

# Ortaöğretim

# BİYOLOJİ

# 10

## Ders Kitabı

Yazar  
Seda BİKRIÇ

Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 28.05.2018 tarihli ve 78 sayılı kararıyla 2018-2019 Öğretim Yılından itibaren 5 (beş) yıl süreyle ders kitabı olarak kabul edilmiştir.



Turgut Özal Bulvarı Sebze Bahçeleri Cad. No: 4 İskitler/ANKARA  
Tlf: (0312) 342 51 91 • 342 51 56  
[www.berkayyayin.com.tr](http://www.berkayyayin.com.tr)

Bu kitabın basım ve yayım hakkı BERKAY YAYINCILIK'a aittir. Fikir ve Sanat Eseri Yasası uyarınca yazılı izin alınmaksızın alıntı yapılamaz, basılamaz, disket, video, fotokopi vb. ile çoğaltılıp kullanılamaz.

**Dil Uzmanı**  
Melis Kübra ÖZOĞLU

**Görsel Tasarımcı**  
Erman BİLİNGEN



## İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;  
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.  
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;  
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!  
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?  
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.  
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.  
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!  
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.  
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,  
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.  
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,  
Medeniyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;  
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.  
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;  
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:  
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.  
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:  
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?  
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!  
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,  
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlahî, şudur ancak emeli:  
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.  
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-  
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,  
Her cerîhamdan İlahî, boşanıp kanlı yaşım,  
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'sım;  
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!  
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.  
Ebediyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;  
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;  
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

**Mehmet Âkif Ersoy**

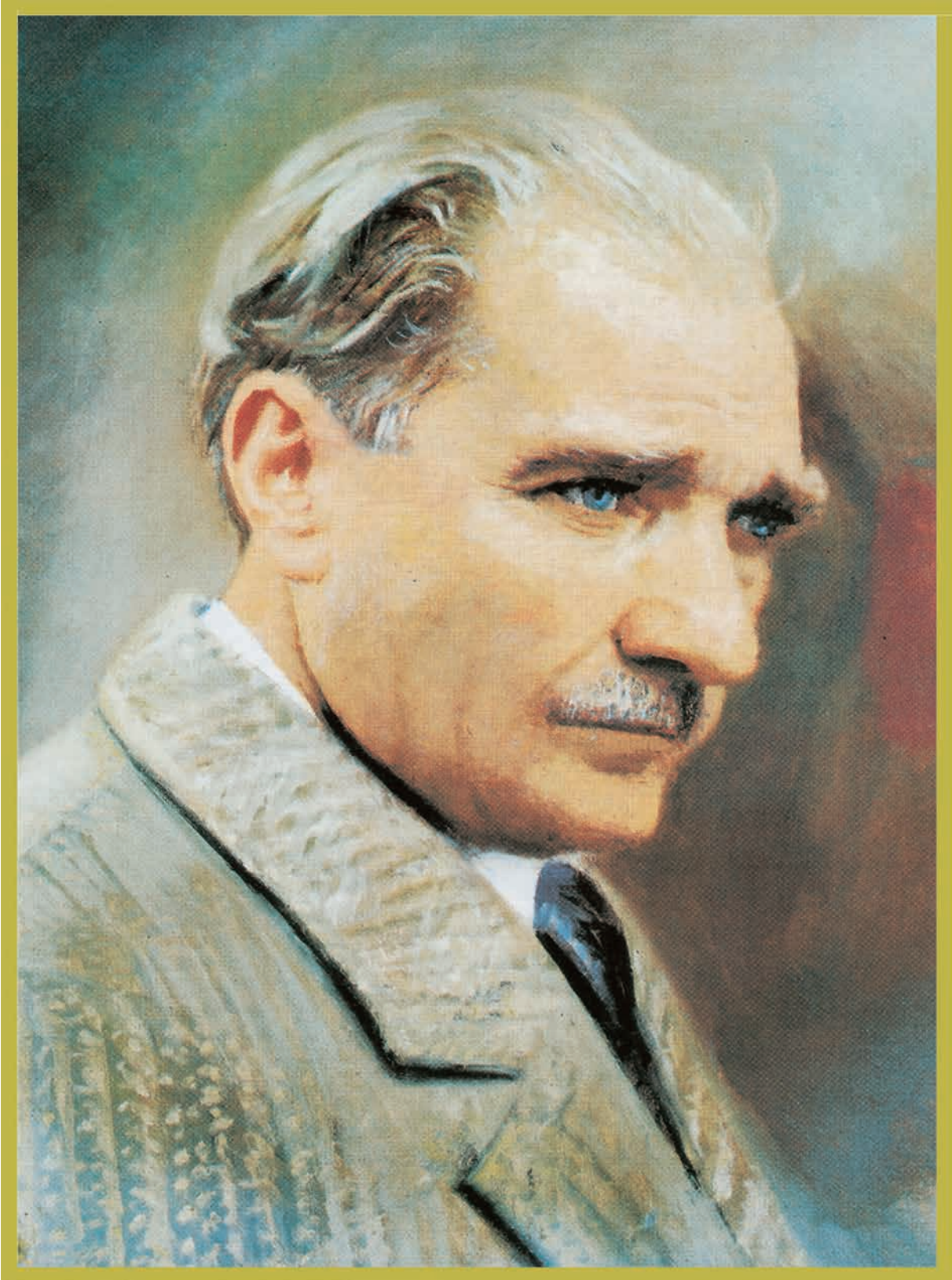
## GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsaît bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk

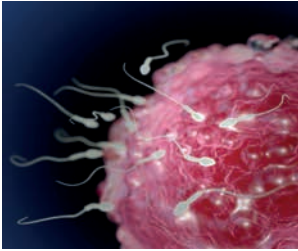
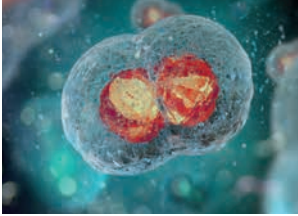


MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

# İÇİNDEKİLER

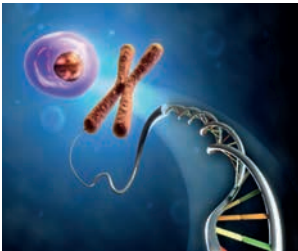
Kitabımızı Tanıyalım.....	8
Güvenliğimiz İçin.....	10

## 1. Ünite 12 HÜCRE BÖLÜNMELERİ



<b>1.1. Mitoz ve Eşeysiz Üreme .....</b>	<b>14</b>
1.1.1. Hücreler Neden Bölünür? .....	16
1.1.2. Hücre Döngüsü ve Mitoz.....	18
1.1.3. Eşeysiz Üreme.....	31
<b>1.2. Mayoz ve Eşeyli Üreme .....</b>	<b>49</b>
1.2.1. Mayoz Bölünme .....	50
1.2.2. Eşeyli Üreme.....	62

## 2. Ünite 76 KALITIMIN TEMEL İLKELERİ



<b>2.1. Kalıtım ve Biyolojik Çeşitlilik.....</b>	<b>78</b>
2.1.1. Kalıtımın Genel Esasları .....	79
2.1.2. Genetik Varyasyonların Biyolojik Çeşitliliği Açıklamadaki Rolü .....	118

## EKOSİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI



<b>3.1. Ekosistem Ekolojisi</b> .....	132
3.1.1. Ekosistemin Canlı ve Cansız Bileşenleri Arasındaki İlişki .....	139
3.1.2. Canlılardaki Beslenme Şekilleri.....	150
3.1.3. Ekosistemde Madde ve Enerji Akışı .....	152
3.1.4. Madde Döngüleri ve Hayatın Sürdürülebilirliği Arasındaki İlişki .....	157
<b>3.2. Güncel Çevre Sorunları ve İnsan</b> .....	<b>168</b>
3.2.1. Güncel Çevre Sorunlarının Sebepleri ve Olası Sonuçları.....	169
3.2.2. Bireylerin Çevre Sorunlarının Ortaya Çıkmasında Rolü ...	186
3.2.3. Yerel ve Küresel Bağlamda Çevre Kirliliğinin Önlenmesine Yönelik Çözüm Önerileri .....	188
<b>3.3. Doğal Kaynaklar ve Biyolojik Çeşitliliğin     Korunması</b> .....	<b>196</b>
3.3.1. Doğal Kaynakların Sürdürülebilirliğinin Önemi.....	197
3.3.2. Biyolojik Çeşitliliğin Yaşam İçin Önemi.....	199
3.3.3. Biyolojik Çeşitliliğin Korunmasına Yönelik Çözüm Önerileri .....	201
<b>CEVAP ANAHTARI</b> .....	211
<b>SÖZLÜK</b> .....	217
<b>KAYNAKÇA</b> .....	221
<b>GÖRSEL KAYNAKÇA</b> .....	223

Ünitenin içeriğini yansıtan metinler verilmiştir.

Ünite adları verilmiştir.

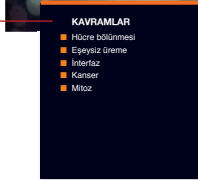


Bölüm alt başlıkları verilmiştir.

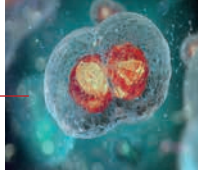
Bölüm adları verilmiştir.



Bölümle ilgili anahtar kavramlar verilmiştir.



Bölümün içeriğini yansıtan görsel verilmiştir.



**Y**aşamın sırtlan hücrede gittir. Yetişkin bir insanda bulunan miltaryarına hücre, tek bir hücrenin bölünmeye başlaması sonucunda meydana gelir.

Vücudumuzda farklı tiplerde pek çok hücre bulunur. Bu hücrelerin yaşam süreleri birbirlerinden farklıdır. Bununla birlikte bazı hücreler ise bölünmez.

Hücre bölünmesinin kontrolü yaşam için çok önemlidir. Bazı hücrelerin bölünme yeteneğinin azalması, sağlık sorunlarına neden olabileceği gibi, kontrolsüz hücre bölünmesi de kansere neden olabilir.

Yaşamın sırtlan dolu dünyasında hücrenin bölünme programı nasıl çalışır?

Bütün hücreler aynı şekilde mi bölünür?

Hücre bölünmesi sırasında kalıtım materyali nicelik ve nitelik olarak nasıl korunur?

## 1. Ünite Değerlendirmesi

A. Aşağıda belirtilen özelliklerden hangileri mayoz bölünmede, hangileri mitoz bölünmede görülür? İşaretleiniz.

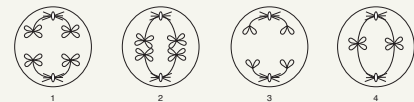
	Mitoz	Mayoz
1. Kromozom sayısı değişmez.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Homolog kromozomlar birbirinden ayrılır.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Bölünme sonucunda 2 hücre oluşur.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Kalıtsal çeşitlik görülür.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Sadece diploit hücrelerde görülür.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Eşeyli üremede, üreme hücrelerinin oluşumunu sağlar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Hayatın bütün dönemlerinde görülür.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Kardeş kromatitler ayrılır.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

B. Bahçecilik ve tarımsal üretimde mitoz ve eşeysiz üretilen yararlanılmaktadır.

Aşağıdakilerden hangileri mitoz ve eşeysiz üretilen bahçecilik ve tarımsal üretime katılmamıştır?

- |   |  |
|---|--|
| <input type="radio"/> 1. Kalıtsal özellikleri koruma      | <input type="radio"/> 5. Bitkilerin dayanıklılığını artırma        |
| <input type="radio"/> 2. Yeni ırklar elde etme            | <input type="radio"/> 6. Genetik ıslah yapabilmek                  |
| <input type="radio"/> 3. Kısa sürede ürün elde edilebilir | <input type="radio"/> 7. Bitkilerin hastalıklara direncini artırma |
| <input type="radio"/> 4. Ürün verimini artırma            | <input type="radio"/> 8. Ürün kalitesini koruma                    |

C. Mayoz bölünme geçiren bir hücrenin bazı evrelerine ait şekiller aşağıda verilmiştir. Buna göre şekillerin altındaki soruları cevaplayınız.



- a. Ana hücrenin diploit kromozom sayısı kaçtır?
- b. Bu safhaların adları nelerdir?
- c. Bu safhaların gerçekleşme sırası nasıldır?

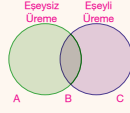
Her ünitenin sonunda hedeflenen amaçlara uygun soruları içeren "ünite sonu değerlendirme soruları" verilmiştir. Burada açık uçlu, doğru-yanlış, eşleştirme, boşluk doldurma ve çoktan seçmeli türünde sorular vardır.



## Neler Öğrendik?

1. Aşağıda verilen üreme tiplerine ait özelliklerin numaralarını yanda verilen Venn şemasının uygun bölümüne yazınız.

1. Mayoz görülür.
2. Kalıtsal çeşitlilik görülmez.
3. Farklı eşeylerin ürettiği üreme hücreleri birleşir.
4. Birey sayısı artar.
5. Üreme hızı çok yüksektir.

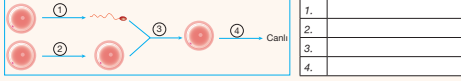


2. Aşağıda verilen ifadeleri yandaki kavramlardan uygun olanları ile eşleştiriniz.

1. Erkek ve dişi üreme hücrelerinin birleşmesiyle gerçekleşen üreme tipidir. ( )
2. Yavrular tek ata canlıdan oluşur. ( )
3. Yumurta ve sperm döllenenmesi sonucu oluşur. ( )
4. Çiçekli bitkilerde bulunan dişiçik tepesine çiçek tozlarının taşınmasına denir. ( )

- Kavramlar**
- a. Tozlaşma
  - b. Eşeyli üreme
  - c. Zigot
  - d. Eşeyli üreme

3. Aşağıdaki şekilde rakamlarla gösterilen olayların adlarını yandaki tabloya yazınız.



1.	
2.	
3.	
4.	

Eşeyli üreme ①	Tomurcuklanma ②	Sporla üreme ③
Bölünerek üreme ④	Vejetatif üreme ⑤	Rejenerasyon ⑥

Tabloda belirtilen üreme tiplerinden hangileri aşağıda isimleri belirtilen canlılarda gözlenir?

- |                                   |                     |
|-----------------------------------|---------------------|
| a. Paramezyum (terlikisi hayvan): | b. Çiçek bitkisi:   |
| c. Bira mayası:                   | c. Toprak solucanı: |
| d. Plazmodyum paraziti:           | e. Köpek balığı:    |
| f. Gözyaşı bitkisi:               | g. Patates bitkisi: |
| ğ. Kartal:                        |                     |

65

Bu bölümde konuyu öğrenmenizi desteklemek amacıyla etkinlikler verilmiştir. Bu etkinlikleri dikkatle uygularsanız hedeflenen amaca daha iyi ulaşabilirsiniz.

## Araştırma-Tartışım

Bitki ve hayvan hücrelerinde mitoz bölünme sırasında ne gibi farklılıklar görülür?

Araştırarak çalışmanızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.

Bu bölümde konularla ilgili ilginç araştırma ve tartışma konuları bulacaksınız.

## Bilgi Kutusu

Mayoz 1'de bir tane karyokinez ve sitokinez gerçekleşirken, mayoz 2'de iki tane karyokinez ve sitokinez gerçekleşir.

İlginizi çekecek kısa bilgiler verilmiştir.

## Dikkat

Mayoz hücre bölünmesinde sitoplazma bölünmesi; hayvan hücrelerinde boğumlanma ile, bitki hücrelerinde ise hücre plağı (ara bölme) ile olur.

Konu ile ilgili dikkat edilmesi gereken önemli bilgiler verilmiştir.

## Okuma Parçası

### Rejenerasyonda Zirve: Aksolotl



Yetenekleri bilim insanlarını heyecanlandıran **Aksolotl (Ambystoma mexicanum)**, bu yetenekleri konusunda övünmeyi sonuna kadar hak ediyor. Yukarıda görsel verilen ve kaplan semenderi grubuna ait olan bu canlı, bilim insanlarını neden bu kadar heyecanlandırmaktadır? Çünkü bu canlılar rejenerasyon şampiyonudur. Onların bu yeteneği tam olarak keşfedilerek yararlanılabildiğinde alzheimer, parkinson ve felç gibi birçok hastalığın tedavi edilebilmesini sağlayacaktır.

Aksolotl, Meksika civarındaki soğuk göllerde yaşar. Bu canlılar başkalaşım (metamorfoz) geçirmez. Yani gelişimleri sırasında larva evresi görülmez. Semenderlere benzeseler de, başkalaşım geçirmemeleri ve kafalarının yanında dış solungaçları olması gibi nedenlerle semenderlerden ayrılar.

Aksolotl, rejenerasyonda kertenkele ve deniz yıldızından daha yeteneklidir. Öyle ki tüm vücudunu, hatta beyin hücrelerini bile yenileyebilir. Aksolotlları bu yeteneğinin büyüklüğü insanla kıyaslandığında daha net anlaşılacaktır. İnsanlarda rejenerasyon çok sınırlıdır. Kesikler ve küçük yaralar onarılabilir ancak insan kopan parmağının bile yerine yenisini oluşturamaz. İnsan sinir hücreleri, kas hücreleri ise bölünmezler.

Bir semender çeşidi olan Newtler, gözünün lens tabakasını yenileyebile yeteneğine sahiptir. Bu özellik Aksolotllarda erken embriyolojik dönemde görülür. Bununla birlikte aksolotllar her zaman kol onanımı yapabilir. Yani kolu koptuğunda rejenerasyonla yeni bir kol oluşturabilir.









Bu özelliklerinden dolayı Aksolotllar, rejeneratif biyoloji çalışmalarında model alınan organizmalardır. Belki gelecekte bu canlılara rejenerasyon yeteneğini kazandıran genler tam olarak belirlenecek ve gen aktarımı yoluyla doku ve organ kayıpları gibi hastalıkların tedavisi edilebilecektir.

Yazar tarafından düzenlenmiştir.

44

## GÜVENLİĞİMİZ İÇİN

Bu uyarılar etkinliğimizi yaparken bizim daha güvenli olmamızı sağlar.

	Etkinlikte doğrudan şebeke gerilimi ile çalışan araçların olduğunu, bu konuda dikkatli olunması gerektiğini hatırlatan uyarı işaretidir.		Etkinlikte kullanılan malzemeler içinde camdan yapılmış, kırılabilir malzemeler olduğunu, bu konuda dikkatli olunması gerektiğini hatırlatan uyarı işaretidir.
	Doğrudan ateşle veya yüksek sıcaklıktaki cisimlerle çalışıldığını, bu nedenle çalışmalar sırasında dikkatli olunması gerektiğini hatırlatan uyarıcı işaretidir.		Etkinlik sırasında korunmak amacıyla önlük ya da koruyucu elbise giyilmesi gerektiğini hatırlatan uyarı işaretidir.
	Kesici ve delici aletlerin kullanıldığı etkinliklerimizde dikkatli olmamız gerektiğini hatırlatan uyarı işaretidir.		Etkinliklerde kullanılacak olan madde veya maddelerin ellerimize zarar vermemesi için eldiven kullanmamız gerektiğini hatırlatan uyarı işaretidir.
	Etkinliklerde kullanılan madde ya da malzemelerin gözler için tehlike riski taşıdığını gösteren uyarı işaretidir. Bu sembolün bulunduğu etkinliklerde koruyucu gözlük kullanılmalıdır.		Etkinliklerde deri üzerinde tahriş yapabilecek veya zehirleyici etkisi olabilecek maddeler kullanıldığını gösteren uyarı işaretidir. Bu maddelerin kullanımı sırasında dikkatli olunmalı ve gerekli önlemler alınmalıdır.

### LABORATUVARDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN NOKTALAR

- Kimyasal maddelerle ve ateşle çalışırken koruyucu gözlük kullanalım. Koruyucu gözlük kullanmadan kimyasal maddelere ve ateşe yaklaşan arkadaşlarımızı öğretmenimize bildirelim.
- Kimyasal maddelerle çalışırken ısıya dayanıklı eldiven takalım ve önlük giyelim. Kimyasal maddeleri asla tatmayalım ve bu maddelerin sebep olduğu gaz ve kokuları solumayalım. Gözlerimizle temas eden kimyasal madde olursa gözlerimizi sadece bol suyla yıkayalım ve bu durumu hemen öğretmenimize bildirelim.
- Isıtma işlemi yaparken en fazla 1/3'üne kadar doldurduğumuz deney tüpünü maşa ile tutalım. Burada tüpü kendimizden ve arkadaşlarımızdan uzağa doğru eğelim. Isıtma işlemi için mümkünse ateş yerine elektrikli ısıtıcı kullanalım.
- Elektrikli aletleri kullanırken ellerimizin kuru olmasına dikkat edelim. Kablosu yıpranmış malzemeleri kullanmayalım. Elektrikli aletlerle işimiz bittiğinde aracın düğmesini kapatıp fişini prizden çekelim.
- Kullanmadan önce tüm cam malzemeleri kontrol edelim. Isıtma işleminde kullanılacak cam malzemelerin ısıya dayanıklı maddeden yapılmış olması gerektiğini unutmayalım. Sıcak cam malzemelere soğumadan dokunmayalım. Çatlamış veya kırılmış cam malzemeleri asla kullanmayalım ve bunları hemen öğretmenimize bildirelim.



# 1. Ünite

## HÜCRE BÖLÜNMELERİ



### NELER ÖĞRENECEĞİZ?

- Mitozun nasıl gerçekleştiğini, eşeysiz üremedeki rolünü ve canlılar üzerindeki önemini,
- Eşeysiz üremenin nasıl gerçekleştiğini, eşeysiz üremenin ve mitozun tarımsal üretimdeki önemini,
- Mayozun nasıl gerçekleştiğini, eşeyli üremedeki rolünü ve çeşitlilik açısından önemini öğreneceğiz.

### KONULAR

#### 1.1. Mitoz ve Eşeysiz Üreme

- 1.1.1. Hücreler Neden Bölünür?
- 1.1.2. Hücre Döngüsü ve Mitoz
- 1.1.3. Eşeysiz Üreme

#### 1.2. Mayoz ve Eşeyli Üreme

- 1.2.1. Mayoz Bölünme
- 1.2.2. Eşeyli Üreme





# 1. Bölüm

## Mitoz ve Eşeysiz Üreme

### KAVRAMLAR

- Hücre bölünmesi
- Eşeysiz üreme
- İnterfaz
- Kanser
- Mitoz

**Y**aşamın sırları hücrede gizlidir. Yetişkin bir insanda bulunan milyarlarca hücre, tek bir hücrenin bölünmeye başlaması sonucunda meydana gelir.

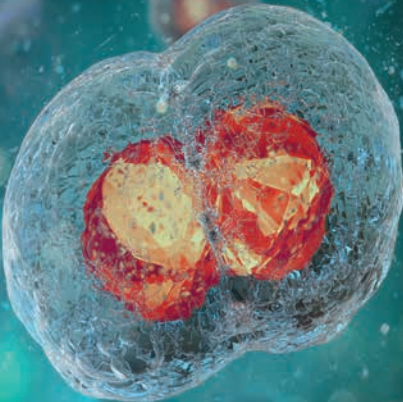
Vücudumuzda farklı tiplerde pek çok hücre bulunur. Bu hücrelerin yaşam süreleri birbirlerinden farklıdır. Bununla birlikte bazı hücreler ise bölünmez.

Hücre bölünmesinin kontrolü yaşam için çok önemlidir. Bazı hücrelerin bölünme yeteneğinin azalması, sağlık sorunlarına neden olabileceği gibi, kontrolsüz hücre bölünmesi de kansere neden olabilir.

Yaşamın sırlarla dolu dünyasında hücrenin bölünme programı nasıl çalışır?

Bütün hücreler aynı şekilde mi bölünür?

Hücre bölünmesi sırasında kalıtım materyali nicelik ve nitelik olarak nasıl korunur?



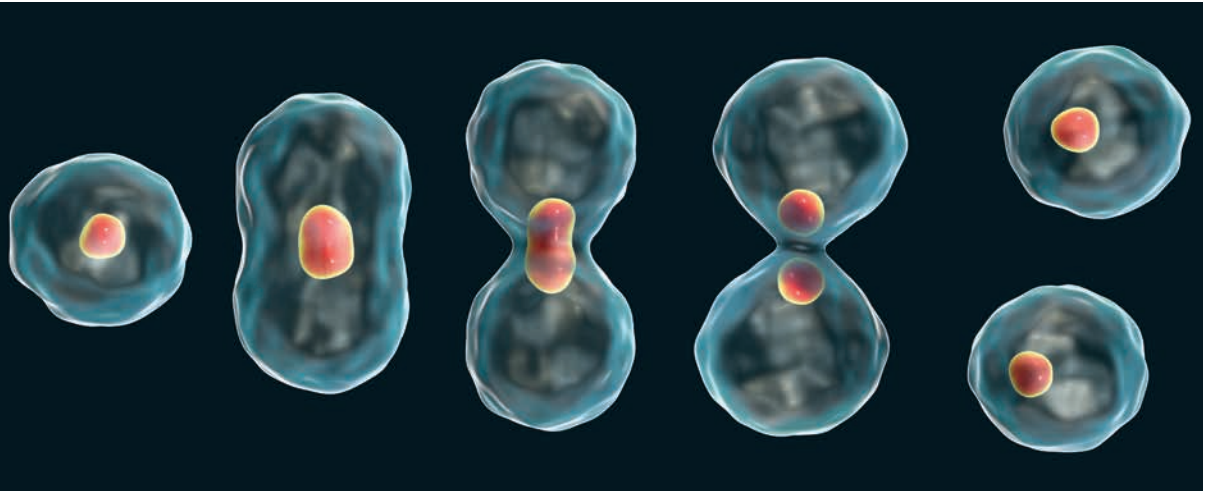
Bilinen bütün canlılar hücrelerden oluşur. Hücre, canlının en temel yapısal ve işlevsel birimidir. Canlıların bazıları tek hücreli, bazıları ise çok hücrelidir.

Hücrenin hayat devri hücre bölünmesi ile tamamlanır. Belirli gelişim evrelerinden geçerek olgunlaşan bir hücreden yeni hücrelerin oluşmasına **bölünme** denir.

Hücrelerin sayısal artışı ancak hücre bölünmesi ile mümkün olabilmektedir. Hücre bölünmesi, tek ve çok hücreli canlılarda görülen doğal bir metabolik olaydır.

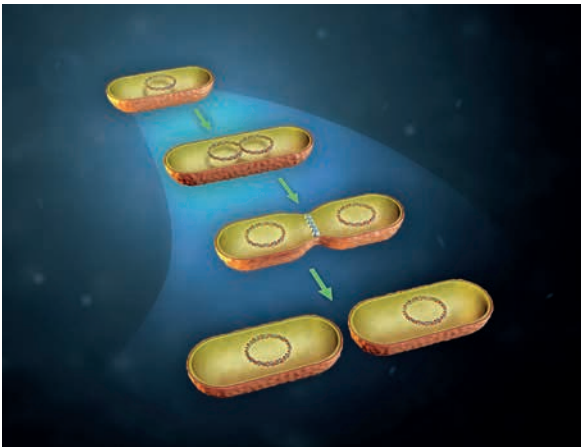
Her canlının neslini devam ettirmek üzere kendine benzer yeni bireyler meydana getirmesine **üreme** denir.

Hücre bölünmesi, tek hücreli canlılarda canlının çoğalmasını sağlarken, çok hücreli canlılarda ise canlının büyümesini ve gelişmesini sağlamaktadır (Görsel 1.1). Bunların dışında bazı çok hücreli canlılarda üremede etkili olduğu durumlar da söz konusudur.



► **Görsel 1.1.a**

Hücreler belirli bir büyüklüğe ulaştıklarında bölünerek iki yavru hücre meydana getirir.



► **Görsel 1.1.b**

Tek hücrelilerde hücre bölünmesi bir üreme şeklidir.



► **Görsel 1.1.c**

Çok hücrelilerde hücre bölünmesi genel olarak büyüme ve gelişmeyi sağlar.

**Bilgi Kutusu**

Küre şeklindeki hücreler, genel olarak büyüme- de “hacim/yüzey alanı” oranına uyar. Hücrede hacim yarıçapın küpüyle büyürken yüzeydeki büyüme yarıçapın karesine bağlıdır ( $r^3/r^2$ ).

**Dikkat**

Hücre bölünmesindeki esas amaç, hücrenin potansiyelini ve karakterini muhafaza etmek için kalıtım materyali olan DNA'yı iki katına çıkarmak ve oğul hücrelere aktarmaktır.

**1.1.1. Hücreler Neden Bölünür?**

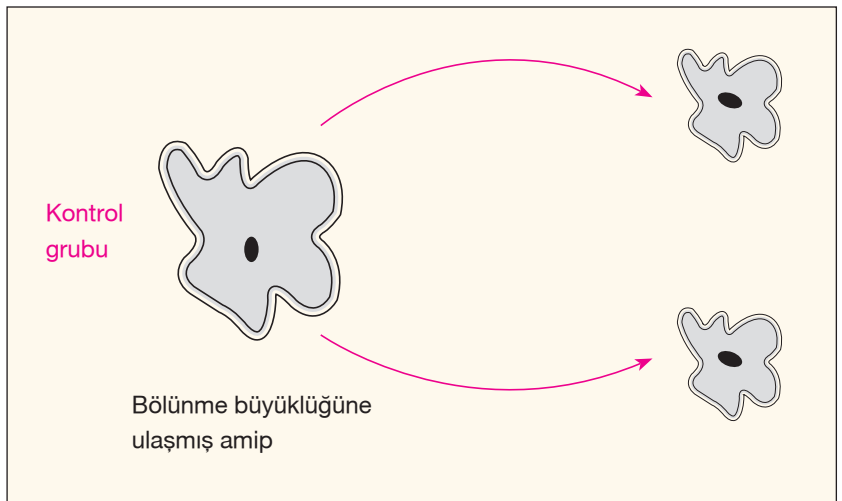
Büyüme sırasında hücrelerin hacim ve yüzey alanı artar. Yüzey artışı hacim artışına göre daha yavaş gerçekleşir. Hücreler madde alışverişini yüzeyleri ile yapmaktadır. Bu nedenle belirli bir büyüme düzeyi sonrasında hücrenin yüzey alanı madde alışverişi için yetersiz hâle gelir. Hücreler genellikle küp ya da silindirik şekildedir. Bu şekildeki hücrelerin hacim ve yüzey dengesi bozulduğunda hücre bölünmeye ihtiyaç duyar. Bölünme ile hacim/yüzey dengesi tekrar düzenlenmiş olur.

Bölünmede “sitoplazma/çekirdek” oranı da etkilidir. Hücrenin büyümesi sonucunda sitoplazmada meydana gelen artış, çekirdeğin hücreyi kontrolünü güçleştirir. Bu nedenle, hücre bölünmesinin bir nedeni de sitoplazma/çekirdek dengesinin bozulmasıdır. Bu durumda hücre ya ölecek ya da bölünecektir.

Çekirdeğin etki alanı sınırlı olduğu için büyüyen hücrede “hacim/yüzey alanı” arttıkça çekirdeğin sitoplazmadaki denetimi zorlaşır.

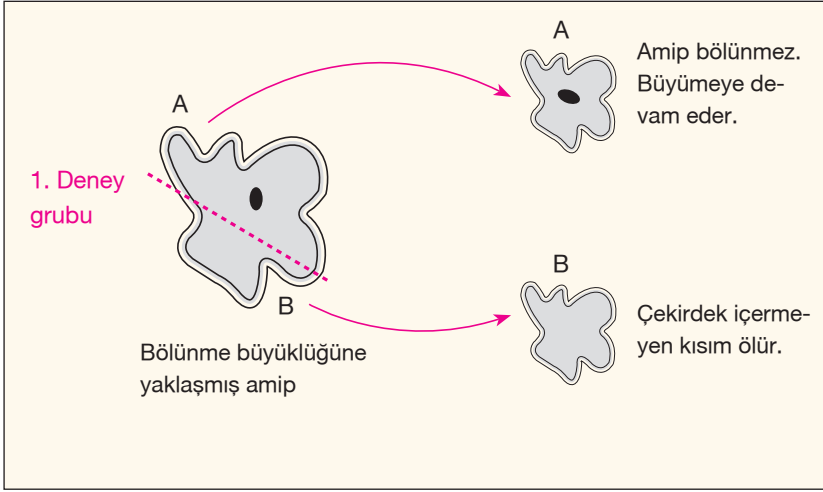
Bölünmenin ön koşulu, hücrenin belirli bir büyüklüğe ulaşmasıdır. Ancak hücre büyüklüğünün artışı bölünme için tek başına yeterli değildir. Belirli bir büyüklüğe ulaşan hücrenin bölünmesi ile ilgili şifrenin kalıtım materyali olan DNA tarafından verilmesi gerekir.

Yüzey/hacim oranının hücre bölünmesini ne şekilde etkilediğine dair dört ay süreyle bir deney yapılmıştır. Deney gruplarına ait görseller ve açıklamalar aşağıda verilmiştir (Görsel 1.2, 1.3 ve 1.4).

**► Görsel 1.2**

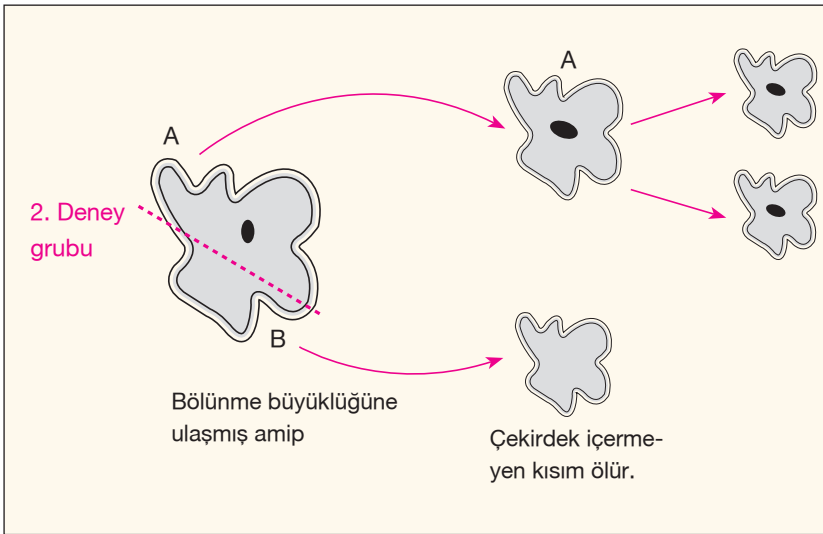
Kontrol grubu üzerinde yapılan gözlemler sonucunda, amip hücrelerinin uygun şartlar altında dört ayda 65 defa bölündüğü sonucuna ulaşılmıştır.





### ► Görsel 1.3

Birinci deney grubunda, bölünme büyüklüğüne yaklaşan bir amip hücrenin sitoplazmasının bir bölümü kesilmiş, böylece hücre bölünmesi engellenmiştir. Bu deneye 4 ay süreyle devam edilmiş, sonuçta amipin bölünmediği, aksine büyümeye devam ettiği gözlemlenmiştir.



### ► Görsel 1.4

İkinci deney grubunda bölünme büyüklüğüne ulaşmış bir amip hücrenin bir bölümü kesilmiştir. Ancak bu sefer sitoplazmanın azaltılması işlemi amipin bölünmesini engellememiştir.

Yukarıdaki deneylerden çıkarılabilecek sonuçlar şunlardır:

1. Bir amip hücrenin büyüklüğünü sürekli aynı oranda tutmak, hücre bölünmesi olayını engellemektedir.
2. Bölünme büyüklüğüne ulaşmış bir amip hücrene bölünme emri verildiği sırada hücrenin hacim/yüzey oranı azaltılsa bile bölünme engellenemez.

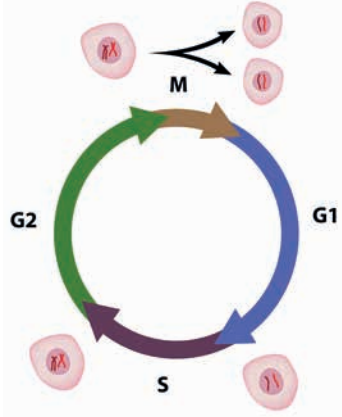
### ► Araştırma-Tartışım

Hücre bölünmesinin önemi nedir? Bütün hücreler bölünebilir mi?

Araştırarak çalışmanızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.

### ► Bilgi Kutusu

Amip hücrenin sitoplazması, bölünmeye çok yakın bir aşamadayken kesilirse amipin bölünmesi engellenemez. Bu durum, DNA tarafından "bölün" anlamına gelen sinyallerin gönderildiğini ve bölünmenin gerçekleşmesi gerektiğini gösterir.



► **Görsel 1.5**  
Hücre döngüsünün evreleri

### 1.1.2. Hücre Döngüsü ve Mitoz

Hücrelerin yaşam devri genelde döngü şeklinde gerçekleşir. Bir hücre döngüsü hücre bölünmesi ile sonlanır. Yeni bölünmüş bir hücrenin tekrar bölününceye kadar geçirmiş olduğu evreye **hücre döngüsü** denir. Hücre bölünmesi, hücre döngüsünün bir parçasıdır.

Hücre döngüsünün süresi; canlı türü, hücre ve doku çeşidi gibi pek çok faktöre bağlı olarak farklılıklar gösterir (Tablo 1.1).

**Tablo 1.1:** Bazı hücre tiplerinin bölünme süreleri

Hücre Tipi	Bölünme Süresi
Epitel hücresi	24 saat
Maya hücresi	90 dakika
Bakteri hücresi	20 dakika

Hücre döngüsü iki evreden oluşur (Görsel 1.5).

- İnterfaz
- Mitotik evre

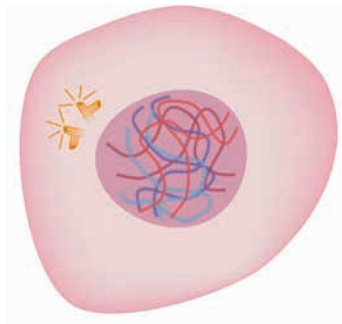
#### a. İnterfaz

Mitoz bölünme öncesinde, hücre metabolizmasının yoğun olarak gerçekleştiği gözlenen, hücrenin büyüme ve gelişme evresine **interfaz** adı verilir. Bu evre bir nevi bölünmeye hazırlık evresidir (Görsel 1.6).

**İnterfaz süresince hücre içerisinde meydana gelen değişimler şu şekildedir:**

- ◆ Hücrede bulunan organellerin sayısı artar.
- ◆ Protein sentezi, ATP üretimi ve RNA sentezi gibi metabolik olaylar hızlanır.
- ◆ Hücrenin hacmi artar.
- ◆ DNA molekülleri kendini eşler.
- ◆ Hayvansal hücrelerde, sentrozomun eşlenmesi bu evrede gerçekleşir.
- ◆ Bölünme sırasında gerekli olan enzimler üretilir.
- ◆ İnterfaz evresinde gevşek hâlde paketlenmiş durumda olan kromatin iplikler sadece S fazı sırasında kendini eşler.  $G_1$  fazında hücre büyür,  $G_2$  fazında bölünme için hazırlıklarını tamamlarken daha çok büyür ve bölünme gerçekleşir (M).

Birçok hücre için en önemli kontrol noktası  $G_1$  dir.  $G_1$  fazında hücre “devam et!” sinyalinin alırsa,  $G_1$ , S,  $G_2$  ve M fazlarını tamamlayarak bölünür. Eğer hücre burada “devam et” sinyalinin almazsa, döngüden



► **Görsel 1.6**  
İnterfaz

#### Bilgi Kutusu

İnterfaz evresi, hücrenin hayat devrinin en uzun dönemidir. İnterfazda gerçekleşen en önemli olay DNA'nın kendini eşlemesidir.

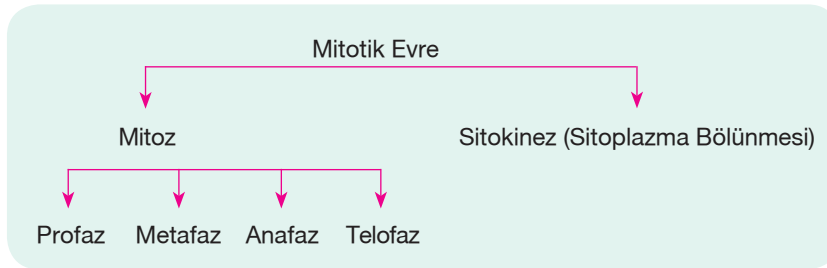
çıkart ve  $G_0$  adı verilen bölünmemeye durumuna geçer. İnsan hücrelerinin çoğu  $G_0$  fazında olup, çok özelleşmiş sinir ve kas hücreleri bölünmemektedir. Ancak karaciğer hücreleri gibi bazı hücreler ise yaralandığında, yaralanan bölgeye yakın hücrelere salınan büyüme faktörleri gibi çevresel sinyallerle  $G_0$  fazından hücre döngüsüne döner ve interfaz evresini kısa sürede tamamlayarak hasar gören bölge onarılır.

Embriyonik hücrelerin hayat devrinde interfaz evresi oldukça kısadır. Bu sebeple embriyonik hücreler, hücre döngülerini daha kısa sürede tamamlar.

Hücresinin bölünme emri interfazda verilir. Hücre gerekli büyüklüğe ulaştığında, organeller yeterli sayıda çoğaldığında ve gerekli proteinler üretildiğinde hücre döngüsünün ikinci aşaması olan mitotik evreye geçer.

### b. Mitotik Evre

İnterfazın tamamlanmasından sonra mitotik evre başlar. Mitotik evre, mitoz ve sitokinez (sitoplazma bölünmesi) olmak üzere iki evreden oluşmaktadır (Görsel 1.7). Mitotik evre tamamlandığında sitoplazma bölünmesi de tamamlanır.



► **Görsel 1.7**  
Mitotik evrenin aşamaları

**Mitoz hücre bölünmesinin karakteristik bazı temel özellikleri vardır:**

- ◆ Mitoz sonucunda iki hücre oluşur. Bu hücrelerin organel çeşitleri aynıdır; ancak organel sayıları ve sitoplazma miktarları farklı olabilir.
- ◆ Oluşan hücrelerin kalıtsal özellikleri aynıdır. Çünkü DNA'larının nükleotit dizilmeleri aynıdır. Bununla birlikte, mutasyonlar kalıtsal farklılıklara neden olabilmektedir.
- ◆ Mitozda kromozom sayısı değişmez. Yavru hücrelerin kromozom sayıları ana hücre ile aynıdır. Böylece mitoz kalıtsal devamlılığı sağlar.
- ◆ Mitoz bölünme bir hücrelilerde üremeyi sağlarken, çok hücrelilerde büyüme, gelişme ve yaraların onarımını sağlar. Bazı çok hücreli

### Bilgi Kutusu

Mitoz sonucu oluşan hücre sayısı  $2^n$  ile hesaplanır.  $n$  hücrenin bölünme sayısıdır. Örneğin, kromozom sayısı 46 olan bir hücre dört kez bölündüğünde;  $2^4 = 2^4 = 16$  hücre oluşur. Bölünme sonucu hücrelerin kromozom sayısı değişmediği için her bir hücrenin kromozom sayısı yine 46 olur.

### Araştırma-Tartışalım

Klonlamanın ne olduğunu ve mitoz ile klonlama arasındaki ilişkiyi araştırınız. Çalışmanızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.

### Araştırma-Tartışım

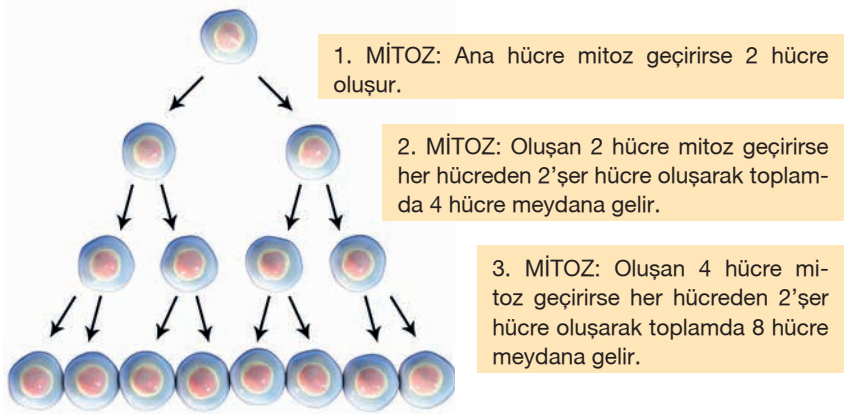
Bütün vücut hücreleri sinir hücreleri gibi belirli bir dönemden sonra bölünmeseydi ne olurdu? Araştırınız. Çalışmanızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.

### Dikkat

Eşey hücreleri, retina, sinir, çizgili kas ve olgun alyuvar hücreleri bölünemez.

canlı türlerinde mitoz bölünme üremenin gerçekleşmesinde etkilidir. Yani bazı çok hücrelilerde mitoz hücre bölünmesi, hem yaşamın devamlılığında hem de üremede etkilidir.

Mitoz hücre bölünmesinde bölünme büyüklüğüne ulaşan her hücrenin bölünmesiyle iki yavru hücre oluşur (Görsel 1.8).



► Görsel 1.8

Mitozda her bölünmede 2 hücre oluşur.



► Görsel 1.9

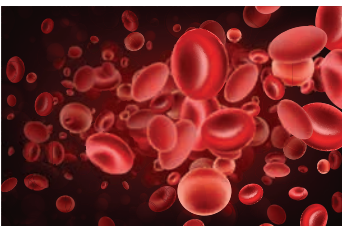
Sinir hücresi

Çok hücreli canlılarda, vücut hücreleri, bölünerek sayılarını artırır. Farklılaşma düzeyi çok yüksek olan sinir, kas ve alyuvar hücreleri gibi hücreler ise embriyonik dönem tamamlandıktan sonra bölünme yeteneğini kaybeder (Görsel 1.9 ve 1.10). Birçok vücut hücresi, canlının yaşamı boyunca bölünebilme yeteneğini korur.

Mitoz aşamalarına ait özelliklerin daha iyi anlaşılması için konuyla ilgili bazı kavramların iyi bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle öncelikle bu kavramlar üzerinde durulacaktır.

Tüm organizmaların hayatsal faaliyetleri için gerekli olan genetik bilgiyi taşıyan moleküle **DNA** (deoksiribonükleik asit) denir.

Ökaryot hücrelerde DNA çeşitli proteinlerle birlikte bulunur. DNA ve proteinlerin birlikte oluşturduğu bu kompleks yapıya **kromatin** denir. Kromatin iplikler kısalıp kalınlaşarak **kromozom** adı verilen yapıları oluşturur. Kromozomun iki parçasından her birine **kromatit** adı verilir. Her kromozomdaki bu iki kromatit interfaz evresinde DNA'nın kendisini eşlemesiyle oluşur ve **kardeş kromatit** olarak adlandırılır. Dolayısıyla bu kromatitlerin genleri tamamen birbirleri ile aynıdır.

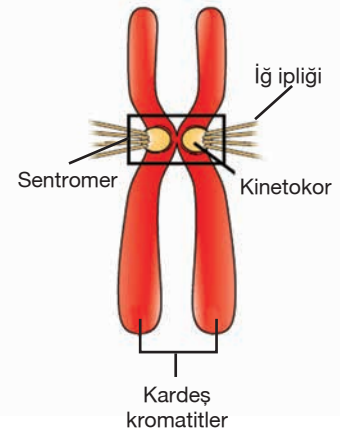


► Görsel 1.10

Olgun alyuvar hücreleri

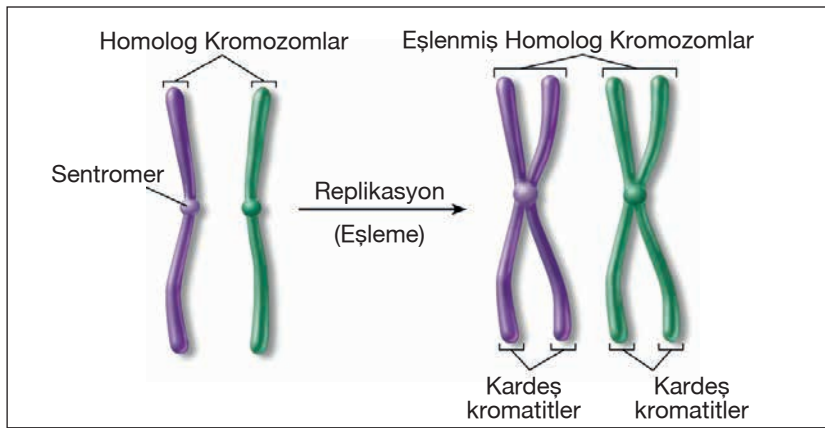
Kardeş kromatitleri bir arada tutan bölgeye **sentromer** denir. Sentromer üzerinde iğ ipliklerinin tutunduğu özel bölgeye ise **kinetokor** adı verilir (Görsel 1.11).

Eşeyli üreyen canlılarda biri anneden, diğeri babadan gelen üreme hücreleriyle taşınan ve döllenme ile zigotta bir araya gelen kromozomlara **homolog kromozom** denir. Bu kromozomlar aynı özellikler ile ilgili genleri taşır. Ancak bu genler birbiriyle aynı ya da farklı olabilir. Yani homolog kromozomların sentromerleri ayrıdır. Diploit hücrelerde homolog kromozomlar bir arada bulunurken haploit hücrelerde bir arada bulunamaz (Görsel 1.12).



► **Görsel 1.11**

Kardeş kromatit ve sentromer yapısı



► **Görsel 1.12**

Homolog kromozomlar ve kardeş kromatitler

İki takım halinde kromozom bulunduran hücelere **diploit hücre** denir ve  $2n$  ile gösterilir. Ökaryot canlıların vücut hücreleri diploittir.

Tek takım halinde kromozom bulunduran hücelere **haploit hücre** denir ve  $n$  ile gösterilir. Üreme hücreleri haploittir.

Her türün kendine özgü kromozom sayısı vardır. Farklı türlerin kromozom sayıları aynı olabilir. Türün özelliklerini ve gelişmişliğini kromozomların sayısı değil, yapısında bulunan genlerin sayısı ve niteliği belirler (Tablo 1.2).

**Tablo 1.2:** Bazı canlı türlerinin vücut ve üreme hücrelerinin kromozom sayıları

Türün Adı	Vücut hücrelerinin kromozom sayısı ( $2n$ )	Üreme hücrelerinin kromozom sayısı ( $n$ )
İnsan	46	23
Buğday	42	21
Sirke sineği	8	4
Siyah moli balığı	46	23
Askaris	2	1
Eğrelti	500	250

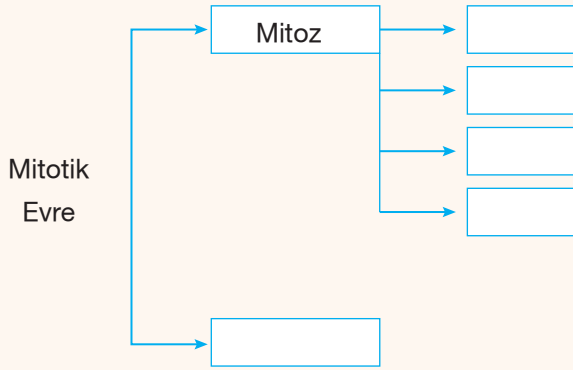


Online Biyoloji

<http://www.eba.gov.tr/video/iz-le/47387d55226bcce2c4daa9c00e-08ef002b62681ed6006>

## Neler Öğrendik?

1. Bir kromozomun yapısında hangi bölümler bulunur?
2. Her canlının kromozom sayısı farklı mıdır? Kromozom sayısının canlının gelişmişliği ile bir ilgisi var mıdır? Açıklayınız.
3. Hücre döngüsünün ilk evresi nedir? Bu evrede meydana gelen değişimleri kısaca açıklayınız.
4. Aşağıda mitotik evre basamaklarının yer aldığı boş kutucukları uygun ifadelerle doldurunuz.



5. Aşağıda belirtilen kavramları tanımları ile eşleştiriniz.

a. Tüm organizmaların yaşamsal faaliyetleri için gerek duyduğu genetik bilgiyi taşıyan moleküldür.

1. Kromatin

b. Tek takım halinde kromozom bulunduran hücrelerdir.

2. Homolog kromozom

c. Biri anneden, biri babadan döllenme sonucu bir araya gelen kromozomlardır.

3. Deoksiribonükleik asit

d. DNA ve proteinlerin birleşmesi sonucunda oluşan yapılara denir.

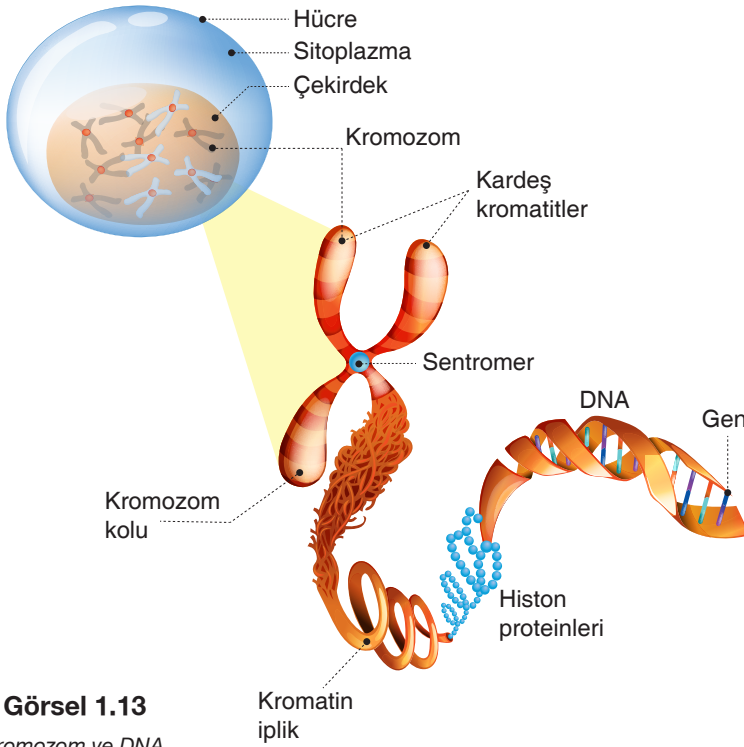
4. Haploit hücre

## Mitoz

Ana hücrenin bölünerek iki yeni hücre oluşturmaya **mitoz** denir. Mitoz, ökaryotik tek hücrelilerde üremeyi sağlarken, çok hücrelilerde ise genel olarak büyüme, gelişme ve yaraların onarılmasını sağlar. Profaz, metafaz, anafaz ve telofaz olmak üzere dört aşamada gerçekleşir.

### a) Profaz Evresi

Bu evrede, kromatin iplikler bazı aşamalardan geçerek üst üste katlanır ve ilmekler oluşturur. Sonuçta kromatin iplikler kısalıp kalınlaşır ve kromozom şeklini alır (Görsel 1.13).



► **Görsel 1.13**  
Kromozom ve DNA

DNA interfaz aşamasında kendisini eşlemiş olduğundan profaz evresinde her kromozom iki kromatitten oluşur.

Kromozomların daralmış bölgelerinde sentromer bulunur. Sentromerlerde her bir kromatit için bir kinetokor bulunur. Kinetokorların yapısı proteinlerden oluşur.

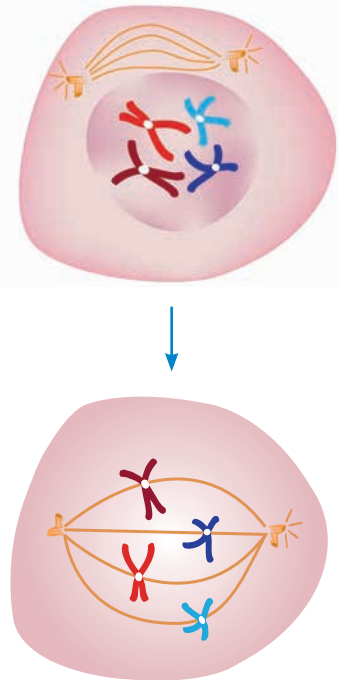
Çekirdek zarı ve çekirdekçik kaybolur.

Sentrozom bölünerek hücrenin karşı kutuplarına doğru hareket eder ve iki kutbun arasında iğ ipliklerini oluşturur. İğ iplikleri mikrotübüllerden oluşur. İğ ipliklerinin bir bölümü kromozomların kinetokorlarına bağlanır.

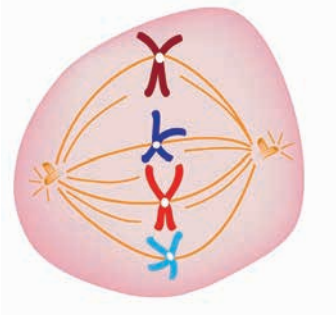
Profaz evresinin sonuna doğru, kromatin ipliklerin kromozoma dönüşümü tamamlanır ve kromozomların tamamı iğ ipliklerine tutunmuş olur (Görsel 1.14).

### Bilgi Kutusu

Organizmalarda mitoz bölünme gerçekleşmezse vücut büyüyemez, gelişemez ve açılan yaralar onarılamaz. Yenilenemeyen hücreler ölür ve organizma zamanla yok olur.

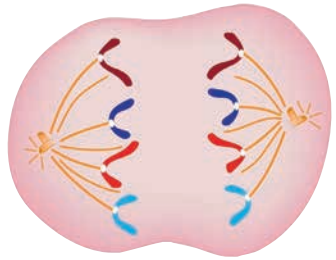


► **Görsel 1.14**  
Profaz evresi



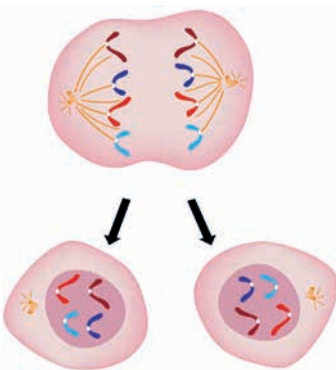
► **Görsel 1.15**

*Metafaz evresi*



► **Görsel 1.16**

*Anafaz evresi*



► **Görsel 1.17**

*Telofaz evresi*

### b) Metafaz Evresi

Kromozomlar hücrenin ekvatorial düzleminde sıralanır.

Kromozomlar en belirgin şekilde bu safhada gözlemlenebilir. Bu nedenle kromozom şekli ve sayısı ile ilgili mikroskopik incelemeler bu aşamada yapılır (Görsel 1.15).

### c) Anafaz Evresi

Kardeş kromatitler, iğ iplikleri üzerinde taşınarak birbirinden ayrılır ve hücrenin karşı kutbuna çekilir. Böylece kromozomlar eşit şekilde hücrenin kutup bölgelerine taşınmış olur (Görsel 1.16).

Bu evrede sentromer bölünür. Kromozom sayısı iki katına çıkar.

Kinetokorlara bağlı olmayan iğ ipliklerinin uzaması sonucunda hücrenin boyu uzar.

### d) Telofaz Evresi

Profazda gerçekleşen pek çok olayın tersi, telofaz evresinde gerçekleşir.

Kromozomlar kromatin iplik şeklini alır. İğ iplikleri kaybolur.

Çekirdek ve çekirdek zarı yeniden oluşur (Görsel 1.17).

Telofazla birlikte sitoplazma bölünmesi başlar ve telofazın sonuna doğru, telofazla birlikte sitoplazma bölünmesi de tamamlanır.

### Sitokinez (Sitoplazma Bölünmesi)

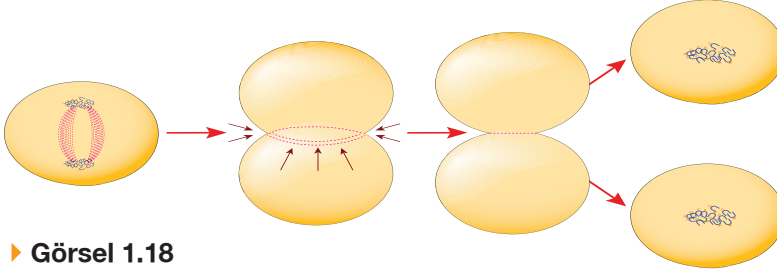
Çekirdek eşlenmesinin sonuna doğru, sitokinez başlar ve sitoplazmanın bölünmesi sonucunda aynı genetik yapıda iki hücre oluşur.

Hayvan hücrelerinde sitoplazma boğumlanma ile bölünür. Sitoplazmanın boğumlanması, hücreyi içten dairesel şekilde kuşatan mikrofilyamentlerin kasılmasıyla gerçekleşir. Mikrofilyamentler proteinlerden oluşur (Görsel 1.18).

Bitki hücrelerinde çeper bulunduğu için sitoplazma bölünmesi boğumlanma ile yapılamaz. Çünkü hücre çeperinin yapısı serttir. Bu nedenle, sitoplazmanın ortasında, iki çekirdek arasında hücre plağı (ara bölme) oluşur (Görsel 1.19). Hücre plağını oluşturan keseler, golgi aygıtında üretilerek mikrotübüller üzerinden hücrenin ortasına taşınır. Hücre

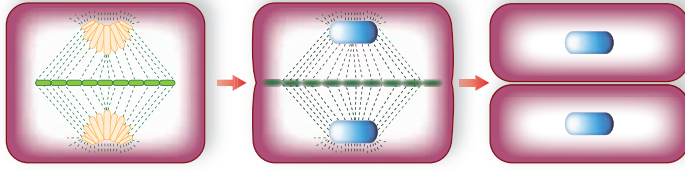


plağının içerisinde yapışkan bir madde olan pektin bulunur. Daha sonra yapıya selüloz katılır ve hücre plağı büyür. Hücre plağı sitoplazmayı bölecek şekilde genişler ve kalınlaşır. Hücre plağının ayırdığı noktalarda hücre zarı kaynaşır ve iki yeni bitki hücresi oluşur. Selüloz sentezinde görevli enzimler hücre zarında bulunmaktadır (Görsel 1.20).



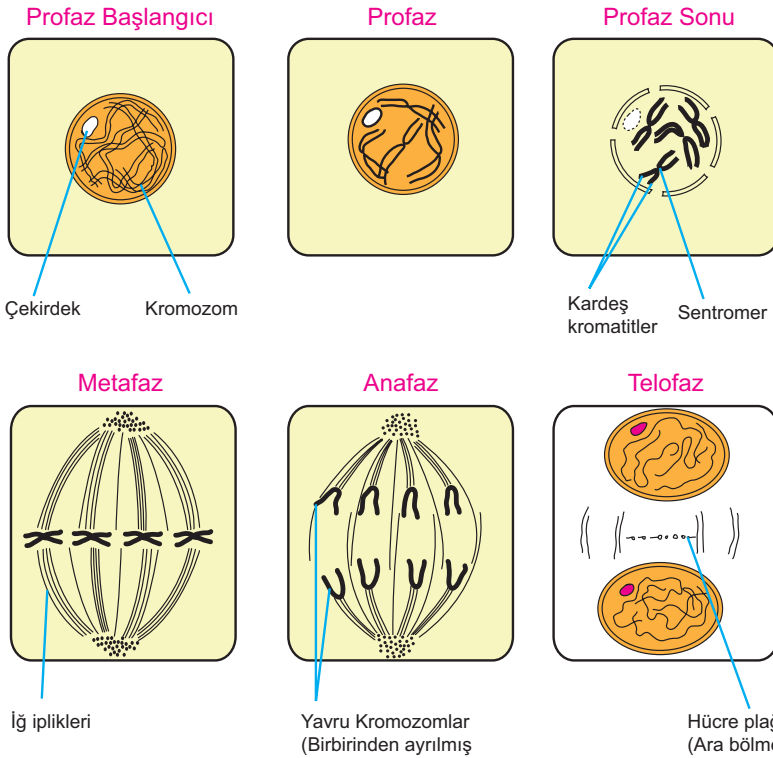
► Görsel 1.18

Hayvan hücrelerinde sitoplazma bölünmesi



► Görsel 1.19

Bitki hücrelerinde sitoplazma bölünmesi



► Görsel 1.20

Bitki hücresinde mitoz bölünme

### ► Araştırma-Tartışım

Bitki ve hayvan hücrelerinde mitoz bölünme sırasında ne gibi farklılıklar görülür?

Araştırarak çalışmanızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.

### ► Bilgi Kutusu

Sentromer bölünmesi anafaz evresinde gerçekleşir. Sadece bu evrede kromozom sayısı geçici olarak iki katına çıkar.

### ► Dikkat

Kromozomların hücrenin karşı kutuplarına eşit sayıda çekilmesi sonucunda kromozom sayısı korunmuş olur.

**Dikkat**

Mitozla oluşan hücrelerdeki DNA'ların, kromozom sayısı, gen çeşitleri ve gen sayıları aynıdır.

Mitozla oluşan hücrelerin organel çeşitleri farklılaşma olmadığı sürece aynıdır. Ancak organel sayıları hücrenin üstlendiği fonksiyona göre farklı olabilir.

Mitozla oluşan hücrelerin sitoplazma miktarları farklı olabilir.

Hayvan ve bitki hücrelerinde mitoz pek çok özellik bakımından benzerlik gösterir ancak aralarında bazı farklar da vardır. Hayvan ve bitki hücresinde gerçekleşen mitozun temel farkları, Tablo 1.3'te gösterilmiştir.

**Tablo1.3:** Hayvan ve bitki hücrelerinde mitozun farkları

	Hayvan Hücresinde Mitoz	Bitki Hücresinde Mitoz
1.	Sitoplazma bölünmesi boğumlanma ile gerçekleşir.	Sitoplazma bölünmesi ara plak oluşumu ile gerçekleşir.
2.	İğ iplikleri sentrozom organeli tarafından oluşturulur.	İğ iplikleri mikrotübül organize edici merkez tarafından oluşturulur.

**DENEY****Araç Gereçler**

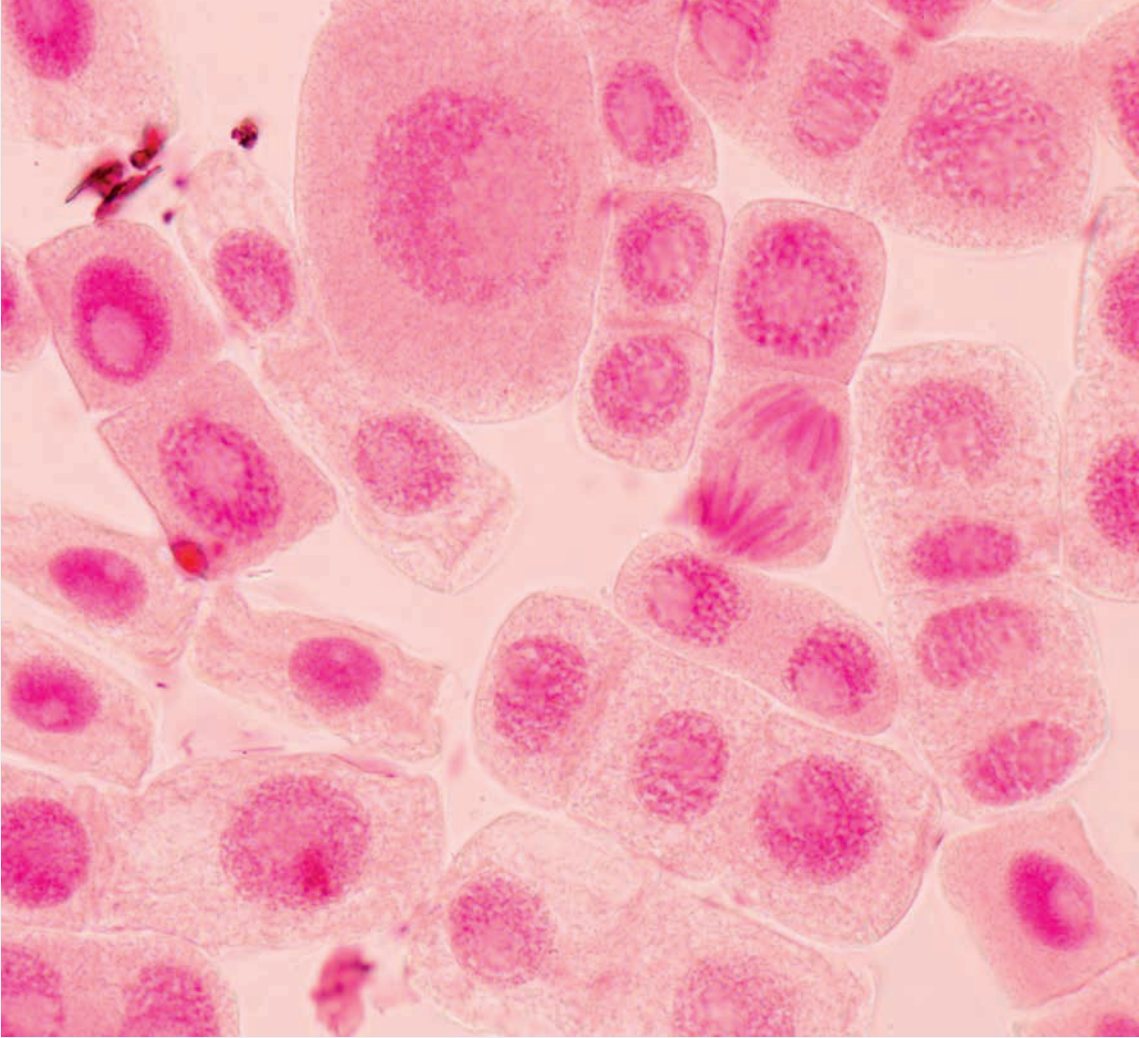
- Mikroskop
- Çimlendirilmiş kuru soğanlar
- Beher
- Lam ve lamel
- Petri kabı veya saat camı
- Asetoorsein veya asetokarmen boyası
- Makas
- Etil alkol
- Hidroklorik asit (HCl)

**Amaç:** Soğan kök hücrelerinde mitozun evrelerini gözlemlemek.

**Ön Bilgi:** Soğan kök hücrelerinde sürekli bölünebilme özelliğine sahip hücreler bulunur. Bu hücrelere **meristem hücreleri** denir. Bu nedenle, soğan kökünün uç bölgelerinden hazırlanacak preparatta mitozun evrelerini görebilmek mümkündür.

**Deneyin Yapılışı**

- Çimlenmiş soğanların kök uçları 1-2 mm uzunluğunda olacak şekilde kesilir.
- Kök parçaları etil alkol içerisinde 10 dakika bekletilir.
- Daha sonra, saf su ile yıkanır ve HCl içerisinde 60°C'lik su banyosunda 10 dakika bekletilir.
- Kök parçaları saf su ile yıkanır ve saat camı içerisinde asetokarmen çözeltisine konur. 20 dakika sonra materyal mikroskopik incelemeye hazır hale gelir.
- Kök parçaları, lam ve lamel arasında hafifçe sıkıştırılarak dokunun kısmen dağılması sağlanır.
- Hazırlanan preparat, mikroskofta incelenerek mitozun evreleri gözlenir.



Yukarıdaki görselde, soğan kök ucu hücrelerinde boyama sonucunda oluşan mitozun evreleri görülmektedir. Hazırladığınız preparatları mikroskofta inceleyerek aşağıdaki soruların cevaplarını bulmaya çalışınız.

1. Kök uçları neden etil alkol ve HCl içinde bekletilmiştir?
2. Kök ucunun asetokarmen eriği ile boyanmasının sebebi nedir?
3. Mitozun hangi safhalarını mikroskofta görebildiniz? Hücreleri en çok mitozun hangi safhasında gözlemlediniz? Sebeplerini açıklayınız.
4. Kromozomlar en belirgin şekilde hangi aşamada görülebilmektedir? Sebebini açıklayınız.
5. Diğer bitki dokuları ile de aynı işlemler tekrarlandığında aynı sonuçlar elde edilebilir mi? Açıklayınız.

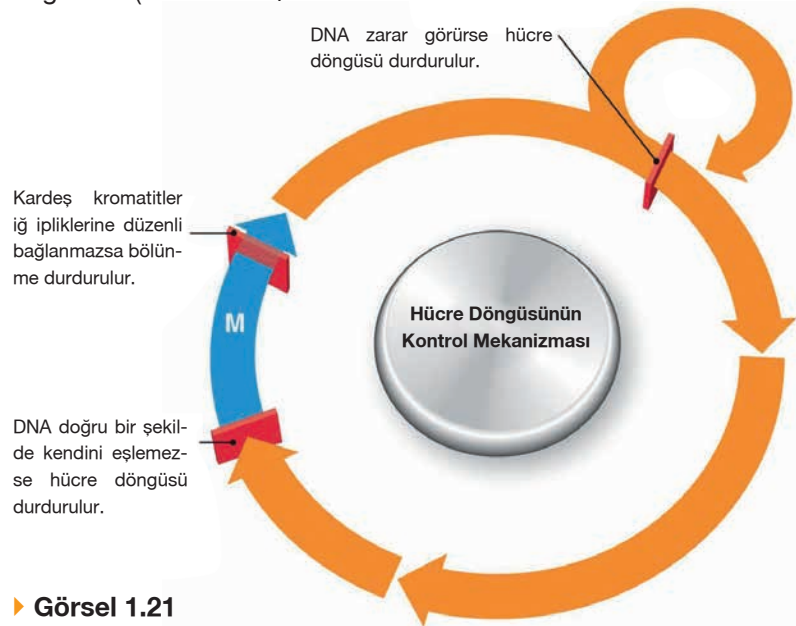
**Bilgi Kutusu**

Hücre döngüsünün kontrolü aksadığında, kanserli hücreler veya genetik yapısı değişmiş hücreler oluşabilir.

**Hücre Bölünmesinin Kontrolü**

Kalıtsal materyalin korunması ve kromozomların yeni hücrelere sağlıklı bir şekilde aktarılmasında, mitozun önemi çok büyüktür. Hücre döngüsü genlerin kontrolünde gerçekleşir. Hücre döngüsünün bazı aşamalarında, interfaz ve mitotik evrenin sağlıklı bir şekilde devam edip etmediği kontrol edilir. Bu amaçla hücre döngüsünde oluşturulmuş çeşitli kontrol noktaları bulunur.

Hücre döngüsü kontrol noktalarında oluşan “devam et” ya da “dur” sinyalleri ile düzenlenir. Eğer hücre döngüsü düzenli bir şekilde devam etmekteyse “devam et”, problemler varsa ve düzeltilemez durumdaysa “dur” sinyali oluşturulur. Böylece hücrenin bir sonraki aşamaya geçmesi engellenir (Görsel 1.21).

**► Görsel 1.21**

*Hücre döngüsünün kontrolü*

Hücre döngüsünde;

- ◆ Hücrenin yeterli büyüklüğe ulaşmış olması,
- ◆ Besin maddelerinin yeterliliği,
- ◆ Sentez öncesinde ve sonrasında DNA'nın hasar görüp görmediği,
- ◆ Bölünme sırasında bütün kromozomların sentromerlerinden düzenli bir şekilde iğ ipliklerine bağlanıp bağlanmadığı kontrol edilir.

DNA'da hasar varsa düzeltilir, hasarın düzeltilemediği durumda hücre bölünmesi “dur” sinyali oluşturularak durdurulur.

İğ iplikleri kromozomlara düzgün bağlanmamışsa, hücre metafaz aşamasından anafaz aşamasına geçirilmez ve böylelikle bölünme durdurulmuş olur. Bu şekilde oluşturulan denetim sistemi ile oluşabilecek mutasyonların önüne geçilerek yeni hücrelerin sağlıklı olması kontrol altında tutulur.

**Dikkat**

Hücre, öz denetimle hataları önlemeye ve hataların çoğalmasını engellemeye çalışır. Hayatın içinde de hataların önlenmesi için mutlaka öz denetim olmalıdır.

### Hücre Bölünmesinin Canlılar İçin Önemi ve Kanserle İlişkisi

Hücrede DNA'nın hasar görmesi nedeniyle hücrelerin kontrolsüz bir şekilde büyümesine ve çoğalmasına **kanser** denir.

Büyüme faktörlerinin pek çok çeşidi vardır. Hücre çeşitleri, büyüme faktörlerinin çeşitlerine göre özgün cevaplar oluşturur. Büyüme faktörlerinin oluşturduğu uyarılar ile sağlıklı doku hücreleri bölünmeye başlar. Ancak hücre sayısı belirli bir yoğunluğa ulaştığında hücre bölünmesi durdurulur. Kanser hücrelerinde ise dur sinyaline cevap verilmez ve hücre bölünmesi kontrolsüz bir şekilde devam eder.

Pek çok kanser hücresi bağışıklık sistemi hücreleri tarafından taranmakta ve yok edilmektedir.

Dokularımızı oluşturan vücut hücreleri büyüme, yaraların onarılması ve yenilenme amaçlarıyla düzenli olarak bölünür. Ancak bu bölünme yeterli düzeye ulaştığında bölünme durdurulur. Doku hücreleri birbirinin bölünmesini kontrol eder. Yani komşu hücreler bölünmek üzere uyarılabilir ya da bunların bölünmeleri engellenebilir.

Her hücre, hayatı boyunca belirli sayıda bölünebilir. Sağlıklı hücrelerde bölünme kontrol altındadır. Kanser hücrelerinde ise bölünme kontrolsüz ve süreklidir. Normal hücreler çeşitli nedenlerle kanser hücrelerine dönüşebilir. Kanser hücreleri bölünerek hücre yığınları (tümör, ur) oluşturur (Görsel 1.22). Oluşan tümörler, doku ve organları sıkıştırabilir veya diğer doku ve organların hücreleri arasına yayılabilir. Kanser hücrelerinin oluşturduğu iki tür tümör vardır.

**1. İyi Huylu Tümör:** Sadece bulunduğu yerde büyüyen ve diğer dokulara yayılmayan tümör çeşididir.

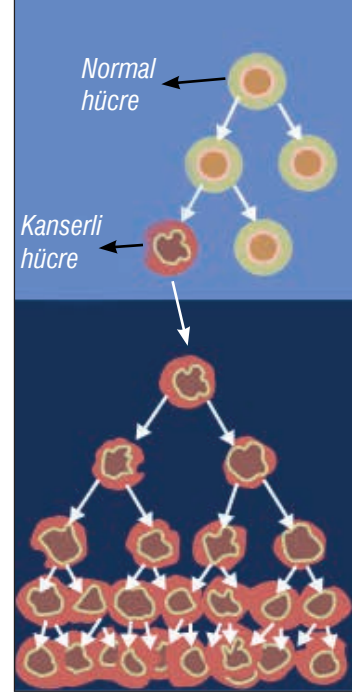
**2. Kötü Huylu Tümör:** Belirli bir aşamadan sonra diğer doku ve organlara yayılan tümör çeşididir. Kanser diğer organlara yayılmasına **metastaz** denir.

Kanser, oluşturduğu doku ya da organa göre adlandırılır. Kanserli hücreler lenf veya kan yoluyla diğer dokulara yayılır. Kanser tedavisinde, radyoaktif ışınlar, kimyasal maddeler (kemoterapi) ve cerrahi yöntemler kullanılır.

Ölüm sebepleri arasında ilk sıralarda yer alan kanserin tedavisinde araştırmacılar tarafından çok çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Ancak bu konuda henüz tam anlamıyla başarı sağlanamamıştır.

Kansere sebep olan etmenler arasında sigara, alkol, kozmetik ürünler, radyasyon, uzun süre güneş ışınlarına maruz kalmak, hava kirliliği gibi faktörler yer almaktadır.

Kanserle mücadelede erken tanı, tedaviyi kolaylaştırır. Bu nedenle sağlık taramaları çok önemlidir.

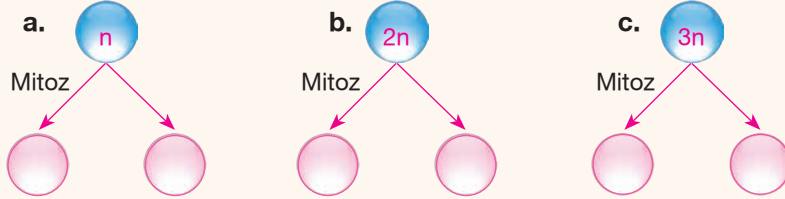


► **Görsel 1.22**

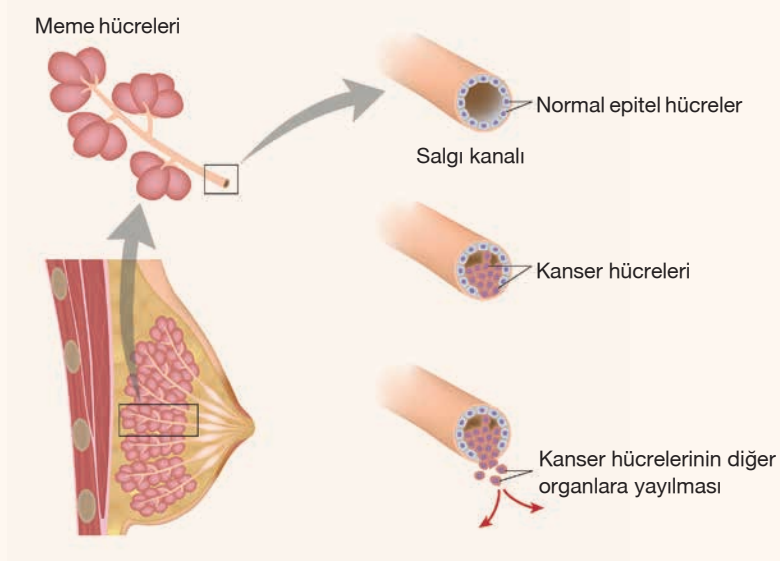
Normal hücrenin kanserli hücreye dönüşmesi

## Neler Öğrendik?

1. Aşağıdaki hücrelerin tamamı mitoz sonucu ana hücrenin bölünmesiyle oluşmuştur. Oluşan yeni hücrelerin kromozom sayısı kaçtır?



- 2.



Yukarıdaki görselde göğüs kanseri gösterilmiştir. Bu kanser hangi aşamaya ulaşmıştır? Niçin?

3. Aşağıda mitozun safhaları ile bazı özellikleri verilmiştir. Bu özellikler ile mitozun safhalarını doğru şekilde eşleştiriniz.

Kardeş kromatitler hücrenin karşı kutuplarına çekilir. ①

(a) Profaz

Sentrozom bölünür ve hücrenin kutuplarına doğru hareket eder. ②

(b) Metafaz

Çekirdek zarı yeniden oluşur. ③

(c) Anafaz

Kromozomlar hücrenin ekvatorial düzleminde sıralanır. ④

(d) Telofaz

### 1.1.3. Eşeysiz Üreme

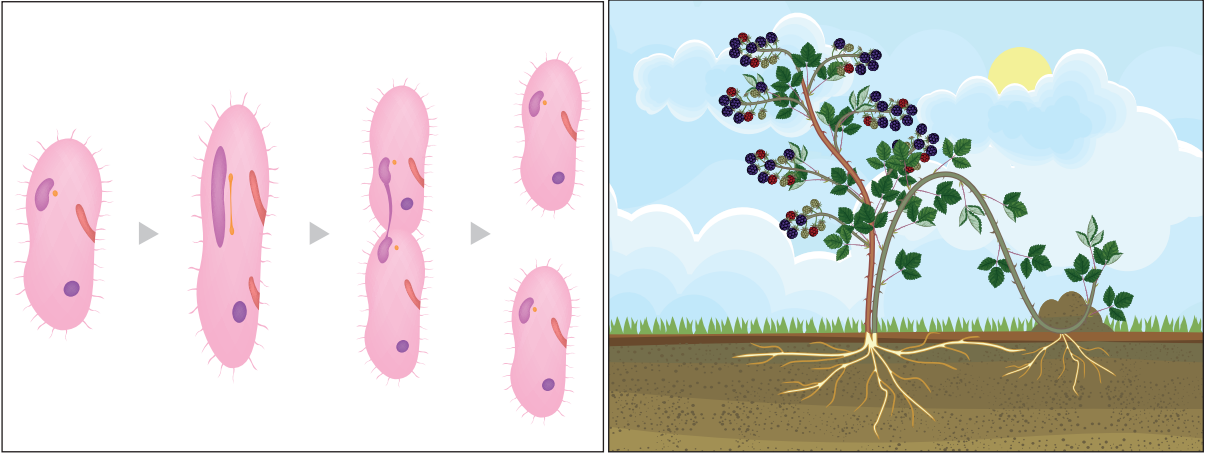
Canlıların ortak özelliklerinden biri de üremedir. Üreme olayı, bireyin yaşamının devamı ile ilgili değildir ancak neslin devamı için şarttır. Bir canlının bazı bireylerinin üreme yeteneği olmayabilir. Örneğin işçi bal arıları kısırdır.

Üremeye, türe ait genetik bilgiler nesilden nesile aktarılmış olur. Böylece populusyona eklenen bireyler ile populusyonların devamlılığı sağlanır. Ölümle eksilen bireylerin yerine üreme ile yeni bireyler eklenmiş olur.

Üreme genel olarak eşeyli ve eşeyli üreme olmak üzere ikiye ayrılır. Eşeyli üremede yavrular tek ata canlıdan oluşur (Görsel 1.23). Eşeyli üremede ise dişi ve erkek bireylerin ürettiği üreme hücrelerinin birleşmesi sonucunda yavrular oluşur (Görsel 1.24).

#### Bilgi Kutusu

Aynı tür canlıların oluşturdukları topluluğa **populusyon** adı verilir.



► Görsel 1.23

Eşeyli üremede yavrular tek ata canlıdan oluşur.



► Görsel 1.24

Eşeyli üremede yavrular, iki ata canlının üreme hücrelerinin birleşmesi sonucu oluşur.

**Bilgi Kutusu**

Eşey-siz üreme, kısa sü-rede çok fazla yavrunun oluşumunu sağlar.

**Bilgi Kutusu**

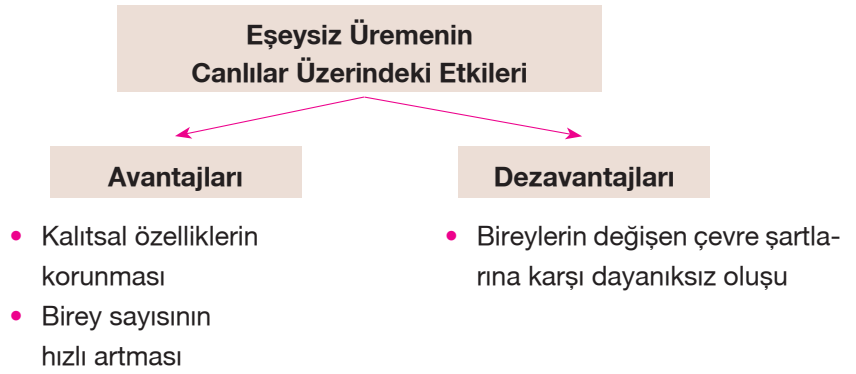
Bazı canlılarda hem eşey-siz hem de eşeyli üreme görülebilir. Bal arılarında hem eşeyli üreme hem de eşey-siz üreme çeşidi olan partenogenez görülür.

**Eşey-siz Üremenin Temel Özellikleri ve Canlılar İçin Önemi**







Eşey-siz üreme, bir ata canlıdan kalıtsal özellikleri aynı olan yeni bireylerin oluşmasıdır. Eşey-siz üreme genellikle mitoz hücre bölünmesiyle gerçekleşir. Bu nedenle eşey-siz üreme sonucu oluşan bireyler arasında istisnai durumlar hariç kalıtsal çeşitlilik görülmez.

Eşey-siz üreme kısa bir sürede gerçekleştiği için birey sayısı artışı hızlıdır. Uygun ortam koşullarında birey sayısı artışı genellikle geometrik dizi şeklinde gerçekleşir.

Canlılarda eşey-siz üreme çok yaygın bir üreme şeklidir. Prokaryotlarda, ökaryot tek hücrelilerde, mantarlarda, bütün çiçeksiz bitkilerde, çiçekli bitkilerin pek çok türünde, süngerlerde, sölenlerde ve bazı hayvan türlerinde eşey-siz üreme görülür.

**Eşey-siz Üremenin Çeşitleri**

Eşey-siz üreme; bölünerek üreme, tomurcuklanma, sporla üreme, rejenerasyon, partenogenez ve bitkilerde görülen vejetatif üreme olmak üzere altı çeşittir (Görsel 1.25).

<b>Eşey-siz Üreme</b>					
Bölünerek Üreme	Tomurcuklanma	Sporla Üreme	Vejetatif Üreme	Rejenerasyonla Üreme	Partenogenez
					
Terliksi hayvan	Hidra	Şapkalı mantar	Çiçek	Denizyıldızı	Bal arısı

**► Görsel 1.25**

Eşey-siz üreme çeşitleri ve bu üreme tiplerine örnek canlılar



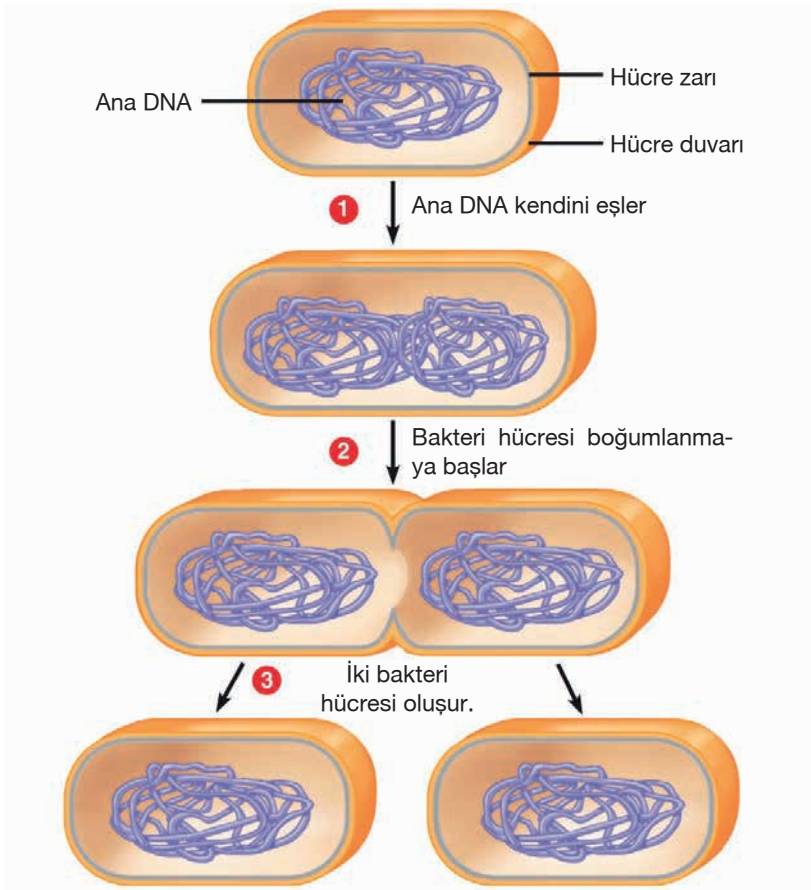
## 1. Bölünerek Üreme

Bu üreme şekli, eşeysiz üremenin en basit ve en yaygın şeklidir. Bakterilerde, arkelerde ve protistlerin pek çok türünde görülür. Bölünme sonucu oluşan yeni hücrelerdeki kalıtsal materyal, nitelik ve nicelik olarak birbirinin aynısıdır. Ancak sitoplazma miktarları farklı olabilir. Bakteriler ve arkeler basitçe ikiye bölünerek çoğalır. Uygun ortam koşullarında birey sayısı artışı her nesilde iki katına çıkar (Görsel 1.26).

### Araştırılabilir-Tartışılabilir

Bakterilerin hızlı bir şekilde bölünerek çoğalabilmesinin doğaya ve insanlara katkısı var mıdır?

Araştırarak sonuçlarınızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.



### ► Görsel 1.26

*Bakterilerde ikiye bölünme*

Tek hücreli protistlerde bölünerek üreme mitoz bölünme esasına dayanır. Bu çoğalma sırasında çekirdek de sitoplazma gibi boğumlanır. Oluşan yeni hücrelerin kalıtsal özellikleri birbirleri ile aynıdır. Ancak sitoplazma miktarları ve organel sayıları farklı olabilir.

Tek hücreli ökaryot canlılarda, canlının türüne göre sitoplazma bölünmesinin yönü farklılık gösterebilir.

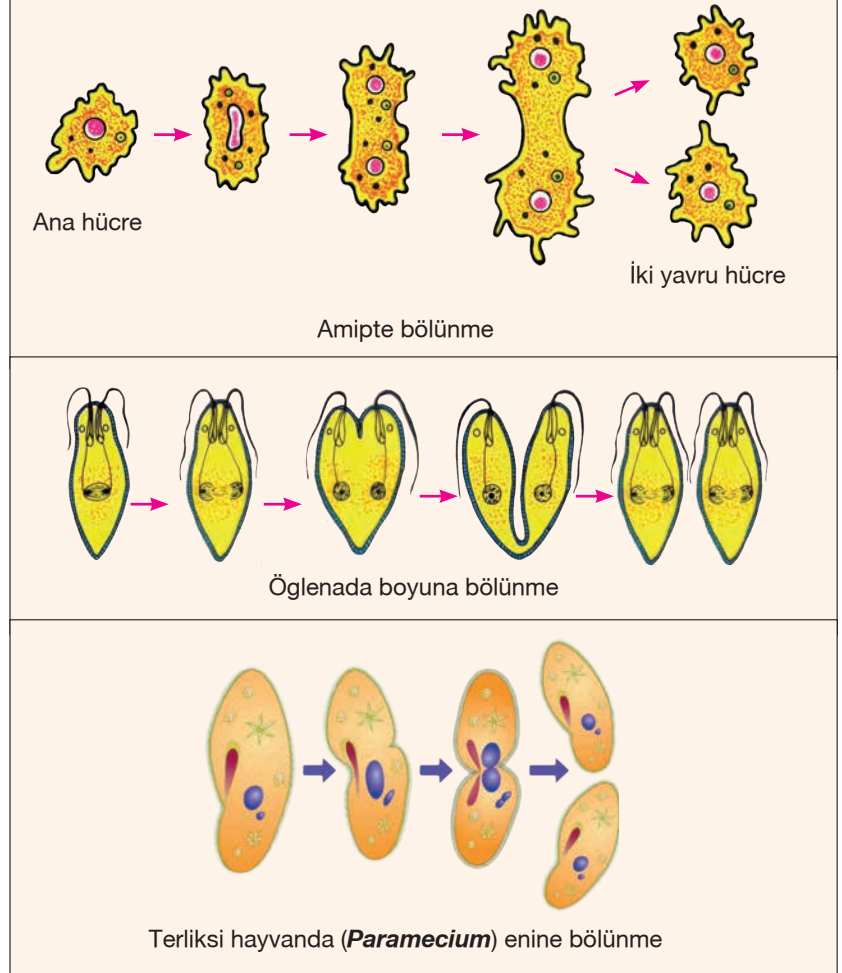
**Dikkat**

Eşeyli üremeyele çoğalan bazı canlılarda eşeyli üreme de görülebilmektedir.

**Bilgi Kutusu**

Bazı tek hücreli ökaryot canlılarda hücre zarının dışında koruyucu bir örtü bulunur. Bu örtüye **pelikula** denir.

Öglenada boyuna, paramezyumda enine bölünme görülürken amipte bölünme her yönde olabilir. Çünkü amipte hücre zarı dışında hücreyi koruyan ve ona şekil veren ikinci bir hücre örtüsü (pelikula) bulunmaz (Görsel 1.27).

**Görsel 1.27**

Bazı protistalarda ikiye bölünme

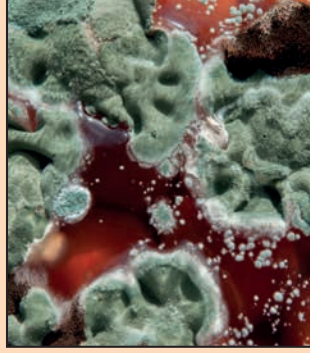
**2. Sporla Üreme**

İlkbaharda orman altında yoğun bir şekilde şapkalı mantarların oluştuğunu görürüz. Havaaların ısınmasıyla birlikte bu mantar türleri kısa sürede kaybolur. Aylarca göremediğimiz bu mantarlar, bir sonraki ilkbahar aylarında kısa sürede nasıl çoğalabilmektedir?

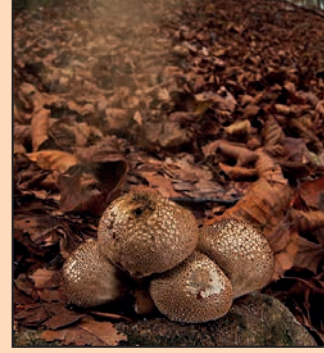
Nemli olarak bırakılan ekmek üzerinde bir süre sonra küflerin hızla çoğalmasını nasıl açıklarsınız?



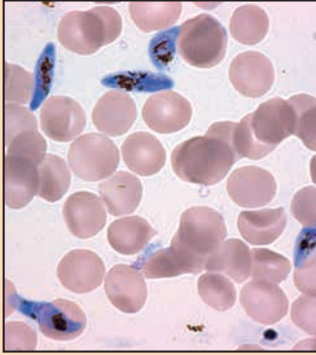
Şapkalı mantar



Küf mantarı



Puf mantarı

Plazmodyum  
paraziti

Ciğer otları



Kibrit otları

### ► Görsel 1.28

Sporla çoğalabilen canlılara örnekler

Sporla üreme **Plazmodyum** (sıtma paraziti) gibi bazı protistlerde, mantarlarda ve bütün çiçeksiz bitkilerde görülür (Görsel 1.28).

Sporların etrafı kalın bir örtüyle kaplıdır. Bu nedenle sporlar, olumsuz çevre şartlarına karşı oldukça dayanıklıdır. Sporlar; rüzgar, yağmur, böcekler ve diğer araçlarla çevreye yayılmaktadır. Dayanıklı oldukları için atmosferin en üst katmanlarında bile canlılıklarını koruyabilmektedir.

Sporlar uygun şartlarda çimlenerek yeni canlıları oluşturur. Sporla üremede spor hücreleri döllenme olmaksızın yeni bireyleri doğrudan oluşturabilmektedir.

Uygun ortam koşullarında spor hücreleri su alarak aktifleşir. Sporlar çimlenirken içinde enzim etkinliği, ATP üretimi ve tüketimi artar. Böylece kısa sürede aktif hücrelere dönüşerek bölünmeye başlar.

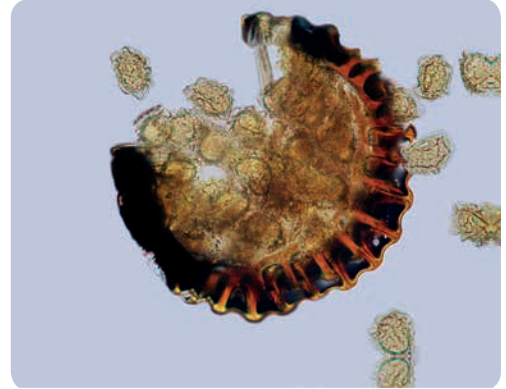
### Araştırılabilir-Tartışılabilir

Bakterilerde endospor oluşumu sporla üreme olarak kabul edilebilir mi? Araştırarak çalışmanızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.



► Görsel 1.29

Eğrelti otunda yaprak altındaki spor keseleri



► Görsel 1.30

Eğrelti otunda, spor keselerinin patlaması sonucunda sporların etrafa yayılması

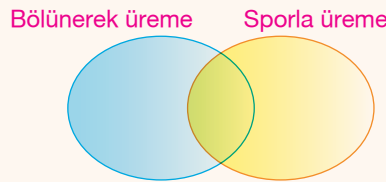
Çiçeksiz bitkilerde spor hücreleri spor kesesi içinde mayoz bölünme sonucunda oluşur (Görsel 1.29). Bu nedenle spor hücreleri arasında kalıtsal çeşitlilik görülür. Spor keselerinin patlamasıyla sporlar etrafa yayılır (Görsel 1.30). Sporlar, olumsuz çevre şartlarına karşı dayanıklı olduklarından uzun süre canlılıklarını korurlar.

## Neler Öğrendik?

1. Aşağıda eşeysiz üreme çeşitlerinden bölünerek üreme ve sporla üremenin bazı özellikleri karışık olarak verilmiştir.

- Kalıtsal çeşitlilik görülür.
- Sonuçta iki yavru hücre oluşur.
- Çiçeksiz bitkilerde görülür.
- Çekirdek eşlenmesi ve sitoplazma bölünmesi görülür.
- Dölllenme görülmez.
- Çok hücreli canlılarda görülür.

**Bu özelliklerden hangileri bölünerek üremeye, hangileri sporla üremeye aittir? Bilgilerin başındaki harfleri Venn şeması üzerine doğru bir şekilde yazınız.**

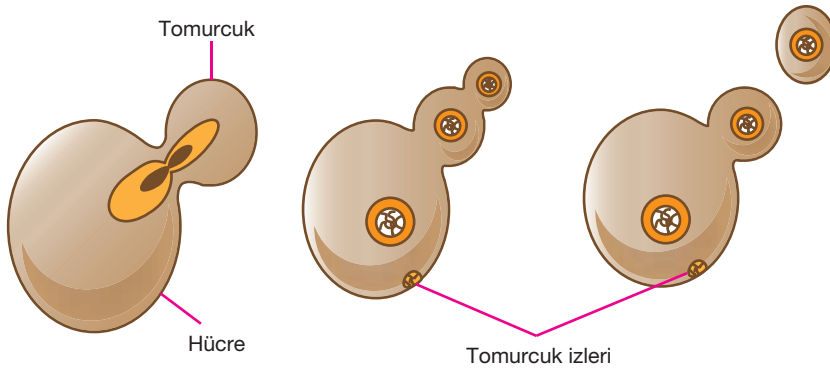


2. Aşağıdaki canlılarda hangi eşeysiz üreme çeşitleri görülür? Yazınız.

- |                                  |                                   |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| a) Plazmodyum (Sıtma paraziti) : | b) Ciğerotları :                  |
| c) Bakteriler :                  | d) Paramesyum (Terliksi hayvan) : |
| e) Arkeler :                     | f) Mantarlar :                    |

### 3. Tomurcuklanma

Ana canlının vücudunda oluşan bir ya da daha fazla çıkıntının gelişmesi sonucu yeni bireylerin oluşmasına **tomurcuklanma** denir. Oluşan tomurcuklar, ana canlı üzerinde kalarak koloni oluşturabileceği gibi ana canlıdan ayrılarak bağımsız olarak da yaşamını devam ettirebilir (Görsel 1.31). Oluşan tomurcuklar başlangıçta ana canlıdan çok küçüktür. Ancak ana canlı ile yavruların kalıtsal özellikleri aynıdır. Tomurcuklanma, büyüklük farkının fazla olması ve koloni oluşturabilme yeteneği yönüyle bölünerek üremeden ayrılır.



#### ► Görsel 1.31

*Bira mayasında tomurcuklanma ve koloni oluşumu*

Bazı protistlerde, bira mayası hücrelerinde, süngerlerde ve sölen-terlerde (hidra, denizanası ve mercanlar) görülür (Görsel 1.32, 1.33 ve 1.34).

### 4. Vejetatif Üreme

Bitkilerde görülen vejetatif üreme; ana bitkinin dal, yaprak gibi parçalarının çimlenmesiyle gerçekleşir ve onarım esasına dayalı bir eşeysiz üreme çeşididir.

Bitkiler bölünebilen dokulara sahiptir. Bu hücrelerin bölünebilme yeteneği sayesinde bitkisel organlar kendini onarabilir. Mitoz bölünme ile gerçekleşen bu onarım sürecinin sonunda, bu bitkisel yapılardan yeni bitkiler oluşur.

Genellikle çiçekli bitkilerde görülür. Üzüm, muz, gözyaşı bitkisi, kavak, söğüt, patates ve soğan gibi bitkiler vejetatif olarak üremektedir. Bunun dışında üzüm, muz, kavak ve söğüt eşeyli üreyerek tohum da oluşturabilir. Vejetatif üretim, zirai üretimde de yaygın olarak kullanılmaktadır.

#### Zirai üretimde vejetatif üretimin kullanım amaçları şunlardır:

- ◆ Üretimi hedeflenen bitkilerin kalıtsal özelliklerini koruma
- ◆ Tohumla üretimi zor olan bitkileri üretme
- ◆ Bitkilerin üretim hızını artırma
- ◆ Nesli tükenmekte olan bitkileri üretme
- ◆ Tohum oluşturamayan bitkilerin üretimini yapma



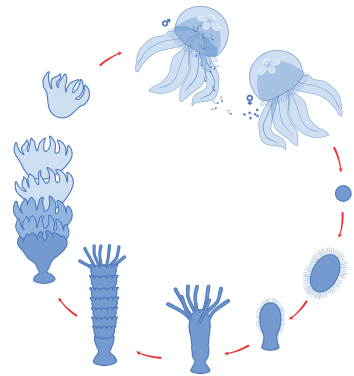
#### ► Görsel 1.32

*Süngerlerde tomurcuklanma*



#### ► Görsel 1.33

*Hidrada tomurcuklanma*



#### ► Görsel 1.34

*Denizanasında tomurcuklanma*

### Performans Görevi

Bir patates yumrusunu eşit büyüklükte parçalara ayırınız. Üzerinde göz bulunan ve bulunmayan parçaları ayrı ayrı iki saksıya dikerek sulayınız.

Bir ayın sonunda hangi saksıda kaç patates filizi oluştuğunu gözlemleyiniz ve tablo hâline getiriniz. Tablodaki verileri belirli periyotlarda çektiğiniz fotoğraflarla destekleyiniz.



► Görsel 1.36

Patates yumrusundaki gözlerin çimlenmesi



► Görsel 1.37

Sarımsak soğanla ürer.



► Görsel 1.38

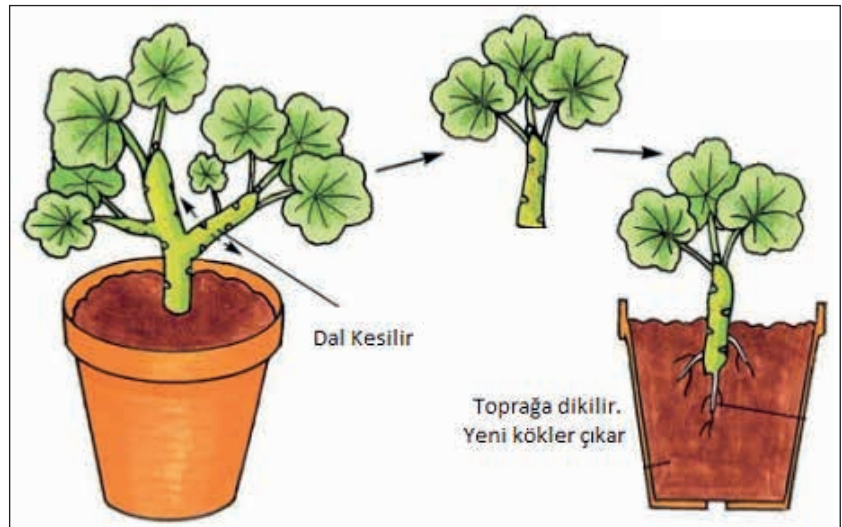
Çilekte sürünücü gövde ile üreme

Önemli vejetatif üreme çeşitleri şunlardır:

#### a) Çelikle Üreme

Bitkilerin dal ve kök parçalarından yeni bitkilerin üretilmesine **çelikle üretim** denir. Nemli toprakta ya da suda bir süre bekletilerek köklendirilen bitki parçalarından yeni bitkiler üretilir.

Çekirdeksiz üzüm, muz, Afrika menekşesi, kavak ve söğüt gibi bitkiler çelikle üretilmektedir (Görsel 1.35).



► Görsel 1.35

Çelikle üreme

#### b) Yumru Gövde ile Üreme

Patates ve yer elması gibi bitkilerin yer altı gövdelerindeki gözlerden (nodlardan) yeni yumruların ve bitkilerin oluşmasına **yumru gövde ile üreme** denir (Görsel 1.36).

#### c) Soğanla Üreme

Genellikle sarımsak, soğan, muz, zambak, salep ve safran gibi tek çenekli bitkiler bu yolla ürer (Görsel 1.37).

Kalın gövde uzantılarına **soğan** denir. Soğanlar toprak altında uzayarak saçak kök oluşturur. Bitki olgunlaştığında, vejetatif olarak toprak altında yeni soğanlar oluşturur.

#### d) Sürünücü Gövde ile Üreme

Ana gövdeden gelişen dalların veya gövdenin üzerindeki gözlerin toprakla teması sonucunda köklenme ile yeni bitkilerin oluşmasına **sürünücü gövde ile üreme** denir.

Çilek, sarmaşık ve üzüm gibi bitkilerde görülür (Görsel 1.38).

Doku kültürü yöntemi ve aşılama da vejetatif üretim tekniklerindedir.

### Doku Kültürü Yöntemi

Bitkilerden elde edilen parçalardan, özel besi ortamlarında yeni bitkilerin üretilmesi yöntemine **doku kültürü** denir (Görsel 1.39).

Bu uygulamada, steril besi ortamları hazırlanır. Doku parçaları bu steril besi ortamlarına yerleştirilerek uygun şartlarda mitozla hücre çoğalması gerçekleştirilir. Doku farklılaşması olmadan oluşan hücre yığınlarına **kallus** denir. Kalluslar; hormonlarla desteklenmiş farklı besi ortamlarına alınarak kallusun kök ve gövde dokularının kalluslardan farklılaşması ile yeni bitki oluşumu sağlanır. Bitki filizleri, birbirinden ayrılarak farklı besi ortamlarında büyütülür ve belirli bir büyüklükten sonra seralara alınır (Görsel 1.40).

Doku kültürü yöntemi ile tohumla veya diğer yöntemlerle üretimi zor olan bitkilerin özel besi ortamlarında üretimi sağlanır. Bu sayede, vejetatif olarak bitkiler klonlanır ve aynı genetik yapıya sahip bitkiler elde edilir.

### Aşılama

Bazı bitkilerden elde edilen tomurcukların veya doku parçalarının başka bir bitkiye taşınmasına **aşılama** denir. Aşılama ile kök ve gövde yapısı güçlü olan bitkiler üzerinde verimi yüksek tomurcuklar geliştirilmiş olur. Bu yöntemle bitkilerin üretim hızı ve verimi artırılmış olur (Görsel 1.41).

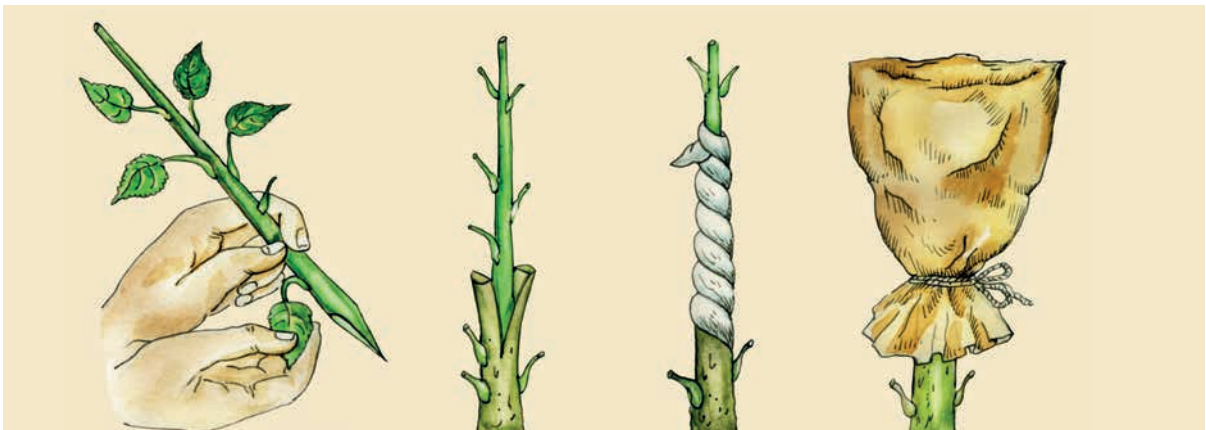
Aşılama ile transfer edilen doku, farklı bir bitki üzerinde geliştiği için bir bitki üzerinde iki farklı genetik yapı bulunur. Ancak aşılanan tomurcuktan gelişen dallar, aşının alındığı bitkinin genetik özelliklerini gösterir ve aynı özellikte ürünler verir.



► **Görsel 1.39**  
Doku kültürü ile bitki üretimi



► **Görsel 1.40**  
Doku kültürünün oluşum aşamaları



► **Görsel 1.41**  
Aşılama teknikleri

## DENEY

## Gözyaşı Bitkisinde Vejetatif Üreme



## Araç Gereçler

- Gözyaşı bitkisi
- Çiçek toprağı
- Saksı

**Amaç:** Vejetatif yapılardan bitkilerin üretilmesi



## Deneyin Yapılışı

Yukarıdaki görselde görüldüğü gibi, gözyaşı bitkisinin yapraklarının kenarlarında tomurcuklar oluşur. **Bryophyllum** (Biryofilum) yaprakların uç kısımlarında bulunan küçük tomurcuklardan birkaç tane kopararak yeni bir saksıya hafifçe gömülecek şekilde dikiş.

Daha sonra, düzenli şekilde saksıdaki bitki parçalarını sulayınız.

On günün sonunda, vejetatif tomurcukları inceleyerek değişimleri defterinize kaydediniz.

## Deneyin Sonucu

1. Tomurcuklarda kök oluşumu görüldü mü? Yaprak sayısı arttı mı? Elde ettiğiniz sonuçları açıklayınız?
2. Vejetatif üremede hangi bitkisel dokular etkili olmuştur? Açıklayınız.
3. Vejetatif üreme ile oluşan bitkilerin genetik yapısı ana bitkiden farklı mıdır? Açıklayınız.
4. Yaprak kenarında oluşmuş olan bu tomurcuklar, gözyaşı bitkisinin doğada yayılmasında etkili olabilir mi? Açıklayınız.

## Dikkat

Vejetatif üretim teknikleri, nesli tükenmekte olan bitki türlerinin korunması, üretimi zor olan bitki türlerinin çoğaltılması ve geliştirilmesi ile ekonomik önemi olan bitkilerin çok sayıda üretilmesi bakımından son derece önemlidir.

## Eşsüz Üremenin Bahçecilik ve Tarım Sektöründeki Önemi ve Uygulama Teknikleri

Doku kültürü tekniğı ile ekonomik önemi olan bitkiler kalıtsal özellikleri korunarak üretilebilmektedir. Soğan, yumru ve çelikle yapılan tarımsal üretimlerde ürün verimi daha fazladır. Çünkü üretim daha kısa sürede ve kalıtsal özellikler korunarak gerçekleştirilebilmektedir.

Aşılama tekniğı ile de verimi düşük ancak kök ve gövdesi dayanıklı bitkilerden yüksek verim elde edilebilmektedir.

Bu nedenlerle, tarımsal üretimde vejetatif üretim yaygın olarak kullanılmaktadır.



## 5. Rejenerasyon ile Üreme

Canlılarda, çeşitli nedenlerle yaralanan ya da kopan vücut parçalarının yenilenecek yerine konulmasına **rejenerasyon (yenilenme)** denir. Kopan parçanın rejenerasyonla kendini yenilemesi bazı canlılarda yeni birey oluşumu ile sonuçlanır. Bu olaya **rejenerasyon ile üreme** denir.

Süngerlerde, yassı solucanlarda, bazı denizyıldızı türlerinde ve halkalı solucanlarda rejenerasyonla üreme görülür.

Omurgasızlardan omurgalılara doğru canlıların rejenerasyon yeteneği azalır. Omurgalılarda rejenerasyon olayı, zarar gören doku ve organın onarımı düzeyinde olurken bazı omurgasızlarda üreme düzeyinde gerçekleşebilmektedir. Denizyıldızlarının bazı türlerinde sadece kopan kollar yenilerken, bazı türlerinde ise kopan her bir koldan tüm bir birey gelişmektedir. Böylece denizyıldızlarının bu türlerinde eşeysiz üreme gerçekleşmiş olur. Burada dikkat edilmesi gereken husus, yenilenmenin gerçekleşmesi için kopan her bir parçanın merkezi diskten 1/5'ini alması gerektiğidir (Görsel 1.42). Kertenkele, kopan kuyruğunun yerine rejenerasyon ile yeniden kuyruk oluşturabilir (Görsel 1.43). Semenderin kopan bacağının yerine rejenerasyonla yeni bir bacak oluşur. Ancak kertenkelenin kopan kuyruğundan yeni bir kertenkele ya da semenderin kopan bacağından yeni bir semender oluşamaz. Bu nedenle bu olaylardaki yenilenme, organın onarımı düzeyinde olduğu için eşeysiz üreme değildir.

## 6. Partenogenez

Döllenenmiş yumurta hücresinden yeni bireyin oluşmasına **partenogenez** denir. Partenogenez olayı, bazı omurgasız ve omurgalı hayvan türlerinde görülebilmektedir.

Partenogenez; arılarda, su pirelerinde, karıncalarda, yaprak bitlerinde ve kelebeklerde görülebilmektedir. Omurgalılarda ise bazı balık, kurbağa, sürüngen ve kuş türlerinde görülebilmektedir (Görsel 1.44).

Oluşum şekline göre partenogenez ikiye ayrılır. Doğal ortamlarda canlıların hayat süreci içinde gerçekleşen partenogeneze **doğal partenogenez**, deneysel uygulamalar sonucunda gerçekleşen partenogeneze ise **deneysel partenogenez** denir. Erkek bal arılarının oluşumu, doğal partenogeneze örnek gösterilebilir. Döllenenmiş ipek böceği yumurtaları fırçalandığı zaman deneysel olarak partenogenezle yeni bireyler oluşur.



► **Görsel 1.42**

*Denizyıldızında rejenerasyonla üreme*



► **Görsel 1.43**

*Kertenkelenin kopan kuyruğunun rejenerasyonla onarımı*



Kelebek



Su piresi



Kamçı kuyruklu kertenkele

► **Görsel 1.44**

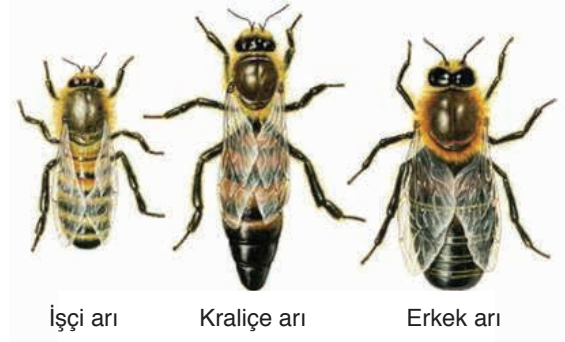
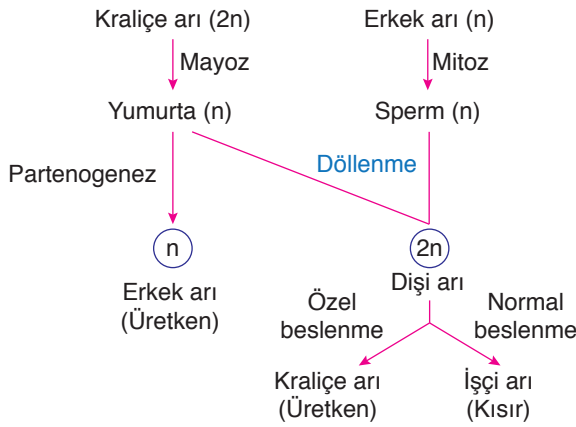
*Partenogenez görülen bazı canlılar*



Online Biyoloji

<http://www.eba.gov.tr/video/izle/53097c8120b8d96fa4761b271c6c21f3eeef881ed6002>

Bal arılarında kraliçe ve işçi arılar diploittir. Erkek bal arıları ise haploittir. Erkek bal arıları, döllenmemiş yumurtanın gelişmesi sonucunda partenogenezle oluşur. Dişi bal arıları ise döllenme sonucu eşeyli üremeye meydana gelir. Yumurta mayoz ile üretilirken spermier mitozla üretilir. Kraliçe arının yumurtalarından bir kısmı döllenmeden gelişerek n kromozumlu erkek arıları oluştururken bir kısmı ise döllenerek 2n kromozumlu dişi arıları oluşturur. Dişi bal arıları, beslenme şekline göre kraliçe veya işçi arı olarak gelişir (Görsel 1.45).



### ► Görsel 1.45

Bal arılarında partenogenez

## Neler Öğrendik?

1. Aşağıdaki tabloda verilen tanımlarla kavramları eşleştiriniz.

Tanımlar	Kavramlar
1. Bir hücrenin çekirdek ve sitoplazmasının boğumlanmasıyla oluşan üreme şeklidir.	( ) Vejetatif üreme
2. Ana canlının vücudundan oluşan çıkıntılardan yeni yavruların oluşması durumudur.	( ) Doku kültürü
3. Bitkilerin vücutlarından ayrılan parçalardan yenilenme ile yeni bitkilerin oluşmasıdır.	( ) Eşeysiz üreme
4. Mantarlarda ve çiçeksiz bitkilerde görülen eşeysiz üreme çeşididir.	( ) Tomurcuklanma
5. Bitkilerin laboratuvar ortamında hazırlanan özel besi ortamlarında klonlanmasına denir.	( ) Rejenerasyon
6. Canlıların doku ve organlarının mitozla kendini onarmasına denir.	( ) Bölünerek üreme
7. Tek ata canlıdan gerçekleşen üreme şeklidir.	( ) Sporla üreme

2. Aşağıda belirtilen durumlardan hangileri gerçekleştirildiğinde kalıtsal özellikleri ata canlı ile aynı olan bireyler elde edilir? Uygun seçenekleri işaretleyiniz.

- a. Bir bitkinin kök ucundan alınan doku örneklerinden yeni bitkilerin üretilmesi
- b. Şapkalı mantarlardan elde edilen sporelerden yeni mantarların üretilmesi
- c. Çiçekli bir bitkiden elde edilen tohumlardan yeni bitkilerin üretilmesi
- d. Planaryadan (bir yassı solucan türü) kopan bir parçadan yeni planaryaların üretilmesi
- e. Bir patates yumrusundan elde edilen gözlerden (nodlardan) yeni patates bitkilerinin üretilmesi

3. Aşağıdaki parçada boş bırakılan yerlere yandaki kutucuklarda verilen terimlerden uygun olanları seçerek yazınız.

Eşeysiz üreme genellikle ..... hücre bölünmesi ile gerçekleşir. Çiçeksiz bitkilerde spor hücreleri ..... ile oluşur. Yaraların onarımında kullanılan ..... olayı, bazı canlılarda üreme ile neticelenir. Plazmodyumun (sıtma paraziti) eşeysiz üremesi ..... oluşumu ile gerçekleşir. .... üreme ile aynı genetik yapıda çiçekli bitkiler oluşturulabilir.

Spor

Rejenerasyon

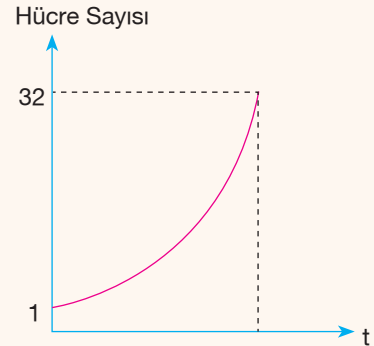
Mitoz

Mayoz

Vejetatif

4. Yandaki grafikte bölünerek üreyen bir canlının belirli bir zaman dilimi içinde birey sayısı artışı gösterilmiştir.

**Bu grafiğe göre toplam kaç hücre bölünmesi gerçekleşmiştir? Açıklayınız.**



5. Yandaki tabloda bazı canlıların isimleri numaralandırılarak verilmiştir. Aşağıda verilen üreme çeşitlerinin karşısına canlılara ait numaraları uygun olacak şekilde yazınız.

Yassı solucan 1	Bira mayası 2
Şapkalı mantar 3	Bakteriler 4
Kara yosunu 5	Deniz yıldızı 6

- a. Rejenerasyonla üreyebilen canlılar:
- b. Sporla üreyebilen canlılar:
- c. Tomurcuklanma ile üreyebilen canlılar:
- d. Bölünerek üreyebilen canlılar:

## Okuma Parçası

## Rejenerasyonda Zirve: Aksolotl



Yetenekleri bilim insanlarını heyecanlandıran **Aksolotllar (*Ambystoma mexicanum*)**, bu yetenekleri konusunda övünmeyi sonuna kadar hak ediyor. Yukarıda görseli verilen ve kaplan semenderi grubuna ait olan bu canlı, bilim insanlarını neden bu kadar heyecanlandırmaktadır? Çünkü bu canlılar rejenerasyon şampiyonudur. Onların bu yeteneği tam olarak keşfedilerek bundan yararlanılabildiğinde alzheimer, parkinson ve felç gibi birçok hastalığın tedavi edilebilmesini sağlayacaktır.

Aksolotllar, Meksika civarındaki soğuk göllerde yaşar. Bu canlılar başkalaşım (metamorfoz) geçirmez. Yani gelişimleri sırasında larva evresi görülmez. Semenderlere benzeseler de, başkalaşım geçirmemeleri ve kafalarının yanında dış solungaçları olması gibi nedenlerle semenderlerden ayrılırlar.

Aksolotllar, rejenerasyonda kertenkele ve deniz yıldızından daha yeteneklidir. Öyle ki tüm vücudunu, hatta beyin hücrelerini bile yenileyebilir. Aksolotlların bu yeteneğinin büyüklüğü insanla kıyaslandığında daha net anlaşılacaktır. İnsanlarda rejenerasyon çok sınırlıdır. Kesikler ve küçük yaralar onarılabilir ancak insan kopan parmağının bile yerine yenisini oluşturamaz. İnsan sinir hücreleri, kas hücreleri ise bölünmezler.

Bir semender çeşidi olan Newtler, gözünün lens tabakasını yenileyebilme yeteneğine sahiptir. Bu özellik Aksolotllarda erken embriyolojik dönemde görülür. Bununla birlikte aksolotllar her zaman kol onarımını yapabilir. Yani kolu koptuğunda rejenerasyonla yeni bir kol oluşturabilir.

Bu özelliklerinden dolayı Aksolotllar, rejeneratif biyoloji çalışmalarında model alınan organizmalardır. Belki gelecekte bu canlılara rejenerasyon yeteneğini kazandıran genler tam olarak belirlenecek ve gen aktarımı yoluyla doku ve organ kayıpları gibi hastalıklar tedavi edilebilecektir.

*Yazar tarafından derlenmiştir.*

## 1. Bölüm Değerlendirmesi

A. Aşağıdaki şekillerde bir hücrenin mitoz bölünmesine ait bazı evreleri gösterilmiştir.



1. Bu evrelerin adlarını aşağıya yazınız.

- (I)  
(II)  
(III)  
(IV)

2. Bu evrelerin gerçekleşme sırasını aşağıya yazınız.

- B. I. Tomurcuklanma  
II. Bölünerek üreme  
III. Sporla üreme  
IV. Vejetatif üreme

Yukarıda bazı eşeysiz üreme çeşitlerinin adları verilmiştir.

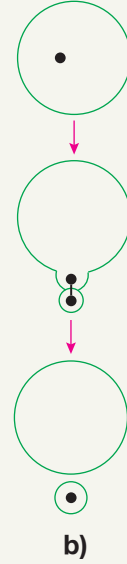
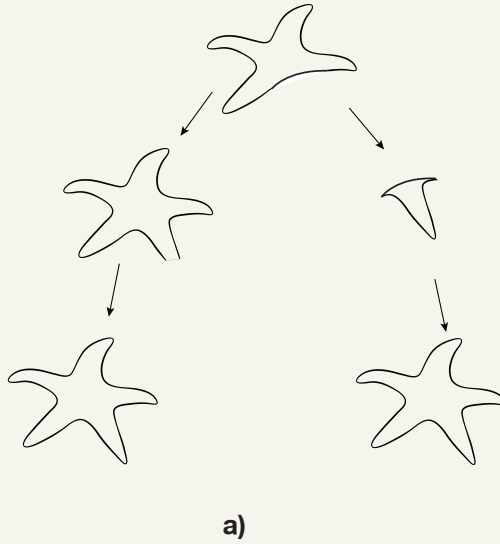
**Buna göre aşağıda verilen soruları cevaplayınız.**

- a) Hangileri tek hücreli canlılarda görülebilir?  
b) Hangileri bitkilerde görülebilir?  
c) Hangilerinden yararlanarak çiçekli bitkilerin ziraî üretimi yapılabilir?

C. Aşağıda belirtilen özelliklerden hangileri eşeysiz üremeye aittir? Özelliklerin karşısındaki kutucuğu işaretleyerek belirtiniz.

- a) Yavru bireyler tek ata canlıdan gelişir.   
b) Döllenme görülür.   
c) Hayvanlarda görülmez.   
ç) Kısa sürede çok sayıda yavru oluşabilir.   
d) Bakterilerde, protistalarda, mantarlarda ve çiçeksiz bitkilerde görülür.

- Ç. Aşağıda bazı üreme çeşitleri şematik olarak gösterilmiştir. Buna göre, üreme çeşitlerinin adlarını ilgili şemanın altına yazınız.



- D. Mitoz bölünme süreci ile ilgili aşağıdaki olayların karşısındaki kutucuğa gerçekleşme sırasına göre uygun rakamı yazınız.

a) İğ iplikleri oluşur ve kromozomların sentromerlerine bağlanır.

b) Kardeş kromatitler birbirinden ayrılarak hücrenin karşı kutuplarına çekilir.

c) Çekirdek zarı kaybolur.

ç) Kromatin iplikler kısalıp kalınlaşarak kromozomlara dönüşür.

- E. Bakterilerde bölünerek üreme ile ilgili aşağıda verilen olaylar hangi sıraya göre gerçekleşir? Yandaki tabloyu buna göre doldurunuz.

1	2	3	4

a) DNA kendini eşler.

b) Sitoplazma hücrenin orta kısmından boğumlanır.

c) DNA molekülleri birbirinden uzaklaşır.

ç) Hücrenin hacmi artar ve boyu uzar.

**F. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruların cevaplarını işaretleyiniz.**

**1. Rejenerasyonla üreme ile ilgili;**

- I. Vücuttan ayrılan parçalardan yeni bireyler oluşur.
- II. Oluşan canlılar ile ana canlı aynı genetik yapıdadır.
- III. Omurgalılarda görülmez.

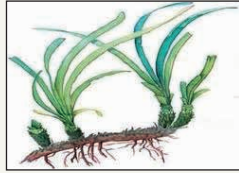
**İfadelerinden hangileri doğrudur?**

- A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) Yalnız III  
D) II ve III      E) I, II ve III

**2. Aşağıda bazı canlıların görselleri verilmiştir.**



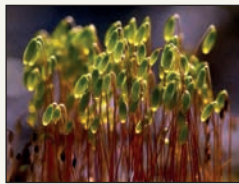
1. Soğan



2. Ayrık otu



3. Eğrelti otu



4. Karayosunu

**Bu görsellerdeki canlılarla ilgili;**

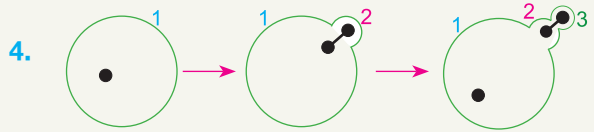
- I. 1 ve 2'de tomurcuklanma görülür.
- II. 3 ve 4'te sporla üreme görülür.
- III. Bu canlılar sadece eşeysiz olarak çoğalırlar.

**yargılarından hangileri yanlıştır?**

- A) Yalnız I      B) Yalnız III      C) I ve II  
D) I ve III      E) II ve III

**3. Aşağıda verilen üreme olaylarından hangisinde kalıtsal çeşitlilik görülür?**

- A) Tohumla domates üretimi  
B) Amipin ikiye bölünmesi  
C) Bakterinin ikiye bölünmesi  
D) Bira mayası hücrelerinin tomurcuklanması ile yeni bira mayası hücrelerinin oluşması  
E) Kavak bitkisinin çelikle üretilmesi



Yukarıdaki şekilde bira mayası hücrelerinde eşeysiz üreme gösterilmiştir.

**Yukarıdaki şekle göre,**

- I. Bira mayası hücreleri bölünerek ürer.
- II. 1, 2 ve 3. hücrelerin kalıtsal özellikleri aynıdır.
- III. 2 ve 3. hücreler koloni oluşturmuştur.
- IV. 1. hücre ile 3. hücrenin bazı organel çeşitleri farklıdır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

- A) I ve II      B) II ve III      C) III ve IV  
D) I, III ve IV      E) II, III ve IV

**5. Doku kültürü metodu ile aşağıdakilerden hangisi gerçekleştirilemez?**

- A) Bitkiler daha hızlı üretilir.  
B) Kalıtsal özellikler korunur.  
C) Tohumla üretimi zor olan bitkiler üretilir.  
D) Bitkisel doku ve organların canlılığı korunarak uzun süre saklanır.  
E) Bitkilerin verimi artırılır.

6. I. Tohumdan üretimi zor olan bitkileri üretme  
II. Nesli tükenmekte olan bitkileri üretme  
III. Yeni kalıtsal özelliklere sahip bitki ırkları elde etme  
IV. Bitkilerin üretim hızını artırma

**Yukarıdakilerden hangileri vejetatif üretilimin amaçlarından değildir?**

- A) Yalnız I      B) Yalnız III      C) I ve II  
D) II ve IV      E) III ve IV

7. DNA sentezi hücre döngüsünün hangi aşamasında gerçekleşir?

- A) İnterfaz      B) Profaz      C) Metafaz  
D) Anafaz      E) Telofaz

8. I. İğ ipliği oluşumu  
II. DNA'nın kendini eşlemesi  
III. Sitoplazmanın boğumlanma ile bölünmesi  
IV. Hücre hacminin artması

**Bakterilerin hayat döngüsünde yukarıda belirtilen durumlardan hangileri gözlenir?**

- A) I ve III      B) II ve III      C) II ve IV  
D) II, III ve IV      E) I, II, III ve IV

9.

Kavak 1	Eğrelti otu 2	Hidra 3
Mantar 4	Çilek 5	Kara yosunu 6

**Yukarıdaki tabloda belirtilen canlılar ile ilgili;**

- I. 2, 4 ve 6. canlılarda sporla üreme görülür.  
II. 1 ve 5. canlılarda çelikle üreme görülür.  
III. 3. canlıda tomurcuklanma ile üreme görülür.  
IV. Bu canlıların tamamı sadece eşeysiz olarak ürer.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

- A) I ve III      B) II ve III      C) I, II ve III  
D) I, III ve IV      E) II, III ve IV

10. Kanser hücrelerinin bölünmesi sırasında aşağıda belirtilen olaylardan hangisi gözlenmez?

- A) DNA'nın kendini eşlemesi  
B) Hücrelerin bölünmesi sonrasında birbirinden ayrılması  
C) Çekirdek eşlenmesi  
D) Sitoplazma bölünmesi  
E) Çekirdek zarının erimesi

11. Sporla üreme ile ilgili aşağıda verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Bazı bir hücreli canlılarda da görülebilir.  
B) Çiçeksiz bitkiden oluşan bütün sporlar aynı kalıtsal özelliktedir.  
C) Sporlar, çevre şartlarına çok dayanıklıdır.  
D) Sporlar, su ve rüzgar gibi çeşitli yollarla uzak mesafelere taşınabilir.  
E) Sporlar, yaşamlarını en düşük enerji düzeyinde devam ettirir.



# 2. Bölüm

## Mayoz ve Eşeyli Üreme

### KAVRAMLAR

- Diploit
- Döllenme
- Eşeyli üreme
- Haploit
- Crossing over
- Mayoz
- Sinapsis
- Tetrat

**Ç**evremizdeki canlı türlerini incelediğimizde benzerlik ve farklılıklar görülür. Aynı türün bireyleri arasında da farklılıklar gözlenebilir mi?

Mayoz bölünme özel bir bölünme çeşididir. Üreme hücreleri, mayoz bölünme ve farklılaşma süreci sonunda oluşur. Vücudumuzdaki her hücre mayoz geçirebilir mi? Mayoz bireyin yaşamının devamlılığı için zorunlu mudur?

Eşeyli üreme sonucunda oluşan yavruların, ata canlılara benzerlikleri olduğu gibi pek çok farklılıkları da vardır. Canlılardaki bu kalıtsal çeşitliliğin nedenleri nelerdir? Nesilden nesile, kalıtsal özellikler nasıl korunmaktadır?

Eşeyli üremenin iki temel özelliği vardır:

1. Mayoz hücre bölünmesi
2. Döllenme

Bu özellikler sayesinde eşeyli üreyen canlılarda kalıtsal çeşitlilik oluşurken nesilden nesile kromozom sayısı da korunmuş olur (Görsel 1.46).



#### ► Görsel 1.46

*Eşeyli üreyen canlılarda kalıtsal çeşitlilik*

### 1.2.1. Mayoz Bölünme

Eşey üreme hücrelerinin oluşumunu sağlayan özel bir bölünme şeklidir. Dolayısıyla mayoz bölünme, eşeyli üreme yapan tüm canlıların eşey ana hücrelerinde görülür. Üreme hücrelerine **gamet** denir. Gametler, erkek üreme hücresi (sperm) ve dişi üreme hücresi (yumurta) olmak üzere ikiye ayrılır.

Mayoz bölünmenin amacı, gamet oluşumu sırasında kromozom sayısının yarıya inmesini sağlamaktır. Bunun sonucunda yumurta ve sperm hücrelerinin döllenmesiyle kromozom sayısının her nesilde sabit kalması sağlanmış olur.

#### Mayoz Bölünmenin Temel Özellikleri

Mayoz bölünme interfaz aşamasının ardından iki bölünmenin meydana gelmesiyle oluşur. Mayoz sonucunda dört tane haploit hücre

#### Bilgi Kutusu

Mayoz öncesinde hücrede bir kez DNA kendini eşler. Mayozda çift bölünme olur. İlk bölünmede homolog kromozomların birbirinden ayrılmasıyla kromozom sayısı yarıya iner.

oluşur. Bu hücreler farklılaşarak gamet hücrelerini oluşturur ve gamet hücreleri bölünme yeteneğine sahip değildir. Ancak gamet hücrelerinin birleşmesi sonucunda oluşan zigot ilerleyen bölümlerde de görebileceğimiz gibi bölünme yeteneğine sahiptir ve mitoz bölünmeler sonucunda gelişerek bireyi oluşturur.

Mayoz, üreme amaçlı olarak gerçekleşen bir bölünme çeşididir ve kalıtsal çeşitliliği sağlar. Bireyin canlılığının devamı için gerekli değildir.

Mayoz hayatın bazı dönemlerinde görülür.

Eşey organlarına **gonad** denir. Genel olarak erkek eşey organına **er-bezi (testis)**, dişi eşey organına ise **yumurtalık (ovaryum)** denir. Eşey organlarında mayoz bölünmenin başlayabilmesi için canlının belirli bir olgunluğa ulaşması gerekir. Sadece eşey ana hücreleri mayoz bölünme geçirir. Eşey ana hücreleri eşey organlarında bulunur ve mayoz bölünme sonucunda oluşturdukları hücre çeşitlerine göre adlandırılır.

Örneğin, spermli oluşturulan hücreler sperm eşey ana hücresi adını alırken yumurtayı oluşturulan hücreler ise yumurta eşey ana hücresi adını alır.

Eşey ana hücreleri her zaman diploittir ( $2n$ ). Sadece diploit hücreler mayoz bölünme geçirebilir ve mayoz bölünme sonucu oluşan gametler haploittir. (Görsel 1.47).

Mayozun birinci bölünmesine "**mayoz 1**", ikinci bölünmesine ise "**mayoz 2**" adı verilir.

Mayozun 1. bölünmesinin sonunda kromozom sayısı yarıya iner ve haploit iki hücre oluşur.

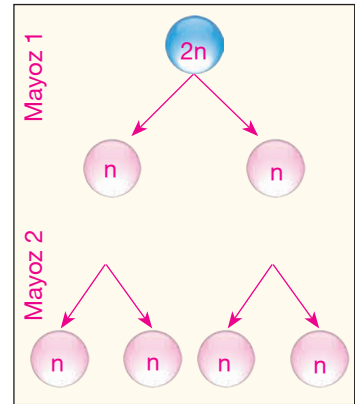
Mayozun 2. bölünmesinin sonunda ise haploit dört hücre oluşur ve mayoz bölünme sonlanır.

Mayoz sonucunda oluşan hücrelerde kalıtsal çeşitlilik görülür. Mayozda kalıtsal çeşitliliğin nedenleri; crossing over olayı ve tetrad yapısındaki dörtlü kromatit gruplarının gametlere bağımsız dağılımı olaylarıdır.

### Mayoz Bölünmenin Evreleri

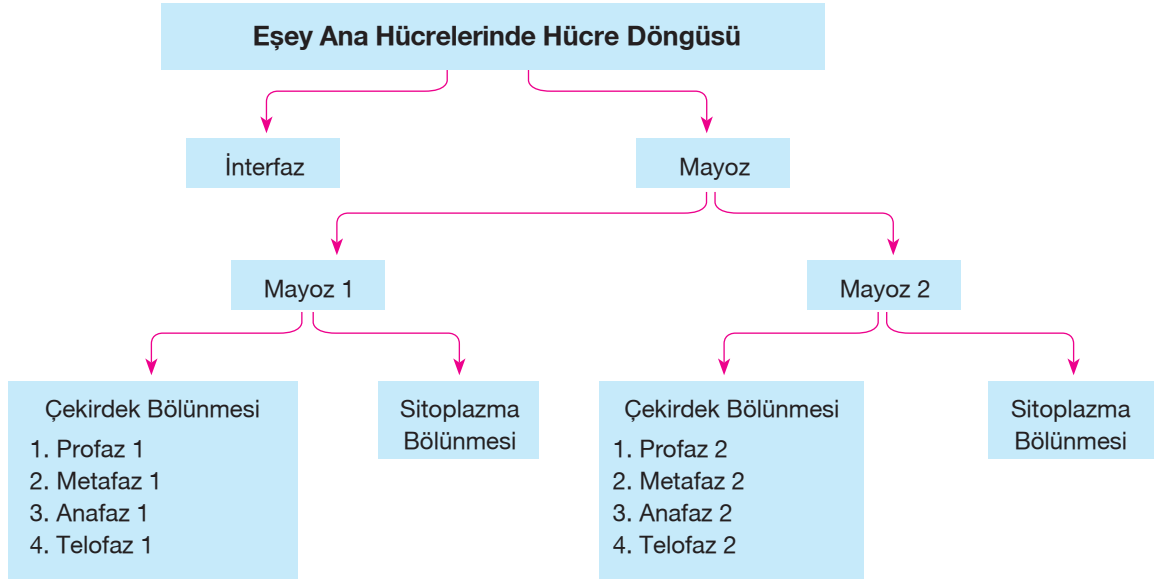
Eşey ana hücreleri interfaz evresinden sonra mayozun 1. bölünmesine başlar. Mayoz 1'de homolog kromozomlar ayrılır.

Mayoz 2 öncesinde interfaz gerçekleşmez. Mayoz 2, genel olarak mitoz benzer ve mayoz 2'de kardeş kromatit ayrılması görülür.



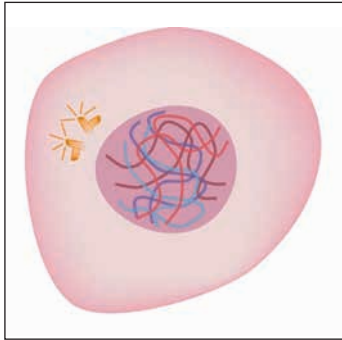
► Görsel 1.47

Mayoz bölünme ile kromozom sayısının yarıya inmesi



► **Görsel 1.48**

Mayoz bölünmenin evreleri



► **Görsel 1.49**

İnterfaz evresi

► **Bilgi Kutusu**

Mayoz bölünmenin profaz 1 evresinde kromatin ipliklerin kısalıp kalınlaşması ile kromozomlar oluşur. Homolog kromozomların kromatitleri, birbirleri ile sarmal yapı oluşturur.

Mayoz öncesinde gerçekleşen interfaz, mitozda gerçekleşen interfaz ile aynı özelliklere sahiptir. Mayozun interfazından sonra mayozun 1. bölünmesi daha sonra da 2. bölünmesi gerçekleşir (Görsel 1.48).

### İnterfaz

Protein sentezi, ATP üretimi ve RNA sentezi gibi metabolik olayların yoğun olduğu evredir. Çekirdekdeki DNA molekülleri kendini eşler ve bu şekilde kalıtım materyali iki katına çıkarılmış olur (Görsel 1.49).

### Mayozun 1. Bölünmesi

Bir çekirdek bölünmesi (karyokinez) ve bir sitoplazma bölünmesinden (sitokinez) oluşur. Mayozun karakteristik olaylarından olan crossing over olayı ve homolog kromozom ayrılması bu evrede gerçekleşir. Bu evrede kromozom sayısı yarıya inmiş iki hücre meydana gelir.

### Profaz 1

Kromatin iplik kısalıp kalınlaşarak kromozom şeklini alır. Sentrozom bölünerek hücrenin kutuplarına doğru hareket eder ve iğ ipliklerini oluşturur. Çekirdekçikler ve çekirdek zarı kaybolur. Bu özellikleri yönüyle **profaz 1**, mitozun profazına benzer.

Profaz 1, mayozun en uzun ve en karmaşık evresidir.

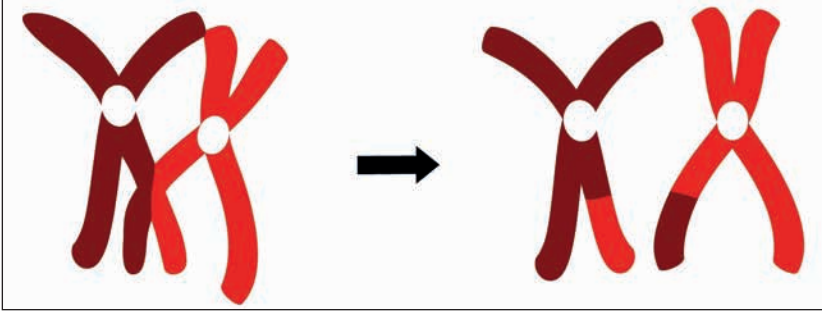
Profazın başlangıcında homolog kromozomlar ve kardeş kromatitler yan yana gelerek birbirinin üzerine kıvrılır. Oluşan bu yapıya **sinapsis** denir.

Homolog kromozom ve kromatitlerin kısalıp kalınlaşmasıyla oluşan dörtlü yapıya **tetrat** denir. Tetratların sayısı, mayoz geçirmekte olan hücrenin haploit kromozom sayısına eşittir.

Homolog kromozomların birbiriyle oluşturdukları temas noktalarına **kiyazma** denir. Homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitleri arasında kiyazma noktalarında gerçekleşen parça değişimine **crossing over** denir. Crossing over ile kalıtsal çeşitlilik artar. Ancak

krossing over canlıların temel özelliklerini değiştirmez. Krossing over olayı, gametlerde kalıtsal çeşitliliğin artmasını sağlar.

Tetrat yapısındaki her bir kromatit, mayoz sonunda farklı gametlere dağılır. Kromatitlerin bu bağımsız dağılım olayı da gametlerde çeşitliliği artırır. Krossing over olayı, rastgele meydana gelen bağımsız bir olaydır (Görsel 1.50).



► **Görsel 1.50**

*Krossing Over Olayı*

Profaz 1 sonunda hücrenin merkezinde serbest kalan tetratlar, kinetokorlarından iç ipliklerine tutunurlar (Görsel 1.51).

### Metafaz 1

Sentrozomlar hücrenin kutuplarına tamamen çekilmiş ve iç iplikleri oluşmuştur. Homolog kromozomlar, hücrenin ekvatorial düzleminde karşılıklı sıralanır (Görsel 1.52).

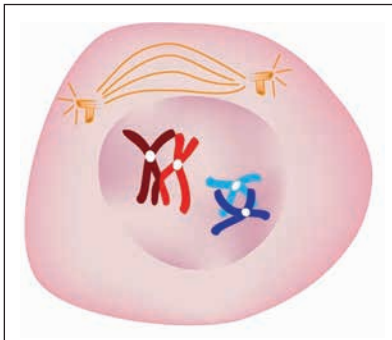
### Anafaz 1

Anne ve babadan gelen homolog kromozomlar, birbirinden ayrılarak hücrenin karşı kutuplarına rastgele dağılır (Görsel 1.53).

Anafaz sonunda hücrenin her bir kutbunda haploit sayıda kromozom toplanır.

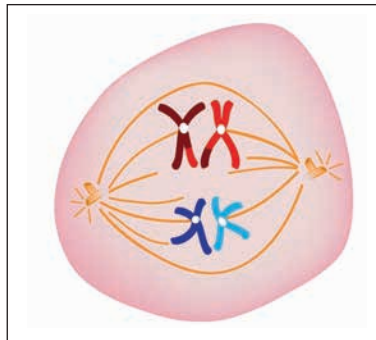
### Bilgi Kutusu

- Sperm ve yumurta eşey ana hücreleri insanda embriyonik gelişimin 6. haftasında oluşur.
- Yumurta oluşumu, embriyonik dönemde başlar ve dişi eşey ana hücreleri ergenlik dönemine kadar profaz 1 evresinde bekler.
- İnsan vücudunda 200'den fazla farklılaşmış hücre tipi vardır.



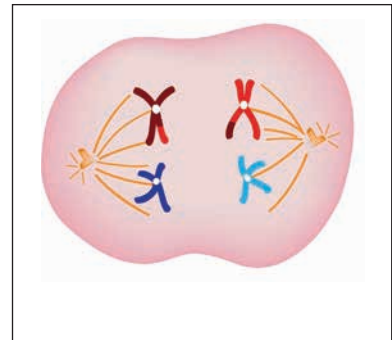
► **Görsel 1.51**

*Profaz 1 evresi*



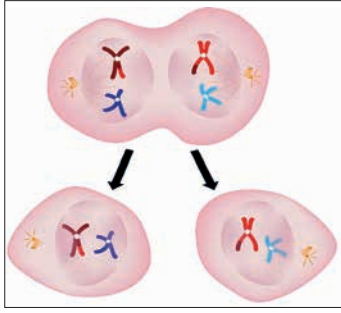
► **Görsel 1.52**

*Metafaz 1 evresi*



► **Görsel 1.53**

*Anafaz 1 evresi*



► **Görsel 1.54**  
Telofaz 1 ve sitokinez evreleri

### Telofaz 1

Hücrenin kutuplarında toplanan kromozomların çevresinde çekirdek zarı yeniden oluşur. İğ iplikleri kaybolur. Sitoplazma bölünmesi de bu evreyle birlikte başlar ve tamamlanır. Sonuçta haploit (n) kromozoma sahip iki hücre oluşur (Görsel 1.54).

### Mayozun 2. Bölünmesi

Mayoz 2 öncesinde interfaz evresi görülmez. Dolayısıyla DNA kendini eşlemez. Mayoz 1 sonucu oluşan her iki hücre, mayozun 2. bölünmesini geçirir ve haploit kromozomlu dört hücre meydana gelir. Mayoz 2 bölünmesi mitozaya benzer. Bu aşamada, kardeş kromatitler birbirinden ayrılır ve kromozom sayısında değişiklik meydana gelmez.

### Profaz 2

Çekirdek zarı kaybolur. Sentrozom bölünür ve iğ ipliklerini oluşturur. İğ iplikleri kardeş kromatitlerin kinetokorlarına bağlanır.

Bu evre çok kısadır. Bazı canlılarda mayoz 1'in tamamlanmasından hemen sonra mayoz 2, metafaz 2 evresiyle başlayabilmektedir.

### Metafaz 2

Kardeş kromatitler hücrenin ekvatorial düzleminde karşılıklı dizilir.

### Anafaz 2

Kardeş kromatitlerin sentromerleri bölünür ve birbirlerinden ayrılarak hücrenin karşı kutuplarına çekilir.

### Telofaz 2

Kromozomların etrafında çekirdek zarı oluşur ve iğ iplikleri kaybolur. Kromozomlar kromatine dönüşür.

Telofaz 2 ile birlikte sitoplazma bölünmesi de tamamlanır.

Mayoz 1 sonucu oluşan her bir hücre, mayoz 2'yi tamamlar.

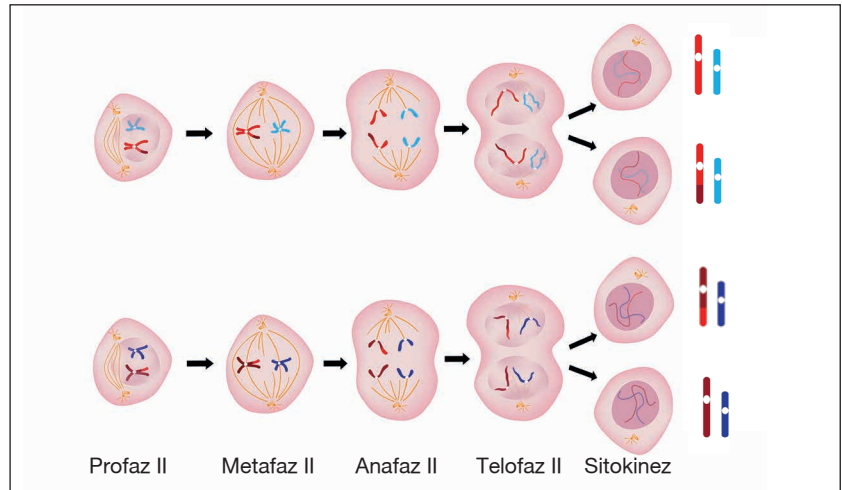
Sonuçta haploit sayıda kromozoma sahip dört hücre oluşur (Görsel 1.55).

### Dikkat

Mayoz hücre bölünmesinde sitoplazma bölünmesi; hayvan hücrelerinde boğumlanma ile, bitki hücrelerinde ise hücre plağı (ara bölme) ile olur.

### Bilgi Kutusu

Mayoz 1'de bir tane karyokinez ve sitokinez gerçekleşirken, mayoz 2'de iki tane karyokinez ve sitokinez gerçekleşir.



► **Görsel 1.55**  
Mayoz 2'nin evreleri

### Bitki Hücrelerinde Mayoz Bölünme

Bitki hücrelerinde hücre çeperinin varlığından dolayı hücre boğumlanarak bölünemediği için bitki hücrelerinin mitoz bölünmesinde olduğu gibi mayoz bölünmede de hücre plağı (ara lamel) oluşur ve bu şekilde sitoplazma bölünmesi gerçekleşir. Bitki hücrelerinde bir diğer fark ise sentrozom organelinin bulunmamasıdır. Bitki hücrelerinde iğ iplikleri mikrotübül organize edici merkez tarafından oluşturulur. Bitki hücrelerinde mayoz bölünme aşamaları aşağıdaki görselde gösterilmiştir (Görsel 1.56).



► **Görsel 1.56**

Bitki hücrelerinde mayoz hücre bölünmesi

### Mayozun 1. ve 2. Bölünmelerinin Karşılaştırılması

Mayoz bölünmenin karakteristik özellikleri olan tetrat oluşumu, crossing over olayı ve homolog kromozom ayrılması mayozun 1. bölünmesinde gerçekleşir. Mayozun 2. bölünmesi ise mitozla benzer ancak mayoz 2 kardeş kromatitlerin farklı kalıtsal kombinasyonlara sahip olabilmeleri yönüyle mitozdan ayrılmaktadır (Tablo 1.4).

► **Tablo 1.4:** Mayozun 1. bölünmesi ile 2. bölünmesinin karşılaştırılması

	MAYOZ I	MAYOZ II
1.	Tetrat oluşumu ve crossing over olayları görülür.	Tetrat oluşumu ve crossing over olayları görülmez.
2.	Homolog kromozomlar ayrılır.	Kardeş kromatitler ayrılır.
3.	Öncesinde interfaz görülür.	İnterfaz gerçekleşmez.
4.	Profaz 1 çok uzundur.	Profaz 2 kısa sürede tamamlanır.
5.	Sonuçta 2 hücre oluşur.	Sonuçta 4 hücre oluşur.
6.	Bölünme sonucunda kromozom sayısı yarıya iner.	Bölünme sonucunda kromozom sayısı değişmez.
7.	Sentromer bölünmesi olmaz.	Sentromer bölünmesi olur.
8.	Bölünme öncesinde DNA kendini eşler.	DNA eşlenmesi olmaz.
9.	Tek sitokinez olur.	İki sitokinez olur.

Mayoz 1'de oluşan tetrat sayısı, canlının haploit kromozom sayısına eşittir. Tetrat yapısındaki her bir kromatit, mayoz bölünme sonunda birbirinden ayrılarak farklı hücrelere dağılır.

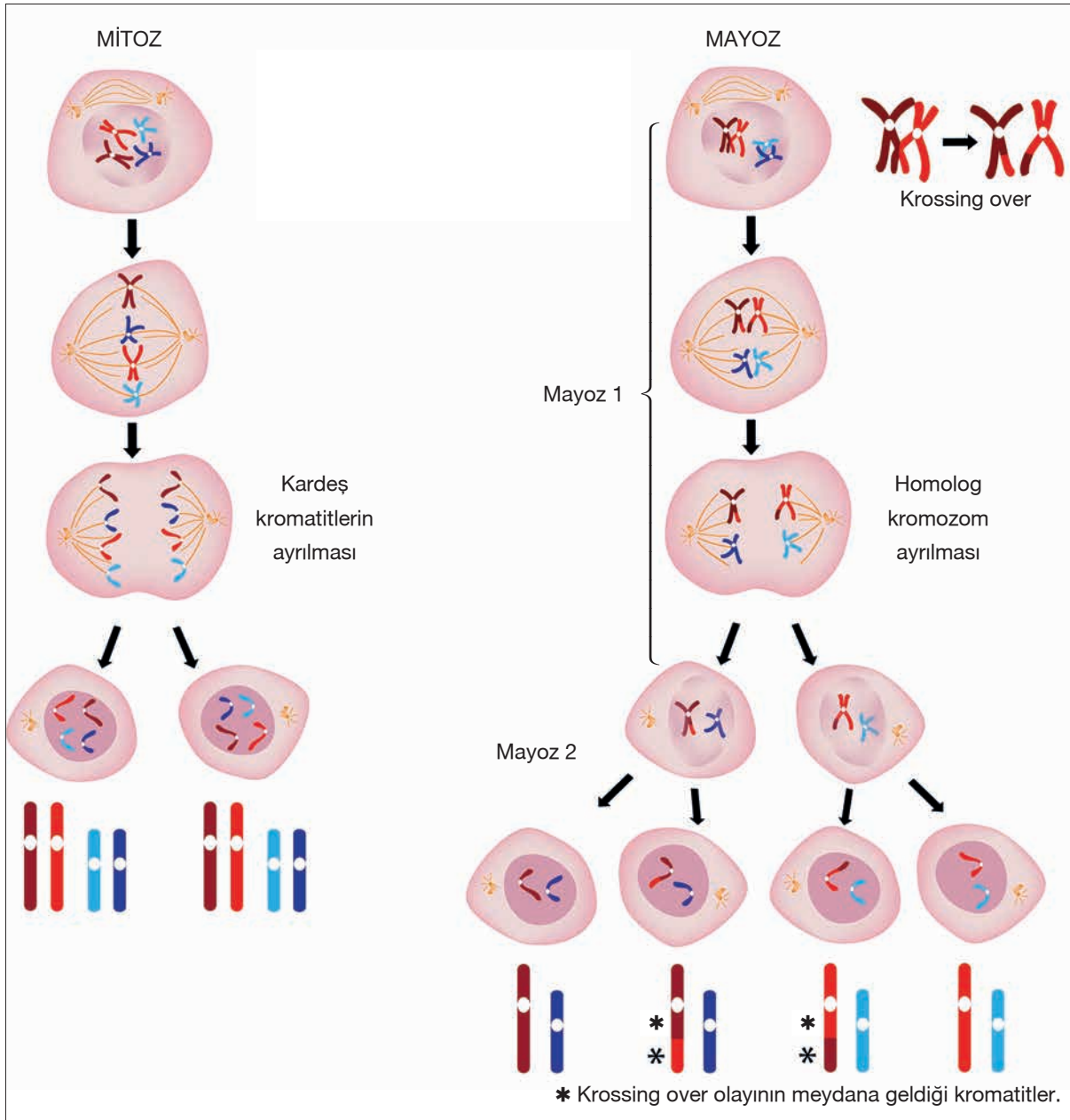


### Mitoz ve Mayoz Hücre Bölünmelerinin Karşılaştırılması

Mitoz ve mayoz bölünmenin amaç ve işleyiş yönüyle çok sayıda farklılıkları bulunmakla birlikte, ara aşamaların işleyişi bakımından çok sayıda benzerlikleri de vardır. Aşağıdaki şekil de mitoz ve mayoz bölünmenin şematik gösterimi verilmiştir. (Görsel 1.57).

#### Araştırma-Tartışalım

Mayoz bölünmenin mitoz bölünmeye göre avantajları ve dezavantajları nelerdir? Konuyla ilgili bir sunu hazırlayarak sonuçları arkadaşlarınızla tartışınız.



#### ► Görsel 1.57

Mitoz ve mayoz bölünmenin karşılaştırılması



Online Biyoloji

<http://www.eba.gov.tr/video/izle/72627461b7fcb9a942f4bdba1df40724bc0b81ed6001>

Mitoz ve mayoz arasındaki farklılık ve benzerlikler karşılaştırmalı bir şekilde Tablo 1.5'te gösterilmiştir.

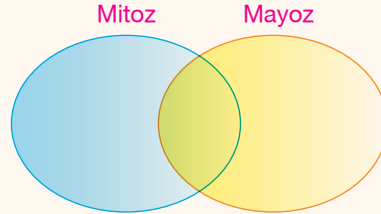
► **Tablo 1.5:** Mitoz ve mayoz bölünmenin karşılaştırılması

MİTOZ VE MAYOZ BÖLÜNMENİN FARKLARI		
	MİTOZ	MAYOZ
1.	Vücut hücreleri mitoz geçirir.	Eşey ana hücreleri mayoz geçirir.
2.	$n$ , $2n$ ve $3n$ kromozumlu hücreler mitoz geçirebilir.	Sadece $2n$ kromozumlu hücreler mayoz geçirir.
3.	Bütün organlarda görülebilir.	Sadece eşey organlarında (gonodlarda) görülür.
4.	Hayatın bütün dönemlerinde görülür.	Hayatın belirli dönemlerinde görülür.
5.	Bölünme sonucunda 2 hücre oluşur.	Bölünme tamamlandığında 4 hücre oluşur.
6.	Bir çekirdek eşlenmesi ve bir sitoplazma bölünmesi görülür.	İki çekirdek eşlenmesi ve iki sitoplazma bölünmesi görülür.
7.	Kromozom sayısı değişmez.	Kromozom sayısı yarıya iner.
8.	Oluşan hücreler tek hücreli ökaryot canlılarda eşeysiz üremeyi; çok hücreli canlılarda ise genellikle büyüme, gelişme ve rejenerasyonu sağlar.	Oluşan hücreler üremeyi sağlar.
9.	Kalıtsal çeşitlilik değişmez.	Kalıtsal çeşitlilik artar.
10.	Sinapsis, tetrad ve krossing over olayları görülmez.	Sinapsis, tetrad ve krossing over olayları mayozda profaz 1'de gözlenir.
11.	Homolog kromozom ayrılması gözlenmez.	Mayoz 1'de homolog kromozomlar ayrılır.
MİTOZ VE MAYOZ BÖLÜNMENİN BENZERLİKLERİ		
1.	Hücre sayısı artar.	
2.	Bölünme öncesinde DNA kendini eşler.	
3.	Üremede görevlidir.	
4.	Kardeş kromatitler ayrılır.	
5.	Sentrozom eşlenmesi, çekirdek zarının kaybolması, iğ ipliklerinin oluşumu, çekirdekçiklerin kaybolması vb. olaylar ortak olarak görülür.	

## Neler Öğrendik?

### 1. Aşağıda verilen özelliklerin numaralarını yanlarındaki Venn şemasına uygun şekilde yazınız.

1. Homolog kromozom ayrılması görülür.
2. DNA eşlenir.
3. Kardeş kromatitlerin ayrılması görülür.
4. Bölünme sonucu oluşan yavru hücrelerin kromozom sayısı değişmez.
5. Dört hücre oluşur.
6. Vücut hücrelerinde görülür.



### 2. Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere kutucuklarda verilen terimlerden uygun olanları seçerek yazınız.

Sentrozomlar ..... evresinde kendini eşler ve hücre bölünmesinin ..... evresinde bölünerek hücrenin kutuplarına doğru hareket eder. Kardeş kromatitler mitozun ..... evresinde ayrılırken mayoz bölünmenin ..... evresinde birbirinden ayrılır ve hücrenin karşı kutuplarına çekilir. Mayozun profaz I evresinde ..... kromozomların kardeş olmayan kromatitleri arasında parça değişimi gerçekleşir. Bu olaya ..... denir.

- Profaz
- Anafaz
- İnterfaz
- Anafaz II
- Krossing over
- Homolog

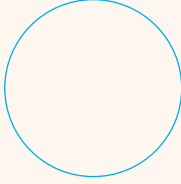
### 3. Mayoz bölünme sırasında gerçekleşen bazı olaylar aşağıda verilmiştir. Bu olayların gerçekleşme sırasını aşağıda verilen kutucuklara uygun şekilde yazınız.

- a. Sentrozomlar bölünerek hücrenin karşı kutuplarına doğru hareket ederken dörtlü kromozom grupları oluşur.
- b. Kardeş kromatitler birbirinden ayrılarak hücrenin kutuplarına taşınır.
- c. Krossing over olayı gerçekleşir.
- d. İğ iplikleri, homolog kromozomların kinetokorlarına bağlanır.
- e. Haploit sayıda kromozom, kromatitlere dönüşür.
- f. Homolog olmayan kromozomlara ait kromatitler, kısalıp kalınlaşarak kromozomlara dönüşür.

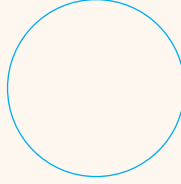
Olayların gerçekleşme sırası:

1	2	3	4	5	6

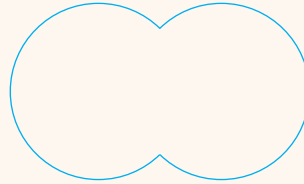
4.  $2n = 4$  kromozomlu mayoz bölünme geçiren bir eşey ana hücrenin aşağıda verilen bölünme aşamalarını uygun şekilde çizerek tamamlayınız.



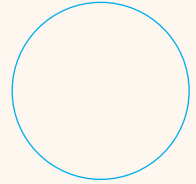
Anafaz 1



Anafaz 2



Telofaz 1



Metefaz 2

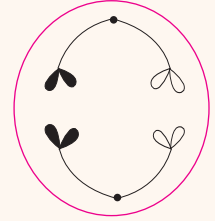
5.  $2n = 16$  kromozomlu bir eşey ana hücresi, mayoz hücre bölünmesi geçirmektedir.

Buna göre aşağıda verilen soruları cevaplayınız.

- Profaz 1'de oluşan tetrad sayısı kaçtır?
- Profaz 1'de toplam kaç kardeş kromatit bulunur?
- Metafaz I'de her bir hücrede kaç homolog kromozom bulunur?
- Anafaz II'de her bir hücrede toplam kaç kromatit bulunur?

6. Yanda şekli verilen hücre bölünmesi safhası ile ilgili aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- Bu şekil mitozla ait olsaydı bu aşamanın adı ne olurdu ve ana hücrenin kromozom sayısı kaç olurdu?
- Bu şekil mayozla ait olsaydı bu aşamanın adı ne olurdu ve ana hücrenin kromozom sayısı kaç olurdu?



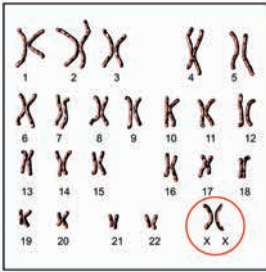
7. Aşağıda belirtilen özellikler mayoz bölünmenin hangi aşamalarında görülür? Özelliğin gözlemlendiği mayoz evresinin adını maddelerin altındaki ilgili boşluklara yazınız.

- Homolog kromozomlar hücrenin ekvatorial düzleminde sıralanır.
- Kardeş kromatitler birbirinden ayrılarak hücrenin karşı kutuplarına çekilir.
- Homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitleri arasında parça değişimi gerçekleşir.
- Homolog kromozomlar birbirinden ayrılarak hücrenin karşı kutuplarına çekilir.
- Haploit sayıda ve kardeşi bulunmayan kromozomlar uzayarak kromatin ipliklere dönüşür.

8. Aşağıda belirtilen özelliklerden hangileri mayozun 1. bölünmesinde görülür? Cümlelerin başındaki uygun kutucukları işaretleyiniz.

- a. Homolog kromozomlar ve bu kromozomların kromatitleri, birbirlerine yaklaşıp sarmal yapı oluşturur.
- b. Homolog kromozomlar, hücrenin ekvatorial düzleminde karşılıklı sıralanır.
- c. İğ iplikleri kaybolur ve çekirdek zarı oluşur.
- ç. Kromozom sayısı, bölünme sonunda yarıya iner.
- d. Bölünme sonucunda dört hücre oluşur.
- e. Crossing over olayı gerçekleşir.

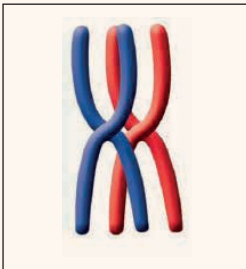
9.



Yandaki şekilde bir hücrenin kromozomlarından elde edilen görüntü gösterilmiştir.

Bu hücre ile ilgili olarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- a. Diploit kromozom sayısı kaçtır?
  - b. Mayoz geçirirse profaz 1'de kaç tetrad oluşur?
  - c. Toplam kromatit sayısı kaçtır?
  - ç. Bu kromozomlar mayozun hangi evresinde en net şekilde gözlenebilir? Sebebini açıklayınız.
10. Bir eşey ana hücresinin, mayoz bölünme sonucunda oluşan her bir hücreindeki kromozom sayısının 32 olduğu belirleniyor.  
**Buna göre eşey ana hücresinin kromozom sayısı kaçtır ve profaz 1 safhasında toplam kaç tane kromatit gözlenir?**
11. Aşağıdaki şekilde tetrad yapısındaki homolog kromozomlar gösterilmiştir. **Kardeş olmayan kromatitler arasında crossing over olduğunda ve crossing over olmadığında oluşabilecek gamet çeşitlerini aşağıdaki kutular içerisine çizerek gösteriniz.**



Krossing over olmazsa

**A**

Krossing over olursa

**B**

**Dikkat**

Eşeyli üremede iki temel özellik vardır:

1. Mayoz hücre bölünmesi
2. Döllenme

**1.2.2. Eşeyli Üreme**

Farklı eşeylerin oluşturduğu dişi ve erkek gametlerin birleşmesiyle gerçekleşen üreme şekline **eşeyli üreme** denir. Gametlerin birleşmesi sonucu zigot oluşur. Zigotun mitozla gelişmesi sonucunda ise birey meydana gelir.

Eşey ana hücrelerinin mayozla bölünmesi sonucunda kromozom sayısı yarıya inmiş gametler oluşur. Erkek ve dişi gametlerin döllenmesi sonucunda oluşan zigot ata canlılarla aynı kromozom sayısına sahiptir. Buradan da anlayacağımız gibi mayoz bölünme sonucunda kromozom sayısının yarıya inmesi, nesiller boyunca kromozom sayısının sabit kalmasını sağlamaktadır.

**Eşeyli Üremenin Temel Özellikleri**

- ◆ Temeli mayoz hücre bölünmesine dayanmaktadır.
- ◆ Kalıtsal çeşitlilik oluşur.
- ◆ Üreme hızı düşüktür.
- ◆ Oluşan bireyler çevresel değişimlere daha dayanıklıdır.
- ◆ Döllenme görülür.
- ◆ Dişi ve erkek olmak üzere farklı eşeyler görev alır.

Prokaryotlarda gen aktarımı ile, protistlerde ise çekirdek değişimi ile kalıtsal çeşitlilik sağlanır. Mantar, bitki ve hayvanlarda eşeyli üreme ile kalıtsal çeşitlilik sağlanır ve birey sayısı artırılır (Görsel 1.58).



► **Görsel 1.58**

Eşeyli üreyen bazı canlılar

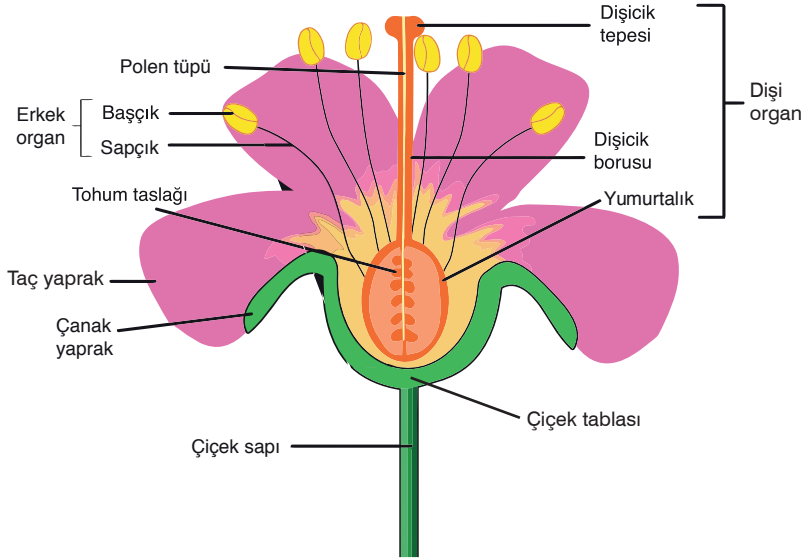
## Döllenme

Sperm ve yumurtaya ait çekirdeklerin birleşmesine **döllenme** denir (Görsel 1.59 ve 1.60).

Eşeyli üreme uzun bir süreçte gerçekleşir. Oluşan yavru sayısı azdır. Ancak, oluşan yavrular kalıtsal çeşitlilikten dolayı çevresel faktörlere karşı dayanıklıdır.

Mantarlarda, bitkilerde ve hayvanlarda eşeyli üreme ile yeni nesiller oluşur. Kuşlarda ve memelilerde yavru tek başına yaşayabilecek hale gelinceye kadar ana canlı tarafından bakımları görülür.

Çiçekli bitkilerde çeşitli şekillerde çiçek tozlarının dişi organın tepceğine taşınmasına **tozlaşma** denir (Görsel 1.61).



► **Görsel 1.61**

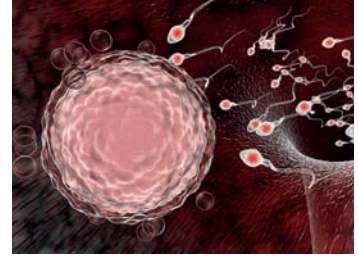
Çiçek yapısı

Çiçek tozları; tozlaşma sırasında dişi organın tepceğine böceklerle, yarasalarla, kuşlarla, rüzgârla ve yağmur suları ile doğal olarak taşınır. İnsan eliyle de suni tozlaşma gerçekleştirilebilir (Görsel 1.62 ve 1.63).

Tozlaşma sonrasında, ovaryumdaki embriyo kesesi içinde döllenme gerçekleşir.

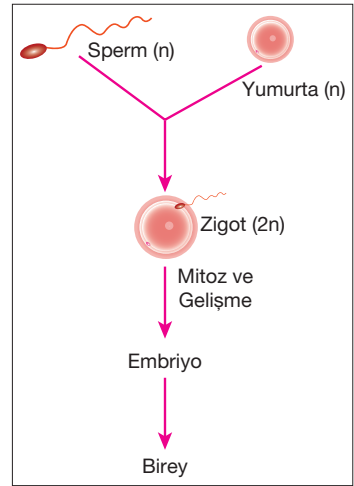
**Döllenme:** Polen (n) + Yumurta (n) → Zigot (2n) → Embriyo (2n)

Embriyo ve besi doku etrafında tohum kabuğu ve zar oluşur. Oluşan yapıya **tohum** denir. Tohum içinde embriyo uzun süre uyku halinde kalır. Düşük metabolizma hızıyla yaşamını devam ettirir.



► **Görsel 1.59**

Yumurta ve sperm hücreleri



► **Görsel 1.60**

Eşeyli üreme



► **Görsel 1.62**

Erkek organ ve çiçek tozları



► **Görsel 1.63**

Böceklerle tozlaşma



Online Biyoloji

<http://www.eba.gov.tr/video/izle/47387d55226bcce2c4daa9c00e08ef002b62681ed6006>



### ► Görsel 1.64

Aynı ailedeki fertler genetik açıdan birbirine benzerler.

### ■ Araştırılma-Tartışılma

Eşeyli üreme sonucunda kalıtsal çeşitlilik oluşmasaydı bunun olumsuz sonuçları neler olurdu? Araştırarak çalışmanızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.

Uygun sıcaklık, nem ve oksijen bulunan ortamda tohum çimlenerek bitkiyi oluşturur.

### Eşeyli Üreme ve Mayozun Canlıların Çeşitliliği Açısından Önemi

Eşeyli üreme uzun sürede gerçekleşir ve eşeysiz üreyen canlılara göre daha az sayıda birey oluşur. Bunlara rağmen doğada eşeyli çoğalan canlıların daha dayanıklı olmasının nedeni kazanılan kalıtsal çeşitliliğidir.

Mayoz bölünme, crossing over ve homolog kromozomların üreme hücrelerine bağımsız dağılımı ile gamet çeşitliliğini artırırken farklı genetik kombinasyonlara sahip üreme hücrelerinin döllenmesi ile bireylerde farklı özellikler ortaya çıkar.

Eşeyli üreme sonucunda oluşan yavrular, bazı özelliklerini anneden bazılarını babadan alırken anne ve babada çekinik kalarak ortaya çıkmayan özellikler, farklı gen kombinasyonlarının bir araya gelmesi ile yavrularda ortaya çıkabilir (Görsel 1.64).

Aynı türün bireyleri arasında çok sayıda farklı özelliğin görülmesi mayoz ve döllenmenin doğal bir sonucudur.

Eşeysiz ve eşeyli üreme kalıtım materyalinin gelecek nesillere aktarılmasını sağlar. Bununla beraber aralarında bazı farklar bulunur. Bu farklar Tablo 1.6'da gösterilmiştir.

► **Tablo 1.6:** Eşeysiz üreme ile eşeyli üremenin farkları

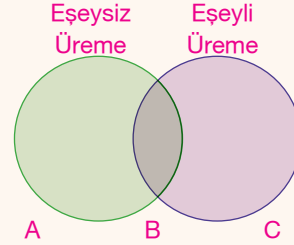
	Eşeysiz Üreme	Eşeyli Üreme
1.	Genellikle mitoz bölünme ile gerçekleşir.	Temeli mayozdur.
2.	Kalıtsal çeşitlilik görülmez.	Kalıtsal çeşitlilik görülür.
3.	Hızlıdır.	Yavaştır.
4.	Oluşan bireyler genellikle çevre koşullarına karşı dayanaksızdır.	Çevre koşullarına karşı genellikle dayanıklı bireyler oluşur.
5.	Döllenme görülmez.	Döllenme görülür.
6.	Yavrular tek ata canlıdan gelişir.	Erkek ve dişi üreme hücrelerinin döllenmesi sonucu yavrular gelişir.



## Neler Öğrendik?

1. Aşağıda verilen üreme tiplerine ait özelliklerin numaralarını yanda verilen Venn şemasının uygun bölümüne yazınız.

1. Mayoz görülür.
2. Kalıtsal çeşitlilik görülmez.
3. Farklı eşeylerin ürettiği üreme hücreleri birleşir.
4. Birey sayısı artar.
5. Üreme hızı çok yüksektir.



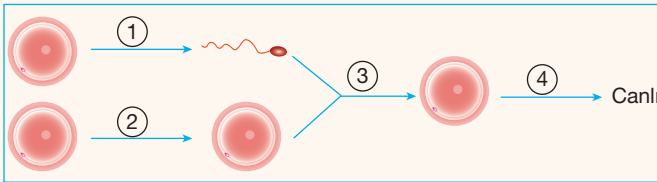
2. Aşağıda verilen ifadeleri yandaki kavramlardan uygun olanları ile eşleştiriniz.

1. Erkek ve dişi üreme hücrelerinin birleşmesiyle gerçekleşen üreme tipidir. ( )
2. Yavrular tek ata canlıdan oluşur. ( )
3. Yumurta ve spermin döllenmesi sonucu oluşur. ( )
4. Çiçekli bitkilerde bulunan dişiçik tepesine çiçek tozlarının taşınmasına denir. ( )

### Kavramlar

- a. Tozlaşma
- b. Eşeyli üreme
- c. Zigot
- d. Eşeyli üreme

3. Aşağıdaki şekilde rakamlarla gösterilen olayların adlarını yandaki tabloya yazınız.



1.	
2.	
3.	
4.	

Eşeyli üreme ①	Tomurcuklanma ②	Sporla üreme ③
Bölünerek üreme ④	Vejetatif üreme ⑤	Rejenerasyon ⑥

Tabloda belirtilen üreme tiplerinden hangileri aşağıda isimleri belirtilen canlılarda gözlenir?

- |                                  |                     |
|----------------------------------|---------------------|
| a. Paramesyum (terliksi hayvan): | b. Çilek bitkisi:   |
| c. Bira mayası:                  | ç. Toprak solucanı: |
| d. Plazmodyum paraziti:          | e. Köpek balığı:    |
| f. Gözyaşı bitkisi:              | g. Patates bitkisi: |
| ğ. Kartal:                       |                     |

### Okuma Parçası

#### Su Piresi (*Daphnia*)



Yukarıdaki görselde bir su piresi (*Daphnia*) ve yavruları görülmektedir. Su piresi boyu birkaç mm'yi geçmeyen küçük bir organizmadır. Kabuklular grubunun bir üyesidir. Çeşitli bakteri grupları, mayalar, mikroalgler ve çözülmüş organik maddeler ile beslenmektedir.

Su piresi boyunun çok üstünde yeteneklere sahiptir. Bunlardan biri DNA'sının taşıdığı gen miktarıdır. İnsan DNA'sında 23.000 gen bulunurken su piresinin DNA'sında 31.000 gen bulunmaktadır. Çevresiyle etkileşimi ileri seviyede olan bu canlının çok farklı yetenekleri vardır. Ortam şartlarının değişmesi su piresinin davranışlarının da değişmesine neden olur. Doğal ve optimum ortamlarda sadece eşeysiz olarak çoğalır. Oluşan bütün bireyler dişidir ve ana canlı ile aynı genotiptedir. Bu durum canlıya bazı avantajlar kazandırır (Üremenin hızlı olması ve enerji kaybının az olması gibi).

Kış aylarında ortam şartları zorlaştığında dişi su pireleri az sayıda erkek su piresi üretir. Erkek su piresinin oluşturduğu spermle yumurta döllenir ve eşeyli üreme gerçekleşir. Eşeyli üremeye kalıtsal çeşitlilik olduğu için oluşan bireylerin çevre direnci daha yüksektir ve kış şartlarına daha dayanıklı olur. Kısaca yazın partenogenez, kışın eşeyli üreme yaparlar. Çevre şartlarına göre üreme çeşidinin değişimi su piresinde zor ortam şartlarına karşı bir korunma şeklidir.

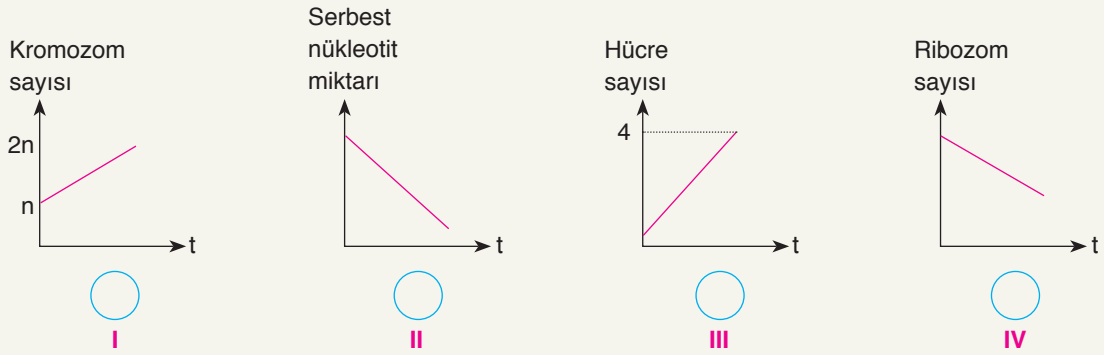
*Yazar tarafından derlenmiştir.*

## 2. Bölüm Değerlendirmesi

**A.** Aşağıda mayozda gerçekleşen durumlar verilmiştir. Bunlardan hangileri, bitki ve hayvan hücrelerinde ortak olarak görülür? Cümle başındaki çemberlere “✓” işareti koyarak belirtiniz.

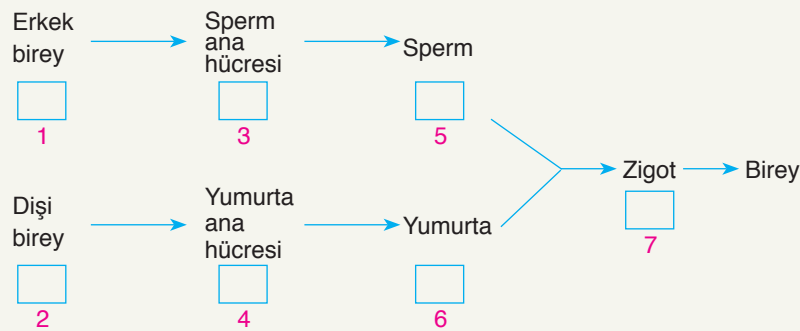
- I. Homolog kromozomlar birbirinden ayrılarak hücrenin karşı kutuplarına çekilir.
- II. Ara bölme ile sitoplazma ikiye bölünür.
- III. Sentrozom bölünerek hücrenin karşı kutuplarına çekilir ve iğ ipliklerini oluşturur.
- IV. Çekirdek zarı erir ve çekirdekçikler kaybolur.

**B.** Mayoz bölünme sırasında aşağıdaki grafiklerde gösterilen durumlardan hangileri görülür? Grafiklerin altındaki çemberlere “✓” işareti koyarak belirtiniz.



**C.** Aşağıdaki şemada eşeyli üreme genel olarak gösterilmiştir.

Şekilde verilen bireylerin ve hücrelerin kromozom sayılarını altlarındaki kutucuklara haploit (n) ve diploit (2n) olarak yazınız.



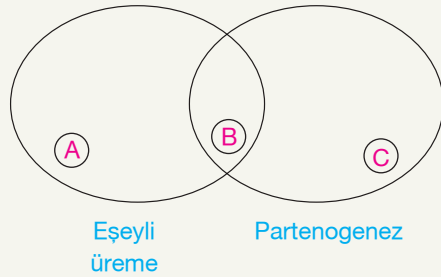
Ç. Aşağıdaki tabloyu, isimleri verilen canlıların üreme çeşitlerine uygun olacak şekilde tamamlayınız.

	Eşeyli Üreme	Rejenerasyonla Üreme	Yumru Gövde ile Üreme	Çelikle Üreme	Sporla Üreme
Çilek					
Patates					
Bal arısı					
Denizyıldızı					
Eğrelti otu					

(+: Var, -: Yok)

D. Aşağıda verilen özelliklerin rakamlarını, yandaki Venn şemasına uygun şekilde yerleştiriniz.

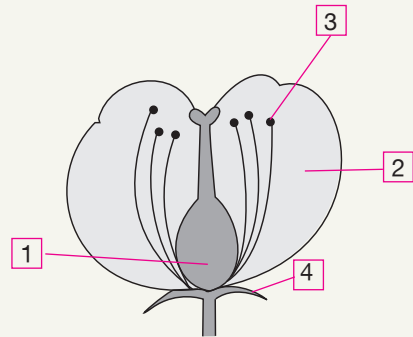
1. Yumurta mayozla oluşur.
2. Sperm mitozla oluşur.
3. Yumurta sperm ile döllenir.
4. Bireylerde kalıtsal çeşitlilik görülür.
5. Yumurtanın döllenmesi ile oluşan dişi bireyler diploittir.
6. Oluşan bireylerin vücut hücreleri haploit olur.



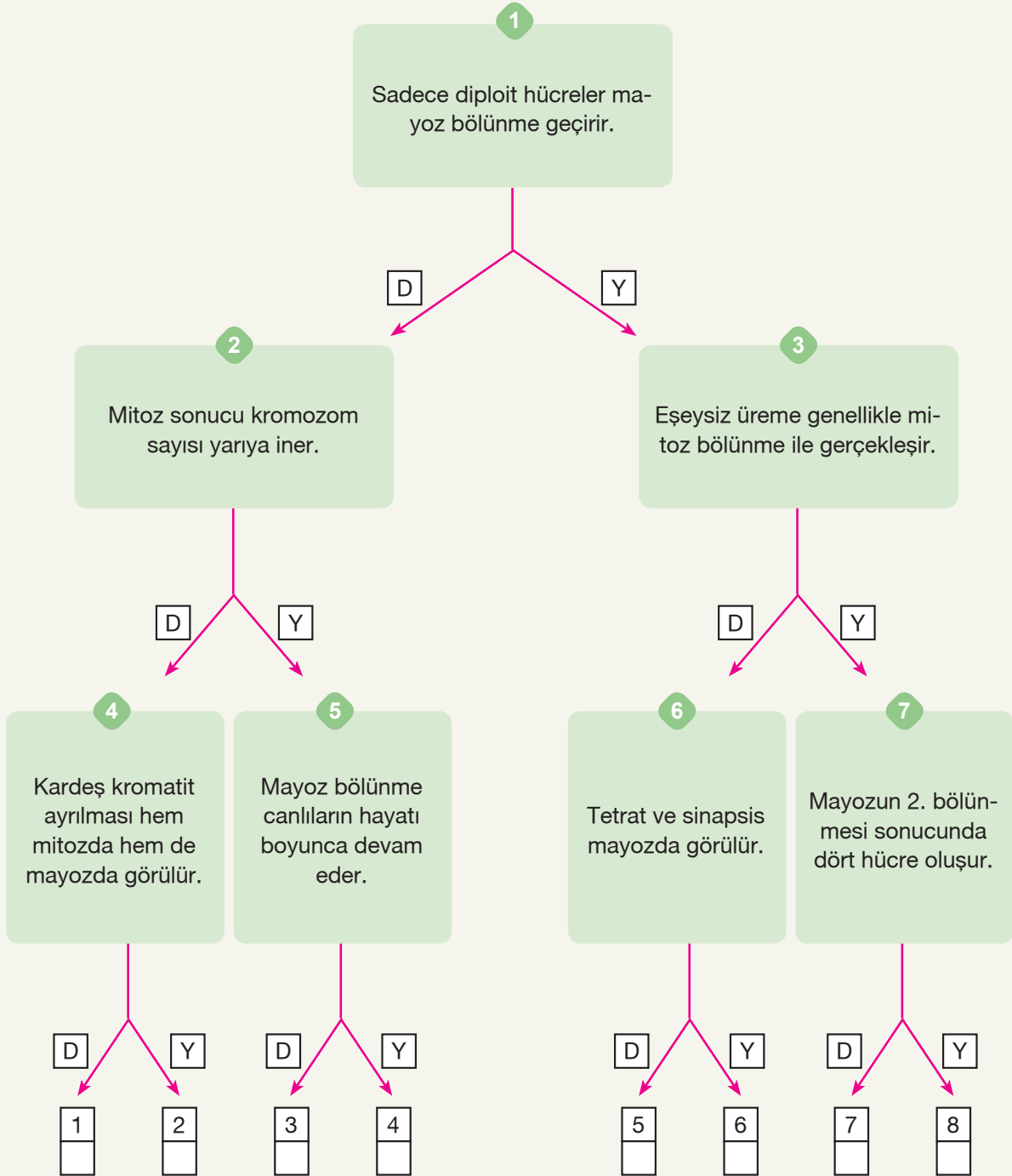
E. Yandaki şekilde bir çiçeğin yapısı gösterilmiştir.

**Bu çiçek yapısı ile ilgili aşağıdaki ifadelerden doğru olanları işaretleyiniz.**

- a, 1 ve 3. yapılarda mayoz bölünme görülür.
- b, 3. yapı erkek organa aittir.
- c, 2. yapı rüzgârla tozlaşmada görev yapar.
- ç, 1. yapıda döllenme görülebilir.
- d, Çiçek tozları 1. yapıda üretilir.



F. Aşağıdaki şemada yer alan ifadelerin doğru (D) ya da yanlış (Y) olma durumuna göre ilerleyerek uygun çıkışı bulunuz.



**G. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruların cevaplarını işaretleyiniz.****1. Eşeyli üreyen canlılarda;**

- I. mitoz bölünme,
- II. mayoz bölünme,
- III. dölllenme

**olaylarından hangileri gözlenir?**

- A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) I ve II  
D) II ve III      E) I, II ve III

- 2.** I. Kalıtsal çeşitlilik olması  
II. Yavruların çevresel faktörlere karşı daha dayanıklı olması  
III. Kısa sürede çok sayıda yavru oluşması

**Yukarıda belirtilen özelliklerden hangileri, eşeyli üremenin eşeysiz üremeye göre daha avantajlı olduğu durumları göstermektedir?**

- A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) I ve II  
D) II ve III      E) I, II ve III

- 3.** I. Endospor oluşumu  
II. Tomurcuklanma  
III. Partenogenez

**Yukarıda belirtilen durumlardan hangilerinde yeni bireyler oluşmaz?**

- A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) Yalnız III  
D) I ve II      E) I, II ve III

- 4.** I. Yeni bireylerin oluşması  
II. Bireylerin çevresel değişimlere dirençli olması  
III. Mitoz hücre bölünmesi sonucu oluşması

**Yukarıda belirtilen durumlardan hangileri, hem eşeysiz hem de eşeyli üremenin ortak özelliklerindedir?**

- A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) I ve III  
D) II ve III      E) I, II ve III

- 5.** I. Partenogenez  
II. Eşeysiz üreme  
III. Eşeyli üreme

**Yukarıda verilen durumlardan hangilerinde dölllenme gerçekleşmez?**

- A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) Yalnız III  
D) I ve II      E) II ve III

**6.**

	Bitki Hücresi	Hayvan Hücresi
I. DNA molekülü kendini eşler.	✓	✓
II. Sentrozom kendini eşler.	✓	✓
III. Ara lamel oluşumu gerçekleşir.	✓	
IV. Crossing over meydana gelebilir.		✓

Yukarıdaki tabloda, bitki ve hayvan hücrelerinde mayoz bölünme sırasında gerçekleşen olaylar "✓" ile işaretlenmiştir.

**Buna göre hangi işaretlemelerde hata yapılmıştır?**

- A) Yalnız I      B) II ve IV      C) III ve IV  
D) I, II ve IV      E) I, III ve IV

7. Aşağıda belirtilen olaylardan hangisi mitoz bölünme ile gerçekleşmez?

- A) Yumurta hücresinin oluşumu
- B) Yaraların onarımı
- C) Vücudun büyümesi
- D) Deniz yıldızının kopan kolundan yeni deniz yıldızı oluşması
- E) Vejetatif üreme

8. Hücre döngüsünde interfaz evresi;

- I. mitoz bölünme,
- II. mayozun 1. bölünmesi,
- III. mayozun 2. bölünmesi

olaylarından hangilerinin öncesinde görülür?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) I ve II
- E) I, II ve III

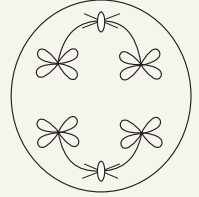
9. Bakterilerde bölünme ile protistalarda gerçekleşen bölünme karşılaştırıldığında;

- I. iğ ipliği oluşumu,
- II. sitoplazma bölünmesi,
- III. kromatin ipliğın kromozoma dönüşmesi,
- IV. DNA'nın eşlenmesi

olaylarından hangileri ortak olarak gerçekleşir?

- A) I ve III
- B) I ve IV
- C) II ve IV
- D) I, II ve IV
- E) I, II, III ve IV

10. Yandaki şekli verilen hücre ve hücre bölünmesi çeşidi ile ilgili,

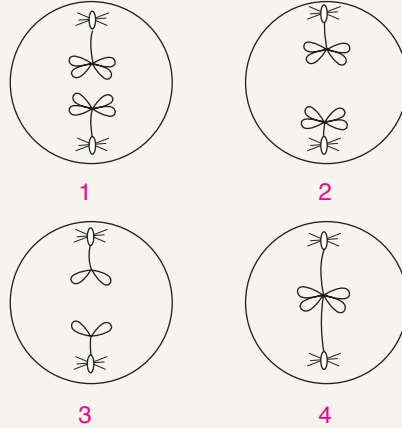


- I. Hayvan hücresine aittir.
- II. Mayozun anafaz 1 safhasına aittir.
- III. Ana hücrenin kromozom sayısı  $2n = 4$ 'tür.
- IV. Bölünme sırasında 4 tetrat oluşmuştur.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) I ve II
- C) I ve III
- D) I, II ve III
- E) I, III ve IV

11. Aşağıdaki şekillerde bir eşey ana hücresinin mayoz bölünmesine ait bazı evreler gösterilmiştir.



Bu şekillere göre,

- I. Ana hücrenin kromozom sayısı  $2n = 2$ 'dir.
- II. Bu şekillerde belirtilen aşamaların gerçekleşme sırası 1 - 2 - 3 - 4 şeklindedir.
- III. Bu eşey ana hücresi bir hayvan türüne ait olabilir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız III
- C) I ve II
- D) I ve III
- E) I, II ve III

## 1. Ünite Değerlendirmesi

**A.** Aşağıda belirtilen özelliklerden hangileri mayoz bölünmede, hangileri mitoz bölünmede görülür? İşaretleyiniz.

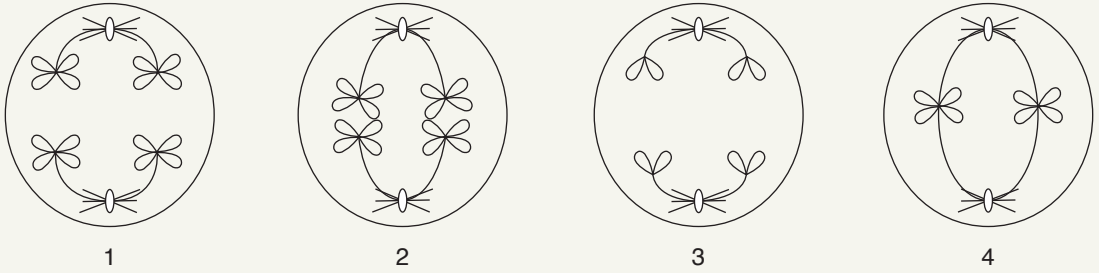
	Mitoz	Mayoz
1. Kromozom sayısı değişmez.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Homolog kromozomlar birbirinden ayrılır.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Bölünme sonucunda 2 hücre oluşur.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Kalıtsal çeşitlilik görülür.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Sadece diploit hücrelerde görülür.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Eşeyli üremede, üreme hücrelerinin oluşumunu sağlar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Hayatın bütün dönemlerinde görülür.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Kardeş kromatitler ayrılır.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**B.** Bahçecilik ve tarımsal üretimde mitoz ve eşeysiz üretimden yararlanılmaktadır.

**Aşağıdakilerden hangileri mitoz ve eşeysiz üretimin bahçecilik ve tarımsal üretime katkılarından?**

- |   |  |
|---|--|
| <input type="radio"/> 1. Kalıtsal özellikleri koruma    | <input type="radio"/> 5. Bitkilerin dayanıklılığını artırma        |
| <input type="radio"/> 2. Yeni ırklar elde etme          | <input type="radio"/> 6. Genetik ıslah yapabilme                   |
| <input type="radio"/> 3. Kısa sürede ürün elde edebilme | <input type="radio"/> 7. Bitkilerin hastalıklara direncini artırma |
| <input type="radio"/> 4. Ürün verimini artırma          | <input type="radio"/> 8. Ürün kalitesini koruma                    |

**C.** Mayoz bölünme geçiren bir hücrenin bazı evrelerine ait şekiller aşağıda verilmiştir. Buna göre şekillerin altındaki soruları cevaplayınız.



- Ana hücrenin diploit kromozom sayısı kaçtır?
- Bu safhaların adları nelerdir?
- Bu safhaların gerçekleşme sırası nasıldır?



Ç. Aşağıdaki tabloda mitoz ve mayoz bölünmede gerçekleşen bazı durumlar belirtilmiştir.

1 Bölünme öncesinde interfaz görülür.	2 İğ iplikleri kromozomlara tutunur.	3 Homolog kromozomlar ayrılır.
4 Kromozom sayısı değişmez.	5 Tetrad ve krossing over olayları gerçekleşir.	6 Kardeş kromatitler ayrılır.

Tabloda belirtilen olayları; mitoz, mayozun 1. bölünmesi ve mayozun 2. bölünmesi sürecinde gerçekleşme durumlarına göre aşağıda gruplandırınız.

- a. Mitoz:
- b. Mayoz 1:
- c. Mayoz 2:

D. Aşağıda belirtilen üreme çeşitleri ile karşılarında verilen canlıları uygun biçimde eşleştiriniz.

#### Üreme Çeşitleri

Rejenerasyonla üreme	1
Bölünerek üreme	2
Partenogenez	3
Eşeyli üreme	4
Yumur gövde ile üreme	5

#### Canlılar

a	Patates
b	Deniz yıldızı
c	Çam
ç	Bal arısı
d	Amip

E. Aşağıdaki üreme çeşitlerinden hangilerinde kalıtsal çeşitlilik oluşmaz?

- 1. İkiye bölünme
- 2. Rejenerasyonla üreme
- 3. Vejetatif üreme
- 4. Partenogenez
- 5. Eşeyli üreme
- 6. Tomurcuklanma

**F. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruların cevaplarını işaretleyiniz.**

**1. Üreme ile ilgili olarak,**

- I. Bir populasyonun bütün bireyleri kesinlikle üreme yeteneğine sahiptir.
- II. Bütün üreme çeşitlerinde oluşan yavrular arasında kalıtsal farklılıklar meydana gelir.
- III. Hücre bölünmesi büyüme, gelişme ve üreme amaçlıdır.

**verilen ifadelerden hangileri doğrudur?**

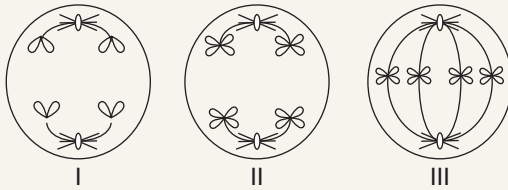
- A) Yalnız I    B) Yalnız II    C) Yalnız III  
D) I ve III    E) II ve III

- 2. I. Sentromer bölünmesi  
II. Sitoplazma bölünmesi  
III. Çekirdek bölünmesi**

**Yukarıdaki olaylardan hangileri mayoz bölünme sırasında iki kez gerçekleşir?**

- A) Yalnız I    B) I ve II    C) Yalnız III  
D) II ve III    E) I, II ve III

**3.**



Yukarıdaki şekillerde farklı canlılara ait hücre bölünmesinin bazı safhaları gösterilmiştir.

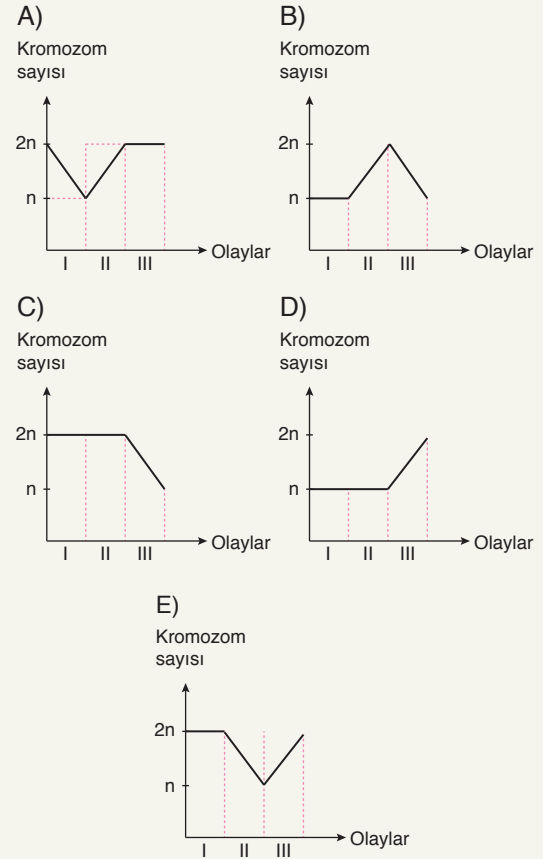
**Bu şekillerden hangileri kesinlikle mayoz hücre bölünmesine aittir?**

- A) Yalnız I    B) Yalnız II    C) Yalnız III  
D) I ve II    E) II ve III

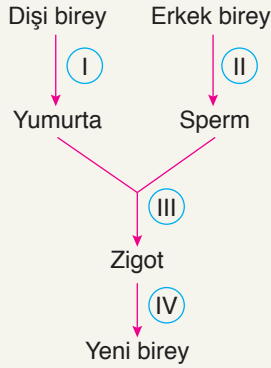
**4. Eşeyli üreme sürecinde gerçekleşen bazı olaylar aşağıda sıralanmıştır.**

- I. Yumurta ana hücresinden yumurta hücresi oluşmuştur.
- II. Döllenme olayı meydana gelmiş ve zigot oluşmuştur.
- III. Zigot gelişerek bireyi meydana getirmiştir.

**Yukarıda anlatılan olaylardan kromozom sayısında meydana gelen değişim aşağıdaki grafiklerden hangisinde doğru gösterilmiştir?**



5. Aşağıdaki şekilde eşeyli üreme süreci gösterilmiştir.



**Şekil üzerinde gösterilen olaylardan hangileri hücrelerin kromozom sayısını etkiler?**

- A) I ve II  
B) I ve IV  
C) III ve IV  
D) I, II ve III  
E) I, II, III ve IV

6. Aşağıda belirtilen canlı türü ve üreme çeşidi eşleştirmelerinden hangisi **yanlıştır**?

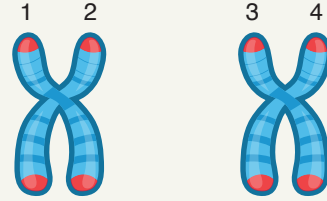
- A) Paramesyum - Bölünerek üreme  
B) Bira mayası - Tomurcuklanma  
C) Kertenkele - Rejenerasyonla üreme  
D) Kara yosunu - Sporla üreme  
E) Kurbağa - Eşeyli üreme

7. I. Gamet oluşumu  
II. Yaraların onarımı  
III. Vücudun büyüme ve gelişmesi  
IV. Eşaysız üreme

**Mitoz hücre bölünmesi ile yukarıda belirtilen durumlardan hangileri gerçekleşebilir?**

- A) I ve III  
B) II ve IV  
C) I, II ve III  
D) I, III ve IV  
E) II, III ve IV

8. Aşağıdaki şekilde bir homolog kromozom çifti gösterilmiştir.



**Bu kromozomların kardeş kromatitlerinden hangileri arasında crossing over ile parça değişimi gerçekleşmez?**

- A) 1 - 3  
B) 3 - 4  
C) 2 - 4  
D) 2 - 3  
E) 1 - 4

9. **Mayoz hücre bölünmesi sonucunda;**

- I. kalıtsal çeşitlilik,  
II. gamet oluşumu,  
III. hücre sayısı artışı

**durumlarından hangileri gerçekleşir?**

- A) Yalnız I  
B) Yalnız II  
C) I ve II  
D) II ve III  
E) I, II ve III

10. **Vejetatif üretim, tarım ve bahçecilikte kullanılan tekniklerden biridir. Eşeyli üreyebilen bazı bitkilerin üretiminde vejetatif üretim tercih edilmektedir.**

**Vejetatif üretim sonucunda;**

- I. ürün kalitesinin korunması,  
II. tohum kalitesinin artırılması,  
III. daha kısa sürede ürün elde edilmesi

**durumlarından hangileri gerçekleşir?**

- A) Yalnız I  
B) Yalnız II  
C) Yalnız III  
D) I ve III  
E) I, II ve III

# 2. Ünite

## KALITIMIN GENEL İLKELERİ



### NELER ÖĞRENECEĞİZ?

- Kalıtım biliminin tarihî gelişimini ve kalıtımın genel esaslarını,
- Genetik varyasyonların biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkilerini öğreneceğiz.

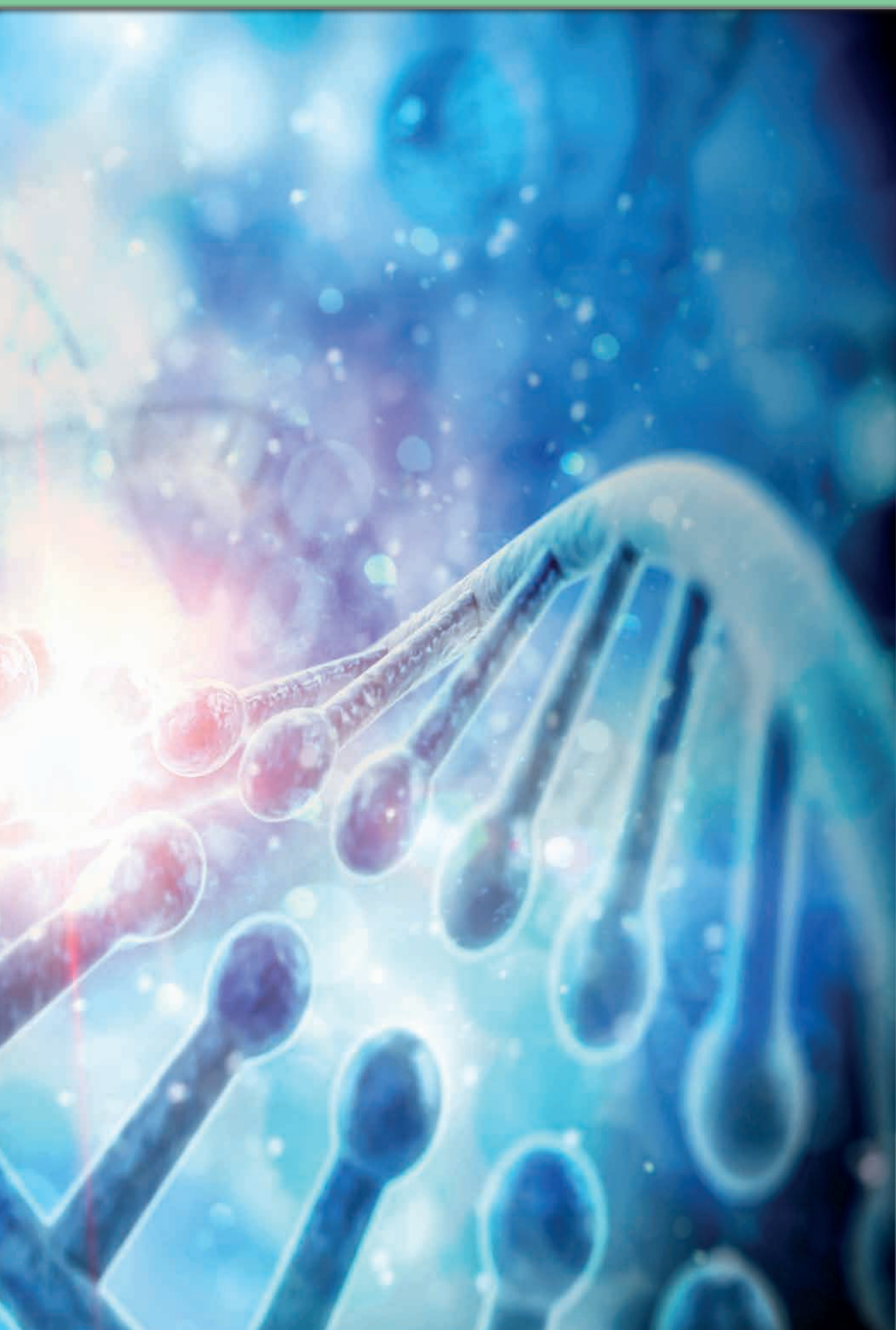
### KONULAR

#### 2.1. Kalıtım ve Biyolojik Çeşitlilik

##### 2.1.1. Kalıtımın Genel Esasları

##### 2.1.2. Genetik Varyasyonların Biyolojik Çeşitliliği

Açıklamadaki Rolü



# 1. Bölüm

## Kalıtım ve Biyolojik Çeşitlilik

### KAVRAMLAR

- |                        |                 |
|------------------------|-----------------|
| ■ Alel                 | ■ Hemofili      |
| ■ Biyolojik çeşitlilik | ■ Heterozigot   |
| ■ Dihibrit             | ■ Homozigot     |
| ■ Dominant             | ■ Monohibrit    |
| ■ Eş başkılık          | ■ Mutasyon      |
| ■ Eşeye bağlı kalıtım  | ■ Otozom        |
| ■ Fenotip              | ■ Punnet karesi |
| ■ Gen                  | ■ Rekombinasyon |
| ■ Genotip              | ■ Renk körlüğü  |
| ■ Gonozom              | ■ Resesif       |
|                        | ■ Soyağacı      |
|                        | ■ Varyasyon     |

**K**işiyi belirleyen genler mi yoksa çevresel koşullar mıdır?

Genler canlıların potansiyelinin sınırını belirler. Ancak çevresel koşullar da bu sınırlar içinde bazı özelliklerin belirlenmesinde etkilidir. Birey; uzun boy özelliğini ortaya çıkaran genlere sahip olsa bile, büyüme çağında iyi beslenmediğinde gelişmesi yavaşlayabilir. Ancak kötü beslense bile birey bu uzun boy özelliğini ortaya çıkaran geni çocuklarına aktarabilme potansiyeline sahiptir.

- Bireyin özelliklerinin belirlenmesinde genetiğin sınırları nelerdir?
- Yavruya aktarılan özelliklere ait genlerin hangileri sadece anneden, hangileri sadece babadan geçer?

Bu üniteye yukarıdaki sorulara cevap arayacağız ve genlerin neler ifade ettiğini anlamaya çalışacağız.

### 2.1.1. Kalıtımın Genel Esasları

Çevremizdeki canlıları incelediğimizde pek çok farklı tür olduğunu görürüz. Türler arasında gözlenen bu çeşitliliğin yanında aynı türün fertleri arasında da çeşitlilik olduğu görülmektedir.

Türler arasında ve türün bireyleri arasında bu çeşitliliğin sebepleri neler olabilir?

Tek yumurta ikizleri birbirleriyle aynı kalıtsal özelliklere sahiptir. Ancak çevresel şartlardan dolayı fiziksel görünümünde farklılıklar olabilir. Çift yumurta ikizlerinde ise benzerlik oranı çok düşüktür. Bu benzerlik ya da farklılığın nedenleri nelerdir (Görsel 2.1)?

Akrabalarımızın akrabalık derecesini dikkate aldığımızda akrabalık derecesi arttıkça benzerliğin de arttığını görürüz. Bu durumun nedeni ne olabilir (Görsel 2.2)?



► **Görsel 2.1**  
Tek yumurta ikizleri



► **Görsel 2.2**  
Kalıtsal benzerlik

Dünyaya yeni gelmiş bir bebeğin ya da gelişim çağındaki bir çocuğun ailede kime benzediği ailenin diğer fertleri arasında her zaman merak konusudur. Çocukların akrabalarına benzemesi, çok eski zamanlarda da merak uyandırmış ve bunun bir tesadüf olmadığı kabul görmüştür.

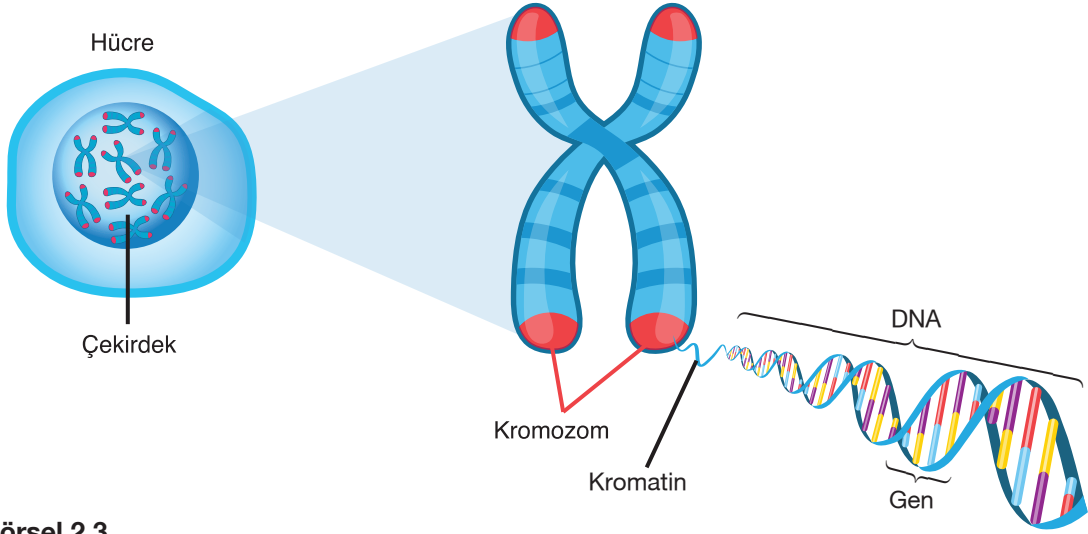
• Bireylerin anatomik ve morfolojik özellikleri nasıl ortaya çıkmaktadır?

- Yakın akraba olan bireyler neden birbirine daha çok benzer?
- Özellikler nesilden nesile nasıl aktarılır?

Genetik bilimi bu ve benzeri soruların cevabını araştırmaktadır.

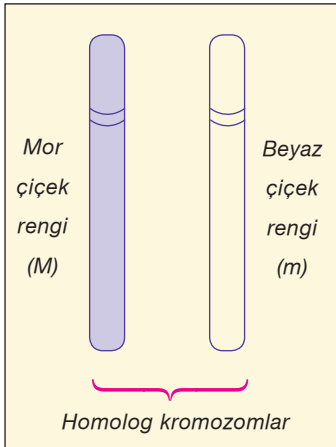
### Kalıtımla İlgili Kavramlar

Kalıtım materyali olan DNA, hücre bölünmesinden önce çeşitli proteinlerle bir araya gelerek **kromatin** adı verilen iplikli yapıları oluşturmaktadır. Kromatin iplikler kısalıp kalınlaşarak özel katlanmalar sonucunda **kromozomu** oluşturur (Görsel 2.3).



► **Görsel 2.3**  
Kromozom ve DNA

Kalıtımın temel birimi gen dir. Kalıtsal özelliklerin nesiller boyu aktarımını sağlayan DNA parçasına **gen** adı verilir. Bir DNA üzerinde çok sayıda gen bulunur.



► **Görsel 2.4**  
Homolog kromozomlar üzerindeki alellerin gösterimi

Homolog kromozomların karşılıklı noktalarında bulunan gen çiftlerine **alel** denir. Genellikle diploit canlılarda bir karakter iki alelle belirlenir ve homolog kromozomlar üzerinde yer alan bu aleller birbiri ile aynı (MM, mm) veya farklı olabilir (Mm) (Görsel 2.4).

Aynı kalıtsal karakterle ilgili, farklı aleller bir araya geldiğinde, etkisini canlının dış görünüşünde ortaya çıkaran alellere **dominant (baskın, başat) alel**, baskın alelle birlikte olduğunda etkisini gösteremeyen alellere ise **resesif (çekinik) alel** denir. Bir alel, bir harf ile ifade edilir. Baskınlık-çekiniklik durumunda baskın alel, büyük harfle, çekinik alel ise küçük harfle gösterilir. Baskın alel, çekinik alelden önce yazılır. Aynı özelliğe ait baskın ve çekinik aleller için aynı harf kullanılır ancak, harflerin büyüklük durumları farklıdır.



Örneğin, bezelyelerde sarı tohum rengi geni, yeşil tohum rengi genine baskındır.

Sarı tohum rengi (S) > Yeşil tohum rengi (s)

Aynı kromozom üzerinde bir arada bulunan genlere **bağlı gen**, farklı kromozomlar üzerinde bulunan genlere ise **bağımsız gen** denir (Görsel 2.5).

Bir karakter için aynı alelleri taşıyan bireylere bu karakter bakımından **homozigot (arı döl)** denir. Bir karakter için farklı alelleri taşıyan bireylere ise bu karakter bakımından **heterozigot (melez, hibrit)** denir (Tablo 2.1).

► **Tablo 2.1.** Bağlı ve bağımsız genler

SS	ss	Ss
Homozigot baskın	Homozigot çekinik	Heterozigot

Kalıtım ve çevrenin etkisiyle oluşan özelliklerin canlının dış görünüşüne yansımaya **fenotip** denir. Bir canlının genlerinin tamamına ise **genotip** adı verilir. Bazı özellikler sadece genlerin etkisiyle ortaya çıkar. Kan grupları bu duruma örnek verilebilir. Bazı özellikler ise kalıtım ve çevrenin ortak etkisi ile ortaya çıkar. Örneğin bitkilerde klorofilin üretilmesi için klorofil sentez geni ve ışığın birlikte bulunması gerekir.

Genetik çaprazlamalarda anne ve baba **parental (atasal) kuşağı** oluşturur ve bu kuşak **P** harfi ile gösterilir. Oluşan yavrular ise **filial (oğul döl, nesil) kuşağı** oluşturur ve bu kuşak da **F** harfi ile gösterilir.

Kalıtımda matematiğin olasılık uygulamalarından yararlanır.

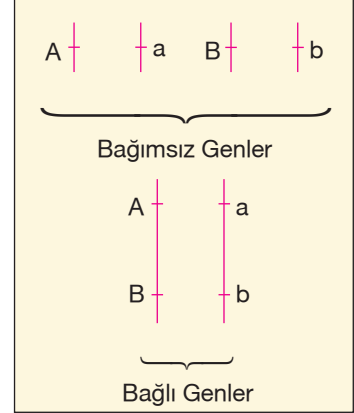
Çaprazlamada kullanılan olasılık prensipleri şunlardır:

**a.** Şansa bağlı olarak gerçekleşen bir olay, bağımsız yeni bir olayın sonucunu etkilemez.

Örneğin bir parayı havaya attığımızda sonucun tura ya da yazı gelme olasılığı  $1/2$ 'dir. Aynı olay ikinci kez tekrarlandığında birinci olayın sonucu ikinci olayın sonucunu etkilemez ve sonuç yine  $1/2$  olur.

**b.** Şansa bağlı iki olayın aynı anda meydana gelme olasılığı ayrı ayrı olabileme ihtimallerinin çarpımına eşittir (Görsel 2.6).

Örneğin bir parayı iki kez havaya attığımızda ilkinde tura, ikincisinde yazı gelme ihtimali  $1/2 \cdot 1/2 = 1/4$ 'tür.

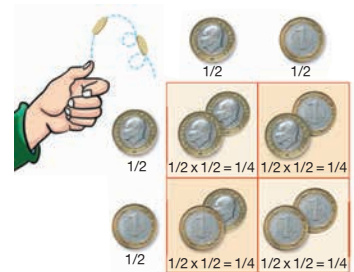


► **Görsel 2.5**

Bağlı ve bağımsız genler

### Bilgi Kutusu

Bağlı genler, ancak krossing over olayı ile homolog kromozomların kardeş olmayan kolları arasında yer değiştirebilir.



► **Görsel 2.6**

Bağımsız olayların sonuçları da bağımsızdır.

c. Aynı sonuca iki farklı durumla ulaşıyorsa bu durumların ayrı ayrı olma ihtimallerinin toplamı ile sonuç elde edilir.

Örneğin bir para iki kez havaya atıldığında atışların birinci durumda yazı-tura, ikinci durumda tura-yazı gelme ihtimali;

$$\underbrace{\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}}_{\text{İlk durumda}} + \underbrace{\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}}_{\text{İkinci durumda}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2} \text{ olur.}$$

ilk atışın yazı  
sonrakinin tura  
gelme ihtimali

ilk atışın yazı  
sonrakinin tura  
gelme ihtimali

### Bilgi Kutusu

$(a + b)^x$

a (Kız olma ihtimali)

b (Erkek olma ihtimali)

x (Çocuk sayısı)

Yukarıda belirtildiği gibi dört durumun birlikte olabilme ihtimali, ayrı ayrı olabilme ihtimallerinin toplamına eşittir ve sonuç 1/2 olur.

### Örnek Soru

Bir anne babanın üç çocuğu oluyor. Bu çocukların ikisinin kız birinin erkek olma ihtimali nedir?

**I. Çözüm:** Bu soruda sıralama şartı olmadığı için üç durum söz konusudur.

$$1. K.K.E = 1/2 \cdot 1/2 \cdot 1/2 = 1/8$$

$$2. K.E.K = 1/2 \cdot 1/2 \cdot 1/2 = 1/8$$

$$3. E.K.K = 1/2 \cdot 1/2 \cdot 1/2 = 1/8$$

Üç durumun birlikte olabilme ihtimali ayrı ayrı olabilme ihtimallerinin toplamına eşittir.

$$\text{Sonuç } \frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{8} = \frac{3}{8} \text{ olur.}$$

**II. Çözüm:** Binom açılımı ile hesaplanır.

$$(a + b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$$

$a^3$  – Üçünün de kız olma ihtimalidir.

$3a^2b$  – İki kız, bir erkek olma ihtimalidir.

$3ab^2$  – Bir kız, iki erkek olma ihtimalidir.

$3b^3$  – Üçünün de erkek olma ihtimalidir.

$$\text{Buna göre, } 3a^2b = 3 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^2 \cdot \frac{1}{2} = \frac{3}{8} \text{ olur.}$$

Kalıtımda sonuçların doğru değerlendirilebilmesi için gamet çeşidinin doğru belirlenmesi gerekir. Eşeyli üreyen canlılarda diploit ( $2n$ ) kromozomlu eşey ana hücrelerinden mayoz bölünme ile oluşan haploit ( $n$ ) kromozomlu eşey hücrelerine **gamet (üreme hücresi)** denir.

#### Gamet çeşitliliğini etkileyen durumlar şunlardır:

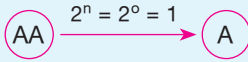
1. Mayozun profaz 1 aşamasında gerçekleşen crossing over olayı.
2. Mayozun anafaz 1 aşamasında homolog kromozomların hücrenin karşı kutuplarına bağımsız olarak dağılımı.
3. Crossing over sonucunda kromatitlerin yapısının değiştiği durumlarda, mayozun 2. bölünmesinde kardeş kromatitlerin hücrenin karşı kutuplarına bağımsız dağılımı.
4. Genlerin bağlı veya bağımsız oluşu.
5. Mutasyonlar.

Homozigot durum, gamet çeşidini hiçbir zaman etkilemez.

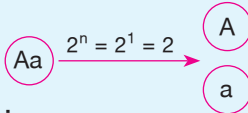
Genler bağımsız olduğu durumda heterozigot karakterler gamet çeşidini artırır. Heterozigot karakterlerin bu durumda gamet çeşitliliği üzerine etkisi  $2^n$  formülü ile hesaplanır.

#### Tek karakter için;

- Homozigot durumda:

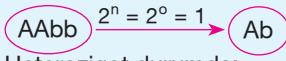


- Heterozigot durumda:

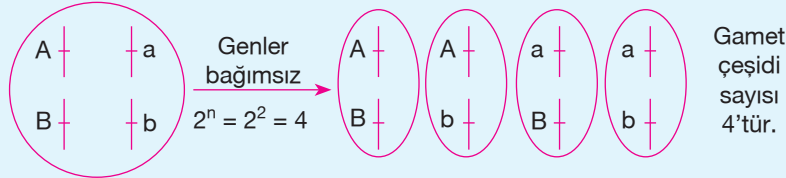
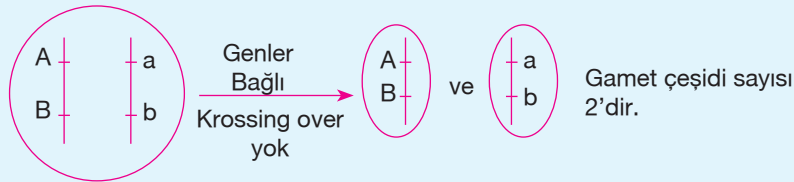


#### İki karakter için,

- Homozigot durumda:



- Heterozigot durumda:



#### Bilgi Kutusu

Gametlerde her bir karakter için sadece bir gen bulunur ve gametlerde homolog kromozomlar bulunmaz. Yani birey ya anneden ya da babadan gelen gene sahiptir.

Kromozomların gametlere dağılımı rastgeledir.

#### Bilgi Kutusu

$n$  = Heterozigot karakter sayısı  
 $2^n$  = Gamet çeşidi

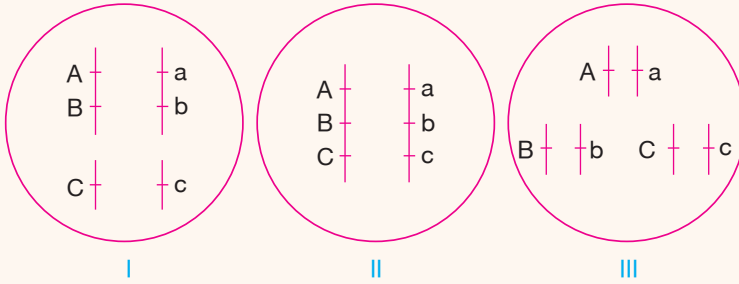
#### Dikkat

Bağılı genler, crossing over olmadığında birlikte hareket eder.

## Neler Öğrendik?

1. Bir anne ve babanın dört çocuğu oluyor. İki kız ve iki erkek çocuğun peş peşe olma ihtimali nedir?
2.  $AaBbCcDd$  genotipinde bir bireyin B-C genleri bağlıdır. Krossing over olmadığı düşünülürse bu bireyden oluşabilecek gamet çeşitlerinin sayısını ve genotiplerini bulunuz.

3.



- a) Yukarıda genotipleri belirtilen bireylere ait eşey ana hücrelerinin, mayoz bölünmesi sonucunda oluşabilecek gamet hücresi çeşitlerinin genotiplerini yazınız (Krossing over olayının gerçekleşmediği kabul edilecektir.).
- b) Üç birey de aynı genotipte olmasına rağmen gamet çeşitlerinin farklı olmasının nedeni nedir? Açıklayınız.

## Soyağacı Analizi

Nesillerde kalıtsal özelliklerin takibini yapmak için soyağaçlarından faydalanılır. Fenotipi bilinen bireylerden genotip tespiti belirli bir düzeyde yapılabilmektedir.

Soyağaçlarında yapılan evlilikler ve oluşan çocuklar üzerinde kalıtsal özellikler takip edilir.

Soyağacı analizlerinde fenotipten yola çıkarak genotip tespiti yapılırken şu sıranın takip edilmesi işlemi kolaylaştıracaktır:

1. İncelenen özellik eşeye bağlı ise bireylerin eşeyi dikkate alınır.
2. Önce çekinik bireylerin genotipi belirlenir.
3. Soyağacının aşağıdan yukarıya doğru analizinin yapılması genotip belirlemede kolaylık sağlar.

## Bilgi Kutusu

Soyağacı analizlerinde çaprazlama çeşitleri, eşeye bağlı kalıtım, kan grupları ve akrabalık dereceleri gibi özellikler incelenir.

Soyağacı şeması hazırlarken kullanılan bazı önemli semboller Tablo 2.2’de gösterilmiştir. Belirli kalıtsal özelliği taşıyan bireyler koyu renkte gösterilir.

► **Tablo 2.2:** Soyağacı Sembolleri

○ : Dişi birey	□ : Erkek birey	
♀ : Dişi birey	♂ : Erkek birey	○—□ : Ebeveynler
● : İncelenen özelliği taşıyan dişi birey	○ : İncelenen özelliği taşımayan dişi birey	
■ : İncelenen özelliği taşıyan erkek birey	□ : İncelenen özelliği taşımayan erkek birey	
○—□ veya ○—□ : Kardeşler ya da ayrı yumurta ikizleri		
○—○ veya □—□ : Tek yumurta ikizleri		⊘ : Ölü birey
● : Heterozigot dişi birey	■ : Heterozigot erkek birey	

Soyağacı analizleri genetik danışmanlıkta yaygın olarak kullanılır. Genetik danışmanlar, kendilerine başvuran ailelerin soyağaçlarını inceleyerek gelecekte çocuklarında görülebilecek kalıtsal hastalıklar hakkında bilgi verirler.

### Mendel İlkeleri

Avusturyalı Gregor Johann Mendel (Gregir Yohan Mendel), 19. yüzyılın ortalarında bezelyeler üzerinde kalıtımla ilgili çeşitli çalışmalar yapmıştır. Bu çalışmalar sonucunda kalıtım yasalarını bularak çağdaş genetik biliminin öncüsü olmuştur. (Görsel 2.7). Mendelin bu çalışmaları genel olarak bezelyelerin melezlenmeleri (hibridizasyonu) şeklinde özetlenebilir.

Mendel başlangıçta bal arıları ile çalışmıştır. Çok çalışkan olan bir bal arısı türüyle, çok uysal olan başka bir bal arısı türünü çaprazlamış fakat hedeflediği uysal ve çalışkan bal arısı ırkını elde edememiştir.

Daha sonra haseki küpesi, aslanağzı, bakla, akşamsefası, menekşe ve mısır gibi pek çok bitki türü üzerinde melezleme çalışmaları yapmıştır. Ancak beklediği sonucu yine elde edememiştir.

Bu başarısız denemelerden sonra, sadece iki farklı şekli olan bezelye özelliklerini çaprazlamaya karar vermiştir. Bu çaprazlamalar



► **Görsel 2.7**  
Gregor Johann Mendel



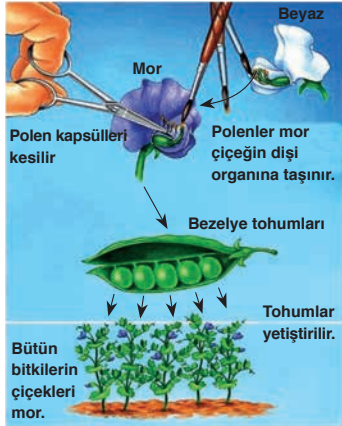
► **Görsel 2.8**  
Bezelye bitkisi

sonucunda elde ettiği fenotipleri gruplandırarak istatistikler ortaya çıkarmış ve bu istatistikleri değerlendirerek ayrışım oranlarını belirlemiştir.

Mendel'in şans eseri üzerinde çalıştığı bezelye bitkisi (*Pisum sativum*) kalıtım için oldukça ideal bir bitkidir (Görsel 2.8).

**Bezelye bitkisinin kalıtım için ideal bir bitki olmasının nedenleri şu şekilde özetlenebilir:**

1. Bezelye bitkisinin çiçekleri erselik (çift eşeyli) özelliktedir.
2. Taç yaprakları uzun olduğu için, doğal ortamda farklı bezelye bitkilerinin çiçeklerinin polenleri ile tozlaşma yapması zordur.
3. Bezelye bitkileri doğal ortamda kendileşme ile eşeyli çoğalır. Bu nedenle homozigottur.
4. Pek çok çeşidi vardır ve özellikleri çok belirgindir. Örneğin mor çiçek, kırmızı çiçek, düz tohum şekli, buruşuk tohum şekli gibi özellikleri vardır.
5. Kısa zamanda çok sayıda tohum elde edilebilmektedir. Kısa sürede çoğaltılabilirler. Yıl boyunca birkaç nesil elde edilebilir.
6. Yetiştirilmeleri kolaydır ve maliyeti düşüktür.



► **Görsel 2.9**  
Mendel'in melezleme tekniği















Mendel melezleme yaparken istediği özelliğe sahip bir çiçeğin erkek organını keserek kendi kendini döllemesini engellemiştir. Çaprazlamayı planladığı bitkinin erkek organından fırça ile aldığı polenleri, erkek organlarını kestiği bitkinin dişi organına aktarmış ve bu şekilde tozlaşma gerçekleşmiştir. Böylece zıt karakterli homozigot bireyleri çaprazlayarak melez özellikte  $F_1$  neslini elde etmiştir (Görsel 2.9).

Başlangıçta birbirinden tek karakter yönüyle farklılık gösteren bireyleri çaprazlarken daha sonra iki ve üç karakter yönüyle farklı olan bireyleri çaprazlamıştır. Mendel, bezelyelerde birbirinden farklı yedi karakter üzerinde çalışmıştır (Tablo 2.3).

Mendel, birbirine zıt özellikte iki arı dölü çaprazladığında  $F_1$  neslinin tamamının aynı fenotipte olduğunu görmüştür. Bu duruma **benzerlik (izotip) yasası** adını vermiştir. Etkisini fenotipte ortaya çıkarabilen özelliğe **baskın (dominant, başat)**, etkisi gizli kalan özelliğe ise **çekinik (resesif)** demiştir.

Daha sonrasında ise  $F_1$  neslinden aynı genotipte iki bezelyeyi çaprazlayarak (kendileşme ile)  $F_2$  neslini elde etmiştir. Bu çaprazlamanın sonucunda ebeveynlerin fenotipinden farklı özelliklerde yavruların ortaya çıktığı belirlenmiştir.

► **Tablo 2.3:** Mendel'in bezelyelerde çalıştığı yedi karakter ve elde ettiği istatistikler

Karakter	Baskın özellik	X	Çekinik özellik	F <sub>2</sub> kuşağında baskın ve çekinik fenotiplerin oranı	Oran
Çiçek rengi		X		705:224	3.15:1
	Mor		Beyaz		
Çiçek durumu		X		651:207	3.14:1
	Yanda		Uçta		
Tohum rengi		X		6022:2001	3.01:1
	Sarı		Yeşil		
Tohum biçimi		X		5474:1850	2.96:1
	Düz		Buruşuk		
Tohum zarfı biçimi		X		822:289	2.95:1
	Yassı		Kıvrık		
Tohum zarfı rengi		X		428:152	2.82:1
	Yeşil		Sarı		
Gövde uzunluğu		X		787:277	2.84:1
	Uzun		Kısa		

**Bilgi Kutusu**

Erkek ve dişi bireylerden gelen gametlerin bir karenin kenarına yazılarak genetik çaprazlama sonuçlarının gösterildiği tablo yöntemine **punnett karesi** denir. Tablodaki kare sayısı çaprazlamada en düşük oranı veren fert sayısı kadardır.

**Dikkat**

Hibritlik derecesi eşit olan çaprazlamalarda;  
 $n$ =Heterozigot karakter sayısını,  
 $2^n$ =Fenotip çeşidi sayısını,  
 $3^n$ =Genotip çeşidi sayısını,  
 $4^n$ =En düşük oranı veren fert sayısını belirtir.

**Mendel'in yasaları bu sonuçlara göre şu şekilde özetlenebilir:**

1. Kalıtsal özellikler genlerle aktarılır. Bu genler baskın veya çekimlik özellikte olabilir.
2. Eşeyli çoğalan canlılarda her özelliğin kalıtımı bir çift allele belirlenir.
3. Aynı karakterin iki zıt özelliğine sahip homozigot genotipteki bireyler çaprazlanınca,  $F_1$  nesli aynı fenotipte olur. Buna **izotip (benzerlik) yasası** denir.
4.  $F_1$  neslinin kendileşmesiyle elde edilen  $F_2$  neslinde zıt karakterler ortaya çıkar. Gametlere bireylerde bulunan alellerden sadece biri aktarılır. Buna **ayrılma yasası** denir.
5. Çaprazlama sonucunda oluşan yavrular, ebeveynlerinden kalıtsal özelliklerini belirleyen alellerin birini alırlar. Hangi alelin hangi gamete ve bireye gideceği bağımsız bir olaydır. Buna **bağımsız dağılım yasası** denir.

**Çaprazlama Çeşitleri**

Çaprazlama çeşitleri genel olarak beş grupta toplanabilir:

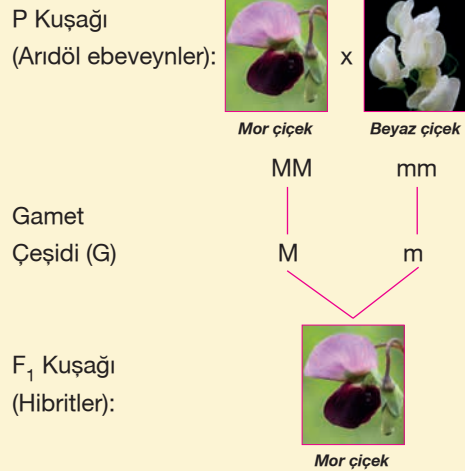
**Monohibrit Çaprazlama**

Yalnızca bir gen çifti bakımından heterozigot (melez/hibrit) olan bireylerin çaprazlanmasına **monohibrit çaprazlama** denir. Tek özellik bakımından melez olan bireylere **monohibrit bireyler** adı verilir.

**Örnek Soru**

**Homozigot mor çiçekli bezelye bitkileri beyaz çiçekli bezelye bitkileri ile çaprazlandığında  $F_1$  ve  $F_2$  neslinin fenotip ve genotip oranları ne olur?**

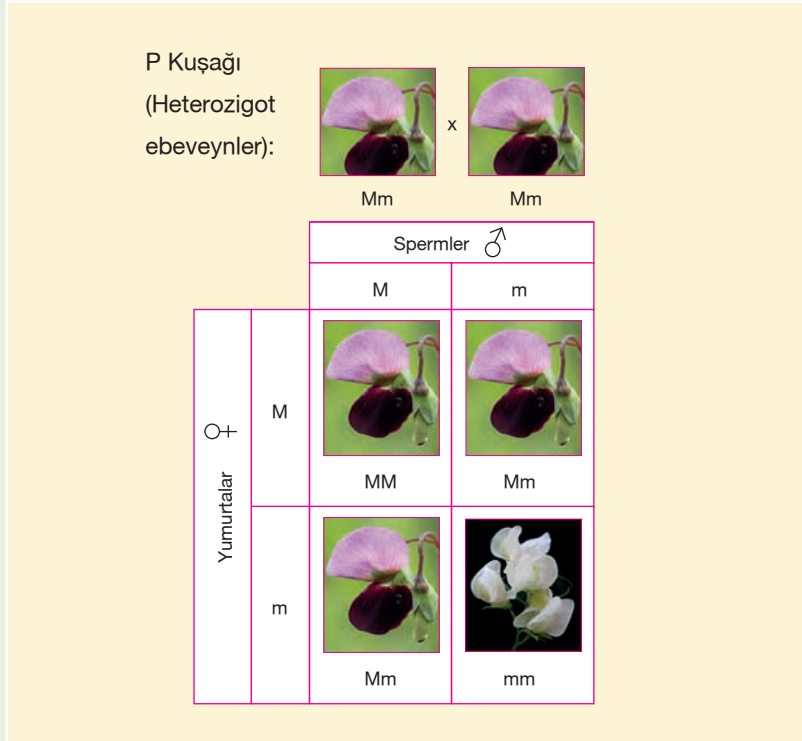
**Çözüm:** Homozigot mor ve beyaz çiçekli bezelyeler çaprazlandığında  $F_1$  nesli tamamen aynı genotip ve fenotipte olur.





F<sub>2</sub> nesli, F<sub>1</sub> neslinin kendileştirilmesi ile yani aynı fenotipe iki monohibrit bireyin çaprazlanması sonucunda elde edilir.

Melez her bireyden iki çeşit gamet oluşur. Bu gametlerin çaprazlanması sonucu oluşan F<sub>2</sub> nesli punnett karesi üzerinde gösterilmiştir.



Mendel yaptığı bu çaprazlama sonucunda; 705 mor çiçekli, 274 beyaz çiçekli bezelye elde etmiştir.

$$\frac{705}{224} : \frac{224}{224} = \frac{3.15}{1} \text{ olur. Yaklaşık olarak elde edilen } 3:1 \text{ oranına } \mathbf{\text{monohibrit çaprazlamanın}}$$

**fenotip ayrışım oranı** denir.

Genotip ayrışım oranı ise, 1MM : 2 Mm : 1 mm şeklinde, yani 1 : 2 : 1 olur.

Monohibrit çaprazlamada,

$$2^n = 2^1 = 2 \text{ çeşit fenotip, } 3^n = 3^1 = 3 \text{ çeşit genotip oluşur.}$$

$$\text{Punnett karesinde } 4^n = 4^1 = 4 \text{ karelik ayrışım oranı oluşur.}$$

## Örnek Soru

Albinoluk çekinik alelle aktarılan bir özelliktir (Görsel 2.10).

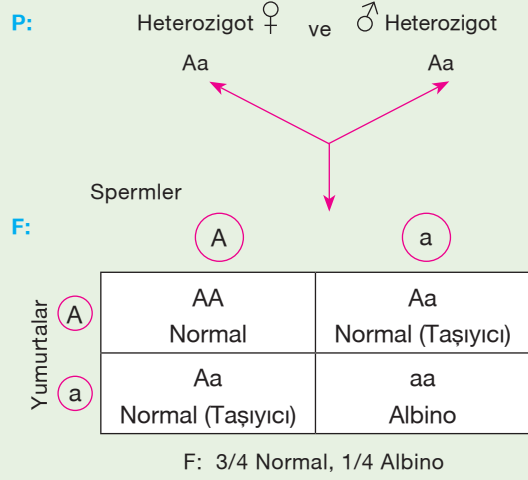
**Bu özellik yönüyle heterozigot anne ve babanın 1. çocuklarının normal, 2. çocuklarının albino olma ihtimali nedir?**

**Çözüm:** Normal olma (A), albinoluk (a) üzerine baskındır.



► Görsel 2.10

Albinoluk



1. çocuğun normal olma ihtimali ile 2. çocuğun albino olma ihtimali çarpılarak sonuç bulunur.

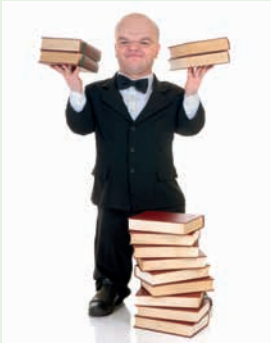
$$\frac{3}{4} \cdot \frac{1}{4} = \frac{3}{16} \text{ olur.}$$

## Örnek Soru

Akondroplazi (cücelik) baskın alelle taşınan kalıtsal bir durumdur (Görsel 2.11).

**Aşağıdaki tabloda gösterilen ebeveynlerden hangilerinin normal çocukları olabilir?**

(Akondroplazi – A, Normal - a)

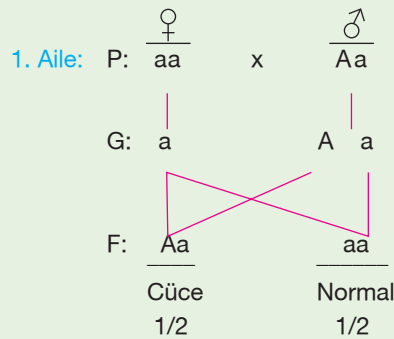


► Görsel 2.11

Akondroplazi (Cücelik)

	Anne	Baba
1. Aile	Normal	Heterozigot
2. Aile	Normal	Normal
3. Aile	Heterozigot	Heterozigot

**Çözüm:**



2. Aile: P:  $\frac{\text{♀}}{\text{aa}}$  x  $\frac{\text{♂}}{\text{aa}}$

G: a a

F: aa

Normal

1/1

3. Aile: P:  $\frac{\text{♀}}{\text{Aa}}$  x  $\frac{\text{♂}}{\text{Aa}}$

G: A a A a

F: AA Aa Aa aa

Cüce Normal

3/4 1/4

Üç ailenin de normal çocukları olabilir.

### Kontrol Çaprazlaması (Test Çaprazlaması)

Çekinik aleller, ancak homozigot oldukları durumda fenotipe etkisini gösterir. Bu nedenle çekinik özellikte olan bireyin genotipi kolaylıkla belirlenir. Ancak baskın alel, homozigot ya da heterozigot durumlarda etkisini gösterebilmektedir. Bu durumda baskın özelliği fenotipinde gösteren bireyin genotipi için hemen kesin yargıya varılamaz.

Fenotipinde baskın özellik taşıyan bireyin genotipinin belirlenmesi amacıyla yapılan çaprazlamaya **kontrol çaprazlaması** denir. Baskın fenotipli birey çekinik fenotipteki bireyle çaprazlanır. Çaprazlama sonucu oluşan oğul döl tamamen baskın özellikte ise baskın fenotipte olan atasal birey homozigottur. Ancak çaprazlama sonucu oluşan oğul döllerin yarısı baskın, yarısı çekinik fenotipte olursa baskın fenotipte olan atasal birey heterozigottur. Örneğin, bezelyelerde sarı tohum rengi geni, yeşil tohum rengi genine baskındır. Yeşil tohum rengi çekinik alel ile aktarıldığından yeşil tohumlu bezelyeler homozigottur (ss). Sarı tohum rengine sahip bezelyelerin homozigot (SS) ya da heterozigot (Ss) olduğunu anlayabilmek için sarı tohumlu bezelyelerle yeşil tohumlu bezelyeleri çaprazlamak gerekir.

### Örnek Soru

Bir araştırmacı, elindeki iri tohumlu bitkilerin bu özellik yönüyle arı döl olup olmadığını araştırmak istiyor. İri tohum özelliği küçük tohum özelliğine baskındır. Bu amaçla iri tohumlu bitkileri küçük tohumlu bitkilerle çaprazladığında yeni bitkilerin %50'sinin iri tohumlu olduğunu görüyor.

**Buna göre çiftçinin iri tohumlu bitkilerinin genotipi nedir?**

### Bilgi Kutusu

Genotip	Fenotip
aa	a
AA	A
Aa	A

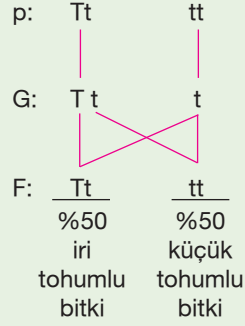
### Bilgi Kutusu

P: A?	x	aa
F = 1. ihtimal	Aa	% 100
F = 2. ihtimal	Aa, aa	% 50

1. ihtimale göre atasal birey AA'dır. 2. ihtimale göre atasal birey Aa'dır.

**Çözüm:**

İri tohum: T, küçük tohum: t T > t ise;



Çiftçinin elindeki bitkilerin heterozigot iri tohumlu olduğu anlaşılır.

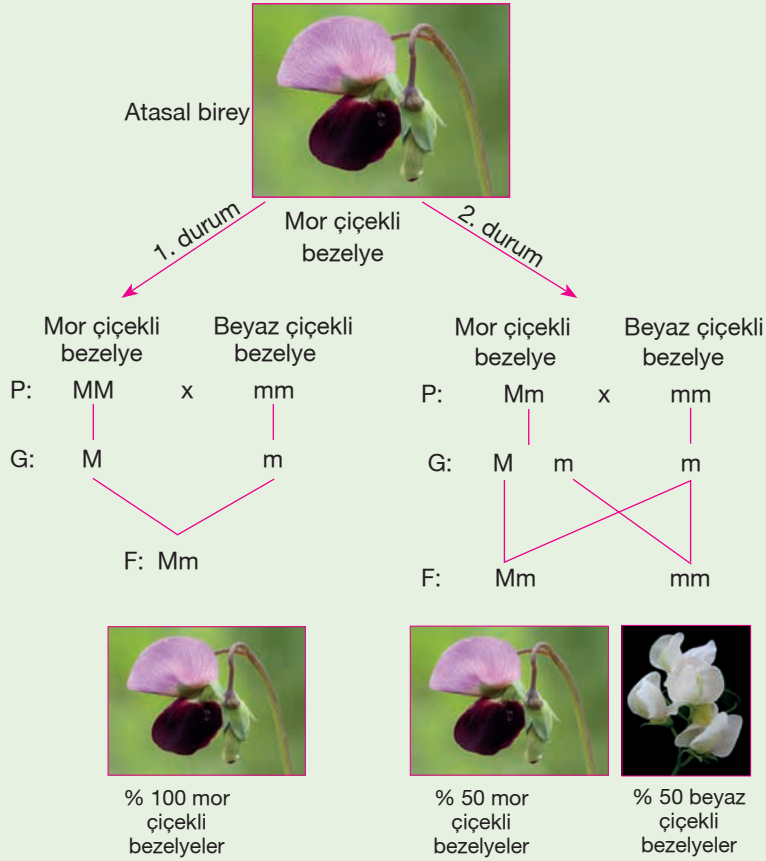
**Örnek Soru**

Bezelyelerde mor çiçek rengi geni (M), beyaz çiçek rengi genine (m) baskındır.

**Mor çiçekli bir bezelye bitkisinin genotipi nasıl araştırılır?**

**Çözüm:**

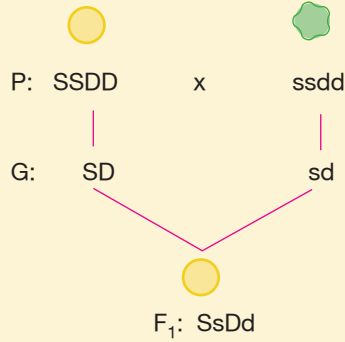
Mor çiçekli bitki beyaz çiçekli bitkiyle çaprazlanır.



## Dihibrit Çaprazlama

İki karakter yönüyle melez olan iki bireyin çaprazlamasına **dihibrit çaprazlama** denir. Dihibrit çaprazlama, iki monohibrit çaprazlamanın birlikte yapılması anlamına da gelir.

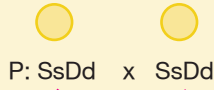
Örneğin homozigot baskın sarı ve düzgün tohumlu bezelyeler ile çekinik yeşil ve buruşuk tohumlu bezelyeler çaprazlandığında, F<sub>1</sub> nesli %100 heterozigot sarı ve düzgün tohumlu olur. F<sub>1</sub> neslinin kendileştirilmesi sonucunda ise 9 : 3 : 3 : 1'lik fenotip oranı oluşur. Konuyu daha iyi anlayabilmeniz için aşağıda verilen çaprazlama etkinliğini inceleyiniz.



F<sub>1</sub> neslinin % 100 sarı düzgün tohumlu olduğu görülür.  
F<sub>2</sub> nesli, F<sub>1</sub> neslinin kendileştirilmesi ile elde edilir.

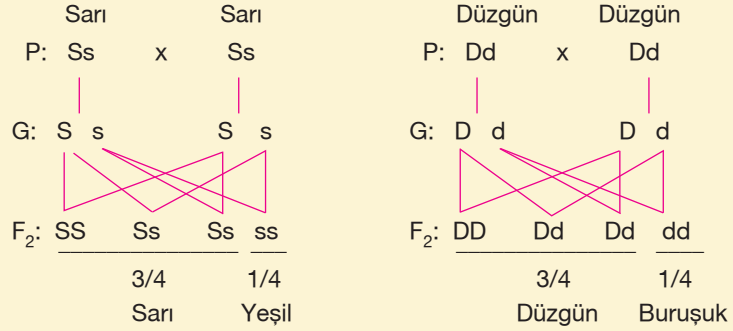
### Araştırma-Tartışım

Kalıtım çalışmalarında bezelye bitkisi, sirke sineği ve bakterilerin daha çok kullanılması-  
nın nedenleri nelerdir?  
Araştırdığınız ve hazırladığınız sunumu sınıfta anlatınız. Paylaştığınız bilgileri sınıfta tartışınız.



		Spermiler ♂				F <sub>2</sub> Genotip Oranı	F <sub>2</sub> Fenotip Oranı		
		SD	Sd	sD	sd				
♀ Yumurtalar	SD	SSDD ●	SSDd ●	SsDD ●	SsDd ●	1/16 SSDD 2/16 SSDd 2/16 SsDD 4/16 SsDd	9/16 ● Sarı-düzgün		
	Sd	SSDd ●	SSdd ●	SsDd ●	Ssdd ●				
	sD	SsDD ●	SsDd ●	ssDD ●	ssDd ●			1/16 SSdd 2/16 Ssdd	3/16 ● Sarı-buruşuk
	sd	SsDd ●	Ssdd ●	ssDd ●	ssdd ●				
		1/16 ssDD 2/16 ssDd			3/16 ● Yeşil-düzgün				
		1/16 ssdd			1/16 ● Yeşil-buruşuk				

Dihibrit çaprazlamaya ait ayrışım oranları, bağımsız genlerle kontrol edilen iki monohibrit çaprazlama birlikte düşünüldüğünde belirgin bir dağılım gösterir.



(3/4 sarı + 1/4 yeşil)

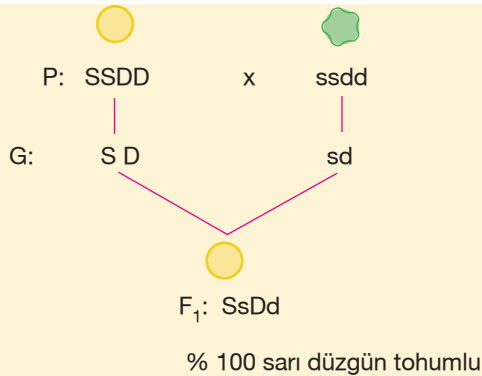
(3/4 düzgün + 1/4 buruşuk)

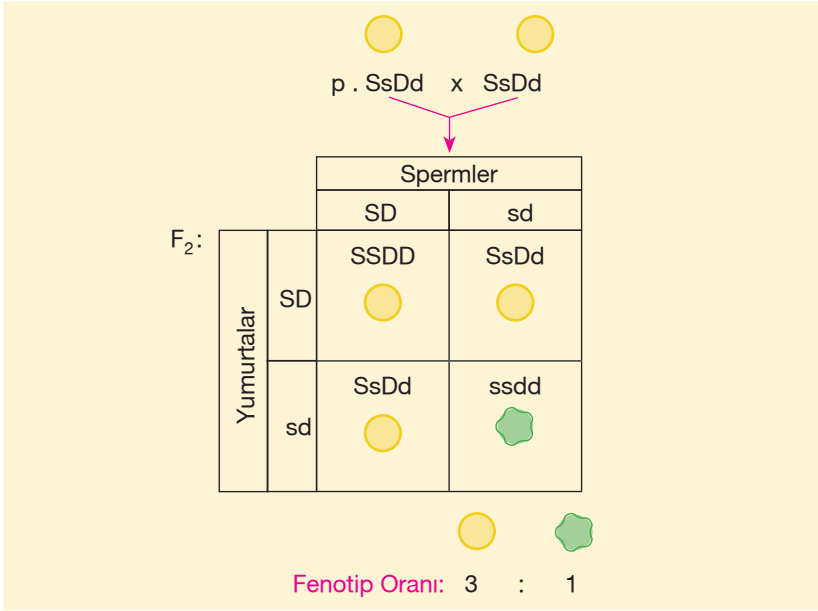
- (3/4 sarı) x (3/4 düzgün) = 9/16 sarı düzgün
- (3/4 sarı) x (1/4 buruşuk) = 3/16 sarı buruşuk
- (1/4 yeşil) x (3/4 düzgün) = 3/16 yeşil düzgün
- (1/4 yeşil) x (1/4 buruşuk) = 1/16 yeşil buruşuk

**Sonuç olarak;**

- fenotip çeşidi =  $2^n = 2^2 = 4$ ,
  - fenotip oranı =  $(3 : 1) \times (3 : 1) = 9 : 3 : 3 : 1$ ,
  - genotip çeşidi =  $3^n = 3^2 = 9$ ,
  - genotip oranı =  $(1 : 2 : 1) \times (1 : 2 : 1) = 1 : 2 : 1 : 2 : 4 : 2 : 1 : 2 : 1$ ,
  - en küçük oranı veren fert sayısı  $4^n = 4^2 = 16$
- olarak bulunur.

Bu çaprazlamada S/D genleri bağlı olsaydı ve crossing over olayı da gerçekleşmeseydi F<sub>2</sub> ebeveyelerinde gamet çeşidi azalır. Bu duruma ait sonuçlar aşağıda verilmiştir.



**Bilgi Kutusu**

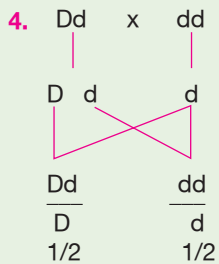
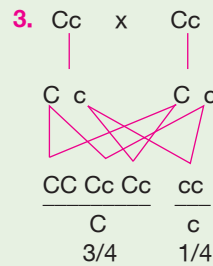
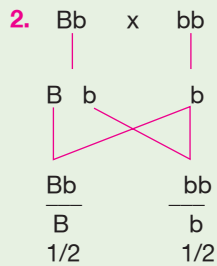
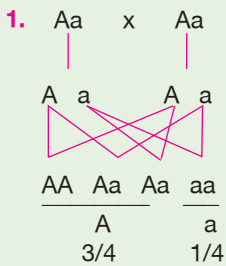
Mendel'in çalışmalarından daha sonra ortaya çıkan durumlar:

- Bağlı gen
- Eş baskınlık
- Çok allellilik

Genler arasında bağlantı bulunması fenotip ve genotip oranlarını değiştirir. Aynı kromozom üzerinde bulunan genler crossing over olayı gerçekleşmediği durumlarda birlikte hareket etmek zorundadır. Fenotip ve genotip oranlarının bağımsız dağılım kuralına uygun sonuç vermesi için genlerin bağımsız olması gerekmektedir. Diğer bir ifadeyle genler farklı kromozomlar üzerinde bulunmalıdır.

**Örnek Soru**

**AaBbCcDd x AabbCcdd genotipli iki bireyin çaprazlanması sonucunda a, b, C, D fenotipinde çocukları olma ihtimali nedir?** (Soruda genler bağımsız kabul edilecektir.)

**Çözüm:**

Buna göre; fenotipin;

a olma ihtimali = 1/4

b olma ihtimali = 1/2

C olma ihtimali = 3/4

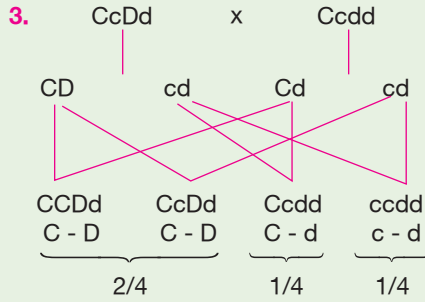
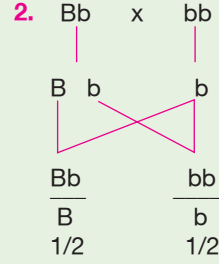
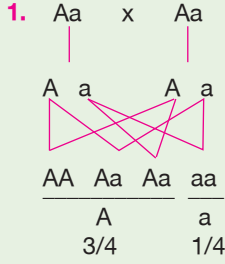
D olma ihtimali = 1/2

1/4.1/2.3/4.1/2 = 3/64'tür.

## Örnek Soru

**AaBbCcDd x AabbCcdd** çaprazlamasının sonucunda **a, b, C, D** fenotipinde bireylerin oluşma ihtimali nedir? (Sorada C ve D genlerinin bağlı olduğu ve crossing over olayının gerçekleşmediği kabul edilecektir.)

## Çözüm:



Buna göre; fenotipin;

a olma ihtimali = 1/4

b olma ihtimali = 1/2

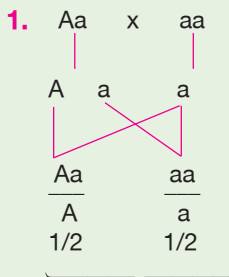
C - D olma ihtimali = 2/4

} 1/4.1/2.2/4 = 1/16'dır.

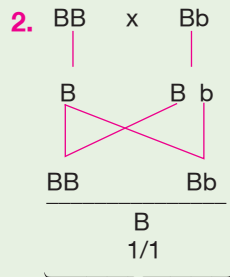
## Örnek Soru

**AaBBCcdd x aaBbCCDd** çaprazlamasının sonucunda oluşabilecek fenotip ve genotip çeşitlerini bulunuz. (Genler bağımsız kabul edilecektir.)

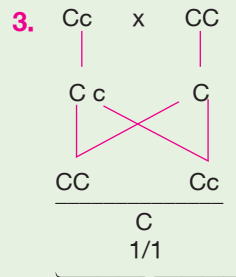
## Çözüm:



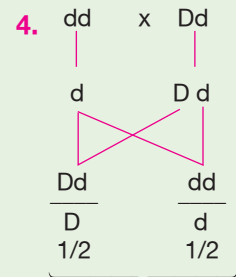
2 çeşit fenotip,  
2 çeşit genotip



1 çeşit fenotip,  
2 çeşit genotip



1 çeşit fenotip,  
2 çeşit genotip



2 çeşit fenotip,  
2 çeşit genotip

Fenotip çeşidi: 2.1.1.2 = 4

Genotip çeşidi: 2.2.2.2 = 16 olur.



**Örnek Soru**

Sarı, düzgün tohumlu iki bezelye bitkisi çaprazlanarak aşağıda belirtilen sonuçlar elde ediliyor.

Sarı - düzgün tohumlu bezelyeler : 1875

Sarı - buruşuk tohumlu bezelyeler : 545

Yeşil - düzgün tohumlu bezelyeler : 621

Yeşil - buruşuk tohumlu bezelyeler : 198

**Bu sonuçlara göre çaprazlanan bezelye bitkilerinin genotipleri nedir?**

**Çözüm:**

En düşük sayı yeşil-buruşuk bezelyelere aittir. En küçük sayı diğer genotip sayılarına bölüldüğünde genotip oranı bulunur.

Sarı - düzgün tohumlu bezelyeler :  $1875/198 \approx 9$

Sarı - buruşuk tohumlu bezelyeler :  $545/198 \approx 3$

Yeşil - düzgün tohumlu bezelyeler :  $621/198 \approx 3$

Yeşil - buruşuk tohumlu bezelyeler :  $198/198 = 1$

Fenotip oranı 9:3:3:1'dir. Bu oran, dihibrit çaprazlamanın fenotip oranıdır. Bu durumda çaprazlanan bezelye bitkileri her iki karakter yönünden de heterozigottur (SsDd).

**Örnek Soru**

Heterozigot iki karaktere sahip (AaBb) iki birey çaprazlandığında fenotip oranının 7 : 4 : 4 : 1 olduğu bulunmuştur. Bu karakterlerin genleri arasında baskınlık-çekiniklik ilişkisi olduğu bilinmektedir.

**Buna göre 7 : 4 : 4 : 1 genotip oranının oluşma nedeni nedir?**

**Çözüm:**

Dihibrit çaprazlamanın fenotip oranı 9 : 3 : 3 : 1'dir. Bu oran bütün genler bağımsız olduğunda ortaya çıkar. 7 : 4 : 4 : 1 oranı genler arasında bağlantı olduğunu gösterir. Genler arasındaki bağlantı hiç bozulmasa fenotip oranı 3 : 1 çıkar. 7 : 4 : 4 : 1'lik oran çaprazlamada crossing over olayının gerçekleştiğini göstermektedir.

**Dikkat**

Eş baskınlıkta alellerin fenotipteki etkileri birbirine eşittir. Heterozigot durumda alellerin her ikisi birden etkisini fenotipte gösterir.

**Eş Baskınlık (Kodominantlık)**

Bir karakterle ilgili alel çiftleri bir araya geldiğinde her ikisinin de birlikte etkisini fenotipte göstermesine **eş baskınlık** denir. Her iki alel de büyük harflerle gösterilir.

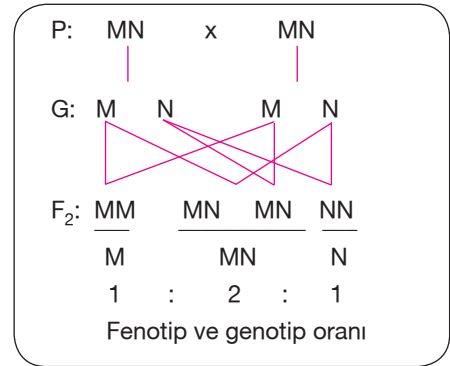
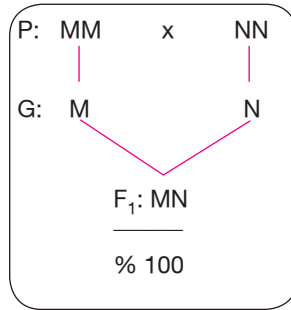
İnsanlarda MN faktörü eş baskınlık sonucunda oluşur. M ve N faktörleri alyuvarların zarları üzerinde bulunan kan grubu antijenlerindenir. Bu antijenlere karşı antikor üretilmediğinden kan nakillerinde dikkate alınmazlar.

M ve N antijenlerinin oluşumu birbirine eş baskın olan M ve N alelleri ile belirlenir (Tablo 2.4).

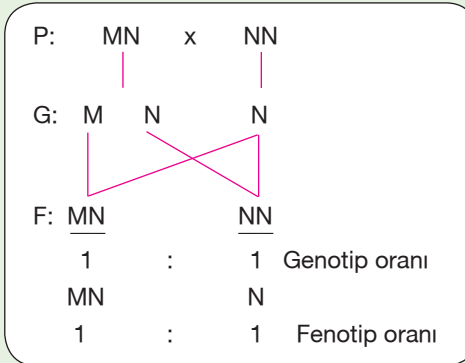
**Tablo 2.4:** MN faktörü

Fenotip	Genotip	Antijen	Antikor
M	M	M	-
N	N	N	-
MN	MN	M ve N	-

M ve N alelleri bir araya geldiğinde her ikisi birlikte etkisini gösterir. Bu durumda alyuvar zarı üzerinde M ve N antijenleri birlikte bulunur.

**Örnek Soru**

Heterozigot MN olan birey ile N grubundan olan bireyin evliliklerinden oluşabilecek olan çocukların genotipleri ile fenotiplerini bulunuz.

**Çözüm:**

Çaprazlama çeşitleri temel özellikleri yönüyle Tablo 2.5'te karşılaştırılmıştır.

► **Tablo 2.5:** Çaprazlama Çeşitlerinin Karşılaştırılması

	Monohibrit Çaprazlama	Dihibrit Çaprazlama	Eş Baskınlık
Örnek Çaprazlama	Aa x Aa	AaBb x AaBb	AB x AB
Fenotip Çeşidi ( $2^n$ )	$2^1 = 2$	$2^2 = 4$	3 ( $2^n$ formülü uygulanamaz)
Genotip Çeşidi ( $3^n$ )	$3^1 = 3$	$3^2 = 9$	$3^1 = 3$
Fenotip Oranı	3 : 1	(3 : 1) x (3 : 1)	1 : 2 : 1
Genotip Oranı	1 : 2 : 1	(1 : 2 : 1) x (1 : 2 : 1)	1 : 2 : 1
En düşük oranı veren fert sayısı ( $4^n$ )	$4^1 = 4$	$4^2 = 16$	$4^1 = 4$

#### Araştırılabilir-Tartışılabilir

Monohibrit çaprazlama ve eş baskınlıkta genotip oranları farklıyken fenotip oranlarının aynı olmasının sebebi nedir?

Çalışmanızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.

Hibritlik derecesi arttıkça fenotip ve genotip çeşitlerinin arttığı Tablo 2.5'te görülmektedir. Monohibrit ve dihibrit çaprazlamalarda fenotip oranı ile genotip oranları birbirinden farklıdır. Ancak eş baskınlıkta fenotip ve genotip oranlarının birbirine eşit olduğu görülmektedir. Bu oranlar genlerin bağımsız olması durumunda ortaya çıkar.

Mendel'in çalışmaları sonucunda; monohibrit, dihibrit oranları, genler arasındaki baskınlık ve çekiniklik ilişkileri ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte genler arasındaki bağlantılar ve crossing over olayları kalıtımla ilgili daha sonra yapılan çalışmalarla anlaşılmıştır.

Bağlı genler arasındaki crossing over oranlarından yola çıkılarak gen haritaları yapılabilmektedir. Çünkü genler arasındaki mesafe arttıkça crossing over oranı da artmaktadır.

Crossing over, heterozigot karakterler ve kromozomların üreme hücrelerine bağımsız dağılımı kalıtsal çeşitliliği etkiler. Bağlı genler homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitleri arasında crossing over ile yer değiştirebilir.

## Neler Öğrendik?

1. Serbest kulak memesi (A) baskın, yapışık kulak memesi (a) ise çekiniktir. Aşağıdaki sembolleri kullanarak büyükanne ve büyükbabadan başlayarak bu karakterle ilgili soyağacınızı çiziniz.



A. Serbest kulak memesi

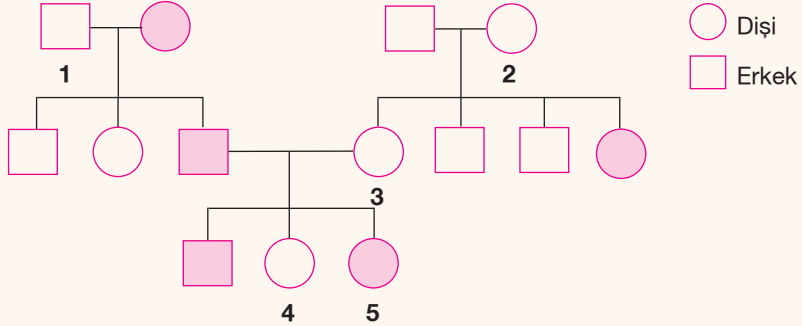


B. Yapışık kulak memesi

## SOYAĞACI

- : Serbest kulak memesine sahip kadın  
 ● : Bitişik kulak memesine sahip kadın  
 □ : Serbest kulak memesine sahip erkek  
 ■ : Bitişik kulak memesine sahip erkek

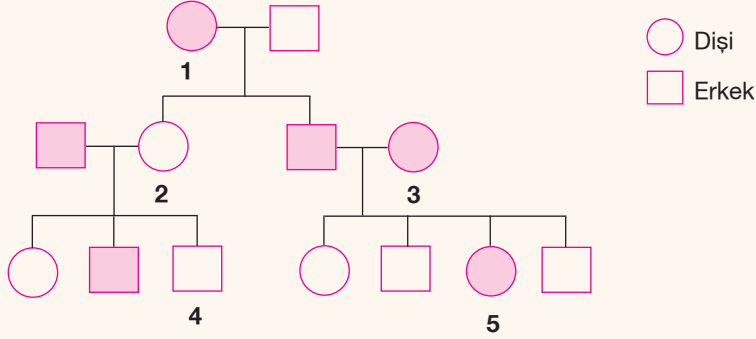
2. Aşağıdaki soyağacında, çekinik bir özelliği fenotipinde gösteren bireyler, koyu renkle; baskın özelliği fenotipinde gösteren bireyler ise açık renkle gösterilmiştir.



Buna göre rakamlarla gösterilen bireylerin genotip çeşitlerine ait olasılıkları aşağıdaki tabloya yazınız.

Bireyler	Genotip Çeşitleri
1	
2	
3	
4	
5	

3. Aşağıdaki soyağacında baskın bir özelliği fenotipinde gösteren bireyler koyu renkle, çekinik özelliği fenotipinde gösteren bireyler ise açık renkle gösterilmiştir.



Buna göre rakamlarla gösterilen bireylerin genotip çeşitlerine ait olasılıkları tabloya yazınız.

Bireyler	Genotip Çeşitleri
1	
2	
3	
4	
5	

4. MN kan grubuna sahip anne ve babanın çocuklarının genotip oranı ne olur? Açıklayınız.

5. Bir bireyde baskın durumda fenotipte açığa çıkan ve bağımsız genlerle kalıtılan üç karakterin bulunduğu belirleniyor. Her bir karakter için bireyde farklı iki alel bulunduğu bilindiğine göre, bireyler çaprazlandığında fenotip çeşidi sayısı, genotip çeşidi sayısı ve fenotip ayrışım oranı ne olur? Aşağıdaki tabloya yazınız.

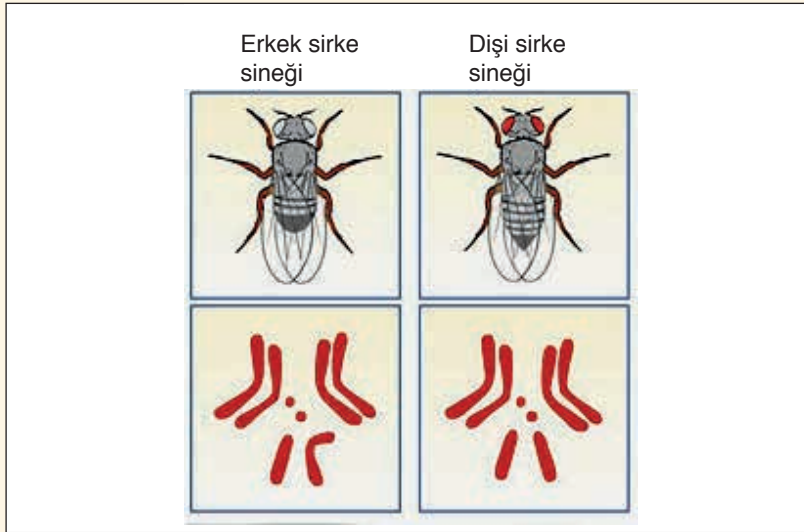
Fenotip Çeşidi	Genotip Çeşidi	Fenotip Ayrışım Oranı

### Okuma Parçası

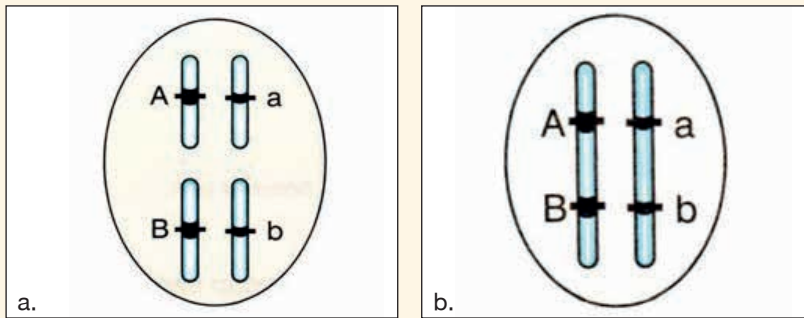
#### Bağlı Genler Arasındaki Bağlantı Bozulabilir mi?

Bağlı genler arasında bağlantı crossing over olayı ile bozulabilmektedir. Crossing over olayı, homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitleri arasında gerçekleşir. Ancak crossing over olayının gerçekleşebilmesi için öncelikle bağlı genler arasında temas noktasının (kiazma) oluşması gerekir. Aynı kromozom üzerinde bulunan iki gen arasındaki mesafe arttıkça crossing over gerçekleşebilme ihtimali de artar. Genler arasında gerçekleşen crossing over oranlarından yola çıkılarak gen haritaları çizilebilmektedir.

Aşağıdaki şekillerde sirke sineğinin kromozomları gösterilmiştir. Genler arasındaki bağlantılar ilk defa sirke sineğinin kromozomlarında tespit edilmiştir.



Aşağıdaki şekillerden a'da bağımsız genler, b'de ise bağlı genler gösterilmiştir.



*Yazar tarafından derlenmiştir.*

### Çok Alellilik

Bir türde bir özelliğe ilgili olarak ikiden fazla gen çeşidinin bulunması durumuna **çok alellilik** denir. Bireyler bu alellerden ancak ikisini taşıyabilir. Bu genlerin birbirlerine karşı baskınlık ve çekiniklik durumlarına bağlı olarak farklı fenotipik kombinasyonlar görülebilir.

Çok alellilikte bireylerde görülebilecek genotip çeşitleri aşağıda verilen formüllerle hesaplanır.

$n$  = Alel çeşidi sayısı

1. Homozigot genotip sayısı =  $n$
2. Heterozigot genotip sayısı =  $\frac{n \cdot (n-1)}{2}$
3. Toplam genotip sayısı =  $\frac{n \cdot (n+1)}{2}$  olur.

Örneğin tavşanlarda post rengi dört farklı alel çeşidiyle belirlenir. Bu post renkleri ve bu renkleri belirleyen aleller şu şekildedir:

1. Gri tavşan rengi: C
2. Şinsilya (chincilia):  $c^{ch}$
3. Himalaya:  $c^h$
4. Albino: c

Bunların birbirine karşı baskınlık ve çekiniklik durumları

$C > c^{ch} > c^h > c$  şeklindedir.

Bu nedenle dört farklı fenotip görülür (Görsel 2.12).

**Genotip çeşitleri ise,**

1. Homozigot genotip sayısı =  $n = 4$
2. Heterozigot genotip sayısı =  $\frac{n \cdot (n-1)}{2} = \frac{4 \cdot (4-1)}{2} = 6$
3. Toplam genotip çeşidi sayısı =  $4 + 6 = 10$   
ya da  $\frac{n \cdot (n+1)}{2} = \frac{4 \cdot (4+1)}{2} = 10$  olur.

İnsanda kan grupları (A, B ve O sistemi) çok alellilik ile belirlenir. Alyuvar zarları üzerinde bulunan kan grubu ile ilgili proteinlere **antijen** denir. Kan grubu ile ilgili **A** ve **B** olmak üzere iki tip antijen vardır. Kan grubu antijenlerine karşı akyuvarlar tarafından üretilen iki tip antikor vardır. Bunlar **anti A** ve **anti B** adlarını alır. Antikorlar yabancı antijenlere karşı antikor varlığında üretilir.



Gri tavşan (C)



Şinsilya ( $c^{ch}$ )



Himalaya ( $c^h$ )



Albino (c)

#### ► Görsel 2.12

Tavşanlarda post rengi çeşitleri

**Bilgi Kutusu****Çökeltme Olayı****(Aglütinasyon) Nedir?**

Kan grubu antijenleri (A ve B) ile antikorlarının (anti A ve anti B) bir araya gelmesi sonucunda alyuvarların birbirine yapışması ve iri tanecikli yapılar oluşturmalarına **çökeltme ya da aglütinasyon** denir. Çökeltme ile oluşan tanecikli yapılar, kan damarlarını tıkayarak ölüme neden olabilir.

İki tip çökeltme vardır:

**1. Hafif (Kısmi) Çökeltme:**

Vericinin kanında az oranda bulunan antikorların alıcının kanında oluşturduğu çökeltmedir.

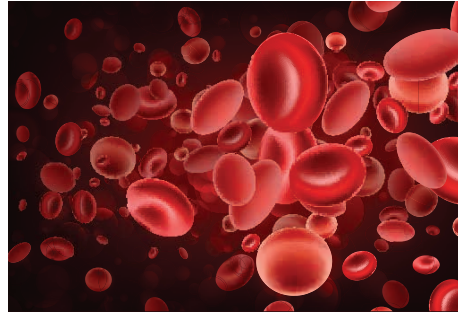
Örneğin, O grubu AB kan grubuna kan verdiğinde hafif çökeltme olur.

**2. Ağır (Tam) Çökeltme:**

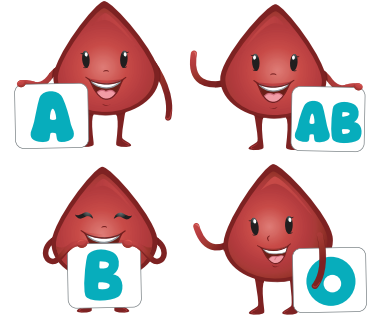
Alicının kanındaki antikorlar ile vericinin kanındaki alyuvarların çökeltilmesidir. Ölümle sonuçlanır. Çok tehlikelidir.

Örneğin, AB grubu O kan grubuna kan verdiğinde ağır çökeltme olur.

Kan grubu ile ilgili A, B ve O olmak üzere üç tip gen bulunur. **A** ve **B** genleri birbirine eş baskın, **O** genine karşı ise baskındırlar. ( $A = B > O$ ). Bu nedenle kan grupları ile ilgili dört çeşit fenotip, altı çeşit ise genotip bulunur (Görsel 2.13, 2.14 ve Tablo 2.6).



► **Görsel 2.13**  
İnsan kan hücreleri



► **Görsel 2.14**  
İnsanlarda kan grubu fenotipleri

► **Tablo 2.6: Kan grupları**

Fenotip	Genotip	Antijen	Antikor
A	AA veya AO	A antijeni	Anti B
B	BB veya BO	B antijeni	Anti A
AB	AB	A ve B antijeni	Antikor yok
O	OO	Antijen yok	Anti A ve Anti B

Kan nakli en yaygın doku naklidir. İnsanlar arasındaki yardımlaşmanın ve sevgi bağının sonucunda yapılan kan bağıışı sayesinde hastaların kan ihtiyacı karşılanmaktadır. Kan nakillerinde antijen ve antikor ilişkisine dikkat edilir. Kan alışverişlerinde önemli olan, verilen kanın antikorlarla çökeltmemesidir.

En sağlıklı kan nakilleri, bireylerin kendi kan grupları arasında gerçekleşen kan nakilleridir.

**Rh faktörü nedir?**

Kan nakillerinde dikkat edilmesi gereken diğer bir faktör de **Rh** faktörüdür. **R** ve **r** olmak üzere iki alel çeşidiyle belirlenir. Rh antijeni



taşıyan kana **Rh pozitif**, Rh antijeni taşımayan kana ise **Rh negatif** denir (Tablo 2.7).

**R (Rh(+)) > r (Rh(-))**'dir.

► **Tablo 2.7:** Rh faktörü

Fenotip	Genotip	Antijen	Antikor (Anti D)
Rh(+)	RR ve Rr	Var	Yok
Rh(-)	rr	Yok	Var

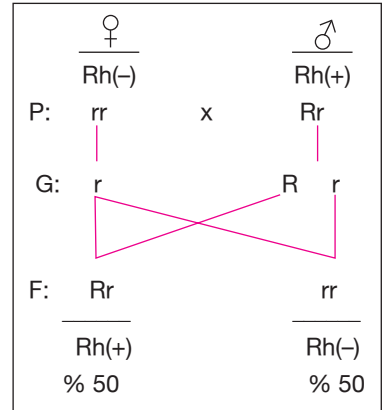
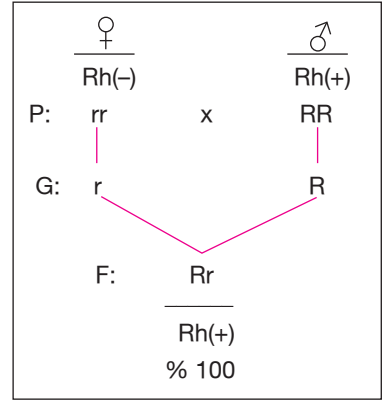
**Rh(-)** birey, **Rh(+)** bireye kan verebilirken, **Rh(+)** bireyden **Rh(-)** bireye kan verilmesi kanda çökelmeye neden olur. Çünkü **Rh(-)** kanda, **Rh(+)** kanla gelen **Rh** antijenine karşı antikor üretilir. Bu antikorlar, (**Anti D**), **Rh(+)** kanda alyuvarların çökmesine ve ölüme neden olurlar.

Hamilelikte annenin **Rh(-)**, bebeğin **Rh(+)** olması durumunda annenin kanındaki Rh antikorlarının plasentadan bebeğin kanına geçerek bebeğin alyuvarlarını çökeltmesi olayına **kan uyuşmazlığı (eritroblastosis fetalis)** denir.

Anne **Rh(+)** çocuk **Rh(-)** olduğunda benzer durum gerçekleşmez. Çünkü **Rh(+)** annede, **Rh(-)** çocuğa karşı antikor üretilmediğinden kan uyuşmazlığı görülmez.

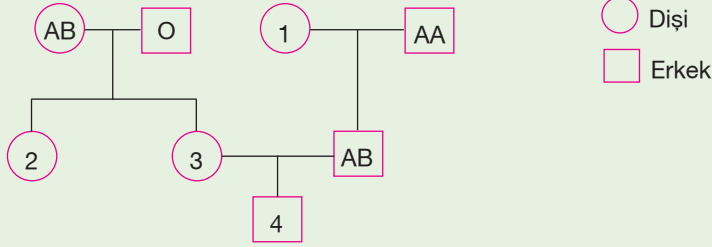
Kan uyuşmazlığı olduğunda çocuk anne rahminde ölebilir veya yüksek oranda sarılık olarak dünyaya gelebilir. Bu durumda bebekte ciddi oranda anemi (kansızlık) görülür ve bebeğin kanının değiştirilmesi gerekir.

Kalıtılarda kan uyuşmazlığının olabilmesi için anne **Rh(-)**, çocuk **Rh(+)** olmalıdır. Çocuğun **Rh(+)** olabilmesi için babanın da **Rh(+)** olması gerekir. Baba **Rh(+)** olduğunda babanın genotipinin homozigot (**RR**) veya heterozigot (**Rr**) olmasına göre çocuğun **Rh(+)** olma ihtimali değişir.



## Örnek Soru

Aşağıdaki soyağacında bazı bireylerin kan grupları verilmiştir.



**Buna göre rakamlarla gösterilen bireylerden hangilerinin kan grubu homozigot karakterde olabilir?**

## ÇÖZÜM:

2 ve 3 numaralı bireylerin kan grupları AO ya da BO'dur. Dolayısıyla bu bireylerin kan gruplarının homozigot karakterde olma olasılığı yoktur.

1 numaralı bireyin genotipi BB ya da BO'dur. Dolayısıyla homozigot (BB) karakterde olma durumu söz konusudur.

3 numaralı birey AO ise 4 numaralı birey AA olabileceğinden 4 numaralı bireyin homozigot karakterde olma olasılığı vardır.

Dolayısıyla 1 ve 4 numaralı bireylerin kan grupları homozigot karakterde olabilir.

## Örnek Soru

Aynı gün, aynı hastanede doğum yapan üç annenin çocuğu hastanede birbirine karışmıştır. Aşağıdaki tablolarda anne-baba ve o gün dünyaya gelen üç çocuğun kan grupları verilmiştir.

Aileler	Anne	Baba
1. aile	A Rh(-)	B Rh(-)
2. aile	B Rh(+)	O Rh(-)
3. aile	AB Rh(+)	A Rh(+)

Çocuklar	Kan grupları
K	O Rh(+)
L	A Rh(+)
M	B Rh(-)

**Çocukların hangi anne ve babaya ait olduklarını bulunuz?**

## ÇÖZÜM:

1. ailenin Rh(+) çocukları olamaz. Çocuklardan sadece M, Rh(-)'tir. Bu nedenle M, 1. ailenin çocuğudur.

2. ailenin O Rh(+) çocukları olabilir. Çünkü annenin BO olabileme ihtimali vardır. Çocukları Rh(+) ya da Rh(-) olabilir. Bu nedenle O Rh(+) olan K, bu ailenin çocuğudur.

3. ailenin O kan grubu çocukları olamaz. Çünkü çocuk anneden ya A genini ya da B genini alır. Bu nedenle K, 3. ailenin çocuğu değildir. A Rh(+) olan L, bu ailenin çocuğudur.

## Neler Öğrendik?

1. Aşağıda kan grupları ile ilgili verilen ifadelerin başındaki kutucuklara ifade doğru ise “D”, yanlış ise “Y” yazınız.

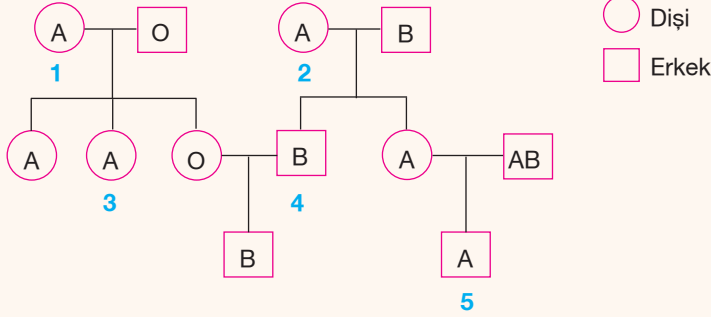
1. Hamilelikte annenin Rh(+), bebeğin Rh(-) olması durumunda kan uyuşmazlığı meydana gelir.
2. İnsanlarda kan grubu ile ilgili A, B ve O olmak üzere üç tip gen bulunur.
3. İnsanlarda kan grupları eş baskınlık ile belirlenir.
4. Kan uyuşmazlığı meydana geldiğinde bebek anne rahminde ölebilir.
5. İnsanda kan grubu ile ilgili A ve B olmak üzere iki tip antijen vardır.
6. Bir bireyde D antikorunu bulunuyorsa bu birey Rh(+)'tir.
7. A geni O genine karşı baskındır.

2. Aşağıda dört çift ebeveynin kan grupları verilmiştir.

**Bu çiftlerden hangilerinde kan uyuşmazlığı görülebilir? Yandaki kutucukları işaretleyerek belirtiniz.**

- a. A Rh (+) ♀ x ♂ A Rh(-)
- b. AB Rh(-) ♀ x ♂ O Rh(+)
- c. O Rh(-) ♀ x ♂ AB Rh(+)
- ç. B Rh(-) ♀ x ♂ A Rh(-)

3. Aşağıdaki soyağacında bireylerin kan grupları verilmiştir.  
Rakamlarla belirtilen bireylerin genotipleri nelerdir?



- 1)  
2)  
3)  
4)  
5)

4. A Rh(+) bir anne ile B Rh(+) bir babanın 1. çocuğu O Rh(+), 2. çocuğu ise AB Rh(-) oluyor.  
Bu durumda bu ailedeki bireylerin kan grubu ile ilgili genotiplerinin neler olabileceğini aşağıdaki kısımlara yazınız.

Anne:

1. Çocuk:

Baba:

2. Çocuk :

5. Aşağıda kan grubu belirtilen ebeveynlerin hangilerinin çocuklarında kan uyuşmazlığı görülebilir? İşaretleyiniz.

<u>Anne</u>	<u>Baba</u>	<u>Anne</u>	<u>Baba</u>
<input type="radio"/> 1) O Rh(+)	AB Rh(-)	<input type="radio"/> 5) AB Rh(-)	AB Rh(-)
<input type="radio"/> 2) AB Rh(-)	O Rh(-)	<input type="radio"/> 6) AB Rh(+)	O Rh(-)
<input type="radio"/> 3) A Rh(+)	B Rh(+)	<input type="radio"/> 7) A Rh(-)	B Rh(+)
<input type="radio"/> 4) B Rh(-)	A Rh(-)	<input type="radio"/> 8) B Rh(-)	O Rh(+)

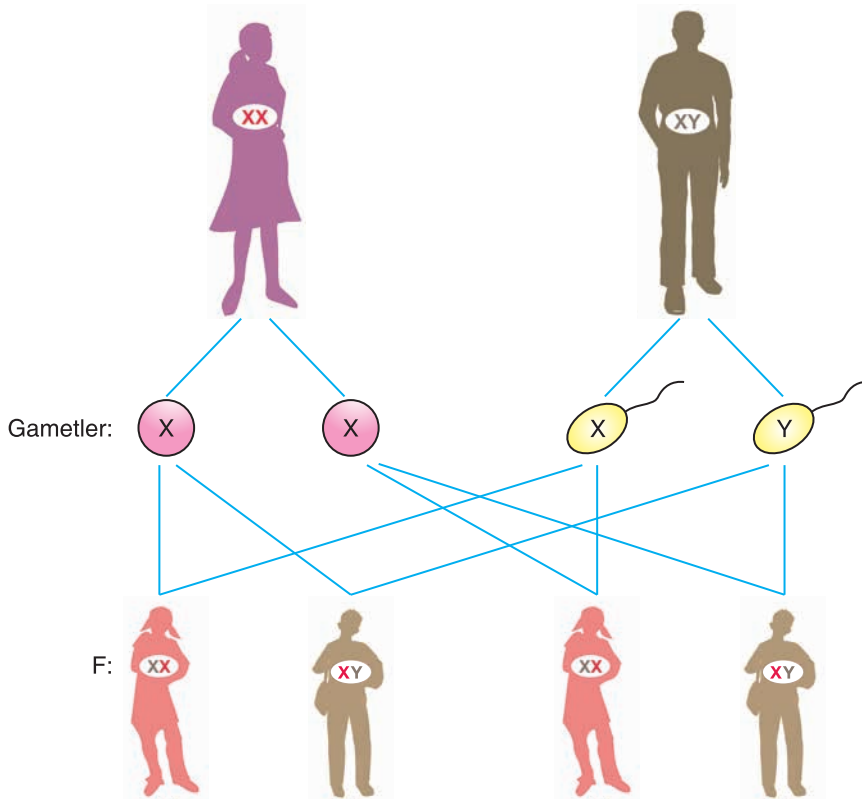
### Cinsiyetin Belirlenmesinde X ve Y Kromozomlarının Rolü

Hayvanların çoğunda ve bazı bitki türlerinde bireyler ayrı eşeylere sahiptir. Canlının eşeyinin nasıl olacağı çoğunlukla kromozomlarla ve kromozomlar üzerindeki genlerle belirlenir. Cinsiyetin belirlenmesini sağlayan kromozomlara **eşey kromozomları (gonozom)** denir.

İnsanlarda eşey kromozomları dişi bireylerde XX, erkek bireylerde ise XY ile gösterilir. İnsanda X ve Y kromozomlarının eşey belirlemedeki rolü aşağıda verilen şekilde gösterilmiştir (Görsel 2.15).

#### Bilgi Kutusu

Eşey kromozomları sadece cinsiyetin belirlenmesinde görevli değildir. Bununla birlikte, vücuda ait özellikleri belirleyen ve çeşitli hastalıklara neden olan genler de eşey kromozomları üzerinde bulunabilmektedir.



	♀	♂
♀	X X	X Y
♂	XX Dişi	XY Erkek

Genotip oranı: 1/2 XX, 1/2 XY  
Fenotip oranı: 1/2 Kız, 1/2 Erkek

#### ► Görsel 2.15

İnsanlarda eşeyin belirlenmesi

Yukarıdaki şekilde de belirtildiği gibi doğacak olan çocukların erkek ya da dişi olma olasılıkları birbirine eşit ve 1/2'dir.

**Araştırma-Tartışım**

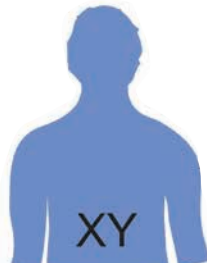
İnsanlarda eşey kromozomlarının ya da vücut kromozomlarının fazlalığında ortaya çıkabilecek durumlar nelerdir?

Çalışmanızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.

İnsanlarda en belirgin fenotipik özellik, bireyin erkek ya da dişi olmasıdır. Dişi ve erkek bireylerde anatomik ve fizyolojik olarak çok sayıda farklılık olmasına rağmen cinsiyetin belirlenmesinde eşey kromozomlarının temeli oldukça basittir. Anne ve babadan birer X kromozomu alan birey dişi olarak gelişirken, anneden X, babadan ise Y kromozomu alan birey erkek olarak gelişir.

Eşey kromozomlarının dışında kalan ve bireyin diğer kalıtsal özelliklerini belirleyen genleri taşıyan kromozomlara **vücut kromozomları (otozom)** adı verilir.

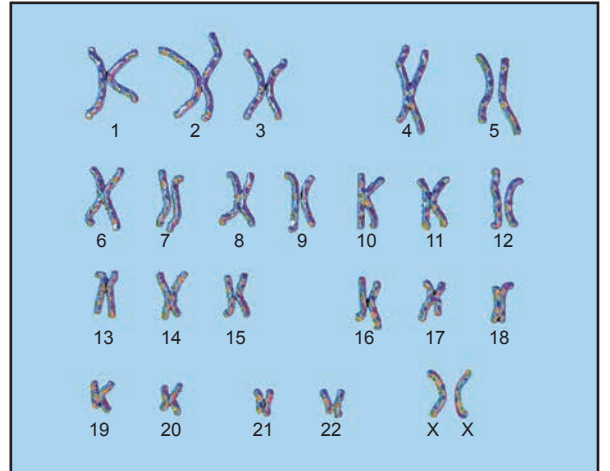
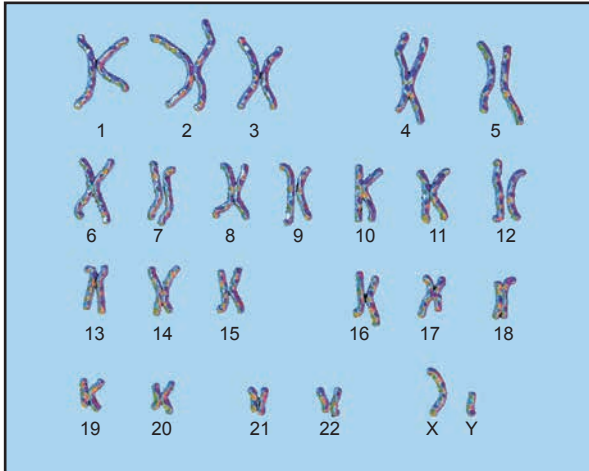
İnsanların vücut hücrelerinde  $2n = 46$  kromozom bulunur. Bu kromozomların 44'ü vücut kromozomu, 2'si ise eşey kromozomlarıdır (Görsel 2.16).



Erkek Birey



Dişi Birey

**► Görsel 2.16**

Sağlıklı insanlarda vücut kromozomu sayısı 44, eşey kromozomu sayısı ise 2'dir. Eşey kromozomu olarak erkek bireyler uzun bir X kromozomu, kısa bir Y kromozomu taşırlar. Dişi bireyler ise aynı yapıda olan iki adet X kromozomu taşırlar.

### Akraba Evliliklerinin Olası Riskleri

Akraba evlilikleri, aralarında kan bağı olan kişiler arasında yapılan evliliklerdir.

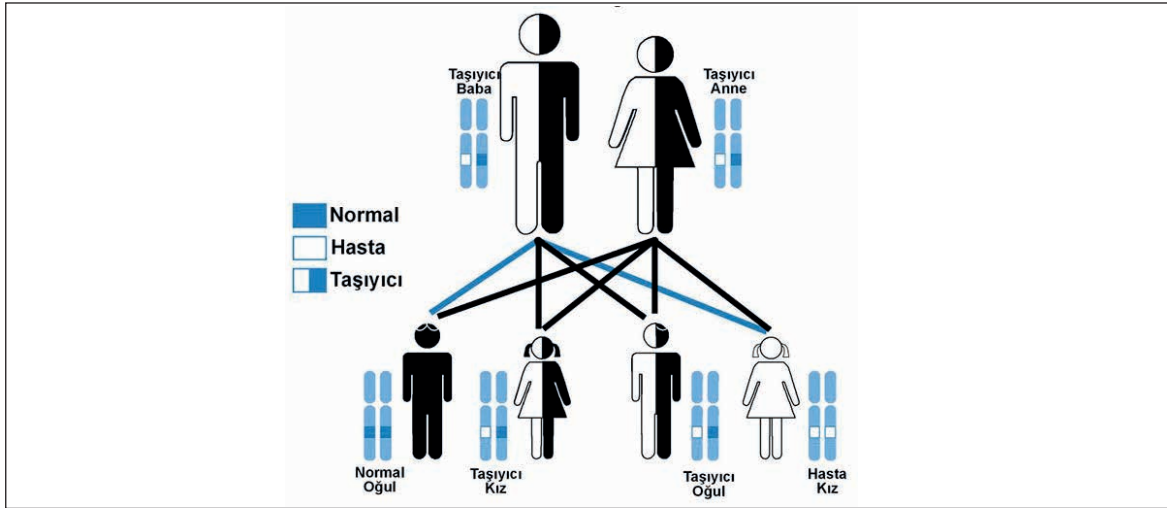
Kalıtsal hastalıkların çoğu, çekinik alellerle taşınmaktadır. Çekinik allele belirlenen bir özelliğin fenotipte ortaya çıkması için homozigot olması gerekir. Toplumda genellikle çekinik alellerin frekansı düşüktür. Evliliklerde akrabalık derecesi arttıkça çekinik alellerin ortaya çıkma olasılığı artmaktadır. Bu durum şu şekilde özetlenebilir:

Hastalık etmeni olan çekinik alellerin çocuklarda görülebilmesi için anne ve babanın her ikisinin de en azından bir çekinik alele sahip olması gerekir. Akrabalar genel olarak birbirlerine benzer gen yapısına sahiptirler. Bu durum akraba evliliklerinde çekinik alellerin birbiriyle karşılaşması olasılığını artırır. Dolayısıyla akraba evlilikleri sonucu doğacak çocuklarda hastalık riski artmaktadır. Örneğin; yapılan araştırmalar sonucunda ülkemizde Akdeniz anemisinin (talasemi) akraba evliliğine bağlı olarak arttığı görülmüştür. Akdeniz Bölgesi'nde yaygın olarak görüldüğü için Akdeniz anemisi adı verilen hastalık, sürekli kan nakli gerektiren ciddi bir kan hastalığıdır.

Kalıtsal hastalıkların toplumda azaltılabilmesi için akraba evliliklerinden kaçınılmalıdır. Aşağıdaki görselde vücut kromozomlarında taşınan çekinik bir hastalığın akraba evliliklerinde ortaya çıkabilme durumu gösterilmektedir (Görsel 2.17).

### Bilgi Kutusu

Doğan her 100 çocuktan 2'sinde herhangi bir nedene bağlı olarak doğuştan bir hastalık saptanırken, akraba evlilikleri yapan çiftlerde bu risk yaklaşık iki kat oranında artmaktadır. Aynı zamanda yapılan araştırmalar sonucunda akraba evliliğinin ölü doğum oranını da diğer evliliklere göre iki kat artırdığı tespit edilmiştir.



### ► Görsel 2.17

Akraba evlilikleri sonucu kalıtsal hastalıkların ortaya çıkma riski artmaktadır.

## Neler Öğrendik?

1. Aşağıda verilen ifadelerin başındaki kutucuklara ifade doğru ise “D”, yanlış ise “Y” yazınız.

1.  Otozomlar, canlıların eşeylerinin belirlenmesinde görev alan kromozomlardır.
2.  İnsanlarda eşey kromozomları dişi bireylerde XX, erkek bireylerde XY ile gösterilir.
3.  Kromozom sayısı arttıkça canlının gelişmişliği de artar.
4.  İnsanlarda 42 adet vücut kromozomu vardır.
5.  Akraba evliliklerinde çekinik karakterdeki genlerin ortaya çıkma olasılığı artmaktadır.

2.  $2n = 16$  kromozumlu bir bireyin cinsiyeti XY sistemi ile belirlendiğine göre dişi ve erkek bireylerin otozom ve gonozom sayıları ile gonozom tiplerini aşağıdaki tabloya yazınız.

	Otozom	Gonozom
Dişi		
Erkek		

3. Akraba evliliklerinde kalıtsal hastalıkların ortaya çıkma riski neden daha fazladır? Açıklayınız.

4. İnsanda eşey kromozomlarının görevleri nelerdir?



### Eşeye Bağlı Kalıtım

Eşey kromozomları, sadece eşeyin belirlenmesini değil, bazı vücut özelliklerinin de ortaya çıkmasını sağlar.

Gonozomlar üzerindeki genlerle taşınan karakterlere **eşeye bağlı karakterler**, eşeye bağlı karakterleri belirleyen genlere ise **eşeye bağlı genler** denir.

Gonozomlar, insanda X ve Y olmak üzere iki tiptir (Görsel 2.18). X ve Y kromozomları tamamen homolog değildir. Homolog olmayan kısımlarda tek halde bulunan ve farklı karakterlere etki eden aleller bulunmaktadır (Görsel 2.19 ve 2.20).

#### a. X kromozomuna Bağlı Kalıtım

X kromozomunun homolog olmayan parçası üzerindeki alellerle belirlenir.

Hemofili ve kırmızı-yeşil renk körlüğü X kromozomunun homolog olmayan bölgesindeki aleller ile belirlenir. Bu özellikler yönüyle erkekler taşıyıcı olamaz. Bu özellikler erkeklerde daha sık görülür. Çünkü X'e bağlı kalıtımda erkeklerde bu özelliklerin ortaya çıkabilmesi için tek alel yeterlidir.

#### Hemofili (Kanın Pıhtılaşmaması)

Kanın pıhtılaşması için gerekli olan bazı protein çeşitlerinin üretilmemesi sonucunda kanın pıhtılaşmaması hastalığı ortaya çıkar. Bu hastalar aşırı kan kaybı nedeniyle ölebilirler. Dişiler  $X^H X^h$ , erkekler ise  $X^h Y$  genotipinde olduklarında bu hastalık ortaya çıkar (Tablo 2.9).

► **Tablo 2.9:** Dişi ve erkeklerde hemofili hastalığının fenotip ve genotipi

Eşey	Genotip	Fenotip
Dişi (♀)	$X^H X^H$	Normal
	$X^H X^h$	Taşıyıcı
	$X^h X^h$	Hemofili hastası
Erkek (♂)	$X^H Y$	Normal
	$X^h Y$	Hemofili hastası

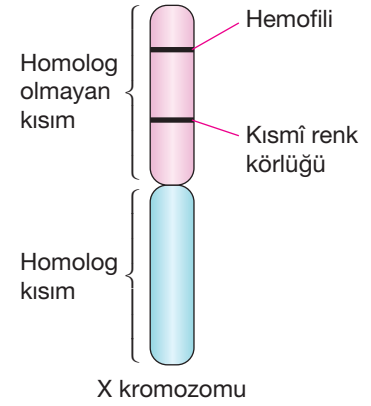
$X^H$  = Normal gen

$X^h$  = Hemofili geni



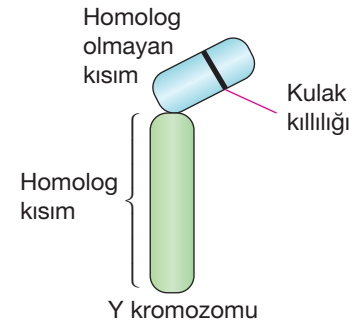
► **Görsel 2.18**

Eşey kromozomlarının karşılaştırılması



► **Görsel 2.19**

X kromozomunun homolog ve homolog olmayan kısımlarında taşınan karakterler



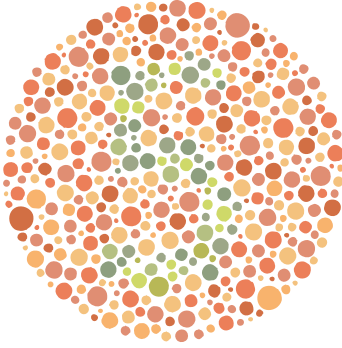
► **Görsel 2.20**

Y kromozomunun homolog ve homolog olmayan kısımlarında taşınan karakterler



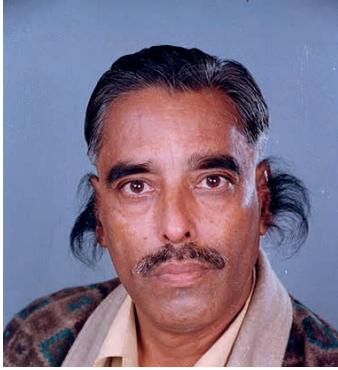
Online Biyoloji

<http://www.eba.gov.tr/video/izle/446099da57f08fe2e4dce8e7d35be3511c6d4645fc001>



### ► Görsel 2.21

Kırmızı yeşil renk körlüğü testi  
Kırmızı yeşil renk körü olanlar  
iki, normal görenler beş olarak  
okur.



### ► Görsel 2.22

Kulak kıllılığı

## Kısmi Renk Körlüğü (Daltonizm)

Gözün ağ tabakasında bazı reseptör çeşitlerinin eksikliği nedeniyle kırmızı ve yeşil renklerin birbirinden ayırt edilememesi durumudur. Resesif genle belirlenir (Görsel 2.21 ve Tablo 2.10).

► **Tablo 2.10:** Dişi ve erkeklerde kısmi renk körlüğünün fenotip ve genotipleri

Eşey	Genotip	Fenotip
Dişi (♀)	$X^R X^R$	Normal
	$X^R X^r$	Taşıyıcı
	$X^r X^r$	Kısmi renk körü
Erkek (♂)	$X^R Y$	Normal
	$X^r Y$	Kısmi renk körü

$X^R$ = Normal görme geni

$X^r$ = Kısmi renk körlüğü geni

## b. Y Kromozomuna Bağlı Kalıtım

Y kromozomunun homolog olmayan parçası üzerinde bulunan genler tarafından taşınır. Bu özelliklerin genleri, X kromozomunda bulunmadığı için dişi bireylerde görülmez. Sadece erkek bireylerde babadan oğula geçebilen özelliklerdir. Bu duruma örnek olarak kulak kıllılığı verilebilir (Görsel 2.22).

### Örnek Soru

Renk körü taşıyıcısı bir anne ile sağlıklı bir babanın doğacak birinci çocuklarının renk körü olma ihtimali nedir?

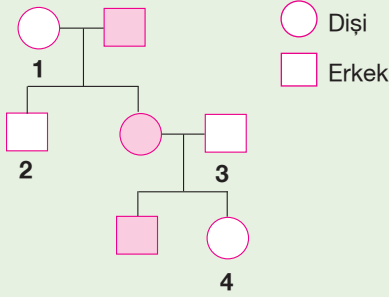
### Çözüm:

P:	$X^R X^r$	x	$X^R Y$	
F:	$X^R X^R$	$X^R X^r$	$X^r Y$	$X^R Y$
	Sağlıklı kız çocuk	Renk körü taşıyıcısı kız çocuk	Renk körü erkek çocuk	Sağlıklı erkek çocuk

Doğacak birinci çocuklarının renk körü olma ihtimali 1/4'tür.

## Örnek Soru

Aşağıdaki soyağacında, koyu renkli bireyler kısmi renk körudür; diğerleri ise renk körü değildir.

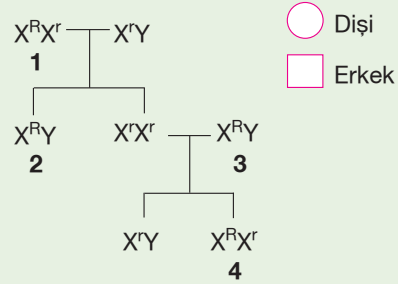


Buna göre rakamlarla gösterilen bireylerin genotipleri nelerdir?

## Çözüm:

Erkek çocuk, X kromozomunu annesinden alır ve tek X kromozomu taşır. Bu nedenle taşıyıcı olamaz.

Dişinin kısmi renk körü olabilmesi için bu geni anne ve babasından alması gerekir.



## Örnek Soru

Hemofili taşıyıcısı bir anne ile kısmi renk körü bir babanın çocuklarının genotip ve fenotipleri neler olabilir?

## Çözüm:



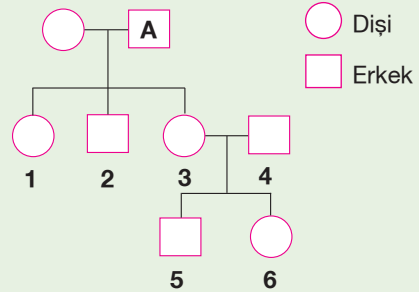
		Spermiler ♂	
		$X^{rH}$	$Y$
Yumurtalar ♀	$X^{RH}$	$X^{RH} X^{rH}$ Renk körü taşıyıcısı kız çocuk	$X^{RH} Y$ Sağlıklı erkek çocuk
	$X^{Rh}$	$X^{Rh} X^{rH}$ Renk körü ve hemofili taşıyıcısı kız çocuk	$X^{Rh} Y$ Hemofilli erkek çocuk

## Örnek Soru

Yandaki soyağacında A bireyinde kulak kılılığı görüldüğüne göre bu özellik, rakamlarla gösterilen bireylerden hangilerinde kesinlikle görülür?

## Çözüm:

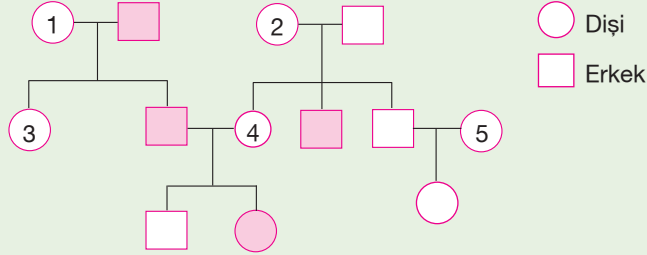
Kulak kılılığı kesin olarak görüldüğü birey 2'dir. Çünkü kulak kılılığı, Y kromozomu ile taşınan bir özelliktir ve babadan oğula aktarılır.



## Örnek Soru

Aşağıdaki soyağacında sadece kırmızı yeşil renk körü olan bireyler koyu renk ile gösterilmiştir.

**Rakamlarla gösterilen bireylerden hangileri kesinlikle taşıyıcıdır?**



## Çözüm:

Erkek çocuklar, kırmızı yeşil renk körlüğü genini kesinlikle anneden alır. Bu nedenle 1 ve 2 numaralı bireyler bu geni kesinlikle taşımaktadır.

Bununla birlikte kırmızı yeşil renk körlüğü geni dişilere hem annesinden hem de babasından aktarılır. Babası renk körü olan 3 numaralı dişi birey kesinlikle bu geni taşımak zorundadır.

Kırmızı yeşil renk körü olan bir dişi bu genin birini annesinden almış olması gerekir. Bu nedenle 4 numaralı birey de bu geni kesinlikle taşımaktadır. 5 numaralı birey için kesin bir şey söylenemez.

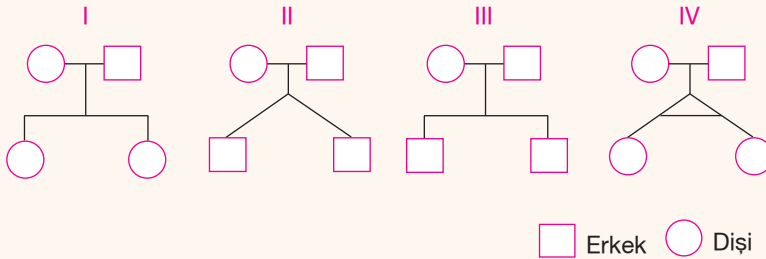
Sonuç olarak 1, 2, 3 ve 4 numaralı bireyler kesinlikle taşıyıcıdır.

## Neler Öğrendik?

1. Aşağıdaki tabloda belirtilen hastalıkların karşısına uygun genotipleri yazınız.

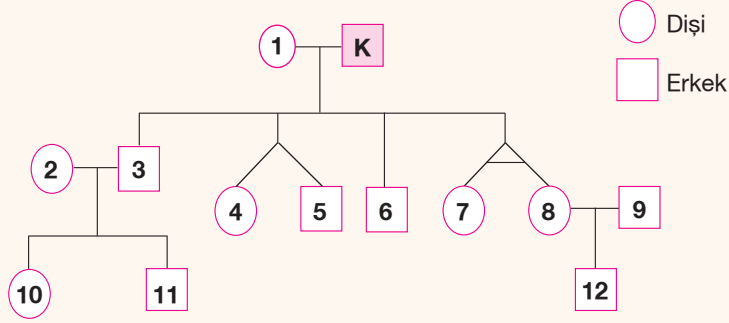
	Hastalık	Genotip
1	Kırmızı yeşil renk körü dişi	
2	Hemofili taşıyıcısı dişi	
3	Hemofili hastası erkek	
4	Kısmi renk körü erkek	

2.



Yukarıdaki soyağacında hangi ailelerin çocuklarının genotipleri kesinlikle aynıdır? Açıklayınız.

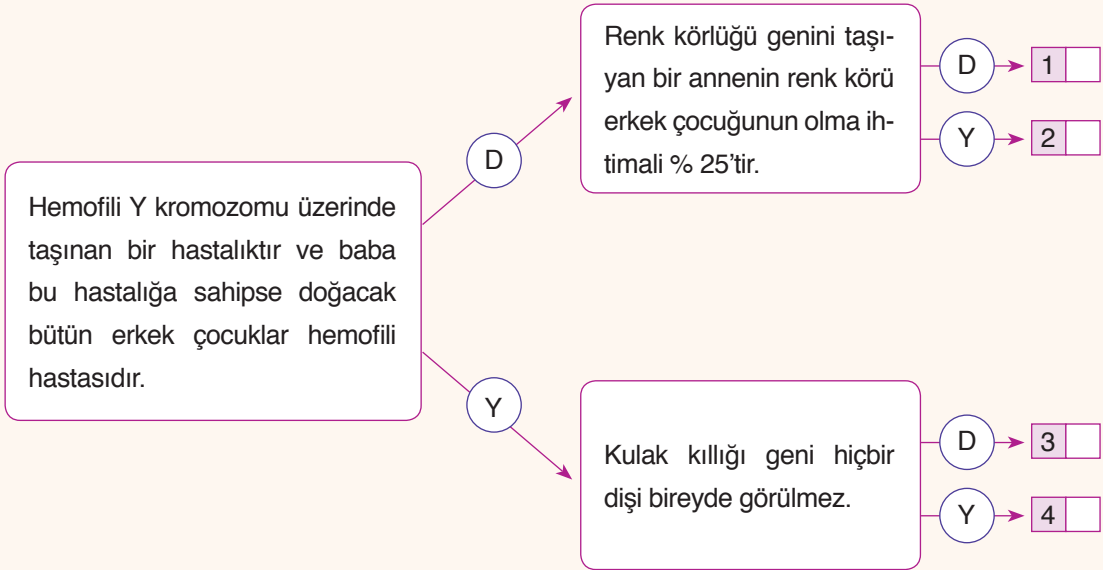
3.



Yukarıdaki soyağacında K bireyi, kısmi renk körü olduğuna göre rakamlarla gösterilen bireylerden hangileri kısmi renk körlüğü genini kesinlikle bulundurmaktadır? Aşağıdaki kutucuklar üzerinde işaretleme yaparak gösteriniz.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

4. Aşağıda verilen şemadaki ifadelerin doğru (D) ya da yanlış (Y) olma durumuna göre ilerleyerek uygun çıkışı bulunuz.



**Bilgi Kutusu**

Mutasyonlar sonucunda genetik yapısı bozulan alellere **mutant alel** denir.

## 2.1.2. Genetik Varyasyonların Biyolojik Çeşitliliği Açıklamadaki Rolü

Bireyler arasında, genler ya da diğer DNA parçacıklarının yapısındaki farklılıklara **genetik varyasyon** denir. Mayozda gerçekleşen crossing over olayı ile anafaz 1 ve anafaz 2 evrelerinde kromozomların hücrelere bağımsız olarak dağılımı ve döllenme olayı kalıtsal çeşitliliğin temel nedenlerindedir. Gen dizilimlerinin değişmesine neden olan bu durumlar sonucunda yeni gen kombinasyonlarının oluşumu **rekombinasyon** olarak adlandırılır.

Canlılarda meydana gelen biyolojik çeşitliliğin başka nedenleri de vardır. Bunların başında mutasyonlar gelir. Çeşitli nedenlerle genetik yapıda oluşan kalıtsal bozulmalara **mutasyon** denir. Mutasyona neden olan etmenlere ise **mutagen** denir.

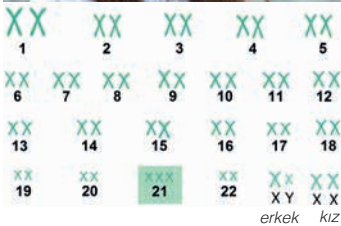
Bazı mutasyon etkenleri; zararlı ışınlar, çeşitli ilaçlar ve kimyasal maddeler, aşırı sıcaklık, pH değişimleri, mekanik etki ve virüslerdir.

Eşeyli üremede; eşey ana hücrelerinde ve üreme hücrelerinde görülen mutasyonlar ile eşeysiz üremede vücut hücrelerinde görülen mutasyonlar, sonraki nesillere aktarılabilir.

Oluşan mutant aleller baskın ya da çekinik olabilir. Baskın özellikler homozigot ya da heterozigot durumda etkilerini fenotipte gösterdiklerinden, zararlı olmaları durumunda çok hızlı bir şekilde doğal seleksiyonla elenir. Ancak çekinik aleller, homozigot durumda etkisini fenotipte gösterir ve heterozigot bireylerde varlıklarını koruyarak nesilden nesile aktarılırlar. Bu nedenle popülasyonların gen havuzundaki mutant aleller, genellikle çekiniktirler.

Gamet oluşumu sırasında görülen ayrılmama olayı, kromozom sayısı mutasyonlarına neden olur. Ayrılmama sonucunda oluşan gametlerde kromozom sayısı fazlalığı ya da azlığı oluşur. Kromozom sayısı normal olmayan gametler döllenme sonrasında embriyoda kromozom sayısı mutasyonlarının oluşmasına neden olur. Örneğin, down sendromlu bireylerin 21. vücut kromozomu normalden bir fazladır (Görsel 2.23).

Kromozomların yapısının değişmesi de pek çok mutasyon çeşidinin oluşmasına neden olur.



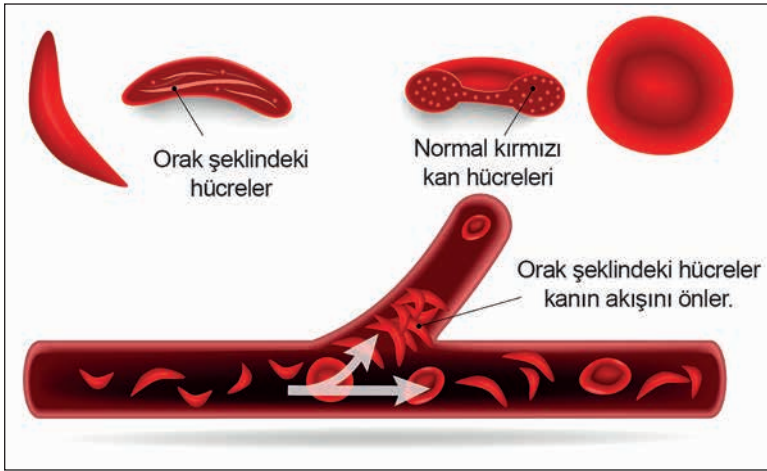
### ► Görsel 2.23

Down sendromu 21. kromozomun bir fazlalığı sonucu oluşur.

DNA üzerinde nükleotit değişimi veya nükleotit kaybı şeklinde de mutasyonlar gerçekleşebilir. Bu tip mutasyonlar, bazen protein sentezini etkilemezken bazı durumlarda protein sentezini olumsuz etkileyerek çeşitli hastalıkların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Orak hücre anemisi bu şekilde meydana gelen önemli genetik hastalıklardandır. Bu hastalık, kana kırmızı rengini veren hemoglobinin protein yapısının bozulmasına ve alyuvarlarda şekil bozukluklarına neden olur. Alyuvarlar esnekliğini kaybeder, damar tıkanıklıklarına neden olabilir ve çabuk parçalanırlar. Bu durum kansızlığa (anemi) neden olur (Görsel 2.24).

### Araştırma-Tartışım

Mutasyonlarla enzim eksiklikleri arasında bir ilişki olabilir mi? Araştırınız ve hazırladığınız sunumu sınıfta anlatınız. Paylaştığınız bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.



#### ► Görsel 2.24

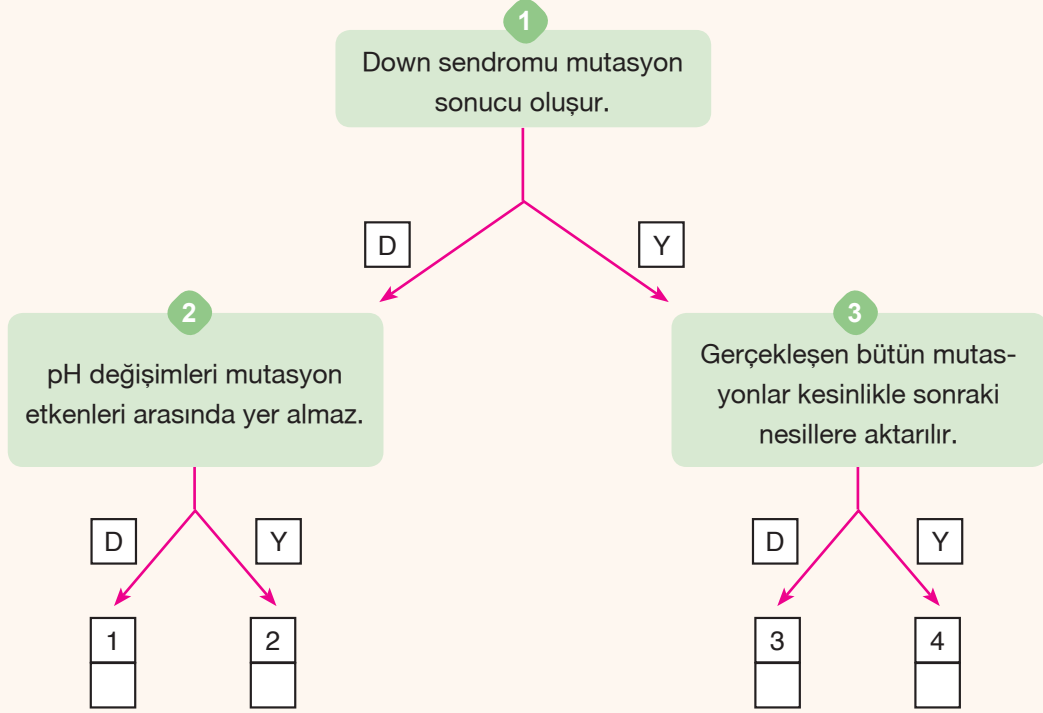
Orak hücre anemisi sonucu oluşan alyuvarların yapı ve şekil bozuklukları

### Neler Öğrendik?

#### 1. Aşağıdakilerden hangileri mutasyonlara neden olabilir?

- a. Röntgen ışınları
- b. Vitamin eksikliği
- c. Kalıtsal materyallerin bulunduğu ortamın pH değişiklikleri
- ç. Çeşitli ilaçlar
- d. Yaşlanma
- e. Ultrasonografi
- f. Virüsler
- g. Protistalar
- ğ. Tomografi

2. Aşağıda verilen ifadelerin doğru (D) ya da yanlış (Y) olma durumuna göre ilerlenildiğinde kaç numaralı çıkışa ulaşılır.



3. Aşağıda belirtilen tanımlarla kavramları eşleştiriniz.

Çeşitli nedenlerle genetik yapıda oluşan kalıtsal bozukluklardır.

1

a

Genetik varyasyon

Krossing over ve kromozomların mayozda bağımsız dağılımı gibi olaylar sonucunda yeni gen kombinasyonlarının oluşmasıdır.

2

b

Rekombinasyon

Mutasyona neden olan etmenlerin genel adıdır.

3

c

Mutagen

Genler ya da diğer DNA parçacıklarının bireylerde kalıtsal değişiklikler meydana getirmesidir.

4

ç

Mutasyon



## Okuma Parçası

### Kalıtsal Problemler Sonucu Ortaya Çıkan Enzim Eksikliği

Enzimlerin temel yapısı proteindir. Proteinler DNA kontrolünde sentezlenir. Doğuştan, DNA yapısındaki bir hataya bağlı olarak bazı enzim çeşitleri vücutta üretilemez. Bu durumda, üretilmeyen enzim çeşidine ve vücutta gerçekleşemeyen tepkimelere bağlı olarak çeşitli hastalıklar ortaya çıkar. Bu bozuklukların vücuda zarar vermesinin önlenmesi için yapılan uygulamalar, enzim üretimi yetersiz olan besin maddelerinin alınmaması veya sınırlı alınması şeklindedir. Bu hastalıklardan bazılarının görselleri yanda görülmektedir.

Enzim eksikliği nedeniyle ortaya çıkan önemli bazı kalıtsal hastalıklar şunlardır:

**1. Tay Sachs (Tay Sak) Hastalığı:** Yağ dokuda ve beyinde aşırı miktarda yağ birikir. Yağ birikimi nedeniyle beyindeki sinir hücreleri ölmeye başlar. Yağların yıkımıyla ilgili enzim eksikliği bu hastalığın temel nedenidir. Bu çocuklar en fazla dört yaşına kadar yaşayabilmektedirler.

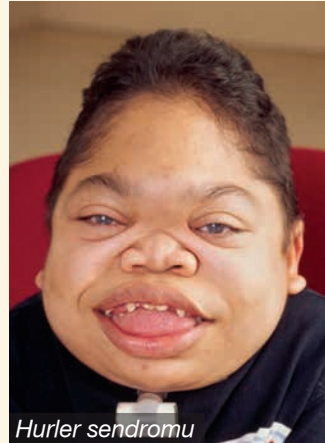
**2. Pompe Hastalığı:** Anne ve babadan çocuğa aktarılan çekinik aleller nedeniyle ortaya çıkar. Glikojeni yıkan enzim eksikliği nedeniyle karaciğerde aşırı glikojen birikir ve karaciğer hücrelerinin ölümüne neden olur.

**3. Fenilketonüri:** Fenil alanini parçalayan enzimin kalıtsal olarak vücutta üretilmemesi sonucu ortaya çıkar. Aşırı fenil alanin birikimi, beyin hücrelerine zarar verir.

**4. Sandhoff (Sundof) Hastalığı:** Beyin hücreleri zarar görür.

**5. Hurler Sendromu:** Bir şeker çeşidinin parçalanmasını sağlayan enzimin kalıtsal olarak üretilmemesi sonucunda vücutta bu şeker moleküllerinin birikmesidir. Bu hastalığın en önemli belirtisi yüz hatlarının kabalaşması, dilin büyümesi, dudakların kalınlaşması, karaciğer ve dalağın büyümesi olarak sıralanabilir.

**6. Sanfilippo Sendromu:** Bir şeker çeşidinin parçalanması için gerekli olan enzimin kalıtsal olarak üretilmemesi sonucunda oluşur. Hastalığın son evresinde çocuk hareketsiz ve genel olarak uyarılara yanıtız hâle gelir.



*Yazar tarafından derlenmiştir.*

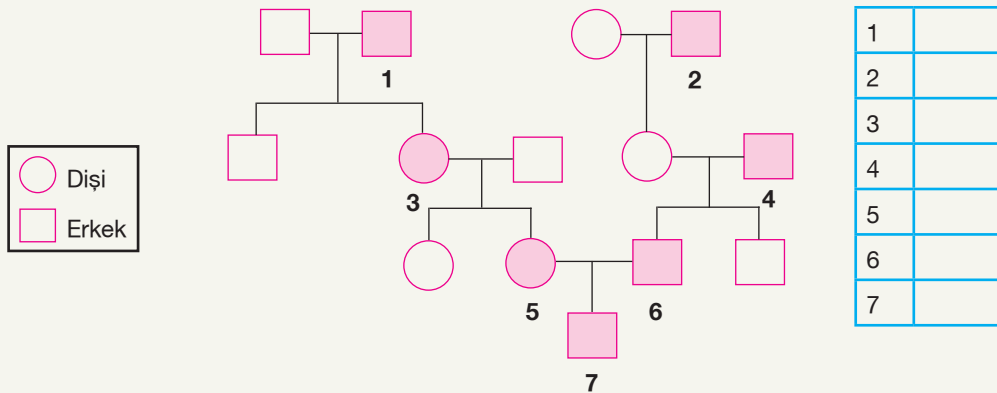
## 1. Bölüm Değerlendirmesi

A. Aşağıdaki tabloda verilen çaprazlamaların fenotip ve genotip çeşitlerinin sayılarını yazınız.

Çaprazlama	Fenotip Çeşidi	Genotip Çeşidi
AaBb x aaBB		
AABbCc x AaBbcc		
aabbcc x AaBbCc		
AaBbCc x AAbbCc		
AabbCc x AaBbcc		

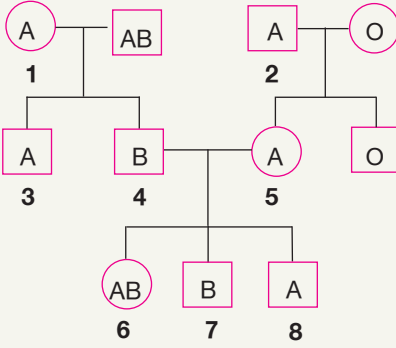
B. Aşağıdaki soyağacında cücelik (akondroplazi) hastalığının kalıtımı gösterilmiştir. Bu hastalık baskın bir genle taşınmaktadır. Bu hastalığı fenotipinde gösteren bireyler soyağacında koyu renkle gösterilirken normal bireyler açık renkle gösterilmiştir.

Soyağacında rakamlarla gösterilen bireylerden hangilerinin genotipi kesin olarak bilinmez?



**C. Aşağıdaki soyağacında kan grubu belirtilen bireylerin bu özellikle ilgili genotipleri nelerdir?**

○ Dişi  
□ Erkek



1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

**Ç. Aşağıda verilen ifadeler doğru ise "D", yanlış ise "Y" kutucuğunu işaretleyiniz.**

D	Y	1. Annenin Rh (+), çocuğun Rh (-) olması durumunda kan uyuşmazlığı meydana gelir.
D	Y	2. İki karakter yönüyle melez olan bireyin çaprazlanmasına dihibrit çaprazlanma denir.
D	Y	3. Canlıların eşeyinin belirlenmesinde görevli olan kromozomlara otozom denir.
D	Y	4. Kırmızı yeşil renk körlüğü, X kromozomunun homolog olmayan parçası üzerinde çekimlik bir gen ile taşınan hastalıktır.

**D. Aşağıdaki tabloda isimleri belirtilen hastalık ve özelliklerin hangi eşey kromozomları üzerinde bulduklarını işaretleyiniz.**

Hastalığın Adı	X Kromozomu	Y Kromozomu
Kısmi renk körlüğü		
Kulak kıllılığı		
Hemofili		

**E. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruların cevaplarını işaretleyiniz.**

1. Kısmi renk körü bir anne ile sağlıklı bir babanın iki çocukları oluyor.

**1. çocuklarının kısmi renk körü erkek, 2. çocuklarının ise taşıyıcı bir kız olma ihtimali nedir?**

A) 1/2      B) 1/4      C) 1/8      D) 1/16      E) 0

2. İnsanlarda albinoluk, (a) çekinik alellerle taşınan bir özelliktir.

**Buna göre;**

I. Aa x aa,

II. Aa x Aa,

III. aa x AA

**genotipli ailelerden hangilerinin albino çocukları olabilir? (A. Normal, a. Albino)**

A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) Yalnız III  
D) I ve II      E) II ve III

3. I. AB x BB  
II. MN x MN  
III. Aa x aa

**Yukarıda belirtilen çaprazlamalardan hangilerinin sonucunda fenotip ve genotip oranları eşit çıkar?**

A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) I ve II  
D) II ve III      E) I, II ve III

4. I. AB x O  
II. AB x B  
III. A x AB

**Yukarıda fenotipleri verilen ebeveynlerden hangilerinin AB genotipte çocukları olabilir?**

A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) I ve II  
D) II ve III      E) I, II ve III

5. I. Monohibrit  
II. Dihibrit  
III. Eş baskınlık

**Yukarıdaki belirtilen çaprazlama çeşitlerinden hangilerinde baskınlık-çekiniklik durumu görülür?**

A) Yalnız I      B) Yalnız III      C) I ve II  
D) I ve III      E) II ve III

**6. Kontrol çaprazlaması;**

- I. Baskın özellikteki fenotipin belirlenmesi,  
II. Bağlı genlerin belirlenmesi,  
III. Eş baskınlığın araştırılması

**amaçlarından hangilerini gerçekleştirmek için yapılır?**

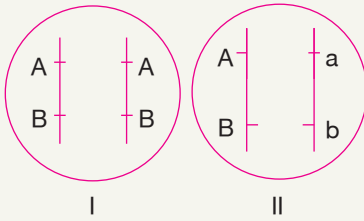
A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) Yalnız III  
D) I ve II      E) II ve III

7. – ABO sistemi  
– Rh faktörü  
– MN faktörü

**Yukarıda belirtilen özelliklerin tamamı dikkate alındığında insanlar kaç farklı genotipte ve fenotipte olabilir?**

	Genotip	Fenotip
A)	54	24
B)	16	8
C)	24	16
D)	54	16
E)	24	8

8.



Yukarıdaki şekillerde iki karakteri belirleyen genlerin bağlı (I) veya bağımsız (II) olma durumları gösterilmiştir.

**Genotipleri verilen I ve II. hücrelerde krossing over olayının gerçekleşmesi veya gerçekleşmemesi durumunda kaç farklı genotipte gamet oluşabileceği aşağıdaki-lerden hangisinde doğru verilmiştir?**

	I. Hücre		II. Hücre	
	Krossing oversiz durum	Krossing overli durum	Krossing oversiz durum	Krossing overli durum
A)	1	2	2	4
B)	1	1	2	4
C)	1	2	2	2
D)	1	1	4	4
E)	2	2	2	4

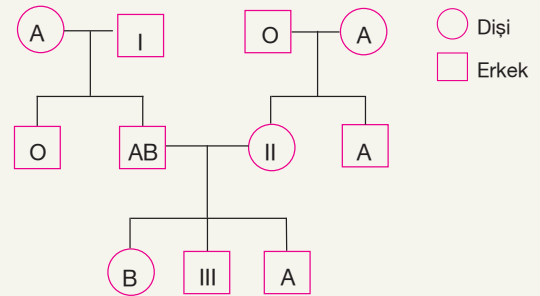
9. 1. Karakterlerin atadan yavruya geçmesini sağlayan faktörler bulunur.  
2.  $F_1$  dölündeki bütün bireyler birbirine benzer.  
3. Alel çiftlerinden her biri değişime uğramadan birbirinden ayrılarak gametlere gider.  
4. Karakterlerle ilgili biri anneden, diğeri babadan gelen birbirine benzer ya da farklı olabilen bir çift alel vardır. Bu aleller birbirinden farklı olursa biri baskın, diğeri ise çekinik kalır.

Yukarıda Mendel Yasaları ifade edilmiştir.

**Bu yasalarla ilgili aşağıdaki eşleştirmelerden hangisi yanlıştır?**

- A) 1. Gen yasası  
B) 4. Eş baskınlık yasası  
C) 2. Benzerlik (izotip) yasası  
D) 3. Ayrılma yasası  
E) 3. Bağımsız dağılım yasası

10.

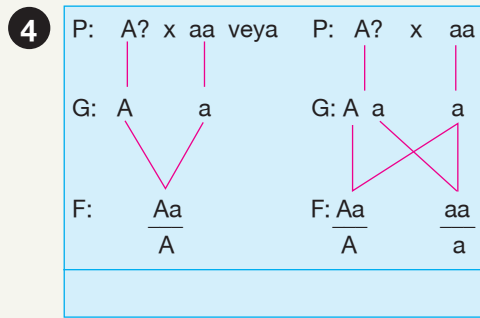
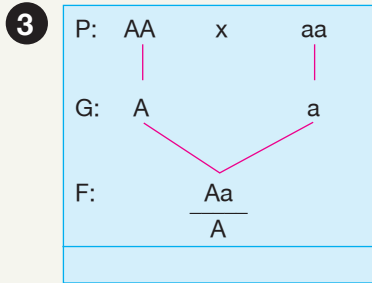
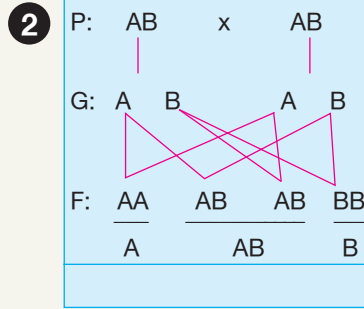
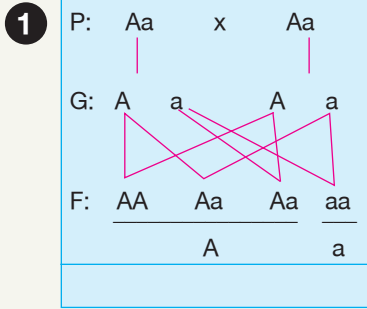


**Yukarıdaki soyağacında I, II ve III rakamlarıyla gösterilen bireylerden hangileri, kan grubu antijenlerinden en az bir çeşidini kesinlikle taşır?**

- A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) Yalnız III  
D) I ve III      E) II ve III

## 2. Ünite Değerlendirmesi

A. Aşağıda gösterilen çaprazlama çeşitlerini, çaprazlamanın altına yazarak belirtiniz.



B. Aşağıda belirtilen durumları uygun terimlerle eşleştiriniz.

Tavşanlarda post rengi C, C<sup>ch</sup>, c<sup>h</sup> ve c olmak üzere dört farklı alel çeşidiyle belirlenir.

1

Bir karakterle ilgili farklı genlerin baskınlık gücünün eşit olması durumudur.

2

Fenotipteki baskın özelliğin araştırılması amacıyla çekinik fenotipteki bireyle baskın fenotipteki bireyin çaprazlanmasıdır.

3

Kulak kıllılığı özelliği, Y kromozomunun X kromozomu ile homolog olmayan parçası üzerinde taşınır.

4

Yalnızca bir gen çifti bakımından melez olan bireylerin çaprazlanmasına denir

5

a Kontrol çaprazlaması

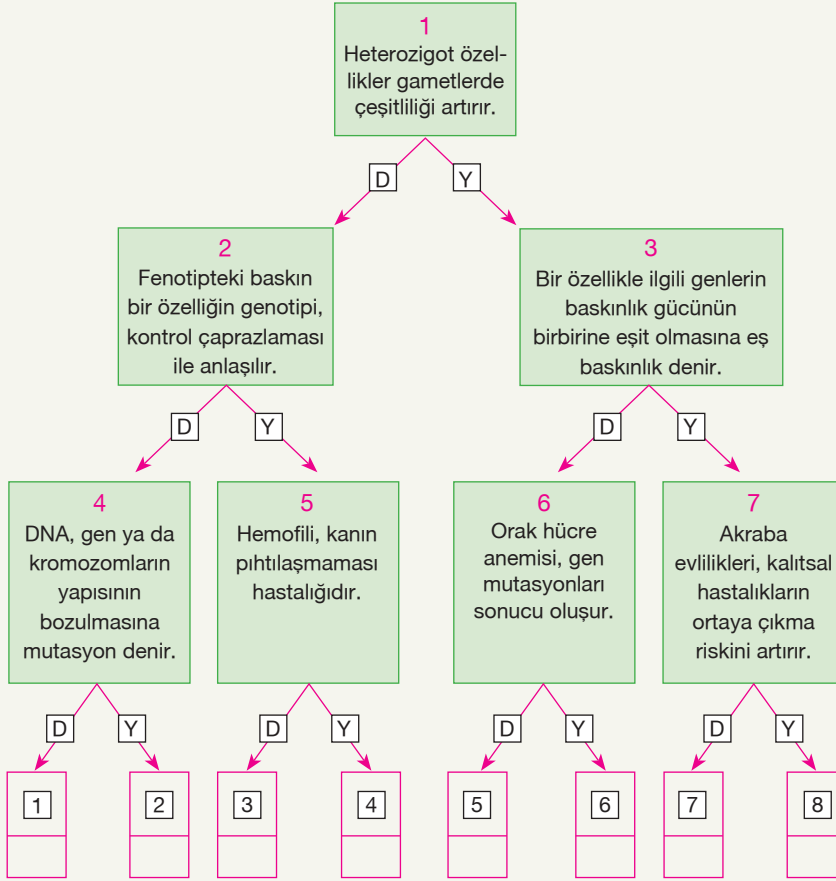
b Monohibrit çaprazlama

c Y kromozomuna bağlı kalıtım

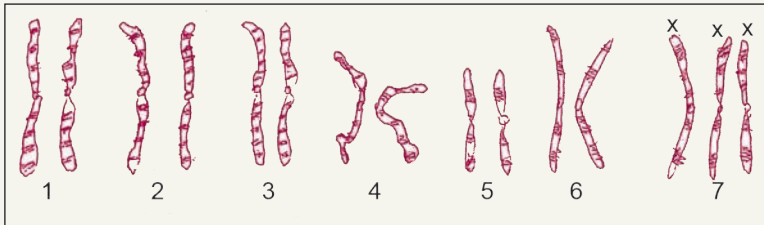
d Çok alellilik

e Eş baskınlık

- C. Aşağıdaki şemada yer alan ifadelerin doğru (D) ya da yanlış (Y) olma durumuna göre ilerleyerek uygun çıkışı bulunuz.



- Ç. Aşağıdaki şekilde bir canlı türünün kromozomlarına ait görsel verilmiştir.



Buna göre,

- a. Bu canlının kromozom sayısı kaçtır?  $2n = \dots\dots\dots$
- b. Bu canlıyı oluşturan gametlerde mayoz sırasında ayrılmama olayı görülmüş müdür? Niçin?
- c. Bu canlının X – Y sistemine göre eşeyi nedir? Dişi:  Erkek:
- ç. Canlı türünün sağlıklı dişi ve erkek bireylerinin otozom ve gonozom sayısı ne olur?

**D. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruların cevaplarını işaretleyiniz.**

1. Sarı tohum rengi (S), yeşil tohum rengine (s) baskındır.

**Sarı tohum rengine sahip bir bezelyenin genotipi, bu bitkinin**

- I. SS,  
II. Ss,  
III. ss

**genotipli hangi bitki veya bitkilerle çaprazlanması sonucunda anlaşılabilir?**

- A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) Yalnız III  
D) I ve III      E) II ve III

2. I. AaBb x AaBb

II. aaBB x AAbb

III. AABB x aaBb

**Yukarıdaki çaprazlamalar sonucu oluşacak bireylerin genotip çeşitlerinin fazladan az olana doğru sıralaması aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?**

- A) I - II - III      B) I - III - II      C) II - III - I  
D) II - III - I      E) III - II - I

3. Sarı tohumlu ve kırmızı çiçekli bir bezelye bitkisinin her iki özellik yönüyle de homozigot ya da heterozigot olup olmadığını anlamak için aşağıda genotipleri belirtilen bireylerden hangisiyle çaprazlanması gerekir? (Sarı tohum rengi, yeşil tohum rengine; kırmızı çiçek rengi, beyaz çiçek rengine baskındır.)

S - Sarı tohum rengi

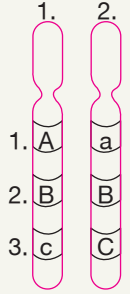
s - Yeşil tohum rengi

K - Kırmızı çiçek rengi

k - Beyaz çiçek rengi

- A) SSKK      B) sskk      C) SsKK  
D) ssKK      E) SSkk

4. Yanda şekli verilen kromozom ve üzerindeki alel çiftleriyle ilgili,



I. 1 ve 2. kromozomlar homolog kromozomlardır.

II. 1 ve 2. karakterler heterozigottur.

III. Her bir karakter baskın fenotip oluşturur.

**durumlarından hangileri doğrudur?**

- A) Yalnız I      B) Yalnız III      C) I ve III  
D) II ve III      E) I, II ve III

5. Kahverengi gözlü anne ve babanın birinci çocukları kahverengi gözlü olurken ikinci çocukları mavi gözlü olmuştur.

**Bu durumda anne, baba ve ikinci çocuğun genotipleri aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?**

(Kahverengi göz rengi geni: K, mavi göz rengi geni: k)

	Anne	Baba	İkinci çocuk
A)	Kk	KK	KK
B)	KK	KK	KK
C)	Kk	kk	kk
D)	KK	Kk	Kk
E)	Kk	Kk	kk

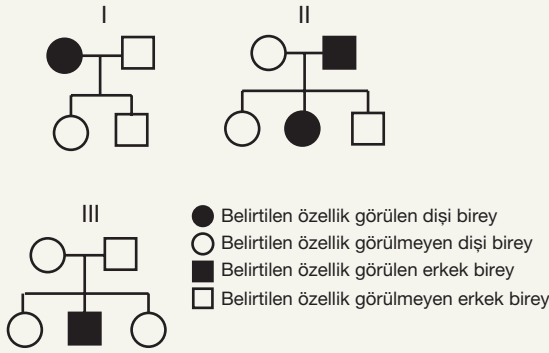
6. AaBbCc genotipli bir bireyde ABC/abc genleri bağlı genleridir.

**Buna göre aşağıda genotipleri belirtilen gamet çeşitlerinden hangileri çift krossing over sonucunda oluşmuştur?**

- A) ABC      B) aBC      C) ABc  
D) aBc      E) abC



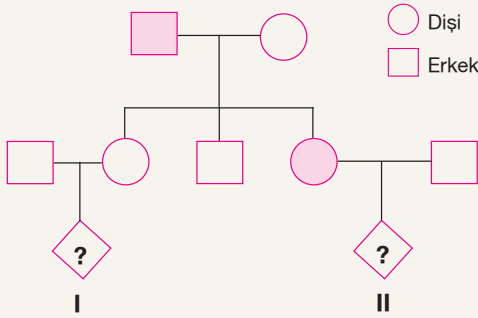
7.



Yukarıdaki soy ağaçlarından hangileri, X kromozomunun homolog olmayan parçası üzerinde taşınan, resesif bir özelliğin kalıtımını gösteriyor olabilir?

- A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) Yalnız III  
D) II ve III      E) I, II ve III

8. Aşağıdaki soyağacında kısmi renk körlüğünü fenotipinde gösteren bireyler koyu renkte gösterilmiştir.



Buna göre I ve II ile gösterilen bebeklerin kısmi renk körü olabilme ihtimalleri nedir?

- |    |          |           |
|----|----------|-----------|
|    | <u>I</u> | <u>II</u> |
| A) | 1/2      | 1/2       |
| B) | 1/4      | 1/4       |
| C) | 1/4      | 1/2       |
| D) | 1        | 1/2       |
| E) | 1/2      | 1         |

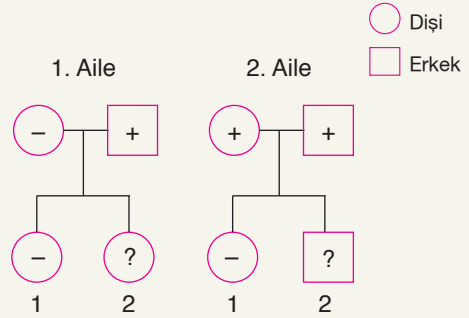
9.

- I. ABRr x AORr  
II. AORr x BOrr  
III. BOrr x ABRr  
IV. OORr x ABrr

Yukarıda genotipleri verilen ailelerden hangilerinin AB Rh(-) çocukları olabilir?

- A) I ve II      B) II ve IV      C) I, II ve III  
D) I ve III      E) I, II ve IV

10. Aşağıdaki soy ağaçlarında iki ailenin Rh durumları gösterilmiştir.



Bu ailelerin 2. çocuklarında kan uyumsuzluğu görülebilme ihtimali aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

- |    |                |                |
|----|----------------|----------------|
|    | <u>1. Aile</u> | <u>2. Aile</u> |
| A) | %50            | 0              |
| B) | %50            | %50            |
| C) | 0              | %50            |
| D) | 0              | 0              |
| E) | %100           | %50            |

11.

- I. X kromozomuna bağlı baskın alel  
II. X kromozomuna bağlı çekinik alel  
III. Y kromozomuna bağlı çekinik alel

Yukarıda belirtilen genlerden hangilerinin babada bulunması durumunda bu özellikler bu babaya ait erkek çocuklarda kesinlikle görülür?

- A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) Yalnız III  
D) I ve II      E) II ve III

# 3. Ünite

## EKOSİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI

### NELER ÖĞRENECEĞİZ?

- Ekosistemlerin canlı ve cansız bileşenlerinin neler olduğunu,
- Canlılardaki beslenme şekillerini,
- Ekosistemde madde ve enerji akışının nasıl olduğunu,
- Madde döngülerinin nasıl gerçekleştiğini, madde döngülerinin ve insan faaliyetlerinin hayatın sürdürülebilirliği üzerine etkilerini,
- Güncel çevre sorunlarının sebeplerini ve sonuçlarını,
- Doğal kaynaklar ve biyolojik çeşitliliğin önemini öğreneceğiz.



### KONULAR

#### 3.1. Ekosistem Ekolojisi

- 3.1.1. Ekosistemin Canlı ve Cansız Bileşenleri Arasındaki İlişki
- 3.1.2. Canlılardaki Beslenme Şekilleri
- 3.1.3. Ekosistemde Madde ve Enerji Akışı
- 3.1.4. Madde Döngüleri ve Hayatın Sürdürülebilirliği Arasındaki İlişki

#### 3.2. Güncel Çevre Sorunları ve İnsan

- 3.2.1. Güncel Çevre Sorunlarının Sebepleri ve Olası Sonuçları
- 3.2.2. Bireylerin Çevre Sorunlarının Ortaya Çıkmasındaki Rolü
- 3.2.3. Yerel ve Küresel Bağlamda Çevre Kirliliğinin Önlenmesine Yönelik Çözüm Önerileri

#### 3.3. Doğal Kaynaklar ve Biyolojik Çeşitliliğin Korunması

- 3.3.1. Doğal Kaynakların Sürdürülebilirliğinin Önemi
- 3.3.2. Biyolojik Çeşitliliğin Yaşam İçin Önemi
- 3.3.3. Biyolojik Çeşitliliğin Korunmasına Yönelik Çözüm Önerileri





# 1. Bölüm

## Ekosistem Ekolojisi

### KAVRAMLAR

- Ayrıştırıcı
- Besin ağı
- Besin piramidi
- Besin zinciri
- Biyolojik birikim
- Ekosistem
- Enerji piramidi
- Heterotrof
- Holozoik
- Madde döngüsü
- Ototrof

**O**rganizmalar ile onların çevreleri arasında bir etkileşim söz konusudur. Organizmalar çevrenin bir parçasıdır. Diğer organizmalar, birbirleri ile besin ve kaynaklar için yarışabilir, onu avlayabilir ya da onun fiziksel ve kimyasal çevresini değiştirebilir.

Ekosistem adını verdiğimiz bu yapıyı tanıdıkça doğaya zarar vermeden doğadan yararlanma yollarını daha iyi öğreneceğiz. Doğada yaşayan her türün ekosistemde bir görevinin olduğunu ve bu nedenle doğadaki denge açısından her türün önemli olduğunu kavrayacağız.



Canlıların birbirleriyle ve çevreleriyle olan ilişkilerini inceleyen bilim dalına **ekoloji** denir. Ekoloji, 21. yüzyılın en önemli bilim dallarından biridir ve dolayısıyla ekolojinin inceleme alanı oldukça geniştir. Ekoloji, çok sayıda alt dallara ayrılır. Ayrıca çok sayıda bilim dalıyla da iç içedir.

Ekolojinin önemi her geçen gün biraz daha artmaktadır. Canlılar çevrelerini etkilerken çevre de canlıları etkilemektedir. Çevreyi doğrudan veya dolaylı olarak en çok etkileyen canlı insandır. Bunun sonucu olarak da bazı canlı türleri yok olmakta, bazıları ise yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalmaktadır. İnsanların gerçekleştirdiği faaliyetler iklimi de etkilemektedir.

İnsan, sürekli olarak doğayı kendi istek ve ihtiyaçları doğrultusunda değiştirme eğilimindedir. Ne var ki doğadaki kaynaklar sınırlıdır. İnsanın tüketim hızı, doğanın üretim hızının 20 kat üzerindedir ve bu tüketim hızı gün geçtikçe daha da artmaktadır.

İklim ve doğal çevrenin değişimi, türlerin çeşitliliğini ve dağılımını etkilemektedir.

Önemli çevre sorunlarından bazıları şunlardır: Sıcak su akıntıları, çok sayıda canlının barınağı olan mercan resiflerini olumsuz etkiler. Kutuplardaki buzulların erimesi, kutuplarda yaşayan türlerin varlığını tehdit etmektedir (Görsel 3.1). Çevresel problemler, insanları da olumsuz etkilemektedir. Kanser oranındaki artış, bu durumun en önemli belirtilerindedir.

Bu sorunlar, ekoloji biliminin önemini her geçen gün daha da artırmaktadır. Ekoloji alanında inceleme ve araştırmalar yapan bilim insanlarına **ekolog** denir. Ekosistemlerin yapısını ve işleyişini inceleyen ekolojinin alt dalına ise **ekosistem ekolojisi** adı verilmektedir.

### Bilgi Kutusu

Abiyotik ve biyotik faktörler karşılıklı birbirini etkiler. Bu faktörlerin belirli bir düzen içinde etkileşimi sonucunda ekosistemler oluşur.

### Araştırılabilir-Tartışılabilir

Yakın çevrenizde gördüğünüz çevre problemlerini gözlemleyiniz. Hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.



► Görsel 3.1

*Kutup ayısı*



► Görsel 3.2

*Dünya'nın uzaydan görünüşü*



► Görsel 3.3

*Biyosferin yapısı*



► Görsel 3.4

*Göl ekosistemi*



► Görsel 3.5

*Orman ekosistemi*

### Ekosistemlerle İlgili Kavramlar ve Ekosistemin Yapısı

Dünya üzerinde canlıların yaşadığı alanların tamamına **biyosfer (ekosfer ya da küresel ekosistem)** adı verilir (Görsel 3.2). Biyosfer, okyanusların tabanından atmosferin belirli yüksekliğine kadar geniş bir alanı kapsar. Biyosferin kalınlığı, kutuplara doğru azalırken Ekvator'a doğru artar. (Görsel 3.3).

Biyosferi oluşturan ekosistemler etkileşim hâindedir. Her canlı, yaşadığı ekosistemin bir parçasıdır ve ekosistemde görevleri vardır. Canlılar, içinde yaşadıkları çevre ile sürekli etkileşim hâindedir. Belirli bir ortamda etkileşim hâlinde olan canlılar ile içinde buldukları cansız çevreye **ekosistem** adı verilir. Çok sayıda ekosistem bir araya gelerek biyosferi oluşturur. Cansız etmenler; su, sıcaklık, mineral gibi faktörlerden oluşurken canlı etmenler ise üreticiler, tüketiciler ve ayrıştırıcılardan oluşur.

Ekosistemlerin devamlılığı enerji akışı, besin zinciri ve madde döngülerine bağlı olarak gerçekleşir. Bu üç unsur birbirine bağlıdır. Bu unsurlar birbirini destekler, yeniler ve tamamlar. Bir göl ekosisteminde balıklar tüketicileri, yosunlar üreticileri oluştururken çürükçül bakteriler ve küfler ortamdaki organik atıkları enerji kaynağı olarak kullanır. Bu canlıların tamamı su ortamından etkilenir (Görsel 3.4).

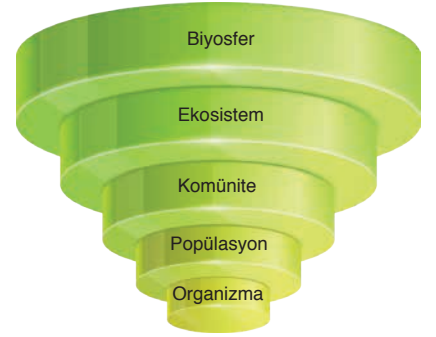
Bir orman ekosisteminde kuşlar, omurgasız hayvanlar ve mantarlar bazı tüketici canlıları oluştururken bitkiler, fotosentetik ve kemosentetik bakteriler üretici canlıları oluşturur. Çürükçül bakteri ve küfler, organik atıkları parçalayarak madde döngüsüne katkı sağlar. Bütün canlılar, toprak ve havadan doğrudan ya da dolaylı olarak etkilenir ve suya gereksinim duyar (Görsel 3.5).

Ekosistemdeki bütün unsurlar, birbirlerini etkileyen bir denge içindedir.

Ortak bir atadan gelen, yapı ve işleyiş açısından benzer organlara sahip olan, aralarında gen alışverişi yapabilen ve kısır olmayan nesiller üreten canlılara **tür** denir. Sınırlı bir çevrede, belirli bir zaman diliminde bir arada yaşayan aynı tür canlıların oluşturduğu topluluğa ise **popülasyon** denir (Görsel 3.6).

Ekolojik organizasyonu büyükten küçüğe doğru, biyosfer, ekosistem, komünite, popülasyon ve organizma olarak sıralayabiliriz (Görsel 3.7).

Aynı tür bireyler popülasyonları ve farklı popülasyonlar bir araya gelerek komüniteleri; cansız (abiyotik) çevre ve komüniteler ise ekosistemleri oluşturur. Ekosistemler kesin sınırlarla birbirinden ayrılmaz. Ekosistemler birbirini etkiler. Aynı popülasyonlar farklı ekosistemlerde bulunabilir. Ekosistemlerin bir araya gelmesi sonucunda biyosfer oluşur. Ekosistemlerde her popülasyonun bir görevi vardır. Ekosistemi oluşturan cansız ve canlı etmenler arasında uyum ve denge söz konusudur. Ekosistemin birimlerinden birinin etkilenmesi, az ya da çok diğer birimlerin de etkilenmesine neden olur.



► **Görsel 3.7**  
Ekolojik organizasyon basamakları



► **Görsel 3.6**  
Bazı popülasyon örnekleri

**Araştırma-Tartışım**

Ekotonlarda tür çeşitliğinin fazla olmasının nedenleri nelerdir?

Çalışmanızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.



Mercan resifleri

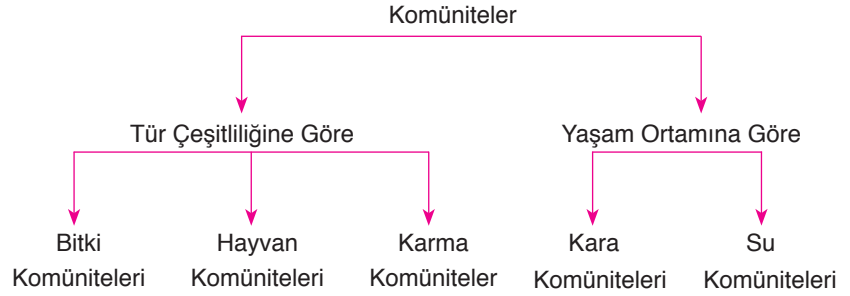
► **Görsel 3.9**  
Komünite örneği



Göl

► **Görsel 3.10**  
Biyotop örneği

Sınırları belirli bir alanda birbirleriyle etkileşim içerisinde bulunan canlıların oluşturduğu topluluğa **komünite** denir. Komüniteler, geniş bir çeşitliliğe sahiptir (Görsel 3.8).



► **Görsel 3.8**

*Komünite çeşitliliği*

Komüniteler, tür çeşitliliği ve birey sayısı bakımından farklılıklar gösterir. Bazı komüniteler, tür çeşitliliği bakımından çok zengindir. Mercan resifleri bu tip komünitelere örnektir (Görsel 3.9).

Komünitelerin yaşamlarını sürdürdükleri coğrafik alanlara **biyotop** denir. Biyotoplar küçük ya da büyük olabilir. Bir komünitenin tür çeşitliliği, büyüklüğüne değil, ekolojik şartlarına bağlıdır. Küçük bir gölde, çöllerden daha fazla tür bulunur (Görsel 3.10).

Komüniteler, ortam şartlarını ve içinde buldukları ekosistemleri etkiler. Bununla birlikte ortam şartları da komüniteleri etkiler.

Komüniteler arası geçiş bölgelerine **ekoton** denir. Ekotonlar farklı komünitelere ait türleri bir arada bulundurabildikleri için tür çeşitliliği açısından her iki komünitenin türlerini de ortak olarak bulundurabilir.

Canlıların doğal olarak yaşadıkları ve üredikleri ortamlara **habitat** denir. Kısaca habitat, canlıların doğadaki adresidir.

Canlıların yaşadığı ekosistemde yapmak zorunda olduğu görevlere ise **ekolojik niş** denir. Diğer bir ifadeyle niş, canlıların doğal kaynaklardan yararlanma şeklidir. Canlıların doğal yaşamlarını devam ettirebilmeleri için uygun habitatları bulmaları gerekir.



Popülasyonu oluşturan bireyler, genel olarak aynı besin kaynaklarını tüketir ancak her birey çevre şartlarından farklı etkilenir. Ortam şartlarının zorlaşması popülasyon bireyleri arasında tür içi rekabete neden olur (Görsel 3.11).



Online Biyoloji

<http://www.eba.gov.tr/video/izle/76637d55226bcce2c4daa9c00e08ef002b62681ed6012>



► **Görsel 3.11**  
Ekolojik organizasyon yapısı

**DENEY**

## Akvaryum İçinde Bir Ekosistem Kurulabilir mi?

**Araç Gereçler**

- Akvaryum.
- Su bitkileri.
- Farklı balık türleri.
- Akvaryum kumu.

**Deneyin Yapılışı**

1. Akvaryumun zeminine yaklaşık 2 cm kalınlığında kum doldurunuz.
2. Su bitkilerini kumdan oluşan zemine tutturunuz.
3. Akvaryumun içerisini dinlendirilmiş çeşme suyu ile doldurunuz.
4. Isıtıcınızın termostat ayarını yaparak akvaryum içerisine sabitleyiniz. Her balık türü için su sıcaklığı farklı olmakla birlikte ideal su sıcaklığı 15 ile 25 °C arasındadır.
5. Akvaryum suyu olması gereken sıcaklığa ulaşıncaya balıkları suya alıştırmak için yavaş yavaş akvaryum içerisine yerleştiriniz.
6. Günlük olarak akvaryumdaki değişimleri gözlemleyerek defterinize kaydediniz ve tuttuğunuz notları sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.

Aşağıdaki görselde büyük bir akvaryumun görüntüsü örnek olarak verilmiştir.

**Sorular**

1. Akvaryum bir ekosisteme benzetilecek olursa cansız ve canlı etmenler nelerdir?
2. Akvaryum içerisine yerleştirilen bitki ve hayvanların akvaryumdaki rolü nedir?
3. Akvaryumdaki canlılar nasıl beslenmektedir?
4. Besin ve hava takviyesi yapmadan akvaryumdaki canlılar, canlılıklarını sürdürebilir mi?
5. Yapay ekosistemler yapabilmek mümkün mü?
6. Akvaryumu uzun süre karanlıkta bırakırsanız sonuç ne olur?

### Popülasyon, Komünite ve Ekosistemler Arasındaki İlişki

Canlı ve cansız ögeler arasındaki ilişki ekosistemlerin sürekliliğini sağlar. Bu ögelerin herhangi birinde meydana gelebilecek değişim diğer ekosistem ögelerini de etkileyecektir. Dolayısıyla çevre şartlarındaki bu değişimler ekosistemlerin yapısını ve komünitelerin tür çeşitliliğini değiştirebilir.

Canlıların habitatu ve yayılma alanı çok geniş olabileceği gibi çok dar bir alan da olabilir. Bir balina sürüsünün habitatu, okyanusların geniş bir alanı olabilirken kamçılı tek hücreli bir protista popülasyonunun habitatu, bir termitin bağırsağı olabilmektedir. Aynı habitatu kullanan farklı türler veya aynı türün bireyleri rekabet eder. Canlıların habitatu değişmez. Ancak bir ekosistemde aynı habitatu paylaşan türler zamanla değişebilir.

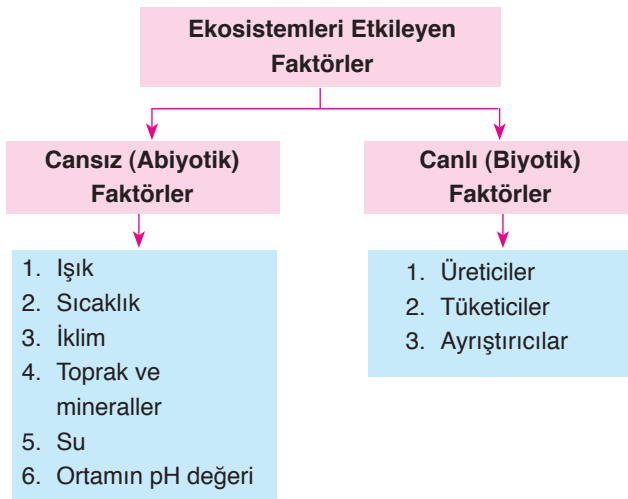
Habitatların zarar görmesi, popülasyonların yok olmasına neden olur. Bu da komünite ve ekosistemlere zarar verir. Her türün ekosistemlerde belirli bir görevi vardır. Ekosistemlerin devamlılığı, komünitelerin; komünitelerin devamlılığı ise popülasyonların devamlılığına bağlıdır.

- Ekosistemlerin zarar görmesinin insan kaynaklı ve doğal nedenleri nelerdir?
- Ekosistemlerin yok olması ne anlam ifade eder?
- Tür sayısının her geçen gün azalması ekosistemleri nasıl etkilemektedir?

Bunlar, üzerinde düşünülmesi ve cevaplarının değerlendirilmesi gereken önemli sorulardır.

#### 3.1.1. Ekosistemin Canlı ve Cansız Bileşenleri Arasındaki İlişki

Ekosistemi oluşturan bileşenler genel olarak cansız (abiyotik) ve canlı (biyotik) etmenler olmak üzere iki büyük grupta toplanır (Görsel 3.13).



► **Görsel 3.13**  
Ekosistemi Etkileyen Faktörler

#### ► Araştırma-Tartışım

Kelaynak türlerinin yok olma tehlikesinin nedenleri ve kelaynak kuşlarının ekosistemlerdeki görevleri nelerdir (Görsel 3.12)?

Çalışmanızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.



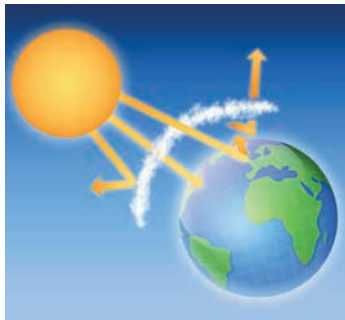
► **Görsel 3.12**  
Kelaynak kuşları



► **Görsel 3.14**  
Tropikal yağmur ormanları



► **Görsel 3.15**  
Çölller



► **Görsel 3.16**  
Ozon tabakası Güneş'ten gelen zararlı ışınların çoğunu uzaya tekrar yansıtır.

### Abiyotik Faktörler (Cansız Varlıklar)

Abiyotik faktörler, canlıların yeryüzündeki dağılımını etkiler. Canlıları etkileyen bu cansız etmenler fiziksel ve kimyasal unsurlardan oluşur. Fiziksel unsurlar canlıların yeryüzündeki yayılışını sınırlandırır. Fiziksel şartların çok sayıda türün bir arada yaşaması için uygun olduğu tropikal yağmur ormanları, tür çeşitliliğinin en fazla olduğu ortamlardır (Görsel 3.14). Çöllere ve kutuplar ise ekolojik direnci düşük olan canlılar için şartları ağır olan ortamlar olduğundan tür çeşitliliğinin en az olduğu ortamlardır (Görsel 3.15).

Abiyotik faktörler, genel anlamda aşağıdaki başlıklar altında incelenebilir:

#### a. Işık

Güneş'te oluşan yüksek elektromanyetik dalgaların çok azı Dünya'ya ulaşır. Dünya'ya kadar ulaşan ultraviyole ve morötesi ışınlar gibi zararlı ışınların büyük bir bölümü, ozon tabakası tarafından filtre edilir (Görsel 3.16).

Ekosistemlerin ana enerji kaynağı güneş ışınlarıdır. Fotosentez olayı, görülebilir ışınlarda meydana gelir. Fotosentezde ışık enerjisi yardımıyla karbondioksit ve su kullanılarak organik bileşikler oluşturulur. Heterotrofların temel besin kaynağı ototrof canlılardır. Fotoototrof canlıların, güneş ışığı olmadan organik besin üretmesi mümkün değildir.

Yüksek enerjili ışınlar (X ışınları, morötesi ışınlar ve ultraviyole ışınlar) DNA'nın kimyasal bağlarını kopararak mutasyonlara neden olur. Mutasyonlar sonucunda bağışıklık sistemi zarar görür ve kanser gibi çeşitli hastalıklar ortaya çıkar. Oluşan kalıtsal hastalıklar nesilden nesile aktarılabilir.

Güneş ışığı dünyanın her tarafına eşit oranda düşmez. Ekvatorial bölgeler sürekli güneş ışığı alırken kutuplara çok az güneş ışığı ulaşır. Belirli derinlikten sonra (200-250 m) okyanusların alt katmanlarına ışık ulaşmaz.

Tropikal yağmur ormanlarında iklim sürekli yağmurlu ve yumuşaktır. Bu nedenle bu bölgeler bitki ve hayvan türleri bakımından zengindir.

Işığın yeryüzüne değişik oranlarda dağılımı, mevsimlerin oluşmasında önemli bir etkidir. Bu nedenle bitki ve hayvanların yeryüzündeki dağılımı açısından bir bölgenin ışık alma süresi ve ışığın şiddeti önemlidir. Çiçeklenebilmek için günlük 12 saatten fazla ışığa ihtiyaç duyan bitkilere **uzun gün bitkileri**, çiçeklenebilmek için 12 saatten daha az olan ve karanlık periyoda ihtiyaç duyan bitkilere ise **kısa gün bitkileri** denir. Çiçeklenme için gün ışığının süresinden etkilenmeyen bitkilere ise **nötr bitkiler** denir.

Işık, bazı hayvan türlerini doğrudan etkiler. Bazı hayvan türleri gece daha net gördüğü için gece avlanır. Ötücü kuşlar ve bazı böcek türleri alacakaranlıkta etkin olur. Kertenkele, timsah ve bazı kuş türleri ise güneşli ortamlarda hareketlenir. Çöl hayvanları genellikle gece aktiftir. Işık, bazı hayvanlarda pigmentasyonu (renklenmeyi) etkiler. Bazı hayvanların üreme periyodu üzerinde de ışığın etkisi vardır. İnsan derisinde güneş ışığı yardımıyla D vitamini üretilir.

Yükseltinin fazla olduğu dağlarda atmosfer incedir. Bu nedenle zararlı ışınlar bu ortamlara daha çok ulaşmaktadır. Orman altları daha az ışık alır. Mağaralar ise ışığın çok az ulaştığı veya hiç ulaşmadığı karanlık ortamlardır. Bu nedenle bu bölgelerde yaşayan canlılar zararlı ışınlardan daha az etkilenir.

### b. Sıcaklık

Sıcaklık, canlılarda enzimlerin çalışmasını etkileyen önemli bir unsurdur. Enzimlerin çalışabilmesi için sıcaklık değerlerinin belirli aralıklarda olması gerekir. Bu nedenle sıcaklık canlıların büyüme, gelişme gibi metabolizma olayları üzerinde etkilidir (Görsel 3.17).

Güneş'ten gelen ışınların etkisiyle atmosfer ısınır. Atmosferin ısınması atmosfer hareketlerine neden olur. İklimsel değişimlerin oluşmasında sıcaklık etkilidir.

Bitkilerin büyüme ve gelişmesi ile çiçeklenme dönemlerinde ihtiyaç duydukları sıcaklık dereceleri farklı olabilir. Örneğin domates bitkisi, sıcaklığın 13 °C olduğu ortamlarda büyür ve gelişir. Ancak bu sıcaklıkta çiçek oluşturmaz.

Örneğin, lale bitkisi 15-20 °C'ta çiçeklerini açar, 0-10 °C'ta çiçeklerini kapatır.

Dolayısıyla bu şekilde tohumların ilkbahar mevsimi öncesinde çimlenmesi önlenir. Bitki filizleri ve çiçekleri soğuğa karşı çok dayanıksızdır. Genellikle bitkiler 7-38 °C'ta en iyi gelişirler. Yüksek sıcaklık su kaybını artırır ve bitkisel dokuların kurummasına, yaprakların sararmasına ve dökülmesine neden olur. Bununla birlikte kutuplara yakın bölgelerde soğuğa dayanıklı, Ekvatorial bölgelerde ve çöllerde sıcaklığa dayanıklı bitki türleri daha yaygındır.

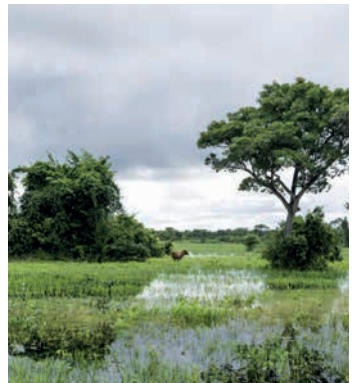
Soğukkanlı hayvanların bazı türleri, vücut ısılarını yükseltebilmek için güneşlenir. Çok soğuk iklim şartlarında ise hareketleri azalır ve kış uykusuna yatarlar.

Düşük sıcaklık deride melanin pigmenti üretimini azaltır. Bu nedenle, soğuk bölgelerde yaşayan hayvanlar, sıcak bölgelerde yaşayan ırklarına göre daha açık renklidir.

### Araştırılabilir-Tartışılabilir

Pilotlarda en yaygın görülen hastalıklar nelerdir? Bu hastalıkların zararlı ışınlarla bir ilişkisi var mıdır?

Çalışmanızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.



### ► Görsel 3.17

Sıcaklık, türlerin yeryüzündeki dağılımını etkiler.

Bazı bitkilerin tohumları, kışı kar altında, soğukta geçirir. Büyüme ve gelişmenin askıya alındığı metabolik hızın çok düşük olduğu durgunluk hâline **dormansi** denir. Tohumlarda da kışın dormansi durumu görülmektedir.

Bitkilerin yeryüzüne yayılışında mevsimsel ve günlük sıcaklık değişimleri etkilidir. Ülkemizde coğrafi bölgelerin karakteristik bitki örtülerinin bulunması ve her bitki türünün her bölgede yetişmemesinin nedeni budur (Görsel 3.18 ve 3.19).



► **Görsel 3.18**  
Ülkemizin iklim çeşitliliği



► **Görsel 3.19**  
Ülkemizin bölgelerinde özel yetişen bitki türleri



► **Görsel 3.20**

*Sıcaklık, hayvanlarda göçün temel nedenlerindedir.*

Sıcaklık, hayvanların göç, avlanma, gece veya gündüz aktif olma, kış uykusu, yaz uykusu, renk değişimi ve üreme gibi çok sayıda aktivitelerini etkiler (Görsel 3.20).

### c. İklim

Bir bölgede uzun süre devam eden atmosfer şartlarına **iklim** denir. İklimi; ısı, ışık, nem, yağış miktarı ve bitki örtüsü gibi unsurlar etkiler (Görsel 3.21). Ayrıca iklim, bölgenin denizden olan yüksekliğine ve Ekvator'a olan uzaklığına bağlı olarak değişim gösterir. Yanardağlar, atmosferdeki tanecikli yapıların çeşidi ve miktarı, rüzgâr iklim üzerinde belirli bir etkiye sahiptir. Ancak bu etki kısa süreli olabilir.

Hem bitkilerin hem de hayvanların yeryüzündeki dağılışı, iklimin etkisi altındadır.

İklimi etkileyen faktörlere bağlı olarak kendine özgü özellikler gösteren iklim çeşitleri vardır. Bunlardan bazıları Akdeniz iklimi, karasal iklim, tropikal iklim ve ılıman iklimdir.



► **Görsel 3.21**

*İklim, çevre unsurlarına bağlı olarak değişir.*

### ► Araştırılabilir-Tartışılabilir

Küresel iklim değişikliğinin ekosistemler üzerindeki etkileri nelerdir?

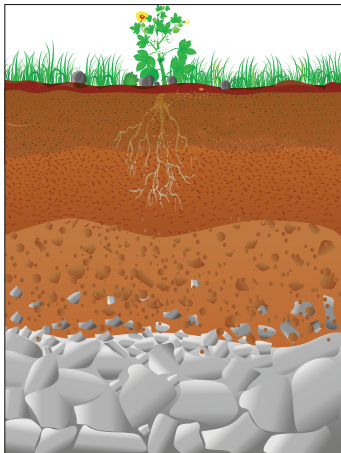
Çalışmanızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.



► **Görsel 3.22**  
Ülkemizde görülen iklim çeşitleri ve coğrafi olarak dağılımı

**Bilgi Kutusu**

5 cm kalınlığındaki toprak 2000 yılda oluşur.



► **Görsel 3.23**  
Toprağın yapısı

Ülkemizde karasal iklim ve Akdeniz iklimi yaygın olmakla beraber Karadeniz ve Marmara (geçiş) iklimi olmak üzere dört çeşit iklim görülür. Ülkemizde dört farklı iklim çeşidinin görülmesi biyolojik çeşitliliğin artmasını sağlamıştır.

Ülkemizin coğrafi konumu ve coğrafi özellikleri iklimi belirleyen temel unsurlardır (Görsel 3.22).

**ç. Toprak ve Mineraller**

Toprak, birçok omurgasız hayvanın ve mikroorganizmaların barınağıdır. Kara bitkilerinin tutunduğu ve besinlerini temin ettiği ortamdır. Kara bitkileri ve mantarlar, su ve mineral ihtiyaçlarını topraktan temin eder. Toprak, bazı türleri doğrudan etkilerken bazı türleri de dolaylı olarak etkiler.

Kayaçların; yağmur, kar, rüzgâr ve sıcaklık gibi etkenlerle parçalanması ve değişime uğraması sonucu uzun bir zaman dilimi içerisinde toprak oluşur. Bitki ve hayvanların atıkları ve kalıntıları toprağın humusunu oluşturur (Görsel 3.23).

Bitkiler, belirli bir alan üzerinde toprak yapısına göre dağılım gösterirken hayvanlar da bitkilerin dağılımına göre habitatlarına yerleşir.

Bitki türlerinin büyüme ve gelişme gösterdikleri toprak yapıları farklılık gösterebilir. Örneğin, maki kireçli toprakta iyi gelişirken pamuk ve domates humuslu toprakta daha iyi gelişir. Baklagiller, azot oranı düşük



topraklarda diğer bitki türlerine oranla daha verimlidir. Ayrıca köklerindeki mutualist bakteriler yardımıyla toprağı azot bakımından zenginleştirirler.

Bitkilerin ekimi, toprağın yapısı incelenerek yapılmalıdır. Gübreleme ile toprağın eksik mineralleri tamamlanmalıdır. Her yıl, aynı ürünün dikilmesi bazı mineraller bakımından toprağı fakirleştirir. Dolayısıyla bir tarım arazisinde her yıl farklı ürünler yetiştirilmeye çalışılmalıdır. Toprağın mineral eksikliğini tamamlayabilmesi için bazı zamanlar bitkilerin ekimi yapılmadan dinlendirilmesi gerekir. Buna **nadasa bırakma** denir.

Bitkiler, bazı minerallere fazla ihtiyaç duyarken bazı minerallerin toprakta çok az bile bulunması yeterlidir. Toprağın humusunun azalması verimini azaltır, tuz oranını artırır ve çölleşmeye neden olur.

Toprağın içerdiği hava ve pH değeri de bitkilerin gelişimi açısından önemli unsurlardandır.

#### d. Su

Su; büyüme, gelişme ve metabolizma olayları için temel maddelerin başında gelir. Besinlerin sindirimi (hidroliz), enzimlerin çalışması, fotosentez, kemosentez tepkimeleri gibi çok sayıda metabolik olayın gerçekleşmesi için canlıların suya ihtiyacı vardır. Besinlerin, atıkların, vücut salgılarının taşınmasında suyun önemli rolü vardır. Terlemeyle vücuttaki metabolik atıkların bir kısmı atıldığı gibi vücut ısısı da dengelenir. Metabolik tepkimeler su ile gerçekleşir.

Canlıların vücudunun büyük bir bölümü sudur. Denizanelerinin vücudunun % 98'i, insan embriyosunun % 93'ü, yetişkin bir insanın vücudunun ise % 70'i sudur.

Dünyamızın % 70'i sularla kaplıdır. Bu suların % 95'i tuzlu, % 5'i ise tatlı su kaynaklarını oluşturur. Su kaynakları tatlı su (göl, akarsu) ve tuzlu su (deniz, okyanus) olmak üzere ikiye ayrılır (Görsel 3.24).

Bitkilerin yeryüzündeki yayılışında, bir bölgedeki su miktarı ve bölgenin aldığı yağış miktarı çok önemlidir. Atmosferdeki su buharının çeşitli nedenlerle yoğunlaşarak yeryüzüne düşmesine **yağış** adı verilir.

Fazla yağış olan bölgelerde ormanlar gelişir. Yağışın az olduğu bölgelerde ise daha çok tek yıllık otsu bitkiler bulunur. Kurak bölge bitkileri kök ve gövdelerinde su depo eder. Bitkiler mineralleri suda çözülmüş olarak alır.

Hayvanlar; su ihtiyacını içerek, besinler yoluyla ve metabolizmaları sonucu açığa çıkan sudan sağlar. Oksijenli solunum sonucunda da bir miktar su oluşur.

#### e. pH

Sulu ortamlardaki hidrojen iyonu (H<sup>+</sup>) veya hidroksil iyonu (OH<sup>-</sup>) yoğunluğuna **pH** denir. Kısaca sulu çözeltilerin asitlik - bazlık derecesine **pH** denir.

#### Bilgi Kutusu

##### Toprak Çeşitleri Nelerdir?

Toprak ana bileşenlerine göre dört çeşittir:

- 1. Kumlu toprak:** Su geçirgenliği fazla olan verimsiz topraklardır.
- 2. Killi toprak:** Su geçirgenliği çok az olan ve az hava depo eden verimsiz topraklardır.
- 3. Kireçli toprak:** Bitkilerin köklerine zarar verir.
- 4. Humuslu toprak:** Organik içeriği fazla olan verimli topraklardır.



► **Görsel 3.24**  
Su kaynakları

**Bilgi Kutusu**

Fotosentezde üretilerek atmosfere verilen oksijen gazının kaynağı sudur.



► **Görsel 3.25**  
Topraktaki pH değerinin değişmesine neden olan faktörler

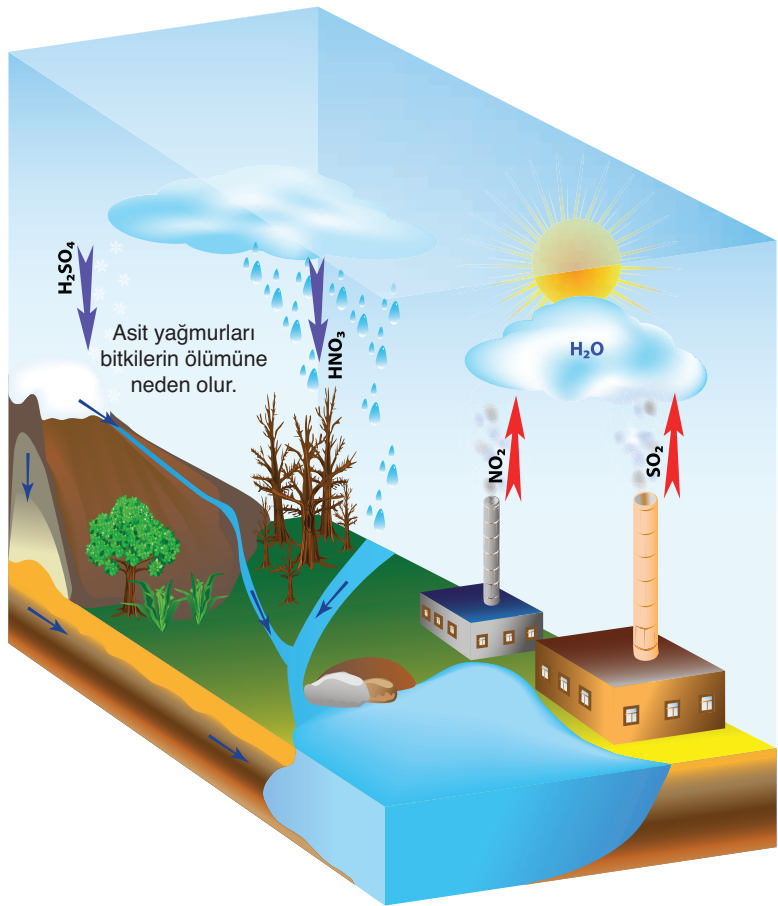
**Araştırılmalı-Tartışılmalı**

Sulardaki pH değişimlerinin nedenleri nelerdir? Çalışmanızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.

Her organizmanın yaşamını sürdürdüğü optimum bir pH olduğu gibi, pH değişimlerine duyarlı olduğu bir tolerans aralığı da vardır. Organizmalar genellikle nötr ve nötre yakın pH ortamlarını tercih ederler.

Bilinçsizce kullanılan gübreler, asit yağmurları, kimyasal atıklar, tarım ilaçları, çöp ve kanalizasyon atıkları pH değişikliklerine neden olur (Görsel 3.25).

Topraktaki pH değerinin değişmesi öncelikle kara bitkilerini ve bunlarla beslenen diğer canlıları, su ortamlarındaki pH değerinin değişmesi ise su yosunlarını, omurgasız hayvanları ve balıkları doğrudan etkiler. Toprak ve sulardaki pH değişimlerinden doğrudan veya dolaylı olarak bütün canlılar etkilenir (Görsel 3.26).

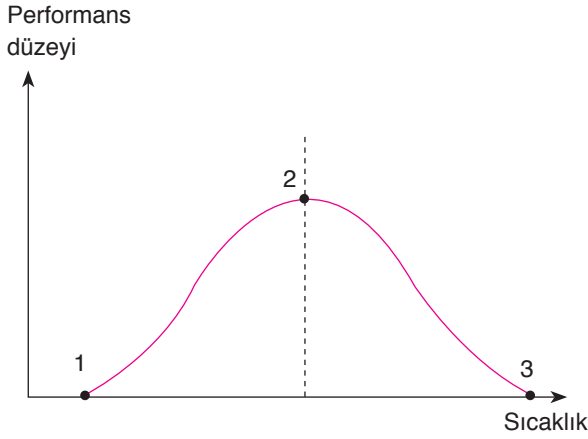


► **Görsel 3.26**  
Asit yağmurları

**f. Abiyotik Faktörlerin Değişmesinin Canlılara Etkileri**

Canlılar, yetenekleri ölçüsünde yeryüzünde yayılır ve tolerans sınırları ölçüsünde buldukları ortamlarda yaşamlarını devam ettirirler. Canlıların çevresel faktörlere uyum yeteneğinin alt ve üst sınırları arasında kalan aralığa **tolerans (hoşgörü) aralığı** denir. Canlıların çevresel faktörlerin değişimlerine karşı tepkilerinin gösterildiği grafiklere **performans eğrisi** denir.

► **Grafik 3.1**  
Performans eğrisi



Grafik 3.1'de 1-3 aralığı tolerans sınırlarını gösterirken 2 maksimum performans noktasını göstermektedir.

Canlıların çevresel değişimlere karşı belirli sınırlar arasında uyum yetenekleri vardır.

Yükseklere çıktıkça aynı türe ait bitkilerde tüy oranı artar. Tüyler su kaybına ve güneşe karşı bitkiyi korur. Bir diğer örnek de yüksek bölgelerde yaşayan insanların kanındaki alyuvar sayısının deniz seviyesinde yaşayan insanların kanındaki alyuvar sayısından daha fazla olmasıdır. Çünkü yükseklerdeki oksijen oranı basınçtan dolayı daha azdır.

Dış ortamdaki sıcaklık değişimlerine karşı vücut sıcaklığını sabit tutabilen canlılara **sıcakkanlı canlılar** denir. Çevredeki sıcaklık değişimlerine karşı vücut sıcaklığını sabit tutabilme yeteneği olmayan canlılara ise **soğukkanlı canlılar** denir. Kuşlar ve memeliler sıcakkanlı canlılardır (Görsel 3.27). Diğer canlı türleri ise soğukkanlıdır (Görsel 3.28).

Memelilerin bazı türleri besin yetersizliğinde kışı uyku hâlinde geçirir. Çift yaşamlılarda ve sürüngenlerde kış uykusunun sebebi ise vücut sıcaklığını dengeleyememeleridir.

Bazı hayvan türleri, sıcak yaz aylarında sıcağın zararlarından korunmak için toprağın veya bataklıkların alt kısımlarında uyurlar. Bazı çöl hayvanları ise gündüz gizlenir, gece ise avlanır. Bakteriler oluşturdukları endosporlarla canlılıklarını olumsuz ortam şartlarında uzun süre devam ettirir.

### Biyotik Faktörler

Çevrenin canlıları etkilediği gibi, canlılar da çevrelerini ve birbirlerini etkiler. Ortamdaki canlı varlıkların tamamına **biyotik faktörler** denir.



► **Görsel 3.27**  
Bazı sıcakkanlı canlı türleri



► **Görsel 3.28**  
Bazı soğukkanlı canlı türleri

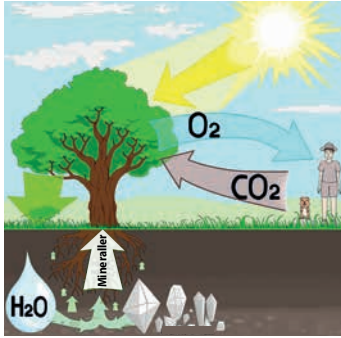
### Araştırma-Tartışım

Kış uykusu nedir? Hangi hayvanlarda görülür? Kış uykusunun nedenleri nelerdir?

Çalışmanızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.

### Bilgi Kutusu

Beslenme basamaklarını oluşturan canlıların toplam kütlesine **biyokütle** denir.



► Görsel 3.30  
Fotosentez

Biyotik faktörler ekosistemdeki nişlerine göre üç grupta toplanır (Görsel 3.29).



► Görsel 3.29  
Biyotik faktörlerin sınıflandırılması

#### a. Üreticiler

İnorganik bileşiklerden organik bileşik üreterek kendi besinlerini üretebilen canlılardır. Fotosentetik ve kemosentetik canlılar **üretici canlılardır**. Bu canlılar, tüketicilerin besin ve oksijen kaynağıdır.

Üretici canlılar, ekosistemlerde organik besin maddesini sentezler. Bu nedenle besin zincirinin ilk basamağı üreticilerden oluşur.

Üreticiler, yalnız besin maddeleri üretmekle kalmaz, atmosferdeki oksijen ve karbondioksit dengesinin korunmasında da görev alır. Ayrıca toprağın üst bölümlerine tutunarak erozyonu önleme ve toprağı zenginleştirme özellikleri vardır.

Fotosentetik canlıların büyük bir bölümünü bitkiler, su yosunları ve fotosentetik bakteriler oluşturur. Fotosentetik canlılar, güneş ışığını kullanarak inorganik maddelerden organik besin üretirler (Görsel 3.30). Bu canlıların toplam biyokütlesi beslenme basamaklarını oluşturan diğer canlılardan daha fazladır.

Kemosentetik canlılar ise inorganik maddelerin oksidasyonu sonucu elde ettikleri kimyasal enerjiyi kullanarak inorganik bileşiklerden organik besin sentezi gerçekleştirirler.

Kara ekosistemlerinde üretici canlıların çoğunluğunu damarsız sporlu, damarlı sporlu ve çiçekli bitkiler oluşturur. Su ekosistemlerinde ise su yosunları (algler) ve siyanobakteriler hâkimdir.

#### b. Tüketiciler

İnorganik besinden organik besin üretemeyen ve besin ihtiyacını diğer organizmalardan karşılayan canlılara **tüketiciler** denir.

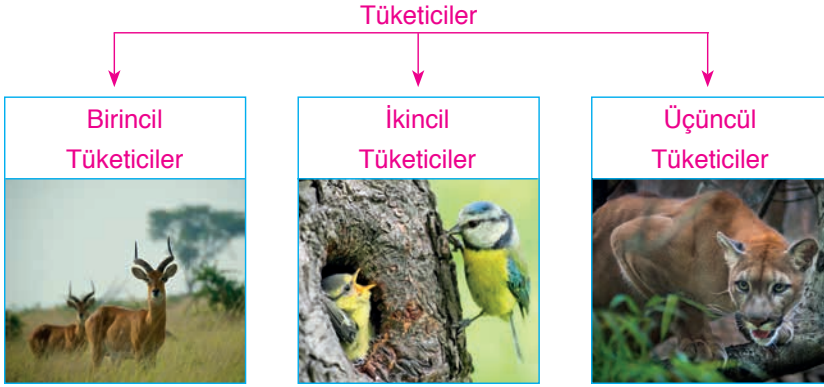
Besin kaynaklarına göre tüketiciler üç grupta toplanır. Sadece üreticilerle beslenen canlılara **birincil tüketici**, üretici ve birincil tüketicilerle beslenen canlılara **ikincil tüketici**, hem birincil tüketici hem de ikincil tüketicilerle beslenen canlılara ise **üçüncül tüketiciler** denir.

Birincil tüketiciler otçul (herbivor), ikincil tüketiciler hem etçil hem de otçul (omnivor), üçüncül tüketiciler ise etçil (karnivor) beslenen canlılardır (Görsel 3.31).



Online Biyoloji

<http://www.eba.gov.tr/video/izle/0258787695f0201bf4f55b49cef52c6bb3ed981ed6015>



► **Görsel 3.31**

Tüketici canlıların gruplandırılması

**c. Ayrıştırıcılar (Saprotitler)**

Organik atıkları parçalayarak inorganik maddelere dönüştüren canlılara **ayrıştırıcılar (saprotitler)** denir. Ekosistemlerin yapısında ve madde döngülerinde ayrıştırıcıların çok önemli görevleri vardır. Bu canlıların faaliyetleri sonucunda maddeler yeniden üreticilerin kullanabileceği inorganik bileşiklere dönüştürülür. Dolayısıyla ayrıştırıcılar doğada oluşabilecek organik kirliliği önler.

Bazı bakteri, mantar ve omurgasız hayvan türleri saprotit canlıları meydana getirir (Görsel 3.32).

**Araştırılabilir-Tartışılabilir**

Ayrıştırıcıların doğada zarar görmesi ne gibi sonuçlara neden olur?

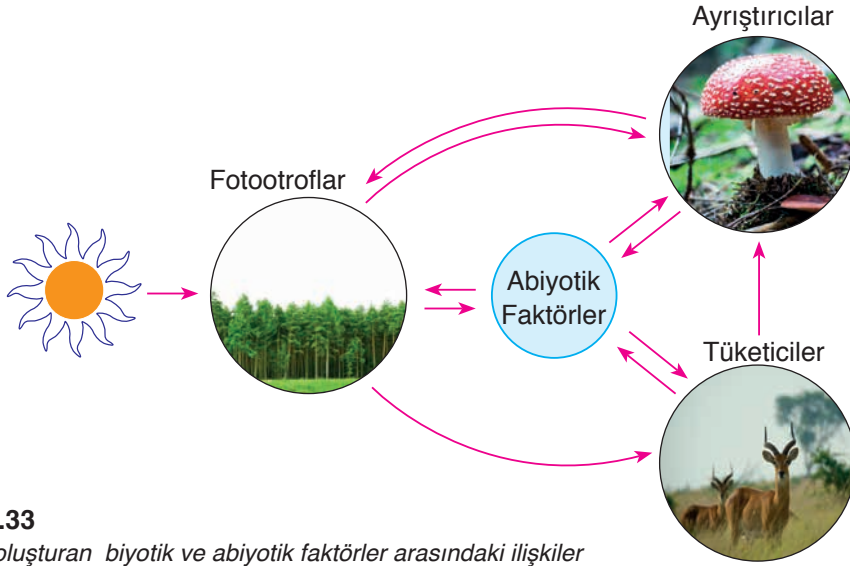
Çalışmanızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.



► **Görsel 3.32**

Bazı çürükçül canlı türleri

Biyotik etmenler arasında madde ve enerji akışı söz konusudur (Görsel 3.33).



► **Görsel 3.33**

Ekosistemi oluşturan biyotik ve abiyotik faktörler arasındaki ilişkiler

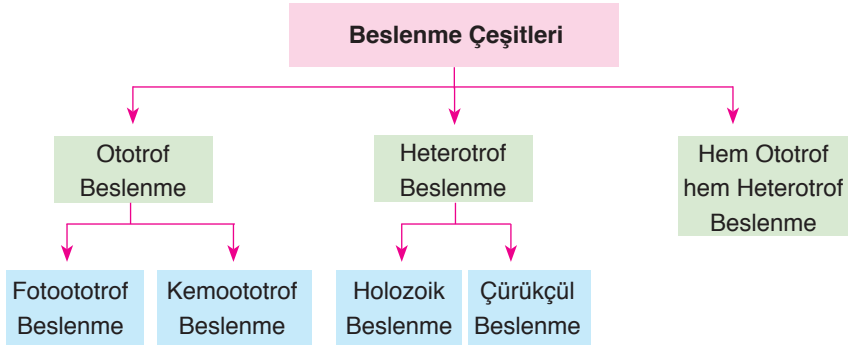
### 3.1.2. Canlılardaki Beslenme Şekilleri

Canlılar, beslenme yoluyla enerji ihtiyaçlarını ve yapım-onarım için gerekli olan besin maddelerini temin eder.

Üreticilerden tüketicilere doğru bir ekosistem içinde bulunan canlılar arasında doğrudan ya da dolaylı olarak beslenme ilişkileri söz konusudur.

Canlılar genel olarak beslenme şekillerine göre üç grupta toplanır (Görsel 3.34).

**Araştırma-Tartışalım**  
Kendi seçeceğiniz bir ekosistemi araştırarak çalışmanızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.



► **Görsel 3.34**

Ekosistemi oluşturan biyotik ve abiyotik faktörler arasındaki ilişkiler



► **Görsel 3.35**

Bitkiler fotoototrof canlılardır.

İnorganik bileşiklerden kendi organik besinlerini kendileri üreten canlılara **ototrof canlılar** denir. Bütün ototrof canlılar, ekosistemin üreticiler basamağını oluşturur. Fotosentez yapan ototrof canlılara **fotoototrof**, kemosentez yapan canlılara ise **kemoototrof** denir. Enerji kaynağı olarak fotoototroflar güneş ışığını, kemoototroflar ise kimyasal enerjiyi kullanır (Görsel 3.35).

İnorganik maddeleri kullanarak organik madde sentezleyebilen ve dışarıdan hazır olarak organik madde alabilen canlılara **hem ototrof hem heterotrof** beslenen canlılar denir (Görsel 3.36).

Besinlerini kendileri üretemeyen ve diğer canlılar üzerinden hazır olarak alan canlılara **heterotrof canlılar** denir (Tablo 3.1).

İhtiyacı olan besini katı parçalar hâlinde alarak yapılan beslenmeye **holozoik beslenme** denir. Holozoik beslenen canlıların ağız yapısı ve sindirim kanalı, beslenme şekline uygun yapıdadır. Holozoik beslenme üçe ayrılır: Sadece bitkisel besinlerle beslenen canlılara **otçul (herbivör)**, sadece hayvansal gıdalarla beslenen canlılara **etçil (karnivor)**, her iki besin türüyle de beslenebilen canlılara ise **hepçil (omnivor)** canlılar denir.



► **Görsel 3.36**

*Böcekapan bitki, hem ototrof hem heterotrof olarak beslenir.*

► **Tablo 3.1:** Heterotrof beslenme çeşitleri ve bu şekilde beslenen canlılara örnekler

**Herbivor (otçul)** canlılar bitkisel besinlerle beslenir. Ceylan, karaca, antilop, koyun, keçi, eşek, siğir bu gruptaki canlılara örnektir.



*Antilop*

**Karnivor (etçil)** canlılar, hayvansal besinlerle beslenir. Aslan, sırtlan, timsah, yılan, kurt, kartal bu gruptaki canlılara örnektir.



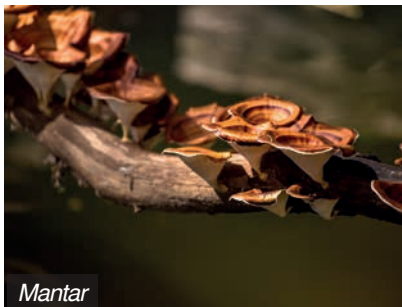
*Aslan*

**Omnivor (hepçil)** canlılar, hem bitkisel hem de hayvansal besinlerle beslenir. Ayı, fare, maymun bu gruptaki canlılara örnektir.



*Ayı*

**Çürükcül beslenen** canlılar, hücre dışına salgıladıkları enzimlerle organik atıkları, ölü bitki ve hayvan kalıntılarını parçalar ve böylece kendileri için gerekli olan besinleri sağlar. Bazı mantar ve bakteriler bu tür canlılara örnektir.



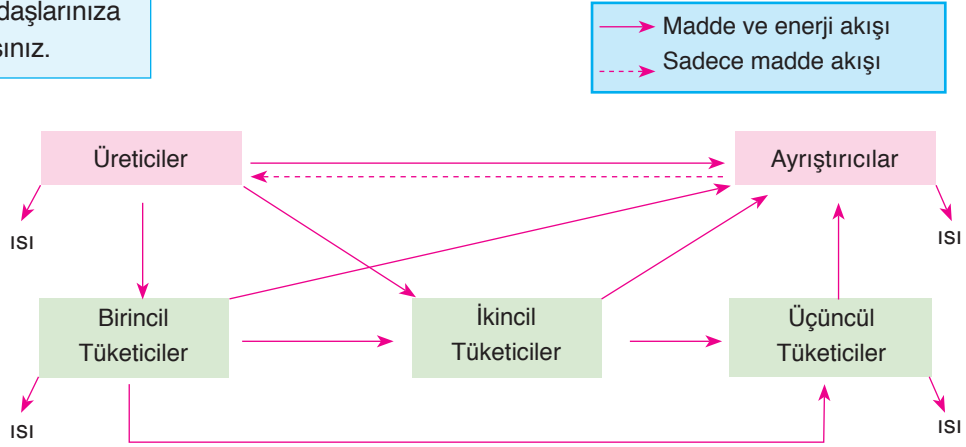
*Mantar*

**Araştırılmalı-Tartışılmalı**

Su ya da kara ekosistemine ait bir besin zinciri oluşturarak madde ve enerji akışını gösteriniz. Hazırladığınız besin zincirini sunu hâline getiriniz ve sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.

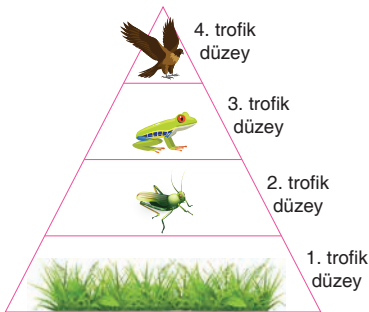
**3.1.3. Ekosistemde Madde ve Enerji Akışı**

Ekosistemde madde ve enerji akışının dengede olması üretici, tüketici ve ayrıştırıcı canlılar tarafından sağlanır. Ekosistemi oluşturan canlılar, madde ve enerji yönüyle birbirlerine bağımlıdır. Doğada madde, dögüsel olarak dolaşırken enerji akışı tek yönde gerçekleşir. Bir beslenme basamağından diğerine besin akışı sırasında her basamakta toplam biyokütle ve depolanmış enerji miktarı azalır (Görsel 3.37).



► **Görsel 3.37**  
Ekosistemlerde madde ve enerji akışı

Enerjinin temel kaynağı güneştir. Fotoototrof canlılar, güneş ışınlarını organik besin üretimi sırasında enerji kaynağı olarak kullanır. Madde ve enerji akışının ilk basamağı üreticilerdir. Bu nedenle beslenme basamaklarında biyokütlesi en fazla olan canlılar üreticilerdir. Üreticilerden birincil tüketicilere, ardından ikincil ve üçüncül tüketicilere doğru madde ve enerji akışı devam eder. Ayrıştırıcılar çevrelerindeki organik bileşiklerden madde ve enerji ihtiyacını karşılar. Ayrıştırıcıların doğadaki önemli rolü, organik maddeleri inorganik maddelere dönüştürmeleridir. Yani ayrıştırıcılar organik ve inorganik bileşikler arasındaki dengeyi korumasında önemli bir role sahiptir. Ancak organik maddeleri, inorganik maddelere dönüştürdükleri için ayrıştırıcılarla birlikte enerji akışı durur.

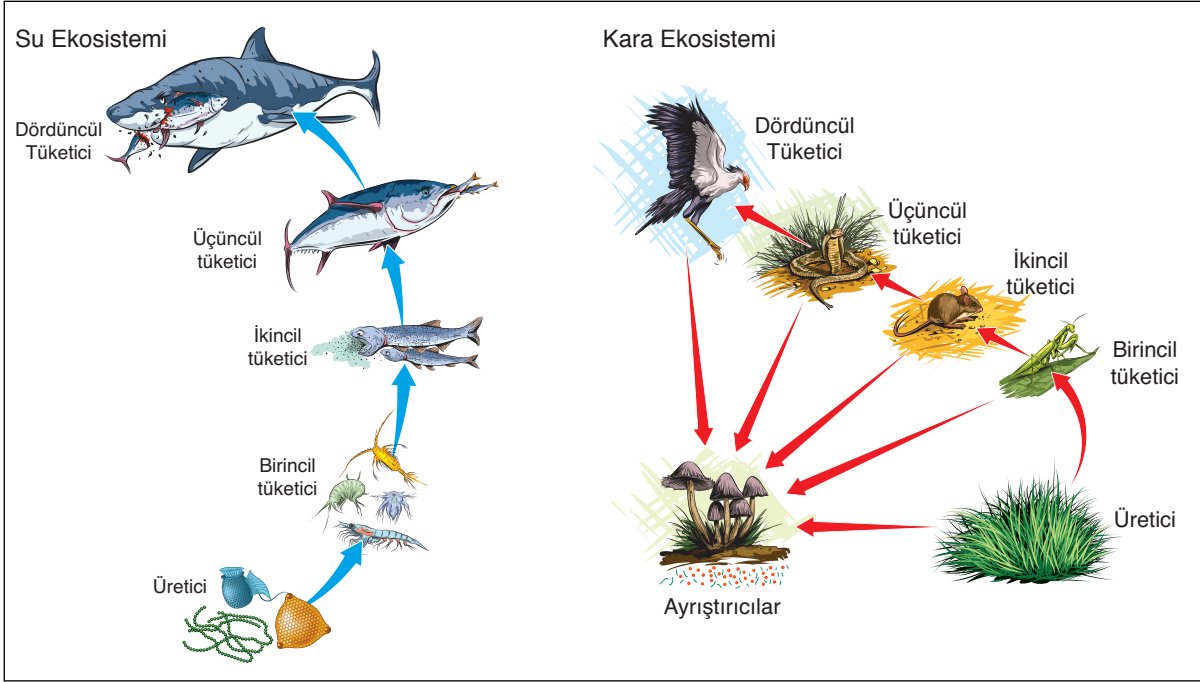


► **Görsel 3.38**  
Trophik düzey

Canlılar arasındaki beslenme ilişkilerini gösteren beslenme basamaklarının her birine **trofik düzey** adı verilir. Bu trofik düzeyleri oluşturan canlılar şu şekildedir:

1. trofik düzey = üreticiler
2. trofik düzey = birincil tüketiciler
3. trofik düzey = ikincil tüketiciler
4. trofik düzey = üçüncül tüketiciler (Görsel 3.38).





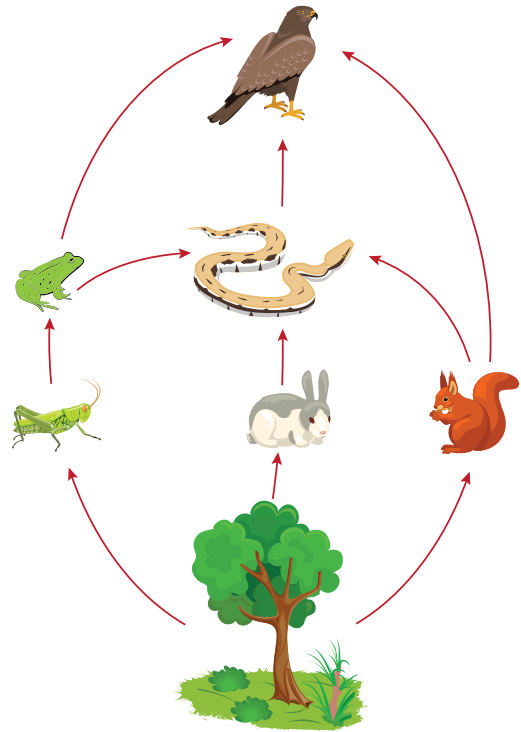
► **Görsel 3.39**  
Su ve kara ekosistemlerinde besin zinciri örnekleri

Besinlerdeki enerjinin üreticilerden otçullara ve onlardan etçillere kadar olan iletimine **besin zinciri** veya **enerji aktarımı** denir (Görsel 3.39).

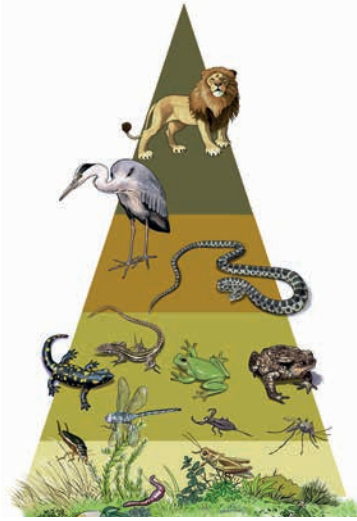
Ekosistemde, organizmalar arasındaki karmaşık beslenme ilişkileri bir ağa benzetilir ve farklı türlerin birlikte oluşturduğu bu ilişkiler ağına **besin ağı** denir. (Görsel 3.40).

Su ekosistemlerindeki besin zinciri, kara ekosistemlerindeki besin zincirinden daha uzundur. Çünkü su ekosistemlerinde besin çeşitliliği daha fazladır.

Besin ağları canlıların ekosistemdeki temel görevlerine göre şekillenir. Besin ağı, çok sayıda besin zincirinin birleşmesi sonucunda oluşur. Çevresel faktörlerdeki değişimlere bağlı olarak besin ağının yapısı değişebilir. Bir ekosistemde çeşitli nedenlerle zarar gören bir türün yerini, aynı ekolojik nişi paylaşan başka bir tür doldurabilir. Bu durum, besin ağında tür çeşitliliğinin ve popülasyonların yoğunluklarının değişmesine neden olur.



► **Görsel 3.40**  
Kara ekosisteminde besin ağı örneği



► **Görsel 3.41**  
Ekosistemlerde besin piramidi



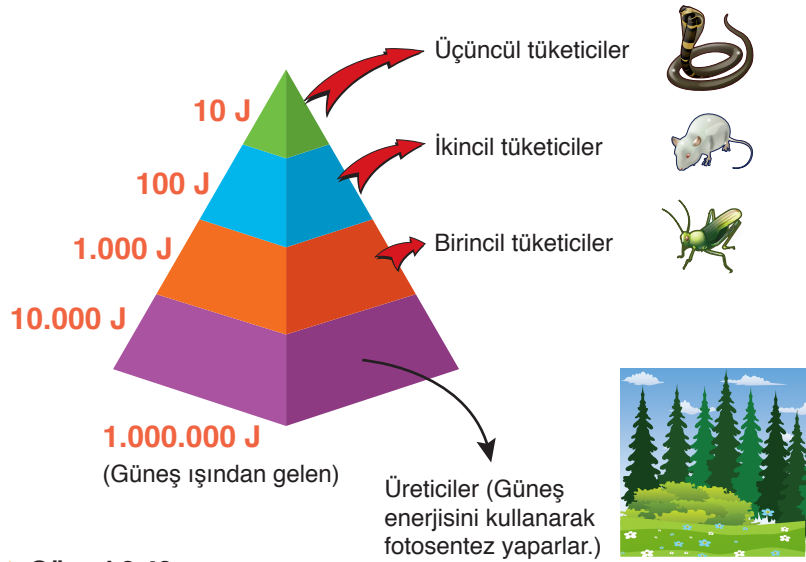
► **Görsel 3.43**  
Kilit taşı tür



► **Görsel 3.44**  
İstilacı tür

Beslenme basamağındaki canlıların toplam organik madde ağırlığına biyokütle (biyomas) denir. Bir besin zincirinin üreticiler basamağından başlayarak son tüketici basamağına kadar dikey dizilimine besin piramidi adı verilir (Görsel 41).

Besin ağlarında besin maddeleri trofik düzeylerden geçerken her basamakta toplam enerjinin % 10'u bir üst basamağa aktarılır, kalan % 90'lık kısmı ise ısı ve boşaltım maddelerine dönüşür. Buna % 10 kuralı denir. Madde ve enerji kayıplarını gösteren grafiklere ise **enerji piramidi** denir (Görsel 3.42).



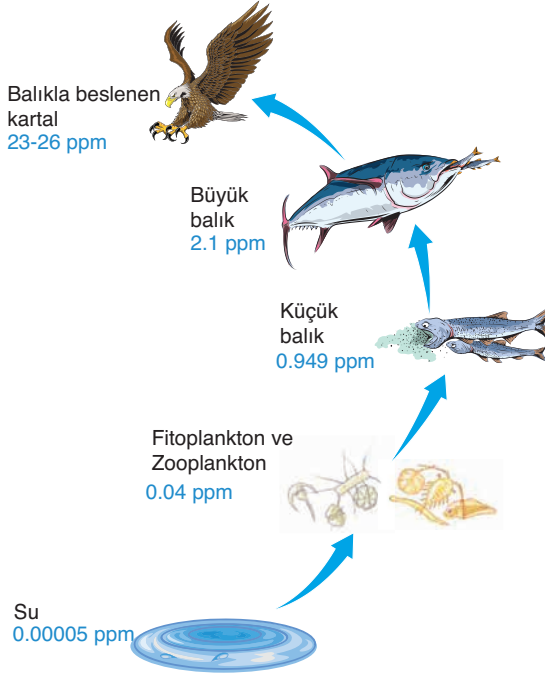
► **Görsel 3.42**  
Ekosistemlerde enerji piramidi

Besin ağlarında bulunan ve ekosistemin bütünü üzerinde etkili olan türlere kilit taşı tür denir. Bu türlerin ekosistemin devamlılığı açısından önemi büyüktür. Bu türler ekosistemde yok olduğunda besin ağı büyük ölçüde zarar görür ve ekolojik denge bozulur. Bu türlere örnek olarak su samuru verilebilir (Görsel 3.43).

Ekosisteme dışarıdan giren yabancı türlerin bazıları hızla çoğalarak geniş şekilde yayılış gösterir. Yerli türlerin besin ağını olumsuz etkileyen bu türlere istilacı türler denir (Görsel 3.44). Bazı bölgelerde görülen çerçirge istilası bu duruma örnek verilebilir.

Fabrika atıklarında bulunan kurşun, civa gibi ağır metaller; tarım ilaçları, deterjanlar vb. zehirli atıklar; yağmur ve kanalizasyonlar yoluyla su kaynaklarına ulaşır. Bu atıklar, ilk önce birincil trofik düzeyi oluşturan fitoplanktonlara geçerek besin zincirine girmiş olur. Bu maddeler, vücuttan atılamayarak hücrelerde ve dokularda birikir. Besin zincirinin üst basamaklarına doğru çıkıldıkça zehirli maddelerin dokularda biriki-

mi on kat artar. Bu duruma **biyolojik birikim** denir. Besin zincirinin en üstündeki canlıların dokularında zehirli maddeler daha fazla birikir ve biyolojik birikimden en çok en üst trofik düzeyi oluşturan canlılar zarar görür (Görsel 3.45).



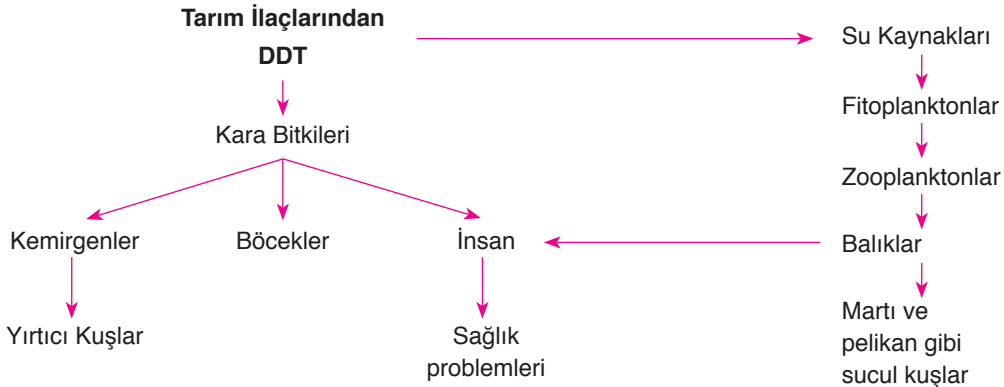
### Araştırma-Tartışalım

Biyolojik birikimin insan sağlığı ve diğer canlılar üzerine olumsuz etkilerini araştırınız. Çalışmanızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.

### ► Görsel 3.45

Zehirli maddelerin besin zinciri ile canlıların dokularında birikimi

Yukarıda bahsedilen zehirli maddeler besin zinciri yoluyla insanlara da ulaşarak çeşitli hastalıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Kanser, sindirim ve solunum sistemi hastalıklarının ortaya çıkmasına neden olan DDT, radyoaktif maddeler ve ağır metaller, su kaynaklarına bulaşarak besin zincirinde bulunan tüm canlıların sağlığını olumsuz yönde etkiler. DDT, bu nedenle günümüzde yasaklanmış olan tarım ilaçlarındandır (Görsel 3.46).



### ► Görsel 3.46

DDT'nin besin zinciri yoluyla canlılara ulaşması

## Neler Öğrendik?

1. Aşağıda verilen ifadelerin başındaki kutucuklara ifade doğru ise “D”, yanlış ise “Y” yazınız.

1. Ekosistemde değişen çevre şartlarına bağlı olarak sayıları hızla artan ve besin ağına zarar veren türlere kilit taşı tür denir.
2. Ekosistemi oluşturan bileşenler, abiyotik ve biyotik faktörler olarak gruplandırılır.
3. Organik atıkları parçalayarak inorganik maddelere dönüştüren canlılara ayrıştırıcılar denir.
4. Canlılar arasındaki beslenme ilişkilerini gösteren beslenme basamaklarının her birine trofik düzey denir.
5. Biyolojik birim besin zincirinin üst basamaklarına doğru çıkıldıkça artar.
6. İhtiyaç duyulan besinin katı parçacıklar hâlinde alınmasıyla yapılan beslenmeye çürükçül beslenme denir.
7. pH ekosistemi etkileyen unsurlardan değildir.

2. Bir besin zincirinde bulunan;

- a. Birincil tüketiciler,      b. Üçüncül tüketiciler,      c. Üreticiler,      ç. İkincil tüketiciler

türündeki canlıların biyokütlesini az olandan çok olana doğru aşağıda verilen tabloda sıralayınız.

1	2	3	4

3. Aşağıdaki tablonun 1. bölümünde verilen canlıları kullanarak 2. bölümün içine bir besin zinciri çiziniz.

1. kutu	2. kutu
Fare (a) Tahıllar (b) Kurbağa (c) Çekirge (ç) Serçe (d) Yılan (e) Örümcek (f) Atmaca (g)	

### 3.1.4. Madde Döngüleri ve Hayatın Sürdürülebilirliği Arasındaki İlişki

#### Madde Döngüleri

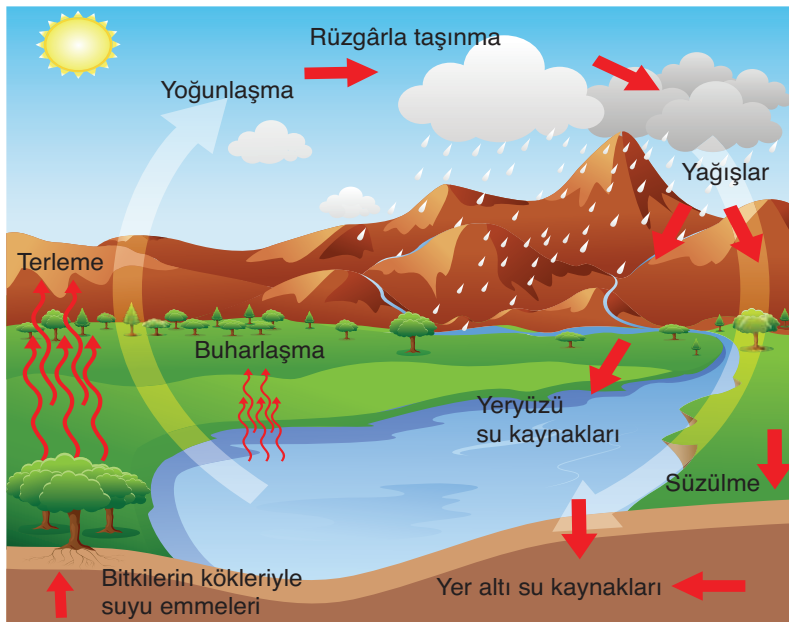
Organik bileşiklerin temel yapısı karbon (C) ve hidrojen (H) atomlarından oluşur. Karbonhidrat ve yağların yapısı bu atom çeşitlerinden meydana gelir. Proteinlerin, nükleik asitlerin ve bazı vitaminlerin yapısında ise azot (N) atomu da bulunur. Doğadaki madde döngüleri ile bu maddeler biyotik ve abiyotik ortamlar arasında döngüsel olarak hareket eder. Doğada en fazla su, karbon, azot, kükürt ve fosfor döngüleri görülür.

Atık maddelerin çoğu, madde döngülerinden yararlanılarak endüstriyel olarak geri kazanılabilir ve bu sayede büyük ölçüde çevre kirliliği önlenir. Metaller, cam, kâğıt vb. atık maddelerle, besin atıkları geri dönüşümle değerlendirilebilmektedir (Görsel 3.47). Örneğin, kâğıt gibi bitkisel kaynaklı lignin ve selüloz içeren atıklardan hazırlanan besin ortamlarında kültür mantarcılığı yapılabilmektedir.

Maddelerin ekosistemdeki devrine **madde döngüsü** denir.

#### Su Döngüsü

Su, güneş ışınlarının etkisiyle okyanuslar, göller, nehirler ve kara parçalarının yüzeyinden buharlaşarak atmosfere geçer. Ayrıca bitki ve diğer canlılardan terleme ve solunum yoluyla buharlaşan su da atmosfere geçer (Görsel 3.48).



► **Görsel 3.48**  
Su döngüsü

Canlılar, ihtiyaçları olan maddeleri su yardımıyla sindirir ve taşır. Bitkiler, ihtiyacı olan mineralleri suda çözülmüş olarak topraktan alır.

#### Araştırma-Tartışma

Canlıların metabolik olaylarının madde döngülerine etkilerini araştırınız. Çalışmanızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.



► **Görsel 3.47**  
Geri dönüşüm işareti ve geri dönüştürülebilir ürünler



Online Biyoloji

<http://www.eba.gov.tr/video/izle/53077d55226bcce2c4daa9c00e08ef002b62681ed6014>



Kömür



Kömür yakma santrali



Volkanik dağ

► **Görsel 3.49**  
Atmosferdeki CO<sub>2</sub> oranının artmasına neden olan unsurlar.

Doğadaki su kaynaklarından buharlaşan su, atmosferde yoğunlaşarak yeryüzüne yağış olarak döner ve böylece yeryüzü tatlı ve tuzlu su kaynakları ile yer altı su kaynaklarını oluşturur. Magmaya yakın bölgelerde yer altı suları ısınarak sıcak su kaynaklarını oluşturur. Su devri bu şekilde devam eder.

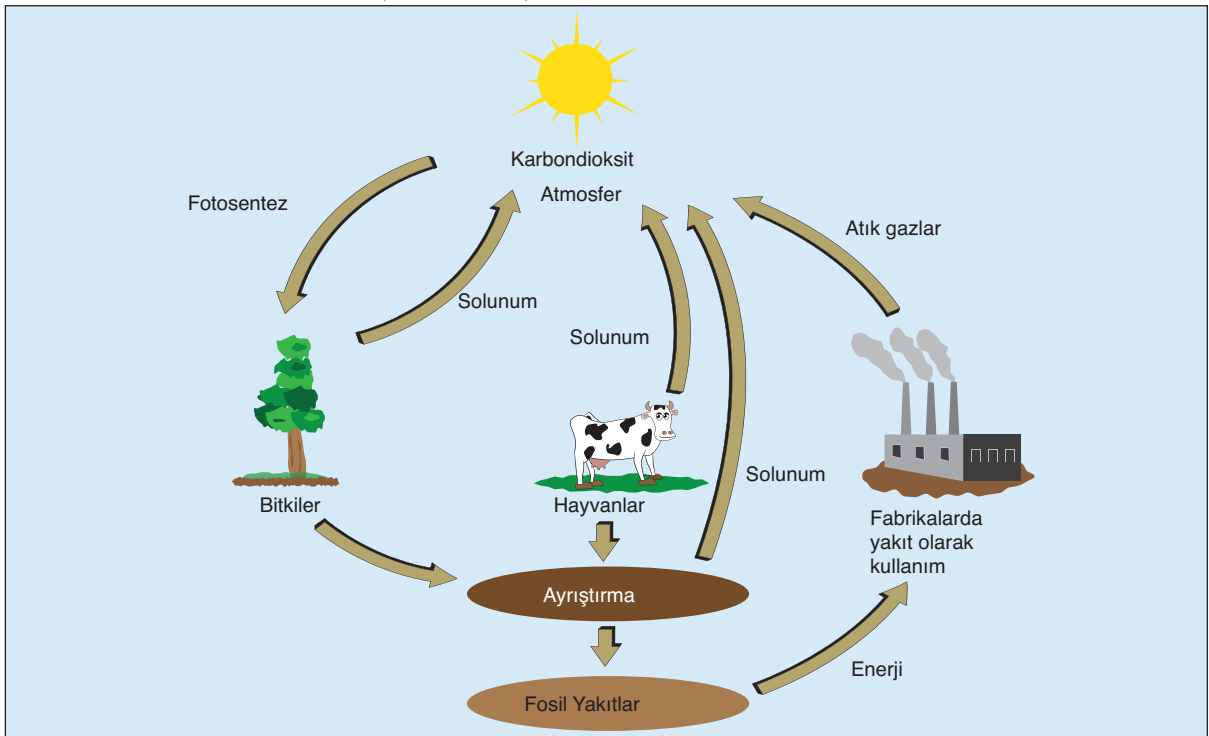
### Karbon Döngüsü

Bütün organik bileşiklerin yapısında karbon (C) atomu bulunur. Yeryüzünde karbon döngüsü, CO<sub>2</sub> ve CO gibi gazlar üzerinden gerçekleşir.

Ototrof canlılar, CO<sub>2</sub> ve su kullanarak organik besin maddelerini sentezler. Oksijenli solunum ve etil alkol fermantasyonu sonucunda ise atmosfere CO<sub>2</sub> verilir. Su yosunları ve kara bitkileri, fotosentez yaparak atmosferdeki CO<sub>2</sub> oranını düşürürler. Ancak kömür, doğal gaz, fosil yakıtların kullanımı; hücre solunumu, yanardağlar ve orman yangınları atmosferin CO<sub>2</sub> oranını artırır (Görsel 3.49). Atmosferdeki CO<sub>2</sub> oranı % 0,3'tür. Atmosferdeki CO<sub>2</sub> oranının yükselmesi atmosferin ısınmasına neden olur. Bu duruma **sera etkisi** denir.

Yerküredeki (litosfer) karbon kaynaklarından biri de kireç taşıdır (CaCO<sub>3</sub>). Kireç taşı havayla temas ettiğinde aşınmaya ve erozyona uğrar. Kireç taşının içinde bulunan mineral hâlindeki karbon, yavaş yavaş ayrışıp CO<sub>2</sub> hâlinde denizlere ve atmosfere karışarak karbon döngüsüne katılır.

Karbon döngüsünde, ayrıştırıcıların metabolik aktiviteleri de etkilidir (Görsel 3.50).



► **Görsel 3.50**  
Doğada karbon döngüsü

## Azot Döngüsü

Atmosferdeki azotun, canlılar tarafından kullanımı ve tekrar atmosfere dönmesi olayına **azot döngüsü** denir. Bazı bakteri türleri hariç hiçbir canlı, havanın % 78'ini meydana getiren serbest azottan doğrudan yararlanamaz. Hiçbir bitki ve hayvan türü serbest azotu doğrudan kullanamaz.

Bitkiler, topraktan azotu nitrat tuzları şeklinde alarak, nükleik asit ve protein gibi maddelerin sentezinde kullanır. Ancak baklagiller köklerinde yaşayan azot bağlayıcı bakteriler sayesinde atmosfer azotundan yararlanabilmektedir (Görsel 3.51).

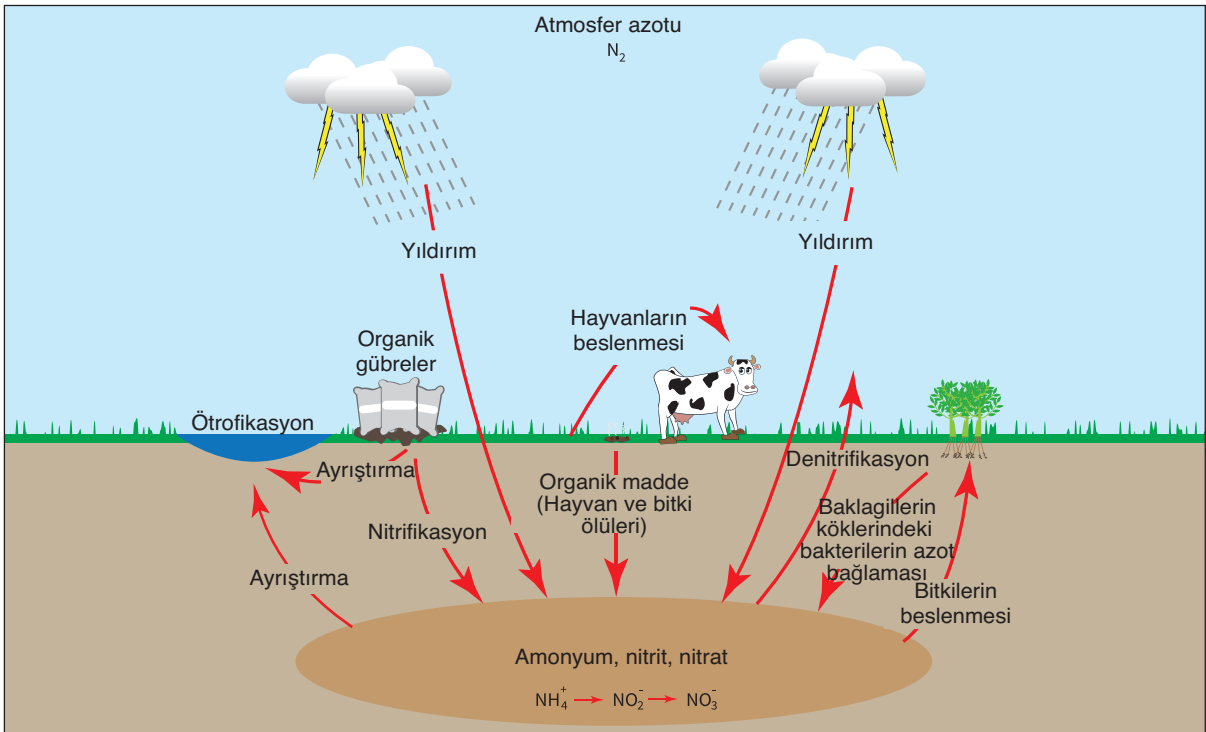
Siyanobakteriler (mavi-yeşil algler) de atmosfer azotunu bağlayarak toprağı azot bakımından zenginleştirir.

Hayvanlar ise besin zinciri yoluyla diğer canlılardan azot ihtiyacını karşılar. Canlıların organik atıkları ve cesetleri, çürükçül (saprofit) canlılar tarafından ayrıştırılarak  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  ve  $\text{H}_2\text{O}$  moleküllerine dönüştürülür. (Görsel 3.52).



► **Görsel 3.51**

Baklagillerin köklerindeki nodüllerde yaşayan bakteriler atmosfer azotunu bağlar.



► **Görsel 3.52**

Azot döngüsü

**Araştırılmalı-Tartışılmalı**

Anız yakma nedir? Hangi amaçla yapılmaktadır? Doğaya verdiği zararlar nelerdir ve önlenmesi için neler yapılabilir? Çalışmanızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.

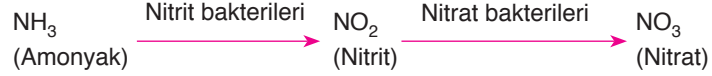


► **Görsel 3.53**  
Tsunami

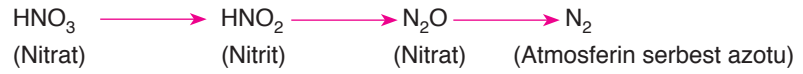


► **Görsel 3.54**  
Yangınların ve petrol atıklarının çevreye etkisi

Amonyak ( $\text{NH}_3$ ) zehirli bir maddedir. Doğada birikmesi canlılara zarar verir. Dış ortama verilen amonyak, kemosentetik canlılar tarafından nitrite ve daha sonra nitrata dönüştürülür. Bu olaya **nitrikasyon** denir.



Atmosfer ile toprak arasında da azot geçişleri söz konusudur. Atmosferin % 78'i azottur. Atmosfer olayları (yıldırım, şimşek gibi) ve yağışlarla atmosferde oluşan azotlu bileşikler ( $\text{NO}_3$  ve  $\text{NH}_3$  gibi) yeryüzüne döner. Toprakta biriken nitrat tuzlarının bir kısmı ise azot bakterileri tarafından atmosferin serbest azotuna ( $\text{N}_2$ ) dönüşür. Bu olaya ise **denitrifikasyon** adı verilir.



Toprağın azot ihtiyacı, endüstriyel yollarla üretilen suni gübrelerle giderilmeye çalışılmaktadır.

### Ekosistemlerin Sürdürülebilirliği Üzerine İnsan Faaliyetlerinin Etkileri

Ekosistemlere yanardağ patlaması, depremler, tsunami, sel baskınları, yangınlar gibi doğal afetler ile insanların olumsuz davranışları çok büyük zararlar vermektedir (Görsel 3.53). İnsanlar, çevreyi sürekli değiştirme eğilimindedirler.

Canlıların yaşadığı habitatların yok edilmesi, onların ölümüne ya da göç etmesine neden olmaktadır. Kentleşme, otoyol çalışmaları, fabrika atıklarının su, hava ve toprak ortamlarını kirletmesi gibi nedenlerle insanlar, içerisinde yaşadıkları ekosistemlere zarar vermektedirler (Görsel 3.54).

Fosil yakıtların kullanımı sonucunda atmosfere zararlı azotlu gazlar verilmektedir.

#### İnsanların çevreye zararlı etkilerinden bazıları:

1. Ormanlardaki ağaçların çeşitli nedenlerle kesilmesi
2. Plansız kentleşme
3. Hayvanların bilinçsiz bir şekilde avlanması
4. Gürültü kirliliği oluşturma (demir yolu, havaalanı, iş makineleri vb.)
5. Endüstriyel ve evsel atıklarla çevreyi kirletme
6. Hayvanların aşırı otlatılması
7. Fosil yakıtların kullanımı
8. İnsan nüfusunun hızlı artışı ve doğal kaynakların hızlı tüketilmesi

Tarımsal üretimi artırmak amacıyla ormanların ve çayırın tahrip edilmesi, yanlış yapılan tarımsal uygulamalar doğaya ciddi zararlar vermektedir.

Düzensiz kullanılan tarım ilaçları, besin zinciri yoluyla ekosistemdeki birçok canlı türünü olumsuz etkilemektedir. Aşırı gübreleme, toprak yapısını bozmaktadır. Toprakta bulunan çok sayıda canlıya zarar ver-



mekte, topraktaki ve sulardaki ekolojik yapının bozulmasına neden olmaktadır. Ülkemizde anız yakma da çok önemli bir problemdir. Doğadaki çok sayıda omurgasız hayvan, bu nedenle ölmektedir.

Balıklar, kuşlar, bazı böcek türleri gibi canlılar, besin bulma ve üreme amaçlı olarak göç etmektedir. İklim olarak daha uygun ortamlara göç ederken uzun göç yollarını takip ederler. Sulak alanların kirlenmesi, tahrip olması, hava yolu ulaşımının yaygınlaşması bu canlıların göç yollarını değiştirmelerine neden olmaktadır. Bu durum, uzun ve yorucu göçler sırasında canlılardaki birey kaybını artırmakta ve çok sayıda türün neslini tehlikeye atmaktadır. Ayrıca, türlerin sosyal davranışlarını da olumsuz etkilemektedir.

Sera etkisi, sularda ağır metal birikimi, yosun kirliliği oluşumu (ötrofikasyon) ve asit yağmurları gibi olayların en önemli sebebi, insanın çevreyi kirletmesidir. Toprak, atmosfer, yer altı ve yeryüzü su kaynaklarındaki kirlilik her geçen gün artmaktadır.

Ozon tabakası zarar görmekte, buzullar erimekte, okyanus suları sera etkisinden dolayı yükselmekte ve iklim değişmektedir (Görsel 3.55).

Bunların neticesinde sağlık problemleri sürekli artmaktadır. Kalp-damar hastalıkları, solunum, sindirim sistemi hastalıkları, kanser, bulaşıcı hastalıklar gibi hastalıklar bu problemlerden bazılarıdır.

Sonuç olarak insan, yaşamını ekosistemin dengesini bozmadan devam ettirmelidir. Ekosistemlere verilen her zarar, döngüsel olarak insanı da etkilemektedir. Ekosistemlere onarım gücünün üstünde yük yüklenmemelidir. Abiyotik ve biyotik faktörler arasındaki dengenin bozulması gerekir.

Ulaşımın yaygınlaşması, bulaşıcı hastalık etkeni olan mikroorganizmaların da yayılma hızını artırmıştır. Kuş gribi, domuz gribi, deli dana hastalığı ve şarbon gibi hastalıklar bu nedenle çok hızlı yayılabilmektedir.

Ülkeler arası yapılan çiçek ve hayvan ihracatları, sağlık kontrollerinin yetersiz olması durumunda kültür bitkilerinde ve evcil hayvanlarda da hastalıkların salgın olarak ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bazı hastalıklar, hem hayvanlarda hem insanlarda ortak olarak görülebildiği gibi, bazı bakteri ve virüsler de insanlara hayvanlar tarafından bulaştırılabilmektedir. Kenelerin kırım kongo virüsünü insanlara bulaştırması bu duruma örnek olarak verilebilir (Görsel 3.56).



► **Görsel 3.55**

Fosil yakıtların kullanımı, havaya verilen gazlar, otoyolların artması, hava yolu, deniz yolu ve demir yolu taşımacılığındaki plansız artış, çevre kirliliğinin en önemli nedenlerindedir.



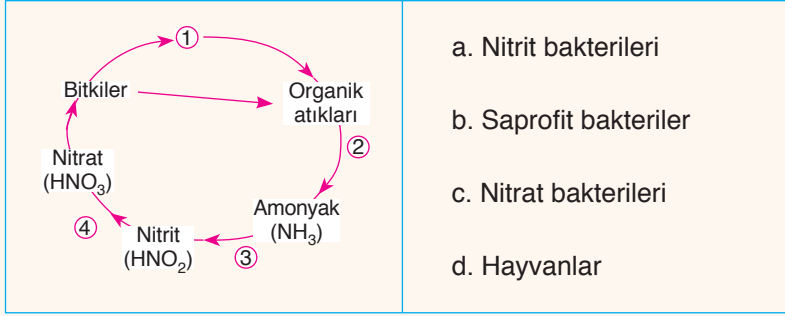
► **Görsel 3.56**

Bazı keneler kanamalı kırım kongo virüsü taşıyıcısıdır.

## Neler Öğrendik?

1. Aşağıdaki şemada azot döngüsü gösterilmiştir.

Şemanın altındaki alana verilen terimlerden uygun olanları yazınız.



- a. Nitrit bakterileri
- b. Saprofit bakteriler
- c. Nitrat bakterileri
- d. Hayvanlar

1. ....  
2. ....  
3. ....  
4. ....

2. Aşağıda yer alan ifadeler doğru ise "D", yanlış ise "Y" harfini işaretleyiniz.

<input type="radio"/> D <input type="radio"/> Y	1	Bitkilerin atmosfere verdiği oksijen, fotosentezde suyun parçalanması sonucunda oluşur.
<input type="radio"/> D <input type="radio"/> Y	2	Bütün organik bileşiklerin yapısında karbon atomu bulunur.
<input type="radio"/> D <input type="radio"/> Y	3	Karbondioksit solunum sonucu oluşur ve fotosentezde organik besin üretiminde kullanılır.
<input type="radio"/> D <input type="radio"/> Y	4	Mavi-yeşil algler, atmosferdeki CO <sub>2</sub> ve N <sub>2</sub> gazlarını kullanabilir.
<input type="radio"/> D <input type="radio"/> Y	5	Çürükçül canlılar, amonyağı nitrata dönüştürür.
<input type="radio"/> D <input type="radio"/> Y	6	Nitrat tuzlarının bazı bakteri türleri tarafından atmosfer azotuna dönüştürülmesine nitrifikasyon denir.
<input type="radio"/> D <input type="radio"/> Y	7	Bitkiler, nitrat tuzlarını kullanarak proteinleri ve nükleik asitleri üretir.
<input type="radio"/> D <input type="radio"/> Y	8	Heterotrof canlılar, nitrat tuzlarını kullanarak aminoasit üretebilir.
<input type="radio"/> D <input type="radio"/> Y	9	Atmosferde karbondioksitin artması sera etkisine neden olur.
<input type="radio"/> D <input type="radio"/> Y	10	Ekosistemlere en fazla zarar veren canlı insandır.

## Okuma Parçası

### Besin Kirliliğinin Sağlığımıza Etkileri

Biyolojik ve kimyasal etmenler sonucu besinlerin doğal yapısının bozulmasına besin kirliliği denir.

Besinler, uygun şartlarda muhafaza edilmezse mikroorganizmaların kolaylıkla üreyebildiği ortam hâline gelir. Besinler üzerinde üreyen organizmalar, salgıladıkları zehirlerle (toksin) besinleri kirletir. Bu gıdaları yiyen insanlarda besin zehirlenmesi görülür. Bu toksinler dokuları tahriş eder ve kansere neden olabilir.



Aşağıdaki görselde görüldüğü gibi besin ortamında mikroorganizmaların üremesi sonucunda oluşan endosporlar da çeşitli hastalıklara neden olabilir.



Özellikle temiz sularla sulanmayan sanayi atıkları ile ağır metal içeren sularla sulanan bitkilerin ürünlerinde bu zehirli atıklar birikir ve besin zinciri yoluyla insan sağlığını tehdit eder.

Besinlerin sağlıklı bir şekilde üretilmesi, ambalajlanarak korunması uygulamalarına besin hijyeni denir. Ambalajı zarar görmüş, son kullanma tarihi geçmiş gıdalar tüketilmemelidir.

Bitkisel gıdaların üretimi sırasında gübreleme ve ilaçlama mutlaka uygun dozda, ihtiyaçlar ölçüsünde yapılmalıdır. Bunların kalıntıları bitkisel gıdaların dış yüzeyinde birikebileceği için tüketilmeden önce bu gıdalar çok iyi bir şekilde yıkanmalıdır. Organik tarım, besin hijyeni ve insan sağlığı için çok önemlidir. Bu nedenle organik tarım yaygınlaştırılmalıdır.

*Yazar tarafından derlenmiştir.*

## 1. Bölüm Değerlendirmesi

### A. Aşağıda verilen canlı gruplarından popülasyon olanları işaretleyiniz.

- a) Okyanuslardaki bir balina sürüsü .....
- b) Bir dağı örten çam ormanı .....
- c) Kutuplarda bir bölgede bir arada yaşayan penguenler .....
- ç) İnsanın bağırsağındaki *Escherichia coli* (Eşerişhiya koli) bakterileri .....
- d) Bir göldeki algler (su yosunları).....
- e) Bir sığırın iškembesinde bir arada yaşayan tek hücreliler.....
- f) Bir yuvada bir arada yaşayan termitler .....

### B. Aşağıda yer alan parçadaki boşlukları, verilen terimlerden uygun olanları seçerek tamamlayınız.

Ekosistemlerde üreticiler ..... (1) canlılardan oluşur. .... (2) yapan canlıların büyük bir bölümü, suyu kullanarak ortama oksijen gazı verir.	a. Ekolojik niş b. Besin ağı c. Ototrof ç. Fotosentez d. Çürükçül
Bir ekosistemde üretici ve tüketici canlılar arasında beslenmeye dayalı ilişkiye ..... (3) denir. Çoğu bakterilerden ve mantarlardan oluşan canlılar, ekosistemlerde ..... (4) canlıları oluşturur. Bir türün ekosistemde yaptığı göreve ..... (5) denir.	

### C. Holozoik beslenen canlılar aşağıda verilmiştir.

- a. Otçul (Herbivor)
- b. Karışık beslenen (Omnivor)
- c. Etçil (Karnivor)

**Bu canlıların hangi holozoik beslenme çeşidi ile beslendiğini a, b ve c kodlarını kullanarak belirtiniz.**

1. Tilki.....       5. Örümcek.....       9. Antilop .....
2. At.....       6. Karınca .....       10. Mavi balina .
3. İnsan ....       7. Sığır .....       11. Yunus.....
4. Karga....       8. Atmaca .....       12. Kobra.....

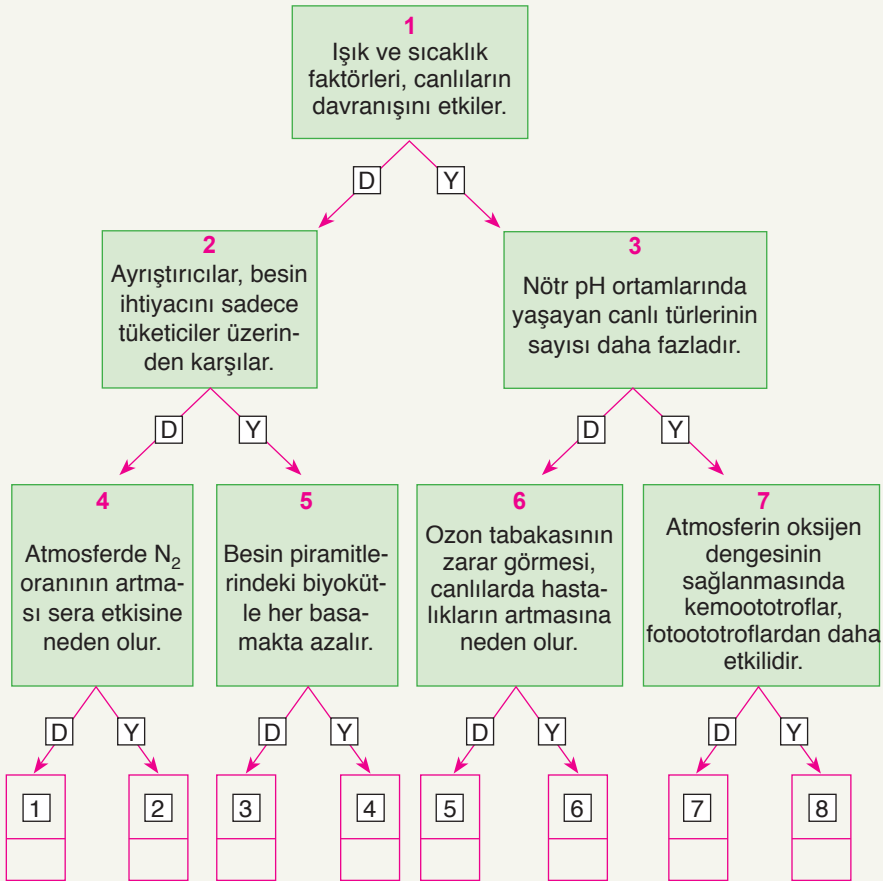
### Ç. Aşağıdaki canlılardan ototrof olarak beslenenleri işaretleyiniz.

1. Mantarlar .....       4. Çürükçül bakteriler ...
2. Böcekçil bitkiler .....       5. Su yosunları .....
3. Kemosentetik bakteriler ....       6. *Euglena* (Öglena) .....

**D. Aşağıda besin zincirinde belirtilen canlıları ekosistemdeki işlevleriyle eşleştiriniz.**



**E. Aşağıdaki şemada yer alan ifadeler doğru ise "D" yanlış ise "Y" yolunu takip ederek uygun çıkışı bulunuz.**



**F. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruların cevaplarını işaretleyiniz.****1. Aşağıda belirtilen ekolojik birimlerden hangisi en küçüktür?**

- A) Komünite  
B) Populasyon  
C) Ekosistem  
D) Biyosfer  
E) Organizma

**2. Aşağıda bir besin zincirindeki A, B, C ve D canlılarının bazı özellikleri verilmiştir.**

- A canlısının midesi dört bölmelidir.
- C canlısı kloroplast taşır.
- D canlısı etçil beslenir.
- B canlısı A ve C canlıları ile beslenir.

**Bu canlıların besin zincirindeki sırası nasıldır?**

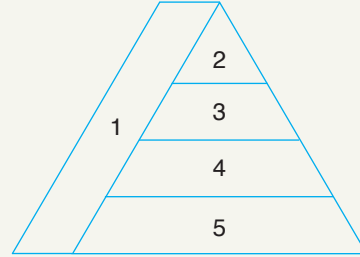
- A) A – B – C – D  
B) C – B – A – D  
C) C – A – B – D  
D) D – A – B – C  
E) D – C – B – A

**3. Ayrıştırıcılarla ilgili,**

- I. Dış ortama salgıladıkları sindirim enzimleri ile organizmaların organik kalıntılarını ayrıştırır.
- II. Organik maddeleri inorganik maddelere dönüştürür.
- III. Bakteri, mantar ve omurgasız hayvanların bazı türleri ayrıştırıcıdır.

**İfadelerinden hangileri doğrudur?**

- A) Yalnız I  
B) Yalnız II  
C) Yalnız III  
D) I ve II  
E) I, II ve III

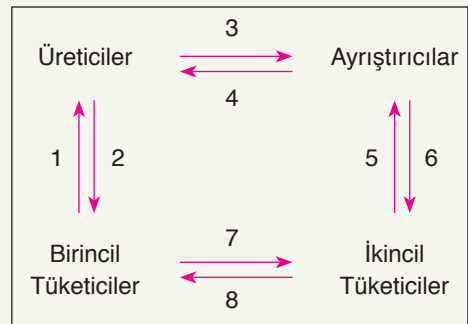
**4. Aşağıdaki şemada bir ekosistemdeki beslenme piramidi gösterilmiştir.****Bu beslenme piramidindeki canlılardan hangileri üreticidir?**

- A) Yalnız 1  
B) Yalnız 5  
C) 2, 3 ve 5  
D) 4 ve 5  
E) 3, 4 ve 5

5. I. Holozoik beslenen canlılar  
II. Fotoototrof canlılar  
III. Kemoototrof canlılar

**Yukarıda isimleri verilen canlılardan hangileri inorganik bileşiklerden organik bileşik sentezi yapabilir?**

- A) Yalnız I  
B) Yalnız II  
C) Yalnız III  
D) II ve III  
E) I, II ve III

**6. Aşağıdaki şemada bir ekosistemi oluşturan biyotik birimler arasındaki ilişki gösterilmiştir.****Enerji akışı ile ilgili bu oklardan hangilerinin yönü yanlıştır?**

- A) 3 ve 4  
B) 2 ve 7  
C) 1, 4, 6 ve 8  
D) 3, 6 ve 7  
E) 2, 4, 5 ve 8

**7. Karbon döngüsü ile ilgili;**

- I. Fosil yakıtlar atmosferdeki CO<sub>2</sub> oranını artırır,
- II. Fotosentez sonucunda atmosferdeki CO<sub>2</sub> oranı azalır,
- III. Tüketici canlılar atmosferdeki CO<sub>2</sub> oranını azaltır,
- IV. Kemosentetik canlılar atmosferin CO<sub>2</sub> oranını etkilemez

ifadelerinden hangileri **yanlıştır**?

- A) I ve II      B) I ve III      C) II ve III  
D) II ve IV      E) III ve IV

**8. Madde döngüleri ile ilgili aşağıda verilen ifadelerden hangisi **yanlıştır**?**

- A) Su döngüsü buharlaşma ve yoğunlaşma olaylarının bir sonucudur.
- B) Atmosferdeki karbondioksit oranının artışı sera etkisine neden olur.
- C) Birincil tüketiciler atmosferdeki oksijen oranını artırır.
- D) Kemosentetik bakteriler enerji kaynağı olarak kimyasal enerjiyi kullanır.
- E) Hiçbir bitki ve hayvan türü atmosferdeki serbest azotu doğrudan kullanamaz.

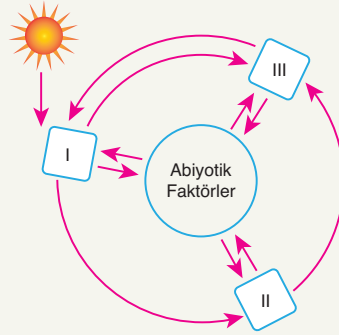
**9. Baklagillerin köklerinde yaşayan bakteriler, atmosfer azotunu tespit ederek amonyak (NH<sub>3</sub>) ya da amonyum (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) iyonuna dönüştürür.**

**Bu durumla ilgili olarak;**

- I. Baklagiller ile köklerinde yaşayan bakteriler arasında bir beslenme ilişkisi vardır,
- II. Baklagiller ile birlikte yaşayan bakteriler toprağı azot bakımından zenginleştirir,
- III. Baklagillerin köklerinde yaşayan bakteriler çürükçül olarak beslenir

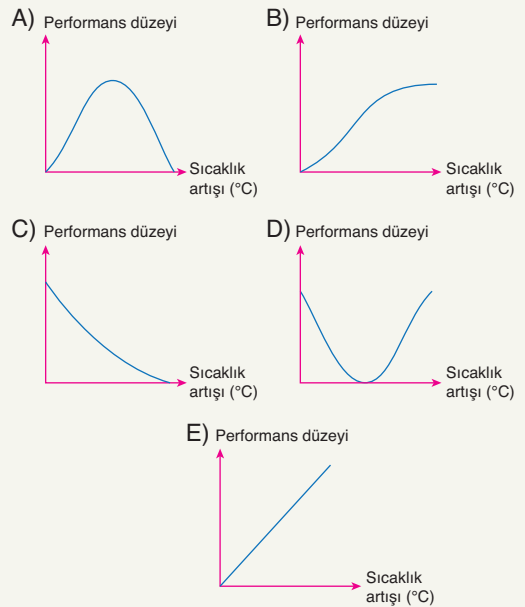
ifadelerinden hangileri **doğrudur**?

- A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) Yalnız III  
D) I ve II      E) I, II ve III

**10.**

**Yukarıdaki şemada I, II ve III ile gösterilen canlılar aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?**

	I	II	III
A)	Kemoototroflar	Tüketiciler	Ayrıştırıcılar
B)	Fotoototroflar	Ayrıştırıcılar	Tüketiciler
C)	Fotoototroflar	Tüketiciler	Ayrıştırıcılar
D)	Kemoototroflar	Ayrıştırıcılar	Tüketiciler
E)	Üreticiler	Ayrıştırıcılar	Tüketiciler

**11. Aşağıdaki grafiklerden hangisinde tatlı sularda yaşayan omurgasız bir hayvan türünün ortamın sıcaklık değişimlerine karşı tepkilerini gösteren performans eğrisi doğru bir şekilde gösterilmiştir?**

# 2. Bölüm

## Güncel Çevre Sorunları ve İnsan

### KAVRAMLAR

- Çevre sorunu
- Ekolojik ayak izi
- Karbon ayak izi
- Su ayak izi

**A**rılan insan nüfusuyla birlikte çevre sorunları da artmıştır.

Bunun yanı sıra doğal kaynaklar hızla tükenmektedir. Doğada kendini yenileyebilen bir sistem vardır. Ancak artan tüketim ve çevreye verilen toksik madde miktarının artması, doğal dengenin bozulmasına neden olmuştur.

Çevresel sorunların çözümü, doğal kaynakların doğru bir şekilde kullanılmasına bağlıdır. Bu konuda öğreneceklerimiz doğa ile uyumlu bir şekilde yaşamamızı kolaylaştıracaktır.





Çevre sorunları her geçen yıl biraz daha artmaktadır. Çevre sorunları birbirini etkilemekte ve bazı çevre sorunları, geldiği seviye bakımından tüm ekosistemi tehdit etmektedir. Doğal kaynakların tüketiminin, üretimden hızlı olması, doğaya verilen toksik madde miktarının artması ve ekosistemleri oluşturan popülasyonlar arasında dengenin bozulması neticesinde çevre sorunları karşımıza çıkmaktadır.

Çevreyi kirleten etmenler fiziksel, kimyasal ve biyolojik niteliktedir.

### 3.2.1. Güncel Çevre Sorunlarının Sebepleri ve Olası Sonuçları

Türlerin kendine uygun özel yaşama ortamlarına **habitat** denir. Çevre kirliliği sonucu habitatlar zarar görmektedir. Sonuç olarak habitatları yok olan türler, ya göç etmekte ya da ölmektedir. Bu durum, ekolojik dengeyi bozmaktadır. Ekolojik dengenin korunabilmesi için doğal yaşama alanları korunmalıdır.

İnsanların sebep olduğu kirlilik nedeniyle bazı türler yok olmuş, bazı türler ise yok olma tehlikesi ile karşı karşıya gelmiştir. Mersin balığı, Akdeniz foku, kelaynak kuşları, Anadolu leoparı, yaban öküzü ülkemizde nesli tükenen veya tükenme tehlikesi ile karşı karşıya olan türlerden birkaçıdır.

Doğaya bırakılan çeşitli kirlenici maddeler toprak, su ve hava ortamlarının kirlenmesine neden olmaktadır. Ekosistemler kendini onarabilme yeteneğindedir. Ancak kirlilik çeşidi ve düzeyi, ekosistemin kendini onarabilme potansiyelini aştığında ekosistemler kendini onaramayacak hâle gelmekte ve ekolojik denge bozulmaktadır (Görsel 3.57).

#### Hava Kirliliği ve Küresel İklim Değişiklikleri

İnsan sağlığına zarar verebilecek maddelerin atmosferde birikmesine **hava kirliliği** denir. Atmosferde bulunan zararlı maddeler katı taneçikler şeklinde askıda, atmosfer nemi içinde çözünmüş ya da gaz formunda olabilir.

#### Hava Kirliliğinin Nedenleri

- 1) Deodorantlar
- 2) Yanardağların bacalarından çıkan dumanlar
- 3) Araçların egzozlarından çıkan zehirli gazlar
- 4) Isınma amaçlı kullanılan yakıtların dumanları
- 5) Sanayi tesislerinden çıkan zehirli gazlar (Görsel 3.58)
- 6) Sanayi alanında kullanılan çeşitli kimyasal maddeler (Görsel 3.59)

Yukarıda belirtilen durumlar, atmosferin doğal yapısının bozulmasına neden olmaktadır. Kirlenme ve atmosfer yapısının değişimine bağlı olarak atmosferde sera etkisi artmış, ozon tabakası zarar görmüş ve asit yağmurları artmıştır.

Sonuç olarak dünyamızın doğal iklim yapısı değişmekte ve küresel iklim sorunları karşımıza çıkmaktadır. Küresel iklim değişikliği sonucunda atmosferin ısı artmakta, buzullar erimekte, denizlerin seviyesi yükselmekte ve dünya genelinde iklim yapısı değişmektedir.



► **Görsel 3.57**  
Çevre kirliliğinin nedenleri



► **Görsel 3.58**  
Sanayi tesislerinden çıkan zehirli gazlar.



► **Görsel 3.59**  
Fabrika bacalarından çıkan dumanlarla havanın kirlenmesi

**Araştırma-Tartışma**

Doğal yaşamın korunması neden önemlidir? Çalışmanızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.



► **Görsel 3.61**  
Küresel ısınma

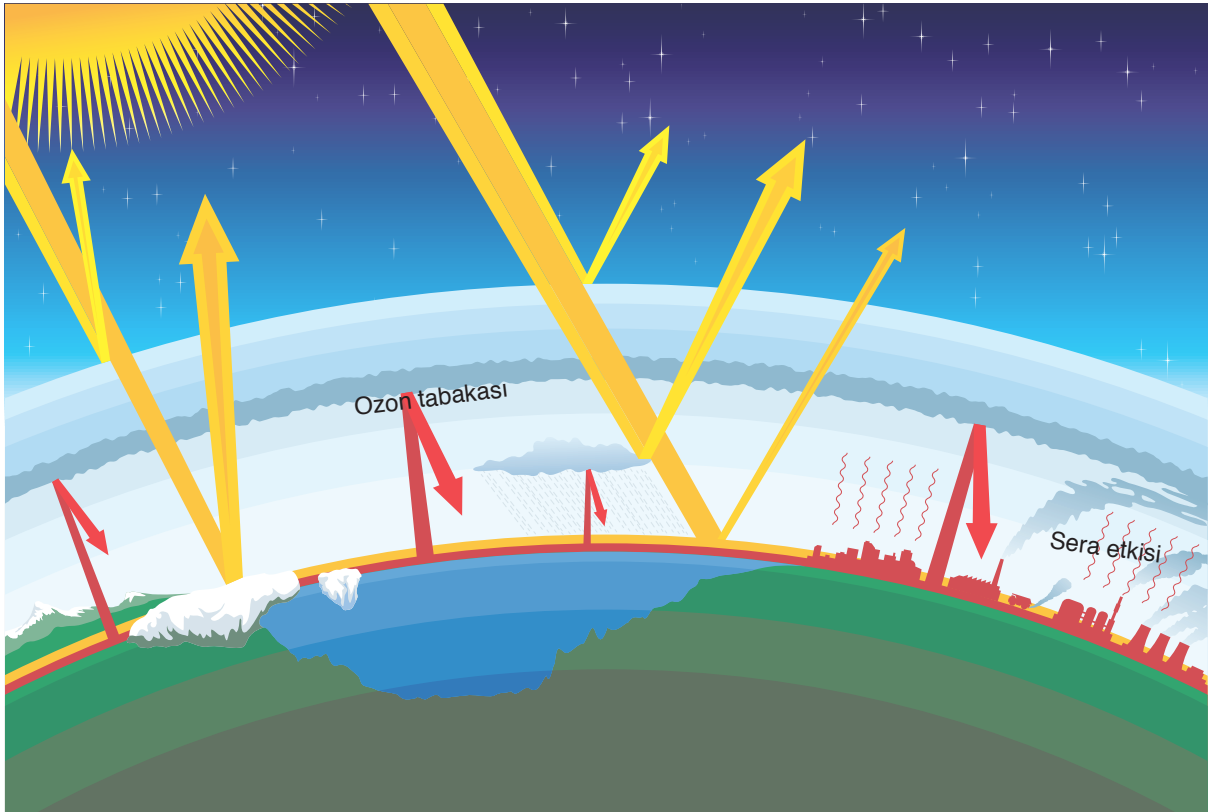
**Hava Kirliliğinin Sonuçları****1) Sera Etkisi ve Küresel Isınma**

Güneş'ten gelen ışınların büyük bir bölümü uzaya yansıtılırken bir bölümü de atmosfer tarafından tutularak ısının artmasına neden olur. Çeşitli nedenlerle atmosferde oranı artan karbondioksit, metan, su buharı ve diğer gazların oranının artması, atmosferin daha fazla ısı tutmasına neden olur. Bu duruma **sera etkisi** denir (Görsel 3.60).

Yeryüzündeki bitki örtüsünün azalması, fosil yakıtların kullanımının artması, fabrika bacalarındaki zehirli gazların filtre edilmeden atmosfere verilmesi, deodorant kullanımı gibi sebepler atmosferdeki karbondioksit, metan, azotdioksit, kloroflorokarbon (CFC) gibi bileşiklerinin artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle güneşten gelen ışınlarla atmosfer ve okyanusların sıcaklığı daha da artmıştır. Bu duruma **küresel ısınma** denir (Görsel 3.61).

Küresel ısınmanın doğal nedenlerinden biri de yanardağların patlaması ile atmosfere verilen çeşitli gazlardır (Görsel 3.62).

Küresel ısınmanın artması sonucunda buzullarda erime hızlanmış ve deniz seviyesi yükselmiştir.



► **Görsel 3.60**  
Sera etkisi



► **Görsel 3.62**

*Yanardağların çevre üzerine etkisi*

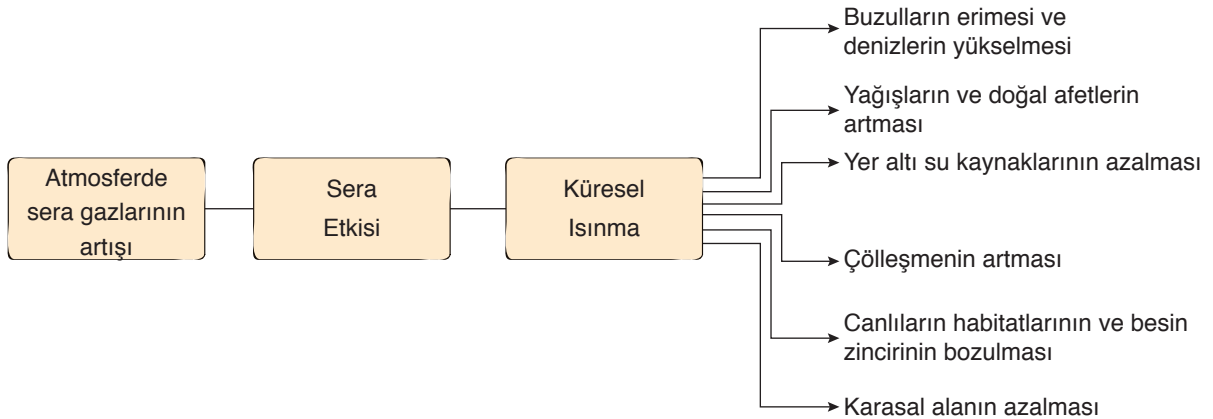
Yağışların artması, doğal afetlere neden olmaktadır. Artan yağışlarla birlikte sel, toprak kayması, göl ve barajların taşması gibi çevre sorunları artmıştır. Yer altı su kaynakları ise azalmıştır.

Küresel ısınma devam ettiği sürece bugünkü verimli olan tarım arazileri çölleşecek, soğuk bölgeler ise tarıma elverişli hâle gelecektir. Yani küresel ısınma coğrafi değişikliklere neden olduğu gibi, insanların ve diğer canlıların yayılma alanlarını da etkileyecektir.

Küresel ısınma sonucunda pek çok canlı türünün habitatları ve besin zincirleri bozulacaktır. Bu durumun da tür sayısının azalmasına neden olacağı düşünülmektedir (Görsel 3.63).

#### Bilgi Kutusu

Kyoto Protokolü, küresel ısınma ve iklim değişikliği ile mücadele amacıyla 1997'de Japonya'nın Kyoto kentinde imzalanan uluslararası bir anlaşmadır. Bu anlaşma ile atmosferde biriken sera gazlarının azaltılması hedeflenmektedir. Ülkemiz, 2009'da bu anlaşmayı imzalamıştır.



► **Görsel 3.63**

*Atmosferde sera gazlarının artmasının sonuçları*

**Bilgi Kutusu**

Fabrikalarda, klima sistemlerinde, buzdolaplarında, köpük üretimlerinde kullanılan veya deodorantlarla atmosfere verilen CFC'ler (kloroflorokarbonlar), bazı böcek ilaçları ve yangın söndürme cihazlarında kullanılan bazı kimyasallar ozon tabakasına zarar verir.

**Bilgi Kutusu**

Atmosfer olmasaydı dünya 33 °C daha soğuk olacaktı. Sıcaklık 2 °C daha fazla olsaydı su sıkıntısı başlayacaktı. Sıcaklık 5 °C daha fazla olsaydı buzulların erimesi nedeniyle denizler 5 m yükselecekti.

**2) Ozon Kirliliği**

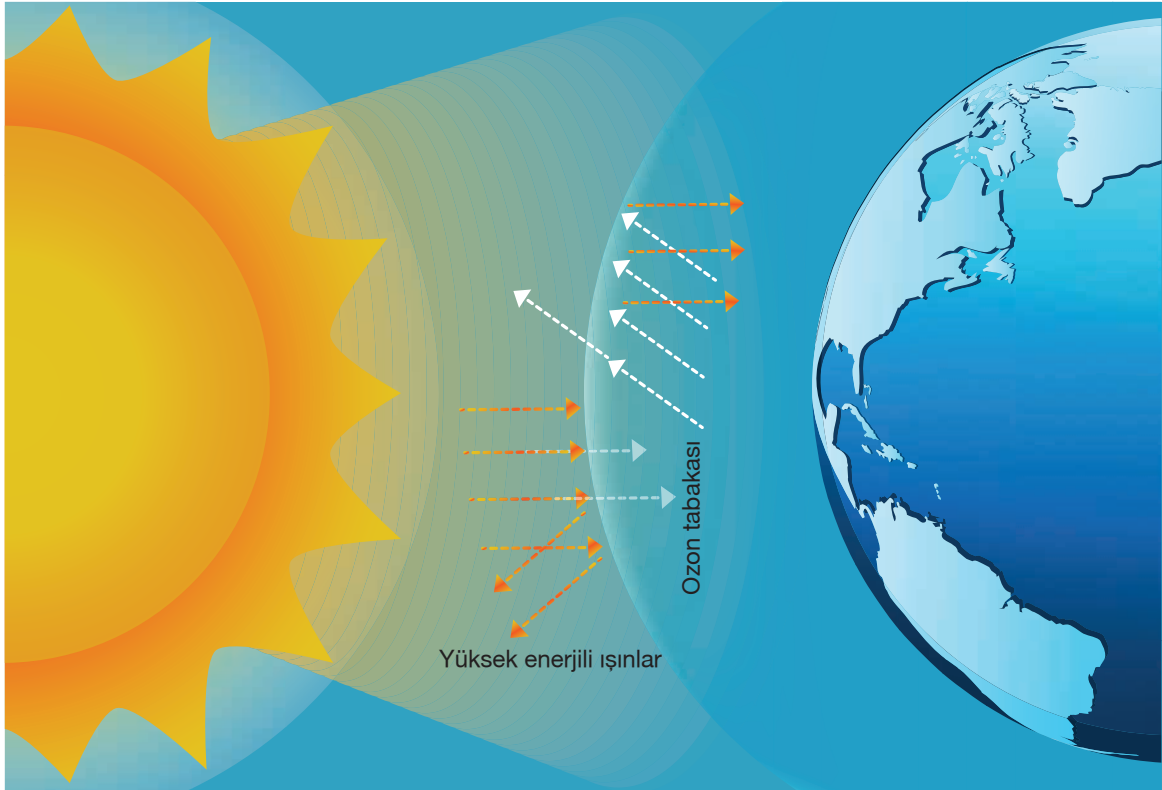
Ozon, atmosferde en yoğun olarak troposfer ve stratosfer tabakalarında olmak üzere iki ayrı tabakada ve ayrı şekilde bulunmaktadır. Atmosferin troposfer tabakasındaki ozon kirliliğe neden olurken, stratosfer tabakasındaki ozon ultraviyole ışınların yeryüzüne ulaşmasına engel olur.

Egzoz gazları, güneş ışığının etkisiyle çeşitli tepkimelere girerek ozon (O<sub>3</sub>) ve azotdioksit (NO<sub>2</sub>) gazlarının oluşumuna neden olur. Atmosferin troposfer tabakasında bu gazların birikmesi sonucu oluşan kirliliğe **ozon kirliliği** denir.

Yeryüzüne yakın katmanlarda (troposfer) ozon gazı birikimi, solunum yolunu tahriş eder, bitkilerin dokularında çürümeye neden olur ve meyve verimini düşürür.

**3) Ozon Tabakasının İncelmesi**

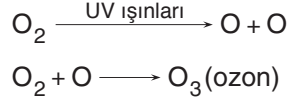
Ozon (O<sub>3</sub>), üç adet oksijen atomundan oluşan bir gaz çeşididir. Bu gaz molekülleri, atmosferin 10-50 km yukarısında birikerek ozon tabakasını oluşturur. Ozon tabakası, yeryüzünü ve canlıları Güneş'ten gelen ultraviyole ışınların zararlı etkilerinden koruyan bir örtü gibidir (Görsel 3.64). Yüksek enerjili ışınların etkisiyle ozon tabakası zarar görürken bir yandan da ozon üretimi doğal süreç içerisinde dengeli olarak devam eder.

**► Görsel 3.64**

Ozon tabakasının zararlı ışınları yansıtması

Fotosentezle oluşan oksijen gazı ( $O_2$ ), atmosferin üst katmanlarında ultraviyole ışınları ile ayrılan oksijen (O) atomları ile birleşerek ozon ( $O_3$ ) gazını oluşturur (Görsel 3.65).

Dolayısıyla çeşitli nedenlerle zarar gören ozon tabakası bir yandan da yenilenebilmektedir.

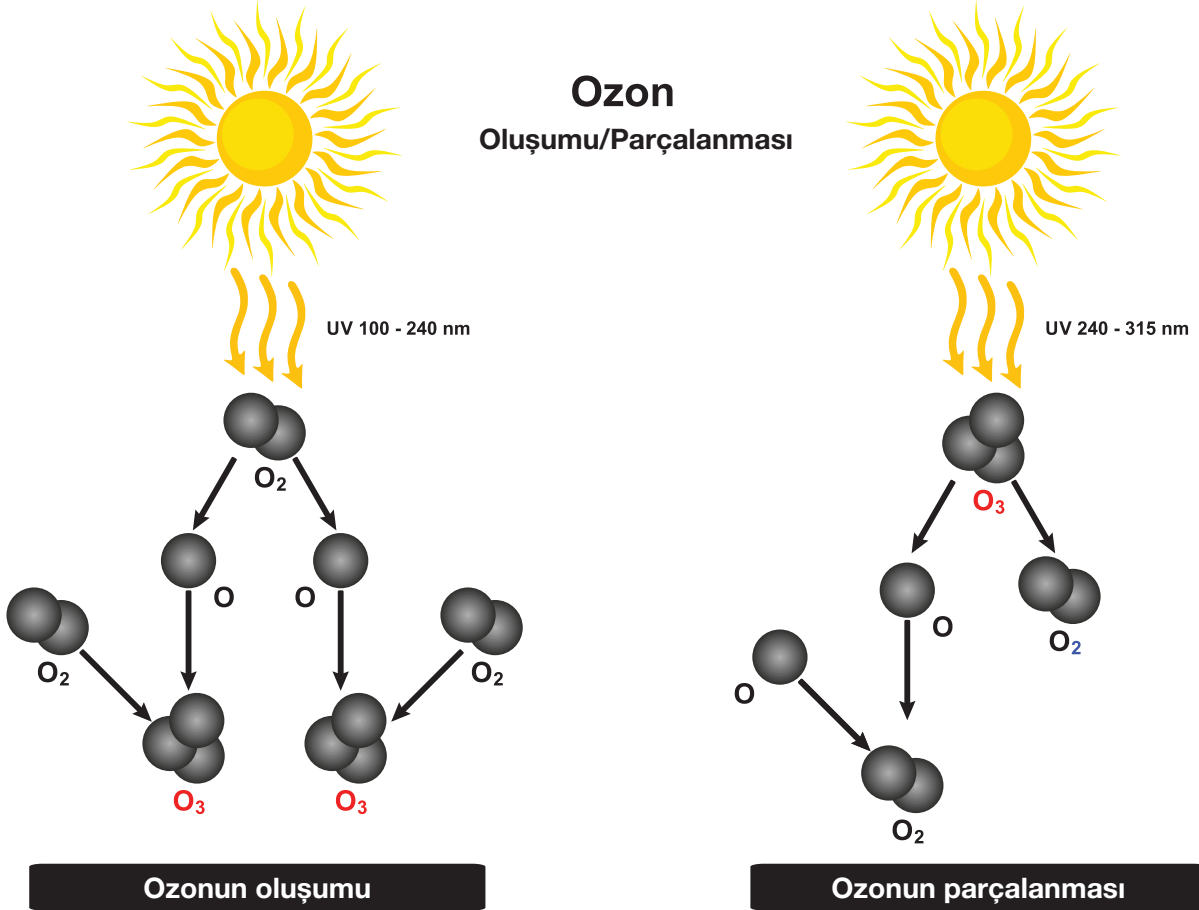


Ozon tabakası, dünya üzerine gelen morötesi ışınları yansıtarak sıcaklığın artmasını engellemekte ve ısı dengesinin düzenlenmesine yardımcı olmaktadır.

Ozon tabakası Ekvator'dan kutuplara doğru incelir. Bu nedenle zararlı kimyasal gazlardan en çok kutup bölgeleri zarar görür.

#### Araştırılabilir-Tartışılabilir

Küresel ısınmanın gelecekte ülkemiz üzerinde etkileri neler olabilir? Çalışmanızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.



► Görsel 3.65

Ozon tabakasının oluşumu ve parçalanması

Ozon tabakasının zarar görmesi daha fazla yüksek enerjili ışının Dünya'ya ulaşmasına neden olur. Güneş yanıkları, cilt kanserleri, katarakt ve bağışıklık sisteminin zayıflaması gibi sağlık sorunları artar. Kirli havada astım, bronşit gibi solunum yolu hastalıklarını ortaya çıkarır (Görsel 3.66). Bu durum, küresel ısınmayı artırarak ekolojik dengeyi bozar.



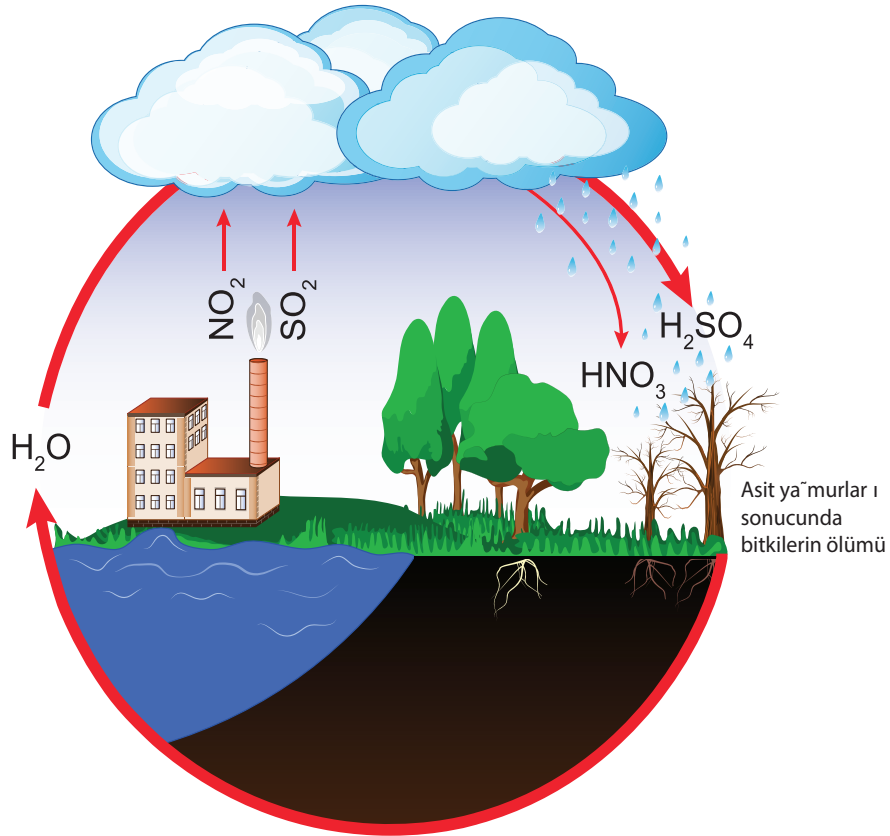
► **Görsel 3.66**  
Astım hastası birey ve astım hastalığını tetikleyebilecek faktörler.

#### 4) Asit Yağmurları

Odon, kömür ve diğer fosil yakıtların yakılması sonucu atmosfere verilen kükürt ve azot içeren gazların, atmosferde çeşitli tepkimeler ile asitli bileşiklere dönüşüp yağışlarla yeryüzüne dönmesine **asit yağmurları** denir.

Güneş ışığı bu gazların tepkime hızını artırır. Sonuçta sülfürik asit, nitrik asit gibi bileşikler oluşur ve yağmur sularının pH değeri düşer (Görsel 3.67). Bu durum sucul ekosistemlerin de pH değerini düşürür. Karasal ekosistemlerde ise toprak kimyasını olumsuz etkiler.

Kükürtdioksit ( $\text{SO}_2$ ) ve azotdioksit ( $\text{NO}_2$ ) solunum yolunu ve akciğer dokularını tahriş eder.



► **Görsel 3.67**  
Asit yağmurlarının oluşumu



► **Görsel 3.68**

*Asit yağmurlarının doğa üzerindeki etkileri*

Asit yağmurları; akarsulara, göllere, tarım arazilerine, tarihî eserlere, insan sağlığına, ormanlara ve bitkilerin dokularına, meyvelerine ve tohumlarına zarar verir (Görsel 3.68).

Asit yağmurları, topraktan ayrıştırdığı ağır metalleri su kaynaklarına taşıyarak suların kirlenmesine neden olur ve toprağı mineral bakımından fakirleştirir.

Kirli sulardan besin zinciri aracılığıyla insana ulaşan ağır metaller, kansere ve zehirlenmelere neden olur.

### Hava Kirliliğinin Önlenmesi İçin Yapılması Gerekenler

- 1) Fosil yakıtların kullanımı yerine; elektrik enerjisi, jeotermal enerji, hidrojen yakıt pilleri, rüzgâr ve güneş enerjisi gibi çevreye zarar vermeyen enerji kaynakları kullanılmalıdır (Görsel 3.69). Evlerin ısınmasında doğalgaz tercih edilmelidir.
- 2) Sanayi kuruluşlarının bacalarına filtre takılmalıdır.
- 3) Egzoz dumanları filtre edilmeden atmosfere verilmemelidir.
- 4) Toplu taşımacılık yaygınlaştırılmalıdır.
- 5) Ormanlar korunmalı ve yeşil alanlar artırılmalıdır.
- 6) CFC kullanımı engellenmelidir. Doğaya zararı en az olan kimyasallar tercih edilmelidir.



► **Görsel 3.69**

*Yenilenebilir enerji kaynaklarının ve enerji fabrikalarının karşılaştırılması*

**Araştırma-Tartışım**

Çevrenizdeki atmosfer kirliliğine neden olabilecek etmenleri inceleyerek aşağıdaki tabloyu doldurunuz. Hazırladığınız tabloyu sınıfta sunarak arkadaşlarınızla tartışınız.

	Kirlilik etmeni	Zararları	Alınabilecek önlemler
1			
2			
3			

**Araştırma-Tartışım**

Su kirliliğinin önüne geçmek için neler yapılmalıdır? Çalışmanızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.

**Su Kirliliği**

Su kaynaklarının kirlenmesi etmenleri tarafından kimyasal, fiziksel ve biyolojik yapısının bozulmasına **su kirliliği** denir.

**Su Kirliliğinin Nedenleri**

- 1) Havaya karışan tanecikli yapıların ve asitlerin yağışlarla su kaynaklarına ulaşması
- 2) Evsel ve endüstriyel atıkların sulara boşaltılması (Görsel 3.70)
- 3) Tarımsal gübrelerin ve ilaçların su kaynaklarını kirlenmesi
- 3) Deniz kazaları sonucunda fosil yakıtların denizlere boşaltılması (Görsel 3.71)
- 4) Kanalizasyon sularının arıtılmadan su kaynaklarına boşaltılması



► **Görsel 3.70**  
Kanalizasyon sularının su kaynakları ile birleşmesi



► **Görsel 3.71**  
Petrol atıklarının doğayı etkilemesi



Kirlilik düzeyi çok arttığında ekosistemler kendini onaramaz.

Sulara karışan azotlu bileşikler, fosfor ve su yosunlarının kontrolsüz bir şekilde hızla çoğalmasına neden olur. Bu duruma **ötrofikasyon** denir. Artan su yosunları, suyun bulanmasına ve saydamlığının azalmasına neden olur. İleri düzeyde yosun artışı olduğunda, suyun yüzeyi yosunlar tarafından bir film katmanı oluşturarak kapatılır. Suyun iç kısımlarına ışık ve oksijen geçişi engellenir. Bu durum, sulara kokuşmaya ve diğer canlıların ölümüne neden olur (Görsel 3.72).



► **Görsel 3.72**  
Ötrofikasyon olayı

Petrol ve fuel oil gibi fosil yakıtların denizlere boşaltılması durumunda suyun hava ve ışık ile olan teması kesilir. Bu sularda balık ölümleri artar (Görsel 3.73).



► **Görsel 3.73**  
Su kirliliğinin balıklar üzerinde etkileri

Kimyasal ve biyolojik olarak kirlenmiş sular, insan sağlığını tehdit eder. Sulardaki ağır metal vb. kimyasal maddeler, dokularda birikerek kansere neden olur. Suların kirlenmesi insan sağlığını tehdit eden bir hak ihlalidir. Kirli sularla sulanmış ve iyi yıkanmamış sebze ve meyvelere bulaşan mikroorganizmalar; verem, tifo, dizanteri, kolera, sarılık vb. hastalıkların salgın olarak ortaya çıkmasına neden olur (Görsel 3.74). Bağırsak parazitlerinin oluşturduğu hastalıklar artar. Kirli sularda çoğalan sivrisinek gibi böceklerle insanlara bulaşan sıtma ve uyku hastalığı gibi hastalıkların oranı artar.

### Bilgi Kutusu

#### Otobiolojik Temizleme:

Akarsular ve denizler birer ekosistemdir. Her ekosistem kendini onarmaya çalışır. Kirlenen su kaynaklarının, su kaynaklarında doğal olarak bulunan canlılarla temizlenmesine **otobiolojik temizleme** denir. Bu canlılar, otobiolojik temizleme sırasında oksijen tüketirler. Bu nedenle otobiolojik temizlemenin belirli bir sınırı vardır.



► **Görsel 3.74**  
Kirli sulardaki bazı mikropların yakından görünümü



► **Görsel 3.76**  
Petrol Kirliliği

### Su Kirliliğinin Önlenebilmesi İçin Yapılması Gerekenler

- 1) Evsel atıklar geri dönüşüm sistemleri ile değerlendirilmelidir.
- 2) Kanalizasyon suları arıtıldıktan sonra su kaynaklarına verilmelidir.
- 3) Sanayi tesisleri, doğal su kaynaklarından uzak bölgelere kurulmalı ve sanayi atık suları kimyasal ve biyolojik yöntemlerle temizlenmelidir (Görsel 3.75).
- 4) Tarım ilaçlarının kullanımı azaltılmalı ve bilinçli kullanımı sağlanmalıdır.
- 5) Doğayı kirlüten deterjanlar kullanılmamalıdır.
- 6) Deniz kazalarının önlenmesi için gerekli tedbirler alınmalı, petrol vb. fosil yakıtlar güvenli bir şekilde taşınmalı ve sulara karışması önlenmelidir (Görsel 3.76).



► **Görsel 3.75**  
Bir su arıtma tesisinin görünümü

### c) Toprak Kirliliği

Toprağın yapısını bozacak ve verimini düşürecek durumların tamamına **toprak kirliliği** denir.

#### Toprak Kirliliğinin Nedenleri

- 1) Hava, su kirliliği ve asit yağmurları
- 2) Plansız kentleşme
- 3) Evsel ve endüstriyel atıklar
- 4) Nüfus artışı
- 5) Gübreler ve tarımsal ilaçlar
- 6) Nükleer enerji santrallerinin radyoaktif atıkları
- 7) Tıbbi atıklar
- 8) Fosil yakıtların atıkları

#### Araştırılmalı-Tartışılmalı

Evsel atıkların doğayı kirliletmemesi için neler yapılabilir? Çalışmanızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.



► **Görsel 3.77**

*Toprağın çevresel etmenlerle kirlenmesi*

Toprak kirliliği, toprağın verimini düşürür. Örneğin asit yağmurları bitki örtüsüne zarar verdiği gibi toprakta yaşayan pek çok omurgasız canlının yumurta ve larvalarının yok olmasına neden olur. Sonuçta ekolojik denge bozulur (Görsel 3.77).

Radyoaktif atıklar da toprak kirliliğine neden olur ve besin zinciri yoluyla insana ulaşabilir. Bu durum genetik hastalıkların ve kanserin artmasına neden olur.

#### **Toprak Kirliliğinin Önlenebilmesi İçin Yapılması Gerekenler**

- 1) Evsel ve endüstriyel atıklar artırmalıdır.
- 2) Tarım arazileri üzerine kentleşme ve sanayi tesisleri kurulmamalıdır.
- 3) Tarım ilaçları ve gübreler bilinçli kullanılmalıdır (Görsel 3.78).
- 4) Ambalaj sanayisinde geri dönüşümü kolay olan kâğıt, cam gibi maddeler kullanılmalı, plastik kullanılmamalıdır.
- 5) Ormanlar korunmalı, ağaç dikilerek ve ormanlık alanlar artırılmalıdır.
- 6) Toprak doğru işlenmelidir.
- 7) Toprağın eğimi dikkate alınarak sulama yapılmalıdır.
- 8) Meralar korunmalı ve hayvanlar bilinçli otlatılmalıdır.
- 9) Organik tarım yaygınlaştırılmalıdır.
- 10) Atık piller çöplere atılmamalı, ilgili kurumlara teslim edilmelidir.

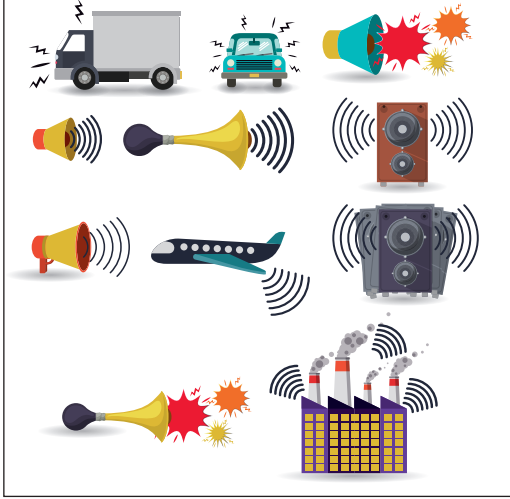
#### **Araştırılabilir-Tartışılabilir**

Organik tarım nedir? Sağlık açısından neden daha faydalıdır? Çalışmanızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.



► **Görsel 3.78**

*Bitki ilaçlama çalışması*



► **Görsel 3.79**  
Gürültü kirliliğinin nedenleri



► **Görsel 3.80**  
İş makinelerinin olduğu ortamda çalışmak işitme kaybına neden olabilir.



► **Görsel 3.81**  
İşitme kaybı olan kişiler işitme cihazı kullanarak sesleri net duyabilir.

### Ses Kirliliği

Ortamda, çeşitli faktörlerin etkisiyle normalden (35-65 dB) daha fazla (65 dB üstü) ses bulunmasına **ses kirliliği** denir.

Ses kirliliğini ölçmek için desibel (dB) birimi kullanılır. 65-90 dB üzeri seslerin bulunduğu ortamdaki insanlarda belirli bir süre sonra işitme kaybı gözlenir.

Ses kirliliğinin artması insanlar arasındaki arkadaşlık bağlarının azalmasına ve sosyal problemlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

#### Ses Kirliliğinin Nedenleri

- 1) Plansız kentleşme
- 2) Sanayileşme
- 3) Hızlı nüfus artışı
- 4) Trafik ve iş makineleri
- 5) Havaalanları, limanlar ve demir yolları (Görsel 3.79)

#### Ses Kirliliğinin Etkileri

##### I) Fizyolojik Etkiler

- ✓ İşitme kayıpları (3.80 ve 3.81)
- ✓ Yüksek tansiyon
- ✓ Solunum ve dolaşım metabolizmasının bozulması

##### II) Psikolojik Etkiler

- ✓ Stres ve sinirlilik
- ✓ Uyku periyodunun bozulması sonucu uykusuzluk
- ✓ Zihinsel aktivitelerin azalması
- ✓ Dikkat dağınıklığı ve iş veriminin düşmesi

#### Ses Kirliliğinin Önlenmesi İçin Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

- 1) Ulaşımında toplu taşıma ve bisiklet kullanımı yaygınlaştırılmalıdır.
- 2) Sanayi tesisleri, havaalanları, tren istasyonları ve terminaller yerleşim birimlerinden uzakta olmalıdır.
- 3) Evlerin inşası sırasında ses izolasyonları yapılmalıdır.
- 4) Taşıtların egzozlarına susturucu takılmalıdır.
- 5) Seyyar satıcılık kısıtlanmalıdır.
- 6) Sosyal aktiviteler, kapalı ve uygun mekânlarda yapılmalıdır.
- 7) Toplum bu konuda bilinçlendirilmelidir.

### Radyoaktif Kirlilik

Radyoaktif maddeler çevreye yüksek enerjili ışınlar yayarak canlılara zarar verir.

Radyoaktif maddelerin kullanımı kontrol altında tutulmalıdır. Çünkü yüksek enerjili ışınlar, hücrelerde bulunan DNA moleküllerinin kimyasal bağlarının kopmasına neden olarak kalıtsal bozukluklara (mutasyonlar) yol açar.

Radyoaktif maddeler uzun süreli kirliliğe neden olur. Radyoaktif atıkların okyanus tabanlarına, toprağın derinliklerine kapalı kaplar içinde konulması gerekir. Radyoaktif atıklar canlıların ulaşamayacağı ortamlarda tutulmalıdır.

Radyoaktif maddeler günümüzde enerji üretiminde ve tıpta yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu tip ortamlarda çalışan insanların yüksek enerjili ışınlardan korunması gerekir. Bunun için uygun kıyafetler giyilmelidir.

Nükleer enerji santralleri canlıların habitatlarına, yerleşim birimlerine, su ve besin kaynaklarına yakın bölgelere kurulmamalıdır. Nükleer silah üretimi ve kullanımı yasaklanmalıdır (Görsel 3.82).

### Erozyon

Çeşitli etmenlerle toprağın aşınıp yer değiştirmesine **erozyon** denir.

Bitki örtüsünün azalması sonucu rüzgâr ve yağışlarla kayaların üzerindeki verimli toprak katmanı barajlara, göllere ve denizlere taşınmaktadır. Bunun sonucu olarak da verimli araziler azalmakta, çölleşme artmaktadır (Görsel 3.83).



► Görsel 3.83

*Erozyonun etkileri*

### Erozyonun Nedenleri

- 1) Orman ve yeşil alanların azalması ve yeterince ağaçlandırma yapılmaması
- 2) Eğimli arazilerde tarım yapılması ve yanlış sulama tekniklerinin kullanılması



► Görsel 3.82

*Radyoaktif kirlilik*

### Bilgi Kutusu

Bitkiler toprağı zenginleştirmelerinin yanı sıra toprağın üst bölümlerine tutunarak erozyonun önlenmesine yardımcı olur.



► **Görsel 3.84**

Ormanlardaki ağaçların yakacak olarak kullanımının önüne geçilmelidir.

► **Dikkat**

Çok uzun seneler sonunda oluşan ormanlar, birçok farklı hayvan ve bitki türüne ev sahipliği yapmaktadır. Ormanları korumak hepimizin görevidir.

### Erozyonun Sonuçları

- 1) Verimli tarım alanlarının azalması
- 2) Taşınan topraktan dolayı baraj yataklarının dolması ve barajların ömrünün azalması
- 3) Toprağın su tutma kapasitesinin azalması ve yer altı su kaynaklarının zayıflaması
- 4) İş gücü kaybı, köyden kente göçün artışı gibi sosyal sorunların artması
- 5) Zirai üretimin azalması

### Erozyonu Önlemek İçin Yapılması Gerekenler

- 1) Yangınlar ve ağaçların kesilmesi sonucu kaybolan ormanlık alanlar ağaçlandırılarak yenilenmeli, ormanlar ve meralar korunmalıdır.
- 2) Verimli arazilerde sanayileşme ve kentleşme yapılmamalıdır.
- 3) Tarım arazileri doğru kullanılmalı, yanlış sulama ve ekimler önlenmelidir.
- 4) Toplum erozyon konusunda bilinçlendirilmeli, ormanlardaki ağaçların yakacak olarak kullanılması önlenmelidir (Görsel 84).
- 5) Erozyonun yoğun olduğu bölgelerde, toprağı koruyabilecek çalışmalar yapılmalıdır (Görsel 3.85).



► **Görsel 3.85**

Erozyonu önleme çalışmalarından bir görünüm

### Doğal Hayat Alanlarının Tahrip Edilmesi

Canlıların doğada yaşadıkları ve nesillerini devam ettirdikleri doğal ortamlara doğal yaşam alanları denir. İnsan doğada birlikte yaşadığı canlılara ve doğal yaşama sevgi duymalıdır.

Ekosistemleri diğer canlılarla ortak olarak kullanmaktayız. Bu nedenle doğal hayatı oluşturan ortamların tahrip edilmesi veya insana dayalı faktörlerle zarar görmesi, diğer canlıları olumsuz etkilediği gibi insana da zarar vermektedir. İnsanoğlu, yaşadığı çevreden yararlanırken ekolojik dengeyi bozmamalıdır.

Türlerin yaşama alanları olan doğal habitatların bozulması, popülasyonların küçülmesine neden olmuştur. Hatta bazı canlıların nesli tükenme tehlikesiyle karşı karşıya gelmiştir.

Doğada türlerin çeşitliliğinin azalması biyolojik çeşitliliğin azalmasına neden olur. Biyolojik çeşitliliğin azalması ekosistemlerin yapısının bozulmasına neden olur.

Doğal yaşam alanı zarar gören bazı türler, yeterince besin bulamamaktadır. Bu nedenle tarla faresi, kirpi, yaban domuzu gibi hayvanlar tarımsal ürünlere zarar vermekte, kurt ve tilki gibi hayvanlar da köylere kadar inerek evcil hayvanlara saldırmaktadır.

### Yaban Hayatının Yok Olma Nedenleri

- 1) Kentleşmenin plansız bir şekilde artması
- 2) Evsel ve endüstriyel atıkların çevreye zarar vermesi
- 3) Kurulan yeni barajlar ile geniş alanların su altında kalması ve ekolojik dengenin bozulması
- 4) Kıyıların yapısının bozulması
- 5) Sulak ve bozkır alanların yok olması
- 6) Kontrol dışı avlanma
- 7) Fosil yakıt kullanımının artması
- 8) Tarımda kullanılan ilaçlar ve gübreleme
- 9) Ormanların zarar görmesi
- 10) Yangın, sel, deprem vb. doğal afetler

Zarar gören doğal yaşamın onarılması da insanın görevlerindedir. Bu amaçla nesli tükenmekte olan türler korunmalı, yeşil alanlar artırılmalı, avcılık kontrol altına alınmalı, yaban hayatlarının besini olabilecek bitkiler doğaya dikilmelidir (Görsel 3.86).

### Araştırma-Tartışım

Yaban hayatının yok olmasında insanların etkileri nelerdir? Çalışmanızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.



► Görsel 3.86

Yaban hayatı

### Araştırma-Tartışım

Türkiye’de bulunan millî parklarımız nelerdir? Bu alanların ekolojik olarak önemi nedir? Çalışmanızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.

Yaban hayatının ülkemizin biyolojik zenginliği olduğu unutulmamalıdır. Bu konuda toplum bilinçlendirilmeli, millî parkların ve koruma alanlarının sayısı artırılmalıdır (Görsel 3.87).



► Görsel 3.87

Yedigöller Millî Parkı Bolu, Türkiye

### Orman Yangınları

Orman yangınları, ormanlarımızın azalmasına neden olduğu gibi bu ormanlarda yaşayan pek çok canlı türünün de zarar görmesine neden olmaktadır (Görsel 3.88).



► Görsel 3.88

Orman yangınları



► Görsel 3.89

Ormanlarda insanlar tarafından bırakılan cam kırıkları yangına neden olabilir.

### Orman Yangınlarının Nedenleri

- 1) Piknikler sırasında yakılan ateşin tam olarak söndürülmemesi, piknik alanlarına atılan şişe ve cam parçalarının mercek özelliği göstererek kurumuş otları tutuşturması (Görsel 3.89)
- 2) Tarım arazisi veya mesken arazisi açma gibi nedenlerle kötü niyetli insanlar tarafından ormanların yakılması
- 3) Yıldırım düşmesi, elektrik direklerinin yıkılması ve elektrik tellerinin kopması gibi durumlar

Orman yangınlarının önlenmesi için bireyler bilinçlendirilmelidir. Bu konuda belirlenen yanlış davranışlar ilgililere ihbar edilmelidir.

Yangınlarla tahrip olmuş ormanlık alanlar en kısa sürede ağaçlandırılmalıdır.



### Çevre Sorunlarının İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

İnsan sağlığı, insanın yaşadığı çevre ile ilişkilidir. Bütün kirlilik çeşitleri doğrudan ya da dolaylı olarak insan sağlığı üzerinde etkilidir. Aşağıdaki tabloda, insan sağlığı ile çevre kirliliği arasındaki etkileşim gösterilmiştir.

► **Tablo 3.2:** Kirlilik Çeşitlerinin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

	Kirlilik Çeşidinin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri
<b>Hava Kirliliği</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Karbonmonoksit (CO) hemoglobin ile birleşerek hemoglobinlerin oksijen taşımalarını engeller.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kükürtdioksit (SO<sub>2</sub>), egzoz gazları, ozon (O<sub>3</sub>) ve azotdioksit (NO<sub>2</sub>) solunum yollarını tahriş eder.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ozon tabakasının incelmeye başlaması sonucu Güneş'ten gelen morötesi (ultraviyole) ışınların yeryüzüne ulaşan miktarı artar ve bu durum, cilt hastalıklarına neden olduğu gibi bağışıklık sistemini de zayıflatır.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asit yağmurları cildi tahriş eder. Besin zinciri yoluyla insana ulaşan ağır metaller kansere neden olur.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hava kirliliği astım, bronşit gibi hastalıkların artışına neden olur.</li> </ul>
<b>Su Kirliliği</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kirli sularda yıkanmış sebze ve meyvelerden insanlara tifo, dizanteri, sarılık, kolera gibi hastalıkların etkeni olan mikroorganizmalar bulaşır. Bağırsak parazitleri de bu şekilde insanın sindirim sistemine bulaşır, insanın bağırsaklarında sindirilmiş besinleri tüketerek çoğalır ve hastalıklara neden olur.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sanayi atıklarının karışmasıyla sularda biriken ağır metaller besin zinciri yoluyla insana ulaşır. Dokularda birikerek başta kanser olmak üzere pek çok hastalığa neden olur.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tarım ilaçları sulara karışarak insana çeşitli şekillerde ulaşır. İnsanda çeşitli hastalıklara ve zehirlenmelere neden olur.</li> </ul>
<b>Toprak Kirliliği</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Radyoaktif maddeler, ağır metaller vb. toksinler toprakta birikerek besin zinciri yoluyla biyolojik birikime ve bunun sonucunda da genetik hastalıklara ve kansere neden olur.</li> </ul>
<b>Ses Kirliliği</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>İşitme kaybı, metabolik bozukluklar ve yüksek tansiyona neden olur.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stres, uykusuzluk, sinirlilik ve dikkat dağınıklığına sebep olur.</li> </ul>

### Bilgi Kutusu

Bir insanın doğal yaşamı için 1,5 hektar üretken alanın yeterli olduğu hesaplanmıştır. Oysa Amerika'da bir birey, 5 hektar üretken alana eş değer tüketim yapmaktadır.

### Araştırılmalı-Tartışılmalı

Sizler de günlük yaşamınızda karbon ayak izinizi küçültebilmek için neler yapabilirsiniz? Çalışmanızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.

### 3.2.2. Bireylerin Çevre Sorunlarının Ortaya Çıkmasındaki Rolü

İnsan, yaşadığı çevre ile sürekli etkileşim hâindedir. İnsanlar ihtiyaçları doğrultusunda çevresini değiştirmektedirler. Doğal kaynakların kullanılması sırasında insanlar ölçülü davranmalıdırlar. Çevremizde kullandığımız kaynakların bir kısmı yenilenebilir özellikteyken bir kısmı yenilenemez özelliktedir. Nüfus artışı, enerji ihtiyacının artması, toprak ve içilebilir tatlı su miktarının azalması biyolojik kapasitenin azalmasına neden olmaktadır.

#### Ekolojik Ayak İzi

İnsanların biyolojik ihtiyaçları için kullandığı yenilenebilir kaynakları sağlayabilmek için gereken verimli toprak ve su alanına **ekolojik ayak izi** denir. Ekolojik ayak izi, bireyler ya da toplumlar için hesaplanabilir.

Bir gün süresince tükettiğimiz bütün ürünlere ve enerjiye göre ekolojik ayak izi değişir.

Dolayısıyla insanlar artan dünya nüfusu ile birlikte gelecekte beslenme, barınma, enerji ve su gibi problemleri yaşamamak için tutumlu ve ihtiyaçlar ölçüsünde bir ekolojik ayak izinde yaşamalıdırlar.

#### Karbon Ayak İzi

Bir yıllık zaman dilimi içinde bir insanın solunum, fosil yakıt kullanımı gibi nedenlerle atmosfere verdiği CO<sub>2</sub> miktarına **karbon ayak izi** denir (Görsel 3.90).



► Görsel 3.90  
Enerji kaynakları

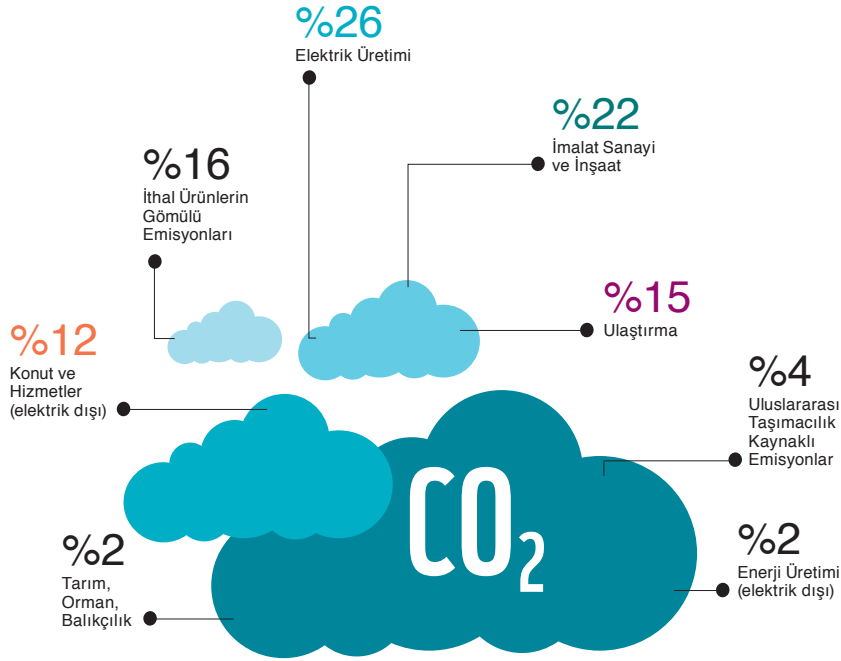
#### Karbon Ayak İzini Etkileyen Durumlar

- ✓ Ulaşım
- ✓ Isınma
- ✓ Elektrik tüketimi
- ✓ Alınan her türlü ürünün üretimi sırasında harcanan enerji
- ✓ Solunum

Yukarıda belirtilen durumlar, bireylerin karbon ayak izinin büyümesine ve sera etkisinin artmasına neden olur.

Bu nedenle ulaşımda toplu taşıma araçları tercih edilmelidir. Enerji tüketiminde olabildiğince tasarruf edilmelidir. Besinlerin tüketimi sırasında günlük enerji ihtiyacının üzerinde besin tüketimi insan sağlığının bozulmasına neden olduğu gibi karbon ayak izinin de büyümesine neden olmaktadır. İnsanlar, karbon ayak izini küçültmeye gayret etmelidir.

Türkiye'nin Karbon Ayak İzi'ni oluşturan CO<sub>2</sub> emisyonları içinde en büyük pay %26 ile elektrik sektörüne aittir. Bunu sırasıyla imalat sanayii ve inşaat (%22), ithalat (%16), ulaştırma (%15), elektrik dışı konut ve hizmetler (%12) ve diğer bileşenler izlemektedir (Görsel 3.91).



### ► Görsel 3.91

Türkiye'nin karbon ayak izini oluşturan etmenlerin yüzdeleri

### Su Ayak izi

Bir bireyin veya toplumun su ayak izi, bireyin veya toplumun harcadığı malların ve hizmetlerin elde edilmesi için kullanılan veya üreticinin hizmet ve mal üretimi için kullandığı toplam temiz su kaynaklarının miktarına **su ayak izi** denir. Su ayak izi kavramı, su tüketimine ilişkin alternatif bir göstergedir. Su ayak izi, birim zamanda kullanılan (buharlaştırma dâhil) ya da kirletilen su miktarı ile ölçülmektedir. Su ayak izi; kurum, hizmet, ürün, birey ya da toplum için hesaplanabilir. Su ayak izi kavramı altında değişik kategoriler yapılmaktadır:

- 1) Mavi, kullanılan tatlı su oranı
- 2) Yeşil, yağmur suyu oranı
- 3) Gri, standartlara göre kirlilik yükünün yok edilmesi için tüketilen su miktarı

Sudaki ayak izi kavramı, tüketilen her malın ve hizmetin imalatından tüketimine kadar harcanan suyun miktarını ifade eder.

Gelecekte su problemi yaşamamak için su tarımsal üretimde ve günlük ihtiyaçlarımızı karşılamada tutumlu bir şekilde kullanılmalıdır. Su varlığı ülkemizin millî servetlerindedir. Kullandığımız ev aletlerinde su tüketimi açısından tasarruflu olan ev aletleri tercih edilmelidir. Atık sular artırılarak değerlendirilmelidir.

#### Bilgi Kutusu

Bir bardak kahve içmek için yaklaşık 200 ml su harcanıldığı düşünülmektedir. Ancak kahvenin üretimi esnasında kullanılan su miktarı hesaba katıldığında bir fincan kahve için kullanılan toplam suyun miktarı 140 litreyi bulur.

#### Bilgi Kutusu

1 kg seker için 1.500 litre, bir dilim ekmek için 40 litre suda ayak izi bırakılmaktadır.

**Araştırma-Tartışma**

Yakın çevrenizde tespit ettiğiniz bir çevre problemini araştırarak çözüm önerileri hazırlayınız. Belirlediğiniz çevre problemini, dünya kapsamında ele alırsanız çözüm önerilerinizde ne gibi değişiklikler olur? Sınıfta arkadaşlarınızla tartışarak çözüm önerilerinizi liste halinde yazınız.

**Görsel 3.92**

Güneş panelleri ve rüzgâr değirmenleri ile elektrik enerjisi üretimi

**Görsel 3.93**

Tıbbi atıklar kontrollü bir şekilde toplanarak yok edilmelidir.

**3.2.3. Yerel ve Küresel Bağlamda Çevre Kirliliğinin Önlenmesine Yönelik Çözüm Önerileri**

İnsan kaynaklı olan çevresel kirlilik etmenleri yine insanın eliyle düzeltilmelidir. Ulusal ve uluslararası çeşitli kuruluşlar ve dernekler bu amaca yönelik çalışmalar yapmaktadır. Ama bu çalışmalar çok yetersiz kalmaktadır.

Çevrenin korunması ve kirlenmemesi, devletin görevi olduğu kadar bireylerin de görevidir. Bireyler, çevre bilinci ve sorumluluğu kazanmalıdır.

Ülkemiz çok sayıda canlı türüne ev sahipliği yapmaktadır. Pek çok canlı türünün ihtiyaçlarına cevap verebilecek ekolojik şartlara sahiptir. Dolayısıyla ekolojik açıdan bu kadar önemli alanları barındıran ülkemizi korumak hepimizin görevidir.

Doğal parkların sayısı artırılmalıdır. Nesli tükenmekte olan türler koruma altına alınmalıdır. Göçmen hayvanların göç yolları üzerindeki insan kaynaklı olumsuz durumlar gözden geçirilerek hayvan göçleri kolaylaştırılmalıdır.

Sanayi atıkları temizlenmeden doğaya bırakılmamalı, özellikle nükleer atıklar kontrol altına alınmalı ve böylece nükleer atıkların çevreye zarar vermesi önlenmelidir.

Kentleşme planları doğayla uyum içinde olacak şekilde hazırlanmalıdır.

Enerji kaynaklarının kullanımında doğaya daha az zarar veren veya hiç zarar vermeyen enerji kaynakları tercih edilmeli ve bu konuda toplum bilinçlendirilmelidir (Görsel 3.92).

Doğa; orman yangınları, deprem, sel ve çığ gibi doğal felaketlerle de zarar görebilmektedir. Çeşitli nedenlerle zarar gören doğal ortamların yenilenmesi konusunda gerekli çalışmalar yapılmalıdır. Bunların başında ağaçlandırma çalışmaları ve erozyonla mücadele gelir.

Ülkemizde yaygın olarak yapılan anız yakma, plansız gübreleme ve tarım ilaçlarının kullanımı önlenmeli ve toplum bu konuda bilgilendirilmelidir.

Avcılık kontrol altına alınmalı, özellikle nesli tehlikede olan türlerin ve üreme mevsimlerindeki hayvanların avlanması önlenmelidir.

Endüstriyel alandaki ambalajlamalarda geri dönüşümü doğada daha kolay olan kâğıt ve cam gibi malzemelerin kullanımı artırılmalıdır.

Mikroorganizmaların kolaylıkla üreyerek etrafa yayılmasına neden olabilen ve sağlık açısından çok büyük tehlikeler taşıyan tıbbi atıklar, kontrollü bir şekilde toplanarak yok edilmelidir (Görsel 3.93).

**DENEY****Asit Yağmurlarının Bitkiler Üzerine Etkileri****Araç Gereçler**

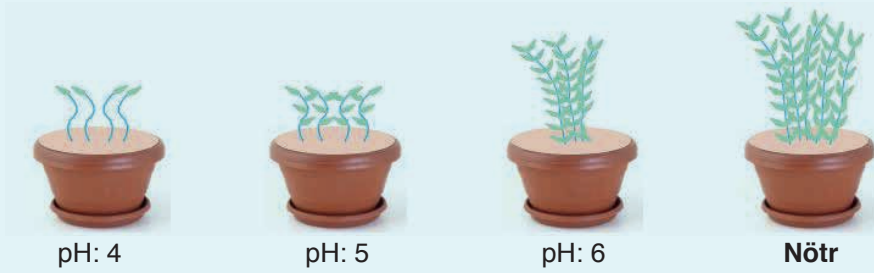
Nohut tohumu, dereceli silindir, sirke asidi (asetik asit), bitki toprağı, 4 adet saksı ve püskürteç.

**Amaç:** Asit yağmurlarının bitkisel yapıların büyüme ve gelişmeleri üzerine etkilerini incelemek.

**Deneyin Yapılışı**

4 adet saksının her birine belirli aralıklar ile 5'er adet nohut tohumu dikilir. Aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi sirke asidi pH değeri 4, 5 ve 6 olacak şekilde üç farklı pH değerinde hazırlanır.

Nohut tohumları çimlendikten sonra 5 gün süreyle her gün, her bir saksıdaki nohut filizleri üzerine farklı pH değerlerinde sirke asidi püskürtülür. 4. saksıdaki bitkiye ise saf su püskürtülür.

**Sonuç**

Her saksıdaki bitkilerin ortalama boy uzunluğu belirlenir.

Yapılan ölçümler aşağıdaki tabloya yazılır.

Boy uzunluğu / cm	1. gün	2. gün	3. gün	4. gün	5. gün
pH: 4					
pH: 5					
pH: 6					
Nötr					



Hangi saksıdaki bitkilerin boyu daha uzun oldu? Neden?

## Neler Öğrendik?

Hava kirliliği 1	Su kirliliği 2	Toprak kirliliği 3
Ses kirliliği 4	Besin kirliliği 5	Işık kirliliği 6

Yukarıdaki tabloda bazı kirlilik çeşitleri verilmiştir.

**1. Aşağıdaki soruların altlarına uygun olan kirlilik çeşitlerinin numaralarını yazınız.**

1. Hangileri göç hayvanlarının yolunu kaybetmesine neden olur?
2. Evsel atıklar ve endüstriyel atıklar hangi kirliliğe neden olur?
3. Hangilerinin sonucunda işitme kaybı ve stres oluşur?
4. Otobiyolojik temizleme hangilerinde görülür?
5. Hangi kirlilikler sonucunda biyolojik birikim oluşur?
6. Hangi kirlilik çeşitleri insanda genetik bozukluklara ve kansere neden olur?

**2. Aşağıdaki kirlilik çeşitleri ile sağlık problemlerini eşleştiriniz.**

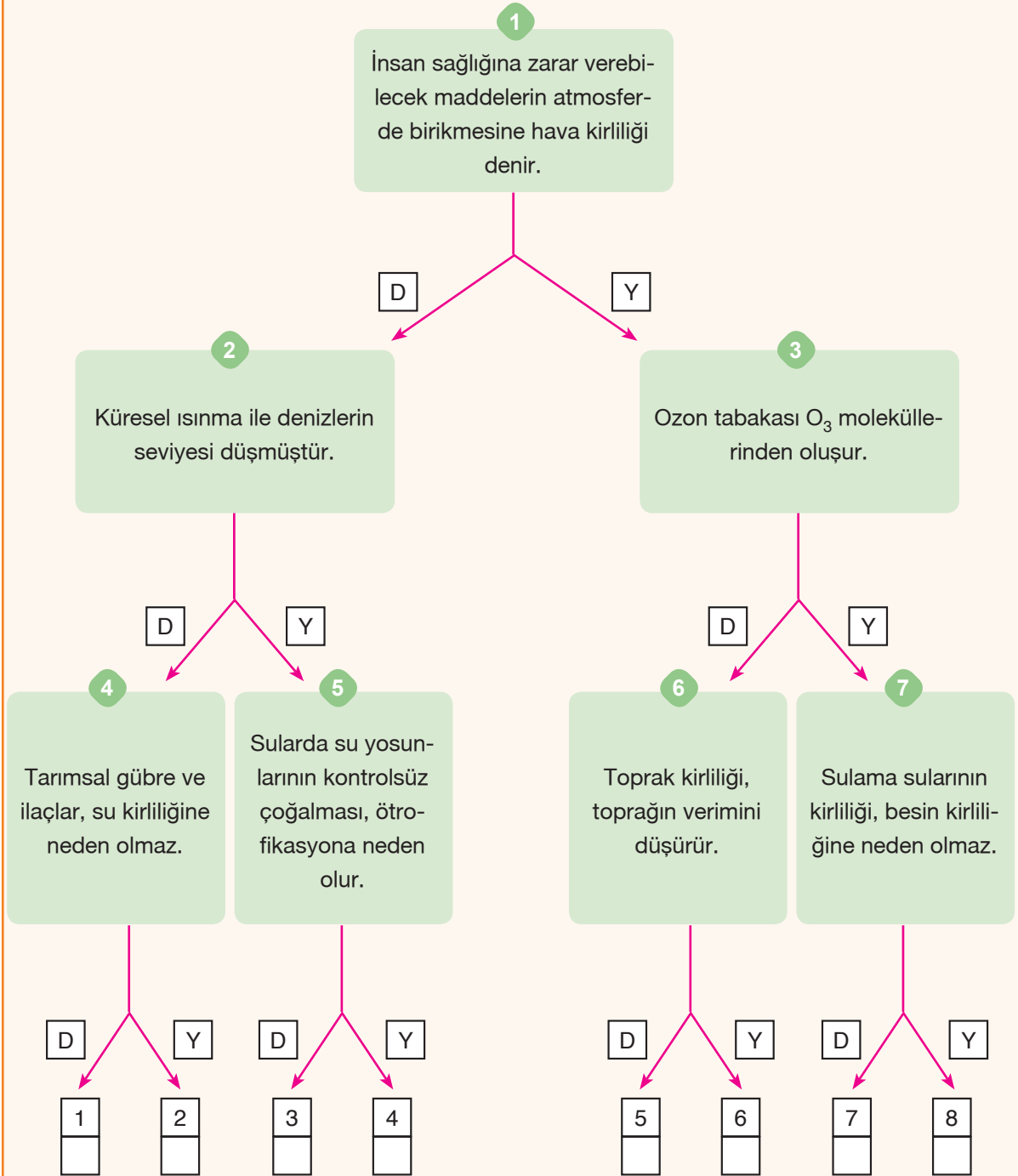
Hava kirliliği 1.	a. Stres
Toprak kirliliği 2.	b. Cilt hastalıkları
Radyasyon 3.	c. Astım
Su kirliliği 4.	ç. Biyolojik birikim
Gürültü kirliliği 5.	d. Besin zehirlenmeleri

**3. Aşağıda verilen cümlelerdeki boşlukları yanda verilen terimleri kullanarak tamamlayınız.**

- 1) Türlerin kendine uygun yaşama ortamlarına ..... denir.
- 2) Güneş ışınlarının atmosferde artan ..... , su buharı, metan vb. gazlar tarafından tutularak yeryüzünün normalden fazla ısınmasına .....denir.
- 3) Yeryüzüne yakın atmosfer katmanlarının egzoz gazları ile tepkimeye girmesi sonucunda atmosferde ..... ve ..... gazları birikerek ozon kirliliğini meydana getirir.
- 4) Ozon tabakası Güneş'ten gelen ..... ışınları uzaya yansıtarak atmosferin sıcaklığının düşmesine neden olur.
- 5) NO<sub>2</sub> ve SO<sub>2</sub> gibi bileşiklerin atmosferde tepkimeye girerek yağışlarla yeryüzüne dönme-lerine ..... denir.
- 6) Akarsulardaki ve denizlerdeki kirliliğin mikroorganizmalar tarafından oksijen kullanılarak temizlenmesine ..... temizleme denir.
- 7) Toprakta bulunan zehirli maddelerin besin zinciri yoluyla canlılara taşınmasına ve canlıların dokularında toplanmasına ..... denir.
- 8) Suni gübreler kullanılmadan yapılan tarıma ..... tarım denir.
- 9) Işık kirliliği her şeyden önce ..... israfıdır.
- 10) Çeşitli nedenlerle toprağın yer değiştirmesine ..... denir.

azotdioksit (NO<sub>2</sub>)  
 morötesi  
 karbondioksit  
 asit yağmurları  
 biyolojik birikim  
 organik  
 habitat  
 sera etkisi  
 otobiyolojik  
 erozyon  
 ozon (O<sub>3</sub>)  
 enerji

4. Aşağıdaki şemada yer alan ifadeler doğru ise "D" yanlış ise "Y" yolunu takip ederek doğru çıkışı bulunuz.





## Okuma Parçası

### Işık Kirliliği



Işığın ihtiyaç sınırları dışında kullanılmasına **ışık kirliliği** denir. Yukarıdaki şekilde ülkemizin gece uzaydan çekilmiş bir fotoğrafı görülmektedir. Işığın hangi bölgelerde yoğun olarak kullanıldığı görülmektedir.

Yanlış zamanda, yanlış yerde ve yanlış miktarda ışık kullanımı ışık kirliliğine neden olur. Işık kirliliği her şeyden önce enerji israfıdır.

Doğal hayat, ışık kirliliğinden olumsuz etkilenmektedir. Hayvanlar, ışık kirliliği nedeniyle göç yollarını şaşırabilmektedir. Yumurtadan çıkan deniz kaplumbağaları, yapay ışıklandırma nedeniyle ışığa doğru yönelmekte, bu nedenle pek çok yavru kaplumbağa denize ulaşamamaktadır.



Ekosistemlerin yapısı ve besin zinciri ışık kirliliğinden etkilenmektedir. Canlıların biyoritimleri bozulmaktadır. Şehirleşme ile birlikte, şehirlerin etrafında yaşayan veya şehir içindeki yeşil alanları habitat olarak kullanan canlıların, yuvalarını yapmaları güçleşmekte ve üreme periyotları ışıklandırılmadan etkilenmektedir.

*Yazar tarafından derlenmiştir.*

## 2. Bölüm Değerlendirmesi

### A. Aşağıdaki soruların cevaplarını, verilen boşluklara yazınız.

1)	Ötrofikasyon nedir?	
2)	Ozon tabakası nasıl oluşur?	
3)	Biyolojik birikim nedir?	
4)	Hangi durumlar besin kirliliğine neden olur?	
5)	Ses kirliliğinin sağlık üzerine etkileri nelerdir?	
6)	Sera etkisi nedir?	
7)	Erozyona neden olan tarımsal uygulamalardaki yanlışlıklar nelerdir?	
8)	Kentleşmenin yaban hayatı üzerine etkileri nelerdir?	
9)	Orman yangınlarının oluşmasında insanın rolü nedir?	
10)	Biyolojik çeşitlilik nedir?	

### B. Aşağıdaki ifadeler doğru ise "D", yanlış ise "Y" harfini işaretleyiniz.

D	Y	1) Çevremizde kullandığımız kaynakların tamamı yenilenemez özelliindedir.
D	Y	2) Bir yıllık zaman içinde insanın çeşitli nedenlerde atmosfere verdiği CO <sub>2</sub> miktarına karbon ayak izi denir.
D	Y	3) Asit yağmurları, insan sağlığını doğrudan ve dolaylı şekilde etkiler.
D	Y	4) Sanayi atıkları ile sulara karışan ağır metaller, canlılarda biyolojik birikime neden olur.
D	Y	5) Radyoaktif maddeler, insanda genetik hastalıkların oluşmasına neden olur.
D	Y	6) Bozulmuş besin maddelerinde, mikroorganizmaların toksinleri birikir.
D	Y	7) Gürültü kirliliği, stres ve uykusuzluğa neden olur.
D	Y	8) Toprak, bitkiler için organik besin kaynağıdır.
D	Y	9) Erozyonun önlenmesi, yer altı su kaynaklarının zenginleşmesini sağlar.
D	Y	10) Ormanlar, birçok bitki ve hayvan türlerinin bir arada yaşadıkları ekosistemlerdir.



**C. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruların cevaplarını işaretleyiniz.**

1. 1. Doğal yaşam alanlarının tahrip edilmesi  
2. Erozyona uğramış alanların ağaçlandırılması  
3. Hayvanların üreme dönemlerinde avlanması  
4. Eysel ve endüstriyel atıkların su kaynaklarına boşaltılması  
5. Sera etkisinin artması

**Yukarıda belirtilen durumlardan hangisi belirli bir alandaki tür çeşitliliğinin azalmasına neden olmaz?**

- A) 1      B) 2      C) 3      D) 4      E) 5

**2. Suların kirlenmesi sonucunda;**

- I. Kimyasal maddeler kansere yol açar,  
II. Mikroorganizmalar çoğalarak verem, tifo ve difteri gibi hastalıkların artmasına neden olur,

III. Balıkların sayısı artar.

**durumlarından hangileri meydana gelir?**

- A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) I ve II  
D) II ve III      E) I, II ve III

**3. Atmosferde sera gazlarının artışı sonucunda aşağıdakilerden hangisi meydana gelmez?**

- A) Karasal alanlar artar.  
B) Canlıların habitat alanları yok olur.  
C) Yer altı su kaynakları azalır.  
D) Çölleşme artar.  
E) İklim değişir.

Gaz kaynakları	Atmosfere verilen zehirli gaz oranları (%)
Fabrika	40
Araç	10
Konut	20
Termik santral	30

**Bu tabloya göre aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

- A) Atmosfere verilen zehirli gaz oranına göre fabrikalar en yüksek risk grubunu oluşturmaktadır.  
B) Termik santraller, atmosfere konutlardan daha fazla zarar vermektedir.  
C) Egzozlara filtre takılması atmosfere verilen gaz oranının artmasına neden olur.  
D) Konut sayısının artması atmosfer kirliliğinin de artmasına neden olur.  
E) Fosil yakıtların tüketimi tabloda belirtilen dört kaynakta da etkilidir.

**5. Toprağın doğal yapısının bozulmasına toprak kirliliği denir.**

**Bu tanıma göre;**

- I. aşırı gübreleme,  
II. tarımsal ilaçlama,  
III. ağaçlandırma

**durumlarından hangileri toprağın yapısını bozar?**

- A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) Yalnız III  
D) I ve II      E) I, II ve III

**6. Bir insanın;**

- I. solunumla atmosfere verdiği CO<sub>2</sub>,  
II. fosil yakıt kullanımı,  
III. kullandığı su miktarı

**durumlarından hangileri karbon ayak izini doğrudan etkiler?**

- A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) Yalnız III  
D) I ve II      E) I, II ve III

# 3. Bölüm

## Doğal Kaynaklar ve Biyolojik Çeşitliliğin Korunması

### KAVRAMLAR

- Biyokaçakçılık
- Endemik tür
- Doğal kaynak
- Gen bankası
- Sürdürülebilirlik

**Ç**evremizdeki doğal kaynakların bazıları yenilenebilir nitelikte değildir. Bu nedenle bu tür kaynakların kullanımı hususunda dikkatli olunması gerekir.

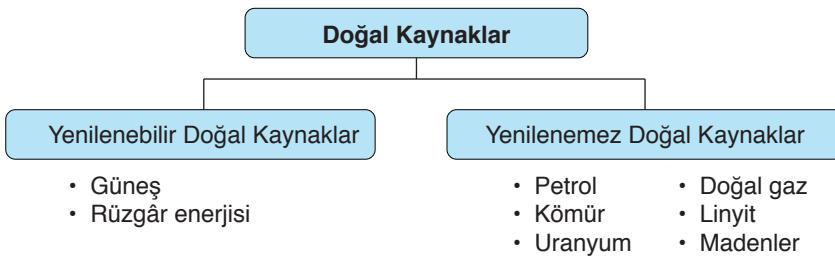
Yaşadığımız dünyada bazı doğal kaynakların tükenmesi durumunda gelecekte bizleri bekleyen tehlikeler nelerdir? Bu problemler nasıl önlenebilir? Bu bölümde bu sorulara cevap bulmaya çalışacağız.

### 3.3.1. Doğal Kaynakların Sürdürülebilirliğinin Önemi

Doğal kaynaklar, genel olarak yenilenebilir ve yenilenemez olmak üzere ikiye ayrılır.

Yenilenemez doğal kaynaklar, çok uzun yıllarda oluşmuştur. Bu nedenle tüketildikten sonra yenilerinin oluşması için çok uzun yıllara ihtiyaç vardır. Yenilenebilir doğal kaynaklar ise kendi kendini sürekli yeniler. İnsanların kullanımı sonucunda tükenmez (Görsel 3.94).

Toprak, su, meralar, ormanlar besin ve madde kaynaklarıdır. Bu kaynakların düzensiz kullanımı yenilenme ve sürdürülebilirliği engeller. Ancak dengeli kullanımla bu kaynaklar korunabilir.



#### ► Görsel 3.94

*Doğal kaynakların çeşitleri*

### Toprağın Sürdürülebilirliğinin Yaşam İçin Önemi

Toprak, bitkiler için mineral ve su kaynağıdır. Hayvanlar için gerekli olan besinler, bitkilerin toprağı kullanması sonucunda üretilir. Kara ekosistemlerinin sürdürülebilirliği toprağın korunmasıyla mümkün olur.

Yanlış tarım uygulamaları toprağın yapısının bozulmasına neden olur. Toprak, eğimli arazilerde eğime dik sürülmelidir. Her yıl tarım arazilerinde aynı tip ürünlerin yetiştirilmesi, toprağı bazı mineral çeşitleri bakımından fakirleştirir. Aşırı gübreleme toprakta tuz oranının artmasına neden olur (Görsel 3.95).

Toprak, içerdiği maden çeşitleri ve petrol yönüyle de önemli bir ham madde kaynağıdır. Bu ham maddeler endüstri için çok önemlidir.

Tarım arazilerinin bir kısmının kentleşmesi zirai açıdan bir kayıptır.

Asit yağmurları ve madenlerin aşırı kullanımı toprağın doğal yapısını bozar.

Doğal afetler de toprak yapısını etkiler. Depremler, yanardağ patlamaları, seller ve uzun süren kuraklıklar toprağın yapısını ve üzerindeki bitki örtüsünü değiştirir (Görsel 3.96).

#### ► Araştırma-Tartışım

Ülkemizin yenilenemez doğal zenginlikleri nelerdir? Çalışmanızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.



#### ► Görsel 3.95

*Aşırı gübre kullanımı toprak verimliliğini azaltır.*



#### ► Görsel 3.96

*Sel, toprak yapısını olumsuz etkiler.*



► **Görsel 3.97**  
Su, yaşam kaynağıdır.



► **Görsel 3.98**  
Gün geçtikçe temiz su kaynakları tükenmektedir.

### Toprağın Sürdürülebilirliği İçin Dikkat Edilmesi Gereken Durumlar

1. Toplum bilinçlendirilmelidir.
2. Tarım arazileri korunmalıdır.
3. Erozyonla mücadele edilmelidir.
4. Planlı kentleşme yapılmalıdır.
5. Tarım ilaçlarının ve gübrelere dengeli kullanılması sağlanmalıdır.
6. Organik tarım artırılmalıdır.
7. Endüstriyel ve evsel atıklardan toprağın korunması sağlanmalıdır.

Yukarıda belirtilen hususlara dikkat edildiğinde toprağın sürdürülebilirliği artar ve uzun yıllar boyunca insan, topraktan verimli bir şekilde yararlanır.

### Su Kaynaklarının Sürdürülebilirliğinin Yaşam İçin Önemi

Su, hayat için vazgeçilmez temel unsurlarındandır. İçmek, temizlik yapmak, bitkileri sulamak ve sanayide kullanmak için sudan yararlanırız. Sulardan çeşitli ürünler elde ederiz (Görsel 3.97).

Artan nüfus ile birlikte su kullanımı ve suya olan ihtiyaç da artmıştır. Bununla birlikte özellikle yer altı ve yer üstü tatlı su kaynakları azalmış, su kalitesi düşmüştür.

Bu durumun en önemli nedeni, su kaynaklarının kirlenmemesi hususunda yeterli tedbirlerin alınmaması, gereksiz ve aşırı su tüketiminin olması, yer altı su kaynaklarının savurgan bir şekilde kullanılmasıdır (Görsel 3.98).

Suların çeşitli nedenlerle kirlenmesi insan sağlığını da tehdit etmektedir.

Küresel ısınma da doğal su kaynaklarının azalma nedenlerindedir. Buharlaşmanın artmasıyla denizlerin tuz oranı artacak ve pek çok canlı bu durumdan zarar görecektir.

### Suyun Sürdürülebilirliği İçin Dikkat Edilmesi Gereken Durumlar

1. Erozyonu önleme çalışmaları artırılmalıdır.
2. Az su gerektiren sulama teknikleri tarımda kullanılmalıdır.
3. Yer altı su kaynaklarının kullanımı kontrol altına alınmalıdır.
4. Barajlar, ekolojik dengeyi bozmayacak şekilde kullanılmalıdır.
5. Atık sular artırılarak sanayide ve tarımda kullanılmalıdır.
6. Su ürünleri mevsimine uygun avlanmalı, yumurta ve küçük balıklara zarar verilmemelidir.
7. Evlerde su, tasarruflu bir şekilde kullanılmalıdır.
8. Toplum bilinçlendirilmelidir.

### Meraların Sürdürülebilirliğinin Yaşam İçin Önemi

Hayvancılığın devamlılığı, meraların varlığına bağlıdır. Meralar, yağmur sularını tutar ve toprağı erozyona karşı korur. Mera bitkileri fotosentezle bol oksijen üretir. Meralar, hayvanların doğal yem kaynağıdır. Meralarda hayvanlar vaktinden önce otlatılmamalı, mera arazileri korunmalı ve mera olmaya uygun araziler mera hâline getirilmelidir (Görsel 3.99).

### Ormanların Sürdürülebilirliğinin Yaşam İçin Önemi

Ormanlar, birçok bitki ve hayvan türünün bir arada yaşadıkları ekosistemlerdir (Görsel 3.100). Oksijen kaynağıdır. Uygun şartlarda ormanlar kendini yenileyebilir. Ormanlar yağmuru tutar, seli önler ve yer altı su kaynaklarının oluşmasını sağlar. Rüzgârın zararlarından toprağı korur. Toprak kaymasını ve erozyonu önler. Ormanlar, buldukları ortamın iklimini değiştirir. Karasal iklimi, ılıman iklime dönüştürür. Ormanlar toprağı tutarak toprağın humusunu artırır. Ormanlar, av hayvanlarının yaşam alanıdır. Yaban hayvanlarını barındırır. Ormanlar yangınlardan korunmalıdır. Ormanlık alanlar meralara dönüştürülmemelidir.

### 3.3.2. Biyolojik Çeşitliliğin Yaşam İçin Önemi

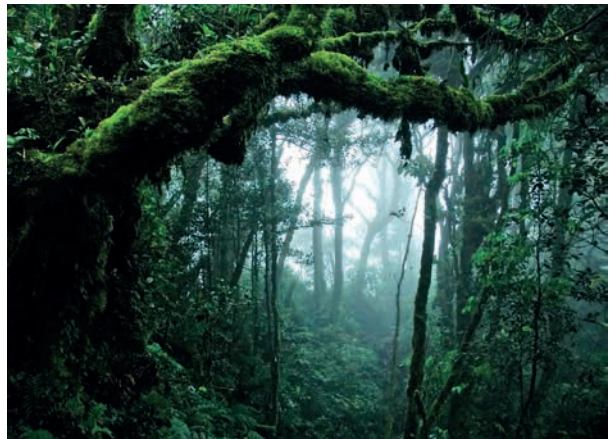
**Biyolojik çeşitlilik;** yeryüzünde yaşayan bütün canlıların ve ekosistemlerin oluşturduğu bir bütün olup yaşamın çeşitliliğini ifade eder. Türler arasında kalıtsal farklılıklar görüldüğü gibi, aynı türün bireyleri arasında da kalıtsal farklılıklar görülür. Tür, genetik ve ekosistem çeşitliliği; biyolojik çeşitliliğin temelini oluşturur.

#### Bilgi Kutusu

Otlak, meyilli, engebeli ve taban suyunun derinde olduğu yem bitkilerinin bulunduğu ve hayvancılık amacı ile kullanılan alanlara **mera** denir.



► **Görsel 3.99**  
Meraların kontrolsüz kullanımlarının önüne geçilmelidir.



► **Görsel 3.100**  
Tropikal yağmur ormanları



Akdeniz fokü



Şah kartalı



Ters lale



Kelaynak kuşu

► **Görsel 3.101**  
Nesli tükenmekte olan bazı türler

Canlılar, tür çeşitliliği ve birey sayısı yönüyle yeryüzüne eşit oranda dağılmamıştır. Canlıların yeryüzündeki dağılımlarında besin çeşitliliği, iklim şartlarına uyum yetenekleri ve barınma gibi ekolojik özellikleri rol oynar. Bu nedenle, coğrafi bölgeler arasında tür çeşitliliği ve birey sayısı yönüyle farklılıklar görülür. Tür çeşitliliği kutuplardan Ekvator'a doğru artar.

Canlılar arasında, üreticilerden başlayarak tüketicilerin üst basamaklarına doğru devam eden bir besin zinciri vardır. Ekosistemi oluşturan ve canlıları birbirine bağlayan, besin zinciridir.

Belirli bir alanda tür çeşitliliği arttıkça biyolojik çeşitlilik de artar. Ekosistemlerin sayısının ve çeşidinin artması, biyolojik çeşitliliği de artırır. Tür çeşitliliği bakımından dünyanın en zengin yaşama alanları tropikal yağmur ormanlarıdır (Görsel 3.101).

İnsan; besin, oksijen, sağlık, barınma gibi pek çok ihtiyacını karşılayabilmek için diğer canlılara ihtiyaç duymaktadır. Bilinçsiz avlanma gibi doğal kaynakların kontrolsüz tüketimi, canlıların birey ve tür çeşitliliğinin de azalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle biyolojik çeşitliliğin korunması gerekmektedir. Doğal kaynaklardan yararlanırken bu kaynakların sürdürülebilirliğine dikkat edilmelidir.

Ülkemiz büyük bir biyolojik zenginliğe sahiptir. Bunun nedenleri; coğrafi etmenler, ülkemizin ılıman iklim kuşağında bulunması, tatlı ve tuzlu su kaynakları bakımından zengin olması, göç eden türlerin göç yolu üzerinde bulunması, yükselti farklılıkları ve kıtalar arası bir bölge olmasıdır. Ülkemiz, nesli tükenmekte olan çok sayıda canlı türünün barınağıdır (Görsel 3.74). Soyu tükenen canlıların biyolojik çeşitlilik açısından yeri doldurulamaz.

Belirli bir bölgedeki bitki türü çeşitliliğine **flora**, hayvan türü çeşitliliğine ise **fauna** denir. Yeryüzünün sınırlı coğrafi bölgelerinde yayılış gösteren türlere **endemik türler** denir. Endemik türler, sağlığa ve ekonomiye sağladığı katkılardan dolayı ülkemiz için çok önemlidir.



Ülkemiz endemik türler bakımından oldukça zengindir. Endemik türler millî mirastır.

Ülkemizde endemik olarak bulunan göknar, meşe, sığla ağacı, bazı eğrelti türleri, çiğdem, yanar döner çiçeği, çoban dikenini endemik 3000 bitki türünden birkaçıdır. Türlerin ilk olarak ortaya çıktığı ve yayıldığı bölgelere **gen merkezi** denir. Buğdayın gen merkezi ülkemizdir. Sülün ve alageyiğin ana vatanı Anadolu'dur.

Ülkemizde coğrafi ve iklim çeşitliliği farklı ekosistemlerin oluşmasına neden olmuştur. Bu durum, tür çeşitliliğinin de artması ile sonuçlanmıştır. Ülkemizde en fazla tür çeşitliliği omurgasız hayvanlarda görülür (Tablo 3.3).

Biyolojik çeşitlilik pek çok sanayi alanının ham maddesidir. Kereste, kâğıt, ilaç ve ziraat gibi alanların kaynağı biyolojik zenginliklerdir. Ayrıca biyolojik zenginliklerin ülkemize kazandırdığı doğal güzellikler de önemlidir. Biyolojik çeşitlilik ve tür çeşitliliği arasında doğru bir orantı vardır (Grafik 3.2).

### 3.3.3. Biyolojik Çeşitliliğin Korunmasına Yönelik Çözüm Önerileri

Biyolojik çeşitlilik günümüzde tehlike altındadır. İnsan, yaşadığı ekosistemin bir parçasıdır. Bu nedenle insan, yaşadığı ortama zarar verdiği sürece kendisi de zarar görecektir. Çünkü verilen zararlar, ekosistemdeki etkileşimle döngüsel olarak bütün canlıları etkilemektedir. Ekosistemler kendini onarabilme gücüne sahiptir. Ancak ekosistemlere onarabileceğinden fazla güç yüklediğinde ekosistemler ve ekosistemleri oluşturan türler büyük zarar görür.

Nadir rastlanan bitki ve hayvanları koruma amaçlı kurulan birimlere **gen bankası** denir. Ender rastlanan veya bulunması güç olan bitki ve hayvan türlerini tekrar yetiştirmek ya da genetik çeşitliliğini artırmak için gen bankalarından yararlanılır. Gen bankalarında kök hücreler de saklanabilmektedir.

Bitki ve hayvanlardan alınan örnekler, gen bankalarında hücrelerin kimyasal ve biyolojik etkinliklerini durdurmak ve parçalanmalarını önlemek için düşük sıcaklıklarda saklanmaktadır.

Norveç'in kuzeyindeki bir adanın yer altında bulunan Svalbard (Sivalbird) Tohum Deposunda milyonlarca, hatta milyarlarca bitki tohumu koruma altına alınmıştır.

ABD'deki San Diego (San Diyego) Enstitüsünün Frozen Zoo (Frozen Zu) Dondurulmuş Hayvanat Bahçesi projesiyle binlerce kuşun, sürüngenin, memelinin ve iki yaşamlının (amfibi, hem karada hem suda yaşayabilen) hücreleri, nesillerinin tükenme riskine karşı, bir çeşit gen bankası olan koruma ve araştırma evlerinde saklanmaktadır.

► **Tablo: 3.3**

Ülkemizde yaşayan hayvan türlerinin sayısı

Ülkemizde Yaşayan Hayvan Türlerinin Sayıları	
Omurgasız hayvanlar	30.000 tür
Omurgalı hayvanlar	1500 tür

► **Grafik 3.2**

Biyolojik çeşitlilik ile tür çeşitliliği arasındaki ilişki



#### ► Araştırılmalı-Tartışılmalı

Ülkemizin biyolojik çeşitlilik bakımından zengin olmasının sebepleri nelerdir? Çalışmanızı sunu hâline getiriniz ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza anlatarak tartışınız.



► **Görsel 3.102**  
*Sıvı azot içinde hücrelerin saklanması*

#### Araştırılmalı-Tartışılmalı

Biyolojik çeşitliliğin korunması ve biyokaçakçılığın önlenmesi için neler yapılabilir? Arkadaşlarınızla sınıfta tartışarak çözüm önerilerini maddeler halinde yazınız.



► **Görsel 3.103**  
*Plansız kentleşme*

ABD’de Smithsonian (Simpson’un) ve SVF Biyoçeşitlilik Koruma Projesi kapsamında, nadir görülen hayvanların sperm ve embriyoları dondurularak saklanmaktadır (Görsel 3.102). Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü (ETAE) bünyesinde, 1964 yılında kurulan ve dünyadaki ilk gen bankalarından biri olma niteliğindeki Ulusal Gen Bankası, 1974 yılında uluslararası standartlarla donatılan ülkemizin ulusal nitelikli ilk tohum gen bankasıdır.

Ülkemizde de 2010 yılında Tarım ve Orman Bakanlığı’nın Ankara/Yenimahalle yerleşkesinde açılan ve dünyanın üçüncü büyük gen bankası olan Türkiye Tohum Gen Bankasında hem bitki hem bakteri hem de mantar gen kaynakları koruma altına alınmıştır.

Ülkemizin bu konuda önemli problemlerinden biri de biyokaçakçılıktır. Endemik türler ve nesli tükenmekte olan türler, çeşitli yollarla yurt dışına kaçırılmaya çalışılmaktadır. Tür çeşitliliği ülkemizin zenginliklerinden bir tanesidir. Toplum bu konuda bilinçlendirilmeli ve ülkemize değer katan ve bir millî servet olan canlı türleri korunmalıdır. Ters lale, safran ve şah kartal bu türlerden bazılarıdır.

#### İnsan Etkisiyle Biyolojik Çeşitliliği Tehdit Eden Durumlar

- Aşırı otlama
- Orman yangınları
- Kontrolsüz avcılık
- Düzensiz kentleşme (Görsel 3.103)
- Nüfus artışı
- Yol ve baraj yapım çalışmaları
- Bireylerin dikkatsizliği ve eğitimsizliği
- Fosil yakıtların oluşturduğu kirlilik

Biyolojik zenginliklerimizin korunması için bu sorunların çözülmesi gerekmektedir.

Özellikle endemik türlerin korunması biyolojik çeşitliliğin korunması açısından son derece önemlidir.

**Neler Öğrendik?**

**A. Aşağıdakilerden hangileri insanın etkisiyle biyolojik çeşitliliği tehdit eden durumlardandır? İşaretleyiniz.**

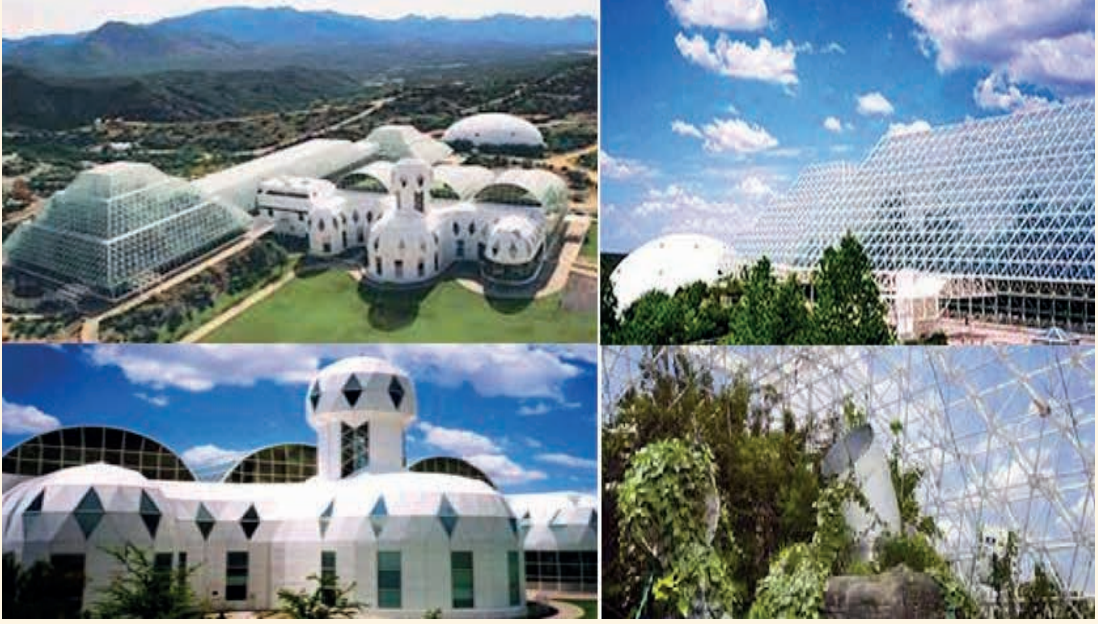
- 1. Düzensiz kentleşme
- 2. Kontrolsüz avcılık
- 3. Doğal parkların oluşturulması
- 4. Erozyonu önleme çalışmaları
- 5. Ormanları bölen yollara ekolojik köprü inşa edilmesi
- 6. Fosil yakıtların kullanımı
- 7. Bisiklet kullanımının artması
- 8. Deterjan ve deodorant kullanımının yaygınlaşması
- 9. Hayvanların bilinçsiz otlatılması
- 10. Tarım zararlıları ile biyolojik yollarla mücadele edilmesi

**B. Aşağıda verilen durumlardan hangileri hem toprak hem de su kaynaklarının sürdürülebilirliği açısından önemlidir? İşaretleyiniz.**

- 1. Erozyonu önleme çalışmaları
- 2. Toplumun bilinçlendirilmesi
- 3. Evlerde, suyun tasarruflu bir şekilde kullanılması
- 4. Yer altı su kaynaklarının kontrollü bir şekilde kullanılması
- 5. Atık suların arıtılması ve tarımda kullanılması
- 6. Asit yağmurlarının önlenmesi ile ilgili çalışmalar
- 7. Planlı kentleşme
- 8. Ormanlaşmanın artması
- 9. Gübrelerin dengeli kullanılması
- 10. Ötrofikasyon meydana gelen sularda otobiyolojik temizleme yapılması

Okuma Parçası

Biyosfer II



Yukarıdaki görsellerde yer alan Biyosfer II, Arizona Çölü'nde 13.000 m<sup>2</sup>lik alana yapılmış, dışarıya kapalı yapay bir ekosistemdir. Bu kapalı alan içerisinde su, azot ve oksijen döngülerinin kendiliğinden gerçekleşmesi hedeflenmiştir. Bu yapay ekosistem içinde küçük dereler, omurgasız ve omurgalı hayvanlar ile çeşitli bitki türleri yerleştirilmiştir. Buharlaştırma ve yoğunlaştırma neticesinde yağmurlar oluşturulmuştur.

Bu yapay ekosistem yeryüzündeki diğer ekosistemlerden tamamen izole edilmiştir.

1991 yılında 8 kişi, 2 yıl süreyle bu ekosistem içinde dışarıdan yardım almaksızın yaşamayı denedi. İki yılın sonunda dışarıdan yardım almak zorunda kaldılar. İçerisinin oksijen oranı %14'e düştü. CO<sub>2</sub> oranı ve azotoksit oranı insana zarar verecek düzeylere ulaştı. 25 omurgalı türden 19'u yok oldu. Bitkilerin tozlaşmasını sağlayan böceklerin tamamı öldü. Tesisi, istilacı türler kapladı ve sularda yosun kirliliği oluştu.

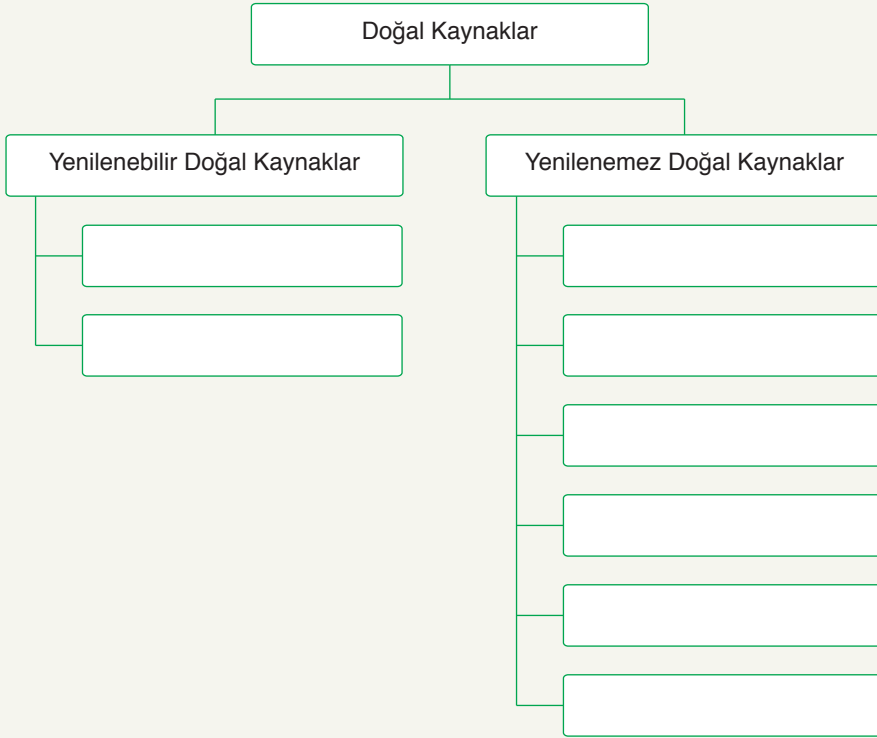
Doğadaki ekosistemlerin yapısının basit olmadığı ve sürdürülebilirliğin önemli bir unsur olduğu bu çalışma sonucunda daha iyi anlaşılmıştır. Yapay ekosistemler için daha detaylı ve planlı çalışmalar yapılmalıdır.

Bu çalışmaların bir sonucu da şudur ki biyosferin yapısı bozulursa dünyamız da yaşanmaz hâle gelir. Bu nedenle, dengeli bir ekosistem olan biyosferi korumak tüm insanlığın temel görevlerinden biridir.

*Yazar tarafından derlenmiştir.*

### 3. Bölüm Değerlendirmesi

A. Aşağıdaki şekil üzerinde bırakılan boş alanları uygun şekilde doldurunuz.



B. Aşağıda verilen ifadelerdeki boşlukları yanda verilen tanımları kullanarak tamamlayınız.

1. Ülkemizde bulunan endemik türlerin doğal olmayan yollarla yurt dışına çıkarılmasına ..... denir.
2. Türlerin ilk olarak ortaya çıktığı ve yayıldığı bölgelere ..... denir.
3. Yeryüzünün sınırlı coğrafik bölgelerinde yayılış gösteren türlere ..... denir.
4. Yeryüzünde yaşayan bütün canlı türlerine ..... denir.
5. Nadir rastlanan bitki ve hayvan türlerini koruma amaçlı kurulan birimlere ..... denir.
6. İnsanın kullanımı sonucu tükenmeyen doğal kaynaklara ..... enerji kaynakları denir.

endemik tür

gen bankası

biyokaçakçılık

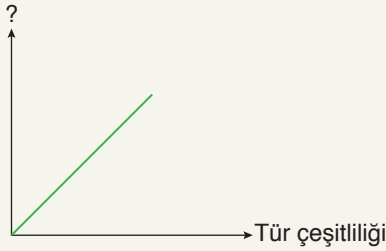
biyoçeşitlilik

gen merkezi

yenilenebilir

**C. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruların cevaplarını işaretleyiniz.**

1.



**Yukarıdaki grafikte ? yerine hangi ifade yazılmalıdır?**

- A) Biyoçeşitlilik      B) Biyokaçakçılık  
C) Avlanma              D) Toprak kirliliği  
E) Su kirliliği

2. **Canlıların yeryüzündeki dağılımını;**

- I. Besin çeşitliliği,  
II. Barınma,  
III. İklim şartlarına uyum yetenekleri

**durumlarından hangileri etkiler?**

- A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) I ve II  
D) II ve III      E) I, II ve III

3. **Aşağıdakilerden hangisi ülkemizde nesli tehlikede olan türlerden değildir?**

- A) Kelaynak kuşu  
B) Şah kartalı  
C) Kumru  
D) Akdeniz fokusu  
E) Ters lale

4. **Aynı ekosistemdeki canlıları;**

- I. İklim şartları,  
II. Besin zinciri,  
III. Toprak yapısı

**faktörlerinden hangileri doğrudan birbirine bağlar?**

- A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) Yalnız III  
D) I ve III      E) II ve III

5. **Bilinçsiz avlanma;**

- I. Yavruların ölümü,  
II. Besin zincirinin bozulması,  
III. Tür çeşitliliğinin artması

**durumlarından hangilerine neden olur?**

- A) Yalnız I      B) Yalnız III      C) I ve II  
D) II ve III      E) I, II ve III

6. I. Buğday

- II. Geyik  
III. Sülün  
IV. Serçe

**Yukarıda belirtilen türlerden hangilerinin gen merkezi Türkiye değildir?**

- A) Yalnız II      B) Yalnız IV      C) I ve III  
D) II ve IV      E) III ve IV

### 3. Ünite Değerlendirmesi

**A. Aşağıda belirtilen uygulamalardan hangileri bir insanın karbon ayak izinin küçülmesini sağlar? İşaretleyiniz.**

- a. İş yerine otomobille gitmek
- b. Geri dönüşümü kolay olan ambalajlar kullanmak
- c. Elektrik tüketimi fazla olan ev aletleri kullanmak
- ç. Ağaç dikmek
- d. Petrol ürünlerinin tüketimini artırmak
- e. Yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmak
- f. Metabolizmasının ihtiyacını karşılayacak düzeyde beslenmek
- g. Gereğinden fazla giyim eşyası satın almak

**B. Aşağıda belirtilen durumları neden oldukları kirlilik çeşidiyle eşleştiriniz.**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="text" value="1. Ötrofikasyon"/>                   | <input type="text" value="a. Gürültü kirliliği"/> |
| <input type="text" value="2. Egzoz gazı"/>                     | <input type="text" value="b. Toprak kirliliği"/>  |
| <input type="text" value="3. Demir yolları ve iş makineleri"/> | <input type="text" value="c. Nükleer kirlilik"/>  |
| <input type="text" value="4. Aşırı gübreleme"/>                | <input type="text" value="ç. Su kirliliği"/>      |
| <input type="text" value="5. Radyoaktif maddeler"/>            | <input type="text" value="d. Hava kirliliği"/>    |

**C. Çevre kirliliğinin önlenmesi için dikkat edilmesi gereken bazı durumlar aşağıda belirtilmiştir.**

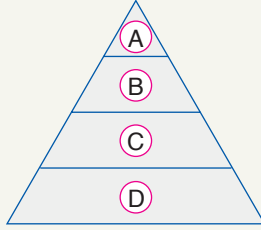
1. Ulaşımda toplu taşıma ve bisiklet kullanımı yaygınlaştırılmalı
2. Toplum bilinçlendirilmeli
3. Ormanlık alanlar artırılmalı
4. Kentleşme planlı bir şekilde yapılmalı
5. Evsel ve endüstriyel atık sular artırılarak kullanılmalı
6. Araçların egzozlarına ve fabrika bacalarına filtre takılmalı
7. Radyoaktif maddeler doğaya zarar vermeyecek şekilde yok edilmeli

**Belirtilen uygulamalar aşağıda verilen kirlilik türlerinden hangilerini önlemeye yöneliktir? Yukarıdaki maddelerin numaralarını ilgili kutucuk içine yazınız.**

a. Hava kirliliği   b. Toprak kirliliği   c. Su kirliliği   ç. Gürültü kirliliği   d. Nükleer kirlilik

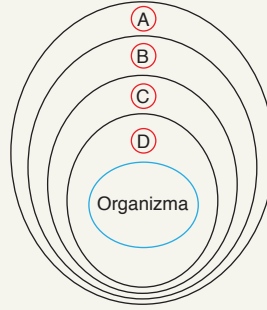
**Ç.** Aşağıda verilen canlıların besin ve enerji piramidindeki yerleri nelerdir?

1. Birincil tüketici
2. İkincil tüketici
3. Üçüncül tüketici
4. Üretici



**D.** Aşağıda verilen ekolojik terimleri şekilde verilen harfler ile eşleştiriniz.

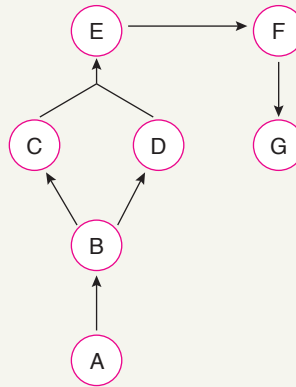
1. Komünite
2. Ekosistem
3. Biyosfer
4. Populasyon



**E.** Aşağıdaki şekilde bir besin ağının yapısı gösterilmiştir.

Şeklin yanında verilen canlıları besin ağındaki harfler ile uygun şekilde eşleştiriniz.

1. Çim
2. Kartal
3. Kurbağa
4. Çekirge
5. Örümcek
6. Yılan
7. Peygamber devesi





**F. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruların cevaplarını işaretleyiniz.**

1. I. Bir damla sudaki aynı tür terlikli hayvanların oluşturduğu topluluk  
II. Bir meşe ormanındaki canlılar  
III. Bir akarsuda bulunan göç hâlindeki somon balığı sürüsü  
IV. Bir savandaki zebra sürüsü

**Yukarıda belirtilen canlı gruplarından hangileri bir populasyondur?**

- A) I ve III  
B) II ve III  
C) II ve IV  
D) I, III ve IV  
E) I, II, III ve IV

**2. Ekosistemlerde madde ve enerji akışı;**

- I. İkincil tüketiciler,  
II. Üçüncül tüketiciler,  
III. Üreticiler,  
IV. Birincil tüketiciler

**arasındaki sıralama aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?**

- A) II – III – IV – I  
B) III – IV – I – II  
C) I – III – II – IV  
D) III – II – IV – I  
E) II – III – I – IV

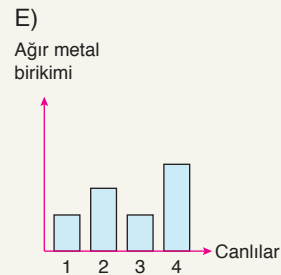
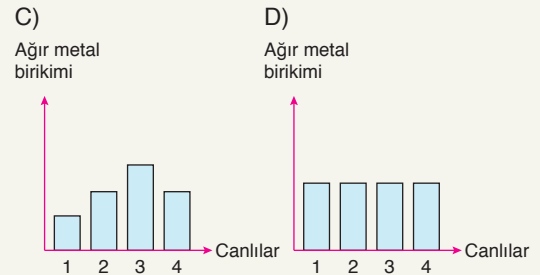
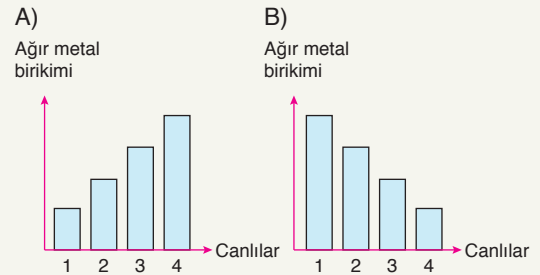
**3. Aşağıdakilerden hangisi türlerin neslinin doğrudan insanlara bağlı yok olma nedenlerinden değildir?**

- A) Ormanlık alanların azalması  
B) Aşırı avlanma  
C) Çeşitli gazların ozon tabakasına zarar vermesi  
D) Suların radyoaktif maddeler ve ağır metallerle kirletilmesi  
E) Tsunami gibi olaylarla kara ekosistemlerinin zarar görmesi

**4. Grafiklerde;**

1. Üreticiler,  
2. Birincil tüketiciler,  
3. İkincil tüketiciler,  
4. Üçüncül tüketiciler  
canlıları gösterilmektedir.

**Bu canlıların dokularındaki ağır metal birikimi hangi grafikte doğru gösterilmiştir?**



5. Işığın canlılar üzerindeki etkileriyle ilgili,
- Hayvanlarda renklenmeyi etkiler.
  - Bitkilerin tamamı çiçeklenme için 12 saatten daha uzun aydınlanma periyoduna ihtiyaç duyar.
  - Yükseklerde yaşayan canlılar zararlı ışıklardan daha fazla etkilenir.
  - Bütün ototrof canlılar inorganik bileşiklerden organik bileşik sentezleyebilmek için ışığa ihtiyaç duyar.

yargılarından hangileri yanlıştır?

- A) I ve II      B) I ve III      C) II ve III  
D) II ve IV      E) III ve IV

6. I. Bitkilerin tutunma ortamıdır.  
II. Bitkilerin inorganik bileşikleri aldıkları doğal yaşam ortamıdır.  
III. Bazı omurgasız ve omurgalı hayvan türlerinin doğal yaşam ortamıdır.

Toprak ile ilgili yukarıda verilen ifadelerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) Yalnız III  
D) II ve III      E) I, II ve III

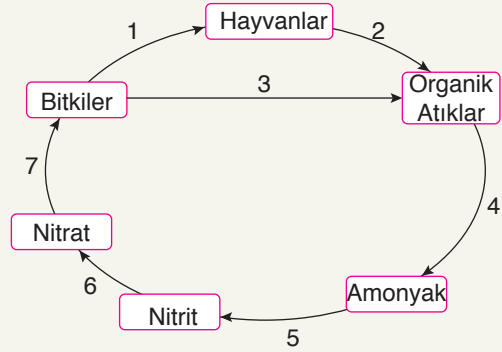
7. Aşağıdakilerden hangisi sabit ısılı canlılardandır?

- A) Yılan      B) Kanguru  
C) Köpek balığı      D) Timsah  
E) Semender

8. Aşağıdaki canlılardan hangisi bir ekosistemin besin zincirinin ikinci trofik düzeyinde yer almaz?

- A) Yaprak bitleri  
B) Dağ keçisi  
C) Zooplanktonlar  
D) Çekirge  
E) Yılan

9. Aşağıdaki şekilde azot döngüsü gösterilmiştir.



Bu şekle göre, kemosentetik canlılar hangi basamaklarda görev yapar?

- A) 1 ve 2      B) 3 ve 4  
C) 4 ve 7      D) 5 ve 6  
E) 4 ve 5

10. I. Metan gazının artması  
II. Atmosferde CO<sub>2</sub> oranının artması  
III. O<sub>2</sub> oranının artması  
IV. Su buharının artması

Yukarıda belirtilen durumlardan hangisinin gerçekleşmesi sera etkisinin artmasına neden olur?

- A) I ve II      B) I ve IV      C) II ve III  
D) I, II ve IV      E) I, II, III ve IV

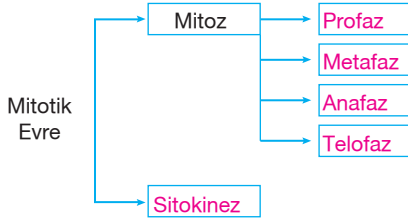
# CEVAP ANAHTARI

## 1. ÜNİTE

### Neler Öğrendik? (Sayfa 22)

1. Kardeş kromatitler, sentromer, kinetokor yapıları bulunur.
2. Kromozom sayısı genel olarak her canlıda farklı olmasına rağmen kromozom sayısı aynı olan canlılar da vardır. Kromozom sayısının gelişmişlikle bir ilgisi yoktur.
3. İnterfaz evresidir. Hücrede bulunan organellerin sayısı artar. Protein sentezi, ATP üretimi ve RNA sentezi gibi metabolik olaylar hızlanır. Hücrenin hacmi artar. DNA molekülleri kendini eşler.

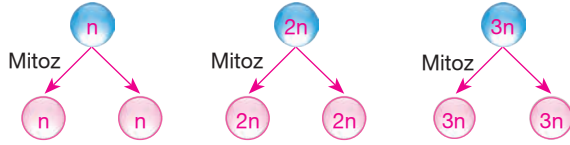
4.



5. a. 3, b. 4, c. 2, d. 1

### Neler Öğrendik? (Sayfa 30)

1.

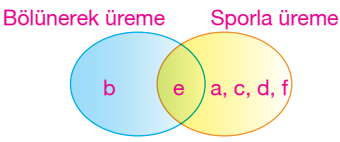


2. Şekildeki tümör kötü huyludur. Diğer doku ve organlara yayılma evresine ulaşmıştır (metastaz).

3. 1. c, 2. a, 3. d, 4. b

### Neler Öğrendik? (Sayfa 36)

1.



2. a) Sporla üreme, b) Sporla üreme, c) Bölünerek üreme, d) Bölünerek üreme, e) Bölünerek üreme, f) Sporla üreme

### Neler Öğrendik? (Sayfa 42-43)

1. 1. Bölünerek üreme, 2. Tomurcuklanma, 3. Vejetatif üreme, 4. Sporla üreme, 5. Doku kültürü, 6. Rejenerasyon, 7. Eşeysiz üreme
2. a, d, e
3. mitoz, mayoz, rejenerasyon, spor, Vejetatif
4.  $2^n=32$  formülünden  $n=5$ 'tir. Dolayısıyla toplam 5 hücre bölünmesi gerçekleşmiştir.
5. a. 1, 6; b. 3, 5; c. 2; d. 4

### 1. Bölüm Değerlendirmesi (Sayfa 45)

- A. 1. I. Metafaz, II. Anafaz III. Profaz IV. Telofaz  
2. III - I - II - IV
- B. a. I - II - III b. I - III - IV c. IV
- C. a - ç - d

Ç. a. Rejenerasyon b. Tomurcuklanma

D. a. 3 b. 4 c. 2 ç. 1

E ç - a - c - b

F. 1. E 2. D 3. A 4. B 5. E 6. B 7. A 8. D 9. C 10. E 11. B

### Neler Öğrendik? (Sayfa 59-61)

1.  2. interfaz, profaz, anafaz, anafaz II, homolog, crossing over

3. 1. a, 2. c, 3. d, 4. e, 5. b, 6. f

4. Çizimler farklılık gösterebilir.

5. a. 8, b. 32, c. 8, ç. 16

6. a. Anafaz, 2 b. Anafaz II, 4

7. a. Metafaz I, b. Anafaz II, c. Profaz I, ç. Anafaz I, d. Telofaz II

8. a, b, c, ç, e 9. a.  $2n=46$ , b. 23, c. 92, ç. Hücrenin ekvatorial düzleminde karşılıklı sıralandıkları Metafaz I evresinde en net görülür.

10. Eşey ana hücrenin kromozom sayısı  $64$ 'tür. Profaz 1 safhasında toplam 128 kromatit gözlenir.

11. Çizimler farklılık gösterebilir.

### Neler Öğrendik? (Sayfa 65)

1. A: 2, 5 B: 4 C: 1, 3, 2. 1. d, 2. b, 3. c, 4. a 3. 1. Mayoz, 2. Mayoz, 3. Döllenme, 4. Mitoz

4. a. 4; b. 5; c. 2; ç. 6; d. 3; e. 1; f. 5; g. 5; ğ. 1

### 2. Bölüm Değerlendirmesi (Sayfa 67)

A. I ve IV B. II ve III C. 1 -  $2n$  2 -  $2n$  3 -  $2n$  4 -  $2n$  5 -  $n$  6 -  $n$  7 -  $2n$

Ç.

	Eşeyli Üreme	Rejenerasyonla Üreme	Yumru gövde ile üreme	Çelikle Üreme	Sporla üreme
Çilek	+	-	-	+	-
Patates	+	-	+	-	-
Bal arısı	+	-	-	-	-
Deniz yıldızı	+	+	-	-	-
Eğrelti otu	+	-	-	-	+

D. A. 3 ve 5 B. 1 ve 4 C. 2 ve 6 E. a - b - ç

F. 4. çıkış G. 1. E 2. C 3. A 4. A 5. D 6. B 7. A 8. D 9. C 10. D 11. D

### 1. Ünite Değerlendirmesi (Sayfa 72)

A. Mitoz: 1 - 3 - 7 - 8 Mayoz: 2 - 4 - 5 - 6 - 8 B. 1 - 3 - 8

C. a. 4 b. 1. Anafaz I 2. Metafaz I 3. Anafaz II 4. Metafaz II

c. 2 - 1 - 4 - 3

Ç. Mitoz: 1 - 2 - 4 - 6 Mayoz 1: 1 - 2 - 3 - 5 Mayoz 2: 2 - 4 - 6

D. 1. b, 2. d, 3. ç, 4. c, 5. a

E. 1 - 2 - 3 - 6

F. 1. C 2. D 3. B 4. A 5. D 6. C 7. E 8. B 9. E 10. D

## 2. ÜNİTE

### Neler Öğrendik? (Sayfa 84)

1. 1/16

2. 8 çeşit gamet oluşabilir. Oluşabilecek genotipler: ABCD, ABCd, AbcD, Abcd, aBCD, aBCd, abcD, abcd

3. a) I. ABC, ABc, abC, abc II. ABC, abc III. ABC, AbC, Abc, ABc, aBC, abC, abc, ABc

b) I ve II. bireylerde bağlı genler söz konusudur. Krossing over olayının gerçekleşmediği kabul edildiğinden bu bireylerdeki genler bağımsız şekilde hareket edemezler. Dolayısıyla bu bireylerin gamet çeşidi sayıları III. bireye göre daha azdır.

### Neler Öğrendik? (Sayfa 100-101)

1. Çizimler farklılık gösterebilir.

2. 1. Aa, 2. Aa, 3. Aa, 4. Aa, 5. aa

3. 1. Aa, 2. aa, 3. Aa, 4. aa, 5. Aa

4. F: MM, MN, MN, NN olur. Dolayısıyla genotip oranı, 1:2:1'dir.

5. Fenotip çeşidi: 8, Genotip çeşidi: 27, Fenotip ayrışım oranı: 27:9:9:9:3:3:3:1

### Neler Öğrendik? (Sayfa 107-108)

1. 1. Y, 2. D, 3. Y, 4. D, 5. D, 6. D, 7. D

2. b, c

3. 1. AO, 2. AO, 3. AO, 4. BO, 5. AA

4. Anne: AO Rr, Baba: BO Rr, 1. Çocuk: OO

Rr ya da OO RR, 2. Çocuk: AB rr

5. 7 ve 8

### Neler Öğrendik? (Sayfa 112)

1. 1. Y, 2. D, 3. Y, 4. Y, 5. D 2.

	Otozom	Gonozom
Dişi	14	XX-2 adet
Erkek	14	XY-2 adet

3. Evliliklerde akrabalık derecesi arttıkça çekinik alellerin ortaya çıkma olasılığı artmaktadır.

4. Canlının eşeyini belirler. Bunun dışında vücuda ait özellikleri belirleyen ve çeşitli hastalıklara neden olan genler de eşey kromozomları üzerinde bulunabilmektedir.

### Neler Öğrendik? (Sayfa 116-117)

1. 1.  $X^rX^r$ , 2.  $X^H X^h$ , 3.  $X^h Y$ , 4.  $X^r Y$

2. IV. ailenin çocuklarının genotipleri aynıdır. Çünkü tek yumurta ikizleridir.

3. 4, 7 ve 8

4. 3. Çıkış

### Neler Öğrendik? (Sayfa 119-120)

1. a, c, ç, e, f, ğ

2. 2. Çıkış

3. 1. ç, 2. b, 3. c, 4. a

## 1. Bölüm Değerlendirmesi (Sayfa 122)

A. Çaprazlama	Fenotip Çeşidi	Genotip Çeşidi
AaBb x aaBB	2	4
AABbCc x AaBbcc	4	12
aabbcc x AaBbCc	8	8
AaBbCc x AAbbCc	4	12
AabbCc x AaBbcc	8	12

B. 1	2	3	4	5	6	7
Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Bilinemez

C. 1	2	3	4	5	6	7	8
AO	AO	AA veya AO	BO	AO	AB	BO	AO

Ç. 1. Y, 2. D, 3. Y, 4. D

D. Hastalığın Adı	X Kromozomu	Y Kromozomu
Kısmi renk körlüğü	+	-
Kulak kılılığı	-	+
Hemofili	+	-

E. 1. B 2. D 3. E 4. D 5. C 6. A 7. A 8. B 9. B 10. D

## 2. Ünite Değerlendirmesi (Sayfa 126)

A. 1. Monohibrit 2. Çok alellilik 3. Monohibrit 4. Kontrol çaprazlaması

B. 1. d 2. e 3. a 4. c 5. b

C. 1. çıkış

Ç. a.  $2n = 15$

b. Ayrılmama olayı görülmüştür. Çünkü birey üç tane X kromozomuna sahiptir.

c. Dişi

ç. Otozom sayısı = 12, Gonozom sayısı = 2

D. 1. C 2. B 3. B 4. C 5. E 6. D 7. D 8. C 9. C 10. A 11. C

## 3. ÜNİTE

**Neler Öğrendik? (Sayfa 156)**

1. Y, 2. D, 3. D, 4. D, 5. D, 6. Y, 7. Y
2. 1. b, 2. ç, 3. a, 4. c
3. Çizimler farklılık gösterebilir.

**Neler Öğrendik? (Sayfa 162)**

1. 1. d, 2. b, 3. a, 4. c
2. 1. D, 2. D, 3. D, 4. D, 5. Y, 6. Y, 7. D, 8. D, 9. D, 10. D

**1. Bölüm Değerlendirmesi (Sayfa 164)**

- A. a - c - ç - f
- B. 1. c, 2. ç, 3. b, 4. d, 5. a
- C. 1. c, 2. a, 3. b, 4. c, 5. c, 6. b, 7. a, 8. c, 9. a, 10. b, 11. c, 12. c
- Ç. 2, 3, 5 ve 6
- D. 1. ç, 2. a, 3. b, 4. c, 5. d
- E. 3. çıkış
- F. 1. E 2. C 3. E 4. B 5. D 6. C 7. E 8. C 9. D 10. C 11. A

**Neler Öğrendik? (Sayfa 190-191-192)**

1. 1: 6 numara; 2: 1,2,3 ve 5 numara; 3: 4 numara; 4: 2 numara; 5: 1,2,3 ve 5 numara; 6: 1,2,3 ve 5 numara
2. 1. c, 2. ç, 3. b, 4. d, 5. a
3. 1. Habitat; 2. Karbondioksit, sera etkisi; 3. Ozon, azotdioksit; 4. Morötesi; 5. Asit yağmurları; 6. Otobiyolojik; 7. Biyolojik birikim; 8. Organik; 9. Enerji; 10. Erozyon
4. 3. Çıkış

**2. Bölüm Değerlendirmesi (Sayfa 194)**

- A. 1. Sularda fosfor ve potasyum kirliliğinden dolayı su yosunu miktarının hızla artmasıdır.
2. Ozon tabakası, oksijen atomu (O) ile oksijen gazının (O<sub>2</sub>) birleşmesi sonucu oluşur.
3. Besinlerdeki toksik maddelerin besin zinciri yoluyla canlıların dokularında birikmesi durumudur.
4. Tarım ilaçları, evsel atıklar, endüstriyel atıklar, nükleer atıklar ve mikroorganizma faaliyetleri
5. İşitme kaybı, tansiyon artışı ve stres gürültü kirliliği sonucu oluşur.
6. Sera gazlarının atmosferde artması sonucunda atmosferin ısınması durumudur.
7. Eğitim yönünde arazinin işlenmesi ve tarımsal sulamanın hatalı yapılması erozyona neden olur.
8. Canlıların habitatlarının yok olmasına neden olabilmektedir.
9. Elektrik kaçakları, piknik alanlarında ateşin tam söndürülmemesi ve çevreye atılan yangına neden olacak türden maddeler.
10. Belirli bir alandaki tür çeşitliliğidir.

B. 1. Y, 2. D, 3. D, 4. D, 5. D, 6. D, 7. D, 8. Y, 9. D, 10. D

C. 1. B 2. C 3. A 4. C 5. D 6. D

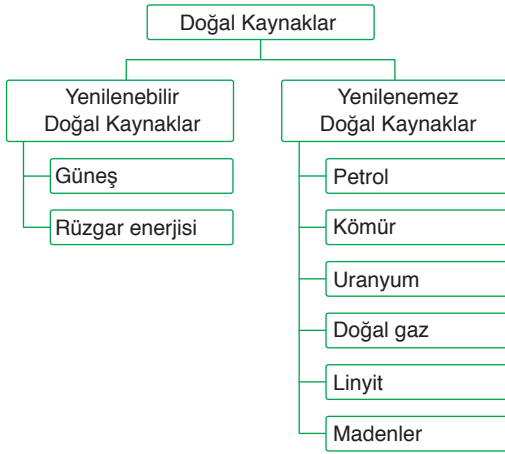
### Neler Öğrendik? (Sayfa 203)

A. 1, 2, 6, 8 ve 9

B. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

### 3. Bölüm Değerlendirmesi (Sayfa 205)

A.



B. 1. biyokaçakçılık

2. gen merkezi

3. endemik tür

4. biyoçeşitlilik

5. gen bankası

6. yenilenebilir

C. 1. A 2. E 3. C 4. B 5. C 6. B

### 3. Ünite Değerlendirmesi (Sayfa 207)

A. b - ç - e - f

B. 1. ç, 2. d, 3. a, 4. b, 5. c

C. a. 1, 2, 3, 4, 6, 7

b. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

c. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

ç. 1, 2, 6

d. 2, 7

Ç. 1. C, 2. B, 3. A, 4. D

D. 1. C, 2. B, 3. A, 4. D

E. 1. A, 2. G, 3. E, 4. B, 5. C, 6. F, 7. D

F. 1. D 2. B 3. E 4. A 5. D 6. E 7. B 8. E 9. D 10. D



# SÖZLÜK

## A

**akondroplazi:** Kalıtsal olarak ortaya çıkan cücelik durumu.

**alel:** Bir karakterin kalıtımından sorumlu gen çeşitlerinin her biri.

**alg:** Su yosunlarının genel adı.

**antijen:** Vücutta bağışıklık tepkisi oluşturan yabancı maddeler.

**antikor:** Akyuvarlarımız tarafından antijenlere karşı üretilen protein yapıdaki bağışıklık maddeleri.

**asit yağmurları:** Atmosfere verilen zehirli gazların atmosferdeki su ile tepkimeye girerek asitli bileşikler şeklinde yeryüzüne dönmesi.

**ayrılmama olayı:** Hücre bölünmesi sırasında homolog kromozomların ya da kardeş kromatitlerin birbirlerinden ayrılmayarak hücrenin aynı kutbuna gitmeleri olayı.

**ayrıştırıcılar (saprofitler):** Organik maddeleri inorganik bileşiklere dönüştüren canlılar.

## B

**bakteri:** Prokaryot yapıdaki organizma çeşitlerinden biri.

**besin ağı:** Ekosistemlerde türler arasındaki beslenme ilişkilerini gösteren karmaşık beslenme ilişkisi.

**besin zinciri:** Üreticiden tüketiciye doğru besin maddelerinin aktarıldığı yol.

**biyokütle (biyomas):** Ekosistemlerdeki canlıların toplam organik madde ağırlığı.

**biyokütle ve enerji piramidi:** Ekosistemlerdeki madde ve enerji kayıplarını gösteren grafikler.

**biyolojik birikim:** Zehirli maddelerin besin zinciri yoluyla canlıların dokularında birikmesi olayı.

**biyosfer (ekosfer):** Dünya üzerinde canlıların yaşadığı alanların tamamına verilen ad.

**biyotop:** Komünitelerin yaşamlarını sürdürdükleri coğrafi alanlar.

**bölünme:** Olgunlaşan hücrelerden yeni hücrelerin oluşması olayı.

## Ç

**çelikle üretim:** Bitkilerin dal, yaprak ve kök gibi parçalarından yeni bitkilerin üretilmesi.

**çok allellik:** Bir türde bir özellikle ilgili ikiden fazla gen çeşidinin bulunması durumu.

**çökme (aglutinasyon):** Kan grubu antijenleri ile antikorlarının bir araya gelmesi sonucunda alyuvarların birbirine yapışarak iri tanecikli yapılara dönüşmesi.

## D

**denitrifikasyon:** Bazı bakteri türleri tarafından topraktaki nitrat tuzlarının atmosferin serbest azotuna dönüştürülmesi.

**dihibrit:** Bireyin iki özellik bakımından melez olması.

**diploit:** Kromozomların iki takım hâlinde bulunması.

**DNA (deoksiribo nükleik asit):** Kalıtsal özellikleri taşıyan ve hücreyi yöneten nükleik asit çeşidi.

**doku kültürü:** Bitkilerden elde edilen parçalardan özel besi ortamlarında yeni bitkilerin üretilmesi.

**dominant gen:** Baskın olan gen.

**dormansi:** Büyüme ve gelişmenin askıya alındığı ve metabolik hızın çok düşük olduğu durgunluk hâli.

**down sendromu (mongolizm):** 21. vücut kromozomunun fazlalığı sonucu oluşan hastalık.

**dölllenme:** Sperm ve yumurtanın çekirdeklerinin birleşmesi.

## E

**ekolog:** Ekoloji bilimiyle uğraşan bilim insanı.

**ekoloji:** Canlıların birbirleriyle ve çevreleriyle olan ilişkilerini inceleyen bilim dalı.

**ekolojik niş:** Canlıların yaşadıkları ekosistemde yapmak zorunda oldukları görevleri.

**ekosistem:** Belirli bir ortamda etkileşim içerisinde bulunan canlı ve cansız öğelerin bütününe verilen ad.

**ekoton:** Komüniteler arasındaki geçiş bölgeleri.

**embriyo:** Zigotun gelişmesi sonucu oluşan canlı taslağı.

**enzim:** Biyolojik tepkimeleri katalizleyen organik katalizörler.

**epifit bitki:** Ağaçlar üzerinde onlara zarar vermeden yaşayan bitkiler.

**eş baskınlık (kodominantlık):** Bir karakter ile ilgili alel çiftleri bir araya geldiğinde her ikisinin de birlikte etkisini fenotipte göstermesi olayı.

**eşey kromozomları (gonozom):** Canlıların eşeyini belirleyen genleri taşıyan kromozomlar.

**eşeyli üreme:** Dişi ve erkek gametlerin birleşmesi şeklinde gerçekleşen üreme çeşidi.

**eşeysiz üreme:** Tek ata canlıdan yeni canlıların oluşması.

## F

**fauna:** Belirli bir alandaki hayvan çeşitliliği.

**flora:** Belirli bir alandaki bitki çeşitliliği.

**fotootroflar:** Fotosentezle besinlerini üretebilen canlılar.

## G

**gamet:** Üreme hücresi.

**gen mutasyonu:** DNA üzerindeki nükleotit sırasının veya çeşidinin değişimi ya da nükleotit kaybı.

**gen:** Kalıtsal özelliklerin kalıtımından sorumlu olan DNA parçası.

**gonad:** Eşey organlarına genel olarak verilen ad.

## H

**habitat:** Canlıların doğal olarak yaşadıkları ve üredikleri yer.

**haploit:** Tek takım halinde bulunan kromozomlar.

**hemofili:** Taşınan kanın pıhtılaşmaması sonucu oluşan kalıtsal hastalık.

**herbivor:** Otçul beslenme.

**hermafroditlik:** Bir canlıda ham dişi hem de erkek üreme sisteminin birlikte bulunması durumu.

**heterotrof beslenme:** Canlıların besinlerini dış ortamdan hazır olarak alarak beslenmesi.

**heterozigot:** Bir karakter ile ilgili alel çiftlerinin farklı olması durumu.

**hijyen:** Besin ve yaşama ortamlarında mikroorganizmaların üremesini engellemek ve temiz tutmak için yapılan çalışmalar.

**holozoik canlılar:** Besinlerini dış ortamdan katı parçacıklar hâlinde alan canlılar.

**homolog kromozom:** Anne ve babadan döllenme yoluyla bir araya gelen ve aynı özellikler üzerine etki eden genleri taşıyan kromozomlar.

**homozigot:** Bir karakter ile ilgili alel çiftlerinin aynı olması durumu.

**hücre plağı (ara plak):** Bitki hücrelerinde, hücre bölünmesi sırasında sitoplazmanın bölünebilmesi için golgi aygıtının salgı keseleri ile oluşturulan bölme.

## İ

**iklim:** Bir bölgede uzun süre devam eden atmosfer koşullarına verilen ad.

**inorganik madde:** Canlılar tarafından üretilmeyen ve genellikle karbon atomu taşımayan maddeler.

**interfaz:** Hücrenin, hayat devri içerisinde, bölünme öncesinde büyüme ve bölünme amacıyla hazırlıklar yaptığı dönem.

**istilacı tür:** Ekosistemlerde değişen çevre şartlarına bağlı olarak sayıları hızla artan ve besin ağına zarar veren türler.

## K

**kallus:** Doku farklılaşması olmadan oluşan hücre yığınlar.

**kanser:** Hücrelerin DNA'sının hasar görmesi nedeniyle hücrelerin kontrolsüz bir şekilde büyümesi ve çoğalması.

**kardeş kromatit:** DNA'nın kendini eşlemesi sonucunda oluşan ve genetik yapıları birbirinin aynısı olan kromozomların üzerinde iki adet bükülmüş iplik şeklinde bulunan yapı.

**karnivor:** Etçil beslenme türü.

**karyotip:** Bir hücrenin kromozomlarının çekilen mikroskopik fotoğrafları kullanılarak homolog kromozomların yan yana dizilmesiyle oluşturulan şekil.

**kas distrofisi:** Distrofin adı verilen bir proteinin kalıtsal olarak üretilmemesi sonucunda kasların zayıflaması şeklinde kendini gösteren kalıtsal bir hastalık çeşidi.

**kemoototroflar:** Kemosentezle besinlerini üretebilen canlılar.

**kısmi renk körlüğü (daltonizm):** Kırmızı ve yeşili algılayan reseptörlerin kalıtsal eksikliğine bağlı olan ve bu renklerin birbirine karıştırılmasına neden olan hastalık.

**kilit taşı tür:** Besin ağlarında bulunan ve ekosistemin tümünün üzerinde etkili olan türler.

**kinetokor:** Sentrozom üzerinde bulunan, hücre bölünmesi sırasında iğ ipliklerinin tutunduğu protein yapıdaki özel bölgeler.

**kiyazma:** Tetrat yapısındaki kromozomların temas noktaları.

**komünite:** Sınırları belirli bir alanda birbirleri ile etkileşim halinde bulunan canlıların tümüne verilen ad.

**kontrol çaprazlaması:** Bir canlının sahip olduğu baskın bir özelliğin genotipinin araştırılması amacıyla yapılan çaprazlama.

**kök hücre:** Birçok dokuda bulunan farklı doku hücrelerine dönüşebilme yeteneği olan hücreler.

**kromatin:** Çekirdek içerisine dağılmış halde bulunan kalıtım materyal.

**kromozom:** Protein ve DNA'dan oluşan kalıtsal yapıların genel adı.

**krossing over:** Homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitleri arasında gerçekleşen parça değişimi olayı.

## L

**liken:** Mantarlar ile su yosunlarının oluşturduğu yaşama birliği.

## M

**madde döngüsü:** Maddelerin ekosistemdeki döngüleri.

**melezleme:** Genotipleri farklı olan bireylerin çaprazlanmasına verilen ad.

**metabolizma:** Canlılardaki hayatsal olayların bütününe verilen ad.

**mikrotübül:** Hücrelerin ve hücre içindeki organellerin yer değiştirmesinde, mitoz sırasında kromozomların ayrılmasında görev alan protein yapılar.

**mitokondri:** Hücrede oksijenli solunumla ATP üreten organel çeşidi.

**monohibrit:** Bireyin tek özellik bakımından melez olması durumu.

**mutagen:** Mutasyonlara neden olan etmenler.

**mutasyon:** Çeşitli etkenler ile kalıtsal yapının bozulması.

## N

**nitrifikasyon:** Kemosentetik canlılar tarafından topraktaki amonyağın nitrata dönüştürülmesi olayı.

**nükleik asit:** DNA ve RNA moleküllerinin genel adı.

## O-Ö

**omnivor:** Hem otçul hem etçil beslenme.

**ototrof:** Bazı canlıların fotosentez ya da kemosentezle kendi besinini kendisinin üretebilmesi olayı.

**ökaryot hücre:** Hücre çekirdeği ve zarlı organelleri olan hücre çeşitleri.

## P

- parazitlik:** Ortaklardan birinin fayda, diğzerinin ise zarar gördüğü ortak yaşam şekli.
- partenogenez:** Döllenenmemiş yumurta hücresinden yeni bir canlının oluşması durumu.
- pigment:** Doku ve organlara renk veren moleküller.
- populasyon:** Sınırları belli bir alanda, bir arada yaşayan aynı tür canlıların oluşturduğu topluluk.
- prokaryot hücre:** Zarlı organelleri ve hücre çekirdeği olmayan hücre tipi.
- protein:** Yapıtaşı aminoasitlerden oluşan ve DNA'nın kontrolünde vücudumuzda üretilen organik bileşikler.

## R

- rejenerasyonla üreme:** Canlıların vücudundan kopan parçalardan yeni canlıların oluşması olayı.
- rekombinant DNA:** Genetiği değiştirilmiş DNA molekülü.
- rekombinasyon:** Çeşitli nedenlerle canlılarda genetik çeşitliliğin oluşması durumu.
- resesif gen:** Çekinik olan gen.

## S

- sentriol:** Sentrozomun yapısında bulunan dairesel bir hat üzerinde yan yana dizili üçlü mikrotübül yapılar.
- sentromer:** Kromozom kollarının birleştiği bölge.
- sentrozom:** Hayvan hücrelerinde bölünme sırasında iç ipliklerini oluşturan hücre organeli.
- sera etkisi:** Atmosferde karbondioksit, metan gazı ve su buharının artışı sonucu güneş ışınlarının daha fazla tutulmasına bağlı olarak atmosferin ısınması olayı.
- sıcakkanlı canlılar:** Vücut ısısını sabit tutabilen canlılar.
- sinapsis:** Mayozda homolog kromozomların oluşturduğu sarmal yapı.
- sitokinez:** Hücre bölünmesi sırasında sitoplazmanın bölünmesi olayı.
- soğukkanlı canlılar:** Çevrenin sıcaklık değişimlerine karşı vücut ısısını sabit tutamayan canlılar.

## T

- tam çiçek (erselik):** Erkek ve dişi organların ikisini birden taşıyan çiçeğe verilen ad.
- tetrat:** Mayozun profaz 1 evresinde homolog kromozomların ve kardeş olmayan kromatitlerin oluşturduğu dörtlü yapıya verilen ad.
- toksin:** Zehirli maddelere verilen ad.
- tolerans aralığı:** Çevresel faktörler ile ilgili olarak, her organizmanın yaşamını sürdürdüğü ve duyarlı olduğu alt ve üst sınırlar.
- tomurcuklanma:** Bir canlının vücudundan oluşan çıkıntılarının gelişmesi sonucu yeni bireylerin oluşması.
- tozlaşma:** Çiçekli bitkilerde çeşitli yollarla çiçek tozlarının dişi organın tepeciğine taşınması.
- trofik düzey:** Canlılar arasındaki beslenme ilişkilerini gösteren beslenme basamaklarının her birine verilen ad.
- tüketiciler:** Besinlerini üretemeyerek dış ortamdan hazır alan canlılar.
- tür:** Ortak bir atadan gelen, yapı ve işleyiş açısından benzer organlara sahip olan, aralarında gen alışverişi yapabilen, kısır olmayan ve nesiller üretebilen canlılar.

## U-Ü

- üreme:** Canlıların nesillerini devam ettirebilmesi amacıyla çoğalmaları.
- üreticiler:** Fotosentez ya da kemosentezle kendi besinlerini üretebilen canlılar.

## V

- varyasyon:** Canlılarda görülen kalıtsal çeşitlilik.
- vücut kromozomları (otozom):** Eşey kromozomlarının dışında kalan ve vücut özelliklerini belirleyen genleri taşıyan kromozomlar.

## Y

- yağış:** Atmosferdeki su buharının çeşitli nedenler ile yoğunlaşarak yeryüzüne düşmesi olayı.

## Z

- zigot:** Sperm ve yumurtanın birleşmesi sonucu oluşan diploid hücre ya da döllenmiş yumurta hücresi.

# KAYNAKÇA

- Aktümsek, A., Ünsal, S., Kalyoncu, L. (2005). *Genel zooloji*. İkinci Baskı. Ankara: Nobel Yayınevi.
- Balim, A.G., Yenice, N., Oluk, S, (Ed.) Kesercioğlu, T. (2003). *Canlılar bilimi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Barnard, C. (2004). *Animal behavior*. 1.Baskı. Ankara: Bıçaklar Kitabevi.
- Bozcuk, S. (1998). *Genel botanik*. Üçüncü Baskı. Ankara: Hatipoğlu Yayıncılık.
- Brönmark, C. Hansson, L.A. (2005). *The biology of lakes and ponds*. Second Edition. New York, USA: Oxford University Press.
- Bush, M.B. (2003). *Ecology of a changing planet*. New Jersey: Prentice Hall.
- Campbell, N.A., Reece, J.B. (2006). *Biology*. (E. Gündüz, A. Demirsoy, İ. Türkan, Çev.) Ankara: Palme Yayıncılık.
- Çakıroğlu, D. ve Meral, Y. (2006). *Etholoji (Hayvan davranışları)*. Malatya: Medipress Matbaacılık ve Yayıncılık Ltd. Şti.
- Demirsoy, A. (2005). *Yaşamın temel kuralları*, Cilt-II/Kısım I. Dokuzuncu Baskı. Ankara: Meteksan A.Ş.
- Demirsoy, A. (2005). *Yaşamın temel kuralları*, Cilt I/Kısım I. Dokuzuncu Baskı. Ankara: Meteksan A.Ş.
- Demirsoy, A. (2005). *Yaşamın temel kuralları*, Cilt I/Kısım II. Dokuzuncu Baskı. Ankara: Meteksan A.Ş.
- Dolphin, W.D. (2008). *Biological investigations. form, function, diversity and process*. Eighth Edition. New York, USA: McGraw-Hill.
- Dugatkin, L.A. (2004). *Principles of animal behavior*. 1.Baskı. Ankara: Bıçaklar Kitabevi.
- Elçin, E.A., Erkoç, F., Atik A.D., Selvi, M., Sarıkaya, R., Öztekin M. (2010). *Biyoloji laboratuvarının temelleri*. Ankara: Palme Yayıncılık.
- Elçin, E.A., Erkoç, F., Sarıkaya, R., Selvi, M., Atik A.D., Öztekin M. (2010). *Molekülden hücreye, dokudan fizyolojiye biyoloji deneyleri*. Ankara: Palme Yayıncılık.
- Erkoçak, A. (1980). *Genel histoloji*, Ankara: Ankara Üniversitesi Yayınları.
- Graham, L.E., Graham, J.M., Wilcox, L.W., Çeviri Editörü: Kani Işık. (2004). *Bitki biyolojisi*. Ankara: Palme Yayınları .
- Gunstream, S.E., (2005). *Explorations in basic biology*, Tenth Edition, Pearson Prentice Hall. New Jersey, USA: Upper Saddle River.
- Guyton, A. C., Hall, J. E. (2006). *Tıbbi fizyoloji*. 11. Basım. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri.
- Gülmezoğlu, E., Ergüven, S. (1994). *İmmünoloji*. Ankara: Hacettepe Taş Kitapçılık Ltd. Şti.
- Kılıçtırgay, K. (1994). *İmmünolojiye giriş*. 3. Baskı. Bursa: Güneş ve Nobel Tıp Kitabevleri.
- Jones, M., Jones, G. (2002). *Biyoloji*. (G. Gündüz, L. B. Süzen, Çev.) Birol Yayıncılık.
- Timberlake, Karen C. (2013). *Chemistry an introduction to general, organic and biological chemistry* Twelfth USA: Edition Pearson.
- Karol, S. (1988). *Hücre biyolojisi*. İkinci Baskı. Ankara: Evren Ofset A.Ş.
- A., Ireland, Kathleen Ph.D. (2010). *Visualizing human biology*, Third Edition. USA.
- Katrançı, N. (2012). Türkiye’de kan bağıışı durumu ve kan bağıış devamlılığını etkileyen faktörler. *Firat Sağlık Hizmetleri Dergisi*. Cilt:7, (Sayı:21), 53-63.
- Keeton, W.T., Gould, J.L. (1999). *Genel biyoloji*. Cilt I. Beşinci Baskı. (A. Demirsoy, İ. Türkan, Çev.) Ankara: Palme Yayıncılık.
- Keeton, W.T., Gould, J.L. (1999). *Genel biyoloji*. Cilt II. Beşinci Baskı. (A. Demirsoy, İ. Türkan, Çev.) Ankara: Palme Yayıncılık.

- Kızıroğlu, İ., (2008). *Genel biyoloji*, 6. Baskı, Ankara: Okutman Yayıncılık.
- Köksal, N., İncesu, M., Teke, A. (2014). Led aydınlatma sisteminin domates bitkisinin gelişimi üzerine etkileri, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 7 (1), 53-57. ISSN: 1308-3945, E-ISSN: 1308-027X,
- Krogh, D. (2005). *A guide to the natural world*. Third Edition, New Jersey, USA: Pearson.
- Leeson., T., Leeson, R., Raparo, A. (1988). *Text and Atlas of histology*. Philadelphia, USA: W.B. Saunders Co.
- Mader, S.S. (1996). *Biology*. Ninth Edition. Boston, Massachusetts, USA: Wcb McGraw-Hill Publication.
- Mader, S.S. (2003). *Inquiry into life*. Tenth Edition. Boston, Massachusetts, USA: Wcb McGraw-Hill Publication.
- Mix, M.C., Farber, P., King, K.I. (1996). *Biology. The Network of Life*. Second Edition. New York, USA: HarperCollins College Publishers.
- Noyan, A. (2008). *Yaşamda ve hekimlikte fizyoloj*. On Yedinci Baskı. Ankara: Meteksan A.Ş.
- Odum, E. P., Barret, G.W. (2008). *Ekolojinin temel İlkeleri*. (K. Işık Çev.) Ankara: Palme Yayıncılık.
- Pandey, S.N., Sinha, B.K. (2009). *Plant physiology*. Fifth Edition. VIKAS Publishing House PVT Ltd.
- Ross, M.H. (1983). *Histology. A text and Atlas*. Harper and Row Publ. USA: C.B. Lippincott Co.
- Sadava, D., Heller, H.C., Orians, G.H., Purves, W.K., Hillis, D.M. (2009). *Life the science of biology*. USA: The Courier Companies, Inc.
- Sadava, D., Hillis, D.M., Heller, H.C., Berenbaum M.R. (2011). *Life, the science of biology*. Ninth Edition. USA: The Courier Companies, Inc.
- Scott, G. (2005). *Essential animal behavior*. 1.Baskı. Ankara: Bıçaklar Kitabevi.
- Solomon, E. P. (2000). *İnsan anatomisine ve fizyolojisine giri* . (L. B. Suzen. Çev.) İstanbul: Birol Yayıncılık.
- Starr, C., Taggart, R. (1992). *Biology. The unity and diversity of life*. Sixth Edition. California, USA: Wadsworth Publishing Company.
- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2018). *Ortaöğretim biyoloji dersi (9,10, 11 ve 12. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: MEB.
- Tanyolaç, J. Tanyolaç, T. (2000). *Genel zooloji*. Altıncı Baskı. Ankara: Hatipoğlu Yayınevi.
- Tatlı, A. (1998). *Genel biyoloji (botanik)*. Kütahya: Etam Matbaası.
- Tekelioğlu, M. (1989). *Genel tıp histolojisi*. İstanbul: Beta Basın Yayın Dağıtım.
- Terzioğlu, M. Çakar, L., Yiğit, G.(1995). *Fizyoloji pratik kitabı*. İstanbul Üniversitesi. İstanbul: Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları.
- Tezcan, A., Atılgan, A., Öz, H. (2011). Seralarda karbondioksit düzeyi, karbondioksit gübrelemesi ve olası etkileri, *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 6 (1): 44-51, ISSN 1304-99847.
- Türk Dil Kurumu Yayınları. (2011). *Türkçe Sözlük*. Ankara.
- Türk Dil Kurumu Yayınları. (2012). *Yazım Kılavuzu*. Ankara.
- Uyanık, M., Rezaeieh, K.A.P., Delen, Y., Gürbüz, B. (2011). Baklagillerde bakteri aşılması ve azot fiksasyonu, *Ziraat Mühendisliği Temmuz-Aralık*, I. Sayı: 357.
- Yakar-Tan, N. ve Bilge, E. (1979). *Genel botanik*. II. Baskı. İstanbul: İ. Ü. Yayınları No. 2668, Fen Fakültesi Yayınları No. 150, Fen Fakültesi Basımevi.
- Yel, M., Bahçeci, Z., Yılmaz, M. (2008). *Genel biyoloji*. Ankara: Gündüz Eğitim ve Yayıncılık.

# GÖRSEL KAYNAKÇA

## Görsel Kaynakça

Yayınevimize ait görseller, (Sayfalar: 16, 17, 18, 20, 21, 23, 24, 25, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 42, 45, 46, 47, 51, 53, 54, 55, 57, 59, 60, 61, 63, 65, 68, 71, 72, 74, 75, 80, 81, 82, 86, 87, 88, 89, 92, 100, 102, 104, 109, 110, 111, 113, 114, 117, 118, 119, 121, 136, 137, 139, 142, 144, 145, 146, 147, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 157, 158, 159, 161, 162, 166, 167, 171, 174, 178, 184, 187, 189, 197, 199, 201, 204, 206, 208, 209, 210)

Aşağıda verilen görseller ücreti ödenerek satın alınmıştır. Görseller 01.01.2018 - 13.06.2018 tarihleri arasında indirilmiştir.

shutterstock_287860979	S.11	shutterstock_597117275	S.49
shutterstock_631623437	S.12-13	shutterstock_790772746	S.50
shutterstock_645055357	S.14	shutterstock_403007200	S.50
shutterstock_700247758	S.15	shutterstock_89107960	S.50
shutterstock_703823635	S.15	shutterstock_131153162	S.50
shutterstock_394325878	S.15	shutterstock_92680222	S.62
shutterstock_172528940	S.18	shutterstock_245087494	S.62
shutterstock_107638217	S.20	shutterstock_93931171	S.62
shutterstock_637278541	S.20	shutterstock_8195944	S.62
shutterstock_263417474	S.24	shutterstock_1008020167	S.63
shutterstock_734649913	S.27	shutterstock_124157197	S.63
shutterstock_104297498	S.31	shutterstock_191586743	S.63
shutterstock_111375215	S.31	shutterstock_278188052	S.64
shutterstock_1428816881	S.31	shutterstock_93554776	S.66
shutterstock_1246515706	S.31	shutterstock_381047818	S.76-77
shutterstock_439841530	S.35	shutterstock_99888455	S.78
shutterstock_704475697	S.36	shutterstock_105128015	S.79
shutterstock_114014896	S.36	shutterstock_147469883	S.79
shutterstock_594965123	S.37	shutterstock_113447770	S.80
shutterstock_92793046	S.37	shutterstock_114645268	S.85
shutterstock_1031886286	S.37	shutterstock_64567003	S.90
shutterstock_146377145	S.38	shutterstock_8164222	S.90
shutterstock_10279729	S.38	shutterstock_91231886	S.103
shutterstock_83800627	S.38	shutterstock_31522219	S.103
shutterstock_504351007	S.39	shutterstock_35714266	S.103
shutterstock_110428121	S.39	shutterstock_100524721	S.103
shutterstock_157316495	S.39	shutterstock_444140689	S.109
shutterstock_112487300	S.39	shutterstock_98549798	S.109
shutterstock_211827301	S.40	shutterstock_101764360	S.118
shutterstock_57963031	S.41	shutterstock_263417474	S.118
shutterstock_174671840	S.41	shutterstock_51058719	S.130-131
shutterstock_155422796	S.41	shutterstock_384917335	S.132
shutterstock_93554785	S.41	shutterstock_497256646	S.133
shutterstock_491365303	S.41	shutterstock_157410674	S.134
shutterstock_141166978	S.44		
shutterstock_142027066	S.44		

shutterstock_11435107	S.134	shutterstock_181991501	S.163
shutterstock_160714511	S.134	shutterstock_137746490	S.163
shutterstock_60701053	S.134	shutterstock_274981748	S.168
shutterstock_220097242	S.135	shutterstock_128729727	S.169
shutterstock_86684086	S.135	shutterstock_64108663	S.169
shutterstock_190444823	S.135	shutterstock_245396962	S.169
shutterstock_160625969	S.135	shutterstock_269814365	S.169
shutterstock_117845446	S.136	shutterstock_309247196	S.169
shutterstock_83136436	S.136	shutterstock_656066002	S.170
shutterstock_69095194	S.138	shutterstock_91110830	S.170
shutterstock_103566155	S.139	shutterstock_637946995	S.171
shutterstock_146036258	S.139	shutterstock_332492798	S.172
shutterstock_149722232	S.140	shutterstock_698017582	S.173
shutterstock_61219825	S.140	shutterstock_466140092	S.174
shutterstock_55223521	S.140	shutterstock_389448049	S.175
shutterstock_131886701	S.141	shutterstock_3861629650	S.175
shutterstock_562397380	S.141	shutterstock_108889825	S.176
shutterstock_207659962	S.141	shutterstock_149012681	S.176
shutterstock_123934744	S.143	shutterstock_294264227	S.177
shutterstock_97438808	S.143	shutterstock_371631694	S.177
shutterstock_88331992	S.143	shutterstock_727812223	S.177
shutterstock_140386330	S.143	shutterstock_275184119	S.178
shutterstock_656066002	S.143	shutterstock_76486237	S.179
shutterstock_19357475	S.144	shutterstock_102501305	S.179
shutterstock_71667802	S.145	shutterstock_385561075	S.180
shutterstock_167453798	S.145	shutterstock_453157585	S.180
shutterstock_318885746	S.146	shutterstock_74096935	S.181
shutterstock_704269702	S.146	shutterstock_486745303	S.181
shutterstock_185840132	S.147	shutterstock_145531087	S.182
shutterstock_236202799	S.147	shutterstock_328261199	S.182
shutterstock_126856184	S.147	shutterstock_562792219	S.183
shutterstock_37410985	S.147	shutterstock_543198079	S.183
shutterstock_188954384	S.148	shutterstock_603816626	S.184
shutterstock_141399019	S.148	shutterstock_743476903	S.184
shutterstock_39705217	S.148	shutterstock_444288223	S.186
shutterstock_643712140	S.148	( <a href="https://www.footprintnetwork.org/content/images/article_uploads/Turkey_Ecological_Footprint_Report_Turkish.pdf">https://www.footprintnetwork.org/content/images/article_uploads/Turkey_Ecological_Footprint_Report_Turkish.pdf</a> )	S.187 08.06.2018
shutterstock_178974851	S.149	shutterstock_498412630	S.188
shutterstock_92161054	S.149	shutterstock_653068420	S.188
shutterstock_217507660	S.149	shutterstock_662370217	S.193
shutterstock_226773502	S.150	shutterstock_78549871	S.193
shutterstock_606997652	S.151	shutterstock_640401880	S.193
shutterstock_555551179	S.151	shutterstock_604290230	S.196
shutterstock_513993703	S.151	shutterstock_	S.197
shutterstock_1015666672	S.151	shutterstock_242867704	S.197
shutterstock_240928690	S.154	shutterstock_225149986	S.198
shutterstock_181359221	S.154	shutterstock_240181843	S.198
shutterstock_420197731	S.155	shutterstock_295429769	S.198
shutterstock_226073734	S.158	shutterstock_186121226	S.198
shutterstock_773326039	S.158	shutterstock_48710476	S.199
shutterstock_637946995	S.158	shutterstock_658715089	S.200
shutterstock_797737999	S.160	shutterstock_535401367	S.200
shutterstock_158391962	S.160	shutterstock_558725587	S.200
shutterstock_163296623	S.160	shutterstock_145084033	S.200
shutterstock_126781457	S.161	shutterstock_119300605	S.202
shutterstock_114242483	S.161	shutterstock_367106927	S.202
shutterstock_145927625	S.161		