freonlar (halonlar) ozona zarar verir.
- ✓ Sürdürülebilir uygulamaların bir yaşam tarzı olarak bireysel düzeyde benimsenmesi, her birimizin karbon ayak izini büyük ölçüde azaltır.
- ✓ Karbon ayak izi, bir kişinin yiyecek, ulaşım, temizlik, eğlence vb. tüm etkinlikleriyle bir yıl içinde ürettiği karbondioksit miktarını ifade eder.
- ✓ Karbon ayak izi, ulus, şirket, hizmet, ulaşım ve benzeri alanlarda da hesaplanabilir.
- ✓ Karbon ayak izinin yanı sıra su ayak izi, azot ayak izi ve ekolojik ayak izi de vardır. Bunlar da tıpkı karbon ayak izi gibi farklı alanlar için hesaplanabilir.

5.10. EKOLOJİDE BİREY KAVRAMI. POPÜLASYON VE POPÜLASYONUN ÖZELLİKLERİ

Öğrenme sonuçları:

Öğrenci:

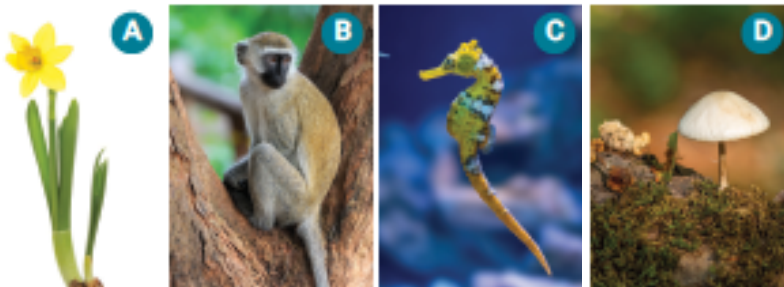
- ✓ birey kavramını tanımlar ve açıklar.
- ✓ Sigmoid eğrinin evrelerini gösterir ve bunların popülasyon dinamiklerinin analizindeki kullanımını açıklar.
- ✓ Popülasyon artışının ekosistemler üzerindeki etkisini açıklar.

EKOLOJİ KAVRAMI

Ekoloji, biyolojinin bir dalıdır; canlı organizmaların (insan dâhil) birbirleriyle olan ilişkilerini ve canlı organizmalar ile çevreleri arasındaki karşılıklı ilişkileri inceleyen bilimdir. Ekoloji kavramına en çok, çevredeki değişimlerin incelenmesi ve bu değişen koşullarda türlerin korunması bağlamında rastlanır. Bununla birlikte ekoloji, insanın günlük yaşamında da uygulanır; örneğin doğal kaynakların yönetiminde ya da kentsel alanların planlanması ve kentleşmede, yani insanın toplumsal bütünleşmesinin incelenmesinde.

BİREY, EKOLOJİNİN TEMELİDİR

Ekolojinin araştırma konusu olan temel birim "birey"dir. Birey, herhangi bir organizma olarak kabul edilir (Şekil 5.31).



Şekil 5.31 Farklı türlerden canlı organizma bireyleri
(A) nergis, (B) maymun, (C) denizat, (D) mantar

Araştırma konusu, bireyin (organizmanın) davranışı, çevre koşullarına verdiği tepkiler ve bu organizmanın çevre üzerindeki etkileridir.

TÜR VE BİREY ARASINDAKİ FARK

"Tür" kavramına göre, birbirleriyle çiftleşip verimli döl verebilen tüm bireyler aynı türe aittir. Bir türün tüm üyeleri birbirine benzer (cinsiyet dimorfizmi görülen türlerde erkek ve dişiler dış görünüşte farklılık gösterebilir). Buna göre, herhangi bir türün her temsilcisi aslında bir "birey"dir. İşte bu birey, ekoloji biliminin merkezinde yer alır.

Şekil 5.31’de de görebileceğin gibi birey, herhangi bir sistematik gruptan bir organizma olabilir. Ekoloji açısından bakıldığında, bir bakteri, solucan, eğrelti otu, böcek, balık, ağaç ya da memeli de birey olarak kabul edilir.

Bireyin temel özellikleri:

- **Bir türe aittir – Tür aidiyeti olmadan, bireyin rolü, gelişimi ya da diğer organizmalarla ilişkileri anlaşılamaz.**
- **Kendine ait bir metabolizması vardır – Metabolizma, enerji elde etmenin, büyümenin ve üremenin temelidir. Metabolizma olmadan birey canlı bir organizma olarak işleyemez.**
- **Canlı ve cansız çevre ile etkileşim kurar – Bu süreçler, bireyin hayatta kalması ve kaynaklara (canlı ya da cansız kaynaklardan besin, su, barınak vb.) ulaşmasını sağlar. Aynı zamanda bireyin uyumu ve hayatta kalması, iklim, ışık, sıcaklık gibi cansız çevre faktörleriyle yakından bağlantılıdır.**
- **Popülasyonlara, topluluklara ve ekosistemlere katılabilir – Birey tek başına yaşamaz; popülasyon, topluluk ve ekosistem ile ilişki içerisinde.**

POPÜLASYON KAVRAMI

Bilim insanları, popülasyonu belirli bir bölgede yaşayan ve aynı türe ait bireylerden oluşan topluluk olarak tanımlarlar (Şekil 5.33). Bu bireyler, yaşamlarını sürdürebilmek için aynı kaynaklara bağımlıdır ve aynı ekolojik faktörlerin etkisi altındadır. Bu nedenle, ekoloji bilimi açısından popülasyonlardaki değişimler — birey sayısı ve artışı, yayılış alanı, göçler, ölüm oranları gibi — büyük önem taşır. Söz konusu veriler, bazı popülasyonların ve türlerin tehdit altında olup olmadığının belirlenmesine olanak tanır; gerekli durumlarda uyarı yapılmasını ve korunmalarına yönelik önlemler alınmasını sağlar. Ayrıca, bazı organizmaların popülasyonlarının izlenmesi, bunların insan ihtiyaçları doğrultusunda gıda ya da hammadde olarak sürdürülebilir biçimde kullanılabilmesine imkân tanır.

POPÜLASYON YOĞUNLUĞU VE YAYILIŞI

Popülasyonların varlığı ve yaşamına ilişkin pek çok özellik incelenebilir. Ancak bunlar arasında en temel olanlar, popülasyon yoğunluğu ve bireylerin yayılış biçimidir.

Popülasyon yoğunluğu, en basit tanımıyla, belirli birim alanda yaşayan bireylerin sayısıdır. Eğer söz konusu popülasyon bitkilerden oluşuyorsa, birey sayısı birim yüzey alanı üzerinden (örneğin 1 m^2 veya 1 km^2) ifade edilir. Toprakta yaşayan organizmalar için ise birey sayısı birim hacim (örneğin 1 m^3) üzerinden hesaplanır. Çoğu durumda, belirli bir alandaki tüm bireyleri tek tek saymak mümkün değildir. Bu gibi durumlarda yoğunluk, örnekleme yöntemiyle tahmin edilir. Örneğin, 1 m^2 'lik bir alandaki tüm bireyler sayılır ve elde edilen değer, popülasyonun kapladığı toplam alanla çarpılır. Burada, örnekleme alanı büyüdükçe sonuçların doğruluk derecesi de artar. (Örneğin, 10 km^2 'lik bir alanda 50 karaca bulunuyorsa, yoğunluk 1 km^2 başına 5 karaca olarak hesaplanır.)

Popülasyon yoğunluğunu belirlemede yalnızca bireylerin sayısı değil, yuva sayısı ya da yaşam alanlarının sayısı gibi başka ölçütler de kullanılabilir.

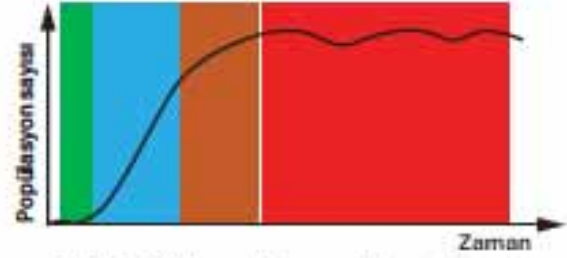
Popülasyonların yayılış biçimleri farklılık gösterebilir. Bireylerin belirli bir bölgede kümelenerek yaşamaları, genellikle besin kaynaklarının varlığına ya da gerekli çevresel koşullara bağlıdır. Daha homojen bir dağılım ise bireyler arasındaki rekabetin (örneğin besin, ışık ya da yaşam alanı için) sonucudur. Ayrıca, tohumların geniş ve uzak alanlara dağılmasıyla ortaya çıkan rastlantısal bir yayılış biçimi de söz konusudur.



Şekil 5.33 Papatya (A) ve geyik (B) popülasyonları

POPÜLASYON BÜYÜMESİ

Tüm popülasyonlar — ister paramesyumlar, mayalar, nergisler ya da tavşanlar olsun — yeni bir ortamı işgal ettiklerinde ve büyümeye başladıklarında benzer bir büyüme modeli gösterirler. Birey sayısının zamana göre artışı incelendiğinde, ortaya her zaman “S” harfine benzeyen, yani sigmoid bir eğri çıkar. Şekil 5.34’te belirli bir popülasyonun büyümesini gösteren grafik yer almaktadır.



Şekil 5.34 Eğri – popülasyonun büyümesi (uyum/ başlangıç evresi, üssel büyüme evresi, geçiş evresi ve durağan evre (denge evresi))

Sigmoid eğri, yeni bir alana yerleşen her popülasyonun ekosistemde dengeye ulaşmadan önce geçtiği birkaç evreyi ortaya koyar. Bunlar şunlardır:

- **Gecikme / duraklama evresi** – Bireylerin veya popülasyonun yeni ortama yerleşmesinden sonra görülür. Popülasyonda artış vardır, ancak bu artış yavaştır ve henüz belirgin değildir; çünkü bireyler yeni koşullara uyum sağlamaktadır. Yavaş yavaş üreme çağına erişmiş bireylerin sayısı artar.
- **Üstel (ekponensiyel) büyüme evresi** – Uygun koşullar ve yeterli kaynaklar, birey sayısının kesintisiz artmasını sağlar. Doğum oranı (natalite), ölüm oranından (mortalite) belirgin biçimde yüksektir. Popülasyon kısa sürede üstel olarak büyür.
- **Geçiş evresi (yavaşlayan büyüme evresi)** – Popülasyon hâlâ büyümektedir, fakat büyüme hızında düşüş vardır. Kaynaklar azalmaya başlar ve rekabet artar.
- **Denge evresi (durağan evre)** – Popülasyon büyüklüğü en yüksek seviyesine ulaşır. Doğum oranı ile ölüm oranı eşitlenir ve popülasyon kararlılık kazanır. Çevreyle ekolojik denge sağlanır, fakat bu denge sürekli değildir ve bozulabilir. Kaynaklar (besin, oksijen, ışık vb.) sınırlıdır ve yalnızca belirli sayıda bireyi destekleyebilir. Eğer kaynaklar yenilenir ve belirli bir seviyede korunursa, popülasyon uzun süre devam edebilir. Eğrinin dalgalı görünümü, dengeli popülasyonlar için normaldir. Kaynaklar yenilenmezse, popülasyon yok olur.

Etkinlikler:

- Şekil 5.32’de olduğu gibi, farklı popülasyonlardan bireylerin bir ekosistem içindeki bağlantılarını gösteren başka şemalar çizmeye çalışınız.
- İnsan popülasyonunun büyümesini araştırınız ve grafiksel olarak gösteriniz. Sayısal değerleri 1800 yılından başlayarak belirtiniz. İnsanlığın hangi büyüme evresinde bulunduğunu belirleyiniz. Kaynakların yenilenmesi ile sık sık duyduğunuz şu terimi ilişkilendirmeye çalışınız: “Sürdürülebilir kalkınma”.
- Geçmişte yerleşimciler Avustralya bölgesindeki adalara geldiklerinde, sıçanların adalara sokulmasının ne gibi etkileri olduğunu araştırınız.
- Bir adaya 10 keçi yerleştirdiğinizi hayal ediniz. Onların adadaki yaşamını açıklamaya çalışınız. İki senaryo geliştiriniz: kaynakların yenilendiği durumda ve kaynakların yenilenmediği durumda.

Tekrar Soruları:

1. "Tür" ve "birey" terimleri arasındaki farkı açıklayınız. Kendi çevrenden birey örnekleri veriniz.
2. Bir popülasyonun yoğunluğu nasıl ifade edilir?
3. Aynı ya da benzer yaşta olan çam popülasyonunda nasıl bir dağılımdan söz edilir? Nedenini açıklayınız.
4. Eğer büyümenin yoğunluğu azalıyor ise, geçiş evresinde mortalite (ölüm oranı) ile ne olur?

Anahtar noktalar:

- ✓ Ekolojinin odak noktasında birey yer alır. Aslında, inceleme konusu bireyin (organizmanın) davranışları, çevre koşullarına verdiği tepkiler ve bu organizmanın çevre üzerindeki etkileridir.
- ✓ Aynı türe ait bireylerin belirli bir alanı doldurması popülasyon olarak adlandırılır. Ekoloji popülasyonlardaki değişimleri; onların sayısal durumu ve büyümesi, yayılışı, göçleri, ölüm oranları vb. açısından takip eder.
- ✓ Popülasyonlar, yoğunluk ve yayılış özellikleriyle tanımlanır. Bu değerler, birim yüzey ya da hacim başına birey sayısı (yoğunluk) veya popülasyonların belirli bölgelerdeki kümelenmeleri şeklinde ifade edilir. Böylece ışık, besin, yaşam alanı, eş ve benzeri kaynaklar için koşullar veya rekabet hakkında bilgi elde edilir.
- ✓ Popülasyon büyüklüğündeki artış, grafiksel olarak incelenebilir. Grafik her zaman "S" şeklindedir, yani sigmoid eğri biçimindedir. Bu büyüme birkaç aşamadan geçer: gecikme evresi, üstel büyüme evresi, geçiş evresi ve denge evresi.
- ✓ Bir ekosistemde popülasyon büyümesi, ekosistemdeki belirli koşullarla uyumludur. Bu sırada, popülasyondaki bireyler yaşam alanı, besin, ışık, sıcaklık, eş, av-yırtıcı ilişkileri vb. konularda ekosistemin diğer üyeleriyle etkileşim içindedir. Burada ekosistemin sabit ve kendini yenileyebilen kaynakları özellikle önemlidir. Sayılan faktörlerden herhangi birinde dengenin bozulması, popülasyon sayısının yeni bir dengeye ulaşmasına veya popülasyonun yok olmasına yol açar.

5.11. EKOLOJİK DÜZEYLER

Öğrenme sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Çevresel dengenin korunmasında birbirine bağlı ve birbirine bağımlı olan farklı ekolojik düzeyleri sıralar.

EKOLOJİK DÜZEYLER

Önceki bölümde iki ekolojik düzeyi öğrendin: birey ve popülasyon. Bunlar, canlı organizmalar ve yaşam ortamından oluşan daha büyük bir bütünün parçasıdır. Bu bütün, karşılıklı etkileşim ve denge ilkelerine göre işler. Buna örnek olarak biyosenoz, biyotop, biyom ve biyosfer verilebilir.

Biyosenoz – Belirli bir yaşam alanını, yüzeyi veya bölgeyi paylaşan farklı türlerden bireylerin oluşturduğu topluluk. İnceleme konusu, farklı türler arasındaki (interspesifik) ilişkiler olup rekabet, yırtıcılık, simbiyoz vb. durumları kapsar. Canlıların yaşadığı **cansız çevre (alan)** ise **biyotop** olarak adlandırılır.

Şekil 5.35'te üç biyotop gösterilmiştir: okyanus (A), orman toprağı (B) ve çöl toprağı (C).



Şekil 5.35 Biyotoplar

Ekosistem – Biyosenoz (biyotik kısım), kendi yaşam alanı olan biyotopla (abiyotik kısım) birlikte bir bütün oluşturur. Farklı türlerden oluşan ve birbirleriyle, aynı zamanda ortak çevreleriyle çeşitli ilişkiler ve etkileşimler içinde bulunan bu topluluk ekosistem olarak adlandırılır. Ekosistemler geniş alanları kapsayabilir (örneğin göl, deniz kıyısı, tropikal ormanlar), ancak küçük ölçekli de olabilir. Küçük bir ekosisteme örnek olarak ev akvaryumu verilebilir (Şekil 5.36).

Biyom – Ortak coğrafi ve iklim özelliklerine sahip birden fazla ekosistemin oluşturduğu büyük ekolojik birimdir.



Şekil 5.36 Akvaryum – küçük bir ekosistem

Daha geniş bir bakış açısından değerlendirildiğinde ekosistemler arasında kesin sınırlar bulunmaz; onlar birbirleriyle örtüşürler. Örneğin, hayvanların hareketleri bu geçişlere neden olur. Biyomlara örnek olarak tundra, tayga, bozkır, savan (Şekil 5.37 A), çöl vb. gösterilebilir. Savanlar güney yarımkürede yer alırken, benzer iklim özellikleri kuzey yarımküredeki bozkırlarda (Şekil 5.37 B) ve preri alanlarında görülür; ancak bu bölgelerde farklı bitki ve hayvan türleri bulunur.

Biyosfer – Dünya gezegeninde yaşamın bulunduğu “katman”dır. Biyosfer, yeryüzünün birkaç kilometre üzerine kadar yükselir ve okyanusların en derin noktalarına kadar uzanır. Ekoloji bilimi, insanın bu tüm canlı sistemi üzerindeki etkilerini inceler. Dünya gezegeni bizim tek yaşam alanımızdır.

Ekolojik Niş – Her bireyin, yaşamını sürdürebilmesi ve üreyebilmesi için gerekli tüm koşulların sağlandığı bir yaşam alanı vardır. Bu alanda birey barınak, besin ve eş bulur. Ekosistemin bir parçası olan bu alan; cansız çevreyle etkileşimi, aynı ya da farklı türlerle beslenme, av-avcı ilişkileri veya rekabet gibi ilişkileri kapsar. Bu yaşam alanına ekolojik niş denir.

Bazı türler için ekolojik niş yüzlerce kilometrekarelik geniş bir alan olabilirken, bazıları için küçük bir su birikintisi bile yeterlidir. Böyle bir ortamda bakteri, protozoa ve böcek larvaları popülasyonları yaşayabilir. Hatta odanızın köşesine yerleşen bir örümcek için de bu alan ekolojik niştir.

Evrim, boş olan her ekolojik nişi farklı türlerle dolduracak kadar yaratıcı olmuştur. Jeolojik geçmiş boyunca yaşanan kitlesel yok oluşların ardından ortaya çıkan yeni türler, bu nişleri yeniden doldurmuşlardır (Şekil 5.38).



Şekil 5.37 (A) Savana, (B) Bozkır



Şekil 5.38 Brachiosauruslar (A) ve zürafalar (B), uzun boyun sayesinde ağaçların üst kısımlarına ulaşarak yapraklarla beslenmeye yönelik benzer bir uyum göstermektedirler

Etkinlikler:

- Kendi çevrenizde bir ekosistem belirleyin. Bu ekosistemdeki biyotopu ve biyosenozu tanımlayınız.
- Sınıfta tartışınız: Ekosistemler ne kadar kırılgandır? Doğal ekosistemlere ne kadar özen göstermekteyiz? Ekosistemleri sağlıklı durumda korumak için neler yapmalıyız?
- Araştırma yapınız ve geçmişte dinozorlar tarafından doldurulmuş, günümüzde ise memeliler ve kuşlar tarafından doldurulan ekolojik nişlerin tablo halinde gösterimini yapınız. Onların morfolojik özelliklerini karşılaştırınız.

Tekrar Soruları:

1. Doğadaki ekolojik bütünleşme (entegrasyon) seviyelerini sıralayınız.
2. Biyosenoz neyi, biyotop neyi ifade eder?
3. Biyosenozun üyeleri (canlıları) nasıl birbiriyle bağlantılıdır?
4. Birkaç farklı ekosistem sayınız. Onları hangi temele göre ayırabildiniz?
5. Biyom nedir? Bazı biyomlara örnek veriniz.
6. "Biyosfer" kavramını tanımlayınız.
7. "Ekolojik niş" neyi ifade eder?

Anahtar noktalar:

- ✓ Ekolojik bütünleşmeler birkaç düzeyden oluşur: birey, popülasyon, biyosenoz, biyotop, ekosistem, biyom ve tüm yaşam alanı ile yaşamın bir bütün olarak yer aldığı biyosfer.
- ✓ Aynı türe ait bireyler, o türün bir popülasyonunu oluşturur. Popülasyon belirli bir alanı doldurur, ancak bunu diğer popülasyonlarla birlikte yapar. Bir popülasyonun üyeleri, özellikle yaşam alanı, besin ya da eş için birbirleriyle rekabet eder. Aynı zamanda diğer popülasyonların üyeleriyle de ilişkilere girerler. Bu ilişkiler özellikle beslenme, alan ve ışık için rekabet gibi yollarla gerçekleşir.
- ✓ Belirli bir alandaki tüm popülasyonlar birlikte biyosenozu (canlı kısım) oluşturur. Bu canlıların yaşadığı alan (cansız kısım) biyotop olarak adlandırılır. Biyotop ve biyosenoz birlikte ekosistem denilen bütünleşme düzeyini meydana getirir.
- ✓ Benzer ekolojik koşullara sahip birden çok ekosistem, daha büyük bir bütünleşme düzeyi olan biyomu oluşturur. Biyomu, benzer iklim ve coğrafi koşullar karakterize eder.
- ✓ Yeryüzündeki tüm biyomlar birlikte biyosferi meydana getirir; bu, gezegenin etrafında yaşamın herhangi bir biçimde var olduğu örtüdür.

5.12. EKOLOJİK FAKTÖRLER VE İLİŞKİLER

Öğrenme sonuçları:

Öğrenci:

- ✓ Ekolojik faktörleri tanımlar.
- ✓ Biyotik ve abiyotik ekolojik faktörleri sıralar.
- ✓ Ekolojik toleransı, stenovalentlik ve öyrivalentlik kavramlarını kullanarak açıklar.
- ✓ Minimum, optimum ve maksimum değerlerini örneklerle gösterir.

EKOLOJİK FAKTÖRLERİN TANIMI VE SINIFLANDIRILMASI

Her birey, yaşam ortamında birçok değişkenin (değişken büyüklüklerin) etkisi altındadır. Bu değişkenlere ekolojik faktörler denir. Doğalarına göre iki büyük gruba ayrılırlar (Şekil 5.39).

Eğer değişkenler, başka canlı organizmaların birey üzerindeki etkileşimlerinin sonucu ise (parazitlik ve hastalıklar, besin ve üreme ile ilgili), bunlara biyotik ekolojik faktörler denir.

Eğer değişkenler, yaşam ortamının coğrafi-iklimsel özelliklerinden kaynaklanıyorsa, bunlara abiyotik ekolojik faktörler denir. Hava tahminini dinlemek bile, en az beş abiyotik ekolojik faktör hakkında bilgi verir: atmosfer basıncı, hava sıcaklığı, rüzgâr, hava nemi ve UV ışınımı.

Bireyler, uzun bir doğal seçilim süreci boyunca ekolojik faktörlere uyum sağlamışlardır.

SİMBİYOZ

En az iki farklı tür organizmanın birlikte yaşaması, simbiyoz olarak adlandırılır. Bu birliktelikler kısa süreli, uzun süreli ya da bireylerin tüm yaşamı boyunca olabilir. Üyelerin sağladığı yarar ya da gördüğü zarara göre simbiyoz şu şekilde sınıflandırılır: Parazitlik (parazitizm): Bir üye zarar görürken, diğeri yarar sağlar. Kommensalizm: Bir üye yarar sağlar, diğeri ise ne yarar ne de zarar görür. Mutualizm: Her iki üye de birliktelikten yarar sağlar.



Şekil 5.39 Ekolojik faktörlerin sınıflandırılması



Şekil 5.40 (A) parazitizm (bitki bitleri ve ağaç yaprağı), (B) komenzalizm (asma, desteği için ağacı kullanır), (C) mutualizm (liken, mantar ve siyanobakterinin ortak yaşamı).

PREDATÖRLÜK

Bu ilişkide üyelerden biri avcı, diğeri av rolündedir (Şekil 5.41).

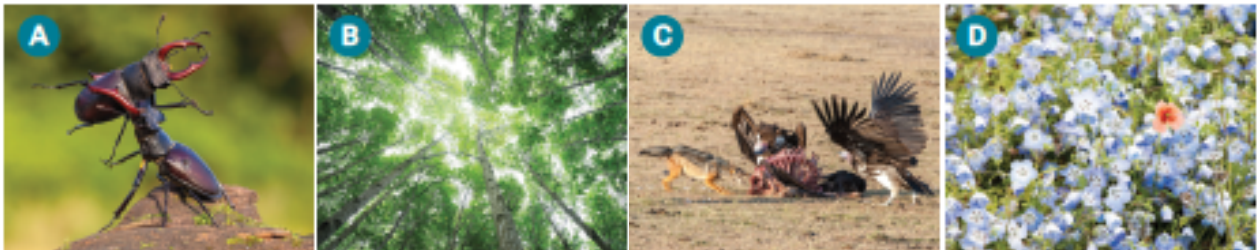


Şekil 5.41 Predatörlük

Predatörlük, popülasyonların sayısal dengesi ve istikrarı açısından son derece önemlidir. Herhangi bir dengesizlik, bu ilişkinin ve genel olarak ekosistemin varlığını tehdit eder.

REKABET (KOMPETİSYON)

Bireyler sürekli olarak yiyecek, barınak veya eş için mücadele içindedir. Çoğunlukla rekabet, bu temel yaşamsal ihtiyaçları sağlayacak bir bölge veya alan için gerçekleşir. Rekabet, aynı popülasyon içindeki bireyler arasında (intraspesifik) (Şekil 5.42 A ve B) ya da farklı türlere ait bireyler arasında (interspesifik) (Şekil 5.42 C ve D) görülebilir.



Şekil 5.42 İntraspesifik ve interspesifik rekabet

KLİMATİK FAKTÖRLER

Sıcaklık, yağış, rüzgâr, havadaki nem, atmosfer basıncı ve ışık, iklimsel faktörlerin bir parçasıdır. Bu faktörler, diğer abiyotik faktörlerle birlikte, belirli türlerin küresel ölçekte dağılımını (yayılışını) belirler (Şekil 5.43).



Şekil 5.43 Belirli iklim koşullarına sahip bölgelerle sınırlı organizmalar

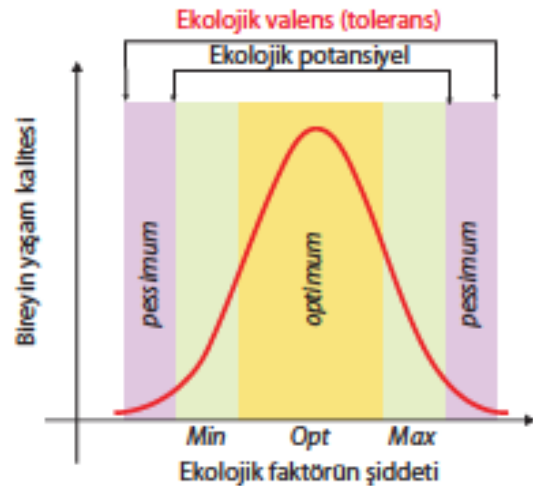
EDAFİK VE OROGRAFİK FAKTÖRLER

Toprağın fiziksel-kimyasal özellikleri, mineral bileşimi, mekanik yapısı, ısısal özellikleri, su ve hava özellikleri ve nihayetinde verimliliği, sözde **edafik faktörlere** dahildir. Bu faktörler, rakım, arazinin eğimi ve güneşe maruz kalma (ekspozisyon) gibi rölyefin özellikleriyle birleştiğinde, ki bunlar da **orografik faktörler** olarak adlandırılır, türlerin dağılımında önemli bir rol oynar.

EKOLOJİK OPTİMUM VE EKOLOJİK VALENS. EKOLOJİK SPEKTRUM

Ekolojik faktörler değişkenlerdir (ölçülebilir). Ekolojide, bunların organizma üzerindeki etkisini en iyi şekilde göstermek için şu ölçek kullanılır: minimum, optimum ve maksimum. Ayrıca pessimum terimini de görebilirsiniz. Şekil 5.44'te ekolojik valensin (tolerans değerleri (- dan + a kadar)) grafik gösterimi verilmiştir.

Optimum ekolojik faktörün ideal değerlerini kapsar. Burada organizma en başarılıdır. **Pessimum** dayanıklılığın sınırlarına yaklaşan değerleri kapsar. Organizma yaşayacaktır, fakat fizyolojik süreçler artık bozulmaktadır. Bu durum uzun sürerse, organizmanın ölümüne yol açacaktır. **Minimum** ve **Maksimum**, dayanıklılığın alt ve üst sınırlarını ifade eder. Uzun bir zaman diliminde bu sınırlar organizmaları tüketir ve ölüme götürür.



Şekil 5.44 Tolerans eğrisi

Ekolojik faktörler, farklı türler için farklı tolerans aralıklarına sahiptir. Tolerans aralığı dar olduğunda **stenovalentlik**, daha geniş değer aralıklarına izin verdiğinde ise **euryvalentlik** olarak adlandırılır.

Bir bireyin nerede yaşayacağı, besin bulmadaki başarısı ve üreme yeteneği birçok ekolojik faktöre bağlıdır. Tüm bu faktörler belirli bir yaşam alanında iç içe geçmiştir. Bazıları optimum değerlere yakın olurken, bazıları minimum ya da maksimum değerlere daha yakın olabilir. Bu değerler ağı, birey için **ekolojik spektrum** olarak adlandırılır. Bu faktörlerden biri sınırlayıcı faktör rolünü üstlenir.

Etkinlikler:

- İnsan için abiyotik faktörlerin (min., opt., max.) tablo şeklinde gösterimini yapınız. Bunun için meteoroloji tahminlerini kullanınız.
- İnsan beslenmesi için optimal bir menü araştırıp hazırlayınız. Besin ürünlerini pesimal değerlerde (min. ve max.) göstermeye çalışınız.

Tekrar Soruları:

1. Ekolojik faktörler, doğalarına göre nasıl sınıflandırılır?
2. Bazı abiyotik faktörleri sayınız.
3. Simbiyotik toplulukta üyelerin elde ettiği yarar ve gördükleri zarara göre hangi tür simbiyozlar vardır?
4. Predatörlük (avcılık) popülasyonların sayısal dengesini hangi şekilde kontrol eder?
5. İntraspesifik ve interspesifik rekabete örnekler veriniz.
6. Bazı iklim faktörlerini sayınız.
7. Edafik ve orografik faktörler arasındaki fark nedir?
8. Minimum, optimum ve maksimum kavramlarını kullanarak bir ekolojik faktöre karşı ekolojik valans (tolerans) tanımlayınız.
9. Değerlerin sınırlarının genişliğine göre ekolojik valans nasıl olabilir?

Anahtar noktalar:

- ✓ Birey, yaşam ortamında farklı şiddette ekolojik faktörlerle (değişken büyüklükler) karşılaşır ve onların etkisi altındadır. Ekolojik faktörler, doğalarına göre genel olarak iki kategoriye ayrılır: biyotik (simbiyoz, predatörlük, rekabet vb.) ve abiyotik (iklimsel, edafik, orografik vb.).
- ✓ Simbiyoz, en az iki organizmanın oluşturduğu topluluk olarak tanımlanır. Bu topluluk üyeler üzerinde farklı sonuçlar doğurabilir. Buna göre simbiyoz; parazitizm (bir üye yarar sağlarken diğeri zarar görür, hatta yaşamı tehlikeye girebilir), komenzalizm (bir üye yarar görürken diğeri ne yarar ne zarar görür) ve mutualizm (her iki [tüm] üye de yalnızca yarar sağlar) şeklinde ayrılır.
- ✓ Predatörlükte üyeler avcı ve av olarak ayrılır. Bu ilişki, popülasyonların sağlıklı kalması ve sayısal dengenin korunması açısından özellikle önemlidir.
- ✓ Rekabet, tür içi (intraspesifik) ve türler arası (interspesifik) olabilir. Bu durumda, başarılı bireyler avantaj sağlarken, başarısız olanlar elenir.
- ✓ İklim faktörleri; hava sıcaklığı, rüzgâr, nem, atmosfer basıncı, yağış, UV ışıınımı vb. meteorolojik büyüklükleri kapsar.
- ✓ Edafik ekolojik faktörler toprağın kalitesiyle ilgilidir (mineral bileşimi, humus, toprak taneciklerinin yapısı ve dokusu vb.), orografik ekolojik faktörler ise coğrafi özelliklerle ilgilidir (rakım, konum, eğim, güneşe maruz kalma vb.).
- ✓ Ekolojik faktörler değişkendir, yani ölçülebilir. Her ekolojik faktörün belirli bir tür için "ekolojik valansı" (tolerans sınırları) vardır. Bunlar minimum, optimum ve maksimum değerlerle ifade edilir. Her tür için ideal değer optimumdur. Maksimuma veya minimuma yaklaştıkça bireyin hayatta kalması zorlaşır. Bunlar, o tür için ekolojik faktörün sınır değerleridir. Yaşam ortamında birey, birçok ekolojik faktörün etkisi altındadır; bunlara ekolojik spektrum denir. Her zaman birey için sınırlayıcı olan bir faktör bulunur.
- ✓ Ekolojik valansa göre organizmalar, stenovalent (ekolojik faktörün yalnızca dar bir aralığında yaşayabilenler) ve eurivalent (ekolojik faktörün geniş bir aralığında yaşayabilenler) olarak ayrılır.

KULLANILAN KAYNAKLAR

Encyclopædia Britannica. (n.d.). *Water*. Erişim tarihi: 7 Haziran 2025, adres: <https://www.britannica.com/science/water>

Reece, J. B., Taylor, M. R., Simon, E. J., & Dickey, J. (2011). *Study guide for Campbell Biology: Concepts & connections* (7th ed.). Pearson Education.

Rubicon. (n.d.). *Nonrenewable resources*. Erişim tarihi: 7 Haziran 2025, adres: <https://www.rubicon.com/blog/nonrenewable-resources/>

StudySmarter. (n.d.). *Non-renewable energy sources*. Erişim tarihi: 7 Haziran 2025, adres: <https://www.studysmarter.co.uk/explanations/geography/global-resource-management/non-renewable-energy-sources/>

Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Orr, R. B. (2021). *Campbell Biology* (12th ed.). Pearson.

