

Ortaöğretim

# BİYOLOJİ

## 11

YAZARLAR

Davut SAĞDIÇ  
Osman ALBAYRAK  
Emine ÖZTÜRK  
Şermin CAVAK



DEVLET KİTAPLARI  
ÜÇÜNCÜ BASKI

....., 2012

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI ..... : 4854  
DERS KİTAPLARI DİZİSİ ..... : 1438

12.?.Y.0002.3993

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Kitabın metin, soru ve şekilleri  
kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayınlanamaz.

Editör	: Doç. Dr. Semra İLHAN
Dil Uzmanı	: Cemile KARALAR
Program Geliştirme Uzmanı	: Zeki YILDIRIM
Ölçme Değerlendirme Uzmanı	: Gülseren TOPUZ
Rehberlik ve Psikolojik Danışma Uzmanı	: Ender ATAMER
Görsel Tasarım	: Nevrez AKIN

**ISBN 978-975-11-3383-0**

Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulunun 10.02.2010 gün ve 10 sayılı kararı ile ders kitabı olarak kabul edilmiş, Destek Hizmetleri Genel Müdürlüğünün 19.03.2012 gün ve 3398 sayılı yazısı ile üçüncü defa 296.107 adet basılmıştır.



## 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 fedâ?  
Şühedâ fışkıracak toprağı sıksan, şühedâ!  
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,  
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüdâ.

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

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,  
Her cerâhamdan, İlâhi, boşanıp kanlı yaşım,  
Fışkırır ruh-ı mücerred 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 hürriyet;  
Hakkıdır, Hakk'a tapan, milletimin istiklâl!

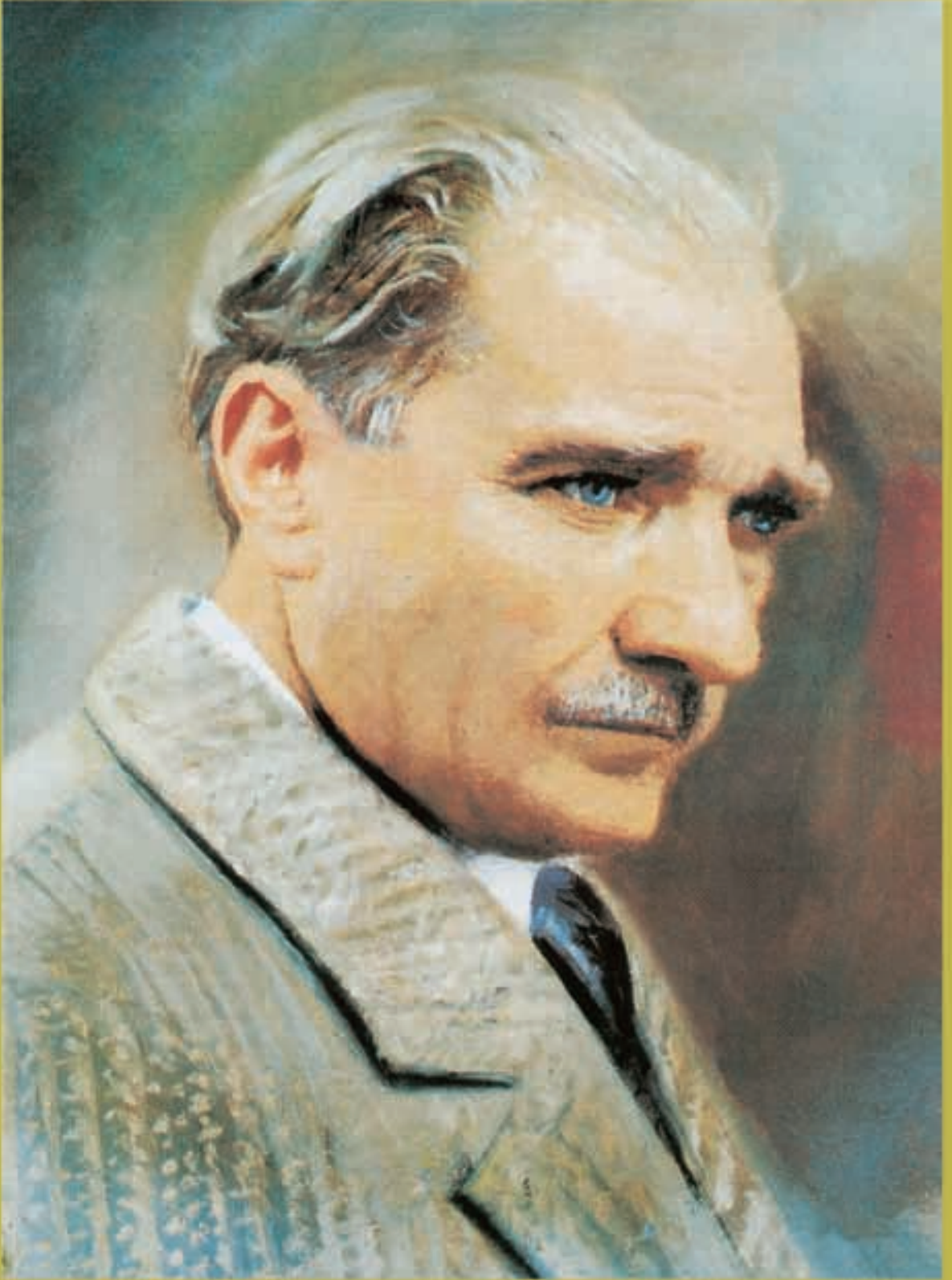
Mehmet Âkif ERSOY

## ATATÜRK'ÜN GENÇLİĞE HİTABESİ

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, dahilî ve haricî, 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 nâmüsait 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 dahilinde, iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlilerin 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 asîl kanda, mevcuttur!



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK



Sevgili Öğrenciler,

Yaşamınız boyunca gezegenimizin ekolojik ve sosyal bütünlüğünü etkileyecek kararlar vereceksiniz. Hayatınızın her aşamasında edindiğiniz birikimler sağlam bir bilimsel görüş elde etmenize yardımcı olacaktır.

Bilim ve teknolojiadaki hızlı ilerleme, bilgilerimize her gün yeni bilgiler katmaktadır. Biyoloji dersinin amaçlarından biri de değişen teknolojiyi doğru algılamamızı sağlamaktır. Ancak unutulmaması gereken; bilim, insanlığın hizmetinde olduğu ve ekolojik dengeyi bozmadığı sürece anlamlı bir değer kazanır.

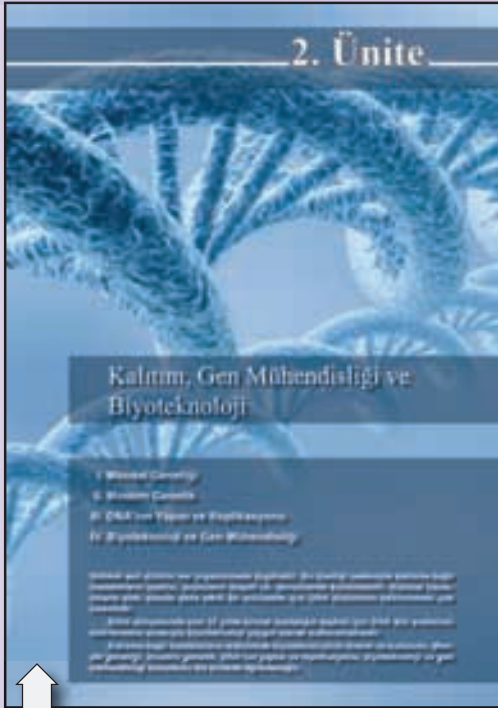
Öğrenim yılı içerisinde; bitki biyolojisi, kalıtım, gen mühendisliği ve biyoteknoloji, komünite ve popülasyon ekolojisi gibi konuları inceleyerek öğreneceksiniz. Kitapta sunulan konuların önemini vurgulamak ve sizlerin ilgisini çekmek için her bölümün başına o bölümde işlenecek konularla ilgili tanıtıcı bir giriş öyküsü ve öyküye uygun bölüm kapak resmi verilmiştir. Ayrıca bazı bölümlerde, insanların temel biyolojik bilgileri nasıl uyguladığını anlatan okuma metinleri yer almaktadır.

Ünite kazanımlarında, ünite değerlendirme sorularında biyoloji okur-yazarlığının gerekliliği gözetilmiş, sizlerin biyoloji okur-yazar bireyler olarak yetişmenizi sağlamak için özen gösterilmiştir.

Bu kitabın sizlere doğayı sevme ve koruma bilincini kazandıracağını tahmin ediyor, başarılar diliyoruz.

Yazarlar

# Kitabımızı Tanıyalım



Ünitenin adı ve numarası, üniteye yer alacak konularla ilgili fotoğraf ve açıklamalar bu bölümde yer almaktadır.

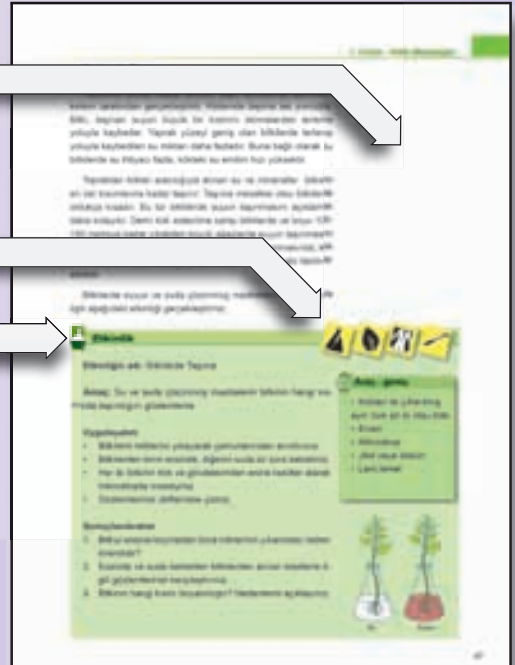


Bu bölümde konuların içeriğine dikkat çekecek fotoğraflar, bölüm başlığı ve bölüm içindeki konular bulunmaktadır.

Sayfa kenarlarında ki boş alanlar gerektiğinde not almanız için bırakılmıştır.

Çalışmanız sırasında dikkat edilmesi gereken noktalar güvenlik sembolleriyle belirtilmiştir. Güvenlik sembollerinin anlamı kitabınızın girişinde yer almaktadır.

Öğrenmekte olduğunuz konuyla ilgili gruplar hâlinde veya bireysel olarak yapabileceğiniz deney, poster, proje, sunum, model oluşturma gibi yöntem ve tekniklerle hazırlayacağınız çalışmalar bu bölümde yer almaktadır.

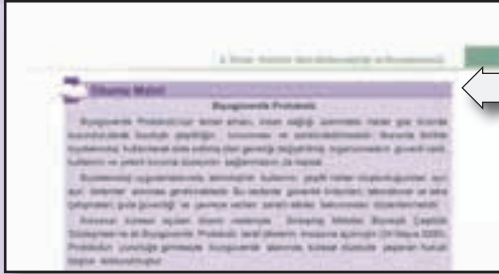




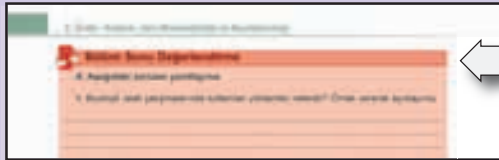
Öğrenmekte olduğunuz konuyu destekler nitelikte, dikkatinizi çekecek bilgiler bu başlık altında kısa ve öz olarak verilmiştir.



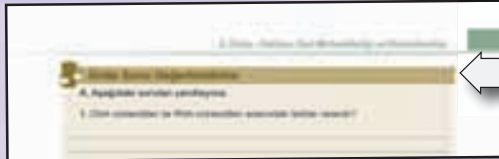
Bu bölümde konu ile ilgili bilgilerinizi derinleştirmek amacıyla daha çok sınıfta sunuma yönelik olarak hazırlayacağınız araştırma çalışmaları bulunmaktadır.



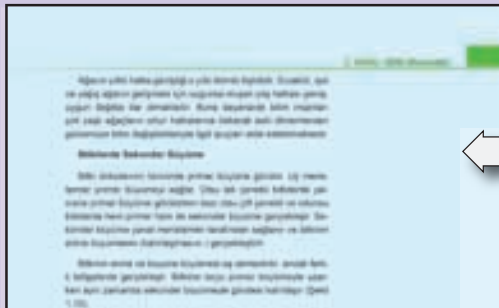
Konularla ilgili kısa, özlü, ilgi çekici bilgiler bu başlık altında verilmiştir.



Konuyu destekleyen bilgiler, olaylar, anılar, makaleler ve bilimsel çalışmalar bu bölümde bulunmaktadır.















Bölüm ve ünite sonlarında, işlenen konu ile ilgili edindiğiniz bilgi-becerileri değerlendirme amacıyla hazırlanmış soruların bulunduğu bir bölüm yer almaktadır.



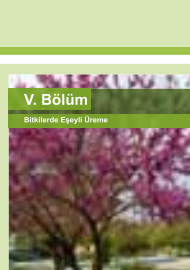
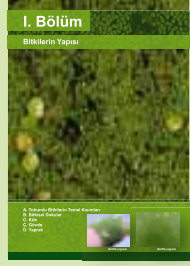
11. sınıflarda haftada 4 saat biyoloji dersi işleyen öğrenciler kitabın tamamından sorumludur. Haftada 2 saat biyoloji dersi işleyen öğrenciler ise maviyle renklendirilmiş sayfalardan sorumlu değildir.

## Güvenlik Sembolleri

Ders yılı boyunca biyoloji laboratuvarında çeşitli etkinlikler yapacaksınız. Bu etkinlikler sırasında güvenliğinizi için bazı kurallara uymanız gerekir. Laboratuvar uygulamalarında karşılaşılacak tehlikelerden korunmak için uyarı amacıyla güvenlik sembolleri kullanılır. Bu sembollerin anlamı aşağıda açıklanmıştır.

 <b>Elbise Güvenliği</b> Elbiseniz lekelenabilir ya da yanabilir.	 <b>Biyolojik Tehlike</b> Bakteri, bir hücreli canlı ve mantarların neden olabileceği hastalıklara karşı dikkatli olunmalıdır.
 <b>Kırılabilir Cam Uyarısı</b> Cam malzemeler kırılabilir.	 <b>Isı Güvenliği</b> Sıcak cisimlerle doğrudan temas edilmemelidir.
 <b>Kesici Cisimler Güvenliği</b> Kesici ve delici cisimler tehlikeli olabilir. Bu cisimler kullanılırken dikkatli olunmalıdır.	 <b>Kimyasal Madde Güvenliği</b> Yakıcı veya zehirleyici kimyasal maddeler vücudunuza zarar verebilir.
 <b>Elektrik Güvenliği</b> Elektrikli aletler kullanılırken dikkatli olunmalıdır.	 <b>Bitki Güvenliği</b> Bitkilerle çalışırken öğretmeninizin uyarısını dikkate alınız. Alerjiniz var ise öğretmeninizi bilgilendiriniz. Zehirli ve dikenli olan bitkilere dokunmayınız.
 <b>Yangın Güvenliği</b> Yangın ya da patlama tehlikesi olabilir.	 <b>Hayvan Güvenliği</b> Etkinlik bittiğinde ellerinizi yıkayınız. Canlı hayvanlarla yapılan çalışmalarda hayvanın güvenliğini sağlamalı, kendi sağlığını korumalısınız.
 <b>Patlama(infilak) Güvenliği</b> Kimyasal madde yanlış kullanıldığında patlamaya neden olabilir.	 <b>Zehirli Madde Uyarısı</b> Zehirleyici maddeler kullanılırken dikkatli olunmalıdır.

# İÇİNDEKİLER



## I. ÜNİTE: Bitki Biyolojisi

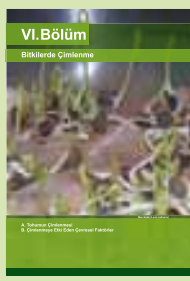
<b>I. Bölüm-Bitkilerin Yapısı.....</b>	<b>16</b>
<b>A. Tohumlu Bitkilerin Temel Kısımları.....</b>	<b>16</b>
<b>B. Bitkisel Dokular.....</b>	<b>17</b>
1. Meristem Doku.....	18
2. Temel Doku.....	18
3. İletim Doku.....	19
4. Örtü Doku.....	22
<b>C. Kök.....</b>	<b>25</b>
Kök Çeşitleri.....	31
<b>Ç. Gövde.....</b>	<b>31</b>
<b>D. Yaprak.....</b>	<b>37</b>
<b>Bölüm Sonu Değerlendirme .....</b>	<b>41</b>

<b>II. Bölüm: Bitkilerde Taşıma .....</b>	<b>44</b>
<b>A. Su ve Minerallerin Taşınması .....</b>	<b>45</b>
Ksilemde Taşıma.....	47
<b>B. Organik Madde Taşınması.....</b>	<b>51</b>
<b>Bölüm Sonu Değerlendirme.....</b>	<b>53</b>

<b>III. Bölüm: Bitkilerde Beslenme.....</b>	<b>54</b>
<b>A. Bitkinin Beslenebilmesi İçin Gerekli Koşullar.....</b>	<b>55</b>
Bitkilerde Besin Tuzlarının Önemi.....	56
<b>Bölüm Sonu Değerlendirme.....</b>	<b>61</b>

<b>IV. Bölüm: Bitkilerde Büyüme ve Hareket.....</b>	<b>62</b>
<b>A. Bitki Büyümesinde Rol Oynayan Faktörler.....</b>	<b>63</b>
1. Çevresel Faktörler.....	63
2. Bitkisel Hormonlar.....	64
<b>B. Bitkilerde Görülen Hareketler.....</b>	<b>67</b>
1. Tropizma Hareketleri.....	67
2. Nasti.....	71
<b>C. Fotoperiyodizm.....</b>	<b>73</b>
<b>Bölüm Sonu Değerlendirme.....</b>	<b>76</b>

<b>V. Bölüm: Bitkilerde Eşeyli Üreme.....</b>	<b>78</b>
<b>A. Çiçeğin Yapısı ve Kısımları.....</b>	<b>79</b>
Çiçekli Bitkilerde Üreme Hücrelerinin Oluşumu.....	84
<b>B. Tozlaşma.....</b>	<b>87</b>
<b>C. Döllenme.....</b>	<b>89</b>
<b>Ç. Tohum Oluşumu.....</b>	<b>90</b>
<b>D. Meyve Oluşumu.....</b>	<b>92</b>
<b>Bölüm Sonu Değerlendirme.....</b>	<b>95</b>



<b>VI. Bölüm: Bitkilerde Çimlenme.....</b>	<b>96</b>
<b>A. Tohumun Çimlenmesi.....</b>	<b>97</b>
<b>B. Çimlenmeye Etki Eden Çevresel Faktörler.....</b>	<b>100</b>
<b>Bölüm Sonu Değerlendirme .....</b>	<b>102</b>
<b>Ünite Sonu Değerlendirme.....</b>	<b>103</b>



## II. ÜNİTE: Kalıtım, Gen Mühendisliği ve Biyoteknoloji

<b>I. Bölüm: Mendel Genetiği .....</b>	<b>112</b>
<b>A. Olasılık İlkeleri ve Uygulamaları .....</b>	<b>113</b>
<b>B. Mendel'in Çalışmaları .....</b>	<b>115</b>
<b>C. Monohibrit Çaprazlama .....</b>	<b>117</b>
<b>Ç. Dihibrit Çaprazlama .....</b>	<b>120</b>
<b>D. Gen-Kromozom Teorisi .....</b>	<b>123</b>
<b>E. Kontrol Çaprazlaması .....</b>	<b>124</b>
<b>F. Eksik Baskınlık .....</b>	<b>125</b>
<b>G. Eş Baskınlık.....</b>	<b>127</b>
<b>H. Çok Alellik.....</b>	<b>127</b>
<b>Bölüm Sonu Değerlendirme.....</b>	<b>130</b>



<b>II. Bölüm: Modern Genetik.....</b>	<b>132</b>
<b>A. Eşeyin Belirlenmesi.....</b>	<b>133</b>
<b>B. Eşeye Bağlı Kalıtım.....</b>	<b>136</b>
<b>1. İnsanda X Kromozomuna Bağlı Kalıtım.....</b>	<b>136</b>
<b>2. İnsanda Y Kromozomuna Bağlı Kalıtım.....</b>	<b>138</b>
<b>C. Kromozom Yapı ve Sayısındaki Değişiklikler.....</b>	<b>139</b>
<b>1. Kromozom Yapısındaki Değişiklikler.....</b>	<b>139</b>
<b>2. Kromozom Sayısındaki Değişiklikler.....</b>	<b>141</b>
<b>Bölüm Sonu Değerlendirme.....</b>	<b>148</b>
<b>Okuma Metni.....</b>	<b>149</b>

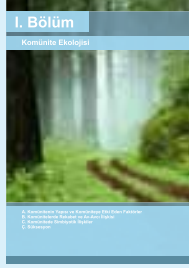
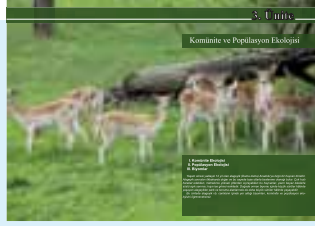


<b>III. Bölüm: DNA'nın Yapısı ve Replikasyonu.....</b>	<b>150</b>
<b>A. DNA'nın Keşfi ve Önemi.....</b>	<b>151</b>
<b>B. DNA'nın Yapısı.....</b>	<b>153</b>
<b>C. DNA Replikasyonu (Kendini Eşlemesi).....</b>	<b>155</b>
<b>Ç. RNA'nın Yapısı ve Çeşitleri.....</b>	<b>158</b>
<b>D. Protein Sentezi.....</b>	<b>160</b>
<b>E. Bir Gen Bir Polipeptit Hipotezi.....</b>	<b>166</b>
<b>F. Gen-Çevre İlişkisi.....</b>	<b>167</b>
<b>Bölüm Sonu Değerlendirme.....</b>	<b>169</b>
<b>Okuma Metni.....</b>	<b>149</b>



<b>IV. Bölüm: Biyoteknoloji ve Gen Mühendisliği.....</b>	<b>172</b>
<b>A. Hayvan ve Bitki Üretiminde Kullanılan İslah Yöntemleri.....</b>	<b>173</b>
<b>1. Bitkilerde Klonlama.....</b>	<b>176</b>
<b>2. Hayvanlarda Klonlama.....</b>	<b>178</b>
<b>B. Gen Mühendisliği ve Biyoteknoloji Uygulamaları.....</b>	<b>180</b>
<b>C. Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar.....</b>	<b>183</b>
<b>Ç. Atatürk'ün Bilim ve Teknolojiye Verdiği Önem.....</b>	<b>185</b>
<b>Okuma Metni.....</b>	<b>187</b>
<b>Bölüm Sonu Değerlendirme.....</b>	<b>188</b>
<b>Ünite Sonu Değerlendirme.....</b>	<b>189</b>





### III. ÜNİTE: Komünite ve Popülasyon Ekolojisi

<b>I. Bölüm: Komünite Ekolojisi.....</b>	<b>204</b>
<b>A. Komünitenin Yapısı ve Komüniteye Etki Eden Faktörler.....</b>	<b>205</b>
<b>B. Komünitelerde Rekabet ve Av-Avcı İlişkisi.....</b>	<b>206</b>
<b>C. Komünitede Simbiyotik İlişkiler.....</b>	<b>209</b>
1. Mutualizm.....	209
2. Kommensalizm.....	209
3. Parazitizm.....	210
<b>Ç. Süksesyon.....</b>	<b>211</b>
1. Birincil Süksesyon.....	212
2. İkincil Süksesyon.....	213
<b>Bölüm Sonu Değerlendirme.....</b>	<b>214</b>

<b>II. Bölüm: Popülasyon Ekolojisi.....</b>	<b>216</b>
<b>A. Popülasyon Dinamiği.....</b>	<b>217</b>
1. Popülasyon Yoğunluğu.....	217
2. Popülasyon Büyüklüğü.....	218
3. Popülasyon Dağılımı.....	220
4. Popülasyonda Yaş Dağılımı.....	220
<b>B. Popülasyondaki Aşırı Büyümenin Olası Sonuçları.....</b>	<b>222</b>
<b>C. Nesli Tehlikede Olan Türler.....</b>	<b>224</b>
<b>Bölüm Sonu Değerlendirme.....</b>	<b>227</b>

<b>III. Bölüm: Biyomlar.....</b>	<b>230</b>
<b>A. Bitki ve Hayvanların Yeryüzündeki Dağılımını Etkileyen Faktörler.....</b>	<b>231</b>
1. Türün Dağılımı.....	232
2. Davranış ve Habitat Seçimi.....	232
3. Biyotik Faktörler.....	233
4. Abiyotik Faktörler.....	233
<b>B. Biyom ve Ekosistem Arasındaki İlişki.....</b>	<b>234</b>
<b>C. Dünyadaki Başlıca Karasal ve Sucul Biyomların Özellikleri .....</b>	<b>235</b>
1. Karasal Biyomlar.....	235
2. Sucul Biyomlar.....	241
<b>Bölüm Sonu Değerlendirme.....</b>	<b>244</b>
<b>Okuma Metni.....</b>	<b>245</b>
<b>Ünite Sonu Değerlendirme.....</b>	<b>246</b>
<b>Cevap Anahtarı.....</b>	<b>256</b>
<b>Ekler.....</b>	<b>259</b>
<b>Sözlük.....</b>	<b>269</b>
<b>Dizin.....</b>	<b>271</b>
<b>Kaynakça.....</b>	<b>274</b>



# 1. Ünite

## Bitki Biyolojisi

### I. Bitkilerin Yapısı

### II. Bitkilerde Taşıma

### III. Bitkilerde Beslenme

### IV. Bitkilerde Büyüme ve Hareket

### V. Bitkilerde Eşeyli Üreme

### VI. Bitkilerde Çimlenme

*Bitkiler âlemi canlılar içinde gerek besin gerekse oksijen kaynağı olmaları bakımından önemli bir konuma sahiptir. Bitkiler çoğunlukla karasal yaşama uymuş çok hücreli canlılardır. Fotosentez yaparak besinlerini kendileri üretirler. Karasal yaşama uymuş bitkilerin günümüzdeki grupları arasında, kara yosunları ve eğreltiler gibi tohumlu bitkilerle çiçekli bitkiler yer alır. Bitkilerin incelenmesi onların görevlerini yerine nasıl getirdiklerinin anlaşılması açısından oldukça önemlidir.*

*Yeryüzünde yaklaşık 250.000 kadar çiçekli bitki türü bulunmaktadır. Bunlardan yaklaşık 9.300 türü ülkemiz sınırları içerisinde doğal olarak yayılış gösterir. Bu ünite bitki morfolojisini, bitkilerde üremeyi, taşıma sistemlerini bitki büyümesini etkileyen faktörleri ve çimlenme olaylarını öğreneceksiniz.*

# I. Bölüm

## Bitkilerin Yapısı



A. Tohumlu Bitkilerin Temel Kısımları

B. Bitkisel Dokular

C. Kök

Ç. Gövde

D. Yaprak



*Wolffia angusta*



*Wolffia angusta*

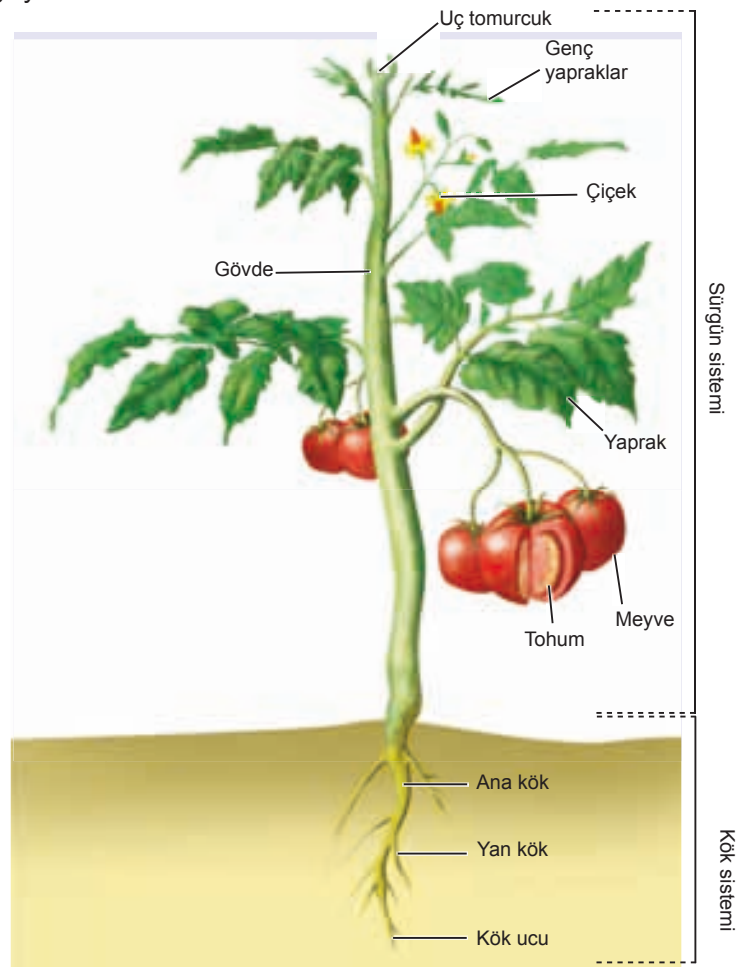
Bölüm kapağındaki resimde gördüğünüz, tohumlu bitkilerin en küçükü olan *Wolffia* (Wolfiya) havuz, bataklık ve akarsu yüzeylerinde suya bağlı olarak yaşar. Bu bitki dünyanın çeşitli bölgelerinde, özellikle ılıman ve tropikal iklimin hâkim olduğu yerlerde dağılım gösterir. Yapısal olarak incelendiğinde *Wolffia*'nın bitkilerin temel özelliklerinden olan gövde ve yaprak farklılaşmasını göstermediği ancak bazı dokular bakımından diğer çiçekli bitkilere benzerlik gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Yeryüzünde 250.000'den fazla bitki türünün bulunduğu düşünülmektedir. Çevrenizde bulunan bitkilerin boy ve yapılarını incelediğinizde birbirinden farklı pek çok türün bulunduğunu görebilirsiniz. Bitkilerin büyüklük ve yapı farklılıkları, hem ekolojik işlevleri hem de insanlara sağladığı yararlar bakımından önem taşımaktadır.

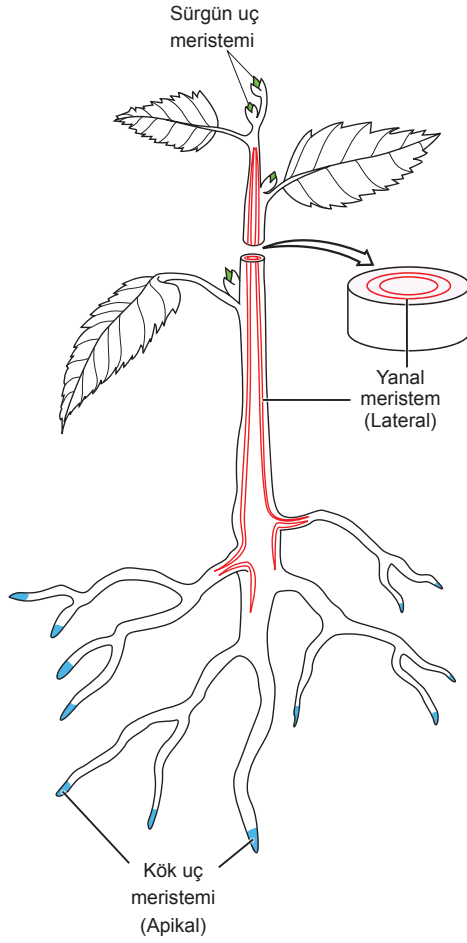
Bu ünite de bir tohumlu bitkinin kök, gövde, yaprak gibi temel kısımlarını ve bitkisel dokuları öğreneceksiniz

### A. Tohumlu Bitkilerin Temel Kısımları

Bitkiler toprak üstü ve toprak altı olmak üzere iki organ sistemine sahiptir. Toprak üstü organ sistemine **sürgün sistemi**, toprak altı organ sistemine ise **kök sistemi** denir. Bitkiyi toprağa bağlayıp su ve minerallerin alınmasını sağlayan kısım kök sistemidir. Sürgün sistemini gövde ve dallar oluşturur. Gövdenin dalları üzerinde yapraklar, çiçekler, tohumcuklar ve meyveler bulunur (Şekil 1.1). Tohumcuklar yeni dalları, yaprakları ve çiçekleri oluşturur. Tohumcuklar bitkinin genç sürgünleridir.



Şekil 1.1: Bitkinin temel kısımları



Şekil 1.2: Bitki yapısındaki meristem bölgeleri

## B. Bitkisel Dokular

Bitkinin kök, gövde, yaprak gibi organlarında farklı dokular bulunur. Dokular aynı görevi yapmak üzere özelleşmiş hücre topluluklarıdır. Bitkilerde büyüme iki temel olayın sonucunda gerçekleşir. Bu temel olaylar, bölünür doku tarafından yeni hücrelerin oluşturulması, oluşan hücrelerin büyümesi ve gelişmesidir.

Yüksek yapıdaki bitkilerde bulunan dokular üstlendikleri görevlere göre meristem, temel, iletim ve örtü doku olmak üzere dört gruba ayrılır:

### 1. Meristem Doku

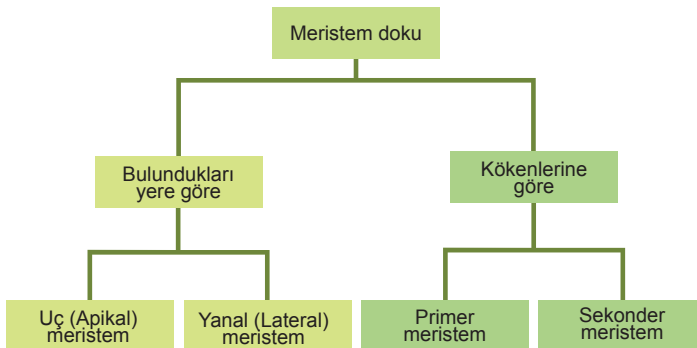
Meristem doku, bitkilerin büyüme bölgelerinde bulunur ve sürekli bölünebilme yeteneğine sahip hücrelerden oluşur. Meristem hücrelerinin bölünmesiyle meydana gelen yeni hücreler farklılaşarak çeşitli dokuları, dokular da organları meydana getirir. Böylece bitki büyür ve gelişir.

Meristem hücreleri bol sitoplazmalı, büyük çekirdekli, ince çeperli, hücreler arası boşlukları olmayan kofulsuz ya da küçük kofullu hücrelerdir. Bu hücrelerin en önemli özellikleri canlı oldukları sürece mitozla yeni hücreler meydana getirebilmeleridir.

Meristem doku bulunduğu yere ve kökenine göre yan tarafta görüldüğü gibi sınıflandırılır.

Meristemler bulundukları yere göre **uç** (apikal) ve **yanal** (lateral) **meristem** olmak üzere iki grupta incelenir (Şekil 1.2). Kök ve gövdenin büyüme noktalarında bulunan uç meristem, bitkinin boyuna büyümesini; kök ve gövdenin yapısında bulunan yanal meristem ise bitkinin enine büyümesi ve kalınlaşmasını sağlar.

Bitkilerde meristem dokunun sürekli bölünebilme özelliğine sahip olması, büyümenin sınırsız olmasını sağlar. Meristemler



kökenlerine göre **primer** (birincil) ve **sekonder** (ikincil) **meristem** olmak üzere ikiye ayrılır. Primer meristem embriyonik dönemden beri bölünme yeteneklerini kaybetmemiş olan hücrelerden oluşmuştur. Primer meristem kök ve gövdenin uç kısımlarında bulunur. Sekonder meristem, bölünme yeteneğini kaybetmiş parankima hücrelerinin sonradan bölünme yeteneği kazanması ile meydana gelir. Kambiyum ve mantar kambiyumu sekonder meristeme örnektir. Kambiyum, odunsu ve bazı otsu bitkilerin kök ve gövdelerinde iletim demetlerinin oluşmasını böylece enine büyümeyi sağlayan dokudur.

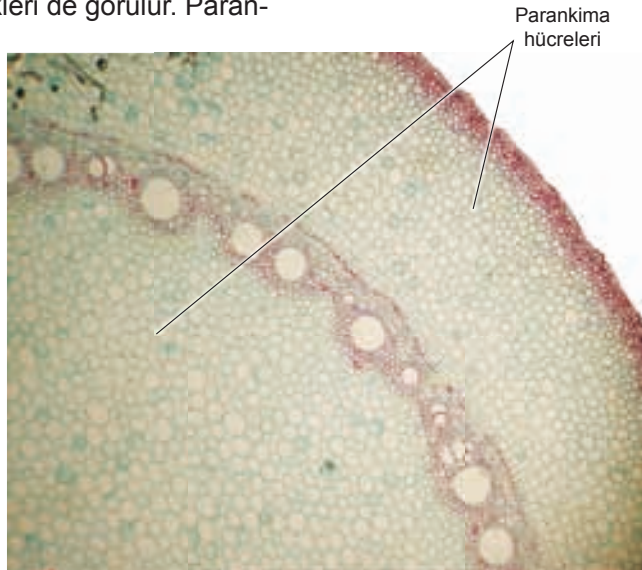
Mantar kambiyumu odunsu bitkilerde mantar tabaka içinde yer alır. Elverişsiz çevre koşullarına ve iç değişmelere karşı kök ve gövdeyi örterek koruyan mantar doku, sonradan bölünme özelliği kazanan hücrelerden oluşur. Bitki kalınlaştıkça mantar tabakanın en dışındaki hücre sıraları gerilime dayanamaz ve parçalanır. Mantar kambiyumu aktif bir şekilde bölünerek bu tabakayı devamlı yeniler.

## 2. Temel Doku

Temel dokuda birbirinden farklı özelliklere sahip parankima, kollenkima ve sklerenkima hücreleri bulunur.

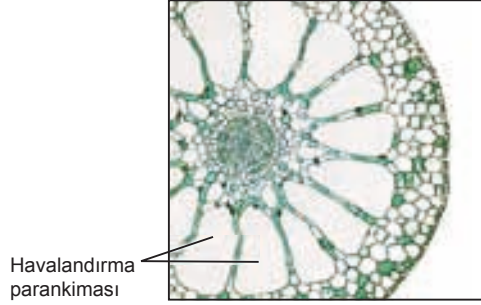
**Parankima:** Bitkinin her organında bulunan, temel yapısını oluşturan ve bitkilerin çevre koşullarına uyumunu sağlamak için her türlü değişime uğrayabilen dokudur (Resim 1.1). Parankima hücreleri genellikle canlı, ince çeperli ve bol sitoplazmalıdır. Olgunlaştıklarında bile canlılıklarını korur. Ancak ağaç kabuklarında olduğu gibi zamanla canlılıklarını kaybettikleri de görülür. Parankima hücreleri üstlendikleri morfolojik ve fizyolojik işlevlere göre değişik şekiller gösterir. Parankima dokusu ihtiyaç durumunda sekonder meristeme dönüşür. Ayrıca bu doku terleme, fotosentez ve solunum gibi önemli metabolik olayların aktif olarak meydana geldiği dokudur (özümleme parankiması).

Parankima dokusunun besin ve su depo etme (depo parankiması), iletim demetleri ile bitkinin diğer dokuları arasında su ve madde alışverişinde aracı olma (iletim parankiması), hücreden çıkan veya hücrede kullanılmak üzere



**Resim1.1:** Mısırdada (*Zea mays*) parankima hücreleri

bitkiye alınan gazları hücrelerin arasındaki boşluklarda depo etme (havalandırma parankiması) gibi görevleri de vardır (Resim 1.2, Resim 1.3).



**Resim 1.2:** Su civanperçemi (*Myriophyllum tuberculatum*) bitkisinde havalandırma parankiması bulunur.



**Resim 1.3:** Kaktüs (*Echinocactus grusonii*) gövdesi su depo etme özelliği kazanmıştır.

**Kollenkima:** Kollenkima, büyümekte ve geliştirmekte olan bitkilerin özellikle genç gövdelerinde, yaprağın orta damarında, çiçek ve yaprak saplarında bulunur. Eğilme, bükülme ve çarpmaya karşı bitkiye mekanik destek sağlayan, çeperi kalınlaşmış hücrelerden oluşan dokudur. Bu hücrelerin boyları enlerinden fazladır. Kollenkima hücreleri parankima hücrelerine benzer ancak çeperlerinin çok kalın olmasıyla bu hücrelerden ayrılır. Kalınlaşma hücre çeperlerinde selüloz ve pektin birikmesiyle gerçekleşir. Selülozun oluşturduğu kalınlaşmalar yalnızca hücre köşelerinde görülürse **köşe kollenkiması**; çevreye paralel teğetsel çeperlerde görülürse **levha kollenkiması** adını alır. Fesleğen, nane vb. bitkilerin genç sürgünlerinde, camgüzeli gövdesi ve begonaya yaprak sapının enine kesitinde köşe kollenkiması; yoncanın genç sürgünleri, mürver, ıhlamur vb. bitkilerin gövdesinde levha kollenkiması görülür (Resim 1.4).

Levha kollenkiması



a

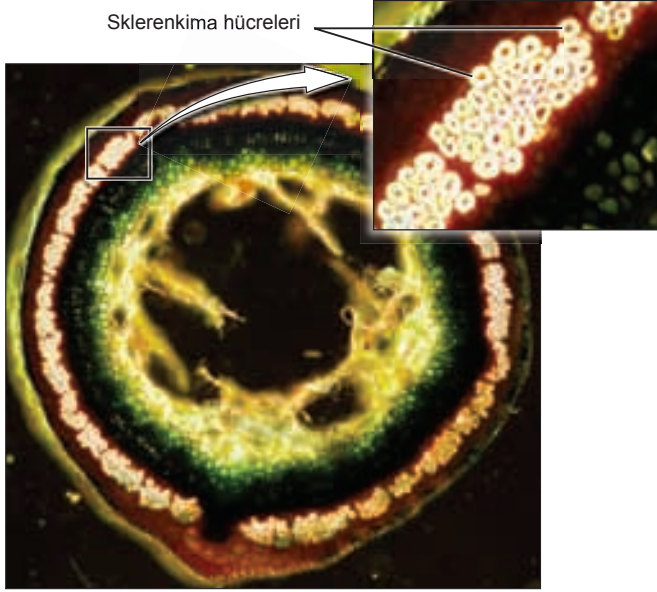
Köşe kollenkiması



b

**Resim 1.4:** Kollenkima tipleri;  
a) ıhlamur gövdesinin enine kesitinde levha kollenkiması,  
b) Begonya yaprak sapının enine kesitinde köşe kollenkiması

**Sklerenkima:** Sklerenkima hücreleri ilk oluştuklarında canlıdır. Hücre çeperi kalınlaştıkça madde alış verişi durur ve hücre ölür. Bu dokuyu meydana getiren hücrelerin çeperleri selüloz, lignin gibi maddelerin birikimi ile kalınlaşmıştır (Resim 1.5).



**Resim 1.5:** Keten gövdesi enine kesitinde sklerenkima hücreleri



**Resim 1.7:** Keten (*Linum usitatissimum*) bitkisi

Sklerenkima dokusu, hücrelerin şekillerine göre lifler ve taş hücreleri olmak üzere ikiye ayrılır. Taş hücreleri tohum kabuklarında, şeftali gibi meyvelerin çekirdeklerinde, ayva, armut gibi meyvelerin kabuk ve yenen etli kısımlarında bulunur. Ayva ve armut gibi meyvelerde görülen taş hücreleri köşeli veya yıldız şeklindedir (Resim 1.6). Sarımsak, keten, kenevir gibi bitkilerde bulunan uzun sklerenkima lifleri dayanıklı ve gerilmeye karşı dirençlidir (Resim 1.7). Bu lifler demetler hâlinde bulunur ve bitkiye destek sağlar. Ketenden elde edilen lifler işlenerek elbise yapımında; kenevir lifleri ise halat yapımında kullanılır.

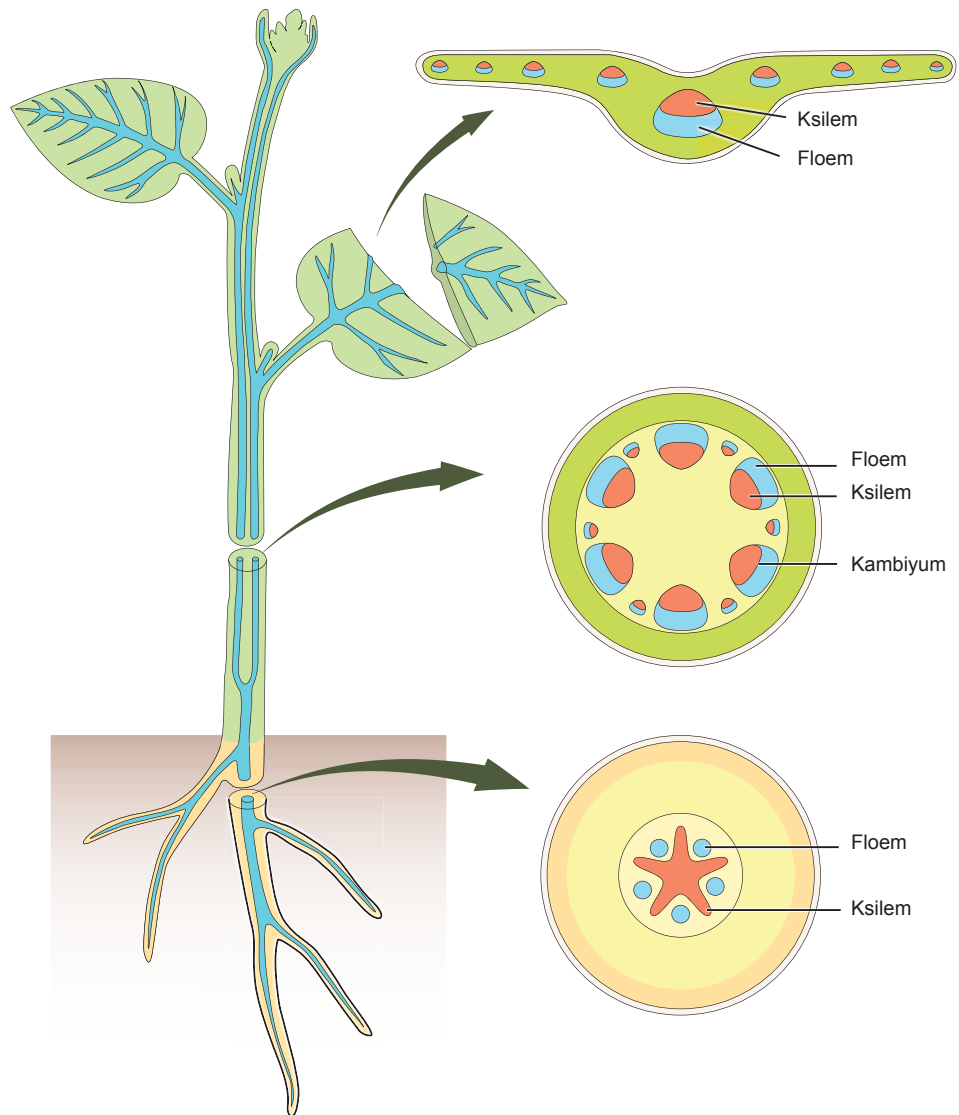


**Resim 1.6:** Armutta taş hücreleri

### 3. İletim Doku

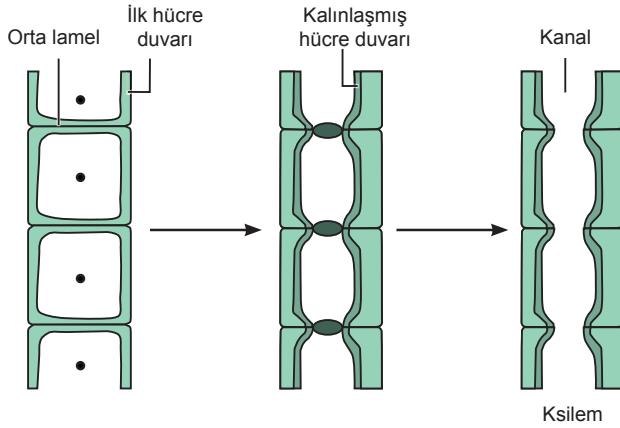
Bitkilerde köklerle alınan su ve mineraller, yaprak ve diğer organlara taşınırken fotosentezle üretilen organik maddeler de yapraklardan bitkinin diğer organlarına iletilir. Bu işlem iletim doku tarafından gerçekleştirilir (Şekil 1.3). İletim doku, ksilem (odun boruları) ve floem (soymuk boruları) olmak üzere iki farklı kısımdan oluşmuştur. Gelişmiş bitkilerde ksilem ve floem genellikle birlikte bulunur ve iletim demetlerini meydana getirir.

Aşağıdaki şekilde bitki organlarında bulunan iletim dokunun şematik gösterimi verilmiştir.



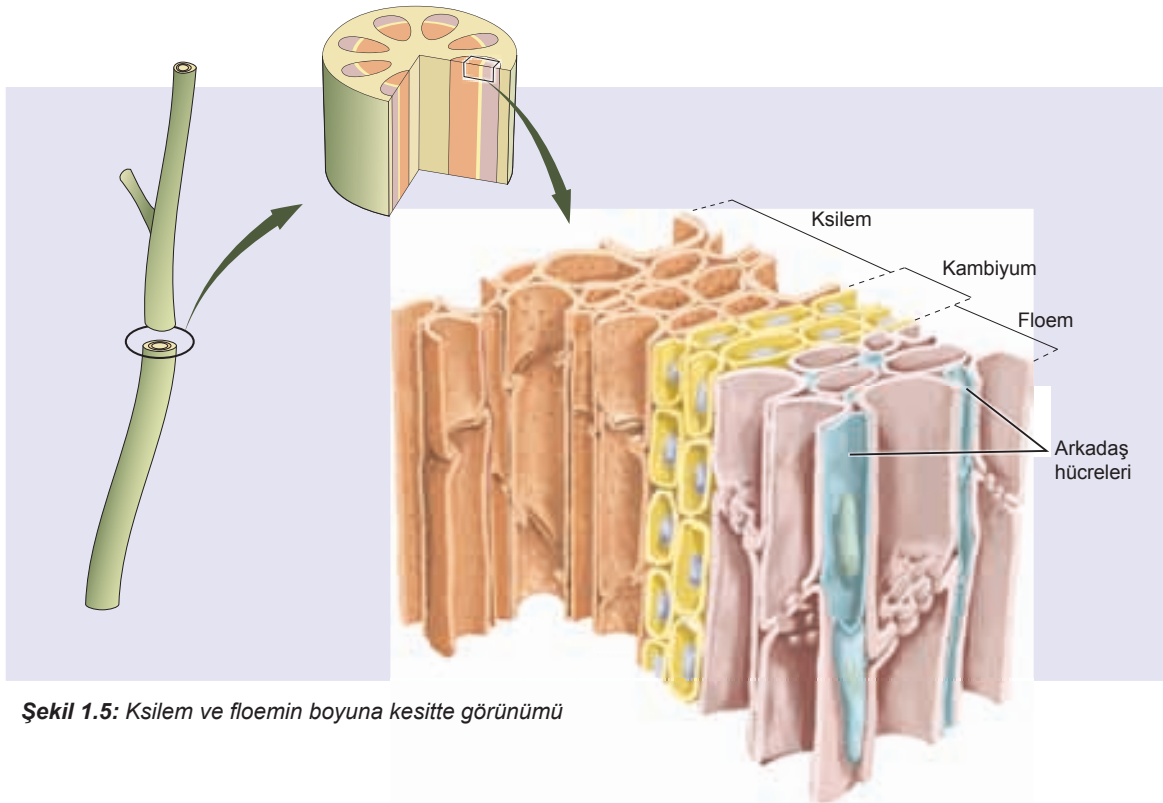
**Şekil 1.3:** Bitkinin kök, gövde ve yapraklarında iletim dokunun şematik gösterimi

**Ksilem:** Ksilem, kökten emici tüylerle alınan su ve suda çözülmüş minerallerin bitkinin gövde ve yapraklarına taşınmasını sağlayan dokudur. Bu doku bitkiye mekanik destek de sağlar.



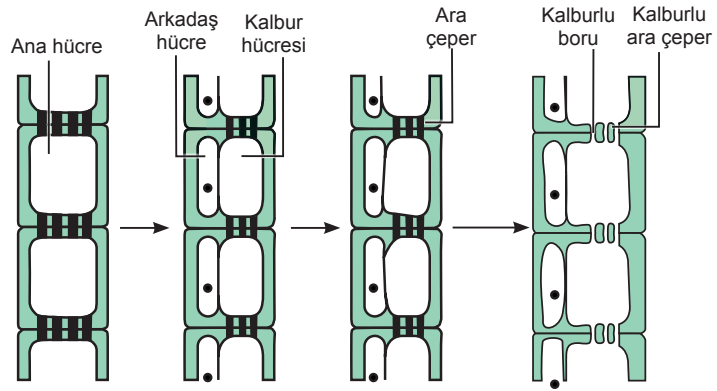
**Şekil 1.4:** Ksilem oluşumunun şematik gösterimi

Ksilem, meristem doku hücrelerinin üst üste gelerek zamanla çekirdek ve sitoplazmalarını kaybetmesi sonucu oluşur (Şekil 1.4). Ksilem oluşurken hücrelerde önce uzama ya da genişleme görülür. Daha sonra hücre duvarı, üzerinde lignin birikimi sonucu kalınlaşır. Hücrelerin uç uca gelen bölümlerindeki çeperler parçalanır ve hücreler ölür. Hücreler arasındaki çeper zamanla kaybolunca ölü hücrelerden meydana gelen ksilem oluşur. Boru şeklindeki bu hücreler demetler hâlinde bulunur ve bitkinin odun kısmını oluşturur (Şekil 1.5).

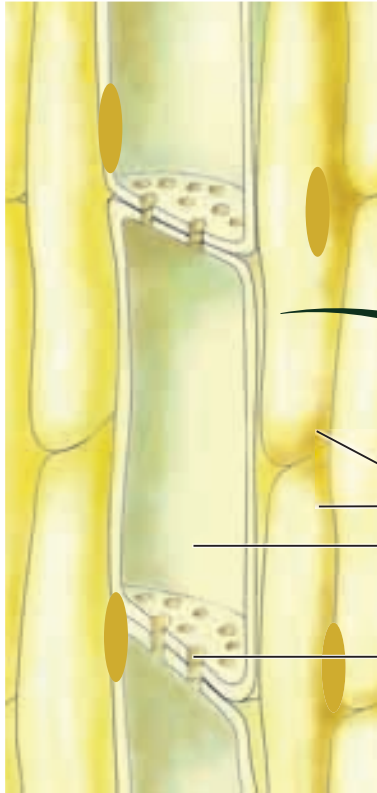


**Şekil 1.5:** Ksilem ve floemin boyuna kesitte görünümü

**Floem:** Floem, yapraklarda fotosentezle üretilen ve köklerden alınan organik maddelerin bitkinin diğer kısımlarına iletilmesinden sorumlu dokudur. Tek sıra hâlinde uç uca dizilmiş canlı hücrelerden oluşan bu doku kalburlu hücre ve arkadaş hücresi olmak üzere iki tip hücreden oluşmuştur (Şekil 1.6). Kalburlu hücrelerin sitoplazmaları vardır fakat çekirdekleri yoktur. Arkadaş hücreleri ise yoğun sitoplazmalı ve çekirdeklidir. Kalburlu hücrelerin birbirine komşu çeperlerinin yer yer erimesiyle delikli bir yapı oluşur. Bu yapıya **kalburlu plak** denir. Kalburlu plağa sahip hücrelerin üst üste dizilmesiyle oluşan boru şeklindeki yapıya da **kalburlu borular** denir.



Şekil 1.6: Floem oluşumunun şematik gösterimi



Kalburlu borulardaki delikler hücreden hücreye sıvı akışını kolaylaştırır. Çekirdeğe sahip arkadaş hücreleri ise fotosentez ürünlerinin depolanması ve iletilmesi işlemlerinde kalburlu hücrelerle birlikte çalışır (Şekil 1.7).

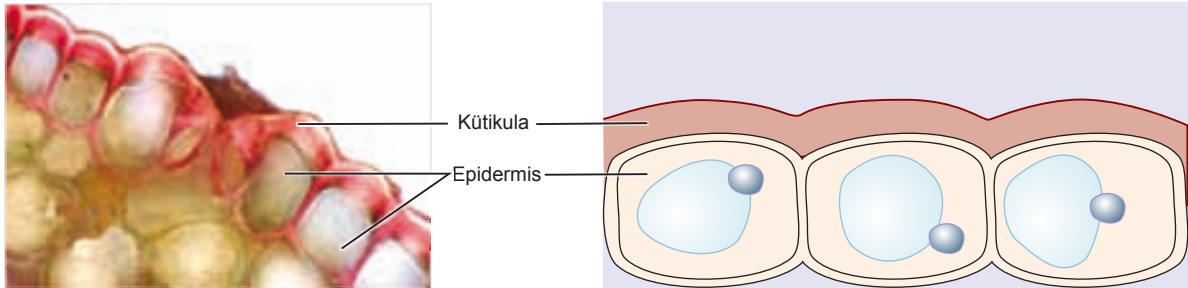


Şekil 1.7: Floemin yapısı

#### 4. Örtü Doku

Örtü doku; kök, gövde, yaprak ve meyvelerin üzerini örten dokudur. Epidermis ve peridermisten oluşur:

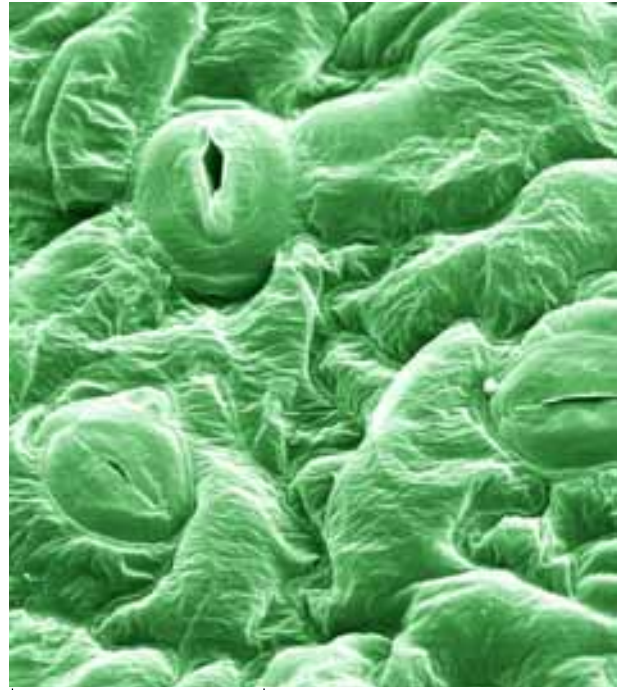
**Epidermis:** Tek sıralı hücrelerden oluşan, bitkinin tüm yüzeyini kaplayan en dış tabakadır. Bu hücreler büyük kofullu, az sitoplazmalı ve kloroplastsızdır. Epidermis tabakasında hücreler arası boşluklar bulunmaz. Epidermis hücrelerinin dışarıya bakan yüzeyinde su kaybını önleyen mumsu bir madde vardır. Kütin denilen bu maddenin birikmesiyle kütikula tabakası meydana gelir (Şekil 1.8). Nemli ortam bitkilerinin kütikulası ince, kurak ortam bitkilerinin ise kalındır.



Şekil 1.8: At kuyruğu bitkisinde epidermis hücreleri ve kütikula

Epidermis hücrelerinin farklılaşmasıyla stoma, hidatot, tüy, emergens (diken) gibi yapılar oluşur:

**a. Stoma:** Stomalar genellikle bitkilerin yeşil kısımlarında, özellikle yaprak ve gövde epidermisinde bulunur. Bitkinin çevreyle gaz alış verişini sağlayan yapılardır. Fotosentez için gerekli  $\text{CO}_2$ 'in atmosferden alınması, su buharının ve fotosentez sonucu oluşan  $\text{O}_2$ 'in fazlasının bitkiden atmosfere verilmesi stomanın görevidir. Stoma hücreleri kloroplast taşıdığı için fotosentez yapar. Stoma hücrelerinde gerçekleşen fizyolojik olaylar sonucunda bitkinin ihtiyacına göre stoma açıklığı açılır ya da kapanır (Resim 1.8). Böylece kontrollü gaz alış veriş sağlanır.



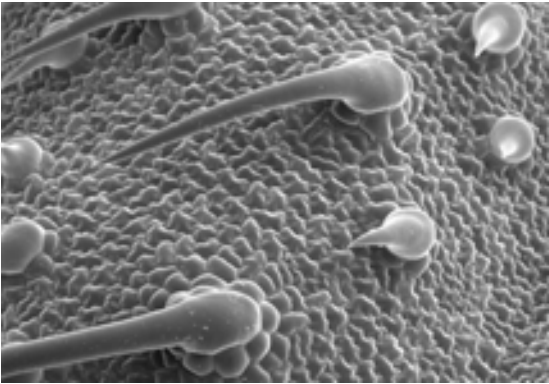
Resim 1.8: Arabidopsis yaprak epidermisinde stomaların elektron mikroskobu ile görüntüsü



Resim 1.9: Hidatotlardan su atımı

**b. Hidatot:** Epidermiste yer alan bir başka yapı da yaprak uçlarında ve kenarlarında bulunan hidatotlardır. Geceleri terlemenin olmadığı ya da havanın neme doyduğu zamanlarda alınan fazla suyun sıvı olarak atılması hidatot adı verilen açıklıklarla sağlanır (Resim 1.9). Ksilemle bağlantılı olan hidatotların, stomalar gibi açılıp kapanma özellikleri yoktur.

**c. Tüyler:** Tüyler epidermis hücrelerinin dışarıya doğru meydana getirdikleri çıkıntılardır. Bitkilerde bulunan tüyler bitkinin türüne, yaşadığı çevre şartlarına göre yapı ve görev bakımından farklılıklar gösterir (Resim 1.10). Bazı tüyler su kaybını azaltarak sıcak havalarda bitkiyi korur. Bu tüyler epidermis üzerinde oluşturdukları tabaka sayesinde hem güneş ışınlarını yansıtarak bitkinin aşırı ısınmasını önler hem de stomaları doğrudan rüzgâr almaktan korur. Silisyum ya da kalker taşıyan sivri uçlu, kalın çeperli tüyler hayvanlara karşı bir savunma aracı olarak görev yapar. Bazı tüyler ise aromatik kimyasalları salgılar. Bu tüyler sardunya gibi kokulu bitkilerin gövde ve yapraklarında, bazı bitkilerin ise çiçeklerinde bulunur. Kök emici tüyleri de topraktaki su ve suda çözünmüş mineralleri emme işleminde görev alır.



a



b

Resim 1.10: Bitkilerde görülen farklı tüy örnekleri; a) Akrep otunda yaprak tüylerinin elektron mikroskobu görüntüsü, b) Gelincik çanak yaprak tüyleri



Resim 1.11: Gülde emergens

**d. Emergensler (Dikenler):** Bitkinin kendini hayvanlara karşı savunmak amacıyla geliştirdiği bir diğer savunma aracı da emergenslerdir (Resim 1.11). Emergenslerin tüylerden farkı epidermis hücrelerinin yanı sıra parankima hatta iletim doku elemanlarının yapısına katılmasıdır.

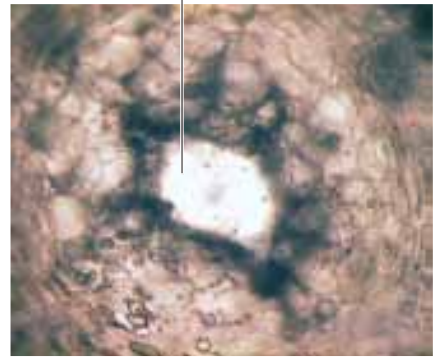
**Peridermis:** Çok yıllık bitkilerde kök ve gövdedeki kalınlaşma nedeniyle epidermis parçalanır ve bitkiyi koruyamaz. Epidermisin yerini **peridermis** alır. Peridermis hücrelerinin çeperine biriken süberin, bitkinin su kaybını önler. Ayrıca bitkiyi sıcak, soğuk ve mekanik etkilerden korur. Peridermisin üzerinde bazı açıklıklar bulunur. Bu küçük açıklıklar **lentisel** (kovucuk) olarak adlandırılır (Resim 1.12). Lentiseller gövde içinde bulunan canlı hücreler ile dış ortam arasındaki gaz alışverişini sağlar.



**Resim 1.12:** At kestanesi gövdesinde lentisel (kovucuk)

Bitkilerde bazı metabolizma ürünleri (güzel kokulu uçucu yağlar, şekerli sıvılar, lateks vb.) hücre kofulunda ya da kanallarda birikir. Bazı bitkiler ise güzel kokulu uçucu yağları ya da şekerli sıvıları aromatik salgılar hâlinde dışarı atar. Bitkinin metabolizma ürünlerini bitkiye zarar veremeyecek şekilde kimyasal dönüşüme uğratıp depolayan ve dışarı veren hücreler, hücre toplulukları, tüyler, cepler ve kanallar salgı elemanlarıdır (Resim 1.13).

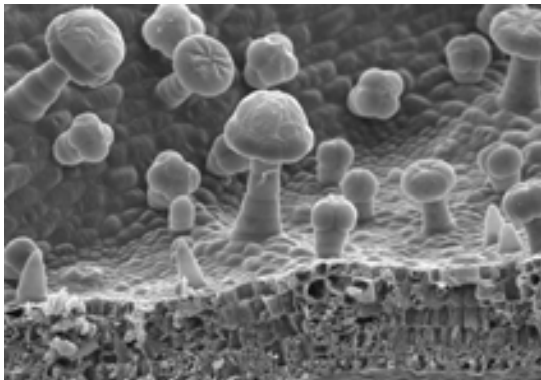
Salgı cebi



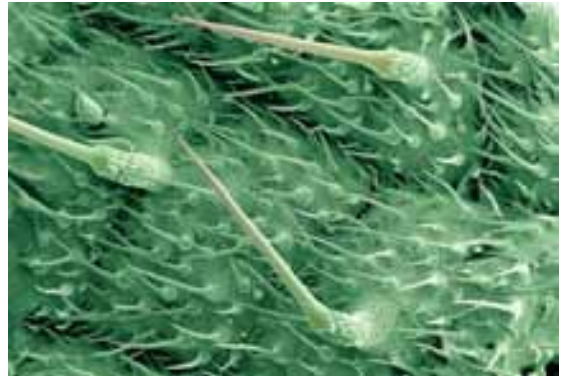
**Resim 1.13:** Portakalda salgı cebi

Salgı hücreleri; canlı, bol sitoplazmalı, büyük çekirdekli ve golgi organeli bakımından zengindir. Bu hücreler tek tek ya da gruplar hâlinde diğer dokuların arasına dağılmıştır. Salgı hücrelerinin oluşturduğu salgılar, bitkinin yaşamsal faaliyetlerinin sürdürülmesinde oldukça önemlidir.

Bitkilerde belirli hücreler tarafından salgılanan hormonlar büyüme, gelişme, çiçek açma, tohumun çimlenmesi gibi olayları düzenler. Reçine ve tanenli salgılar bitkileri zararlı mikroorganizmalar ve hayvanlardan korur. Isırgan otunda salgı üreten yakıcı tüyler bitkinin korunmasını sağlar (Resim 1.14). Çiçeklerde bulunan koku ve bal özü salgısı böcekleri çekerek bitkinin tozlaşmasına yardımcı olur.



a



b

**Resim 1.14:** Farklı bitkilerde salgı tüylerinin elektron mikroskopunda görüntüsü; a) Ceviz yaprağında salgı tüyleri, b) Isırgan yaprağında yakıcı tüyler

## C. Kök

Kök; bitkinin toprağa bağlanması, su ve minerallerin alınması, besin maddelerinin depolanması, hormonların ve bazı kimyasal bileşiklerin sentezlenmesi, gövdenin desteklenmesi ve oksijen alınmasını sağlayan organdır. Alınan su ve mineraller hücrelerin büyümesi için gereklidir. Bitkiler büyüüp geliştikçe kök sistemi de gelişir. Tohumlu bitkilerde tohum çimlendiğinde embriyonik kök, yer çekimi yönünde aşağıya doğru yönelip **ana kökü** meydana getirir. Ana kökün dallanmasıyla toprak altında yan kökler gelişir. Bunun sonucu bitkinin topraktan madde alma yüzeyi artar ve toprağa tutunması kolaylaşır.

Tohumlu bitkilerin temel kısımlarından biri olan kökün büyümesini daha iyi öğrenebilmek için aşağıdaki etkinliği yapınız.



### Etkinlik



#### Araç - gereç

- Dört ya da beş adet fasulye tohumu
- Filtre kâğıdı
- Cam kalemi
- Cetvel
- Pamuk
- Petri kabı



#### Etkinliğin adı: Kökün Büyümesi

**Amaç:** Çimlenmiş tohumda kökün büyümesini gözlemleme

#### Hazırlanalım

- Nemli pamuk arasına koyduğunuz fasulye tohumlarını petri kabında çimlendiriniz.

#### Uygulayalım

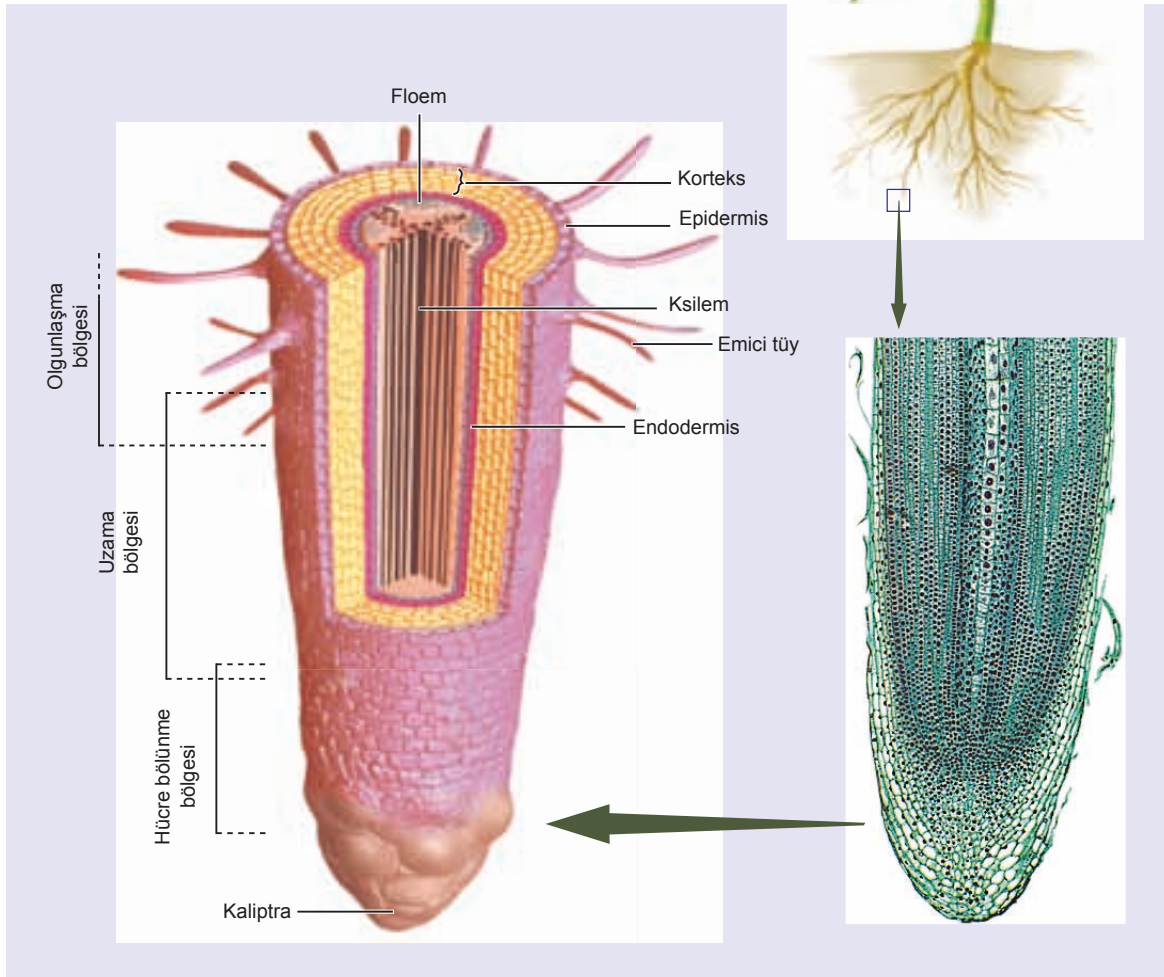
- Çimlenmiş tohumlardan kökün en iyi gözlemlenebildiği iki tanesini seçip alınız ve dikkatlice kurulayınız.
- Kökleri, ucundan başlamak üzere, aralıklar eşit olacak şekilde cam kalemi ile işaretleyiniz. Aralık uzunluğunu defterinize kaydediniz.
- Tohumları tekrar petri kabına koyarak birkaç gün büyümeye bırakınız.
- Bu sürenin sonunda tohumları kaptan aldıktan sonra kurulayınız. İşaretlediğiniz aralıkları tekrar ölçerek sonuçları kaydediniz.

#### Sonuçlandırılalım

Birinci ve ikinci ölçümü karşılaştırınız ve sonuçları yorumlayınız. İki ölçüm arasında fark var mıdır? Gözlemlerinizi paylaşınız.



Kök; kaliptra, hücre bölünme bölgesi, uzama bölgesi ve olgunlaşma bölgesi olmak üzere dört bölümde incelenir (Şekil 1.9). Bunlar birbirinden kesin sınırlarla ayrılmaz. **Kaliptra** kökün uç kısmını örten konik şekilli yapıdır. Kaliptra hücreleri jelatinimsi bir madde salgılar. Bu madde kök ucunun toprak içinde kolayca ilerlemesini sağlar. Hücre bölünme bölgesi kök ucunun merkezinde bulunan uç meristem hücrelerinden oluşmuştur. Bu hücreler sürekli olarak bölünür. Bu bölgenin uç kısmına **büyüme konisi** denir. Uzama bölgesindeki uç meristem

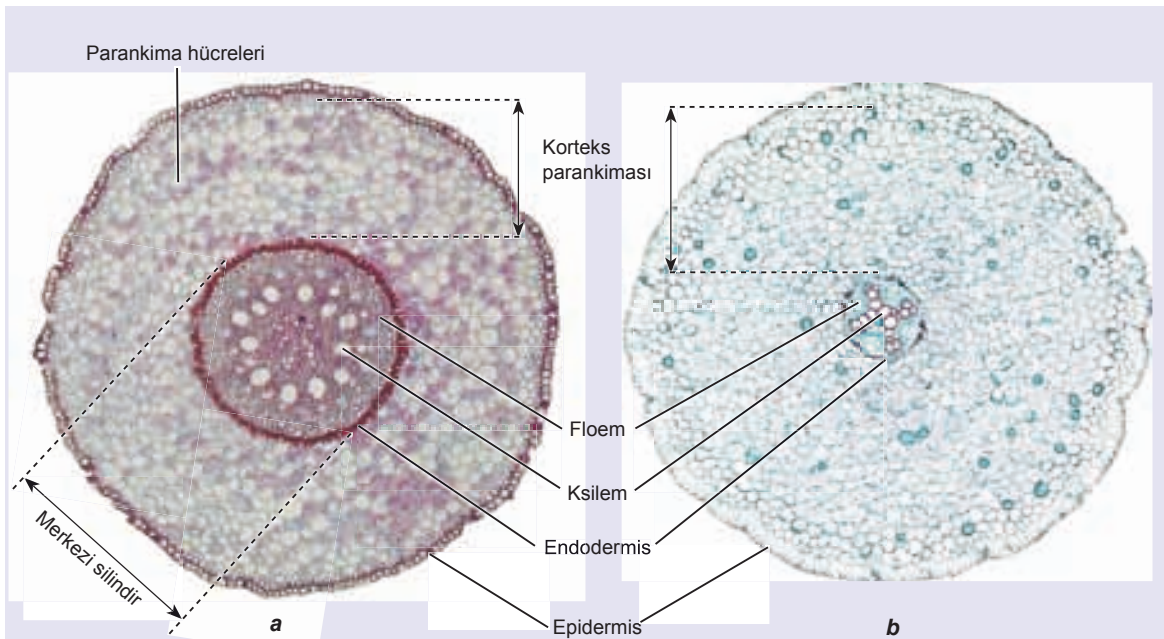


Şekil 1.9: Kökün boyuna kesiti

tarafından oluşturulan hücreler hızla dikey yönde büyür. Böylece kökün uzaması sağlanır. Ayrıca bu bölgede hücrelerin farklılaşması da gerçekleşir. Uzama bölgesinin üzerinde olgunlaşma bölgesi (kök emici tüy bölgesi) bulunur. Bu bölgede yoğun olarak kök emici tüyleri yer alır. Emici tüyler suyun ve suda çözünmüş minerallerin topraktan emilmesinde görevlidir. Kökler toprak içinde ilerledikçe tüyler zarar görür. Zarar gören tüylerin yerine sürekli yenileri oluşur. Tüylerin ortalama yaşam süreleri 4-5 gündür.

Tek çenekli bir bitkinin kökünden enine kesit alınıp incelendiğinde en dışta epidermis tabakası olduğu görülür. Epidermisten merkezi silindire kadar klorofilsiz, ince çeperli korteks parankiması hücreleri bulunur. Korteks parankimasının iç tabakasını endodermis oluşturur. Endodermis tabakası korteks ile merkezi silindiri birbirinden ayırır. Kökün merkezinde iletim demetlerini bulunduran bölüme **merkezi silindir** denir. Merkezi silindir kökte hem ksilem hem de floemin geliştiği iletim dokularından oluşur (Resim 1.15a). Tek çenekli ve çift çenekli bitki kökleri arasındaki en önemli fark merkezi silindirdeki dokuların düzenlenişidir. Tek çenekli bitki köklerinde merkezi silindirin en iç kısmında bulunan hücreler farklılaşmamış parankima hücreleri olarak kalır. Bu bölge **öz** olarak adlandırılır. Öz, iletim doku tarafından halka şeklinde kuşatılır. Ksilem ve floem iletim dokuda alması olarak dizilmiştir.

Çift çenekli bitkilerin köklerinde merkezi silindir, büyük bir bölümü farklılaşmış floem ve ksilem hücrelerinden oluşmuştur. Ksilem hücreleri merkezi silindirde iki ya da daha fazla kol hâlinde ışınal olarak çıkar. Bu kolların arasında floem gelişir (Resim1.15b). Çift çenekli bitkilerde merkezi silindirde ksilem ve floem arasında kambiyum halkası bulunur. Kambiyum hücreleri bölünerek merkeze doğru ksilemi, dışa doğru floemi oluşturur. Her büyüme döneminde kambiyumun etkinliği ile yeni ksilem ve floem tabakası meydana gelir. Bu şekilde sekonder büyüme ile kök enine büyür, kalınlaşır.



**Resim 1.15:** Kökün enine kesiti; **a)** Tek çenekli bitkide, **b)** Çift çenekli bitkide

## Kök Çeşitleri

Kökler, yapılarına göre saçak ve kazık kök olmak üzere iki gruba ayrılır:

**Saçak kök:** Gövdenin kökle birleştiği yerden hemen hemen aynı uzunlukta çok sayıda yan kök çıkar. Ana kök fazla gelişmemiştir. Soğan, buğday, çuha çiçeği, mısır, çilek, arpa, pırasa gibi bitkilerin kökleri saçak köke örnektir (Resim 1.16).



Resim 1.16: Pırasada saçak kök



Resim 1.17: Fasulyede kazık kök

**Kazık kök:** Ana kök iyi gelişmiş, kalınlaşmış ve toprağın içine doğru uzamıştır. Yan kökler ise ana köke bağlıdır ve az gelişmiştir. Ebegümesi, fasulye, havuç, lahana, bakla, bamya, gelincik vb. bitkilerin kökleri kazık köke örnektir (Resim 1.17).



## Etkinlik

**Etkinliğin adı:** Kök Çeşitleri

**Amaç:** Farklı kök çeşitlerini karşılaştırma

### Uygulayalım

- Çevrenizden bulabileceğiniz bitkilerden birkaçını kökleri ile birlikte sökünüz.
- Kökleri dikkatlice yıkayınız.
- Yıkadığınız kökleri gazete, kâğıt havlu vb. üzerine koyup inceleyiniz.
- Aralarındaki benzerlik ve farklılıkları gözlemleyiniz.

### Sonuçlandırılma

- Gözlemlediğiniz bitki köklerini yapılarına göre gruplandırınız.



### Araç - gereç

- Çeşitli bitki kökleri (maydanoz, lahana, marul, domates, havuç, soğan, pırasa, mısır, fasulye vb.)
- Gazete, kâğıt havlu vb.

## Ç. Gövde

Gövde, kök ve yapraklar arasındaki dal ve sürgünlerden oluşan kısımdır. Gövdenin üzerinde yaprak, çiçek, meyve ve tomurcuk gibi kısımlar yer alır. Bitki yaşadığı sürece tomurcukları sayesinde yeni yaprak ve çiçekleri meydana getirir. Gövdenin temel görevi; bitkide boy, yüzey alanı ve kütle artışına olanak sağlamak, köklerden alınan suyu yapraklara, yapraklarda oluşan organik bileşikler de bitkinin diğer bölümlerine taşımaktır.

Ayrıca bazı gövdeler besin depo eder veya fotosentetik organ gibi çalışır.

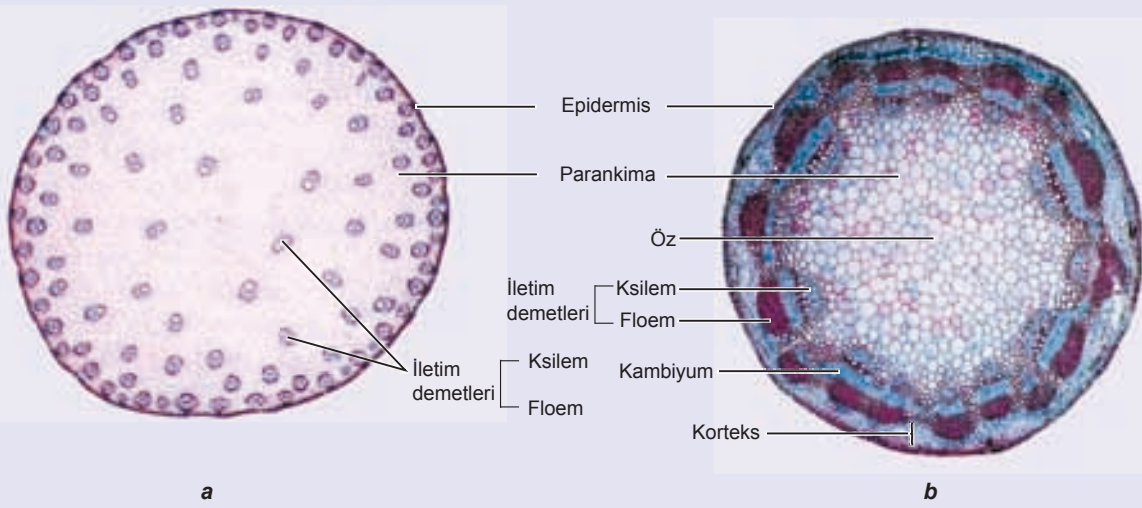
Gelişmiş bitkilerde gövde tipleri otsu ve odunsu olmak üzere ikiye ayrılır. Otsu gövdelere daha çok tek yıllık bitkilerde, odunsu gövdelere ise çok yıllık bitkilerde rastlanır. Otsu gövdeler odun ve kabuk içermeyen narin, yeşil gövdelerdir. Odunsu gövdeler ise daha kalındır ve koruyucu bir kabuğa sahiptir.

### Düşünelim-Araştırma

Tek çenekli otsu, çift çenekli otsu ve odunsu gövdeli bitkileri araştırınız, bu bitkilerin resimlerinden oluşan bir poster hazırlayıp sınıf panosuna asınız.

Otsu gövdeli bitkiler tek çenekli ve çift çenekli olmak üzere iki grupta incelenir. Buğday (*Triticum*) (Tiritikum), mısır (*Zea mays*) (*Zea mays*), soğan (*Allium cepa*) (Alliyum sepa), lale (*Tulipa*) (Tulipa) vb. otsu tek çenekli; düğün çiçeği (*Ranunculus*) (Ranunkulus), ayçiçeği (*Helianthus annus*) (Heliyantus annus), sardunya (*Pelargonium zonale*) (Pelargonyun zonale), yonca (*Medicago*) (Medikago) vb. otsu çift çenekli; ıhlamur (*Tillia*) (Tilya), çam (*Pinus*) (Pinus), leylak (*Syringa*) (Siyringa), asma (*Vitis*) (Vitis) vb. odunsu gövdeye örnekler.

Otsu gövde yapısına sahip tek çenekli bitkilerin gövde enine kesiti alındığında en dışta koruyucu doku olan epidermis tabakası görülür. Epiderminin altında parankima doku yer alır. Floem ve ksilemden oluşan iletim demetleri parankima dokusu içinde düzensiz dağılmıştır. Bu demetlerde floem dışta, ksilem içte bulunur. Tek çenekli otsu bitkilerde kambiyum bulunmadığı için enine büyüme görülmez (Resim 1.18a). Tek çenekli bitki gövdelerinde iletim demetleri dağınık olarak dizilmiştir. Ayrıca korteks tabakası, kambiyum ve öz bulunmaz.

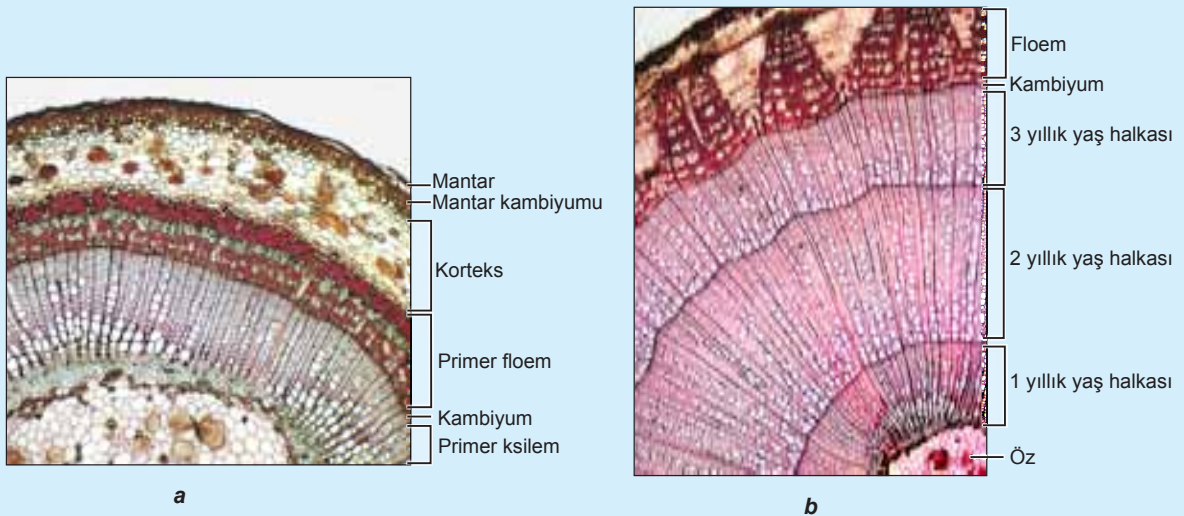


**Resim 1.18:** Otsu bitkilerde gövde enine kesiti; **a)** Tek çenekli otsu bitki, **b)** Çift çenekli otsu bitki

Otsu gövde yapısına sahip çift çenekli bitkilerin gövde enine kesitinde epidermis, korteks, iletim demetleri ve öz bulunur (Resim 1.18b). Koruyucu doku olan epidermis tabakası gövdeyi dış etkilerden korur. Epidermis ile kambiyum arasındaki bölge korteks tabakasıdır. Korteks tabakasında genellikle parankima, kollenkima, sklerenkima dokuları yer alır. Korteksin altında su ve madde iletiminin yapıldığı iletim demetleri bulunur. İletim demetleri halka oluşturacak şekilde yerleşmiştir. Floem ve ksilem arasında kalan parankima hücreleri bölünerek kambiyum tabakasını oluşturur. Bölünme özelliği gösteren kambiyum dışa doğru floemi, merkeze doğru ksilemi meydana getirir. Merkezdeki bölüm parankima dokusundan oluşmuştur ve öz olarak adlandırılır.

Odunsu gövde yapısına sahip çift çenekli bitkilerde epidermis parçalanır, kurur ve dökülür. Epidermisin yerini mantar kambiyumu alır. Elverişsiz çevre koşullarına ve iç değişmelere karşı gövdeyi örterek koruyan mantar doku mantar kambiyumu tarafından oluşturulur. Mantar hücrelerinin çeperlerinde mumsu süberin maddesi birikir ve hücreler ölür. Böylece mantar doku oluşur. Mantar doku, gövdedeki su kaybını önler; ayrıca gövdeyi vurma, çarpma ve hastalık gibi olumsuz etkenlere karşı korur. Mantar ve mantar kambiyumu peridermisi oluşturur. Gövdenin en dış kısmında yer alan kabuk, peridermis ve floemden oluşur.

Çift çenekli bitkilerde kambiyumdan ilk yıl oluşan primer ksilem tabakası birinci yıllık yaş halkasını meydana getirir (Resim 1.19).



**Resim 1.19:** Odunsu gövdenin (ıhlamur) büyümesi; **a)** Tek yıllık ıhlamur gövdesi enine kesiti, **b)** Üç yıllık ıhlamur gövdesi enine kesiti

Kambiyum her büyüme mevsiminde bölünerek içe doğru sekonder ksilemi, dışa doğru sekonder floemi oluşturur. Sekonder iletim dokular üretildikçe primer ksilem ile primer floem birbirinden uzaklaşır. Böylece sekonder iletim doku gövdenin önceki yıl oluşturduğu odun tabakasının çevresinde birikerek o yıla ait büyüme halkasını meydana getirir ve gövdenin çapının artmasını sağlar.

### Bitkilerde Büyüme Halkaları

Sekonder ksilem odun olarak adlandırılır. Ilıman bölgelerde yaşayan ağaçların gövdesinden enine kesit alındığında iç içe birçok halka görülür. Bu halkaların her biri bir yıl içinde meydana gelen ksilem dokudur ve bunlara büyüme (yaş) halkaları denir.

Ilıman bölgelerde ağaçlar genel olarak ilkbaharda büyümeye başlar ve büyüme sonbaharda durur. Bu süreye **büyüme mevsimi** denir. Büyüme mevsiminin erken döneminde oluşan ilkbahar odununun hücreleri büyük ve hücre duvarları ince; büyüme mevsiminin sonuna doğru oluşan sonbahar odununun hücreleri ise daha küçük ve hücre duvarları kalındır. Bu nedenle ilkbahar odununun yoğunluğu sonbahar odununun yoğunluğundan daha azdır. Bu yoğunluk farkı ilkbahar odununun açık renkli, sonbahar odununun ise koyu renkli halkalar şeklinde görülmesine neden olur. Aynı yıl oluşan açık ve koyu halka ağacın bir yaşını gösterir ve bu halka sayısı her yıl artar (Resim 1.20).



**Resim 1.20:** Odunsu gövdede yıllık yaş halkaları

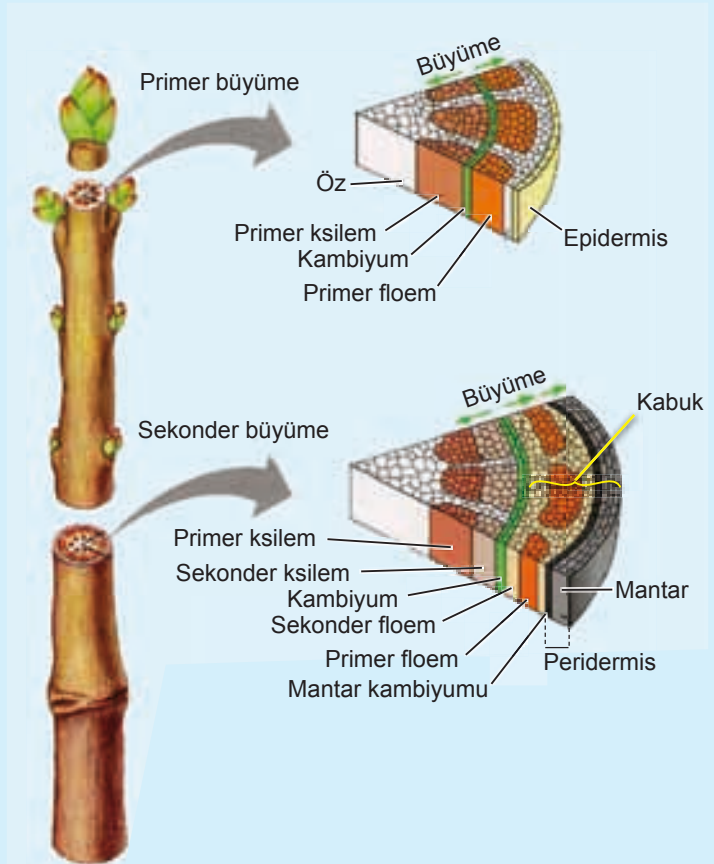
Ağacın yıllık halka genişliği o yılki iklimle ilişkilidir. Sıcaklık, ışık ve yağış ağacın gelişmesi için uygunsa oluşan yaş halkası geniş, uygun değilse dar olmaktadır. Buna dayanarak bilim insanları çok yaşlı ağaçların odun halkalarına bakarak eski dönemlerden günümüze iklim değişiklikleriyle ilgili ipuçları elde edebilmektedir.

### Bitkilerde Sekonder Büyüme

Bitki dokularının tümünde primer büyüme görülür. Uç meristemler primer büyümeyi sağlar. Otsu tek çenekli bitkilerde yalnızca primer büyüme görülürken bazı otsu çift çenekli ve odunsu bitkilerde hem primer hem de sekonder büyüme gerçekleşir. Sekonder büyüme yanıl meristemler tarafından sağlanır ve bitkinin enine büyümesini (kalınlaşmasını) gerçekleştirir.

Bitkinin enine ve boyuna büyümesi eş zamanlıdır; ancak farklı bölgelerde gerçekleşir. Bitkinin boyu primer büyümeyle uzarken aynı zamanda sekonder büyümeyle gövdesi kalınlaşır (Şekil 1.10).

Her büyüme mevsiminde, primer büyüme kök ve gövdenin genç sürgünlerini oluştururken sekonder büyüme bitkinin yaşlı kısımlarını kalınlaştırır. Sekonder büyümede iki yanıl meristem görev alır. Bunlardan biri ksilem ve floemi oluşturan kambiyumdur. Diğeri ise kök ve gövdede sert, kalın bir örtü oluşturan mantar kambiyumudur. Mantar kambiyumunun bölünmesiyle oluşan mantar doku, korteks ve epidermisin yerini alır. Ölü mantar hücreleri kök ve gövdeyi koruma görevini üstlenir.



Şekil 1.10: Gövdede primer ve sekonder büyüme



### Etkinlik



#### Araç - gereç

- Domates, biber, salatalık, kabak, mısır vb. otsu bitkilerden herhangi biri
- Asma, söğüt, çınar vb. odunsu gövdeli herhangi bir bitki
- Mikroskop
- Lam, lamel
- Jilet veya bistüri

**Etkinliğin adı:** Otsu ve Odunsu Gövdenin Yapısı

**Amaç:** Otsu ve odunsu gövdeyi ayırt etme

#### Uygulayalım

A. Otsu gövde ile ilgili olarak;

- Domates, biber, salatalık, kabak, mısır vb. bitkilerin herhangi birinin gövdesinden enine kesit alarak mikroskopta inceleyiniz.
- Gözlemlediklerinizi defterinize çiziniz.
- Çizdiklerinizi Resim 1.18 ile karşılaştırınız.

B. Odunsu gövde ile ilgili olarak;

- Asma, söğüt, çınar gibi bitkilerin herhangi birinin dalından enine kesit alarak mikroskopta inceleyiniz.
- Gözlemlediklerinizi defterinize çiziniz.
- Çizdiklerinizi Şekil 1.10 ile karşılaştırınız.

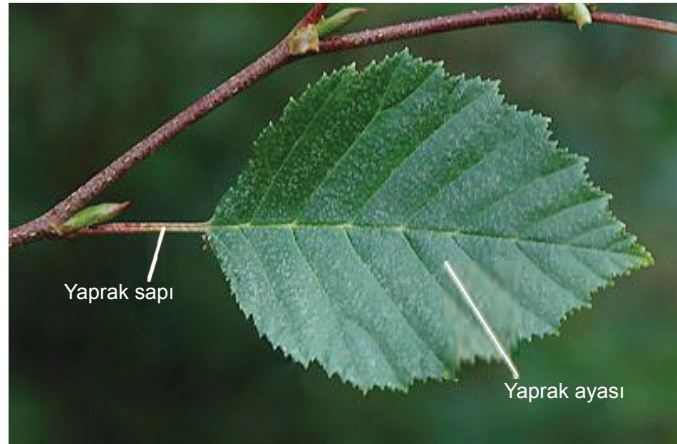
#### Sonuçlandırılma

1. İncelediğiniz otsu gövdenin enine kesitinde yer alan dokuları belirtiniz.
2. İncelediğiniz odunsu gövdenin enine kesitinde yer alan dokuları belirtiniz.
3. Otsu ve odunsu gövdeyi karşılaştırınız.



## D. Yaprak

Yapraklar bitkinin gövdesi üzerinde yer alır. Fotosentez yapma ve terleme görevine uygun yapıya sahiptir. Çoğunlukla yeşil renkli olan yapraklara bu özelliği taşıdıkları klorofil verir. Yaprakların dizilişleri, şekilleri ve büyüklükleri farklılık gösterir. Yapraklar yaprak ayası ve yaprak sapı olmak üzere iki kısımdan oluşur (Resim 1.21):



Resim 1.21: Yaprığın bölümleri

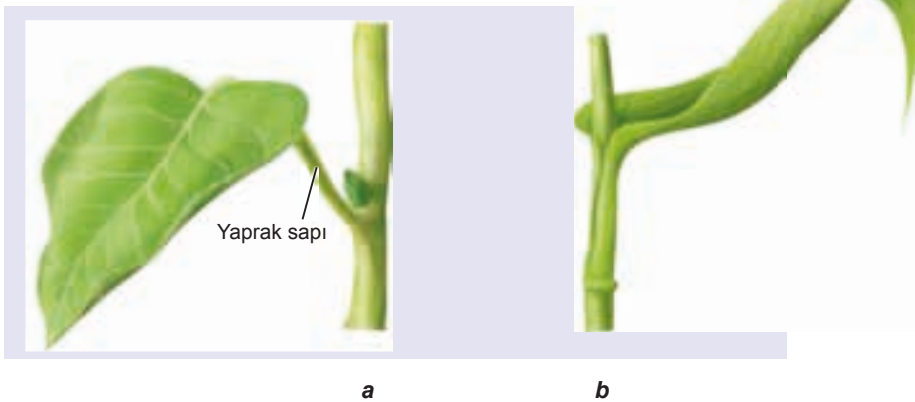
**Yaprak ayası:** Yaprığın yassılaştırmış, genişlemiş, ince ve yeşil kısmıdır. Yaprak ayası fotosentezin yoğun olarak gerçekleştiği, gaz alışverişinin yapıldığı bölgedir. Geniş yüzey bitkiye daha fazla ışık soğurabilme ve daha fazla terleyebilme olanağı sağlar. Bu nedenle yaprak ayasının genişliği bitkinin yaşadığı ortamla yakından ilişkilidir. Çölde yaşayan bitkilerde yapraklar küçülmüş veya dikene dönüşmüştür. Böyle durumlarda yaprağın görevlerini özümleme parankiması içeren gövde üstlenmiştir. Yaprak ayasının kenarı düz, dişli, testere vb. özellikler gösterebilir.



### Düşünelim-Araştırma

Tohumlu bitkilerin kök, gövde ve yaprak çeşitlerini araştırınız. Araştırmanızı görsel öğelerle zenginleştirerek bir sunum hazırlayınız ve sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

**Yaprak sapı:** Yaprak sapının yapısı gövdenin yapısına benzer. Yaprak sapı, yaprak ayasını gövdeye bağlar ve yaprak ayasının ışıktan verimli şekilde yararlanmasını sağlar (Şekil 1.11.a). Bazı bitkilerin yaprak ayaları, yaprak sapı olmaksızın doğrudan gövdeye bağlıdır. Mısır, buğday, lale vb. birçok tek çenekli bitkide ve bazı çift çenekli bitkilerde yaprak sapı bulunmaz (Şekil 1.11.b).

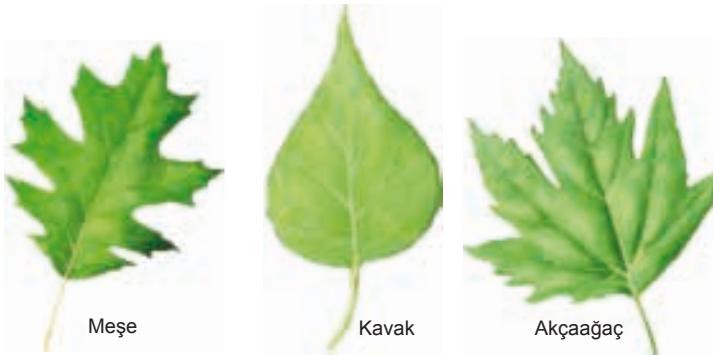


Şekil 1.11: Yaprığın gövdeye bağlanma şekilleri; a) Yaprak sapı ile bağlanma, b) Yaprak sapı olmadan bağlanma

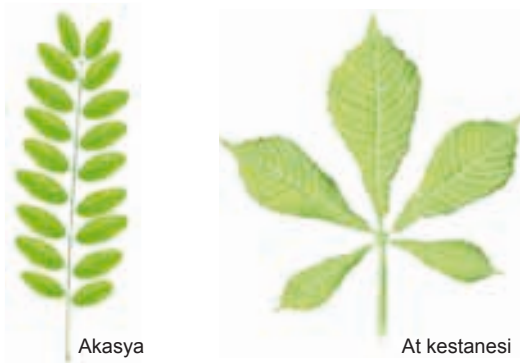
Tek çenekli ve çift çenekli bitkilerin yapraklarında damarlanma farklılıkları vardır. Buğday, süsen, mısır gibi tek çeneklilerde paralel damarlanma görülür. Bu damarlanmada ana damar veya damarlar belirgin olarak kalındır. Yan damarlar ana damarlara paralel uzanır (Resim 1.22.a). Fasulye, asma, çınar, gül, at kestanesi gibi çift çenekli bitkilerde ağsı damarlanma gözlenir. Ağsı damarlanmada ana damar belirgin olarak kalındır. Ana damarın ince kollara, bu kollara ağ şeklinde daha ince kollara ayrılmasıyla ağsı bir görünüm meydana gelir (Resim 1.22.b).



**Resim 1.22:** Yaprakta damarlanma çeşitleri; **a)** Paralel damarlanma, **b)** Ağsı damarlanma



**Şekil 1.12:** Basit yaprak örnekleri



**Şekil 1.13:** Bileşik yaprak örnekleri

Yapraklar basit ve bileşik yaprak olmak üzere ikiye ayrılır. Eğer yaprak, tek yaprak ayasından oluşuyorsa **basit yaprak** adını alır. Basit yapraklarda yaprak ayasının şekli oval, yuvarlak, mızraksı, şeritsi, iğnemsî vb. olabilir (Şekil 1.12).

Yaprak ayası iki veya daha fazla yaprakçıktan oluşuyorsa **bileşik yaprak** olarak adlandırılır (Şekil 1.13).

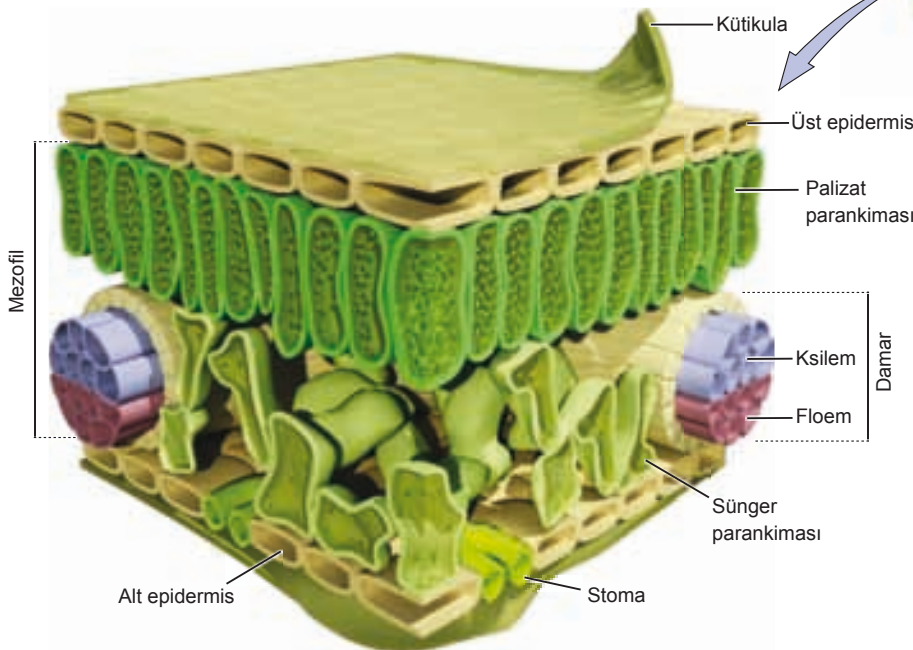
Yapraktan bir kesit alınıp mikroskopla incelenirse yaprağın alt ve üst yüzeylerinin tek sıralı epidermis hücreleriyle örtülü olduğu görülür. Bu hücreler kloroplastları bulunmadığı için renksizdir. Epidermis hücreleri arasında boşluk yoktur ve bunların yüzeyi salgıladıkları mumsu kütikula tabakasıyla örtülüdür.

Kütikula tabakası bitkinin su kaybını önler; bu yüzden suda ve su kenarlarında yaşayan bitkilerde ince, kurak bölge bitkilerinde ise kalındır. Kütikula, yaprağın daha alt tabakalarına ışığın girmesini engellemez.

Epidermis hücrelerinin dış çeperleri kalın, yan ve iç çeperleri daha incedir. Bu hücreler dikdörtgenimsi şekildedir (Şekil 1.14). Fotosentez için gerekli olan karbon dioksit epidermis hücreleri arasında bulunan stomalarla dışarıdan alınır. Stoma ayrıca oksijen ve su buharı giriş çıkışını düzenler.

İki epidermis arasında bulunan çok hücreli kısma **mezofil** denir. Mezofil tabakası içinde yaprak damarları ve parankima dokusu yer alır. Kloroplastlı parankima hücrelerinden meydana gelen bu bölge yaprağın fotosentez yapan dokularıdır. Mezofil tabakasında **palizat** ve **sünger parankiması** olmak üzere iki hücre grubu bulunur. Palizat parankiması, üst epidermisin altında ve epidermise dik yerleşmiş, uzun, silindir şeklindeki hücrelerden oluşur. Çok sayıda kloroplasta sahip olan palizat parankiması hücrelerinde yoğun bir şekilde fotosentez gerçekleşir. Sünger parankimasında bulunan hücreler düzensiz şekle sahiptir ve aralarında geniş boşluklar olacak şekilde yerleşmiştir. Bu boşluklarda karbon dioksit, oksijen ve su buharı bulunur.

Yaprak damarları iletim demetlerinin devamıdır. Damarların üst kısmında ksilem, alt kısmında ise floem yer alır.



Şekil 1.14: Yaprığın enine kesit modeli

## 1. Ünite - Bitki Biyolojisi

Yaprağın yapısına yönelik aşağıdaki etkinliği yapınız.



### Etkinlik



#### Araç - gereç

- Zambak, sardunya, kavak, domates, kauçuk vb. bir bitki yaprağı
- Mikroskop
- Lam, lamel
- Jilet veya bisturi
- Şişe mantarı veya köpük (strafor)



**Etkinliğin adı:** Yaprığın Yapısı

**Amaç:** Yaprığın enine kesitinin incelenmesi

#### Uygulayalım

- Bir bitki yaprağını alınız.
- Seçtiğiniz bitki yaprağını iki parçaya bölünüz.
- Yaprığın bir parçasını alt yüzeyi üstte olacak şekilde parmağınıza sararak jilet veya bisturi yardımıyla yüzeysel kesit alınız.
- Lam üzerine bir damla su damlatınız ve aldığınız kesiti yerleştiriniz. Lameli kapatınız.
- Hazırladığınız preparatı mikroskopta inceleyiniz.
- Mikroskopta gözlemlediklerinizi defterinize çiziniz.
- Yaprığın diğer parçasını rulo yapınız. Bu parçadan jilet ya da bisturi ile enine kesit alınız. Şişe mantarı veya köpükte (strafor) jilet yardımıyla açacağınız yere yaprağı yerleştirerek de ince kesitler alabilirsiniz.
- Lam üzerine su damlatınız ve aldığınız kesiti yerleştirip lameli kapatınız.
- Hazırladığınız preparatı mikroskopta inceleyiniz.
- Mikroskopta gözlemlediğiniz şekilleri defterinize çiziniz.

#### Sonuçlandırılma

Gözlemlerinizi sonucu çizdiklerinizi Şekil 1.14 ile karşılaştırarak dokuları adlandırınız.

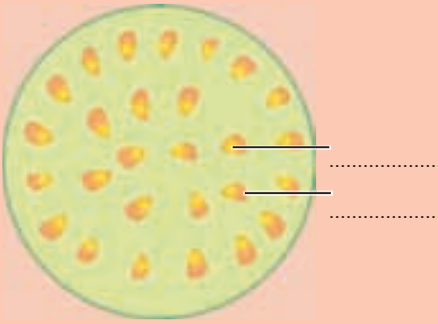


## Bölüm Sonu Değerlendirme

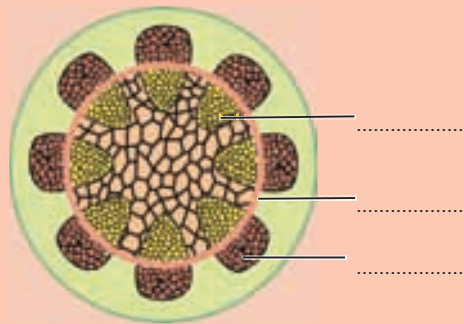
1. Aşağıdaki şekilde gördüğünüz tohumlu bitkinin gösterilen kısımlarını yandaki boşluklara yazınız.



2. Aşağıda tek ve çift çenekli bitkilerde gövdenin enine kesitleri verilmiştir. Şekilleri inceleyerek gösterilen dokuları şema üzerinde verilen boşluklara yazınız.

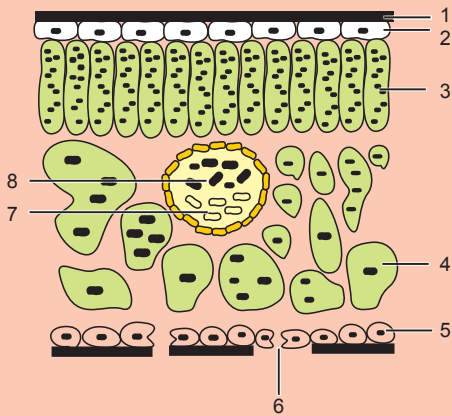


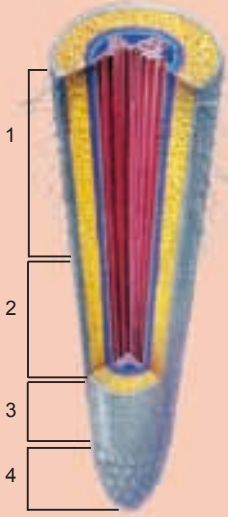
..... çenekli



..... çenekli

3. Aşağıdaki şekilde yaprağın enine kesiti verilmiştir. Numaralarla gösterilmiş yerlere adlarını yazınız.





4. Yandaki şekilde kökün boyuna kesiti gösterilmiştir. Şekli inceleyerek aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

a) 1, 2, 3 ve 4 numaralarıyla gösterilen bölümlerin isimlerini yazınız.

1.....

2.....

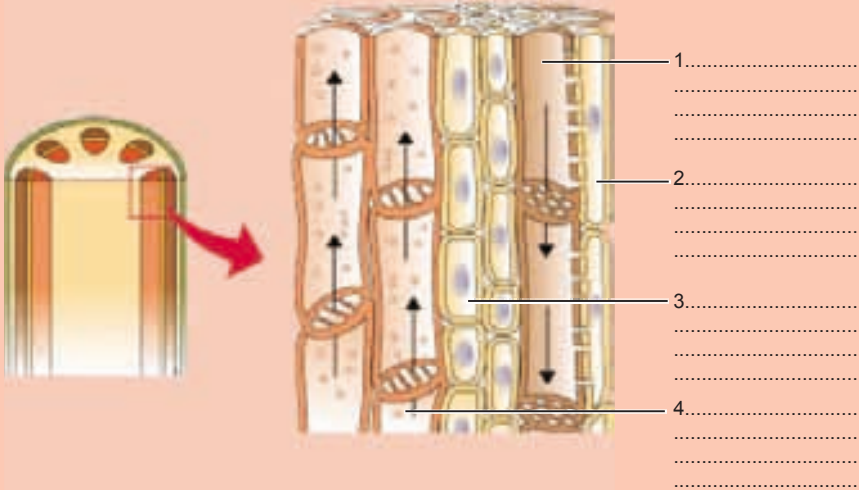
3.....

4.....

b) 1 ve 4 numarayla gösterilen bölümlerin görevleri nelerdir?

.....  
.....  
.....  
.....

5. Aşağıdaki şekilde çift çenekli bir bitkinin iletim dokusu gösterilmiştir. Numaralarla gösterilen bölümlerin adlarını ve görevlerini yazınız.



6. İlkbahar odununun açık renkli, sonbahar odununun ise koyu renkli halkalar şeklinde görülmesinin nedeni nedir?

.....  
.....  
.....  
.....

7. Aşağıda verilen şekillere göre soruları yanıtlayınız.



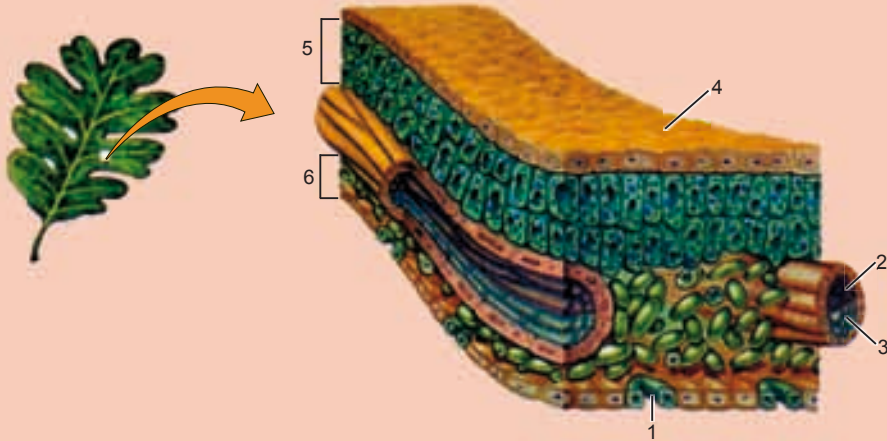
1



2

- Paralel damarlı yaprak kaç numaralı şekilde gösterilmiştir?
- Ağsı damarlı yaprak kaç numaralı şekilde gösterilmiştir?
- Paralel damarlanma gösteren bitkilere üç örnek veriniz.
- Ağsı damarlanma gösteren bitkilere üç örnek veriniz.

8. Aşağıdaki şekilde yaprağın enine kesiti verilmiştir.



- Fotosentezin gerçekleştiği bölümler hangi numaralarla gösterilmiştir?
- Numaralandırılmış bölümlerin hangisiyle fotosentez ürünleri taşınır?
- Bitkilerde gaz alışverişini sağlayan yapı hangi numarayla gösterilmiştir?
- Bitkilerde su ve mineraller numaralandırılmış bölümlerden hangisiyle taşınır?
- Bitkilerde su kaybını önleyen yapı hangi numarayla gösterilmiştir?

# II. Bölüm

## Bitkilerde Taşıma



A. Su ve Minerallerin Taşınması

B. Organik Madde Taşınması

Sıcak bir yaz günü ağaçsız bir kaldırımda yürüdüğünüzü düşünün. Kısa bir yürüyüşten sonra rahatsızlık duymaya başlarsınız. Oysaki bölüm kapağında bulunan fotoğrafta gördüğünüz gibi kaldırmı örten büyük çınarların gölgesinde yürümek, ne kadar dinlendiricidir. Hava sıcaklığının çok yüksek olduğu yaz aylarında ağaçların gölgelediği yollar ve parklar doğal sığınağımız olur. Çünkü hava sıcaklığı ağaçların altında daha düşüktür.

Ağaçların gölgelediği alanların daha serin olmasının tek nedeni ağacın bir şemsiye gibi güneşi kesmesi değildir. Olgun yaşta tek bir akçaağaç yaklaşık yüz bin yaprağa sahiptir. Sıcak ve güneşli bir yaz gününde terleme ile ortalama 200 litre su açığa çıkarır. Bu nedenle ağaçlandırılmış alanlar, ağaçsız alanlara göre daha serin olur. Bitkiler fotosentez yapmak için kökleriyle topraktan aldıkları suyun bir kısmını yapraklarından su buharı olarak geri verir. Bu sırada bulundukları ortamı serinletir.

Bu bölümde bitkilerde suyun topraktan alınması ve gövdede taşınmasını sağlayan mekanizmaları ve fotosentez ürünlerinin taşınmasının nasıl gerçekleştiğini öğreneceksiniz.

## A. Su ve Minerallerin Taşınması

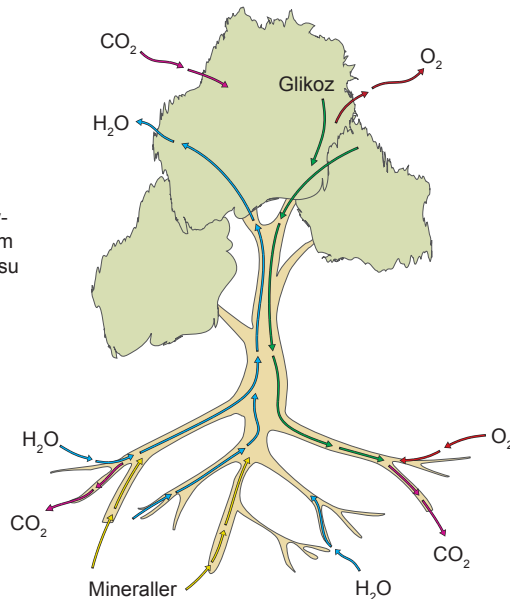
Bitkilerde su ve mineraller iletim doku tarafından taşınır. İletim doku, kökten yapraklara kadar uzanan ksilem ve floem borularından meydana gelmiştir. Şekil 1.15'te bitki kökleri ile topraktan alınan maddeleri yapraklara, atmosferden alınan  $\text{CO}_2$  ve yapraklarda üretilen glikozun bitkinin diğer organlarına taşınmasının şematik gösterimi verilmiştir.

④ Yapraklar stomalar aracılığıyla  $\text{CO}_2$  ve  $\text{O}_2$  alış veriş yapar.

③ Yapraklardan terleme ile kaybedilen su, yapraklarda bir çekim gücü yaratır. Böylece ksilemde su yukarı çekilir.

② Su ve mineraller ksilem ile köklerden yapraklara kadar taşınır.

① Su ve mineraller topraktan kökler aracılığıyla alınır.



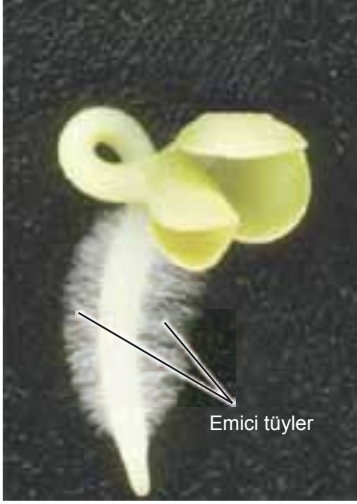
⑤ Glikoz yapraklarda fotosentezle üretilir.

⑥ Üretilen glikoz köklere ve bitkinin diğer kısımlarına floemle taşınır.

⑦ Kökler topraktan bulunan hava boşluklarıyla gaz alış veriş yapar. Bu sırada  $\text{O}_2$ 'i içeri alır,  $\text{CO}_2$ 'i dışarı verir.

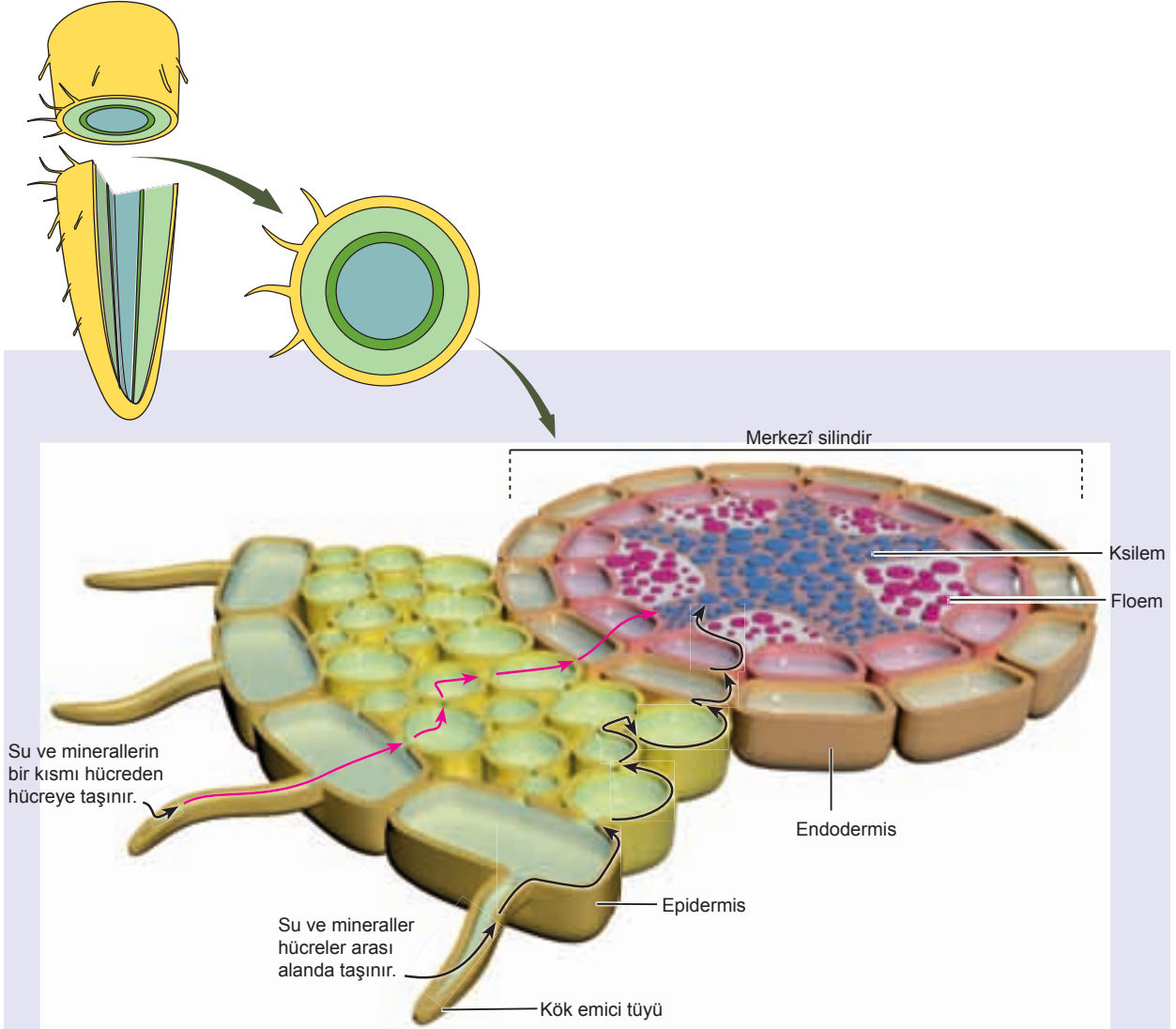
Şekil 1.15: Bitkilerde taşıma

## 1. Ünite - Bitki Biyolojisi



**Resim 1.23:** Çimlenmiş turp tohumunda kök emici tüyler

Bitkilerin köklerinde topraktan su ve suda çözülmüş minerallerin alınmasını sağlayan emici tüyler bulunur (Resim 1.23). Su ve mineral alımının en yüksek olduğu yer, kökteki emici tüy bölgesidir. Bitki kökünde bulunan emici tüyler emilim yüzeyini artırır. Topraktan emici tüylerle alınan su ve minerallerin bir kısmı hücre çeperinin dışından, hücreye girmeden, hücreler arası boşluklarda taşınırken; bir kısmı ise hücreden hücreye uzanan sitoplazma bağlantılarıyla aktarılır (Şekil 1.16). Su ve mineraller ksileme ulaştıktan sonra bitkinin yapraklarına ve diğer organlarına taşınır. Su, topraktan emici tüylerle ozmoz ve difüzyon kurallarına göre geçer. Minerallerin topraktaki derişimi, emici tüylerdeki derişimin den daha düşüktür. Bu nedenle minerallerin emici tüyler tarafından alınması aktif taşıma ile gerçekleşir. Aktif taşıma için gerekli ATP enerjisi emici tüylerin mitokondrilerinden sağlanır.



**Şekil 1.16:** Kökte su ve minerallerin yanal taşınması

## Ksilemde Taşıma

Topraktan alınan suyun bitkinin diğer kısımlarına taşınması ksilem tarafından gerçekleştirilir. Ksilemde taşıma tek yönlüdür. Bitki, taşınan suyun büyük bir kısmını stomalardan terleme yoluyla kaybeder. Yaprak yüzeyi geniş olan bitkilerde terleme yoluyla kaybedilen su miktarı daha fazladır. Buna bağlı olarak bu bitkilerde su ihtiyacı fazla, kökteki su emilim hızı yüksektir.

Topraktan kökler aracılığıyla alınan su ve mineraller bitkinin en üst kısımlarına kadar taşınır. Taşıma mesafesi otsu bitkilerde oldukça kısadır. Bu tür bitkilerde suyun taşınmasını açıklamak daha kolaydır. Derin kök sistemine sahip bitkilerde ve boyu 100-150 metreye kadar çıkabilen büyük ağaçlarda suyun taşınmasını açıklamak ise daha zordur. Su ve minerallerin taşınmasında; kök basıncı, kılcallık, terleme-çekim teorisi ve kohezyon gibi faktörler etkilidir.

Bitkilerde suyun ve suda çözünmüş maddelerin taşınmasıyla ilgili aşağıdaki etkinliği gerçekleştiriniz.



### Etkinlik

**Etkinliğin adı:** Bitkilerde Taşıma

**Amaç:** Su ve suda çözünmüş maddelerin bitkinin hangi kısmında taşındığını gözlemlene

#### Uygulayalım

- Bitkilerin köklerini yıkayarak çamurlarından arındırınız.
- Bitkilerden birini eosinde, diğerini suda bir süre bekletiniz.
- Her iki bitkinin kök ve gövdelerinden enine kesitler alarak mikroskopta inceleyiniz.
- Gözlemlerinizi defterinize çiziniz.

#### Sonuçlandırılma

1. Bitkiyi eosine koymadan önce köklerinin yıkanması neden önemlidir?
2. Eosinde ve suda bekletilen bitkilerden alınan kesitlerle ilgili gözlemlerinizi karşılaştırınız.
3. Bitkinin hangi kısmı boyanmıştır? Nedenlerini açıklayınız.



#### Araç - gereç

- Kökleri ile çıkarılmış aynı türe ait iki otsu bitki
- Eosin
- Mikroskop
- Jilet veya bistüri
- Lam, lamel





**Resim 1.24:** Nemli ortamda yaşayan bitkiler suyu hidatodlardan damlama şeklinde dışarı atar.

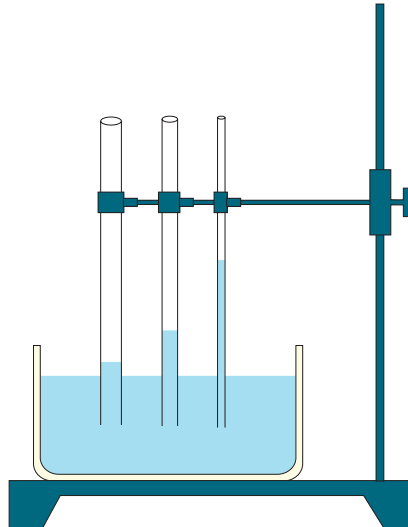
### Kök Basıncı

Kök emici tüylerindeki su derişimi kökün içerisinde bulunduğu toprak sıvısındaki su derişiminden daha azdır. Bu derişim farkından doğan ozmotik basınç, kök basıncını meydana getirir. Kök basıncı, topraktan suyun emici tüye geçmesini sağlar. Emici tüy hücrelerine alınan su ozmotik basınç kurallarına göre ksileme ulaşır. Kök basıncı ksilemin su almasını sağlayan itici bir kuvvettir.

Topraktaki su miktarının ve havadaki nemin yüksek; bitkide terlemenin düşük olduğu zamanlarda köklerden giren su, kök basıncının etkisiyle yapraklardaki hidatotlardan su damlaları hâlinde dışarı atılır. Bu olay **damlama (gutasyon)** olarak adlandırılır. Damlama nemli iklim şartlarında yetişen bitkilerde görülür. İlkbaharda sabahın erken saatlerinde çimen, domates, çilek vb. bitkilerin yaprak kenarlarında su damlacıkları hâlinde damlama görülür (Resim 1.24).

### Kılcallık

Kılcallık, ksilem çeperlerinin su moleküllerini çekmesiyle ortaya çıkar. Bu çekim, su moleküllerinin ksilem çeperine tutunma (adhezyon) özelliğinden kaynaklanır. Bu durum şekil 1.17'de gösterilen basit bir düzeneikle açıklanabilir. Su dolu bir kaba çapları farklı, aynı boyda cam borular batırıldığında borulardaki su seviyesi kaptaki su seviyesinden daha yükseğe çıkar. İnce cam boruda bulunan suyun seviyesi geniş cam borudaki su seviyesine göre daha yüksektir. Cam borulara benzeyen bitkinin ksilemi gözle görülmeyecek kadar ince kılcal borulardan oluşmuştur. Ksilemin çapı daraldıkça su daha yükseğe çekilir. Ancak diğer faktörlere göre kılcallık, suyun yükselmesinde daha az etkilidir.



**Şekil 1.17:** Kılcallığın sıvı iletimine etkisini gösteren deney düzeneği

### Terleme-Çekim Teorisi ve Kohezyon

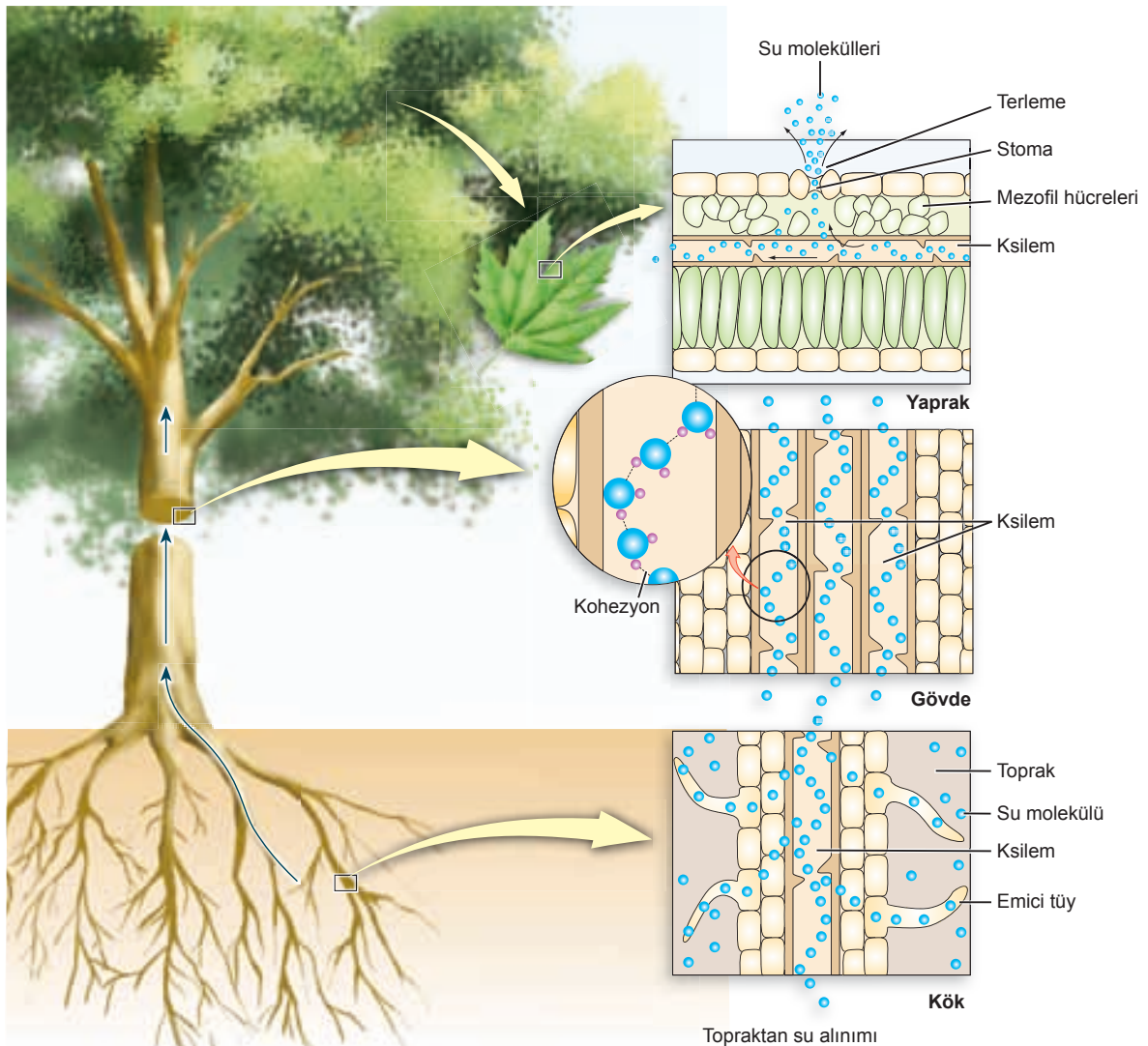
Uzun gövdeli ağaçlarda suyun taşınmasında kök basıncı ve kılcallığın birinci derecede etkili olmadığı, ancak yardımcı bir kuvvet olduğu bilinmektedir. Terleme-çekim kuvveti ve kohezyon suyun yükseklerle taşınmasında geçerliliği en çok kabul edilen kuramdır.

Yapraklarda fotosentez ve terleme sırasında tüketilen su, yaprak hücrelerinin ozmotik basıncının artmasına ve bitkinin üst kısımlarında bir çekme (emme) kuvvetinin doğmasına neden olur. Oluşan bu çekme kuvveti hidrojen bağları ile birbirine bağlı su moleküllerinin ksilemde kopmayan bir sütun şeklinde ilerlemesini sağlar. Böylece yaprak hücreleri, ksilemde suyun çekilmesini sağlarken kaybolan suyun yerine de emici tüylerle topraktan su emilir (Şekil 1.18).



#### Biliyor musunuz?

Dalından koparılmış çiçekler, suda bir süre daha canlılıklarını koruyabilmektedir. Bu çiçeklerin kökü olmadığı hâlde su emilimini gerçekleştirerek canlı kalmaları suyun kılcallık yoluyla taşınmasından kaynaklanır.



Şekil 1.18: Ağaçta terleme-çekim ve kohezyonla su moleküllerinin yükseklerle taşınması



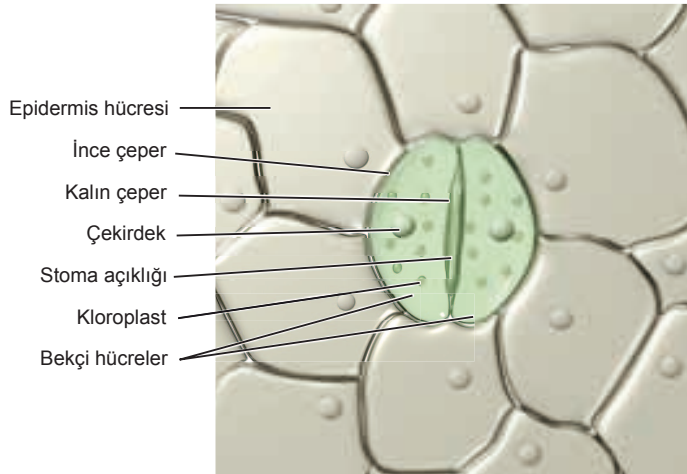
Resim 1.25: Sekoya ağacı

Su molekülleri ksilemde taşınırken birbirine ve ksilem çeperine tutunur. Su moleküllerinin hidrojen bağlarıyla birbirine tutunmasına **kohezyon** denir. Suyun yapraklar tarafından emilerek yukarı doğru çekilmesi kohezyon yardımıyla gerçekleşir. Kohezyonla *Eucalyptus* (okaliptus), *Sequoia* (sekoya) gibi dünyanın en uzun gövdeli ağaçlarında bile su çok yükseklerle kadar çıkmaktadır (Resim 1.25).

**Stomaların yapısı ve çalışma mekanizması:** Bitkilerde atmosferden  $\text{CO}_2$ 'in alınması ve  $\text{O}_2$ 'in verilmesi stomalarla sağlanır. Stomalar aynı zamanda terlemeyle su buharının atılmasını da sağlar. Bir yaprak terleme ile her gün kendi ağırlığından daha fazla su kaybeder.

Stomalar çok nemli ve sulak alanlarda yaşayan bitkilerde genellikle yaprağın üst epidermisinde ve epidermis seviyesinin üstünde; kurak alanlarda yaşayan bitkilerde ise çoğunlukla yaprağın alt epidermisinde ve epidermis seviyesinin altında bulunur.

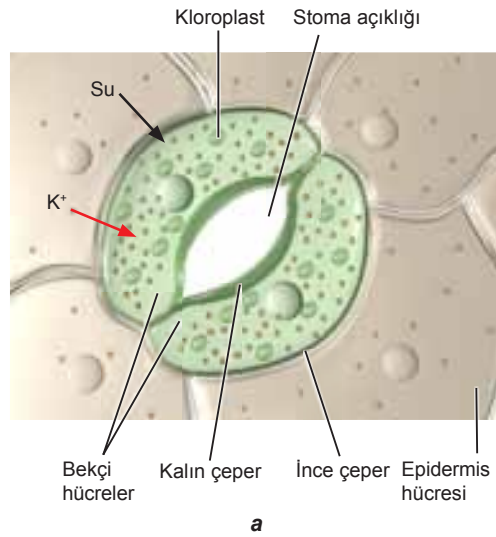
Terlemenin düzenlenmesinde stomanın açılıp kapanması önemlidir. Yaşama ortamında yeterli su bulabilen nemli ortam bitkilerinde stomalar genellikle gündüz açıktır. Bu sırada terleme en yüksek düzeyde gerçekleşir. Stomaların açılıp kapanması stoma hücrelerinde bulunan su miktarındaki artış ve azalışla ortaya çıkan turgor basıncı değişikliğiyle kontrol edilir.



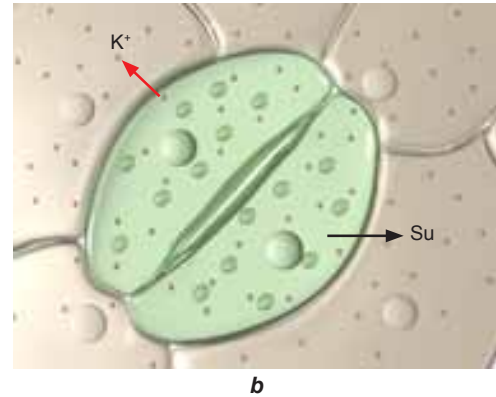
Şekil 1.19: Kapalı bir stomanın yapısı

Stomanın açılıp kapanması bir çift özelleşmiş hücre tarafından sağlanır (Şekil 1.19). Fasulye şeklinde olan ve kloroplastları bulunan bu hücrelere **bekçi hücre** (kilit hücresi=stoma hücresi) denir. İki bekçi hücresi epidermis hücreleriyle kuşatılmış ve çukur kısımları birbirine bakacak şekilde yerleşmiştir. Bu hücreler-

de stoma açıklığına bakan çeperler kalın, epidermis hücrelerine bakan çeperler ise ince olacak şekilde özelleşmiştir. Çeperlerdeki kalınlık farkı stomanın açılıp kapanmasında önemli rol oynar. Bekçi hücreler, iki hücre arasındaki açıklığı genişletip daraltarak stoma açıklığını kontrol eder. Fotosentez sırasında bekçi hücrelerde, glikoz ve potasyum gibi çözülmüş maddeler birikir. Komşu epidermis hücrelerinden bekçi hücelere potasyum pompalandıkça bekçi hücrelerde çözelti derişimi yükselir. Derişimdeki bu artış suyun ozmoz yardımıyla bekçi hücelere doğru hareket etmesini sağlar. Bekçi hücelerde su biriktikçe oluşan turgor basıncının etkisiyle hücreler şişer, aradaki stoma açıklığı genişler. Bu açıklıktan gaz ve su buharı geçişi olur (Şekil 1.20.a).



Stomaların kapanması, açılmanın tersine işleyen olaylar dizisiyle gerçekleşir. Bu durumda potasyum ve diğer çözülmüş maddeler bekçi hücrelerin dışına pompalanır. Su, hücrelerin dışına hareket ederken turgor basıncı düşer ve stomalar kapanır (Şekil 1.20.b).



**Şekil 1.20:** Stomaların açılıp kapanma mekanizması; **a)** Açık stoma, **b)** Kapanmış stoma

Çevresel faktörler stoma hareketlerini etkileyebilir. Örneğin topraktaki su miktarı yetersiz olursa gündüz açık olması gereken stomalar kapanır. Böylece bitkinin su kaybı önlenmiş olur.

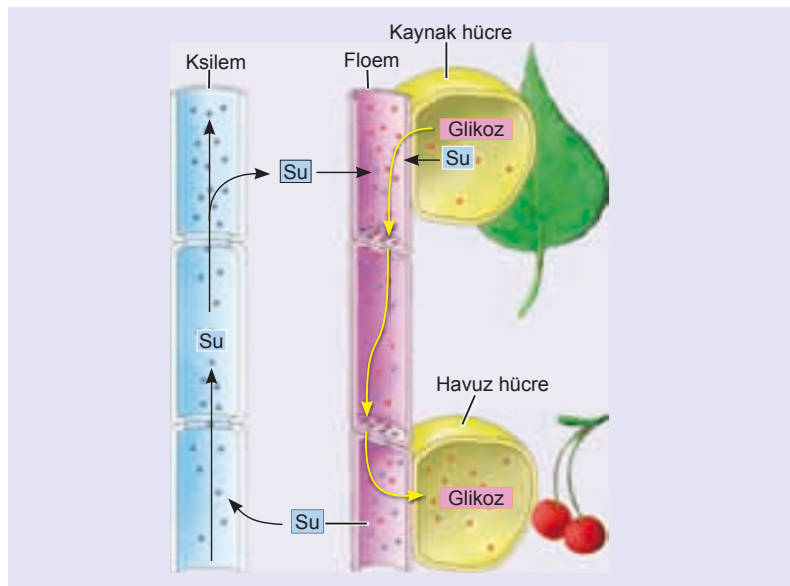
Mezofil tabakası içindeki  $\text{CO}_2$  derişiminin artması da stomaların kapanmasına neden olur. Gün ortasındaki yüksek sıcaklıklar solunum hızını artırır; böylece yaprak içinde daha fazla  $\text{CO}_2$  birikir. Bu durumda bitkiler stomalarını kapatarak su kaybını azaltır ve solunumla meydana gelen  $\text{CO}_2$ 'i kullanarak fotosentezi sürdürür.

## B. Organik Madde Taşınması

Bitkilerde fotosentezle üretilen organik ürünler, bitkinin bütün organlarına floemle taşınır. Floemde taşıma işlemini kalburlu borular gerçekleştirir. Floemdeki taşıma ksileme göre daha yavaştır.

Floemde taşıma çift yönlüdür. Fotosentez sonucu oluşan glikoz, amino asit gibi organik moleküller

yapraklardan köke doğru taşınırken; köklerde sentezlenen amino asit ve diğer azotlu organik moleküller kökten yapraklara doğru taşınır. Organik moleküllerin floemde taşınması "**Basınç-akış teorisi**" ile açıklanır. Şekil 1.21'de görüldüğü gibi organik maddelerin oluştuğu yer **kaynak**, kullanıldığı ya da depo edildiği yer ise **havuz** olarak adlandırılır. Kaynak genellikle yapraklar, havuz ise kök ve meyve gibi organlardır. Fotosentez ürünlerinin kaynak hücrelerden floemdeki kalburlu borulara geçişi floemin yüklenmesi, kalburlu borulardan havuz hücrelerine geçişi floemin boşaltılması olarak tanımlanır.



**Şekil 1.21:** Floemde organik moleküller sıvı basıncının yüksek olduğu yerden düşük olduğu yere doğru taşınır.

Yapraklarda ve bitkinin yeşil kısımlarında fotosentezle ya da nişastanın parçalanması sonucu glikoz üretilir. Kaynak hücre olarak görev yapan yaprak hücrelerinden floeme glikoz geçişi başlayınca floem hücrelerinin glikoz derişimi artarken su derişimi azalır. Bu durum floemin çevre dokulardan ve ksilemden su almasına; böylece floem hücrelerinde sıvı basıncının artmasına neden olur. Bu basıncın etkisiyle floem özsuyu aşağı doğru akar. Glikoz, floemden havuz hücreye aktif olarak taşınır. Bu sırada floemde glikoz derişimi azalır, su derişimi artar. Osmozla floemde bulunan su, tekrar ksileme verilerek yukarı doğru taşınır. Glikoz kök ya da meyve hücrelerindeki lökoplastlarda nişastaya çevrilerek depo edilir.



## Bölüm Sonu Değerlendirme

1. Kurak bölge bitkilerinde stomaların çoğunlukla yaprağın alt epidermisinde bulunmasının nedeni nedir? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

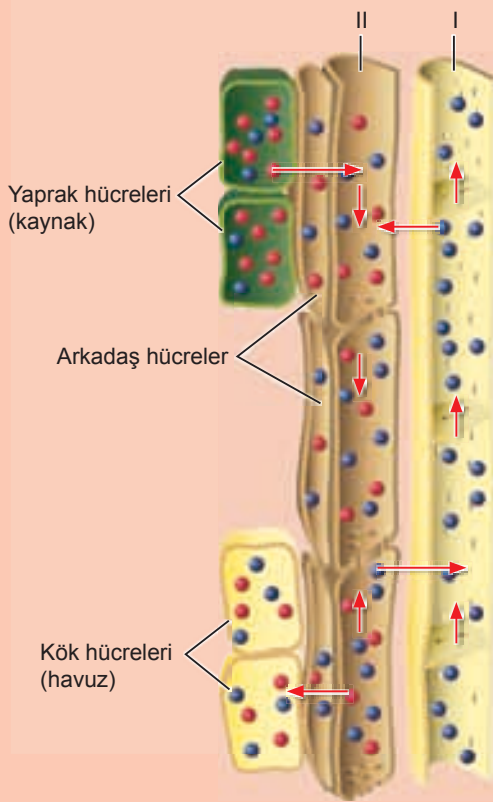
2. Kavak, ceviz gibi ağaçlarda su ve minerallerin kökten yapraklara kadar taşınması hangi yollarla gerçekleşir? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....



● Su  
● Şeker

3. Yandaki şekilde bitkilerde madde iletimi gösterilmektedir. Şekille ilgili aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

a. I numaralı bölüm sarı renkle gösterilmiştir. Bu bölümde hangi maddeler taşınır?

.....

.....

.....

.....

b. II numaralı bölüm kahverengi renkle gösterilmiştir. Bu bölümde hangi maddeler taşınır?

.....

.....

.....

c. Basınç-akış teorisine etki eden bölüm hangisidir?

.....

.....

.....

# III. Bölüm

## Bitkilerde Beslenme



Çilek (*Fragaria*)

A. Su ve Minerallerin Taşınması

B. Organik Madde Taşınması

Bölüm kapağındaki resimde çileğin topraksız kültür ortamında yetiştirilmesini görüyorsunuz. Topraksız kültür; tarımsal üretimin, durgun veya akan besin çözeltisinde gerçekleştirilmesidir. Topraksız kültürün amacı, bitkilerin gelişmesini besin çözeltileri yardımıyla sağlamaktır. Bu uygulamada sızma, yıkama ve buharlaşmadan doğan kayıp azaldığı için sudan tasarruf sağlanır. Topraksız kültürün temelini oluşturan besin çözeltisi; su ve suda çözünmüş minerallerden oluşur.

Topraksız kültür yöntemiyle üretilen çilek, marul vb. bitkilerin toprağa ihtiyaç duyulmadan yetiştirilmesi yeni ancak pahalı bir yöntemdir. Bitkiler besin üretmek için ihtiyaç duydukları su ve mineralleri içinde bulundukları çözeltiden alır.

Bu bölümde bitkilerin besin ihtiyaçlarını, besin eksikliği durumunda bitkide görülen değişiklikleri ve gübre kullanımının bitkiler için önemini öğreneceksiniz.

### A. Bitkinin Beslenebilmesi İçin Gerekli Koşullar

Toprağın yapısı ve kimyasal bileşimi o bölgede hangi çeşit bitkinin daha iyi yetişeceğini belirleyen ana etmendir. Bitkilerin yeterince büyüüp gelişebilmesi için toprağın yeterli miktarda minerale (besin tuzlarına) sahip, gaz ve su hareketine elverişli, yeterli sayı ve türde mikroorganizma barındıran ve bitki köklerinin gelişimine uygun nitelikte olması gerekir.

Bitkiler, topraktan su ve gerekli mineralleri alarak beslenir (Şekil 1.22). Mineraller topraktan genellikle inorganik iyonlar hâlinde alınır. Bitkinin yapısında bulunan mineraller, organik madde sentezinde görev aldıkları için oldukça önemlidir. Bitkilere güneş ışığı ve gerekli mineraller verildiğinde, normal büyüme için gerekli tüm bileşikler sentezlenebilir. Organik bileşiklerin sentezlenebilmesi için bitkinin havadan  $\text{CO}_2$  alması gerekir. Bitkiler  $\text{O}_2$  üreticisi olmakla birlikte hücre solunumu için  $\text{O}_2$ 'e gereksinim duyar. Bitki kökleri solunum için topraktan  $\text{O}_2$  alırken solunum sonucu üretilen  $\text{CO}_2$ 'i toprağa verir. Toprakta bulunan minerallerin çok azı bitkiler tarafından kolayca alınabilir özelliktedir. Minerallerin bitkiler tarafından alınabilir hâle dönüşmesi topraktaki mikroorganizmaların faaliyeti, toprağın havası ve sıcaklığı gibi birçok faktöre bağlıdır.



**Şekil 1.22:** Bitki topraktan kökleriyle su ve mineralleri alır.

### Bitkilerde Besin Tuzlarının Önemi

#### Düşünelim-Araştırılım

Fosfor, silisyum, kükürt vb. makro elementlerin bitkiye sağladığı yarar ve zararları araştırınız. Araştırma sonuçlarınızı arkadaşlarınızla paylaşınız.

Besin tuzları çeşitli elementlerden oluşur. Bitkiler büyüme ve gelişme için çeşitli besin tuzlarına ihtiyaç duyar. Besin tuzlarını oluşturan elementler makro ve mikro elementler olarak adlandırılır. Bitkilerin fazla miktarda ihtiyaç duyduğu azot, potasyum, karbon, kalsiyum, hidrojen, magnezyum, fosfor, kükürt, silisyum makro elementlerdir. Bitkilerin çok az gereksinim duyduğu klor, demir, bor, mangan, sodyum, çinko, bakır, nikel, molibden mikro elementlerdir. Elementler, bileşiklerin yapısına katıldığı gibi enzimlerin faaliyetlerinde ve bitki hücrelerinde ozmotik basıncın

düzenlenmesinde görev yapar. Besin elementi yetersizliğinde bitki metabolizmasının işleyişi bozulur; genel olarak bitki yapraklarında sararma görülür. Bitkiler besin elementlerinin optimum düzeyde bulunduğu ortamlarda en iyi şekilde büyür ve gelişir.

Makro ve mikro elementler bitkilerin büyüme ve gelişiminde görevlidir. Bu elementlerin eksikliklerinde bitkilerde çeşitli gelişim bozuklukları görülür. Makro elementlerin bazıları ve görevleri aşağıda verilmiştir:

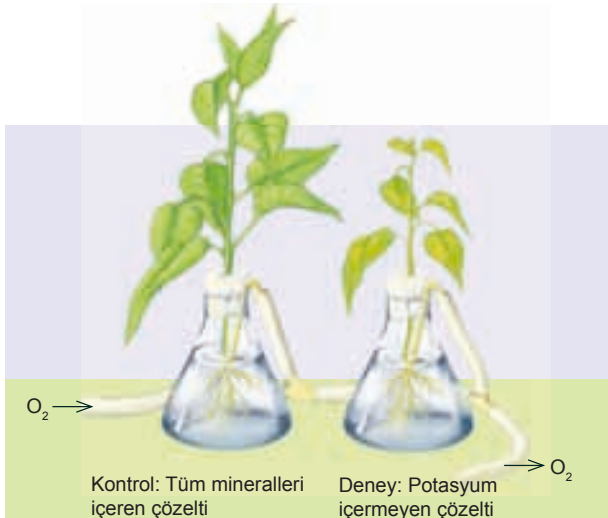
**Azot:** Bitkilerin en fazla ihtiyaç duyduğu elementtir. Azot amino asit, nükleik asit, protein, ATP vb. birçok temel bileşiğin yapısına katılır. Azot eksikliği görülen bitkilerde üstte bulunan yapraklar açık yeşildir. Alt yapraklar sararır, kahverengileşir ve bitkiden düşer. Bu bitkilerde gövde incelerek odunsu bir hâl alır (Resim 1.26).

**Potasyum:** Ozmotik basıncın düzenlenmesinde ve bazı enzimlerin aktifleştirilmesinde rol oynar. Şekil 1.23'te bitki gelişiminde gerekli mineralleri saptamak için planlanmış bir düzenek görülmektedir. Burada bitki kökleri belirli derişimlerde çözünmüş mineralleri içeren çözeltilere daldırılmıştır. Su havalandırılarak hücre solunumu için köklere  $O_2$  sağlanmıştır. Kontrol



**Resim 1.26:** Azot eksikliğinde bitkide gelişim bozukluğu görülür.

a) Tüm mineralleri içeren ortamda yetişen marul  
b) Azot bulunmayan ortamda yetişen marul



**Şekil 1.23:** Potasyum eksikliğinde bitkide gelişim bozukluğu görülür.

grubuna tüm mineralleri içeren çözelti verilirken potasyumun bitkiler için elzem elzem olup olmadığını denemek amacıyla deney grubuna potasyum içermeyen çözelti kullanılmıştır. Bu durumda tüm mineralleri içeren ortamda yettirilen bitkide normal gelişme görülürken potasyumun eksik olduğu ortamda yetişen bitkilerde büyümenin azaldığı, yaprakların rengini kaybettiği görülmektedir.

**Magnezyum:** Bitki hücrelerinde solunum ve fotosentezde görevli enzimlerin aktifleşmesinde rol oynar. Ayrıca klorofilin yapısına katılır. Magnezyum eksikliğinde protein sentezi engellenir. Yaprak damarları arasında lekelenmeler olur. Yapraklar solar, kıvrılır, kurur ve erken dökülür.



## Etkinlik

**Etkinliğin adı:** Magnezyumun Bitki Gelişimine Etkisi

**Amaç:** Magnezyum eksikliğinin bitki gelişmesine etkisini kavrama

### Uygulayalım

- Erlenmayerleri numaralandırınız.
- Bir litre saf su, 0.75 g potasyum nitrat, 0.25 g potasyum fosfat, 0.25 g kalsiyum nitrat, 0,28 g sodyum sülfat ve 0.005 g demir (III) klorit ekleyerek hazırladığınız çözeltiden yüzer mL alarak 1 ve 2. erlenmayere koyunuz.
- Bir litre saf su, 0.75 g potasyum nitrat, 0.25 g potasyum fosfat, 0.25 g kalsiyum nitrat, 0.005 g demir (III) klorit ve 0.25 g magnezyum sülfat ekleyerek hazırladığınız tam besleyici çözeltiden yüzer mL alarak 3 ve 4. erlenmayere koyunuz.
- Her erlenmayere bir fasulye fidesi yerleştiriniz ve iki hafta gözlemleyiniz.

### Sonuçlandırılma

- Gözlem sonuçlarınızı sınıfta paylaşınız.

**Not:** Gözlem sürecinde erlenmayerlerde azalan çözelti miktarını tamamlamak için çözeltiler saklanmalıdır.



### Araç - gereç

- 4 adet fasulye fidesi
- 4 adet erlenmayer (150 mL)
- Dereceli silindir (150 mL)
- 1.5 g potasyum nitrat
- 0.25 g magnezyum sülfat
- 0.50 g potasyum fosfat
- 0.50 g kalsiyum nitrat
- 0.01 g demir (III) klorit
- 0,28 g sodyum sülfat
- 2 litre saf su
- Elektronik terazi



**Resim 1.27:** Maydanozda klor eksikliğinde yapraklar kurur.

Mikro elementlerin bazıları ve görevleri aşağıda verilmiştir:

**Klor:** Bitkilerde iyon hâlinde bulunan klor, fotosentezde ve hücre bölünmesinde görev alır. Klor eksikliğinde yapraklar kurur (Resim 1.27).

**Demir:** Bitkilerde çok az bulunmasına karşın klorofil sentezinde rol oynar ve sitokromların yapısına katılır. Demir eksikliğinde klorofil oluşumu engellendiği için yapraklar sararır; zaman zaman beyaza dönüşebilir (Resim 1.28).



**Resim 1.28:** Asmada demir eksikliğinde yapraklar sararır.

**Çinko:** Birçok enzimin aktifleşmesinde ve klorofilin sentezinde rol oynar. Çinko eksikliğinde bitki fazla büyüyemez. Bitkide küçük ve şekil bozukluğu olan yapraklar oluşur (Resim 1.29).



a



b

**Resim 1.29:** Mısırdaki çinko eksikliği; a) Gövdenin boyu kısalmış. b) Yaprakların kenarı büzülmüş.

Yaşam için gerekli elementlerin bir bölümü (karbon, hidrojen, oksijen vb.) doğada yeterli miktarda bulunurken bir bölümü her zaman canlıların ihtiyaçlarını karşılayacak düzeyde bulunmayabilir. Ortamda bulunan elementlerden hangisi en az ise o element sınırlayıcı etki gösterir. Yani diğer elementler ortamda yeterli olsa bile bitkinin bu elementlerden yararlanma ölçüsü, ortamda az bulunan elementten yararlandığı ölçüdedir. Örneğin bor elementi bitkiler için gereklidir ve toprakta her zaman az miktarda bulunur. Toprakta diğer gerekli elementler bol miktarda bulunsan bile bitki, diğer elementlerden bordan yararlandığı ölçüde yararlanacaktır. Buna **Minimum Yasası** denir. Minimum Yasası, bitkilerin beslenmesinde bazı elementlerin gerekli olduğunu belirtmek amacıyla Liebig (Libig) tarafından ilk kez 1840 yılında ortaya atılmıştır. İlk olarak bitkiler için ortaya konan bu kural daha sonra tüm canlılar ve ekolojik faktörler için genellenmiştir.

Bitkilerin büyüme ve gelişmesinde ortamda her zaman yeterli besin elementi bulunmayabilir. Bitkide yeterli büyüme ve gelişmenin sağlanması için bitki beslenmesinde gerekli olan elementleri içeren doğal veya yapay maddeye **gübre** denir. Bitkilerde metabolik olaylarda kullanılan besin elementleri madde döngüleri sayesinde toprakta her zaman bulunur. Ancak erozyon, yanlış sulama vb. nedenlerle topraktaki besin elementlerinin bir kısmı kayba uğrayabilir. Bunların toprağa yeniden kazandırılması gübrelemeye olur. Gübrelerin bir kısmı azot, fosfor, potasyum vb. elementlerden kimyasal yollarla yapay olarak üretilirken bir kısmı da bitki veya hayvanların kalıntılarının ayrışmasıyla doğal yollardan üretilir.

Bazı bitkilerde, topraktan besin elementlerini alabilmeleri için nodül, mikoriza gibi özelleşmiş yapılar bulunur.

Bezelye, fasulye, yer fıstığı, soya fasulyesi, yonca vb. bazı bitkilerle toprakta bulunan azot bağlayıcı bakteriler (*Rhizobium*) arasında ortak yaşam görülür. Azot bağlayan bakterilerin bitkinin kök hücrelerine girmesiyle kökte **nodül** olarak adlandırılan yumrular oluşur (Resim 1.30). Nodüldeki bakteriler ortamdaki azotu bağlayarak amino asit ve protein sentezine katkıda bulunur.

### Düşünelim-Araştırılmalı

Mangan, sodyum, çinko, bakır, molibden vb. mikro elementlerin bitkiye sağladığı yarar ve zararlar ile ilgili poster hazırlayınız. Posterleri sınıfta arkadaşlarınıza sununuz.



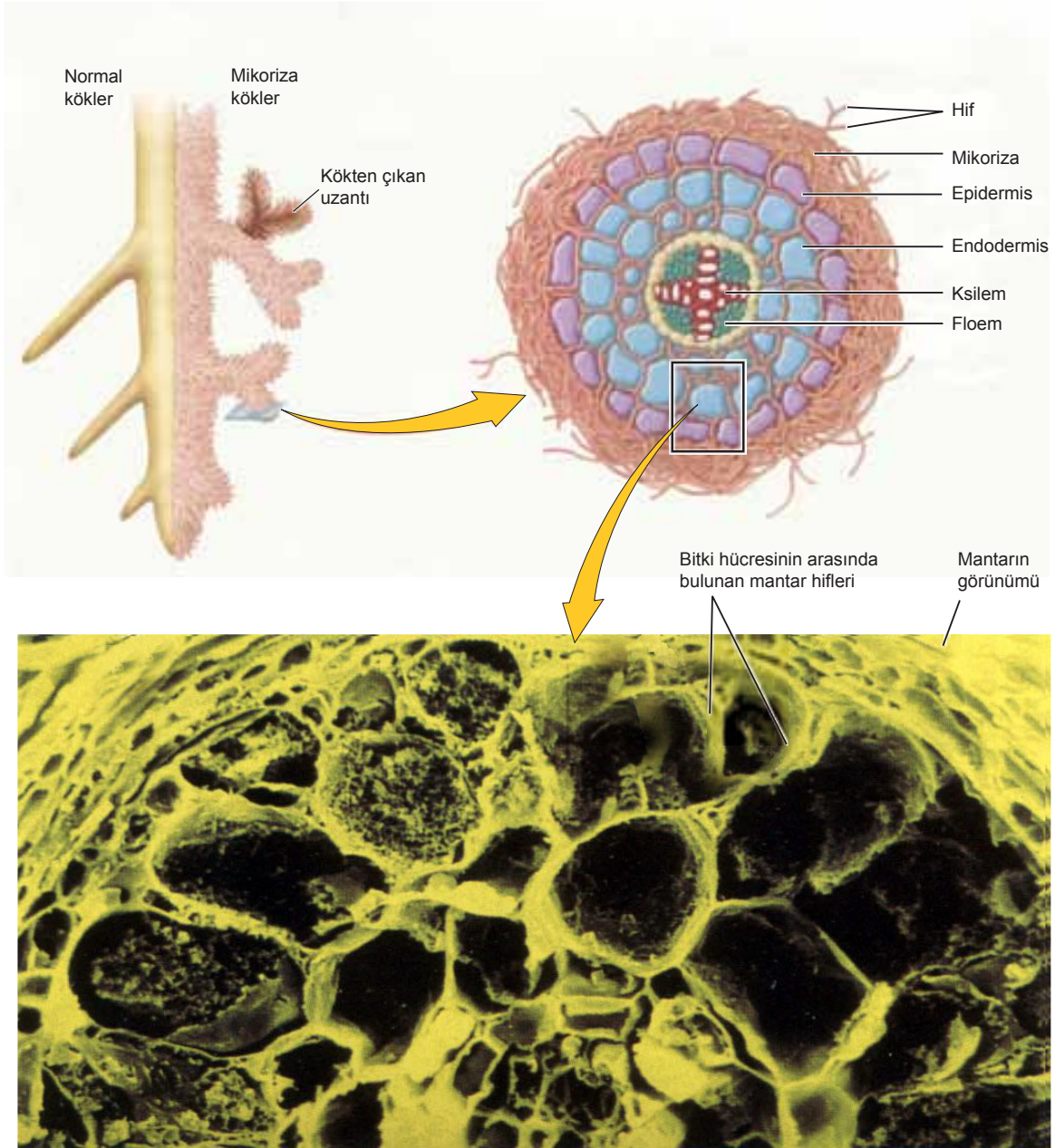
### Biliyor musunuz?

Baklagiller toprağı azot yönünden zenginleştirdikleri için önemlidir. Çiftçiler toprağın azot seviyesini düşüren diğer kültür bitkileriyle toprağın azot seviyesini yükselten baklagilleri dönüşümlü olarak ekerler.



**Resim 1.30:** Baklagillerin köklerinde nodül bulunur.

Bitkilerin çoğu, topraktan su ve minerallerin emilmesi sırasında mantarlarla iş birliği yapar. Canlı bitki kökleri ile mantar hifleri arasındaki bu mutualist birliğe **mikoriza** denir (Şekil 1.24). Kökler yalnızca uygun mantar türleriyle mikorizayı oluşturur. Mantar hifleri; su ve minerallerin, özellikle fosfatın emilmesi için bitkiye geniş bir yüzey sağlarken aynı zamanda bitkinin fotosentez ürünlerinden yararlanır. Hemen hemen bütün damarlı bitkilerde mikoriza bulunur. Bu tür bitkiler doğada daha iyi rekabet eder, daha iyi gelişir ve bol ürün verir.

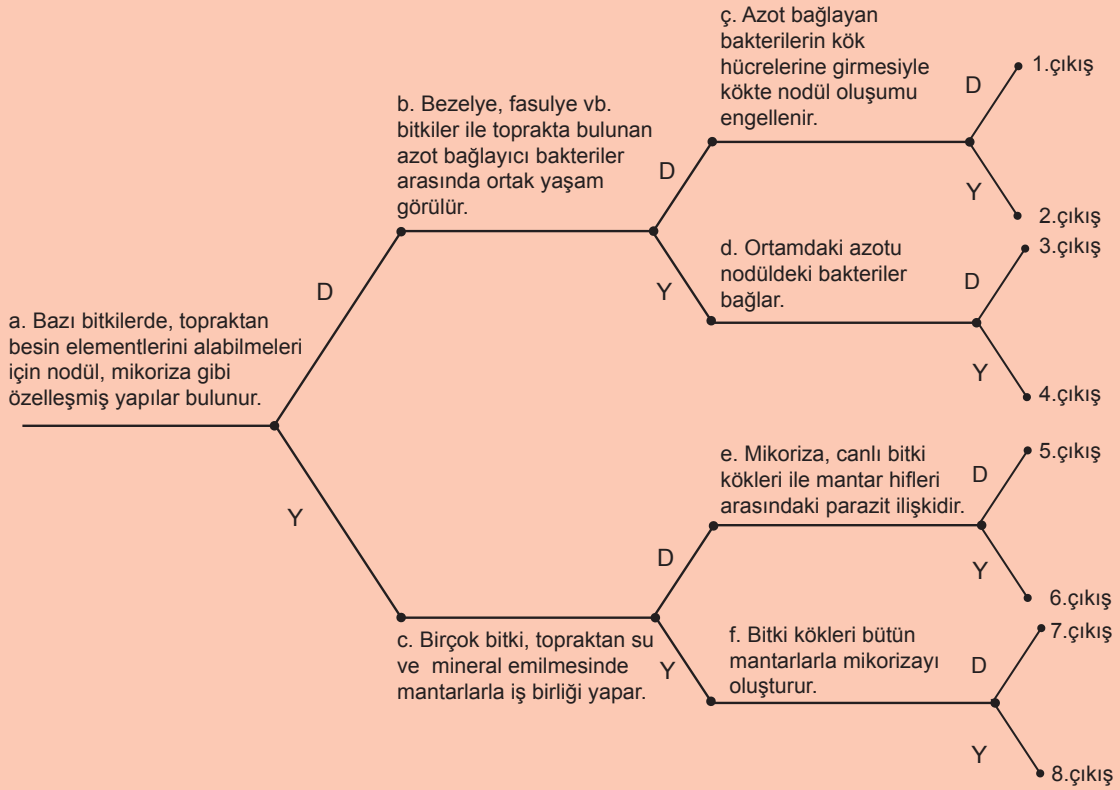


Şekil 1.24: Bitki kökünde mikorizanın elektron mikroskobu görüntüsü



## Bölüm Sonu Değerlendirme

Aşağıda birbiriyle bağlantılı cümleler içeren "Tanılayıcı Dallanmış Ağaç" tekniğinde bir soru verilmiştir. a ifadesinden başlayarak cümlelerin (D) ya da (Y) olduğuna karar vererek ok yönünde ilerleyiniz. Vereceğiniz cevaplarla doğru çıkışı bulunuz.



# IV. Bölüm

## Bitkilerde Büyüme ve Hareket



*Sinekkapan (Dionea muscipula)*

- A. Bitki Büyümesinde Rol Oynayan Faktörler
- B. Bitkilerde Görülen Hareketler
- C. Fotoperiyodizm

Bölüm kapağındaki resimde gördüğünüz *Dionea muscipula* (*Dionea muskipula*) etobur bir bitkidir. Venüs sinek kapanı olarak da adlandırılan bu bitki sinek ve böcekleri sindirebilecek özelliğe sahiptir. Yapılan incelemelerde, yaprağa konan sineğin yaprak üstünde bulunan tüycükleri uyardığı ve bu uyarının yaprağın dış kısmındaki hücrelere su pompalamayı tetiklediği görülmüştür. Bu tetikleme sonucunda yaprağın dış yüzeyindeki hücreler uzarken iç kısmındaki hücreler aynı kalır. Böylece bitki yapraklarını kapatarak sineği hapseder; salgıladığı enzimlerle avını sindirerek beslenir.

Bitkiler, yaşamları boyunca bulundukları yere bağlıdır yani yer değiştirmez. Ancak bitkilerin de bazı hareketleri vardır. Sinek kapan bitkisinde olduğu gibi bitkiler çevresel uyarılara farklı şekilde yanıt vererek beslenir, büyür ve gelişir.

Bu bölümde bitkilerin büyümesinde rol oynayan çevresel faktörler, hormonlar ve bitkilerde hareket konuları anlatılacaktır.

## A. Bitki Büyümesinde Rol Oynayan Faktörler

Çok hücrelilerin büyüme ve gelişmesi, hücre çoğalmasını ve hücrelerin büyümesini gerektirir. Yeni oluşan hücrelerin büyümesini farklılaşma aşaması izler. Bu aşama dokuların ve organların şekil almasıyla sonuçlanır. Büyüme ve gelişme genler tarafından kontrol edilir; buna çevresel ve hormonal faktörler de etki eder.

### 1. Çevresel Faktörler

Bitkinin çimlenmesinden gelişip büyümesine kadar her dönemde çevresel faktörlerin rolü büyüktür. Bitki büyümesine etki eden çevresel faktörler; sıcaklık, ışık, su, toprak, atmosferdeki gazlar ve yer çekimidir.

**Sıcaklık :** Bitkilerde büyümenin gerçekleşebilmesi için gerekli olan fotosentez ve solunumda sıcaklık önemli bir faktördür. Belirli bir düzeye kadar sıcaklık büyümeyi hızlandırır. Sıcaklık belirli bir derecenin üzerine çıktığında ise bitki daha çok terler. Bitki terlemeyle kaybettiği suyu karşılayamadığında kurur. Ayrıca yüksek sıcaklık, fotosentez ve solunum arasındaki dengenin dolayısıyla metabolizmanın bozulmasına neden olur. Yüksek sıcaklık bitkiler için ne kadar zararlıysa düşük sıcaklık da zararlıdır.

**Işık :** Işık, bitkilerde fotosentez, klorofil sentezi, stomanın açılması, terleme gibi fizyolojik olaylar için gereklidir. Güneş ışınları çeşitli dalga boylarındadır. Farklı dalga boylarında fotosentez hızıyla ilgili yapılan araştırmalarda fotosentezin yeşil dalga boyundaki ışıktaki en düşük oranda; kırmızı ve mor dalga boyundaki ışıktaki yüksek oranda gerçekleştiği görülmüştür. Ayrıca ultraviyole ve kısa dalga boylu ışınların bitkilere zarar verdiği yapılan araştırmalarla belirlenmiştir.

**Su :** Bitkinin ihtiyacı kadar su alması, büyüme ve gelişmesini hızlandırır. Bitkilerin normal büyüme ve gelişmeleri için belirli miktarda su ve neme gereksinimleri vardır. Bitkilerde su; yapıya turgor basıncıyla destek sağlama, hücreler arası madde taşınmasına yardımcı olma, sıcaklığı düzenleme gibi işlevlerinin yanında fotosentez için de gereklidir.

**Toprak :** Bütün canlılar yaşamlarını sürdürebilmek için doğrudan veya dolaylı olarak toprağa bağımlıdır. Toprağın yapısı, içerdiği maddeler, pH'si bitkinin büyüme ve gelişmesine etki eder.

**Atmosferdeki gazlar:** Oksijen, karbon dioksit, kükürt dioksit, azot, su buharı vb. gazlar atmosferin bileşiminde belirli oranlarda bulunur. Bitkinin bulunduğu ortamda bu oranın artması ya da azalması bitkinin büyüme ve gelişimini olumsuz yönde etkiler. Atmosferde kirletici olarak bulunan kükürt dioksit, hidrojen sülfür vb. gazların miktarının artması bitkilerin yapraklarının sararmasına, çürümmesine ve kurumasına neden olur.

**Yer çekimi:** Yer çekimi bitkilerin gelişmesinde rol oynayan oksin, giberellin vb. hormonların bitkideki dağılımını etkiler. Bitkinin kökünün toprak içine doğru; gövdesinin ise aksi yönde büyümesini sağlar.

## 2. Bitkisel Hormonlar

Hormonlar, bitki tarafından çok düşük yoğunlukta üretilen ve üretildikleri yerden bitkinin diğer kısımlarına taşınan kimyasal habercilerdir. Hormonlar bitkide doğal olarak sentezlendiği gibi laboratuvar ortamında sentetik olarak da üretilir.

Bitkisel hormonlar, aktif büyüme gösteren kök ve gövde uçlarında, meyvelerde ve genç yapraklarda yer alan hücreler tarafından sentezlenir. Bitkisel hormonlar belirli hedef hücrelere taşınır. Hedef hücrelerin hücre zarlarında alıcı (reseptör)



### Düşünelim-Araştırılım

Organik üretim etiketini marketlere gittiğinizde görmüşsünüzdür. Bu etiketin önemini ve niçin yazıldığını araştırınız. Edindiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

moleküller olarak bilinen kimyasallar vardır. Uygun bir hormon hedef hücrelere geldiği zaman bu alıcı moleküller hormonu tanır ve hedef hücrelerin yanıt vermesi sağlanır. Hormonların bir kısmı üretildiği dokuda etkili olurken bir kısmı bitkinin farklı bölgelerinde etkilidir.

Hücre bölünmesini, çiçek ve meyve oluşumunu hızlandıran hormonlar yaprak dökümü, meyve olgunlaşması ve tropizma hareketlerinin gerçekleşmesinde de etkilidir.

**Oksinler:** Bitkilerin özellikle büyüme bölgelerindeki hücreler tarafından sentezlenir. Sürgün uçlarındaki genç yapraklar tarafından üretilir ve köke doğru taşınır. Oksinler hücre duvarının içine asit salgılanması için hücreleri uyarır. Salgılanan asit hücre duvarının gevşemesine neden olur. Böylece hücre genişleyerek büyür. Oksin, hücre bölünmesini hızlandırır ve bitkinin ışığa yönelmesini sağlar. Büyüme, gelişme, yapraklanma ve çiçek açmada, meyve oluşumunda görev yapar (Resim 1.31).

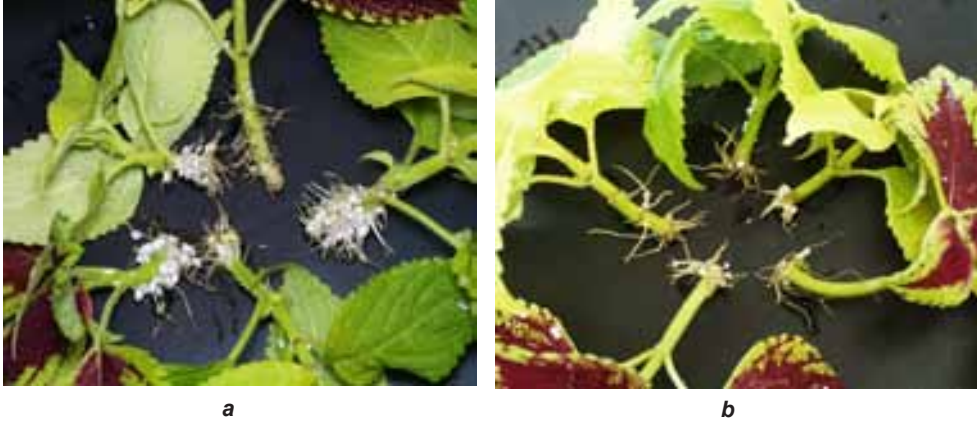
#### Düşünelim-Araştırılmalı

Optimum değer altında veya üzerindeki hormon miktarı bitkilerin gelişimini olumsuz yönde etkiler. Bulduğunuz yöredeki tarım müdürlüklerini ziyaret ediniz ve bitkinin gelişimini olumsuz yönde etkileyen hormonlar hakkında bilgi edininiz. Edindiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.



**Resim 1.31:** Oksin büyümede etkilidir.  
a) Oksin uygulanmamış bitki, b) Oksin uygulanmış bitki

Doku kültürüyle bitki üretiminde de oksin hormonundan yararlanılır. Ayrıca bu hormon hücre bölünmesi, kesik gövde ve yapraklarda kök oluşumu, çiçek açması gibi bitki gelişimi ile ilgili birçok olayı uyarır (Resim 1.32).



**Resim 1.32:** Oksin kesik gövdelerde kök oluşumunda etkilidir.  
a) Oksin uygulanmış bitki, b) Oksin uygulanmamış bitki

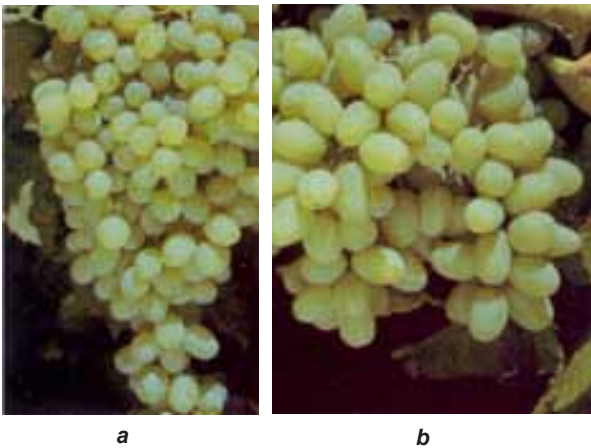
### Düşünelim-Araştırılmalı

Organik tarımın insan sağlığı açısından önemini araştırarak edindiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

**Sitokinin:** Sitokinin hormonu kök uçlarında sentezlenir ve ksillemle meristem doku, tohum, yaprak ve meyvelere taşınır. Hücre bölünmesi için uyarıcı görev yapar. İkincil meristemlerin aktif hâle gelmesi ve gövdenin alt kısımlarında köklerin oluşması sitokinin hormonunun etkisi sonucunda meydana gelir. Bunun yanında sitokinin hormonu çiçekçiler tarafından bitkinin yaşlanmasını geciktirmek için de kullanılır.

**Giberellinler:** Giberellin hormonu köklerde, genç yapraklarda ve bitkilerin embriyolarında üretilir. Giberellin, hücre bölünmesi ve hücre büyümesini uyararak gövde ve yaprak uzamasını, çiçeklenmeyi teşvik eder. Hücreye su alımını kolaylaştırarak hücrelerin genişlemesini, uyku hâlindeki tohumun uyanmasını sağlar. Tohumun çimlenmesinde de etkilidir.

Giberellin hormonu tarımda kullanılan önemli bir hormondur. Çekirdeksiz üzümle rin sap uzunluğunu artırarak salkımın seyrelmesini üzüm tanelerinin büyümesini sağlar. Günümüzde üzümlerin daha iri olması genetik ıslahın yanı sıra üzüme büyüme hâlindeyken verilen giberellin hormonu sayesinde (Resim 1.33).



**Resim 1.33:** Giberellinin çekirdeksiz üzüm üzerindeki etkisi;  
a) Giberellin uygulanmamış üzüm,  
b) Giberellin uygulanmış üzüm

**Etilen:** Bitkiler kuraklık, su baskını, mekanik basınç ve enfeksiyon gibi streslere yanıt olarak etilen üretir. Aynı zamanda meyve olgunlaşması sırasında da etilen üretilir. Etilenin etkisiyle hücre çeperi bileşenlerinin enzimatik olarak parçalanması, nişastanın hidrolizi, organik asitler ve tanin gibi bazı fenolik bileşiklerin parçalanması gibi değişiklikler meyveyi tatlandırır. Böylece meyve olgunlaşır. Ancak olgunlaşma tamamlandıktan sonra etilen üretimi devam ederse meyve çürür. Etilen bir gaz olduğu ve bulunduğu ortamda kolayca yayılabildiği için diğer meyveleri de çürütür.

## B. Bitkilerde Görülen Hareketler

Canlıların en önemli özelliklerinden biri iç ve dıştan gelen uyarılara tepki verebilmesidir. Bitkiler toprağa bağlı olarak yaşadıkları için hayvanlar gibi yer değiştirme hareketi yapamaz. Ancak çevreden gelen uyarılara karşı da tamamen duyarsız değildir. Bitkilerde gözlenen hareketler, tropizma ve nasti olmak üzere iki grupta incelenir:

### 1. Tropizma Hareketleri

Tropizma, bitkilerin çevreden gelen uyarının yönüne bağlı olarak gerçekleştirdiği tepkidir. Tropizma hareketleri, bitkilerin sadece büyüyen ve uzayan kısımlarında meydana gelir. Eğer hareket uyarana doğru ise pozitif, zıt yönde ise negatif tropizma olarak adlandırılır. Başlıca tropizma hareketleri şunlardır:

**Fototropizma:** Bitkilerin ışık uyarısına karşı gösterdiği yönelme hareketidir. Örneğin pencere önüne konan bir bitkinin güneşe doğru yönelmesi **pozitif fototropizmadır** (Şekil 1.25).



Şekil 1.25: Bitkide fototropizma



#### Biliyor musunuz?

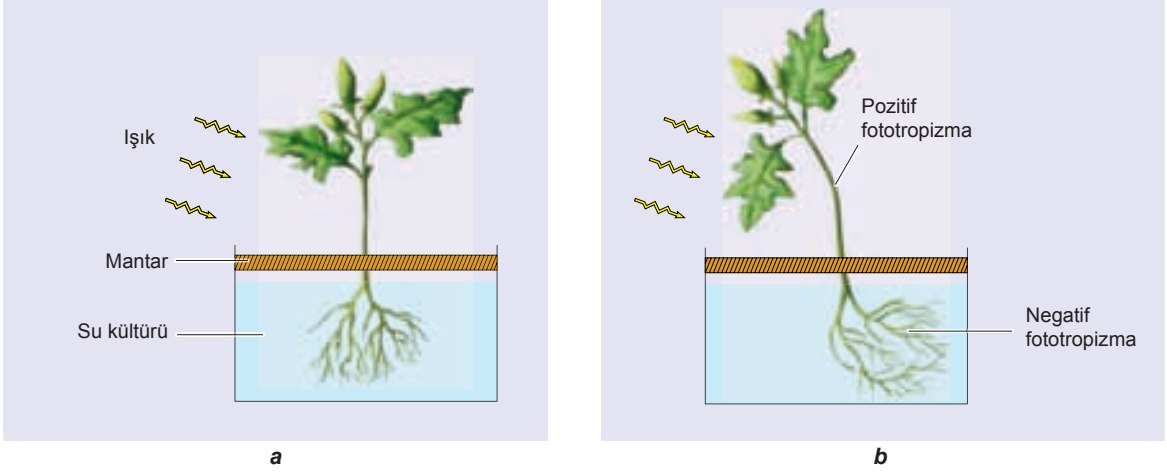
Olgunlaşmış bir muz veya bir elma etilen çıkararak yakınında bulunan diğer meyvelerin de olgunlaşmasını hızlandırmaktadır.



#### Biliyor musunuz?

Bazı bitkilerde büyümenin başlayabilmesi sıcaklığın yanı sıra bitkinin ışık alma süresine bağlıdır. Caddelerde elektrik lambalarının yakınındaki dallarda bulunan tomurcukların, aynı ağacın diğer dallarındaki tomurcuklardan birkaç gün önce açması bu etkinin sonucudur.

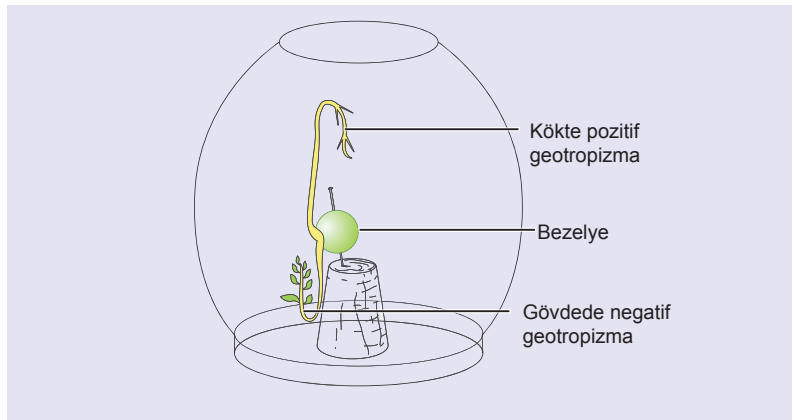
Bitkide büyümeyi sağlayan oksin hormonu ışık alan tarafta az, ışık almayan tarafta daha fazla bulunur. Bu nedenle ışık almayan taraftaki hücreler daha fazla çoğalır. Bu da bitki gövdesinin güneşe doğru yönelmesine neden olur. İçinde su bulunan bir cam kapta yetiştirilen bitkinin gövdesi güneş ışığına doğru yönelirken (pozitif fototropizma) kökleri güneş ışığının tersine yönelir. Buna **negatif fototropizma** denir (Şekil 1.26).



**Şekil 1.26:** Bitki fidesinde fototropizmanın kök ve gövdedeki yönü;  
a) Deney başlangıcında fidenin durumu, b) Tek yönlü ışıklandırmadan sonra fidenin durumu

**Geotropizma:** Bitkinin yer çekimine karşı gösterdiği yönelim hareketine geotropizma denir. Bitkilerin kökleri yer çekimine karşı pozitif geotropizma hareketi gösterirken gövdeleri negatif geotropizma gösterir.

Şekil 1.27'de görülen düzenekte olduğu gibi çimlenmiş bezelye tohumu ters çevrilerek nemli fanusa konulmuştur. Bezelye filizleri dikey konuma getirildiğinde bitkinin gövdesinin yukarı, kökünün ise aşağı doğru kıvrılarak büyüdüğü gözlemlenmiştir.



**Şekil 1.27:** Bezelyede geotropizma



## Etkinlik



**Etkinliğin adı:** Çimlenen Tohum ve Yer Çekimi

**Amaç:** Çimlenen tohumda kök büyümesinin yer çekimi ile ilişkisini açıklama

### Hazırlanım

- Deneyden önce tohumları bir gün suda bekletiniz.

### Uygulayalım

- Islatılmış fasulye tohumlarını petri kabına aralarında 90° lik açı olacak şekilde yerleştiriniz.
- Petri kabı büyüklüğünde kestiğiniz filtre kâğıdını, tohumları yerinden oynatmadan tohumların üzerine dikkatlice yerleştiriniz.
- Filtre kâğıdının üzerine ıslatılmış pamuğu koyarak petri kabının kapağını kapatınız ve tohumların yerinden oynamasını önleyecek şekilde sıkıca bantlayınız.
- Kapağın üzerine kalemle tarih yazınız.
- Petri kabını herhangi bir destekle dik konuma getirerek sabitleyiniz ve aydınlık bir ortama koyunuz.
- Dördüncü gün petri kabını 180° döndürerek iki gün daha gözlemlemeye devam ediniz. Bu sırada meydana gelen değişimleri gözlemleyiniz. Gözlemlerinizi defterinize çizin.

### Sonuçlandırılma

- Petri kabını 180° çevirdikten sonra bitkide nasıl bir değişiklik meydana geldi?



### Araç - gereç

- Bir adet petri kabı
- Islatılmış dört adet fasulye tohumu
- Beyaz filtre kâğıdı
- Pamuk
- Cam kalem
- Bant
- Su

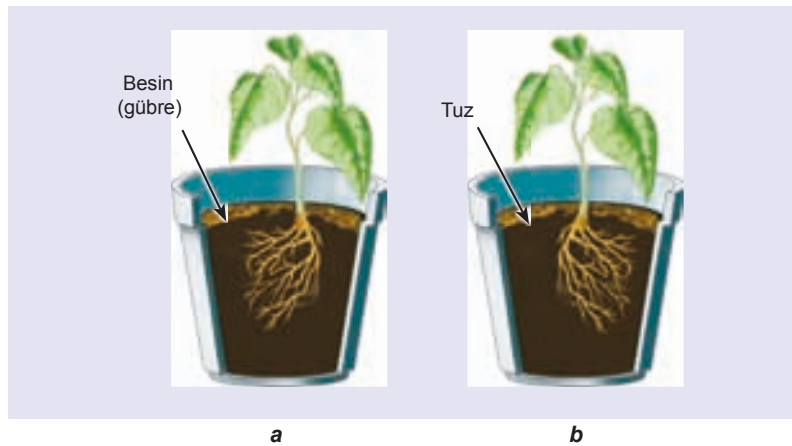


**Haptotropizma:** Bitkilerin dokunmaya karşı gösterdiği tepkilere haptotropizma denir. Özellikle sarılıcı bitkiler destek dokuları zayıf olduğu için dik duramaz ve destek arar. Örneğin sarmaşıkların desteğe temas ettiğinde sarılması pozitif haptotropizmadır (Resim 1.34).



**Resim 1.34:** Sarılıcı bitkilerde haptotropizma

**Kemotropizma:** Bitki köklerinin toprakta bulunan çeşitli kimyasal maddelere karşı gösterdiği tropizma hareketleri kemotropizma olarak adlandırılır. Bitkinin kökleri besin maddelerine pozitif, tuz karşı negatif kemotropizma gösterir (Şekil 1.28). Bitkilerin üreme sırasında polen tüpünün embriyo kesesine doğru ilerlemesi bir pozitif kemotropizma hareketidir.



**Şekil 1.28:** Bitkilerde kemotropizma;

- a) Saksının bir noktasından besin verildiğinde kökte pozitif kemotropizma gözlenir.
- b) Saksının bir noktasından tuz verildiğinde kökte negatif kemotropizma gözlenir.

**Travmatropizma:** Bitki organlarının yaralanma nedeniyle gösterdikleri yönelme hareketlerine travmatropizma denir. Özellikle köklerde görülür. Genç bir bakla fidesi petri kutusunda ıslak filtre kâğıdı üzerine konur ve kök ucuna kızgın iğne dokundurularak yakılırsa yani orada bir yara oluşturulursa kökün yaradan uzaklaşarak aksi tarafa yöneldiği görülür.

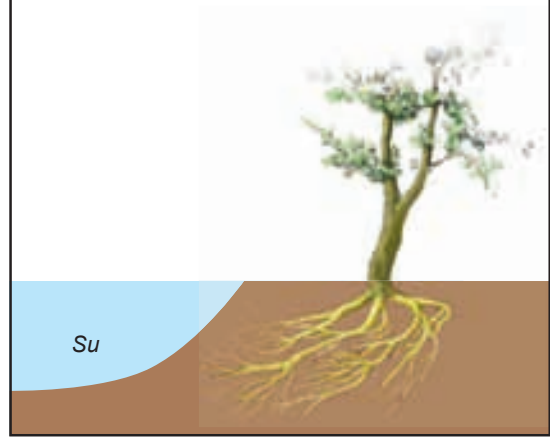
**Hidrotropizma:** Bitki köklerinin suya doğru yönelim göstermesi hidrotropizma olarak adlandırılır (Şekil 1.29).

## 2. Nasti

Bitkilerin uyarının yönüne bağlı olmaksızın gerçekleştirdikleri harekete **nasti** denir. Nasti hareketleri turgor değişimleri ile sağlanır. Nastide, uyarı hangi yönden gelirse gelsin bitki bütün kısımları ile uyarana tepki gösterir. Nasti hareketlerine neden olan uyarılar ısı, ışık, sarsılma gibi dış çevre faktörleridir.

Başlıca nasti hareketleri şunlardır:

**Fotonasti:** Çiçeklerin ortamdaki ışık şiddetine bağlı olarak açılıp kapanması fotonasti olarak adlandırılır. Akşamsefasının çiçeklerinin gündüz ışık şiddetine bağlı olarak kapanıp karanlıkta açılması fotonastiye örnektir (Resim 1.35).



Şekil 1.29: Bitkinin kökleri suya doğru yönelir.

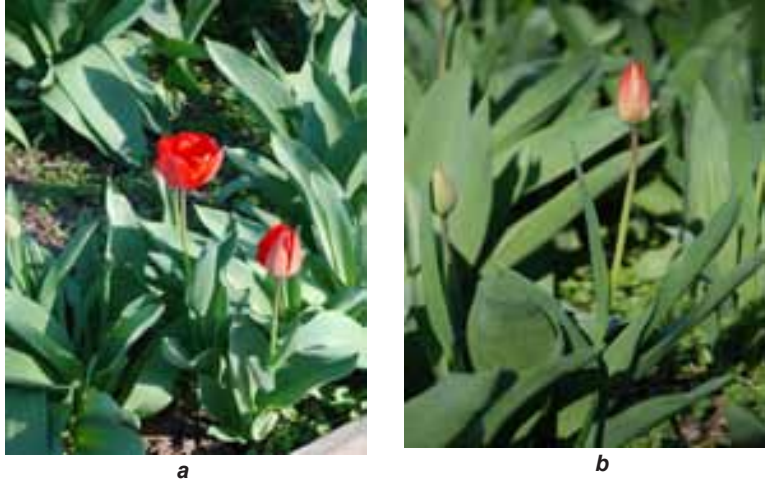


a

b

Resim 1.35: Akşamsefası çiçekleri; a) Gece açık, b) Gündüz kapalıdır.

**Termonasti:** Bitkilerde sıcaklık değişimlerinin sebep olduğu nasti hareketlerine termonasti denir. Termonasti daha çok çiçeklerde görülür. Henüz tam açılmamış olan bir lale bulunduğu ortamdan 10-15°C daha sıcak bir ortama konulursa birkaç dakika içinde lalenin taç yaprakları tam açılır (Resim 1.36). Eğer aynı lale tekrar önceki ortamına alınırsa düşük sıcaklığın etkisiyle taç yaprakları kapanır.



**Resim 1.36:** Lalenin taç yaprakları; a) Sıcakta açık, b) Soğukta kapalıdır.

**Sismonasti:** Bitkide dokunma ile meydana gelen turgor değişimleri sonucu ortaya çıkan hareketlerdir. Küstüm otunun (*Mimosa pudica*) (Mimoza pudika) yapraklarının kapanması sismonastiye örnektir (Resim 1.37). Böcekçil bitkinin yapraklarının böceğin yaprağa dokunmasıyla bir kapan şeklinde kapanması da sismonastiye başka bir örnek olarak verilebilir.



**Resim 1.37:** Küstüm otunun yaprakları dokununca kapanır.  
a) Açık yapraklar, b) Kapanan yapraklar

### C. Fotoperiyodizm

Bitkilerin büyüme ve gelişmelerini etkileyen önemli faktörlerden biri de gün uzunluğudur. Bitkilerin gün uzunluğuna verdikleri biyolojik yanıt **fotoperiyodizm**, bir günde ışık ya da karanlığa maruz kaldıkları süre ise **fotoperiyot** olarak adlandırılır. Fotoperiyodizm, bitkilerde büyüme, gelişme, çiçeklenme, yaprakların dökülmesi ve durgunluk döneminin başlaması gibi fizyolojik olayları etkilemektedir. Ayrıca gün uzunluğunun çiçeklenmeye olan etkileri yeryüzünde bitki türlerinin dağılımını da etkilemektedir.

Bazı bitkilerin yıl içindeki gelişim evrelerinin başlamasında ışık alma süresinin etkisi büyüktür. Bitkiler normal gelişimlerini gerçekleştirmek için günde belirli bir süre ışığa ihtiyaç duyar. Örneğin bir soğan bitkisinin yumrusunu yapabilmesi için günde 10 saat gün ışığına ihtiyacı vardır.

Işık alma süresine göre bitkiler üç ana grupta incelenir:

**Uzun gün bitkileri:** Gündüzün geceye oranla daha uzun olduğu günlerde genellikle ilkbahar ve yaz aylarında çiçeklenen bitkilerdir. Bu bitkilerin çiçeklenebilmesi için günde en az 12-14 saat ışık alma süresine ihtiyacı vardır. Ekvator'dan uzak bölgelerde yaşayan bitkiler genellikle uzun gün bitkileridir. Bu bölgelerde yetişen kültür bitkileri yalnız gün ışığının yoğun olduğu yaz mevsiminde çiçeklenir. Aksi durumda çiçeklenme gecikir. Uzun gün bitkilerine örnek olarak arpa, buğday, dereotu, şeker pancarı, turp, çavdar ve ıspanak verilebilir (Resim 1.38).



a



b

**Resim 1.38:** Uzun gün bitkileri; a) Turp, b) Buğday

**Kısa gün bitkileri:** Gecenin gündüzden daha uzun olduğu mevsimlerde çiçek açıp gelişen bitkilerdir. Kısa gün bitkilerine örnek olarak çilek, sütleğen, kazayağı, soya fasulyesi, patates, kasımpatı verilebilir (Resim 1.39).



a



b

**Resim 1.39:** Kısa gün bitkileri; a) Çilek, b) Sütleğen

**Nötr gün bitkileri:** Gün uzunluğundan etkilenmeyen bitkilere nötr gün bitkileri denir. Nötr gün bitkilerinde çimlenme fotoperiyottan etkilenmez. Bu nedenle bu bitkiler uzun gün ve kısa gün bitkilerinden daha avantajlıdır. Pamuk, ayçiçeği, pirinç nötr gün bitkilerine örnek olarak verilebilir (Resim 1.40).



a



b

**Resim 1.40:** Nötr gün bitkileri; a) Pamuk, b) Ayçiçeği



## Etkinlik



**Proje adı:** Bitkisel Hormon ya da Kimyasal Gübrelerin Bilinçsiz Kullanımı

**Amaç:** Bitkisel hormon ya da kimyasal gübrelerin bilinçsiz kullanımının araştırılması

İÇERİK	SÜRE	ARAÇ VE GEREÇ
Bitkisel hormon ya da kimyasal gübrelerin bilinçsiz kullanımı	2 ay	Yazılı ve görsel yayınlar Kitle iletişim araçları

### Bu projede sizden;

Bitkisel hormonların ya da kimyasal gübrelerin gereğinden fazla kullanılmasının bitkiye ve insan sağlığına vereceği zararları araştırmanız istenmektedir.

### Proje Hazırlama Süreci

#### Proje konusu, araştırma ve uygulama aşamaları

- Araştırmanın verimli olması ve zamanında hazırlanması için grubunuzdaki arkadaşlarınızla iş bölümü yaparak sorumluluklarınızı belirleyiniz.
- Bitki büyümesinde hormon ya da kimyasal gübre kullanılmasının nedenlerini araştırınız. Hormon ya da kimyasal gübre kullanımının bitkiye ve insan sağlığına etkisini araştırınız.
- Bitkisel hormon ya da kimyasal gübrenin neden bilinçsizce kullanıldığını araştırınız.
- Hormon ya da kimyasal gübrenin bilinçsiz kullanımının en aza indirilebilmesi için ülkemizde neler yapıldığını araştırınız.
- Bilinçsiz kullanımın önlenmesine yönelik önerilerinizi belirtiniz.

#### Sunum

- Çalışmalarınızı raporlaştırınız. Raporunuzdan yararlanarak sunum materyali hazırlayınız.
- Sunumunuzu belirtilen sürede yapınız.

#### Değerlendirme

Sayfa 263'te bulunan Proje Değerlendirme Formunu kullanarak değerlendirme yapılacaktır.



## Bölüm Sonu Değerlendirme

1. Aşağıdaki tabloda bitkilerin büyümesinde etkisi olan hormonlar verilmiştir. Bu hormonların etkilerini karşılıklarına yazınız.

HORMONLAR	ETKİLERİ
Oksin	
Giberellin	
Sitokinin	
Etilen	

2. Aşağıdaki tabloda bitkilerde görülen hareket çeşitleri ile ilgili örnekler verilmiştir. Bu örneklerin karşısına ilgili hareket çeşidinin adını yazınız.

HAREKET ÇEŞİTLERİ	ADLARI
Lalelerin yaprakları 10°C'taki ortamda kapalıyken 30°C'taki ortamda açıktır.	
Akşamsefasının taç yaprakları gece açık, gündüz kapalıdır.	
Küstüm otuna dokununca yaprakları kapanır.	

3. Ayçiçeğinin Güneş'e yönelmesiyle akşamsefası çiçeklerinin gündüz kapanıp gece açılması hareketlerinin arasındaki fark nedir?

.....

.....

.....

4. Bitkilerde büyüme ve gelişmeyi hızlandıran hormonlar nelerdir?

.....

.....

.....

**5. Aşağıdaki Yapılandırılmış Grid (yapılandırılmış kareleme)'de numaralı kutucuklara bitkilerde büyüme ve hareket ile ilgili çeşitli kavramlar yazılmıştır. Kutucuk numaralarını kullanarak aşağıdaki soruları yanıtlayınız.**

1 Sıcaklık	2 Giberellin	3 Haptotropizma	4 Yer çekimi
5 Sitokinin	6 Sismonasti	7 Hidrotropizma	8 Termonasti
9 Işık	10 Pamuk	11 Etilen	12 Toprak
13 Patates	14 Fotonasti	15 Ayçiçeği	16 Fotoperiyodizm

1. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri bitki büyümesinde rol oynayan çevresel faktördür?

2. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri bitki büyümesinde rol oynayan hormonal faktördür?

3. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri bitkilerin uyarının yönüne bağlı olmaksızın gerçekleştirdikleri hareketlerdir?

4. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri bitkilerin dokunmaya karşı gösterdiği tepkidir?

5. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri bitkilerin gün uzunluğuna bağlı olarak gelişim göstermesi olayıdır?

6. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri gün uzunluğundan etkilenmeyen bitkilerdir?

7. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri kısa gün bitkisidir?

8. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri bitki köklerinin suya doğru yönelim göstermesi olayıdır?

9. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri meyvenin olgunlaşmasında etkili hormondur?

# V. Bölüm

## Bitkilerde Eşeyli Üreme



*Erguvan (Cercis siliquastrum)*

- A. Çiçeğin Yapısı ve Kısımları
- B. Tozlaşma
- C. Döllenme
- Ç. Tohum Oluşumu
- D. Meyve Oluşumu
- E. Tohum ve Meyvenin Önemi

Erguvan *Cercis siliquastrum* (Sersis silikuastrum); baklagiller familyasından, yaprak döken bir ağaçtır. Erguvanın ana vatanı Güney Avrupa ve Batı Asya'dır. Bu ağaç, Türkiye'de daha çok Ege ve Marmara Bölgesi'nde yayılış gösterir.

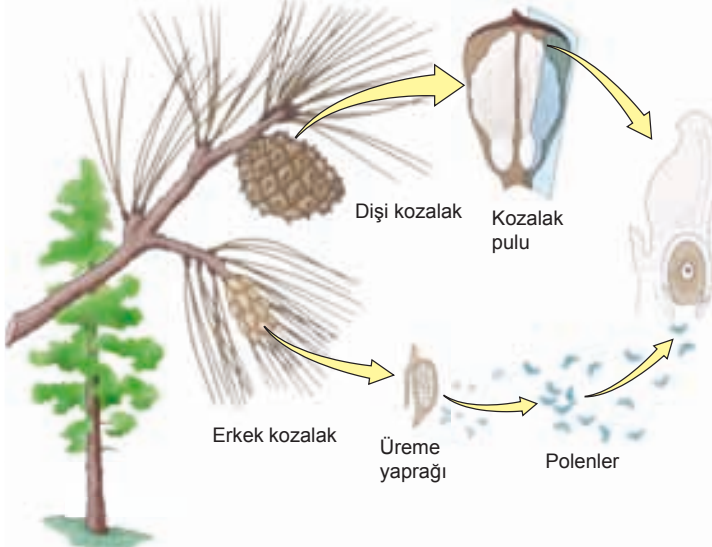
Erguvan İstanbul'un simgelerinden biridir. İstanbul'u ve İstanbul Boğazı'nı bahar aylarında mor bir renge büründürür. Soğuğa ve hava kirliliğine karşı oldukça dayanıklıdır. Bu nedenle yollarda, parklarda, evlerin bahçelerinde görülebilir. Erguvan mor, pembe, mercan kırmızısı; nadiren de beyaz renkte çiçeklere sahiptir.

Bu bölümde erguvan gibi çiçekli bitkilerin üremesi, tohum ve meyve çeşitleri ile çiçeğin yapısını öğreneceksiniz.

### A. Çiçeğin Yapısı ve Kısımları

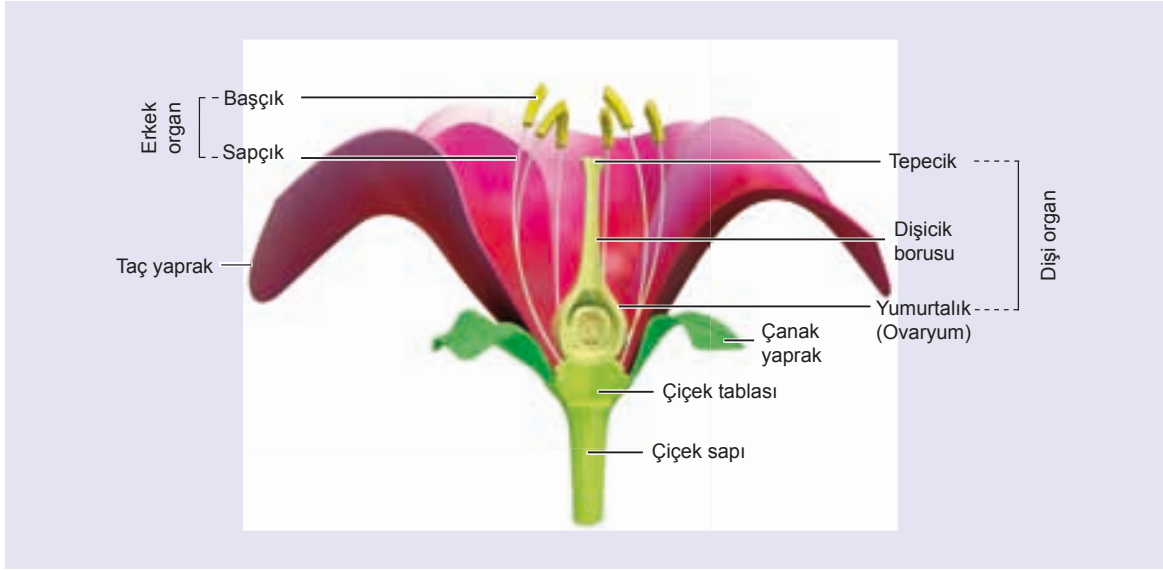
Çiçek, tohumlu bitkilerde üreme organıdır. Bitkinin ana gövdesinin uç kısmında ya da yan dalların üzerinde bulunur. Çiçekler bitkide sınırsız büyüyen vejetatif sürgünlerin aksine sınırlı büyüyen sürgünlerdir.

Tohumlu bitkiler açık tohumlu ve kapalı tohumlu olmak üzere iki alt bölüme ayrılır. Açık tohumlu ve kapalı tohumlu bitkilerin çiçekleri hem dış görünüş hem de anatomik bakımdan farklılık gösterir. Açık tohumlu bitki çiçeklerine **kozalak** denir. Kozalak bir eksen üzerinde sarmal olarak dizilmiş kozalak pullarından oluşur. Erkek kozalak ayrı, dişi kozalak ayrıdır. Bir dişi kozalak birçok puldan oluşmuştur (Şekil 1.30). Erkek kozalaklarda bulunan üreme yapraklarında oluşan polenler rüzgâr aracılığıyla dişi kozalaklara taşınır. Döllenmeden sonra gelişen tohum kozalak pulları üzerinde açıkta bulunur



Şekil 1.30: Açık tohumlu bitkilerde erkek ve dişi kozalakta yumurta ve polen oluşumu.

Kapalı tohumlu bitkilerin çiçeği daha karmaşık, çeşitli ve gösterişlidir. Çiçek kısımları çiçek sapı denilen bir sürgünün ucunda bulunur. Çiçek sapı üzerinde tek bir çiçek veya birçok çiçekten oluşan çiçek kümesi bulunabilir. Çiçek sapının ucunda çiçek tablası olarak bilinen genişlemiş bir yapı yer alır. Çiçek, dıştan içe doğru çanak yapraklar, taç yapraklar, erkek ve dişi organlardan oluşur (Şekil 1.31).



Şekil 1.31: Tam çiçeğin yapısı

Çiçeğin dışında bulunup çoğunlukla yeşil renkte olan ve tohumcuk hâlindeyken iç kısımdaki organları korumakla görevli bölüm **çanak yaprak** olarak adlandırılır.

Genellikle parlak renkli olan tek ya da birkaç sıralı **taç yapraklar** böcekleri ve diğer tozlaştırıcıları kendine çekerek tozlaşmaya yardımcı olur. Taç yapraklar, çiçek tablasına birbirinden ayrı parçalar hâlinde bağlandığı gibi birbiriyle birleşip kaynaşarak da bağlanabilir (Resim 1.41).



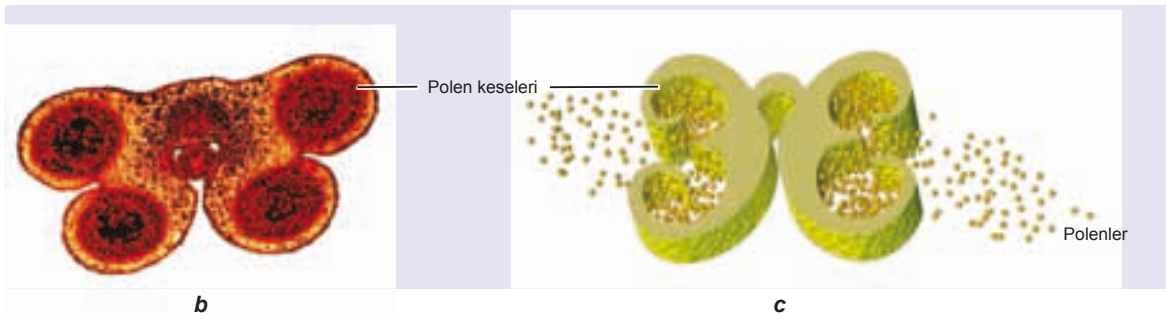
a



b

Resim 1.41: Çiçeklerde taç yaprak; a) Parçalı taç yaprak, b) Birleşik taç yaprak

Çanak ve taç yapraklardan sonra gelen kısım **erkek organlardır**. Bu organların her biri sapçık ve başçık olmak üzere iki bölümden oluşur. Başçıkların her biri sapçıkla çiçek tablasına bağlanmıştır. Başçık, polenlerin oluştuğu kısımdır. Başçığın kesiti alındığında dört bölmeli bir yapı göze çarpar. Bölmelerin her birinde polen keseleri bulunur (Şekil 1.32). Polen keseleri polenleri üretir. Polenler içerdikleri nişasta ve yağ sebebiyle birçok hayvan için önemli bir besin kaynağıdır.



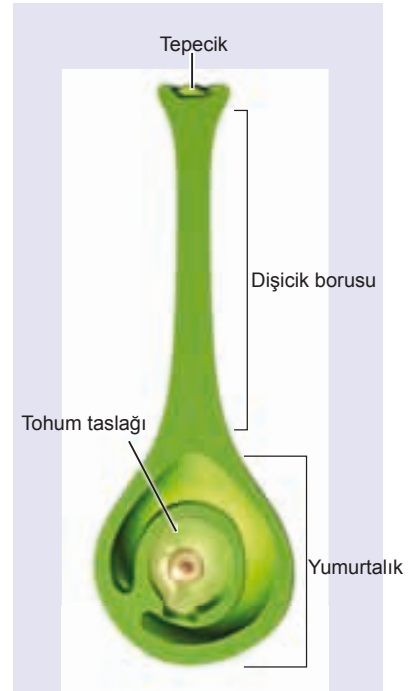
**Şekil 1.32:** Erkek organ başçığının enine kesiti; **a)** Erkek organın çiçekteki görünümü, **b)** Erkek organ başçığının mikroskopik görüntüsü, **c)** Erkek organ başçığının şematik yapısı

Çiçeğin içte kalan son bölümü **dişi organ** olarak adlandırılır. Bir çiçek bir veya daha fazla dişi organa sahip olabilir. Dişi organ üç kısımdan oluşur. Bunlar; yumurtalık (ovaryum), dişicik borusu ve tepeciktir (Şekil 1.33).

**Yumurtalık**, dişi organın alt kısmında bulunan genişlemiş yapıdır. İçinde tohuma dönüşecek **tohum taslakları** bulunur. Tohum taslakları küçük bir sapla yumurtalığa bağlanmıştır.

**Dişicik borusu**, yumurtalığın tepeciğe kadar uzanan boyun kısmıdır.

**Tepecik**, dişicik borusunun üstünde bulunan, polenlerin tutunduğu ve çimlendiği nemli, yapışkan kısımdır.



**Şekil 1.33:** Dişi organın yapısı

Edindiğiniz bilgilerden yararlanarak aşağıdaki etkinliği yapınız.



### Etkinlik

**Etkinliğin adı:** Çiçeğin Yapısı

**Amaç:** Çiçeğin kısımlarını gözlemleme

#### Hazırlanılmalı

- Seçtiğiniz çiçeği dikkatle inceleyerek çiçeğin bütün kısımlarını tanımaya çalışınız.

#### Uygulayalım

- Çiçeğin önce çanak sonra da taç yapraklarını, çiçek tablasına nasıl bağlandığına dikkat ederek koparınız ve bir kağıt üzerine sırasıyla diziniz.
- Erkek ve dişi organların çiçek tablasındaki konumunu inceleyiniz.
- Erkek organları da dikkatlice kopararak kâğıt üzerine sırasına göre düzgün bir şekilde yerleştiriniz.
- Büyüteç yardımıyla erkek organların bölümlerini inceleyiniz.
- Çiçeğin iç kısmındaki dişi organın yapısını ve bölümlerini büyüteçle inceleyip kâğıt üzerine yerleştiriniz.
- Dişi organı bir bistüri veya jilet yardımıyla tepciğinden yumurtalığa doğru dikkatlice ikiye ayırınız. Büyüteç yardımıyla iç yapısını inceleyiniz.
- Tohum taslağını bir pens yardımıyla çıkararak mikroskopta inceleyiniz.
- Erkek organın başçığına bir iğne yardımıyla hafifçe dokunarak polenleri çıkartınız.
- Polenlerin lam üzerine dökülmesini sağlayarak bunları mikroskopta inceleyiniz.

#### Sonuçlandırılmalı

1. Kâğıt üzerine sıralamış olduğunuz çiçeğin kısımlarını defterinize yazınız.
2. Dişi organda gözlemlediğiniz yapıların isim ve görevlerini yazınız.



#### Araç - gereç

- Glayöl, gelincik, düğün çiçeği, gül vb.
- Büyüteç
- Mikroskop
- Lam, lamel
- Jilet veya bistüri
- Pens
- Toplu iğne



Kiraz, elma, şeftali ve bezelye gibi bitkilerin çiçekleri çanak yaprak, taç yaprak, erkek ve dişi organ gibi tüm yapılara sahiptir. Bu tür çiçeklere **tam çiçek** (erseklik) denir (Resim 1.42). Ancak bazı çiçeklerin kısımları sayı ve diziliş bakımından farklılık gösterir. Bir çiçek, bu dört temel kısımdan bir veya daha fazlası eksikse **eksik çiçek** olarak adlandırılır. Söğüt, kavak, ceviz ve fındık gibi bitkiler eksik çiçeğe sahiptir (Resim 1.43).



*Resim 1.42: Çilek tam çiçeğe sahiptir.*



**a**



**b**

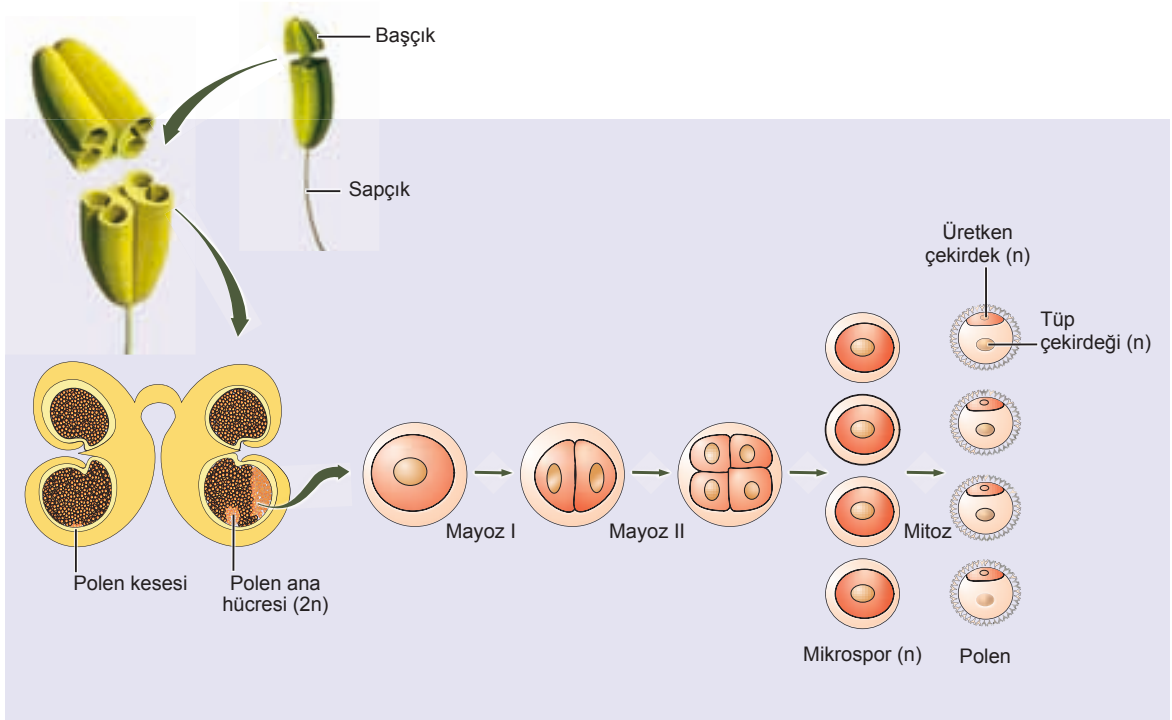
*Resim 1.43: Kavak iki evcikli. a) Erkek çiçekler, b) Dişi çiçekler*

Bir eksik çiçek, sadece erkek organ bulunduruyorsa **erkek çiçek**, dişi organ bulunduruyorsa **dişi çiçek** adını alır. Erkek ve dişi çiçekler aynı ya da farklı bitkiler üzerinde bulunabilir. Meşe, mısır, ceviz vb. bitkilere **tek evcikli** bitki denir. Bunlarda erkek ve dişi çiçekler aynı bitki üzerinde bulunur. Hurma, söğüt, kavak vb. bitkilere **iki evcikli** bitki denir. Bunlarda ise erkek ve dişi çiçekler farklı bitkilerde bulunur.

### Çiçekli Bitkilerde Üreme Hücrelerinin Oluşumu

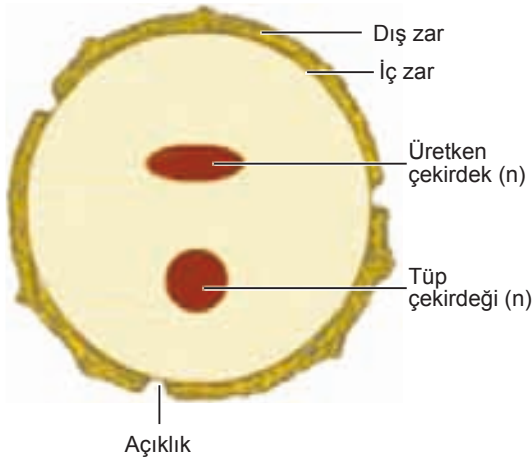
Polen, çiçeğin erkek organının başçığında bulunan polen kesesinde; yumurta ise dişi organın yumurtalığında oluşur.

**Polen oluşumu:** Erkek üreme organının başçığında polen keseleri bulunur. Polen kesesinde çok sayıda diploid ( $2n$ ) kromozomlu **polen ana hücresi** vardır. Her bir polen ana hücresi mayozla **mikrospor** adı verilen haploid ( $n$ ) kromozomlu dört hücre meydana getirir. Her mikrospor çekirdeğinin mitoz geçirmesiyle ikiye bölünür ve ikiye bölünmüş çekirdekli polenler oluşur (Şekil 1.34).

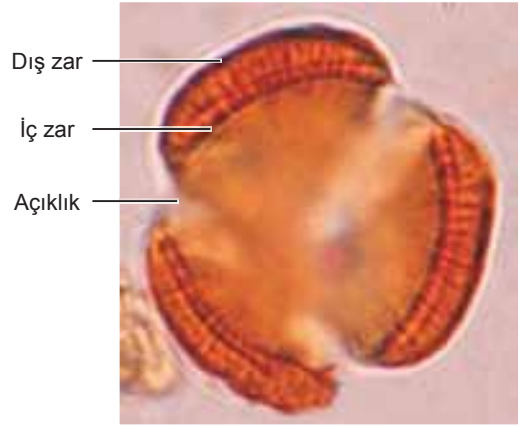


Şekil 1.34: Çiçekli bitkilerde üreme hücrelerinin oluşumu

Bir polende, haploit ( $n$ ) kromozomlu ve aynı genetik yapıda iki çekirdek bulunur. Bunlardan **üretken (generatif) çekirdek** döllenmede görev alırken **tüp (vejetatif) çekirdeği** polen tüpünün oluşumunu sağlar.

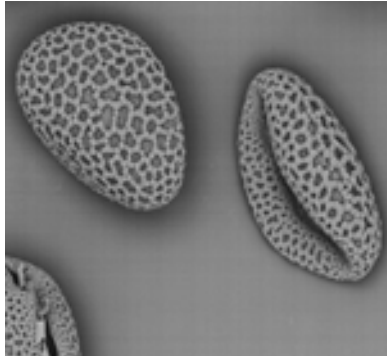
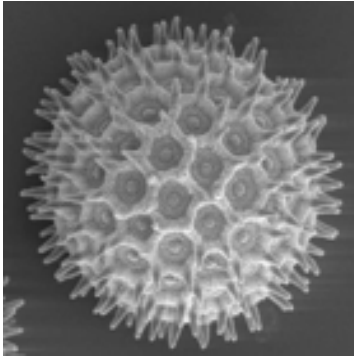


**Şekil 1.35:** Polenin şematik gösterimi



**Resim 1.44:** Çift çenekli bir bitki polenin ışık mikroskopunda görünümü

Polenlerin etrafı çift katlı zarla çevrilidir (Şekil 1.35). Dıştaki zar delikli, desenli vb. şekillerde olabilir. İçteki zar düzdür. Polenin iç zarı canlı, dış zarı ise cansızdır. Polen dış zarı üzerinde por denilen açıklıklar bulunur (Resim 1.44).



**Resim 1.45:** Farklı bitkilere ait polenlerin elektron mikroskopunda görünümü

Polenler bitki türlerine göre renk, şekil, yapı vb. yönlerden farklılık gösterir. Her türün poleni kendine özgü olduğu için polenler bitkilerin sınıflandırılmasında kullanılır (Resim 1.45). Arkeolojide de polenlerin bu özelliğinden yararlanılarak kazı yapılan alanlarda, ilgili dönemde hangi bitkilerin yaşadığı belirlenebilir.

Rüzgârla tozlaşan bitkilerin polenleri düz yüzeyli ve hafif; böcek vb. canlılarla tozlaşan bitkilerin ise genellikle desenli ve çıkıntılıdır.

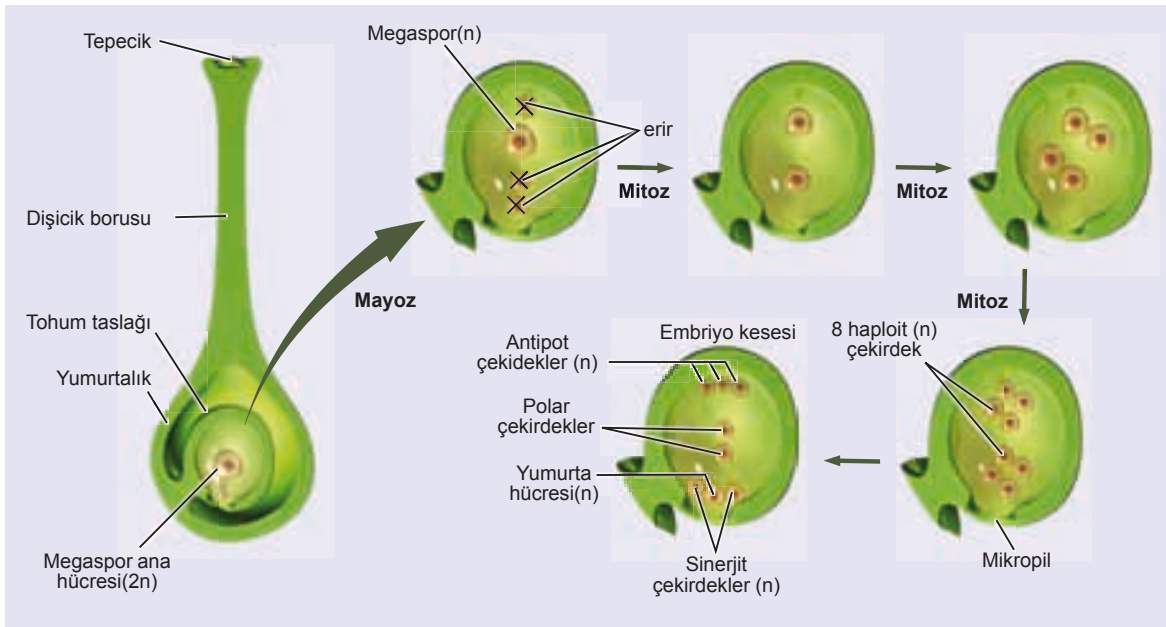


#### Biliyor musunuz?

Bazı insanlarda görülen bahar alerjisinin nedeni rüzgârla tozlaşan polenlerdir. Meşe türleri ve buğdaygillere ait yabani otların polenleri sıklıkla burun akması, göz sulanması gibi alerjik etkiler yaratır.

**Dişi üreme hücresinin oluşumu:** Çiçeğin yapısında bulunan yumurtalığın içinde, ileride tohuma dönüşecek **tohum taslakları** bulunur. Tohum taslağının üzerindeki örtüyü oluşturan tabakalar arasındaki açıklığa **mikropil** denir.

Tohum taslağında bulunan diploid ( $2n$ ) kromozomlu **megaspor ana hücresi** mayoz geçirerek haploid ( $n$ ) kromozomlu dört **megaspor** hücresini meydana getirir. Genellikle bu dört megasporun üçü erir; kalan megaspor büyür ve üç kez mitoz geçirerek  $n$  kromozomlu sekiz adet çekirdek oluşturur. Tohum taslağının döllenmeye hazır hâle geldiği sekiz haploid çekirdekten oluşan bu yapıya **embriyo kesesi** denir. Embriyo kesesindeki bu çekirdekler, çok az miktarda da olsa sitoplazmaya sahip olduklarından hücre olarak da adlandırılabilir. Bu sekiz çekirdek başlangıçta dörtlü iki grup hâlinde bulunur. Dörtlü gruplardan biri mikropil tarafında, diğeri de onun karşı tarafında yer alır. Bu gruplardan gelen birer çekirdek merkeze yerleşerek **polar çekirdekler** adını alır. Mikropil tarafında kalan üç hücrenin etrafında hücre duvarı oluşur ve ortadaki hücre, **yumurta hücresi**, kenardakiler de **sinerjit hücreleri** olarak adlandırılır. Karşı tarafta bulunan üç çekirdeğin çevresinde de hücre duvarı oluşur ve bu hücreler **antipot hücreleri** adını alır (Şekil 1.36).



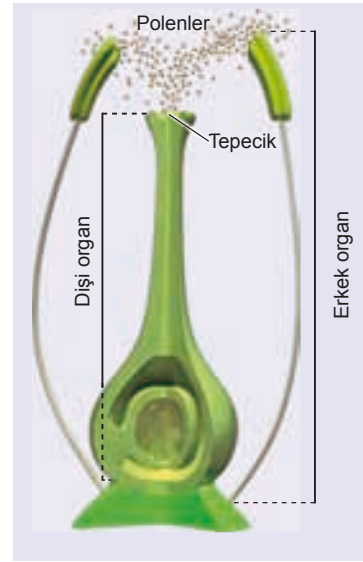
**Şekil 1.36:** Dişi üreme hücresinin oluşumu

## B. Tozlaşma

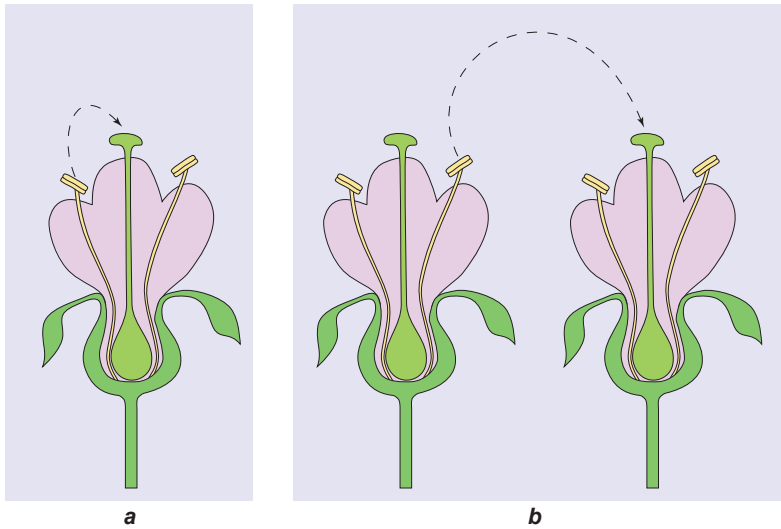
Tohumlu bitkilerde eşeyli üreme tozlaşmayla başlar. Erkek organın başçığındaki polenlerin gelişimi tamamlandıktan sonra polen kesesi patlar. Etrafa dağılan çok sayıda polen; rüzgâr, su, böcek ve kuş gibi taşıyıcılarla başka bir çiçeğin veya aynı çiçeğin tepeciğine taşınır. Erkek organda olgunlaşan polenin dişi organın tepeciğine taşınmasına **tozlaşma** denir (Şekil 1.37).

Çeşitli renkleri ve değişik kokuları olan çiçekler tozlaşmayı kolaylaştıran adaptasyonlardır. Bitkilerde tozlaşma, **çapraz** ve **kendi kendine tozlaşma** şeklinde gerçekleşir.

Bir çiçeğin aynı türden başka bir çiçekle tozlaşmasına **çapraz tozlaşma** denir. Çapraz tozlaşma, aynı türün farklı bireyleri arasında gerçekleştiği için yeni gen kombinasyonları ile bitki çeşitliliğini artırmış olur. Böyle tozlaşan bitkiler çevresel değişikliklere daha iyi uyum sağlayarak yayılır. Bir çiçekte bulunan polenin aynı çiçeğin dişi organının tepeciğine ulaşması **kendi kendine tozlaşmadır** (Şekil 1.38). Kendi kendine tozlaşmada, erkek ve dişi gametlerin üretiminin aynı zamana rastlaması gerekir.



**Şekil 1.37:** Çiçekli bitkilerde kendi kendine tozlaşma



**Şekil 1.38:** Bitkilerde tozlaşma; **a)** Kendi kendine tozlaşma, **b)** Çapraz tozlaşma



Resim 1.46: Sinek kuşu

Cam güzeli ve menekşe gibi bazı bitkiler hem tam olarak açan hem de açılmadan kapalı kalan çiçeklere sahiptir. Böyle bitkilerin açan çiçekleri çapraz tozlaşmayı gerçekleştirirken kapalı kalan çiçekleri de kendi kendine tozlaşır. Bazı çiçekli bitkiler, polenlerini diğer bir bitkinin çiçeklerindeki dişi organlara taşıyan tozlaştırıcılara (aracılara) ihtiyaç duyar. Her bir türün çiçekleri şekil, yapı, renk ve koku bakımından belirli tozlaşma araçlarına uyumludur. Örneğin sinek kuşlarının iğneye benzeyen gaga yapıları vardır. Gaganın uzun tüpsü yapısı çiçeklerden nektar almayı sağlayacak biçimde özelleşmiştir (Resim 1.46). Çiçekli bitkilerin yaklaşık %10'u tozlaşmayı rüzgâr yoluyla sağlar. Rüzgârla tozlaşan çam, huş (*Betula*) ağacı gibi bitkilerin polenleri hafif ve yüzeyleri düz olduğundan uçmaya elverişlidir. Bu bitkilerin yeterli tozlaşma oranlarını sağlayabilmeleri için çok fazla polen üretmeleri gerekir. Çünkü rüzgârla çevreye dağılan polenlerin aynı türdeki dişi organın tepesiğine ulaşma şansı çok düşüktür. Örneğin Huş ağacında tek bir erkek çiçek beş milyondan fazla polen tanesi üretir (Resim 1.47).



a



b

Resim 1.47: Rüzgârla tozlaşan bitkiler; a) Huş (*Betula*), b) Çam (*Pinus*)

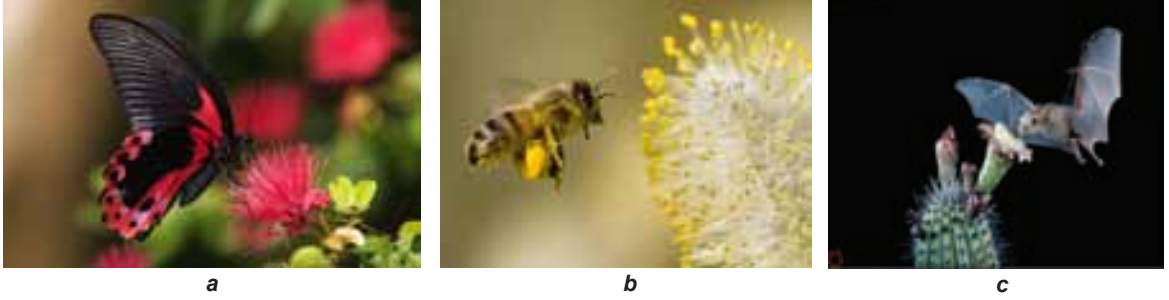
### Düşünelim-Araştırılabilir

Tarım ürünlerine zarar veren haşerelere karşı yapılan tarımsal mücadelenin tozlaşmaya etkilerini araştırınız. Bilgilerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Karasal bitkilerde de bazı zamanlarda polenler yağmur suyuyla taşınarak da tozlaşma gerçekleşir. Ülkemizde tatlı sularda yetişen ve saz olarak bilinen *Vallisneria americana* (Valisnerya amerikana) su yoluyla tozlaşan bitkilerdendir.

Çiçekli bitkilerin çoğunda tozlaşma hayvanlar tarafından sağlanır. Tozlaşmaya aracı olan pek çok hayvan vardır. Arı, kuş, kelebek, güve, yaras, maymun vb. tozlaşmayı sağlayan hayvanlara örnektir. Bu tür tozlaşmada bitkiler, çiçeklerinin renkleri ve

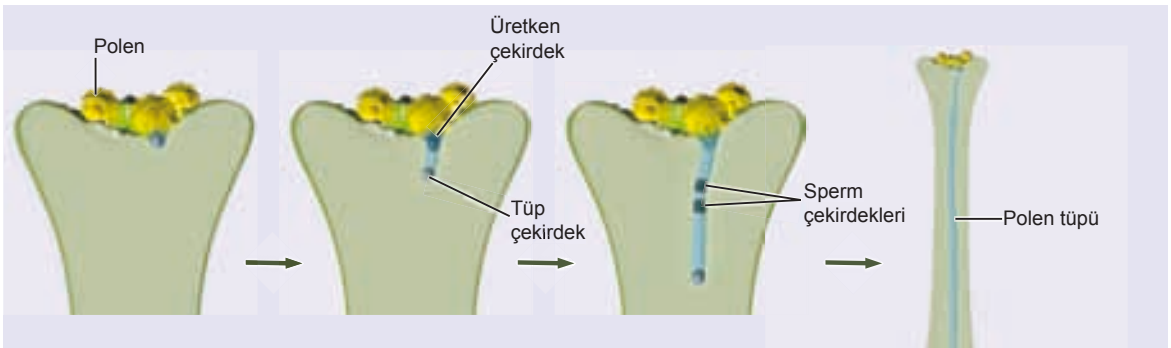
kokuları sayesinde tozlaşmayı sağlayacak canlıları kendilerine çeker. (Resim 1.48).



**Resim 1.48:** Çiçeklerin tozlaşmasını sağlayan çeşitli canlılara örnekler; **a)** Kelebek, **b)** Arı, **c)** Yarasa

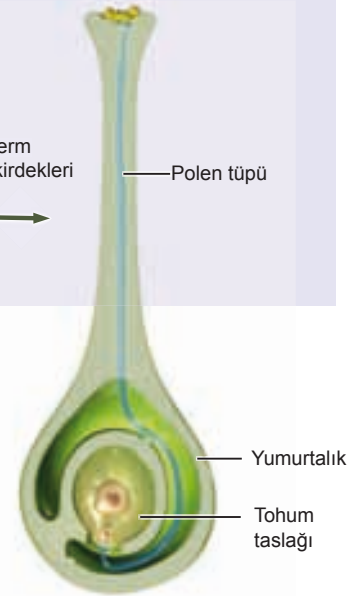
### C. Döllenme

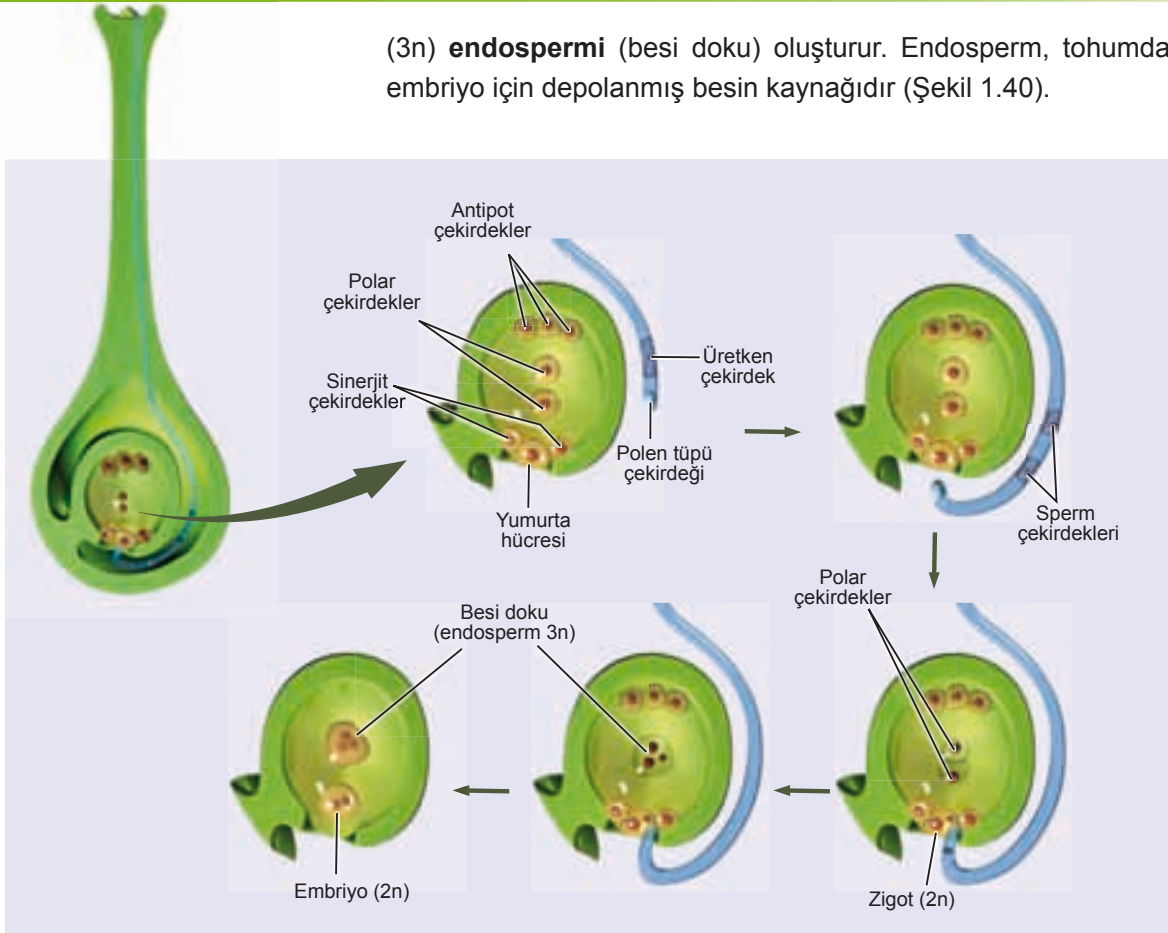
Tozlaşmayla dişi organın tepesiğine taşınan polenler, tepesinin salgıladığı yapışkan salgı sayesinde buraya tutunarak çimlenir. Polenin yapısında bulunan tüp çekirdeği polen tüpünün oluşumunu sağlar. Polen tüpü, polen iç zarının porlardan dışa doğru çıkmasıyla oluşur (Şekil 1.39).



**Şekil 1.39:** Polen tüpü oluşumu

Yumurtalığa doğru uzanan polen tüpü tohum taslağının mikropil denilen açıklığına ulaştığında polen tüpünün ucu erir. Polenin yapısındaki üretken çekirdek polen tüpünde ilerlerken mitoz geçirerek  $n$  kromozomlu iki sperm çekirdeğini oluşturur. Sperm çekirdekleri polen tüpünden embriyo kesesine geçer. Sperm çekirdeklerinden biri yumurta hücrecini dölleyerek  $2n$  kromozomlu **zigotu** oluşturur. Zigot gelişip bitki embriyosunu meydana getirir. İkinci sperm çekirdeği ise embriyo kesesinin merkezinde yer alan polar çekirdeklerle ( $2n$ ) birleşerek triploit

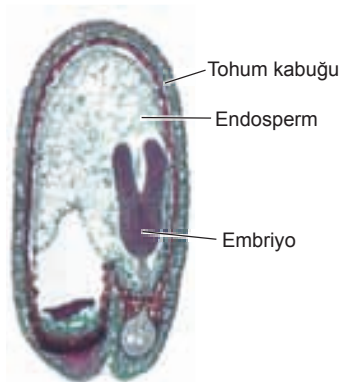




Şekil 1.40: Çiçekli bitkilerde döllenme

İki sperm çekirdeğinin embriyo kesesindeki farklı hücrelerle birleşmesi **çift döllenme** olarak adlandırılmıştır.

- 1. Döllenme:** Sperm (n) + Yumurta (n)  $\xrightarrow{\text{Döllenme}}$  Zigot (2n)  $\xrightarrow{\text{Mitoz}}$  Embriyo
- 2. Döllenme:** Sperm (n) + Polar hücre (2n)  $\xrightarrow{\text{Döllenme}}$  Triploit hücre (3n)  $\xrightarrow{\text{Mitoz}}$  Besi doku (Endosperm)



## Ç. Tohum Oluşumu

Çift döllenmeden sonra tohum taslağı, tohuma; yumurtalık çeperleri ise tohumları kuşatan meyveye dönüşür. Tohum, embriyo gelişirken bitkinin türüne göre protein, yağ, nişasta vb. depolar.

Bir tohum dıştan içe doğru **tohum kabuğu**, **besi doku** (endosperm) ve **embriyo** olmak üzere üç kısımdan meydana gelir (Şekil 1.41).

**Tohum kabuğu:** Tohumu çimlenmeden önce mekanik etkilere ve uygun olmayan çevre koşullarından korur. Kabuğu

Şekil 1.41: Çift çenekli bitki tohumunun elektron mikroskobu görüntüsü

oluşturan hücrelerin çeperleri süberin ya da lignin birikmesiyle mantarlaşmış veya odunlaşmıştır.

**Endosperm:** Tohum içinde gelişen embriyoya besin sağlar. Hücrelerinde nişasta, yağ ve protein gibi besin maddeleri depo edilir. Fasülye gibi birçok çift çenekli bitkide olgun tohumlar endosperm içermez. Bu bitkilerde tohumun gelişimi tamamlanmadan önce endospermde bulunan besin maddeleri çeneklere gönderilir. Tohumun çimlenmesi için gerekli olan besin maddeleri çeneklerde depo edilir.

**Embriyo:** Zigotun çok sayıda mitoz geçirmesiyle oluşur. Embriyonun yapısında embriyonik kök, embriyonik gövde ve çenek bulunur. Embriyonik kök, bitkinin kök sistemini; embriyonik gövde ise sürgün sistemini oluşturur. Çenekler tohum gelişirken endospermde besini emer ve çimlenme sırasında besinleri embriyoya iletir. Besinler öncelikle endospermde depolanır. Endosperm, embriyoyu çevreler. Embriyonun çenek yaprakları tek çenekli bitkilerde bir, çift çenekli bitkilerde iki, açık tohumlu bitkilerde ise ikiden fazladır (Şekil 1.42).

Tohumun yapısı ile ilgili bilgilerinizi pekiştirmek amacıyla aşağıdaki etkinliği yapınız.



Şekil 1.42: Tohumun yapısı a) Fasulye tohumu b) Mısır tohumu



## Etkinlik

**Etkinliğin adı:** Tohumun Yapısı

**Amaç:** Tohumun yapısı ve kısımlarını gözlemleme

**Hazırlanılacak**

Fasulye tohumlarını bir gün önceden suda bekletiniz.



## Araç - gereç

- Fasulye, nohut, bezelye vb. tohumu
- İyot çözeltisi
- Büyüteç
- Damlalık



### Uygulayalım

- Suda bekletilmiş fasulyelerden birini alarak önce fasulyenin dış kabuğunu çıkarıp inceleyiniz. Daha sonra çenekleri birbirinden ayırınız.
- Fasulyenin çeneklerinin arasındaki embriyoyu dikkatlice çıkartınız ve bunun yapısını büyüteçle inceleyiniz.
- Çeneklerden aldığınız küçük bir parçayı eziniz ve bu parçanın üzerine iyot çözeltisi damlatınız. Meydana gelen değişikliği gözlemleyiniz.

### Sonuçlandırılım

1. Çenek üzerine iyot çözeltisi damlattığınızda çenekte ne gibi bir değişiklik oldu? Bu değişikliğin nedenini belirtiniz.
2. İncelediğiniz embriyo, bitkinin hangi yapılarını oluşturur?

## D. Meyve

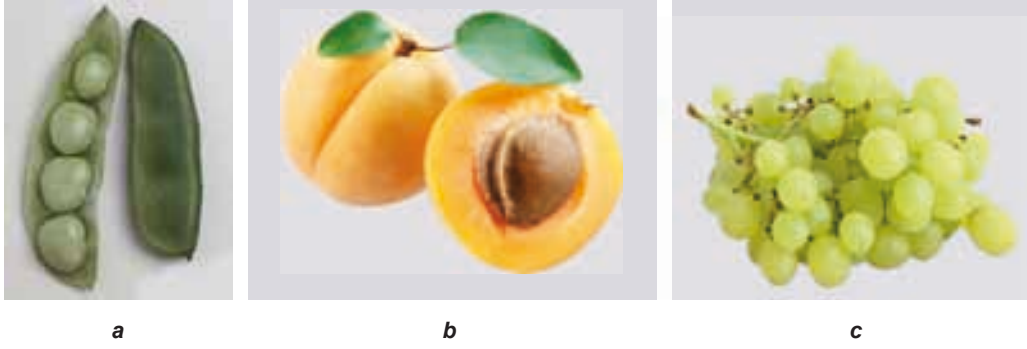
Döllenmeden sonra tohum taslağı tohuma dönüşürken yumurtalık da meyve oluşturacak biçimde gelişir. Meyvenin görevi uyku hâlindeki tohumları korumak ve onların yayılmalarına yardım etmektir. Bitkilerde tozlaşma yumurtalığın meyveye dönüşmesini sağlayan hormonal değişiklikleri başlatır. Yumurtalığın gelişmesiyle çiçeğin diğer kısımları solar ve dökülür.

Meyvede çekirdeklerin bulunduğu orta kısım yumurtalıktır. Resim 1.49'da yumurtalığın gelişmesiyle nektarinde meyve oluşumunun aşamaları görülmektedir.



*Resim 1.49: Nektarinde meyve oluşumu*

Meyveler basit ve bileşik meyveler olmak üzere iki gruba ayrılır. Bir çiçeğe ait tek bir yumurtalığın gelişmesiyle oluşan meyveye **basit meyve** denir. Kayısı, üzüm, erik, şeftali, kiraz, soya fasulyesi vb. basit meyvedir (Resim 1.50).



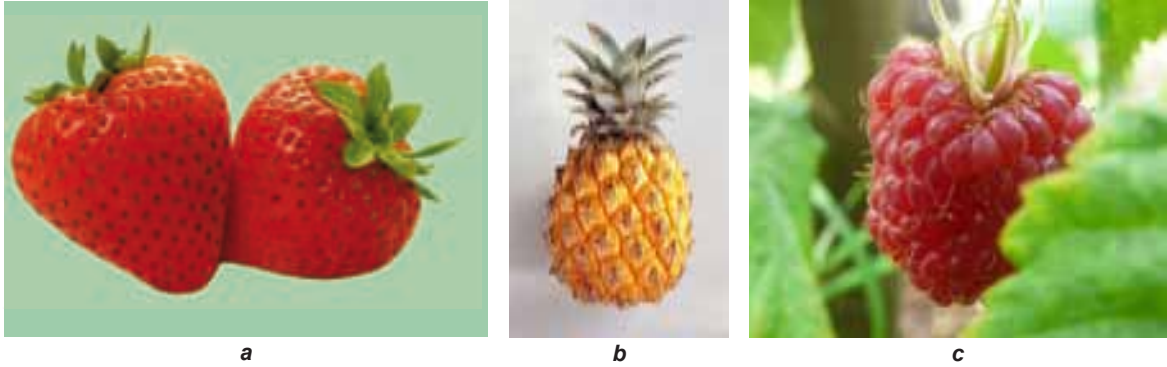
**Resim 1.50:** Basit meyve örnekleri; a) Fasulye, b) Kayısı, c) Üzüm

Bir ya da birden fazla çiçeğe ait yumurtalıkların bir bütün olarak gelişmesiyle meydana gelen meyvelere **bileşik meyve** denir. Ahududu, çilek, dut, böğürtlen, ananas vb. bileşik meyveye örnektir (Resim 1.51).



#### Düşünelim-Araştırma

Çevrenizde yetişen basit ve bileşik meyveleri araştırarak bir poster hazırlayınız. Hazırladığınız posteri arkadaşlarınızla paylaşınız.



**Resim 1.51:** Bileşik meyve örnekleri; a) Çilek, b) Ananas, c) Ahududu

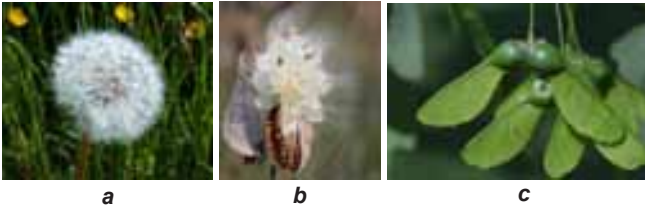
Birçok çiçekli bitki türü tohumlarını yaymak için hayvanlara bağımlıdır. Tohumların ana bitkiden daha uzak mesafelere yayılması hayvanlar sayesinde gerçekleşir ve bu bitkiler için yararlıdır. Bunun sonucunda ana bitki ile yavru bitkiler arasındaki kaynak (su, besin, ışık) rekabeti azalır. Ayrıca tohumların yayılması bitkinin bir yılda ürettiği tüm tohumların aynı yerde birikerek tohumla beslenen hayvanlar tarafından kolayca bulunması ve tüketilmesi olasılığını azaltır ve bitkilerin yeni alanlara yayılmaları sağlar.



**Resim 1.52:** Bazı meyveler hayvanların tüylerine yapışarak taşınır.



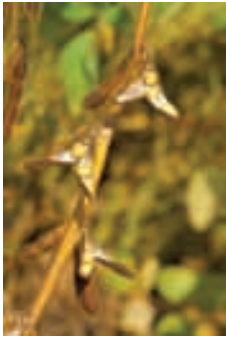
**Resim 1.53:** Sincaplar bazı meyvelerin taşınmasında rol oynar.



**Resim 1.54:** Tohum ve meyvelerin rüzgârla taşınması; a) Karahindiba, b) İpek otu tohumu, c) Akçaağaç meyvesi



**Resim 1.55:** Hindistan cevizinin suyla yayılması



**Resim 1.56:** Soya fasulyesi tohumlarının çevreye yayılması

### Tohumun Taşınmasını Sağlayan Mekanizmalar

Meyvelerdeki tohum sayısı bir tane olabileceği gibi yüzlerce de olabilir. Meyveler, tohumların olabildiğince uzak alanlara yayılmasını sağlayarak üremeye katkıda bulunur. Çoğu bitkide meyvenin yapısına, biçimine hatta rengine bağlı olarak tohumlar metrelerce hatta kilometrelerce uzaklıklara sürüklenir.

Meyve ve tohumlar yapılarına uygun olarak taşınır. Bazı meyveler kuşların tüylerine, hayvanların kürklerine ve giysilere tutunarak farklı yerlere taşınır. Bu meyveler; çengelli, dikenli, tüylü veya yapışkan yüzeyli yapıdadır (Resim 1.52).

Üzüm, incir ve kiraz gibi etli meyveler birçok hayvan için besin kaynağıdır. Bu meyvelerin tohumları hayvanların bağırsaklarında sindirilemediği için dışkıyla atılır ve çok uzaklara taşınmış olur. Böylece tohumların çimlenme şansı artar. Kemirgen ve karıncalarla yer altına taşınan meyve ve tohumların bir bölümü koşullar uygun olduğunda çimlenebilir (Resim 1.53).

Hayvanların gün içinde veya göç mevsimindeki hareketleri tohumların uzak bölgelere taşınmasını sağlar.

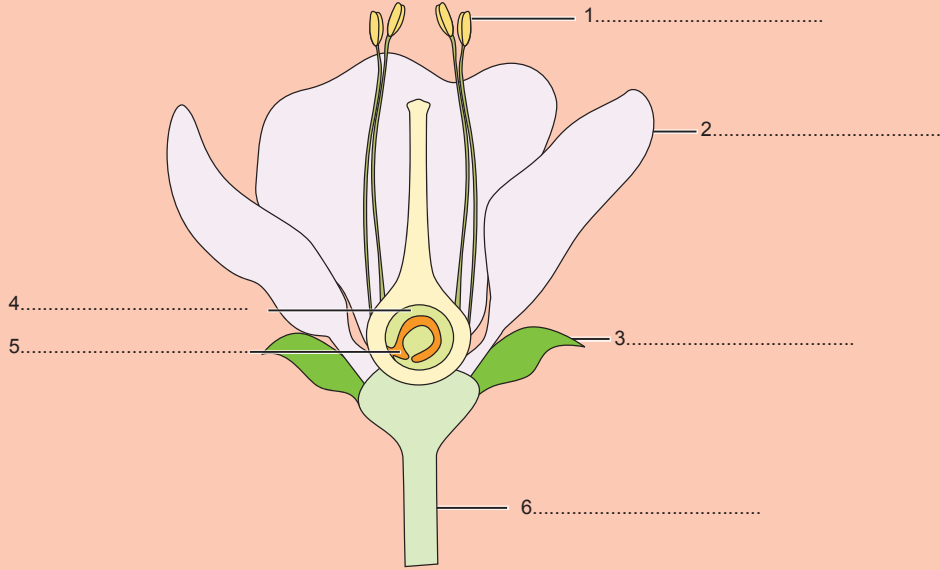
Bazı meyve tipleri kanatlı meyvelerin ya da paraşüte benzeyen tüy demetlerinin yardımıyla gerçek anlamda uçarak bitkiden uzaklaşır. Örneğin karahindiba, ipekotu ve akçaağaç meyvelerinin zarsı ya da kâğıtsı kanatları meyvelerin rüzgârda dönerek uçmasını sağlar (Resim 1.54).

Hindistan cevizi gibi bazı meyve türleri de suyla taşınarak yayılır (Resim 1.55). Fasulye, bezelye gibi bazı bitkilerin tohumları meyve kabuğunun kuruyup dökülmesi sonucu çevreye yayılır (Resim 1.56).

İnsanlar yüzyıllardır gıda, giyecek, ilaç, kozmetik ya da süs amacıyla bitkileri dünyanın bir yerinden başka bir yerine taşımaktadır. Böylece bitkiler, dünyanın başka bir yerine götürülerek yetiştirilmekte ve burada yayılma şansı bulabilmektedir.



## Bölüm Sonu Değerlendirme



Yukarıdaki şekilde çiçeğin bazı kısımları numaralarla gösterilmiştir.

1. Numaralandırılmış bölümlerin adlarını yazınız.

2. Şekilde hangi numarayla gösterilen bölümde polen hücresi oluşturulur?

.....

.....

.....

3. 2 ve 3 numarayla gösterilen bölümlerin görevleri nelerdir?

.....

.....

.....

4. Tozlaşmada rol oynayan bölümler hangi numarayla gösterilmiştir?

.....

.....

.....

# VI. Bölüm

## Bitkilerde Çimlenme



*Mercimek (Lens culinaris)*

A. Tohumun Çimlenmesi

B. Çimlenmeye Etki Eden Çevresel Faktörler

Bilim dünyası zaman zaman şaşırtıcı olaylara tanık olmaktadır. Bunlardan birisi de Dumlupınar Üniversitesinin yürüttüğü arkeolojik çalışmada bulunan mercimek tohumlarıdır. Kütahya Seyitömer Höyüğü'nde Dumlupınar Üniversitesi (DPÜ) Fen-Edebiyat Fakültesi Arkeoloji Bölüm Başkanı Prof. Dr. Nejat Bilgen başkanlığında yürütülen kazıda bulunan Orta Tunç Çağı dönemine ait olduğunu tespit ettikleri katmandaki tohumların yaklaşık dört bin yıllık olduğu belirlenmiştir. Dumlupınar Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü öğretim üyesi Yrd. Doç. Nuket Bingöl üç mercimek tohumundan birinin toprağa ekildikten sonra çimlendiği hâlde kurduğunu, diğerinin ise yağ analizlerinin yapılması amacıyla incelendiğini belirtmiştir. Üçüncü tohumun ise toprağa ekildiğinde günümüzdeki mercimek gibi çok kuvvetli olmasa da oldukça cılız bir fidenin oluştuğu, çiçeklenip tohum üretmesi için çalışmaların devam ettiğini vurgulamıştır. Mercimek, fasulye, buğday, mısır vb. bitkilerin tohumlarında yaşam süresi oldukça kısadır. Ancak çimlenen mercimek tohumu örneğinde görüldüğü gibi bazen tohum, kurak ortamlarda uzun süre canlılığını koruyabilir. Tohumlarda yaşam süresi, bitkinin türüne, çevre koşullarına bağlı olarak birkaç hafta ile uzun yıllar arasında değişiklik gösterir. Tohumların canlılığını koruyabilmesi için hangi şartlar gereklidir, araştırınız.

Bu bölümde tohumun çimlenmeden uzun süre canlılığını koruyabilmesi, çimlenmesi ve çimlenmeye etki eden çevresel faktörleri öğreneceksiniz.

## A. Tohumun Çimlenmesi

Bir tohum embriyosunun uygun koşullarda, yeni bir bitkiyi oluşturmak üzere tohum kabuğunu çatlatarak dışarı çıkması ve büyümesine **çimlenme** denir.

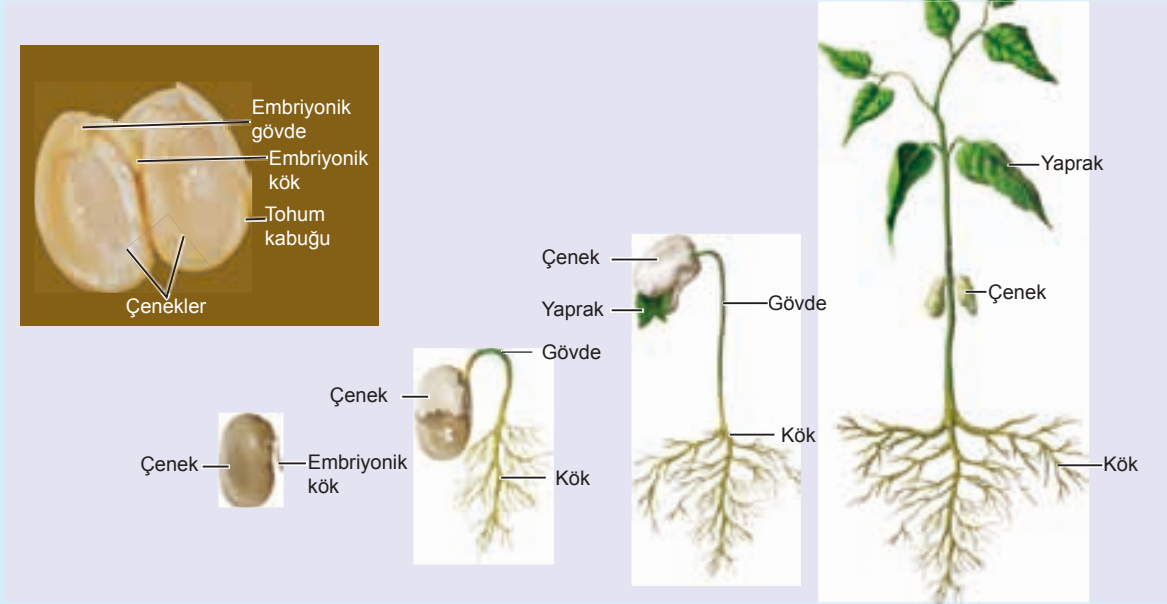
Çimlenme için ortamda yeterli miktarda su, oksijen ve uygun sıcaklık olması gerekir. Ancak en önemli faktör tohumun olgunlaşmış olmasıdır. Olgunlaşmayan tohumlarda çimlenme görülmez.

Tohum çimlenme sırasında suyu ozmozla alır. Su alan tohumun hacmi artar ve tohum kabuğu çatlar. Bu sırada embriyo mitoz geçirir. Oluşan hücrelerin farklılaşması sonucu embriyonik kök ve gövde büyür. Embriyoda birincil büyüme dokuları gelişir. Tohum kabuğundan önce embriyonik kök çıkar. Bu kök, yer çekimi yönünde toprak içinde büyür ve bitkinin kökünü meydana getirir.

Çimlenme mekanizması yönüyle bitki tohumları iki grupta toplanabilir: Birinci grup çenekleri topraktan dışarı çıkanlar; ikinci

## 1. Ünite - Bitki Biyolojisi

grup ise çenekleri toprak içinde kalanlardır. Çift çenekli bitkilerin büyük bir kısmı ve soğan gibi bazı tek çenekliler birinci gruba örnektir. Tek çeneklilerin çoğu ve bezelye, meşe gibi çift çenekli bazı bitkiler ise ikinci grupta yer alır. Fasulye gibi birinci grupta yer alan bitkilerde, tohum içinde kalan embriyonik gövde kıvrılarak yer çekiminin aksi yönünde büyür ve çenekleri toprak üstüne iter (Şekil 1.43). Gövde ve yapraklar toprak üstünde gelişir.



**Şekil 1.43:** Çift çenekli bitkilerden fasulyenin çimlenmesi

Mısır gibi ikinci grupta yer alan bitkilerde embriyonik gövde, doğrudan toprak üstüne çıkarak gelişir. Bu bitkilerde çenek toprak altında kalır (Şekil 1.44).



**Şekil 1.44:** Tek çenekli bitkilerden mısırın çimlenmesi

Edindiğiniz bilgilerden yararlanarak aşağıdaki etkinliği yapınız.



## Etkinlik

**Etkinlik adı :** Tohumun Çimlenmesi

**Amaç :** Çimlenmede etkili olan faktörlerin farklı tohumların çimlenmesi üzerindeki etkisini gözlemleme

### Hazırlanılmalı

Deneyden önce tohumları bir gece suda bekletin.

### Uygulayalım

Aşağıdaki uygulama seçtiğiniz bir bitki (örneğin fasulye) için düzenlenmiştir. Diğer bitkilerle de aynı basamakları takip edebilirsiniz.

Her bir petri kabına seçilen bitki tohumundan beşer tane yerleştiriniz.

Petri kaplarında çimlenmeye etki edeceğini düşündüğünüz farklı ortamlar (hava, nem, sıcaklık vb.) oluşturunuz.



### Araç - gereç

- Fasulye, buğday, bezelye, mercimek, nohut, mısır vb. bitkilerden birine ait yirmi tohum
- Dört petri kabı
- Bir petri kabı kapağı
- Bir miktar pamuk, su
- Termometre, büyüteç, maket bıçağı, pens



- Aşağıda verilen çizelgeye benzer bir çizelge hazırlayarak gözlemlerinizi kaydediniz.

Çimlenme Ortamı	Çimlenme Süresi			
	1. gün	3. gün	5. gün	7. gün

### Sonuçlandırılma

1. Hazırlık aşamasında kullanacağınız tohumları neden bir gece suda beklettiniz?
2. İlk olarak hangi ortamda çimlenme gözlemlediniz?
3. Bütün ortamlarda çimlenme gerçekleşti mi?
4. Farklı ortamlarda çimlenen filizler aynı özelliklere sahip mi? Neden?

## B. Çimlenmeye Etki Eden Çevresel Faktörler

Çimlenme genetik ve çevresel faktörlerin yardımıyla gerçekleşir. Bitki tohumlarının çimlenmesi için genelde şu üç çevre koşulunun uygun olması gerekir: su, sıcaklık ve oksijen. Bunların dışında ışığın da bazı bitki tohumlarının çimlenmesinde önemli etkisi vardır.

**Su (nem):** Çimlenmede gerekli olan metabolik aktivitelerin başlaması için önce tohumun su alması gerekir. Tohuma alınan su, enzimleri aktifleştirir. Suyun alınmasıyla hücreler genişler ve büyümeye başlar. Suyun yeterli olduğu durumlarda tohumun çimlenme gücü ve hızı yüksektir. Suyun yetersiz olduğu kurak topraklarda çözülebilir tuzların gereğinden fazla olması nedeniyle tohumda çimlenme görülmeyebilir. Yanlış sulama ve aşırı gübreleme ortamda gereğinden fazla tuz birikmesine neden olabilir. Tuzlu topraklarda tohum ekildikten sonra yağmur ya da sulama ile tohumun çevresindeki tuz uzaklaşırsa çimlenme gerçekleşir. Suyun çok fazla olduğu ortamda ise tohum yeterli oksijen alamadığından çimlenme durur.

**Sıcaklık:** Çimlenme için ihtiyaç duyulan çevre koşullarından biri de sıcaklıktır. Sıcaklık su emilimini, enzim etkinliğini ve difüzyonu dolayısıyla çimlenmeyi etkiler. Diğer koşullar uygun olsa bile sıcaklığın çok düşük ya da yüksek olması durumunda çimlenme gerçekleşmeyebilir.

Tohumların çimlenmesi için gerekli olan sıcaklık bitki türlerine göre değişir. Bazı bitki türlerinin tohumları genellikle belirli bir sıcaklık aralığının altında veya üstünde çimlenemez. Çoğu bitki için optimum sıcaklık yaklaşık 25-30°C arasındadır. Minimum sıcaklık ise yaklaşık 5°C'tur. Sıcak bölgelere uyum sağlamış bitki tohumları, ılıman bölge tohumlarına göre çimlenme için daha yüksek sıcaklıklara ihtiyaç duyar.

**Oksijen:** Çimlenme için gerekli etkenlerden biri de oksijendir. Çimlenmede tohum kabuğu çatlayınca embriyoda metabolizma hızı arttığı için çok miktarda oksijene ihtiyaç duyulur. Ancak bazı bitki tohumları oksijen bulunmayan ya da çok az oksijen bulunan ortamlarda çimlenebilir. Örneğin çeltik tohumları oksijensiz ortamda çimlenebilir ama gelişemez. Gelişebilmek için yine oksijene ihtiyaç duyar.

Birçok bitki tohumu çimlenmeden önce bir dinlenme süresi geçirir. Bu sürede tohumda metabolizma çok yavaşlamış hatta durmuştur. Tohumdaki bu süreç **dormansi** olarak adlandırılır. Dormansi durumundaki tohum bütün şartlar uygun olsa bile çimlenmez. Dormansinin süresi bitki türlerine göre bazen tür içinde bile farklılık gösterir. Türün hayatta kalabilmesi için bu özellik çok önemlidir.

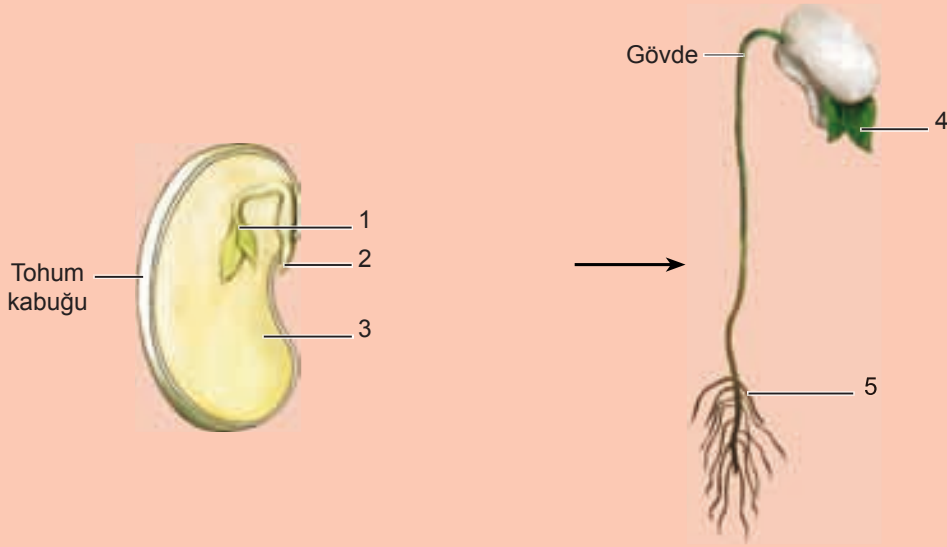
Birçok türün doğal olarak yetiştiği alanlarda soğuk kış şartları hâkimdir. Düşük sıcaklık tohumdaki dormansinin korunmasını sağlar. Bu yolla uygun olmayan kış koşulları geçtikten sonra tohumun çimlenmesi gerçekleşir. Böylece tohumlar ilkbaharda çimlenir ve tüm büyüme mevsimi boyunca gelişimini tamamlar.

Bazı durumlarda kabuk, çok kalın olduğu için su ve oksijenin embriyoya ulaşmasına izin vermez. Bazen de tohum kabuğu çok güçlü olduğu için embriyo dışarı çıkamaz. Bu durumda çimlenmenin gerçekleşebilmesi için kabuğun çatlatılması gerekir. Embriyo olgunlaşmamışsa veya kimyasal engelleyiciler varsa hem embriyo olgunlaşana kadar hem de kimyasallar uzaklaştırılana kadar çimlenme gerçekleşemez.



## Bölüm Sonu Değerlendirme

1. Aşağıdaki şekilleri inceleyiniz. Şekillerdeki numaralandırılmış yerlere bölümlerin adlarını yazınız.



2. Sıcaklığın tohumun çimlenmesine etkisi nedir?

.....

.....

.....

.....

3. Çimlenme sırasında çenekleri toprak içinde kalan bitkilere örnek vererek çimlenme mekanizmasını açıklayınız.

.....

.....

.....

.....



## Ünite Sonu Değerlendirme

### A. Aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

1. Kökte mikoriza oluşumunun bitkiye sağladığı yararlar nelerdir?

.....

.....

2. Bitkinin tepe noktası koparıldığında gelişiminde ne gibi değişiklikler gözlenir?

.....

.....

3. Kalın kütikula tabakası hangi bitkilerde bulunur? Bitkiye ne yarar sağlar?

.....

.....

4. Bitkilerde primer (birincil) meristem ve sekonder (ikincil) meristem dokunun görevleri nelerdir?

.....

.....

**B. Aşağıdaki paragrafı, verilen kavramlardan uygun olanları kullanarak tamamlayınız (epidermis, peridermis, su, mineraller, parankima, fotosentez, ksilem, kütikula, çimlenme, stoma, floem, organik maddeler).**

Yaprağın yapısında epidermis, mezofil, ksilem ve floem yer alır. Yaprağın yüzeyini oldukça dayanıklı ..... hücreleri kaplar ve hücreler yarı şeffaf yapılarıyla güneş ışığının yaprağın mezofil tabakasına girmesini sağlar. Yaprağın epidermis tabakasının dış yüzeyi mumsu bir ..... ile kaplıdır. Bu yapı su kaybını azaltır. Epidermiste.....denilen küçük açıklıklar gaz alış verişini sağlar. Mezofil, yaprağın .....yapan dokusu; ..... ve ..... ise yaprağın iletim dokularıdır. Ksilem topraktan alınan .....ve ..... yaprağa iletir. Floem ise yapraklar tarafından sentezlenen ..... bitkinin her tarafına taşır.

**C. Aşağıdaki cümleleri okuyunuz. Verilen bilgiler yanlışsa doğrusunu karşısındaki kutucuğa yazınız.**

- |   |            |  |
|---|------------|--|
| 1. Epidermis hücrelerinden bekçi hücrelere su geçişi olduğunda stomalar kapanır.                      | (D)<br>(Y) |  |
| 2. Kambiyum, çift çenekli otsu ve odunsu bitkilerde boyuna büyümeyi sağlar.                           | (D)<br>(Y) |  |
| 3. Bitkilerden salgılanan oksin hormonu bitkinin ışığa yönelmesini sağlar.                            | (D)<br>(Y) |  |
| 4. Etilen, bitkilerde tomurcuk gelişimini sağlar.   | (D)<br>(Y) |  |
| 5. Kloroplast epidermis hücrelerinde bulunur.   | (D)<br>(Y) |  |
| 6. Mikoriza yapısına sahip bitkiler doğada daha iyi rekabet eder, daha iyi gelişir ve bol ürün verir. | (D)<br>(Y) |  |
| 7. Tam çiçekte erkek ve dişi üreme organlarının her ikisi de bulunur.                                 | (D)<br>(Y) |  |
| 8. Bir tohum, içten dışa doğru kabuk, besî doku, embriyo olmak üzere üç kısımdan oluşur.              | (D)<br>(Y) |  |
| 9. Meristem doku hücreleri ince zarlı, büyük çekirdekli, bol sitoplazmalı bir yapıya sahiptir.        | (D)<br>(Y) |  |
| 10. Tohum çimlenme için uygun koşullar sağlanıncaya kadar dormansi durumundadır.                      | (D)<br>(Y) |  |

**Ç. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları yanıtlayınız.**

**1. Çimlenmekte olan bir tohumda, fotosentez yapana kadar geçen süreçte, aşağıdakilerden hangisi gerçekleşmez?**

- A) Mitoz bölünme
- B) Besin depolama
- C) Hücresel farklılaşma
- D) Enerji üretimi
- E) Enzim faaliyeti

2007, ÖSS Fen 1

**2. Aşağıdakilerden hangisi ince zarlı, bol sitoplazmalı, büyük çekirdekli ve devamlı çoğalabilen hücrelerden meydana gelir?**

- A) Kambiyum
- B) Parankima doku
- C) Kollenkima doku
- D) Epidermis
- E) Mantar doku

**3. Çiçekli bitkilerin üremesi sırasında;**

- I. Üretken çekirdekten sperm çekirdeği oluşması,
- II. Çiçek tozlarının dişi organın tepeciğine ulaşması,
- III. Polen kesesinin patlaması

**olaylarının gerçekleşme sırası aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?**

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

**4. Kapalı tohumlu diploit bir bitkide,**

- I. Mikrospordan tüp çekirdeğinin oluşması,
- II. Triploit endosperm çekirdeğinin oluşması,
- III. Zigottan embriyo oluşması,
- IV. Üretken (generatif) çekirdekten sperm çekirdeklerinin oluşması

**olaylarından hangileri mitozla gerçekleşir?**

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

2006, ÖSS Fen 2

5.

- I. Hücreleri canlıdır.
- II. Hücre çeperleri kalınlaşmıştır.
- III. Hücreleri bölünme özelliğine sahiptir.
- IV. Sitoplazmaları azdır.

**Yukarıdaki özelliklerden hangileri meristem dokuya aittir?**

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

**6. Aşağıdakilerden hangisi, böceklerle tozlaşan bitkilerde, tozlaşmayı artıran bir uyum değildir?**

- A) Bitkinin tatlı öz su salgılaması
- B) Çiçek polenlerinin yapışkan olması
- C) Çiçeklerin kokulu maddeler salgılaması
- D) Çiçeklerin parlak ve çekici renklerde olması
- E) Erkek ve dişi çiçeklerin ayrı bitkilerde bulunması

2009, ÖSS Fen 1

**7. Çiçekli bitkilerde aşağıdaki olaylardan hangisi döllenmeden sonra gerçekleşir?**

- A) Polenin çimlenmesi
- B) Besi dokusunun oluşması
- C) Polenin stigmaya konması
- D) Antipot hücrelerinin oluşması
- E) Polen tüpünün embriyo kesesine ulaşması

2009, ÖSS Fen 2

**8. Çiçekli bitkilerin embriyo kesesindeki**

- I. Polar çekirdek,
- II. Antipot çekirdek,
- III. Sinerjit çekirdek,
- IV. Yumurta

**gibi hücre çeşitlerinden hangileri döllenerek tohum oluşumuna katılır?**

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

9. Yaprak döken bir ağacın gövdesinin yerden  $h$  yüksekliğindeki bir noktasına uzun bir çivi,  $2/3$ 'ü dışarıda kalacak şekilde, öz bölgesine kadar çakılıyor.



**Bu bitki 10 yıl sonra incelendiğinde,**

- I. Ağacın gövdesi dışında kalan çivi uzunluğunun aynı kaldığı,
- II. Ağacın gövdesi dışında kalan çivi uzunluğunun azaldığı,
- III. Uzayan ağaçta çivinin,  $h$  yüksekliğinden daha yukarıda olduğu,
- IV. Ağacın uzamasına karşın çivinin,  $h$  yüksekliğinde kaldığı

**durumlardan hangileri gözlenir?**

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

2007, ÖSS Fen 2

**10. Bitkilerin;**

- I. çok sayıda çiçek tozu oluşturma,
- II. güzel görünümlü ve hoş kokulu çiçeğe sahip olma,
- III. kolay uçabilecek çiçek tozuna sahip olma

**özelliklerinden hangisi ya da hangileri rüzgârla tozlaşan bitkilerde görülmesi gerekmez?**

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

**11. Kök hücrelerindeki ozmotik basınç; toprak sıvısındakine göre az olduğu zaman aşağıdaki olaylardan hangisi gerçekleşmez?**

- A) Bitki bir süre sonra kurur.
- B) Yapraklardan terleme azalır.
- C) Bir süre sonra stoma kapanır.
- D) Fotosentez hızı artar.
- E) Kök hücreleri su kaybeder.

12. Bir bitkinin çiçeğinde bulunan yapılar ve görevleriyle ilgili olarak;

- I. Erkek organda polenler oluşur.
- II. Dişi organda önce mayoz sonra mitoz bölünme sonucu yumurta oluşur.
- III. Taç yapraklar tozlaşmada etkilidir.

**gibi ifadelerden hangileri doğrudur?**

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

13. Çiçekli bir bitkide döllenme sonucu oluşmuş bir tohumda aşağıda verilen yapılardan hangisi bulunmaz?

- A) Sinergit çekirdek
- B) Çenekler
- C) Embriyonik kök
- D) Embriyonik gövde
- E) Endosperm (besin dokusu)

14. Çiçekli bitkilerde endosperm (besi doku) aşağıda verilen yapılardan hangisinin döllenmesi sonucu oluşur?

- A) Sinergit çekirdek
- B) Antipod çekirdek
- C) Mikrospor
- D) Yumurta çekirdeği
- E) Polar çekirdek

**D. Aşağıda bulunan Yapılandırılmış Grid'deki numaralı kutucuklarda bitki biyolojisi ile ilgili çeşitli kavramlar verilmiştir. Kutucuk numaralarını kullanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız. Aynı kutucuğu bir veya birden fazla sorunun cevabı olarak kullanabilirsiniz.**

1 Etilen	2 Absisik asit	3 Sitokinin	4 Birincil meristem
5 Fototropizma	6 Ksilem	7 Yumurtalık	8 Floem
9 İkincil meristem	10 Stoma	11 Polen kesesi	12 Tüy
13 Dormansi	14 Epidermis	15 Lentisel	16 Hidrotropizma

1. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri bitkilerde kuraklık, enfeksiyon vb. streslere yanıt olarak üretilir?
2. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri gaz alış verişinde görevlidir?
3. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri daima bölünme yeteneğine sahiptir?
4. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri epidermisin farklılaşmasıyla oluşur?
5. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri madde iletiminde görev alır?
6. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri bitkilerde uyarının yönüne bağlı olarak gerçekleşen hareketlerdir?
7. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri bitkinin tohum oluşumundan çimlenmeye kadar metabolizmasını yavaşlatarak geçirdiği süredir?
8. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri bitkilerde üremeye ilgili yapılardır?
9. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri büyümeyi aktive eder?
10. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri bitkinin bütün yapılarının üzerini örten dokudur?
11. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri tohumun çimlenmesini engeller?



# 2. Ünite

## Kalıtım, Gen Mühendisliği ve Biyoteknoloji

- I. Mendel Genetiği
- II. Modern Genetik
- III. DNA'nın Yapısı ve Replikasyonu
- IV. Biyoteknoloji ve Gen Mühendisliği

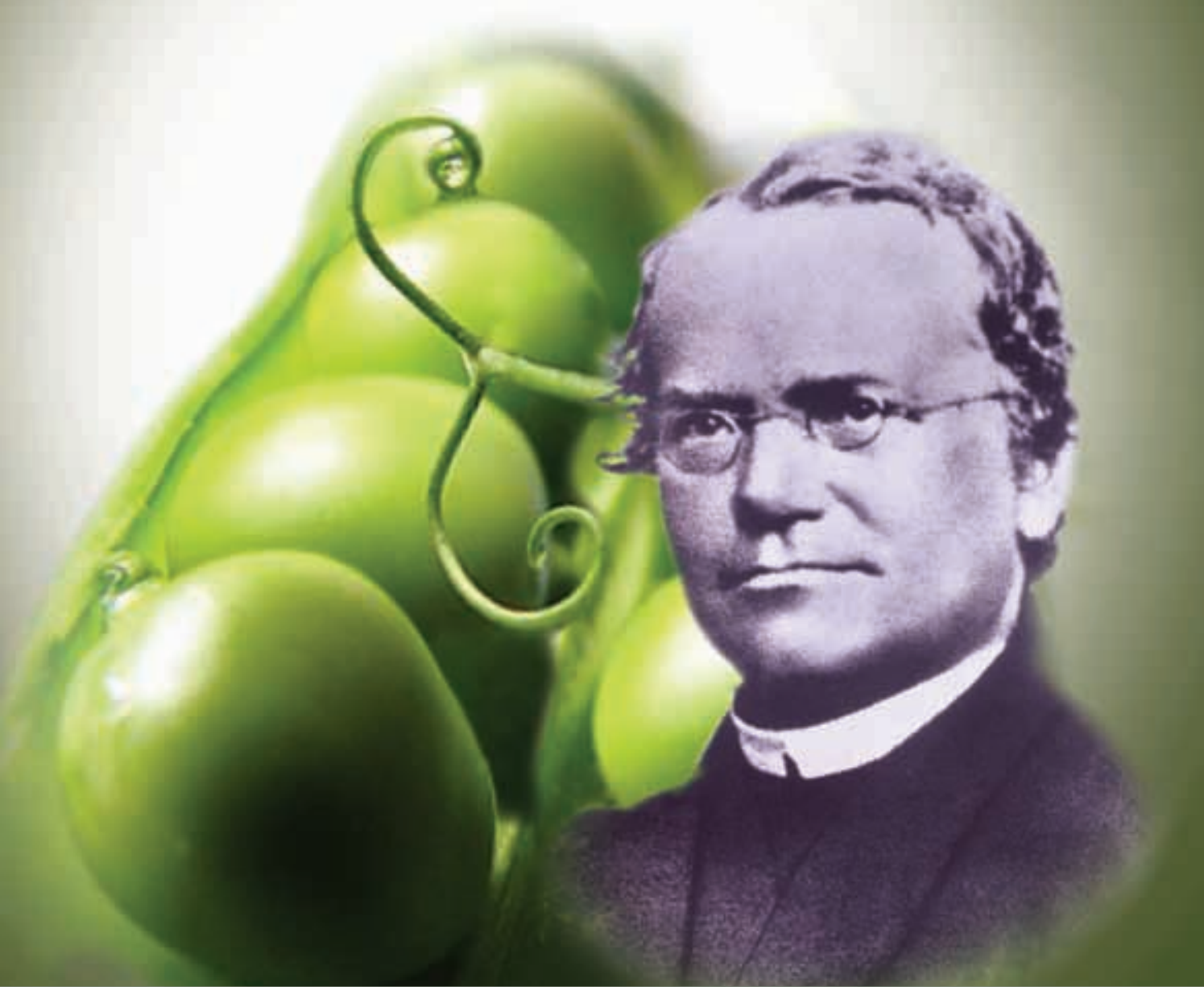
*Nükleik asit dizilimi her organizmada özgündür. Bu özelliği nedeniyle kalıtıma bağlı hastalıkların teşhisi, suçluların tespiti vb. durumlarda kullanılabilir. Kalıtsal hastalıklarla tıbbi alanda daha etkili bir mücadele için DNA diziliminin belirlenmesi çok önemlidir.*

*Bilim dünyasında son 10 yılda birçok hastalığın teşhisi için DNA dizi analizinin belirlenmesi amacıyla biyoteknoloji yaygın olarak kullanılmaktadır.*

*Kalıtıma bağlı hastalıkların teşhisinde biyoteknolojinin önemi ve kullanımı, Mendel genetiği, modern genetik, DNA'nın yapısı ve replikasyonu, biyoteknoloji ve gen mühendisliği konularını bu ünite de öğreneceğiz.*

# I. Bölüm

## Mendel Genetiği



*Gregor Mendel*

- A. Olasılık İlkeleri ve Uygulamaları
- B. Mendel'in Çalışmaları
- C. Monohibrit Çaprazlama
- Ç. Dihibrit Çaprazlama

- D. Gen-Kromozom Teorisi
- E. Kontrol Çaprazlaması
- F. Eksik Baskınlık
- G. Eş Baskınlık

Kardeşlerinizden hangisi anne ve babanıza ya da size daha çok benziyor? Hangi özellikleriniz ailenizden bir kişide ya da yakın akrabalarınızda da var? Düşününüz.

Canlı türlerinin kendilerine benzer yavrular meydana getirdiği bilinmektedir. Türler özgül özelliklerin nesilden nesile nasıl aktarıldığı, benzerlik ve farklılıkların ortaya çıkmasını sağlayan faktörler uzun yıllar merak edilmiş ve araştırma konusu olmuştur. Benzerlik ve farklılıkların ortaya çıkmasını sağlayan faktörleri, bu faktörlerin nesilden nesile nasıl geçtiğini araştıran bilim dalına **kalıtım bilimi** veya **genetik** denir.

Kalıtımla ilgili ilk çalışmalar 18. yüzyıldan itibaren başlamıştır. Alman botanikçi Költreuter (Költroyter), 1760 yılında bir bitki türünden aldığı polenleri, aynı türden diğer bir bitki çiçeğinin tepeciğine taşıyarak ilk melezleme çalışmalarını yapmıştır. Bu çalışma ile iki bitkiye ait özelliklere sahip bir nesil elde etmiş, fakat ana baba özelliklerinin oğul döllere hangi esaslara göre geçtiğini açıklayamamıştır. Kalıtımın esaslarını ilk ortaya koyan bilim insanı Gregor Mendel (Giregor Mendel)'dir. Gregor Mendel 1822'de Avusturya'da dünyaya geldi. Lise öğrenimini tamamladıktan sonra bir manastırda rahip olarak göreve başladı. Daha sonra Viyana Üniversitesinde matematik ve biyoloji alanında eğitim gördü. Bu yıllarda manastırın bahçesinde bezelyeler üzerinde yapmış olduğu deneylerle kalıtım biliminin doğmasını sağladı.

Genetiğin temelini oluşturan kavramlar, Mendel'in bezelyelerle yaptığı melezleme çalışmalarında elde ettiği bulgulara dayanır. Mendel deney sonuçlarını 1866 yılında "Bitki Melezleri ile Çalışmalar" adı altında yayımladı. O tarihlerde kromozom, gen, mayoz kavramları henüz bilinmiyordu. 1900'lü yıllardan itibaren genetikle ilgili çalışmaların hızı artmış ve bu konuda önemli bilgiler elde edilmiştir. Elde edilen bu bilgiler, Mendel'in görüşlerini doğrulamış ve **Mendel Yasaları** başlığı altında yayımlanmıştır.

### A. Olasılık İlkeleri ve Uygulamaları

Mendel inceleyeceği konular için araştırma materyalini ve gözlemlediği karakterleri iyi seçmiş, deneylerini dikkatle planlamış, çok miktarda veri toplamış ve elde ettiği sonuçların matematiksel analizini yapmıştır. Olasılık ilkelerinden yararlanarak istatistiksel bilgileri biyolojiye uygulamıştır. Başarısı büyük ölçüde bu temellere dayanır.

**Olasılık** her zaman gerçekleşmeyen; ancak gerçekleşmesi beklenen olaylardır. Bu tür olaylara şansa bağlı olaylar da denir.

Olasılık, sonucun kaç defa olacağını değil, hangi oranda gerçekleşeceğini açıklar. Olasılık, basit bir kesir ya da yüzde ile gösterilir. Genleri bilinen bir canlının oluşturabileceği gamet çeşitleri olasılık hesaplarıyla bulunur. Genetikte en çok yararlanılan olasılık ilkeleri şunlardır:

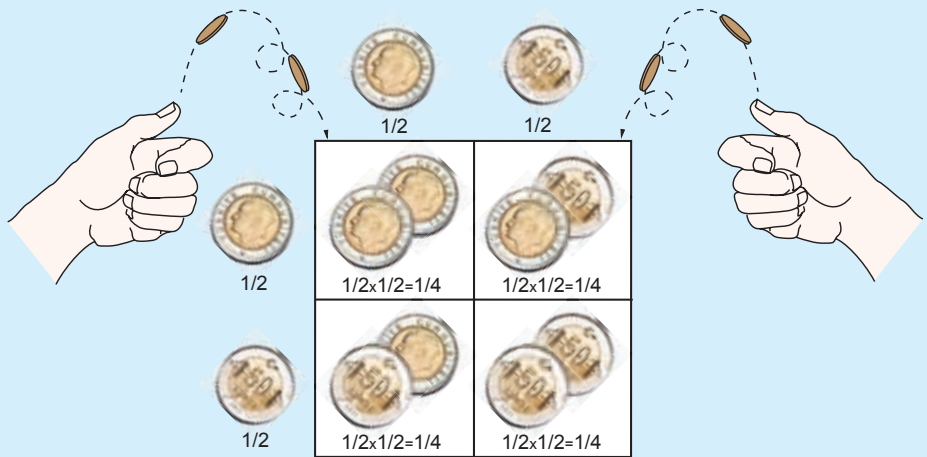
- **Şansa bağlı bir olayın bir defa denenmesinden elde edilen sonuçlar aynı olayın daha sonraki deneme sonuçlarını etkilemez. Çünkü bağımsız olayların sonuçları da bağımsızdır.**

Örneğin hamile bir kadının kız ya da erkek çocuk dünyaya getirme olasılığı  $1/2$  yani %50'dir. Art arda üç kız çocuğu doğduktan sonra dördüncü çocuğun erkek olma olasılığı yine %50'dir. Daha önce üç çocuğun da kız olması dördüncü çocuğun kız ya da erkek olma olasılığını etkilemez.

Havaya atılan metal bir paranın yazı gelme olasılığı  $1/2$ , tura gelme olasılığı da  $1/2$ 'dir. Parayı beş kez havaya attığımızda her defasında tura gelmişse bu durum altıncı atışın sonucunu etkilemez. Altıncı atışta yine tura gelme olasılığı  $1/2$ , yazı gelme olasılığı da  $1/2$ 'dir.

- **Şansa bağlı iki bağımsız olayın aynı anda birlikte olma olasılığı, bunların ayrı ayrı olma olasılıklarının çarpımına eşittir.**

Örneğin aynı anda havaya atılan iki metal paranın birinin yazı gelme olasılığı  $1/2$ , diğ erinin de yazı gelme olasılığı  $1/2$ 'dir. İkisinin de aynı anda yazı gelme olasılığı bu paraların ayrı ayrı yazı gelme olasılıklarının çarpımına eşittir (Şekil 2.1).



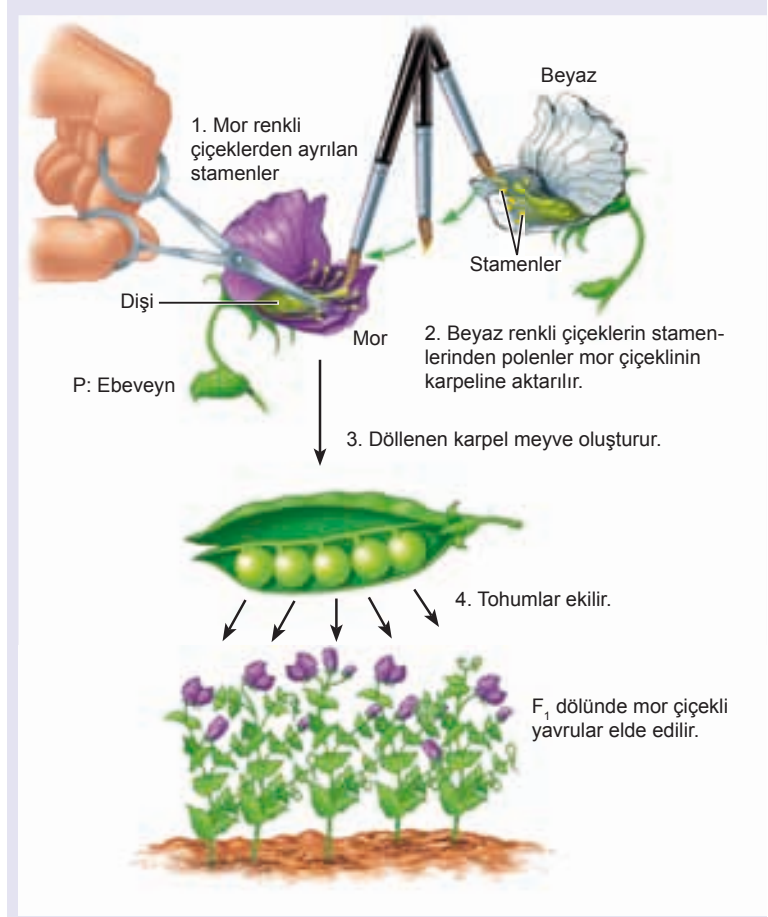
Şekil 2.1 : Olasılık ilkeleri

Sınıfınızda belirli özelliklere sahip öğrencilerin bulunma olasılıklarını inceleyelim. Sınıftaki öğrencilerin yarısı siyah saçlı, dört kişiden biri mavi gözlü, beş kişiden ikisi beyaz tenliyse öğrencilerden rastgele seçilen bir kişinin siyah saçlı, mavi gözlü ve beyaz tenli olma olasılığı;

$$(1/2 \text{ siyah saçlı}) \times (1/4 \text{ mavi gözlü}) \times (2/5 \text{ beyaz tenli}) = 2/40 = 1/20 \text{ olur.}$$















## B. Mendel'in Çalışmaları

Gregor Mendel yetiştirdiği bezelyelerle deneyler yaparak temel genetik yasalarını keşfetmeyi başarmıştır. Bu başarıya ulaşmak için sekiz yıl boyunca yılmadan melezleme çalışmalarına devam etmiştir. Mendel deneylerine bezelyelerde tespit ettiği karakterin saf olup olmadığını kontrol etmekle başlamıştır. Bunun için aynı karaktere sahip iki bitkiyi, örneğin sarı tohumlu bezelyeleri art arda tozlaştırarak birçok döl elde etmiştir. Bütün bireylerin karakter yönünden birbirine çok benzediğini görünce arı (saf) döl elde ettiğine emin olmuştur. Mendel'in başarılı sonuçlar alması çalışmalarında bezelyeleri seçmiş olmasıyla ilgilidir. Çünkü bezelyeler kolayca yetiştirilen ve kısa zamanda döl veren bitkilerdir. Bezelyeler doğada genellikle kendi kendini döller. Mendel çapraz tozlaşmayı gerçekleştirebilmek için polen oluşturmada önce bitkinin henüz gelişimini tamamlamamış stamenlerini çıkartmış daha sonra başka bitkinin polenlerini alarak bu bitkiye vermiştir (Şekil 2.2). Örnekte verilen karakter çiçek rengidir. Beyaz bir çiçeğin poleni mor bir çiçeğin yumurtasını dölediğinde birinci kuşaktaki tüm melezler mor renkli olmaktadır. Ayrıca bezelye çiçekleri, aynı türün farklı bireyleriyle tozlaşma özelliğine sahip değildir. Kendi kendine tozlaşabilecek bir çiçek yapısına sahiptir.



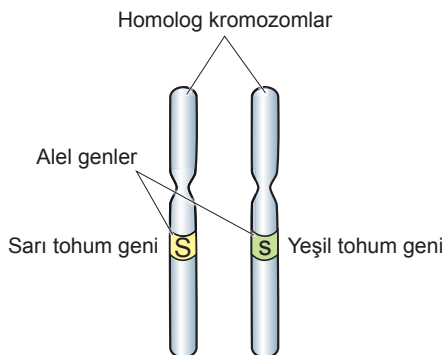
Şekil 2.2: Mendel deneylerinde bezelye çiçeğini kullanmıştır.

Bezelyelerde görülen ve kolayca ayırt edilebilen sarı-yeşil tohum rengi ve düzgün-buruşuk tohum şekli gibi bazı karakterler çoğunlukla saftır. Mendel deneylerinde bezelyenin bu karakterleri üzerinde çalışmış, her bir özellik için birim faktörlerin varlığını, faktörlerin nesilden nesile değişmeden geçtiğini ileri sürmüştür. Şekil 2.3'te bezelyelere ait karakterlerin baskın ve çekinik olmak üzere iki farklı yönü gösterilmiştir.

	Çiçek Rengi	Çiçek Durumu	Tohum Rengi	Tohum Şekli	Meyve Şekli	Meyve Rengi	Bitki Boyu
Baskın Özellik	 Mor	 Yanda	 Sarı	 Düz	 Düzgün	 Yeşil	 Uzun
Çekinik Özellik	 Beyaz	 Uçta	 Yeşil	 Buruşuk	 Boğumlu	 Sarı	 Kısa

Şekil 2.3: Mendel'in bezelyelerle yaptığı çalışmalarda incelediği karakterler

Mendel'in çalışmalarının ve kalıtımla ilgili yasalarının daha iyi anlaşılması için bazı temel kavramların bilinmesi gerekir. Mendel'in birim faktörü günümüzde **gen** olarak tanımlanır. Kromozomların kalıtsal bir karakterin oğul döllere aktarılmasını sağlayan bölümüne **gen** denir. Gen, yaklaşık 1500 adet nükleotitten oluşan DNA parçasıdır. Bir karakterin kalıtımından sorumlu gen çeşitlerinin her birine **alel gen** denir. Alel gen sayısı ikiden fazla



Şekil 2.4: Bezelyelerde tohum rengi için iki alel gen bulunur.

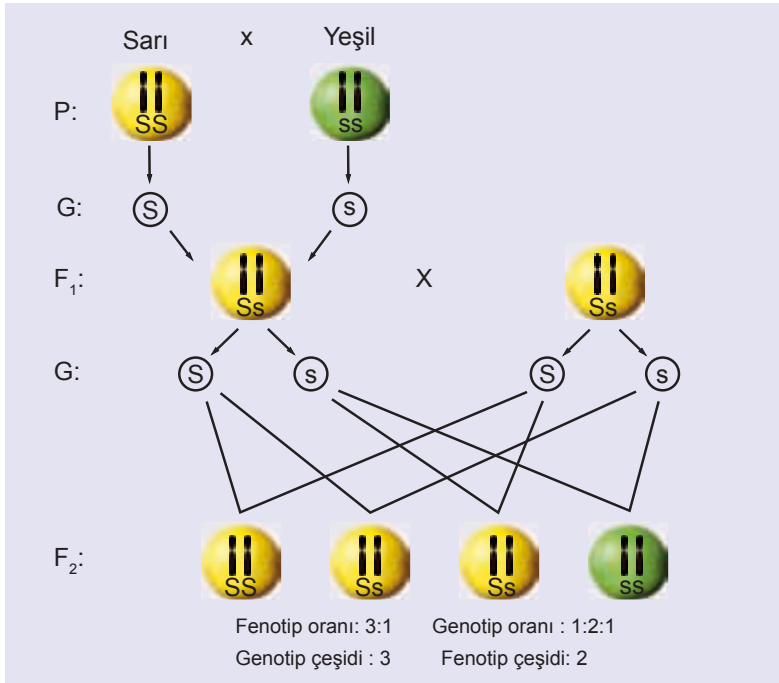
olsa bile birçok canlı bunlardan en fazla ikisini taşır. Bu gen çiftleri homolog kromozomların **lokus** denilen karşılıklı bölgelerinde bulunur. Örneğin bezelyelerde tohum rengi için sarı ve yeşil olmak üzere iki alel gen vardır (Şekil 2.4). Baskın ve çekinik karakterleri belirleyen genler (alel genler) aynı harfin büyük ve küçükü ile sembolize edilir. Örneğin bezelyelerde sarı tohum geni baskın olduğu için S, ye-

şil tohum geni çekinik olduğu için s ile gösterilir. Diploit bir canlıda bir karakteri belirleyen alel genler birbiriyle aynı ya da birbirinden farklı olabilir. Bir karakter için aynı alel genleri taşıyan bireylere **homozigot** (SS,ss), farklı alel genleri taşıyan bireylere ise **heterozigot** (Ss) denir (Şekil 2.5). Homozigot ve heterozigot kavramları canlının hangi alel genlere sahip olduğunu açıklar. Canlının sahip olduğu genlerin tümüne **genotip** denir. Genotip ve çevresel faktörlerin etkisiyle ortaya çıkan dış görünüşe ise **fenotip** adı verilir. Heterozigot durumda fenotipte etkisini gösterebilen gen **dominant** (baskın)dır. Gösteremeyen gen ise **resesif** (çekinik)tir.

### C. Monohibrit Çaprazlama

Mendel, bir karakter bakımından farklı olan iki arı dölün (homozigot) bireylerini çaprazladığında meydana gelen  $F_1$  dölünün atalarından sadece birinin fenotipini (baskın) taşıdığını görmüştür.  $F_1$  dölü her iki atanın genlerini taşıdığı için heterozigot (melez/hibrit)tür. Bir karakter bakımından heterozigot olan bu bireylere **monohibrit**, monohibrit bireylerin kendi arasında çaprazlanmasına ise **monohibrit çaprazlama** denir.

Homozigot sarı tohum rengine sahip bezelye (SS) ile homozigot yeşil tohum rengine sahip bezelyelerin (ss) çaprazlanması sonucunda oluşan heterozigot sarı bezelyelerin çaprazlanması monohibrit çaprazlamaya örnek olarak verilebilir (Şekil2.6).

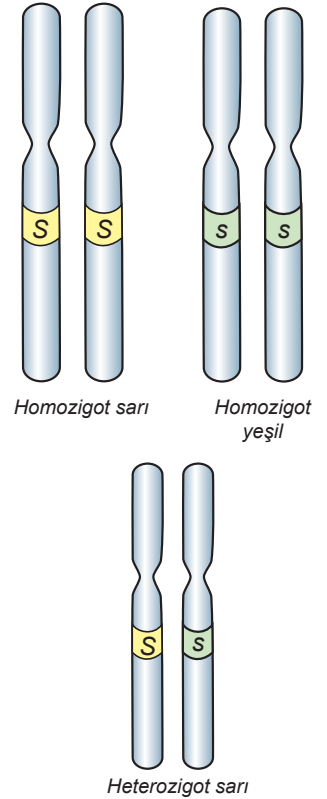


Şekil 2.6: Monohibrit çaprazlama



#### Dikkat!

Çaprazlamalarda P, (parental) anne ve babayı; G, gametleri;  $F_1$  (filial) ilk çaprazlama sonucu oluşan bireyleri;  $F_2$  ise ikinci çaprazlama sonucunda oluşan bireyleri gösterir.



Şekil 2.5: Homozigot ve heterozigot bireyler



### Dikkat!

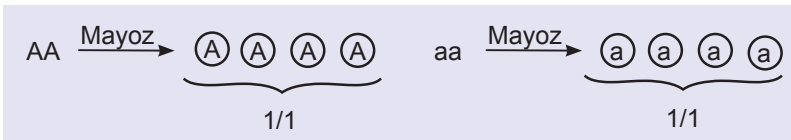
Monohibrit çaprazlamada;  
Genotip oranı: 1:2:1 (SS, Ss, Ss, ss)  
Fenotip oranı: 3:1 (sarı, yeşil)  
Genotip çeşidi: 3 (SS, Ss, ss)  
Fenotip çeşidi: 2 (sarı, yeşil) görülür.

Mendel, arı döl sarı ve yeşil tohumlu bezelyeleri çaprazlayarak hepsi sarı tohumlu olan  $F_1$  dölünü;  $F_1$  dölünü kendi arasında çaprazladığında (kendileştirme)  $3/4$ 'ü sarı,  $1/4$ 'ü yeşil tohumlu  $F_2$  dölünü elde etmiştir. Aynı çalışmaları değişik karakterler üzerinde defalarca yapmış ve  $3/4$ 'ü baskın,  $1/4$ 'ü çekinik fenotipte  $F_2$  dölleri elde etmiştir.

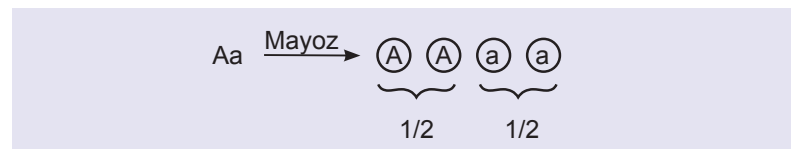
Mendel farklı arı dölleri çaprazladığında  $F_1$  dölünün hepsinin baskın fenotipi gösterdiğini,  $F_1$  dölü kendileştirildiğinde ise  $F_2$  dölünde baskın ve çekinik fenotip oranının 3:1 olduğunu belirlemiştir. Mendel'in monohibrit çaprazlama sonuçlarını şöyle özetleyebiliriz:

- Bir bireydeki karakterin belirlenmesinde birbirinin aynısı ya da birbirinden farklı bir çift alel gen bulunur. Bu alel genlerden biri dominant diğeri ise resesiftir.
- Bir çift genden her biri eşit olasılıkla birbirinden ayrılarak farklı gametlere geçer. Yani oluşan gametler her alel çiftinden sadece bir alel geni taşır (Ayrılma İlkesi).
- Birden fazla karakterin kalıtımında alel gen çiftleri birbirinden bağımsız olarak gametlere dağılır (Bağımsız Dağılım İlkesi).

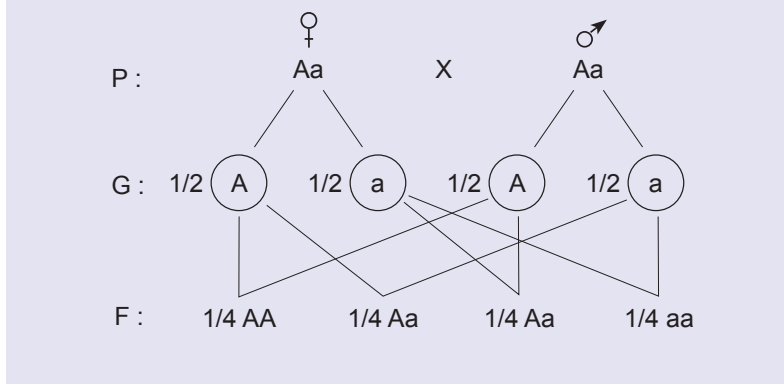
Çaprazlama çalışmalarında genotipi belirli olan ebeveynlerin meydana getirebileceği gamet çeşitleri tahmin edilebilir. Örneğin genotipi AA ve aa şeklinde olan homozigot bireyler her zaman bir çeşit gamet oluşturur. Başka bir ifade ile AA genotipli birey  $1/1$  oranında A genotipinde, aa genotipli birey  $1/1$  oranında a genotipinde gamet meydana getirir.



Bir karakter bakımından heterozigot bireyler ise iki çeşit gamet oluşturur. Yani Aa genotipli birey  $1/2$  oranında A,  $1/2$  oranında ise a genotipli gametler meydana getirir.



Gametlerin birleşmesinden oluşacak yeni bireylerin hangi oranda meydana gelebileceği olasılık ilkeleri yardımıyla önceden tahmin edilebilir. Genotipi Aa olan heterozigot ebeveynlerin oluşturabileceği gametler ile bunların birleşmesinden meydana gelebilecek bireylerin oranının çaprazlaması aşağıda gösterilmiştir.



### Biliyor musunuz?

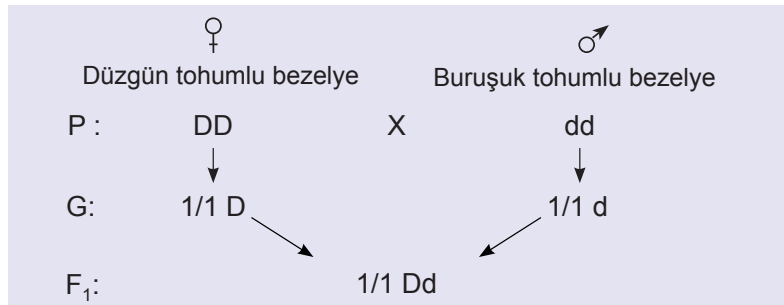
Döllenme sırasında gametlerin rekombinasyonu sonucu oluşan genotip ve fenotipler Punnett karesi oluşturularak gösterilebilir. Punnett karesinin adı, bu yaklaşımı ilk ortaya çıkaran Reginald C. Punnett'den gelmektedir.

Monohibrit çaprazlama sonuçlarına göre  $F_1$  dölünün fenotip oranı 3:1, genotip oranı ise 1:2:1 şeklindedir.

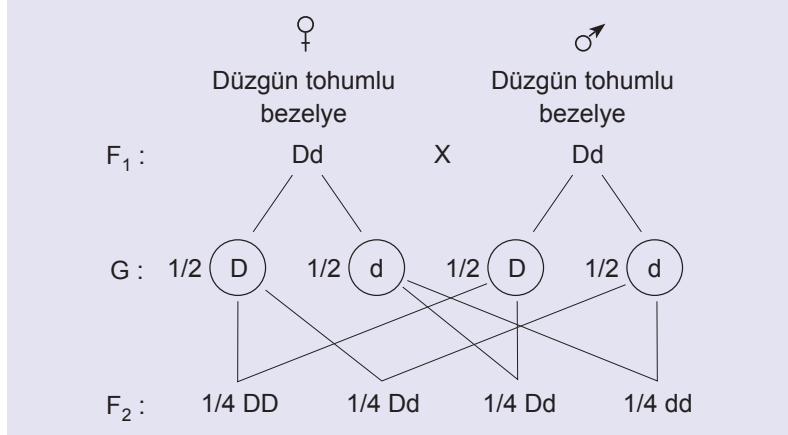
Aynı işlemi Punnett karesinde de gösterebiliriz. Punnett karesinde genellikle dişinin gametleri satırda, erkeğin gametleri ise sütunda gösterilir. Sonuçta iki heterozigot bireyin çaprazlanmasından 1/4 homozigot baskın (AA), 2/4 heterozigot baskın (Aa) ve 1/4 homozigot çekinik (aa) bireyler oluşur.

♀ \ ♂	1/2 A	1/2 a
1/2 A	1/4 AA	1/4 Aa
1/2 a	1/4 Aa	1/4 aa

Mendel'in yaptığı çalışmaları düzgün (D) ve buruşuk (d) tohumlu bezelyeler üzerinde gösterebiliriz. Homozigot düzgün tohumlu (DD) bezelyenin tüm gametlerinde D aleli, buruşuk tohumlu (dd) bezelyenin tüm gametlerinde ise d aleli bulunur. D ve d alelleri  $F_1$  dölünde bir araya geldiğinden oluşan bireylerin hepsi Dd genotipinde ve düzgün fenotiplidir.



$F_1$  dölü kendileştirildiğinde aşağıdaki oranlar ortaya çıkar:



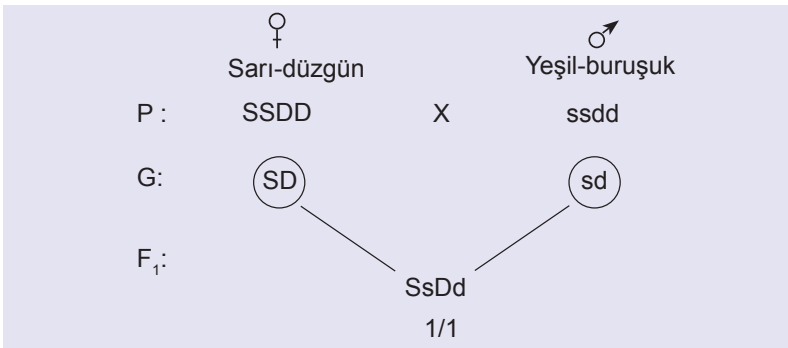
Yukarıda görüldüğü gibi  $F_2$  dölünün genotip ayrışım oranı; 1/4 DD, 2/4 Dd, 1/4 dd ya da kısaca 1:2:1'dir. Fenotip ayrışım oranı ise 3/4 düzgün tohumlu bezelye, 1/4 buruşuk tohumlu bezelye ya da kısaca 3:1 şeklindedir.

$F_1$  de oluşan bezelyeler düzgün tohumlu olduğu hâlde buruşuk tohum geni de taşır.  $F_1$  dölü kendileştirildiğinde farklı gametlere geçen buruşuk tohum genleri,  $F_2$  dölünde bir araya geldiği için buruşuk tohumlu bireyler oluşur.

♀ \ ♂	1/2 D	1/2 d
1/2 D	1/4 DD Düzgün	1/4 Dd Düzgün
1/2 d	1/4 Dd Düzgün	1/4 dd Buruşuk

## Ç. Dihibrit Çaprazlama

Mendel, deneylerinde tohum rengi ve tohum şekli gibi iki karakterin kalıtımını birlikte incelemiştir. Bu çalışmaları daha iyi anlayabilmeniz için homozigot sarı-düzgün ve yeşil-buruşuk tohumlu bezelyelerin çaprazlanması aşağıda gösterilmiştir.



### Dikkat!





Çaprazlanan bireylerdeki karşılıklı heterozigot karakter sayısı "n" olmak üzere fenotip çeşidi  $2^n$ , genotip çeşidi de  $3^n$  formülü ile bulunur.

$F_1$  dölünün hepsi sarı ve düzgün tohumludur. Genotip olarak da heterozigot( $SsDd$ )tur. Bu şekilde iki karakter bakımından heterozigot olan bireylere **dihibrit**, bunların çaprazlanmasına da **dihibrit çaprazlama** denir.  $F_1$  dölü kendileştirildiğinde  $F_2$  dölünün genotip ve fenotip oranları Punnet karesinde gösterilmiştir.

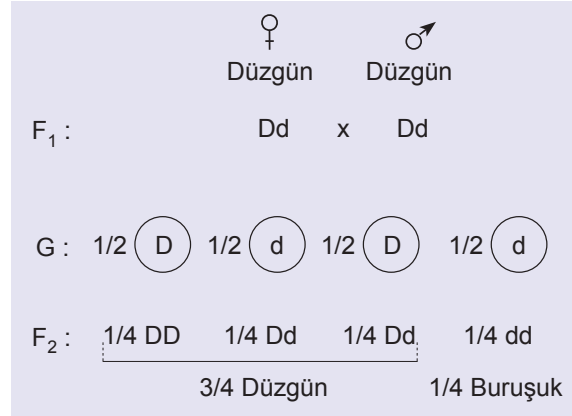
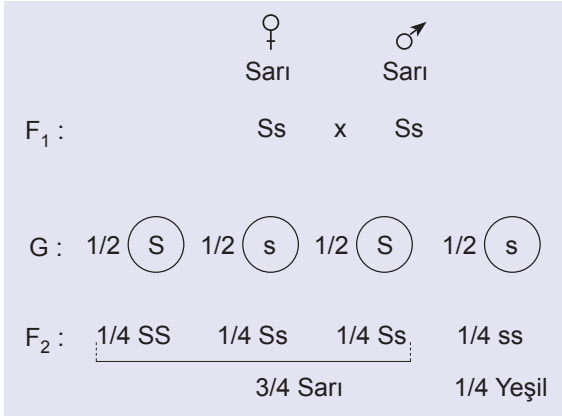
$F_1 \times F_1$		<u>SsDd</u>	x	<u>SsDd</u>		
		SD		Sd	sD	sd
	♀	$\frac{1}{4}$ SD		$\frac{1}{4}$ Sd	$\frac{1}{4}$ sD	$\frac{1}{4}$ sd
→ SD	♂	$\frac{1}{4}$ SD	$\frac{1}{16}$ SSDD	$\frac{1}{16}$ SSDd	$\frac{1}{16}$ SsDD	$\frac{1}{16}$ SsDd
→ Sd	$\frac{1}{4}$ Sd	$\frac{1}{16}$ SSDd	$\frac{1}{16}$ SSdd	$\frac{1}{16}$ SsDd	$\frac{1}{16}$ Ssdd	
→ sD	$\frac{1}{4}$ sD	$\frac{1}{16}$ SsDD	$\frac{1}{16}$ SsDd	$\frac{1}{16}$ ssDD	$\frac{1}{16}$ ssDd	
→ sd	$\frac{1}{4}$ sd	$\frac{1}{16}$ SsDd	$\frac{1}{16}$ Ssdd	$\frac{1}{16}$ ssDd	$\frac{1}{16}$ ssdd	

**Dikkat!**  
Bireylerin oluşturabileceği gamet sayısı  $2^n$  formülü ile hesaplanır. "n" heterozigot karakter sayısını belirtir.

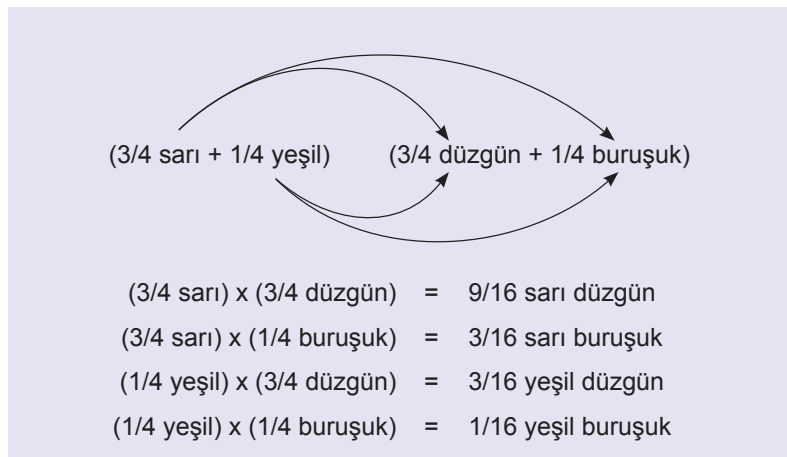
Dihibrit çaprazlama sonucu oluşan  $F_2$  dölünün genotip ve fenotip oranları aşağıdaki gibi de gösterilebilir:

$F_2$ genotip oranı:	$F_2$ fenotip oranı:
1/16 <b>SSDD</b>	9/16  Sarı-düzgün
2/16 <b>SSDd</b>	
2/16 <b>SsDD</b>	
4/16 <b>SsDd</b>	
1/16 <b>SSdd</b>	3/16  Sarı-buruşuk
2/16 <b>Ssdd</b>	
1/16 <b>ssDD</b>	3/16  Yeşil-düzgün
2/16 <b>ssDd</b>	
1/16 <b>ssdd</b>	1/16  Yeşil-buruşuk

$F_1$  dölünün kendileştirilmesinden oluşan  $F_2$  dölünde 9/16 oranında sarı-düzgün, 3/16 oranında sarı-buruşuk, 3/16 oranında yeşil-düzgün ve 1/16 oranında yeşil-buruşuk tohumlu bireyler oluşur. Dolayısıyla dihibrit çaprazlama ile  $F_2$  dölünde oluşan bireylerin fenotip ayrışım oranı **9:3:3:1** şeklinde ortaya çıkar. Bu oranın nasıl oluştuğunu anlamak için iki karakter monohibritmiş gibi ayrı ayrı çaprazlanabilir.



Tohum rengi ve şekli için ayrı ayrı elde edilen sonuçların, tek bir dihibrit çaprazlamaya ait olduğu düşünülürse her gen çiftinin bağımsız kalıtıldığı görülür. Başka bir ifadeyle bezelye tohumunun sarı veya yeşil olma olasılığı ile düz veya buruşuk olma olasılığı birbirini etkilememektedir. Tohum rengi ve şeklinin birlikte kalıtılmasının matematiksel ifadesi bu iki karakterin ayrı ayrı kalıtılma olasılıklarının çarpımıdır.



Yukarıda elde edilen oranlar, iki gen çiftinin bağımsız dağılımından beklenen oranlardır. Mendel çok sayıda dihibrit çaprazlama yapmış ve aynı oranların ortaya çıktığını görmüştür.

**Soru 1:** AaBBccDdEe genotipine sahip canlının oluşturabileceği gamet çeşidini bulunuz.

**Çözüm:** Dört heterozigot karakter olduğu için

$2^n = 2^4 = 16$  çeşit gamet oluşur.

**Soru 2:** AABbCcDdee genotipli bireyde ABcde genotipli gametin oluşum oranı nedir?

**Çözüm:** Her bir karakter bağımsız düşünüldüğünde ABcde genlerinin aynı gamette bulunma olasılığı ayrı ayrı bulunma olasılıklarının çarpımına eşittir.

AA      Bb      Cc      Dd      ee  
↓      ↓      ↓      ↓      ↓  
1/1 A    1/2 B    1/2 c    1/2 d    1/1 e = 1.1/2 1/2.1/2.1 = 1/8'dir.

**Soru 3:** AaBBcc genotipli bir bireyle aaBbcc genotipli bir bireyin çaprazlanmasından AaBbcc genotipli bireyin oluşma olasılığı nedir?

**Çözüm**

P :      Aa    x    aa      BB    x    Bb      Cc    x    cc

G:      (A) (a)    (a)      (B) (B) (b)      (C) (c)    (c)

F<sub>1</sub>:      1/2 Aa    1/2 aa      1/2 BB    1/2 Bb      1/2 Cc    1/2 cc

AaBbcc = 1/2.1/2.1/2 = 1/8' dir.



#### Dikkat!

Homozigotluk gamet çeşidini etkilemez. Heterozigotluk gamet çeşidini artırır.

## D. Gen-Kromozom Teorisi

Mendel tüm varsayımlarını, gen kavramını ve genlerin mayoz sırasında yavru hücrelere geçiş mekanizmalarını bilmeden sadece kontrollü biçimde yapılan çaprazlamalardaki fenotip analizlerine dayandırmıştır. Bu deneysel yaklaşımları modern genetikte hâlâ kullanılmaktadır.

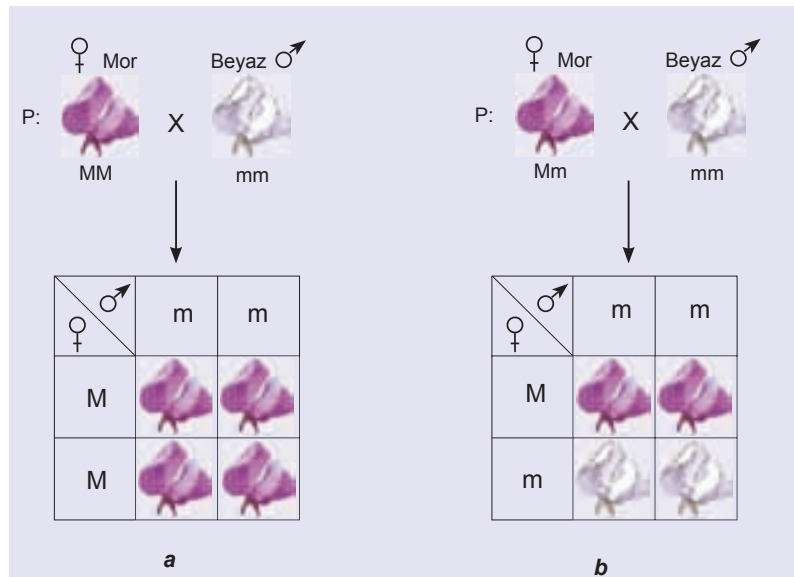
Mendel Yasaları'nın ortaya konulmasından sonra Sutton (Sutton) ve Boveri (Baveri) 1902 yılında mayozda kromozom hareketlerinin kalıtım birimlerinin (günümüzde gen denilen birimler) davranışlarıyla paralellik gösterdiğini ileri sürmüştür. Sutton,

genlerin yerlerini bulmak için çeşitli çalışmalar yapmıştır. Yaptığı çalışmaların sonucunda genlerin kromozomlar üzerinde bulunduğunu, bir karakterin kalıtımından en az iki genin sorumlu olduğunu ve bu genlerin iki ayrı kromozom üzerinde yer aldığını açıklamıştır. Bu hipotez günümüzde **Kromozom Teorisi** olarak bilinir. Daha sonra birkaç organizma ile yapılan genetik çalışmalar belirli genlerin bağımsız açılım ilkesine göre aktarılmadığını, bu genlerin birbirlerine bağlı olarak ayrıldığını ortaya çıkarmıştır. Daha ileri çalışmalar, bu genlerin aynı kromozomların bölümleri olduğunu ve bunların gerçekte tek bir birim olarak aktarıldığını göstermiştir. Birçok kromozomun çok sayıda genden meydana geldiğini artık biliyoruz. Aynı kromozom üzerinde bulunan genler mayoz sırasında parça değişimi dışında bağımsız olarak ayrılamazlar. Bu genlere **bağlı genler** denir.

### E. Kontrol Çaprazlaması

Çekinik fenotipli bir bireyin genotipi kesinlikle bellidir ve homozigot çekiniktir (ss). Çünkü çekinik gen baskın genle birlikte bulunduğu baskın fenotip ortaya çıkar.

Baskın fenotipli bir bireyin genotipinin homozigot mu (SS), heterozigot mu (Ss) olduğu ancak kontrol çaprazlamasıyla belirlenebilir. **Kontrol çaprazlaması** genotipi bilinmeyen baskın fenotipli birey ile çekinik fenotipli birey arasında yapılan çaprazlamadır. Örneğin bezelyelerde mor çiçek rengi baskın, beyaz çiçek rengi çekiniktir (Şekil 2.7). Beyaz çiçekli bezelyeler



Şekil 2.7: Kontrol çaprazlama;

- a) Tabloya göre mor çiçekli atanın MM genotipinde olduğu anlaşılır.  
b) Tabloya göre mor çiçekli atanın Mm genotipinde olduğu anlaşılır.

homozigot (mm)tur. Mor çiçekli bezelyelerin homozigot (MM) mu, heterozigot (Mm) mu olduğunu öğrenmek için mor çiçekli bezelyelerle beyaz çiçekli bezelyeleri çaprazlamak gerekir.

Çaprazlama sonucu oluşan döllerin hepsi mor çiçekli ise mor çiçekli atanın homozigot (MM) olduğu; yarısı mor, yarısı beyaz çiçekli ise mor çiçekli atanın heterozigot (Mm) olduğu anlaşılır.

Kontrol çaprazlaması bitki ve hayvan ıslah çalışmalarında seçilen canlının genotipinin belirlenmesini sağlar.

Mendel Yasaları genetiğin basit temellerini açıklamak için yeterlidir. Ancak bu kurallar tüm kalıtsal karakterler için uygulanamaz. Mendel tarafından açıklanamayan eksik baskınlık, eş baskınlık ve çok alellik gibi durumlar da vardır.

## F. Eksik Baskınlık

Mendel'den sonraki genetik çalışmalarda bazı alel genlerde baskınlık-çekinlik olmadığı görülmüştür. Alellerden biri diğerinin üzerinde tam baskınlık kurmadığı zaman heterozigot bireylerde her iki alelin özelliğinden farklı bir özellik ortaya çıkar. Yani heterozigot bireyler her iki homozigot atanın arasında bir fenotip gösterir. Buna **eksik baskınlık** denir. Sığır, at, Endülüs tavukları gibi hayvanlar ile akşamsefası, aslanağzı vb. bitkilerde eksik baskınlık görülür.

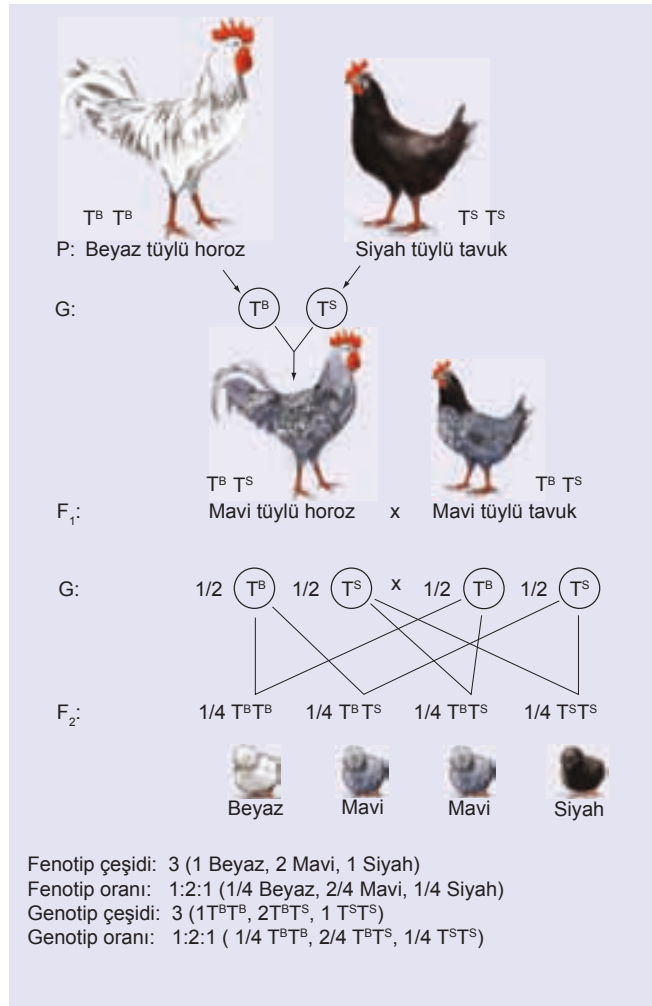
Endülüs tavuklarında siyah tüylülük geni ( $T^S$ ) ve beyaz tüylülük geni ( $T^B$ ) olmak üzere iki çeşit alel gen vardır. Ancak Endülüs tavuklarında siyah, beyaz ve mavi olmak üzere üç farklı fenotip görülür. Çünkü siyah tüy ve beyaz tüy genleri eksik baskın genlerdir. Siyah tavuklarla beyaz horozların çaprazlanmasıyla oluşan  $F_1$  dölünün tamamı mavi renklidir (Şekil 2.8).  $F_1$  dölünün kendileştirilmesinden oluşan  $F_2$  dölünde siyah, mavi ve beyaz olmak üzere üç



### Dikkat!

Eksik baskınlık ve eş baskınlıkta olduğu gibi genler arasında baskınlık yoksa farklı alelleri göstermek için büyük ve üst indisli harfler kullanılabilir.

Örnek:  $T^B$ : Beyaz tüy geni,  $A^K$ : Aslanağzı bitkisinde kırmızı çiçeklilik geni

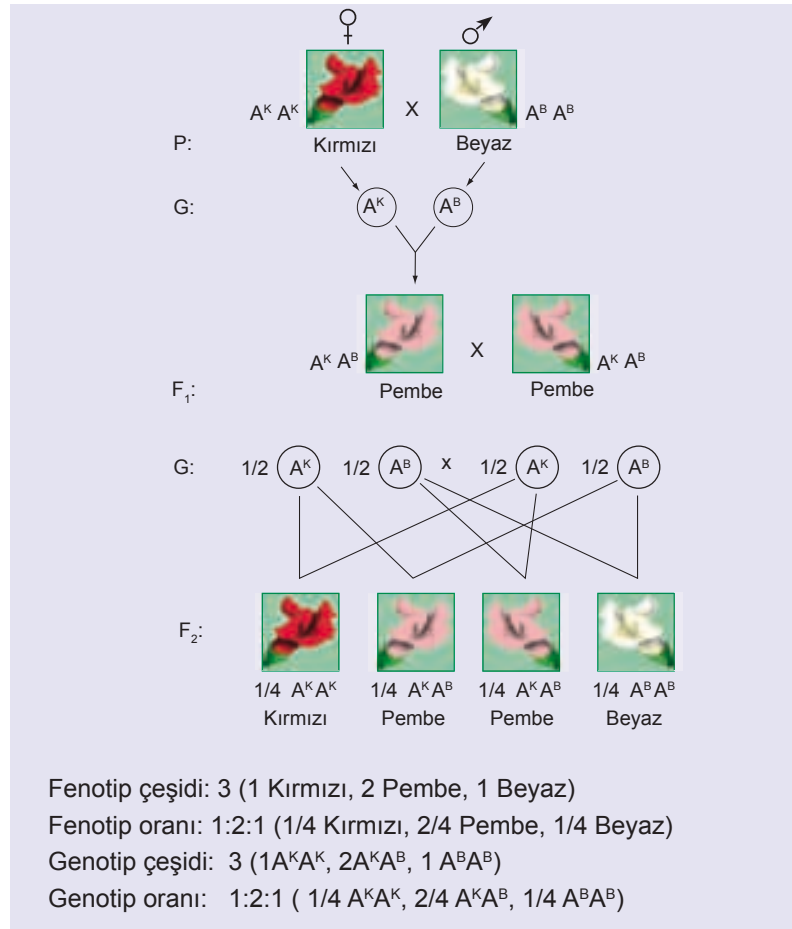


Şekil 2.8: Endülüs tavuklarında eksik baskınlık

farklı fenotipte bireyler görülür.

Aslanağzı bitkisinde çiçek renginden sorumlu genin iki aleli ( $A^K$ ,  $A^B$ ) arasında da eksik baskınlık vardır (Şekil 2.9). Kırmızı çiçekli ( $A^K A^K$ ) aslanağzı ile beyaz çiçekli ( $A^B A^B$ ) aslanağzı çaprazlandığında oluşan  $F_1$  dölünün tamamı pembe çiçeklidir ( $A^K A^B$ ). Pembe çiçekli aslanağzı kendileştirildiğinde  $F_2$  dölünde 1/4 kırmızı, 2/4 pembe, 1/4 beyaz çiçekli aslanağzı bitkileri meydana gelir. Mendel Yasaları'na göre monohibrit çaprazlamada gözlenen 3:1'lik fenotip ayrışım oranının yerine aslanağzında 1:2:1 oranının görülmesinin nedeni  $A^K$  ve  $A^B$  alelleri arasında eksik baskınlığın olmasıdır. Bu çaprazlamada kırmızı ve beyaz karakterlerin oluşumunu sağlayan genlerin baskınlık derecesi aynıdır. Bu nedenle  $A^K A^B$  genotipinde çiçek pembe renklidir. Canlının fenotipine bakılarak genotipi belirlenebilir. Fenotip kırmızı ise  $A^K A^K$ , beyaz ise  $A^B A^B$  genotipine sahiptir.

Eksik baskınlığın görüldüğü monohibrit çaprazlamalarda fenotip ve genotip ayrışım oranı her zaman 1:2:1'dir.



Şekil 2.9: Aslanağzında eksik baskınlık

## G. Eş Baskınlık

Eş baskınlıkta alel genlerin fenotipteki etkileri birbirine eşittir. Heterozigot durumda alel genlerin her ikisi etkisini birlikte gösterir. Eş baskınlıkta eksik baskınlıkta olduğu gibi ara fenotip oluşumu görülmez. Heterozigot bireyler hem annenin hem babanın fenotipini gösterir. Örneğin insanlarda MN kan grubundan sorumlu genin alelleri arasında eş baskınlık görülür. Bu sistemde M, N ve MN olmak üzere 3 çeşit kan grubu vardır. Bu gruplandırmalar alyuvar hücrelerinin yüzeyinde bulunan M ve N olarak adlandırılan antijenlere göre yapılır. M kan grubunda M, N kan grubunda N, MN kan grubunda ise MN antijenleri (proteinleri) bulunur.

$L^M$  ve  $L^N$  alel genleri alyuvarların yüzeyinde ilgili antijenlerin oluşumunu sağlayarak fenotipte etkisini gösterir (Tablo 2.1).

**Tablo 2.1:** M ve N kan gruplarının fenotip ve genotipleri

Fenotip (Kan grubu)	Genotip	Antijen (Alyuvarlarda)
M	$L^M L^M$	M
N	$L^N L^N$	N
MN	$L^M L^N$	M ve N

Benzer biçimdeki kalıtım A-B-0 kan grubu sistemindeki A, B ve 0 alelleri arasında da görülür. Bu genlerden A ve B eş baskın, 0 ise çekiniktir. A-B-0 kan grubu sistemi aynı zamanda çok alelliğe örnek gösterilebilir.

## H. Çok Alellilik

Mendel tüm kalıtsal karakterlerin iki alel gen tarafından kontrol edildiğini düşünüyordu. Mendel'den sonra yapılan çalışmalarda bazı karakterlerin ikiden fazla alel gen tarafından kontrol edildiği sonucuna ulaşıldı.

Çeşitli canlılarda çok alelli kalıtıma rastlanır. Örneğin tavşanlarda kürk renginin, meyve sineğinde göz renginin, insanda kan gruplarının kalıtımında ikiden fazla alel gen rol oynar. Bir karakteri oluşturan alel çeşidinin ikiden fazla olmasına **çok alellilik** denir.

Bir karakterin kaç çeşit aleli olursa olsun diploit birey bu alellerden en fazla ikisine, haploit bireyler ise bir tanesine sahiptir. Örneğin bir karakterin  $A_1, A_2, A_3, A_4 \dots A_n$  şeklinde alelleri olsa bile diploit bireyde bunlardan sadece ikisi ( $A_1 A_2, A_1 A_4, A_2 A_3, \dots$ );

haploit bireylerde ise bu alellerden sadece biri ( $A_1, A_2, A_3, A_4, \dots$ ) bulunur.

Tavşanlarda kürk rengi, dört farklı alel gen tarafından kalıtılır. Bu genler arasında eş baskınlık olmadığından dört çeşit fenotip oluşur. Bunlar, Himalaya, gümüşü, yabani ve albinodur (Şekil 2.10).



**Şekil 2.10:** Tavşanlarda tüy renginin oluşması dört farklı alel genle belirlenir.

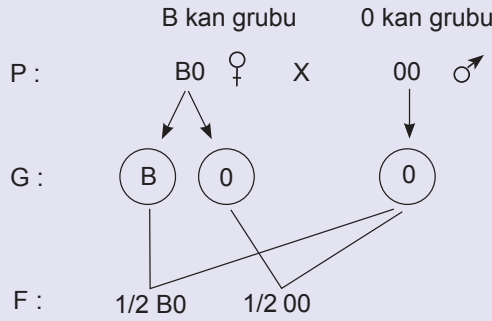
A, B, AB ve 0 kan gruplarının kalıtımını A, B ve 0 genleri sağlar. Bu genlerden A ve B genleri baskın, A ve B genleri birlikte bulunursa eş baskın, 0 geni ise çekiniktir. Bir karakterin kaç çeşit aleli olursa olsun alellerden sadece iki tanesi bir canlının genotipinde bulunur (Tablo 2.2). Kan gruplarıyla ilgili altı çeşit genotip, dört çeşit fenotip vardır.

**Tablo 2.2:** ABO sistemi kan gruplarının fenotip ve genotipleri

Fenotipi (Kan Grubu)	Genotipi		Alyuvardaki Antijen	Plazmadaki Antikor
	Homozigot	Heterozigot		
A	AA	A0	A	anti-B
B	BB	B0	B	anti-A
AB	-	AB	A ve B	Yok
0	00	-	Yok	anti A ve anti B

**Soru :** Heterozigot B kan grulu bir anne ile 0 kan grulu bir babanın doğacak çocuklarının fenotip ve genotip oranını bulunuz.

**Çözüm:**



Fenotip oranı = 1:1 (1/2 B kan grubu, 1/2 0 kan grubu),

Genotip oranı = 1:1 (1/2 B0, 1/2 00)'dir.

İnsanlarda A-B-0 kan grubu sistemi dışında alyuvarların yüzeyinde bulunan bir tür antijen olan Rh faktörü de kan nakillerinde önemlidir. Rh faktörünün varlığı ilk kez 1940-1941 yıllarında Landsteiner (Lendsteynır) ile Wiener (Vaynır)'ın çalışmalarıyla ortaya çıktı. İnsan kanı ile maymun kanı arasındaki benzerlikleri araştıran bilim insanları yaptıkları çalışmada Rhesus maymunundan alınan alyuvarların tavşana şırınga edilmesiyle tavşanın kanında alyuvarlara karşı antikor üretildiğini gördü. Antikor içeren tavşan kanının serumu alınıp insan kanlarıyla karıştırıldığında kanların %85'inde kümeleşmenin olduğu %15'inde kümeleşmenin gerçekleşmediği görüldü. Rh faktörünü belirleyen gen "R" simgesiyle gösterilir. Bir insanın kanında Rh antijeni bulunuyorsa Rh(+), bulundurmuyorsa Rh(-) kan grubundandır. İnsanların %85'i Rh(+), %15'i Rh(-) kan grubudur.

Kan grubu Rh(+) olan bireylerin genotipi RR ya da Rr dir. Rh(-) olanların genotipi ise rr dir. Rh kan grubunun genotip ve fenotipleri Tablo 2.3'te gösterilmiştir.

**Tablo 2.3:** Rh sistemi kan gruplarının fenotip ve genotipleri

Fenotip (Kan Grubu)	Genotip	
	Homozigot	Heterozigot
Rh(+)	RR	Rr
Rh(-)	rr	-



#### Dikkat!

n= alel gen sayısı olmak üzere çok alellikte genotip çeşidi  $n(n+1)/2$  formülü ile bulunur. Fenotip çeşidi ise alel gen sayısına eşittir. Ancak eş baskınlıkta bu kural geçerli değildir.



## Bölüm Sonu Değerlendirme

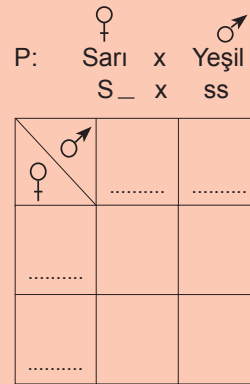
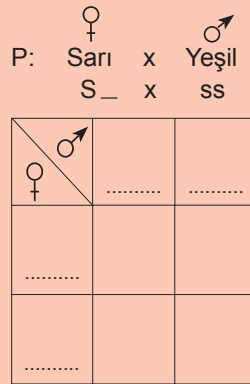
1. AaBbEE ile AabbEe genotipli iki bireyin çaprazlanması sonucunda birinci bireyin abE fenotipinde, ikinci bireyin aaBbEe genotipinde olma olasılığı nedir?

.....

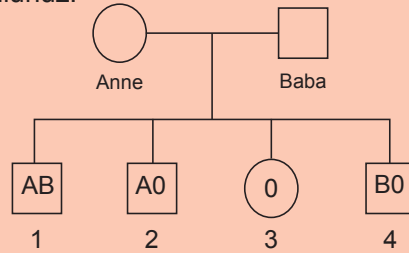
.....

.....

2. Bezelyelerde sarı tohum rengi yeşil tohum rengine baskındır. Baskın fenotipli sarı tohumlu bezelyenin genotipini bulmak için hangi çaprazlama yapılır? Çaprazlamayı aşağıda verilen Punnet karesinde gösteriniz.



3. Aşağıdaki soy ağacında çocukların kan grupları verilmiştir. Soy ağacındaki anne ve babanın kan gruplarını bulunuz.



4. Heterozigot siyah gözlü bir baba ile heterozigot siyah gözlü bir anneden oluşan F<sub>1</sub> dölündeki bireylerin genotip oranını, F<sub>1</sub> dölünün kendileştirilmesi sonucunda oluşan F<sub>2</sub> dölünü Punnet karesinde gösteriniz.

.....

.....

.....

.....

.....

5. Aşağıdaki Yapılandırılmış Grid'de numaralandırılmış kutucuklara kalıtımla ilgili genel kavramlar yazılmıştır. Kutucuk numaralarını kullanarak verilen soruları cevaplayınız. Aynı kutucuğu birden fazla sorunun cevabı olarak kullanabilirsiniz.

1 A0 A kan grubu	2 AA A kan grubu	3 B0 B kan grubu	4 BB B kan grubu
5 Monohibrit çaprazlama	6 Lokus	7 RR Rh(+)	8 Genotip
9 Genetik	10 Bağlı gen	11 rr Rh(-)	12 Kontrol çaprazlaması
13 AB AB kan grubu	14 00 0 kan grubu	15 MM M kan grubu	16 MN MN kan grubu

1. Bunlardan hangisi ya da hangileri eş baskın alel genleri taşır?
2. Bunlardan hangisi ya da hangileri homozigottur?
3. Bunlardan hangisi ya da hangileri heterozigottur?
4. Bunlardan hangisi ya da hangileri çekinik fenotipe sahiptir?
5. Bunlardan hangisi benzerliklerin ve farklılıkların nesillere aktarılmasını araştıran bilim dalıdır?
6. Bunlardan hangisi ya da hangileri homolog kromozomlarda alel genlerin bulunduğu bölgelerdir?
7. Canlının sahip olduğu genlerin tümü yukarıdakilerden hangisidir?
8. Bunlardan hangisi bir karakter bakımından heterozigot bireylerin çaprazlanmasına denir?
9. Bunlardan hangisi baskın fenotipli bir bireyin genotipini öğrenmek için yapılır?
10. Bunlardan hangisi bir kromozom üzerinde bulunan birden fazla gene denir?

# II. Bölüm

## Modern Genetik



A. Eşeyin Belirlenmesi

B. Eşeye Bağlı Kalıtım

C. Kromozomun Yapısı ve Sayısındaki  
Değişiklikler

Bölüm kapağındaki resimde modern genetikle ilgili çalışmaların yapıldığı bir laboratuvar görüyorsunuz. Genetik bilimindeki gelişmeler sayesinde birçok kalıtsal hastalığın temelinde yatan sebepler belirlenmiş ve bu hastalıkların tanı ve tedavisine yönelik yöntemler geliştirilmiştir.

Bireylerin kromozomlarında taşıdıkları hastalık genlerinin anne, baba ve embriyolarda belirlenmesi, sağlıklı çocuk sahibi olabilmeleri yönünde oldukça önemlidir.

Bu bölümde eşey kromozomlarının rolünü, kromozomların yapı ve sayısındaki değişimleri öğreneceksiniz.

### A. Eşeyin Belirlenmesi

Toprak solucanı, tenya ve istiridye gibi omurgasız hayvanların bazılarında ve tam çiçek bulunduran bitkilerin büyük çoğunluğunda cinsiyet ayrımı yoktur. Her birey hem dişi hem de erkek organı birlikte taşır. Ender olarak bazı canlıların eşeyin belirlenmesinde ortam koşullarının etkili olduğu bilinmektedir. Buna **fenotopik eşey belirlenmesi** denir. Bu durum küçük bir hayvan olan *Bonellia viridis* (Bonellia viridis)'te görülür. Bonellia isimli hortumlu hayvan denizlerde yaşar ve döllenmiş yumurtalarını suya bırakır. Bu yumurtaların bazıları suda serbest olarak gelişirken bazıları ana canlının hortumuna yapışır ve gelişimini burada tamamlar. Serbest olarak gelişenler dişi, hortuma yapışarak gelişenler ise erkek olur. Bu canlılarda cinsiyet ortam koşullarına bağlı olarak değişmektedir.

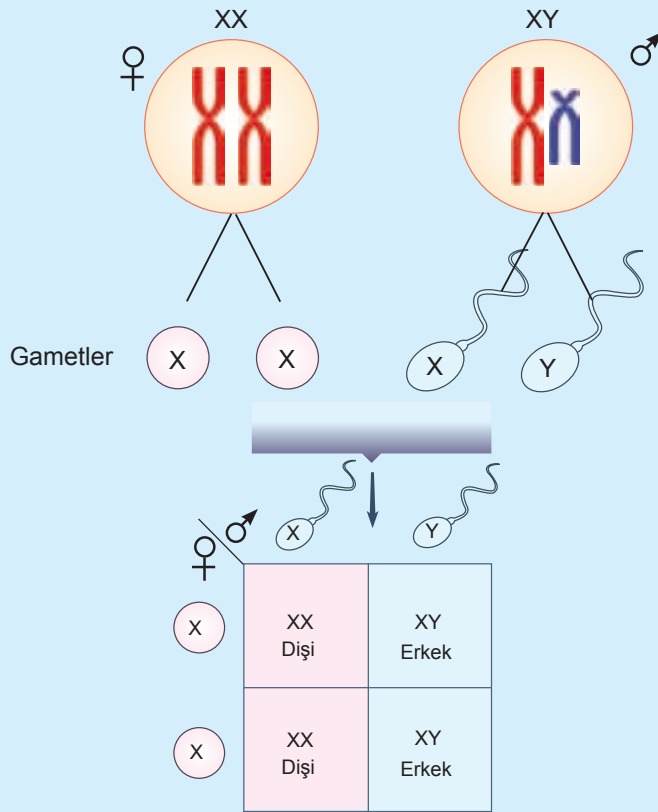
Fenotipik eşey belirlenmesi bazı bitkilerde de görülür. Örneğin *Arisaema japonica* (Arisema japonica)'nın soğan biçimindeki kökleri büyükse yani yedek besin maddesi fazlaysa bitkide sadece dişi çiçekler, yedek besin maddesi az ise sadece erkek çiçekler meydana gelir (Resim 2.1).



**Resim 2.1:** *Arisaema japonica*'nın cinsiyeti yedek besin maddesine göre belirlenir.

Hayvanların çoğunda ve bazı bitki türlerinde bireyler ayrı eşeylere sahiptir. Çoğunlukla canlının eşeyinin nasıl olacağı genotipi tarafından belirlenir. Canlılarda eşeyi belirleyen genler, eşey kromozomlarında taşınır. Bu kromozomlara **gonozom** (eşey kromozomu) adı verilir. Diğer kromozomlar ise vücut karakterlerini belirleyen genleri taşır. Bu kromozomlara **otozom** (vücut kromozomu) denir.

İnsanların vücut hücrelerinde  $2n=46$  kromozom bulunur. Bu kromozomların 44'ü otozom, 2'si gonozomdur. Gonozomlar dişiye XX, erkekte ise XY ile gösterilir. İnsanda X ve Y kromozomlarının eşey belirlenmesindeki rolü aşağıdaki şekilde gösterilmiştir (Şekil 2.11).

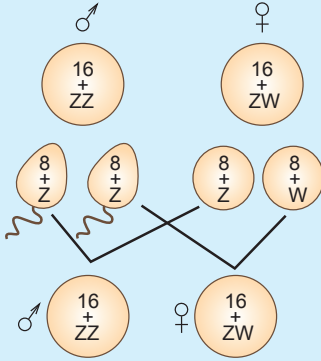


Genotip oranı :  $1/2$  XX,  $1/2$  XY

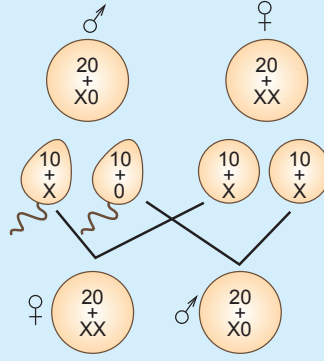
Fenotip oranı :  $1/2$  kız,  $1/2$  erkek

**Şekil 2.11:** İnsanda eşeyin belirlenmesi

Bazı balıklarda, kuşlarda ve kelebeklerde XX genotipindeki bireyler erkek, XY genotipindeki bireyler ise dişidir. Bu canlılarda X yerine Z, Y yerine W harfi kullanılır. Buna göre erkekler ZZ, dişiler ZW gonozomlarını taşır (Şekil 2.12).



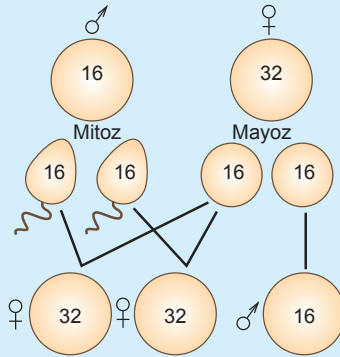
**Şekil 2.12:** Kuşlarda ZZ-ZW sistemi ile eşeyin belirlenmesi



**Şekil 2.13:** Ağustos böceği, çekirge gibi böceklerde eşeyin belirlenmesi

Çekirge, ağustos böceği gibi bazı böceklerde XX dişi, X0 ise erkektir (Şekil 2.13).

Bal arısı, eşek arısı ve böceklerde erkekler haploit; dişiler ise diploittir.  $2n$  kromozomlu dişi, mayozla  $n$  kromozomlu yumurtaları;  $n$  kromozomlu erkek ise mitozla  $n$  kromozomlu spermleri oluşturur. Arılarda  $n$  kromozomlu yumurta hücresi sperm ile döllenirse  $2n=32$  kromozom taşıyan dişi arılar meydana gelir. Dişi arılar arı sütüyle beslenirse kraliçe, çiçek tozu ile beslenirse işçi arılar oluşur. Döllenenmiş yumurtadan ise erkek arılar gelişir (Şekil 2.14).



**Şekil 2.14:** Arılarda eşeyin belirlenmesi

## B. Eşeye Bağlı Kalıtım

Gonozomlar canlının eşeyini belirlemenin yanı sıra bazı vücut karakterlerinin genlerini de taşır. Genleri gonozomlar üzerinde taşınan karakterlere **eşeye bağlı karakter** denir.

Gonozomları X ve Y olarak belirlenen canlılarda eşeye bağlı karakterler X ya da Y kromozomuna bağlı kalıtım gösterir.

### 1. İnsanda X Kromozomuna Bağlı Kalıtım

X kromozomlarındaki genlerle kalıtılan kırmızı-yeşil renk körlüğü, hemofili ve kas distrofisi eşeye bağlı karakterlerden en çok bilinenleridir.

**Kırmızı-yeşil renk körlüğü:** Kırmızı-yeşil renk körlüğü X kromozomunda bulunan çekinik bir genle kalıtılır. Bu gen  $X^r$  ile sembolize edilir.  $X^R$  ise normal görme genidir. Dişilerde iki tane X kromozomu olduğundan renk körlüğünün ortaya çıkabilmesi için çekinik renk körlüğü geninin her iki X kromozomu üzerinde de bulunması gerekir (Tablo 2.4).

Erkeklerde  $X^R Y$  normal,  $X^r Y$  renk körü bireylerdir. Erkeklerdeki

**Tablo 2.4:** Dişi ve erkeklerde renk körlüğünün genotip ve fenotipleri

Eşey	Genotip	Fenotip
Dişi	$X^R X^R$	Normal
	$X^R X^r$	Taşıyıcı
	$X^r X^r$	Renk körü
Erkek	$X^R Y$	Normal
	$X^r Y$	Renk körü

$X^R$ =Normal görme geni

$X^r$ =Renk körlüğü geni

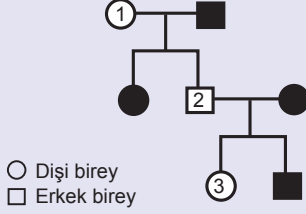


#### Biliyor musunuz?

Kız çocuk renk körü ise babası mutlaka renk kördür. Erkek çocuk renk körü ise annesi mutlaka renk körlüğü genini taşır veya renk kördür.

Y kromozomu, X kromozomundaki renk körlüğü geninin ( $X^r$ ) etkisini bastıracak bir alele sahip değildir. Bunun nedeni Y kromozomunun X kromozomu ile homolog olmamasıdır.

**Soru:** Aşağıdaki soy ağacında bir ailenin renk körlüğü kalıtımı verilmiştir. Koyu renkli alanlar renk körü olan bireyleri gösterdiğine göre numaralı bireylerin genotiplerini bulunuz.



**Çözüm:** 2 numaralı erkek birey renk körlüğü geni taşımayan X kromozomunu annesinden alarak  $X^R Y$  genotipine sahip olmuştur. 2 numaralı bireyin kız kardeşi renk körü olduğuna göre bu birey hem annesinden hem de babasından renk körlüğü genini almıştır. Bu nedenle 1 numaralı birey taşıyıcı ( $X^R X^r$ )dır. 3 numaralı birey, babasından normal  $X^R$  geni, annesinden renk körlüğü ( $X^r$ ) genini aldığı için taşıyıcıdır ve  $X^R X^r$  genotipine sahiptir.

**Soru:** Renk körü bir anne ile renk körü olmayan bir babadan doğacak çocuklarda renk körlüğü görülme olasılığını bulunuz.



#### Dikkat!

Bir ailenin belirli bir karakteri hakkında bilgi toplanarak bu bilgilerin kuşaklar arası aktarımının şematik olarak gösterimine **soy ağacı** (aile ağacı) denir. Soy ağaçlarında dişiler ○ ile erkekler ise □ ile gösterilir. Soy ağaçları genetikle ilgili yalnızca geçmiş anlamımıza değil, aynı zamanda geleceği tahmin edebilmemize de yardımcı olur.

**Hemofili (kanın pıhtılaşmaması):** Kanın pıhtılaşması için gerekli olan proteinin eksikliğinde ortaya çıkan ve X kromozomu üzerinde çekinik bir genle kalıtılan hastalıktır (Tablo 2.5).

**Tablo 2.5:** Hemofili hastalığının genotip ve fenotipleri

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

Hemofili hastalık geni çekinik olduğundan, dişinin hemofili hastası olabilmesi için hem annesinden hem de babasından  $X^h$  genini alması gerekir. Hemofili hastası bir kadının bütün erkek çocukları annelerinden  $X^h$  genini aldıkları için hastadır. Hemofili hastaları kanın pıhtılaşmaması nedeniyle yaralanmalarda aşırı kan kaybından ölebilir.

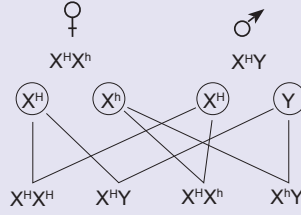


**Biliyor musunuz?**

İngiltere Kraliçesi Victoria (1819-1901) hemofili hastalığı bakımından taşıyıcıydı. Kendisi hemofili hastası olmamasına rağmen kızları kendisi gibi taşıyıcı, oğlu ise hemofili hastası olmuştur.

**Soru:** Hemofili taşıyıcısı bir anneyle normal bir babadan doğacak çocukların genotiplerini bulunuz.

**Cevap:**



**Resim 2.2:** Kas distrofisi

**İnsanda kas distrofisi:** Kas distrofisi hastalığı, kasların gittikçe zayıflaması ve uyumlu çalışamamasıyla kendini gösterir. Bu hastalığa yakalanan insanlar nadiren yirmili yaşlara kadar yaşar. Bu hastalığın distrofin adlı bir kas proteininin yokluğundan kaynaklandığı ve bu proteinin sentezinden sorumlu genin X kromozomu üzerinde özel bir lokusta olduğu sonucuna ulaşılmıştır, hastalığın ilerlemesini durduracak tedavilerin geliştirilmesini sağlamıştır (Resim 2.2).

**2. İnsanda Y Kromozomuna Bağlı Kalıtım**

Y kromozomunun X kromozomuyla homolog olmayan kısmındaki genlerle kalıtılan karakterler babadan oğula geçer. Sadece Y kromozomunun homolog olmayan parçası üzerinde bulunan bir gen çekinik olsa bile erkek çocuklarda fenotipte etkisini gösterir. Dişilerde Y kromozomu bulunmadığından kulak kıllılığı, balık pulluluk, yapışık parmaklılık görülmez (Resim 2.3, 2.4, 2.5).



**Resim 2.3:** Kulak kıllılığı

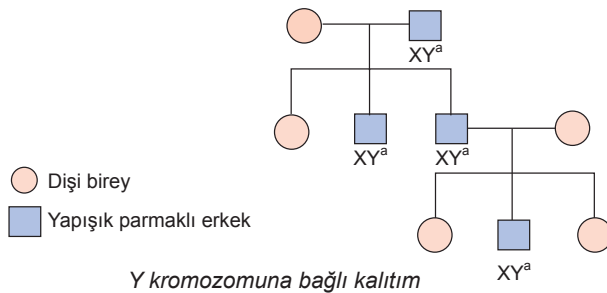


**Resim 2.4:** Yapışık parmaklılık



**Resim 2.5:** Balık pulluluk

Aşağıda yapışık parmaklılıkla ilgili soy ağacı görülmektedir:



## C. Kromozomun Yapısı ve Sayısındaki Değişiklikler

Kromozomlar üzerindeki genlerde meydana gelen değişimlere **mutasyon** denir. Kromozom yapısı ve sayısındaki değişiklikler kromozom mutasyonları olarak adlandırılır.

Vücut hücrelerinde meydana gelen mutasyonlar sadece bireyi etkilerken üreme hücrelerindeki mutasyonlar gelecek kuşaklara aktarılabilir. Mutasyonların çoğu öldürücüdür. Ölüme neden olan mutasyonlara **öldürücü (letal) mutasyon** denir. Mutasyonların çok az bir kısmı canlının çevreye adaptasyonunu sağlayarak yaşama şansını artırır.

Çeşitli faktörler mutasyona sebep olabilir. Bu faktörlere **mutajen** denir. Radyasyon, ultraviyole, X, beta ve gama ışınları gibi yüksek enerjili ışınlar mutajene örnektir.

Mutasyonların oluşması sadece ışınlama ile gerçekleşmez. Nitrik asit, hardal gazı, formaldehit, etil ürean, uyuşturucu maddeler, bazı ilaçlar ve akridin boyası gibi faktörler de mutajenik etkiye sahiptir. Uyuşturucu maddeler ve bazı ilaçlar hamilelik sırasında alınırsa anormal bebek doğumlarına neden olabilir.

### 1. Kromozom Yapısındaki Değişiklikler

Kromozom yapısındaki değişim; mutasyona neden olan faktörlerden dolayı kromozomdan parça eksilmesi (delesyon), kromozoma parça eklenmesi (duplikasyon), homolog olmayan kromozomlar arasında parça değişimi (translokasyon) ve kromozomdan parça veya parçaların kopup 180° dönerek aynı yere bağlanması (inversiyon) şeklinde olabilir. Kromozomdaki bu değişimler genetik bilginin de değişmesine neden olur.

Yapısal değişimler, önce kromozomda veya kromozomu oluşturan kromatitlerin birinde kırılmalarla başlar. Kırılma kendiliğinden ya da yüksek enerjili ışınlar, çeşitli kimyasal maddeler vb. dış faktörler tarafından da meydana gelebilir.

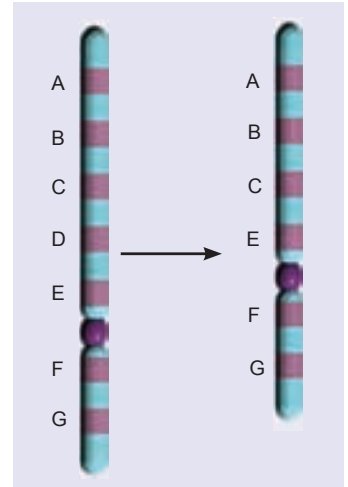
Bir kromozom bir ya da birden fazla yerden kırılır ve kromozomun bir kısmı yok olursa genetik materyali eksilir (Şekil 2.15). Kırılma sonucu kromozomlarda oluşan kayıplar canlının fenotipinin değişmesine ve çoğunlukla ölümüne neden olur.

Parça değişimi sırasında, homolog kromozomlardan yalnız birinin diğerine parça vermesi, genin birden fazla kopyasının aynı kromozom üzerinde oluşmasını sağlarken canlının fenotip çeşitliliğini de artırır (Şekil 2.16). Örneğin meyve sineğinde

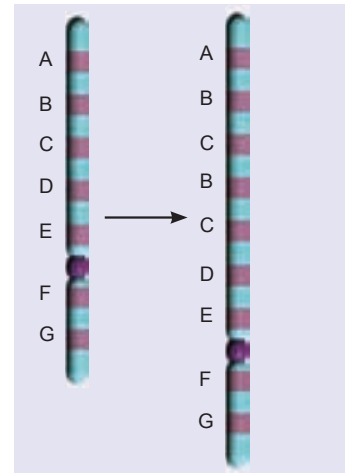


#### Biliyor musunuz?

46 kromozoma sahip olmasına rağmen 5. kromozomun bir kolunun kısa olması nedeniyle bebeklerin nefes borusunda bir bozukluk meydana gelir. Oluşan bozukluktan dolayı bu bebekler kedi miyavlaması gibi sesler çıkarır. Bu hastalık 50 binde 1 sıklıkla görülür.



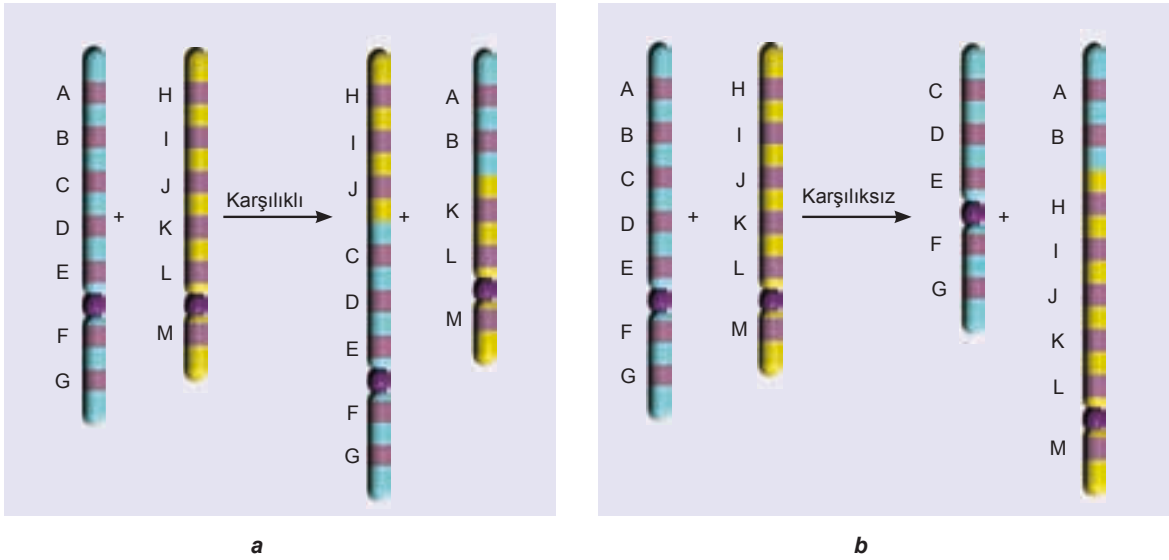
Şekil 2.15: Kromozomdan parça eksilmesi (delesyon)



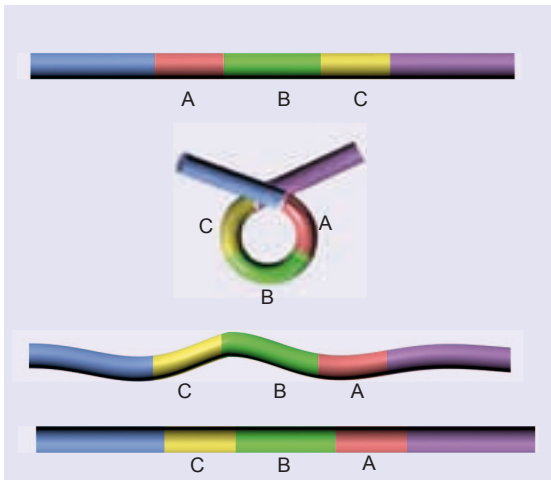
Şekil 2.16: Kromozoma parça eklenmesi (duplikasyon)

normal göz, ovaldir. Gen fazlalığı nedeniyle oluşan göz ise uzun yarık şeklindedir.

Zaman zaman homolog olmayan kromozomlarda bazı parçalar koparak karşılıklı yer değiştirebilir. Bu olay sonucunda genlerin yerleri değişebilir (Şekil 2.17.a). Kromozomlar arasında karşılıksız parça değişimi de olabilir. Bu durumda kromozomlardan biri diğerinden daha fazla gen içerir (Şekil 2.17.b). Bu şekilde mutasyona uğrayan hücrelerden oluşan gametler ya eksik ya da fazla gene sahiptir. Bu gametlerle oluşan bireylerde fenotipik değişiklikler ortaya çıkabilir. Bu tür mutasyonlar, düşüklere veya doğumdan sonra ölümlere yol açabilir. Yaşayan bebeklerde ise genellikle zihinsel kusurlar görülür.



**Şekil 2.17:** Homolog olmayan kromozomlar arasında parça değişimi (translokasyon);  
**a)** Karşılıklı parça değişimi, **b)** Karşılıksız parça değişimi



**Şekil 2.18:** Kromozomdan kopan parçanın ters dönerek aynı yere yapışması (inversiyon)

Kromozomdan kopan bir parça 180° dönerek koptuğu yere bağlandığında genetik bilgi kaybolmaz; gen sırası değişir (Şekil 2.18). Kromozomlardaki bu tür yapı değişiklikleri, bozuk gametlerin meydana gelmesine dolayısıyla fenotipte değişikliğe neden olur. Bu değişiklikler canlının ölümüyle sonuçlanabilir.

## 2. Kromozom Sayısındaki Değişiklikler

Normal şartlarda gamet oluşumunda ataya ait kromozom sayısı mayozla yarıya iner. Yani homolog kromozomlar eşit olarak birbirinden ayrılır ve karşılıklı kutuplara çekilir. Ancak mayozda homolog kromozomlar bazen birbirinden ayrılmayarak aynı kutba gider. Bu olay sonucunda yeni oluşan eşey hücrelerinin birinde fazla, diğerinde ise eksik kromozom bulunur. Bu olaya **ayrılmama** denir. Ayrılmama olayı hem gonozomlarda hem de otozomlarda görülebilir.



### Biliyor musunuz?

Kromozomlarda ayrılmama nedeniyle döllenmiş yumurtada bir kromozomdan üç tane bulunursa bu hücreye o kromozom için trisomik denir. Trisomik hücrenin toplam kromozom sayısı 2+1 olur.

**Otozomlarda ayrılmama:** İnsanların otozomlarında ayrılmama sonucu oluşan ve en sık görülen mutasyon örneği **Down sendromu**dur. Down sendromu ilk kez 1866'da John Langdon Down (Con Langdın Davn) tarafından tanımlanmıştır.

Anne yaşı ile Down sendromlu çocuk doğumu arasında ilişki olduğu bilinmektedir. Annenin yaşı arttıkça Down sendromlu çocuk doğumları artmaktadır.

Kadınlarda genellikle 21. çift kromozomda ayrılmama görülebilir. Annenin otozomlarından birinin ayrılmaması sonucu 24 (23+X) ve 22 (21+X) kromozomlu yumurtalar oluşur. Bu yumurtalar normal sperm (22+Y) ile döllendiğinde oluşan bireylerin kromozom sayısı 45 veya 47 olur. 45 kromozomlu dişi (43+XX) ve erkek (43+XY) bireyler ölürken 47 kromozoma sahip Down sendromlu dişi (45+XX) ve erkek (45+XY) bireyler yaşamlarını sürdürür (Şekil 2.19).

21. çift kromozomun ayrılmaması sonucu oluşan Down sendromlu bireyin kromozom dizilimi (karyotip) Şekil 2.20'de görülmektedir.

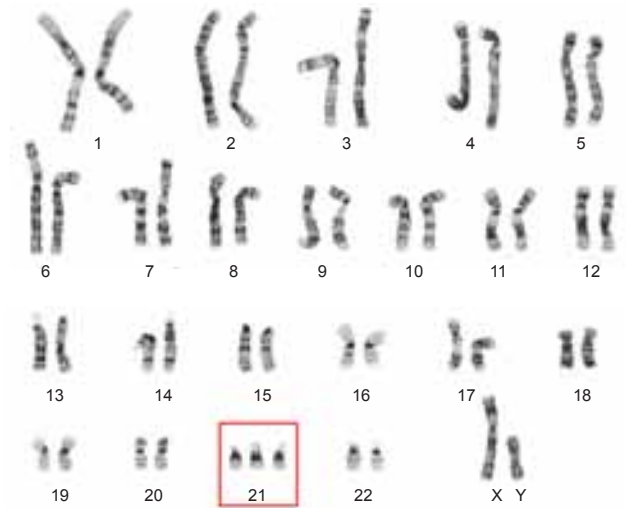
P:  $\text{♀ } 44+XX \times \text{♂ } 44+XY$

G:  $\text{♀ } 23+X, 21+X \quad \text{♂ } 22+X, 22+Y$

F:

	♀	23+X	21+X
♂			
22+X		45+XX=47 Down sendromlu dişi	43+XX=45 Ölür
22+Y		45+XY=47 Down sendromlu erkek	43+XY=45 Ölür

Şekil 2.19: Gametlerde ayrılmama sonucu ortaya çıkan genotipler



Şekil 2.20: Down sendromlu erkek bireyin kromozom dizilimi



Resim 2.6: Down sendromlu birey

Down sendromlu bireylerin fiziksel görünüşü birbirine benzer. Boyları kısadır. Yuvarlak yüz ve baş yapısına, kısa ve geniş el yapısına sahip olan bu bireylerin zihinsel gelişimleri de geri kalmıştır (Resim 2.6). Eşeyssel organları yeterince gelişmediğinden kısırdırlar.

Yapılan istatistikler, kadının doğum yaşının geç olması durumunda ailelerin ciddi sorunlarla karşılaşabileceğine işaret etmektedir. Geç hamileliklerde genetik danışmanlık alınması önerilir.

Kalıtsal hastalıkların teşhisinde genetik danışmanlığın önemi-ne yönelik aşağıdaki etkinliği yapınız.



### Etkinlik



#### Araç - gereç

- Basılı ve görsel kaynaklar vb.

**Etkinliğin adı:** Genetik Danışmanlık

**Amaç:** Kalıtsal hastalıkların teşhisinde genetiğin önemini açıklama

**Hazırlanalım**

Dört veya beş kişilik gruplar oluşturarak grup sözcünüzü belirleyiniz.

Aşağıda belirtilen konulardan bir tanesini seçiniz.

**Konu Başlıkları**

1. Hemofilinin nedenleri
2. Down sendromunun nedenleri

Çeşitli kaynaklardan yararlanarak seçtiğiniz konuyla ilgili broşür ve afiş hazırlayınız.

**Uygulayalım**

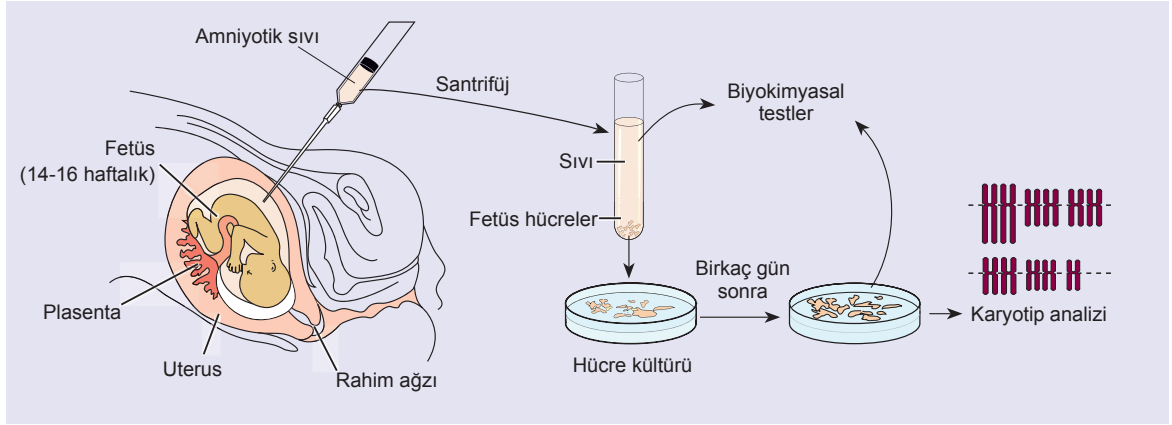
- Hazırladığınız çalışmalardan yararlanarak çocuk sahibi olacak çiftlere nasıl danışmanlık yapılması gerektiğini drama, sunum, örnek olay incelemesi vb. kullanarak açıklayınız.
- Grubunuza yöneltilen soruları yanıtlayınız.

**Sonuçlandırılalım**

Evlilik öncesinde kalıtsal hastalıklarla ilgili bilgilendirilmede genetik danışmanlığın önemi nedir? Açıklayınız.

**Genetik danışmanlık**, kalıtsal bir hastalığı olan veya hastalık genini taşıma riski bulunan kişilere hastalığın seyri, tedavi yöntemleri, çocuklarında ortaya çıkma riski, hastalıkla ilgili hangi dönemlerde hangi testlerin yapılması gerektiği ve test sonuçları hakkında bilgi verilmesini kapsar.

Genetik danışmanlar, doğum öncesinde kalıtsal hastalıkların teşhisi için gerekli olan çeşitli yöntemleri önerebilir. Bu yöntemlerden biri **amniyosentez**dir. Amniyosentezde bir enjektör ile amnion kesesinden amniyotik sıvı çekilir ve sıvının içindeki hücreler, kromozomal ve genetik hastalıklar açısından analiz edilerek karyotipleri belirlenir. Böylece genetik hastalıklar embriyo döneminde tespit edilir. (Şekil 2.21).



**Şekil 2.21:** Doğumdan önce bazı kromozomal hastalıkların belirlenmesi için yapılan amniyosentez

Doğumdan önce fetüsten amniyotik sıvı alınarak kromozomların yapı ve sayılarının normal olup olmadığı incelenerek karyotip analizleri yapılır.

Karyotip oluştururken çoğunlukla bir akyuvar çeşidi olan lenfosit kullanılır. Kültür ortamına alınan bu hücrelere mitozu uyaran bir ilaç eklenir. Hücreler birkaç gün süreyle kültür içerisinde geliştirilir. Daha sonra mitozu metafaz evresinde durduran başka bir ilaç ilave edilir. Bu evrede kromozomlar birbirine bağlı iki kardeş kromatit hâlinindedir. Kardeş kromatitlerin boyanarak mikroskopta fotoğrafları çekilir ve bilgisayara aktarılır. Kromozomların bilgisayar ortamında belirli bir düzene göre sıralanmasına **karyotip** denir. Her bireyin kromozom sayısı, şekli ve büyüklüğü onun karyotipini ifade eder. Karyotip nesilden nesile aktararak korunur. Karyotipten faydalanılarak çeşitli türlerin kromozom haritaları çıkarılmaktadır. Karyotip hazırlama anormal kromozom sayılarını ya da kusurlu kromozomları gözden geçirmek için kullanılır.

Edindiğiniz bilgileri pekiştirmek amacıyla aşağıdaki etkinliği yapınız.



### Etkinlik



#### Etkinliğin adı: Karyotip Oluşturma

**Amaç:** Kromozomları yapı ve büyüklüklerine göre karyotipe dönüştürme

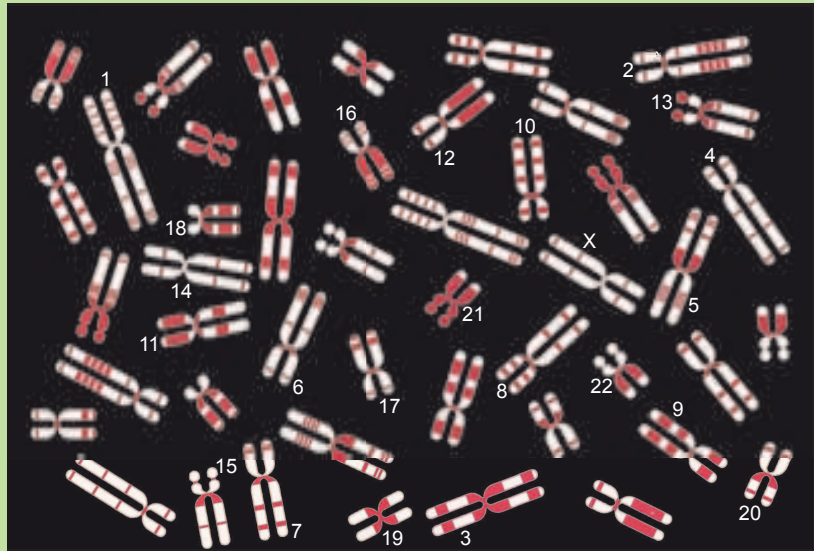
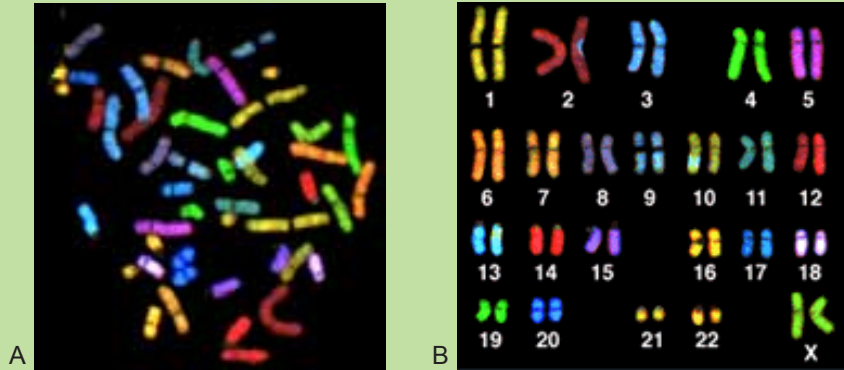


#### Araç - gereç

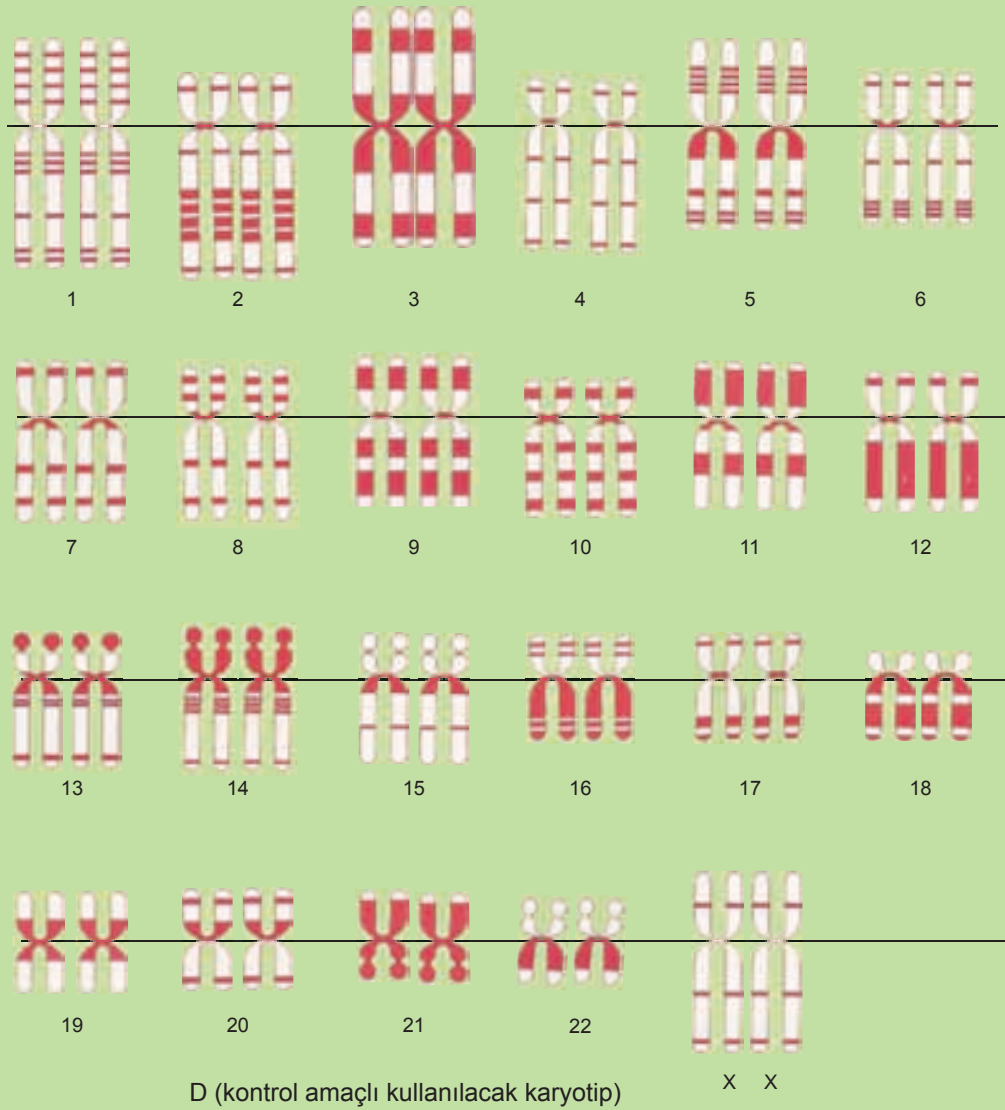
- Ders kitabınızda yer alan karyotip resimler (grup sayısı kadar C resmi)
- Makas
- Bant

#### Hazırlanalım

- Sınıfta dört veya beş kişilik gruplar oluşturunuz.
- 142. sayfada Şekil A'da görülen kromozomlar yapı ve büyüklük bakımından dağınık olarak verilmiş olup Şekil B'de karyotipe dönüştürülmüştür.
- Siz de Şekil C'de verilen kromozomlardan yola çıkarak karyotip oluşturunuz.
- Oluşturduğunuz karyotipi sayfa 143' de görülen Şekil D'deki karyotiple karşılaştırınız.

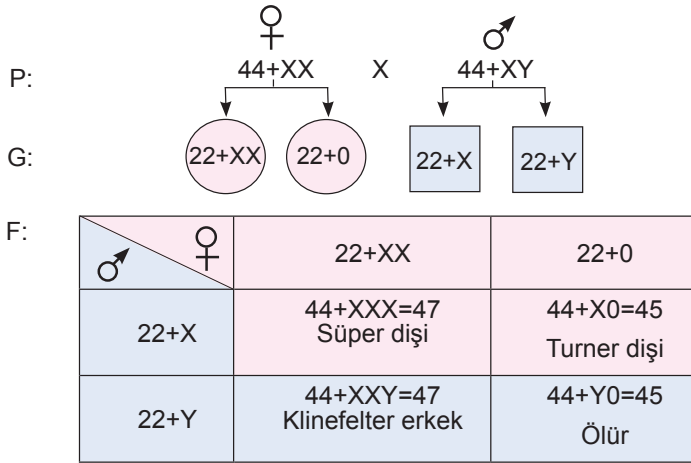


C (kromozom resimleri)



### Sonuçlandırılma

1. Oluşturduğunuz karyotipte eş kromozomlarda bulunan aynı görünümdeki bantların aynı bölge ve hizada olmasını nasıl açıklarsınız?
2. Eş kromozomlardaki bantlar aynı bölge ve aynı hizada olmasaydı bu durumu nasıl açıklardınız?
3. C şeklindeki kromozomlar ile D şeklindeki karyotipleri incelediğinizde karyotip ile ilgili nasıl bir açıklama yapabilirsiniz?



Şekil 2.22: Gonozomlarda ayrılmama

### Gonozomlarda ayrılmama:

Gametlerin oluşumu sırasında bazen gonozomlar birbirinden ayrılmadan aynı kutba gider. Bunun sonucunda bir gamette iki gonozom bulunurken diğer gamette hiç bulunmaz. Eşey kromozomlarında meydana gelen bu ayrılmama durumu çeşitli anormalliklerin ortaya çıkmasına neden olur.

Dişilerde gonozomların ayrılmasıyla oluşan yumurtanın sağlıklı spermle döllenmesi sonucunda Klinefelter erkek, süper dişi, Turner

dişi oluşur. 45 kromozomlu erkek bireyler ise doğmadan ölür (Şekil 2.22).

**a. Klinefelter sendromu:** Bu bireyler 44 otozom ve üç gonozoma (XXY) sahip 44+XXY=47 kromozomlu erkeklerdir. Bu durum mayoz sırasında XX kromozomlarının ayrılmaması sonucunda ortaya çıkar(Şekil 2.23).

Klinefelter sendromu olan bireylerde üreme organları ve üreme kanalları bulunur. Ancak bu bireylerin testisleri köreldiğinden sperm üretimi olmaz.



Şekil 2.23: Klinefelter sendromlu bireyin karyotipi

**b. Turner sendromu :** Bir gonozom (X0) ve 44 otozoma sahip olan bu bireyler  $44+X0=45$  kromozomlu dişilerdir (Şekil 2.24).



Şekil 2.24: Turner sendromlu bireyin karyotipi

Turner sendromu olan dişilerin üreme organları ve üreme kanalları olmasına rağmen yumurtalıkları körelmiştir. Bu bireyler genellikle kısırdır. Gelişmemiş meme yapısına sahiptirler. Boyları kısa, parmakları kısa-küt, boyunları kalındır. Bu bireylerin zekâ düzeyi genellikle normaldir (Resim 2.7).

**c. Süper dişi:** Bu bireyler 44 otozom ve üç gonozoma (XXX) sahip  $44+XXX=47$  kromozomlu dişilerdir. Bazıları normal görünümü ve doğurgan; birçoğu ise kısırdır.

44 otozom ve Y0 olmak üzere bir gonozom taşıyan erkek bireyler  $44+Y0=45$  kromozoma sahiptir ve bu bireylerin yaşama şansı yoktur.

Son zamanlarda 44 otozom ve XYY olmak üzere üç gonozom taşıyan  $44+XYY=47$  kromozomlu erkek bireylerin olduğu saptanmıştır. Bu durumda oluşan spermiler  $22+X$  ve  $22+YY$  kromozoma sahiptir.  $22+YY$  kromozomlu bir sperm, normal bir yumurtayı dölirse zigot  $44+XYY$  kromozomlu olur.

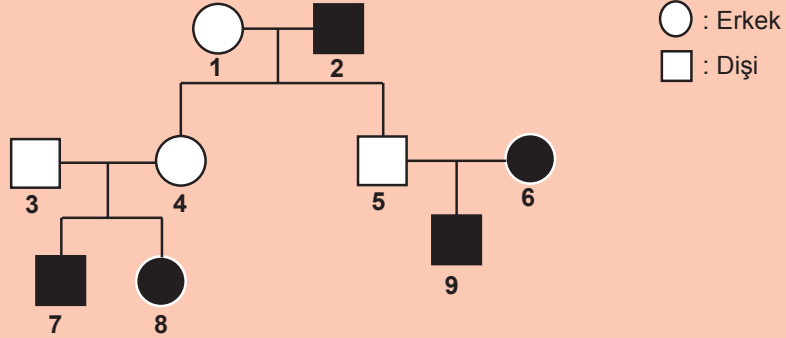


Resim 2.7: Turner sendromlu birey



## Bölüm Sonu Değerlendirme

1.



Yukarıdaki soy ağacında taralı bireyler X'e bağlı çekinik bir özelliği fenotipte göstermektedir. Buna göre aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

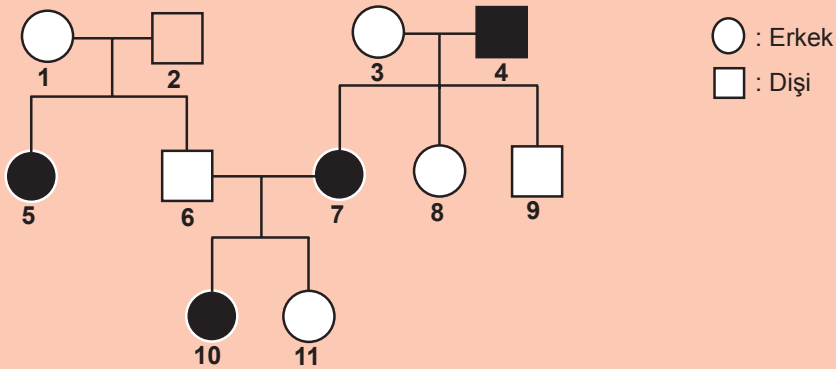
a. Hangi birey ya da bireylerin genotipi bilinemez?

b. 2 numaralı birey söz konusu karakterle ilgili çekinik özelliği kaç numaralı bireye ya da bireylere nasıl aktarmıştır?

c. Bu karakterle ilgili çekinik özellik gösteren ve genotipleri aynı olan bireyler hangileridir?

ç. Hangi rakamla gösterilen bireyde hastalık, mutasyon sonucu oluşmuştur?

2.



Yukarıdaki soy ağacında taralı bireyler otozomal çekinik karakteri fenotipte göstermektedir. Buna göre aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

a. 2 ve 3 numaralı bireylerin genotipi nedir?

b. Hangi numaralı bireylerin genotipi aynıdır?

c. 8 numaralı birey hangi bireyden baskın gen almıştır?



## Okuma Metni

### 19 VE 20. YÜZYILDA MODERN GENETİĞE KATKIDA BULUNAN BİLİM İNSANLARI

1822-1884 yılları arasında yaşamış Avusturyalı rahip Gregor Mendel, bitkiler üzerinde yaptığı incelemelerle kalıtımın temel yasalarını ortaya koymuş ve kalıtım biliminin öncüsü olmuştur. Yapmış olduğu çalışmalar, döneminde yeterince anlaşılmaya da elde etmiş olduğu veriler 20. yy'da modern genetiğin doğmasını sağlamıştır.

Kalıtım bilimi, ilk kez 1900 yılında değerlendirilmiştir. Bu tarihe kadar yapılmış çalışmalar ve Mendel'in bulguları, birbirinden habersiz üç bilim insanı tarafından deneysel çalışmalarla desteklenmiştir. Almanya'da Correns, Macaristan'da Tschermak ve Hollanda'da De Vries yaptıkları incelemeler sonucunda Mendel'in çalışmalarının doğruluğunu saptamışlar ve bu çalışmaları "Mendel Kanunları" adı altında yayınlamışlardır. Böylece genetik çalışmalarının ilk devresi tamamlanmıştır.

Genetik çalışmalarının ikinci aşaması 1900-1940 yılları arasına rastlar. Bu aşamada oldukça başarılı çalışmalar yapılmıştır. 1906 yılında William Bateson oluşan yeni bilim dalına genetik adını vermiştir. Bateson, bazı genetik karakterlerin yeni jenerasyona birbirine bağlı olarak geçtiğini ortaya koymuştur. Aynı yıllarda Walter Sutton kalıtsal özellikleri taşıyan kromozomları tanımlamıştır. Sutton'un araştırmalarını tekrar ele alan Thomas H. Morgan sirke sinekleri üzerinde yapmış olduğu çalışmaları kromozomlara dayanan Modern Genetik Kuramını geliştirmiş, 1933 Nobel Tıp ve Fizyoloji ödülünü almıştır. Bu çalışmalar devam ederken 1909 yılında W. H. Johanssen, kalıtımın ana prensiplerinin çevre şartlarına bağlı olmadığını ortaya koymuştur. Ayrıca fenotip ve genotip terimlerini genetiğe kazandırmıştır. 1927 yılında Amerikalı H. Joseph Müller, konjugasyon ve translyasyon olaylarının yanı sıra genetik mutasyonların önemine dikkat çekmiştir.

Genetik çalışmaların son aşaması 1940 yılından günümüze kadar gelen bölümüdür. Geniş teknolojik olanaklara sahip olan bu dönem genetik bulguların hızla arttığı bir dönemdir. Beadle ve arkadaşları "Bir gen- Bir enzim" hipotezini ortaya koymuştur. Aynı yıllarda Rosalin Franklin DNA'nın X ışını yazılımıyla ilk fotoğrafını çekmiştir. 1953 yılında J. D. Watson ve H. Crick DNA'nın kimyasal yapısını "Watson Crick Modeli" şekliyle ifade etmişlerdir. 1958 yılında M. Meselson, F. Stahl azotun izotoplarını kullanarak DNA'nın kendini yarı korunumlu eşlediğini kanıtlamıştır. 1966 yılında M. Nirenberg, H. Gobind genetik kodu deşifre ederek 20 çeşit amino asit için RNA kodonlarını bulmuştur. 1973 yılında Annie Chang, Stanley Cohen rekombinant DNA molekülünü oluşturmuş ve 1993 yılında Flavir Sivr, domatesin ömrünü uzatmak için genetik yapısını yeniden düzenlerken 1996 yılında da Ivan Wilmut çekirdek transferiyle genetik kopyalamayı gerçekleştirmeyi başarmıştır.

21. yüzyılda büyük bir ivme kazanan bilimsel çalışmalar, hayatın sırrını çözmek için bilim insanlarının yoğun bir çaba göstermesiyle devam etmektedir.

*Şahin Yalçın, Biyolojide Geçmişe Yolculuk;  
Fethi Tezok, Genetikte Temel Prensipler ve İnsan  
Genetiğindeki Değerlendirmeler.*

*(Düzenlenmiştir.)*

# III. Bölüm

## DNA' nın Yapısı ve Replikasyonu



*Thale teresi (Arabidopsis thaliana)*

A. DNA'nın Keşfi ve Önemi

B. DNA'nın Yapısı

C. DNA'nın Replikasyonu (Kendini Eşlemesi)

Ç. RNA'nın Yapısı ve Çeşitleri

D. Protein Sentezi

E. Bir Gen Bir Polipeptit Hipotezi

F. Gen-Çevre İlişkisi

Bölüm kapağındaki resimde görülen tale teresi (*Arabidopsis thaliana*) yabancı bir bitkidir. Tüm DNA dizilimi belirlenmiş olan ilk bitki olan tale teresi yaklaşık 25 bin gene sahiptir. Genlerin en az %50'si bakteri ve insanlarda bulunan genlere yakındır. Tale teresinin küçük yapıda ve büyüme hızının yüksek olması genetik çalışmaları kolaylaştırmaktadır.

1950'li yıllarda DNA çok az sayıda biyokimyacının bildiği, anlaşılması güç bir moleküldü. Bugün ise DNA'nın en ilkel organizmadan başlayarak tüm canlılarda genetik bilgiyi taşıyan molekül olduğu bilinmektedir.

Bu bölümde DNA'nın keşfi, DNA ve RNA'yı oluşturan nükleotitler, DNA'nın yapısı ve replikasyonu, protein sentezi ile ilgili kavramlar ve protein sentezinin işleyiş mekanizmasını öğreneceksiniz.

### A. DNA'nın Keşfi ve Önemi

1869 yılında Friedrich Miescher (Friedrik Mişer) akyuvar hücreleri ve balık spermi çekirdeklerinde asit özelliği taşıyan farklı bazı maddeler tespit etmiştir (Resim 2.8). Çekirdekte bulunduğu için bu maddeleri nükleik asit olarak adlandırmıştır.

Nükleik asitlerden biri olan DNA, kendini eşleme özelliğine sahip bir moleküldür. DNA prokaryot hücrelerin sitoplazmalarında, ökaryot hücrelerin ise çekirdek, mitokondri ve kloroplastlarında bulunur.



Resim 2.8: Friedrich Miescher



Resim 2.9: Oswald T. Avery



Resim 2.10: Maclyn McCarty

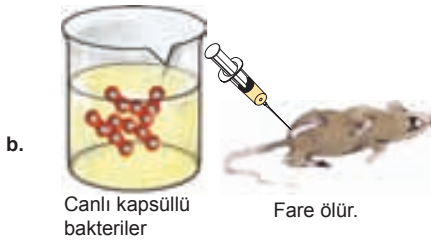
DNA'nın genetik bilgiyi aktardığına dair ilk kanıt, 1944 yılında Oswald T. Avery (Ozvilid Eviri) ve arkadaşlarının bakterilerle yaptıkları çalışmalardan elde edilmiştir (Resim 2.9, 2.10). Bu araştırmada zatürre hastalığına neden olan bakteriler *Streptococcus pneumoniae* (Streptokokus pnömoni) kullanılmıştır.

Zatürre hastalığına neden olan bakterilerin kapsüllü ve kapsülsüz olmak üzere iki formu vardır. Kapsüllü bakteri zatürre hastalığına neden olurken kapsülsüz bakterinin böyle bir etkisi yoktur.

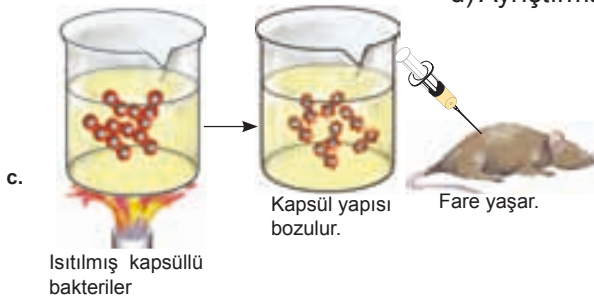
Avery ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmalarda;



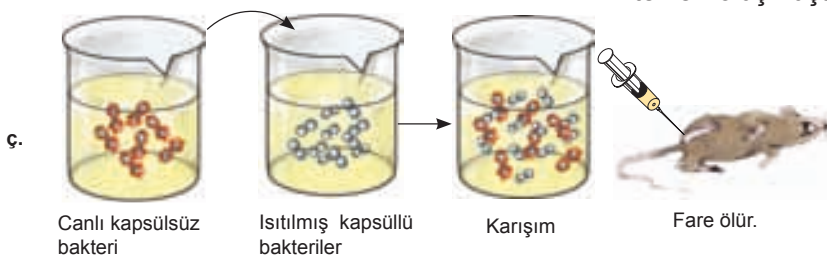
a) Canlı kapsülsüz bakteriler fareye enjekte edildiğinde fare zatürreye yakalanmamış ve yaşamaya devam etmiştir.



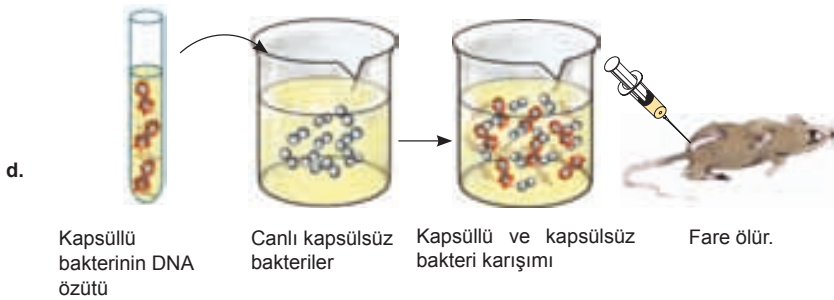
b) Canlı kapsüllü bakteriler fareye enjekte edildiğinde fare zatürreden ölmüştür.



c) Isıtılarak öldürülmüş kapsüllü bakteriler fareye enjekte edildiğinde fare zatürreye yakalanmamış ve yaşamaya devam etmiştir.



ç) Isıtılmış kapsüllü bakteriler, kapsülsüz canlı bakteriler ile karıştırılıp fareye enjekte edildiğinde fare zatürreden ölmüştür.



d) Ayırıştırma deneylerinde kapsüllü bakteri hücreleri santrifüj edilir, ısıyla öldürülür, kimyasal işlemlerle proteinleri parçalanıp uzaklaştırılır ve içinde DNA bulunan çözelti (özüt) elde edilir. Bu yöntemle elde edilen kapsüllü bakterinin DNA özütü canlı kapsülsüz bakterilerin bulunduğu ortama bırakıldığında bir süre sonra kapsülsüz bakterilerden kapsüllü bakteriler oluşmuştur. İçinde kapsüllü bakteri bulunan bu karışım fareye enjekte edildiğinde fare zatürreden ölmüştür.

Kapsüllü bakterilerden elde edilen özüt, kapsülsüz bakterilere daha önce sahip olmadıkları genetik özellikler kazandırmış ve bunları hastalık yapan canlı bakterilere dönüştürmüştür. Bu dönüşümün DNA'daki bilgiye göre olduğu anlaşılmıştır (Şekil 2.25).

Şekil 2.25: DNA'nın yönetici molekül olduğunu kanıtlayan deney

Avery ve arkadaşlarının yaptığı bu deney, DNA'nın hücredeki kalıtsal ve yönetici özelliğini ortaya koymuş, bakterilerin moleküler biyoloji çalışmalarında kolaylıkla kullanılabileceğini göstermiştir. Yapılan bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar DNA hakkındaki bilgilerin adım adım ilerlemesini sağlamıştır.

## B. DNA'nın Yapısı

DNA'nın yapısı ve görevi hakkındaki önemli bilgiler 1947 yılında biyokimyacı Erwin Chargaff (Örvin Çargaf) tarafından açıklanmıştır. Chargaff, farklı organizmaların DNA'larının baz bileşimlerini analiz etmiş ve DNA'daki baz dizisinin türden türe değiştiğini keşfetmiştir. Chargaff, aynı türün değişik dokularından saflaştırılan DNA'ların ise aynı baz bileşimine sahip olduğunu açıklamıştır. 1950-1953 yılları arasında Rosalind Franklin DNA'nın X-ışını kırınımı fotoğrafını çekmiş, bu fotoğraf Watson ve Crick tarafından DNA'nın ikili sarmal yapısının anlaşılmasında kullanılmıştır. 1953 yılında James Watson (Ceymis Vatsın) ve Francis Crick (Fıransis Kırık) (Resim 2.11, 2.12) yaptıkları deneylerden ve önceki bulgulardan yararlanarak DNA'nın çift sarmal modelini oluşturmuşlardır.



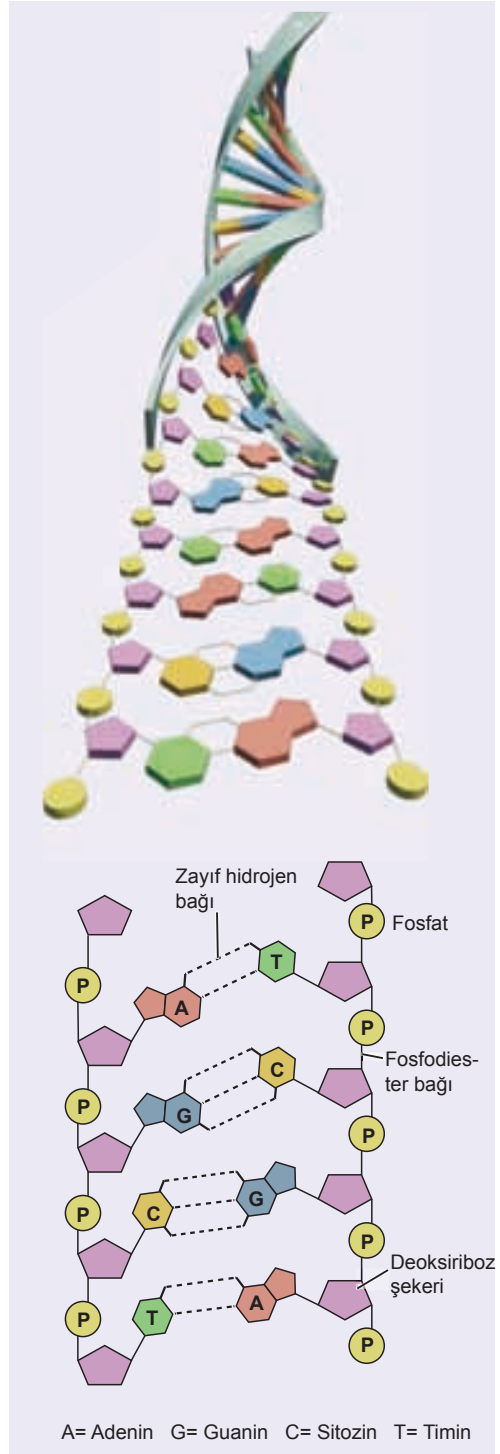
**Resim 2.11:** James Watson



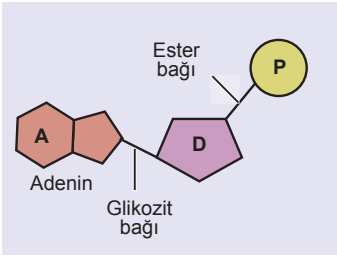
**Resim 2.12:** Francis Crick

Bu modele göre DNA iki nükleotit zincirinden (ipiliğinden) meydana gelmektedir. Bu çalışmalarından dolayı Watson ve Crick, Maurice Wilkins (Meris Vilkins) ile birlikte 1962 yılında Nobel Ödülü almıştır.

DNA nükleotit adı verilen yapı birimlerinden oluşur. DNA'nın yapısı ve kendini eşlemesine açıklık getiren Watson ve Crick'in geliştirdiği model hâlâ geçerliliğini korumakta ve moleküler biyolojinin temelini oluşturmaktadır (Şekil 2.26). Bu modele göre DNA çift sarmal yapıdadır. Her bir zincir nükleotitlerden meydana gelen uzun polinükleotit zinciri şeklindedir.



**Şekil 2.26:** DNA'nın yapısı



**Şekil 2.27:** Adenin nükleotidinin yapısı

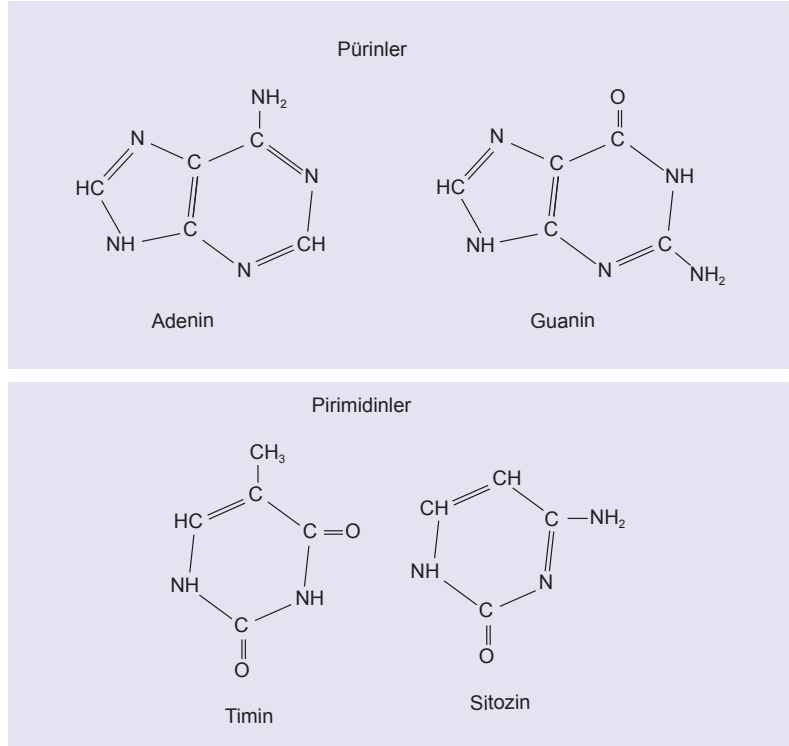
### Düşünelim-Araştırılım

Bilim insanlarının DNA'nın yapısıyla ilgili çalışmalarını araştırınız; edindiğiniz bilgiler ve DNA simülasyonlarından yararlanarak bir sunum hazırlayınız ve hazırladığınız sunumu arkadaşlarınızla paylaşınız.

DNA, nükleotit adı verilen birimlerden meydana gelir. Bir DNA nükleotidinde bir organik baz, beş karbonlu şeker ve fosfat bulunur (Şekil 2.27).

DNA nükleotitlerinde bulunan azotlu organik bazlar adenin (A), guanin (G), sitozin (C) ve timin (T)dir. Adenin ve guanin çift halkalı pürin grubu; sitozin ve timin ise tek halkalı pirimidin grubu bazlardandır (Şekil 2.28). Nükleotitlerin fosfodiester bağları ile birleşmeleri sonucu uzun polinükleotit zincirleri oluşur. Bir DNA molekülü iki tane zincirden meydana gelir. Bu iki zincir karşılıklı bazları arasında kurulan zayıf hidrojen bağlarıyla bir araya gelirler. Bazların karşılıklı eşleşmesi ise gelişigüzel değildir. Daima bir pürin bazı karşısına bir pirimidin bazı gelir ve her zaman adenin ile timin, guanin ile sitozin eşleşir. Adenin ile timin arasında iki, guanin ile sitozin arasında üç zayıf hidrojen bağı bulunur.

Ayrıca bütün DNA'larda adenin sayısının, timin sayısına ( $A=T$ ) ve guanin sayısının, sitozin sayısına ( $G=C$ ) eşit olduğu tespit edilmiştir. Bu eşitlikten yola çıkıldığında pürin sayısının, pirimidin sayısına eşit olduğu anlaşılmaktadır.  $A+G=T+C$ 'dir.



**Şekil 2.28:** DNA'nın yapısına katılan pürin ve pirimidin bazları

DNA nükleotitlerinin yapısında beş karbonlu deoksiriboz şeker bulunur. Fosfat nükleotitlerin tümünde bulunan ortak moleküldür. Nükleotitler aralarında fosfodiester bağı kurarak nükleik asit zincirini oluştururlar.

### C. DNA'nın Replikasyonu (Kendini Eşlemesi)

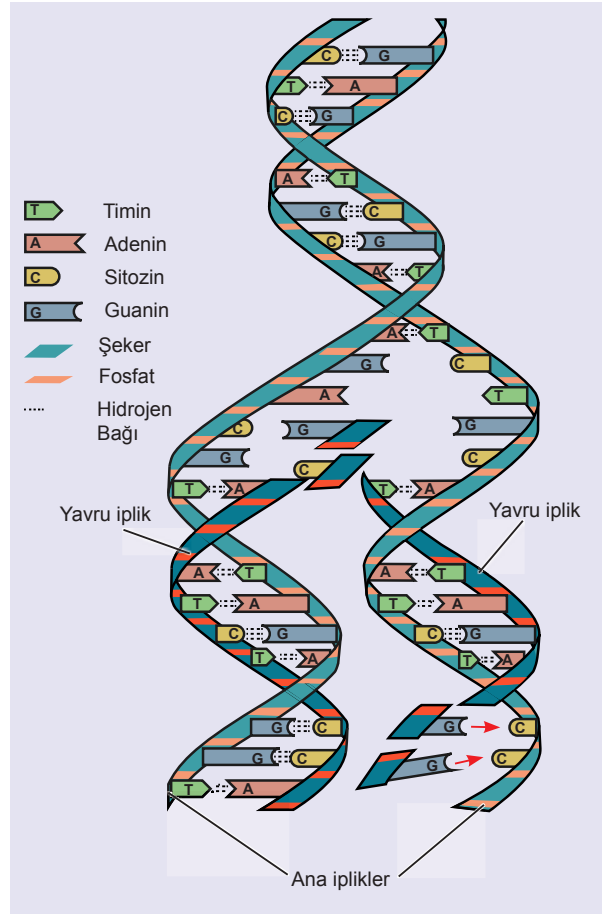
Canlıların bütün kalıtsal özellikleri DNA molekülünde bulunur. Hücre bölündüğü zaman kalıtsal özelliklerin hiç bir değişikliğe uğramada yavru hücrelere geçmesi gerekir. Bu işlem DNA'nın eşlenerek ana hücrenin kalıtsal özelliklerinin değişikliğe uğramadan yavru hücreye geçmesi ile sağlanır. Hücrede DNA sentezi hücre bölünmesi başlamadan interfaz evresinde gerçekleşir.

Eşleme sırasında gerçekleşen olaylar;

- DNA'nın iki zincirini bir arada tutan zayıf hidrojen bağları enzimlerin etkinliğiyle koparılır ve iki zincir fermuar gibi açılmaya başlar, iki nükleotit dizisi birbirinden ayrılır
- Ayrılan zincirlere ait nükleotitlerin karşısına ortamdan yeni nükleotitler eklenir. Zincirdeki adenin nükleotidinin karşısına timin nükleotidi, guanin nükleotidinin karşısına ise sitozin nükleotidi gelir. DNA polimeraz enzimi eklenen yeni nükleotitleri kendi arasında birleştirir. Böylece her eski zincirin karşısına kendini tamamlayan yeni zincir oluşturulur. Bu nedenle yeni oluşturulan DNA moleküllerine ait zincirlerden birisi ana zincirden gelirken diğeri ortamdaki nükleotitlerden sentezlenir.
- Bütün nükleotidler eşlendiğinde hücre içindeki bir DNA'dan iki DNA oluşur. Böylece açılan zincirin her biri yeni meydana gelecek olan DNA molekülü için kalıp görevi yapmış olur.

DNA'nın bu şekilde eşlenmesine **yarı korunumlu eşlenme** denir (Şekil 2.29).

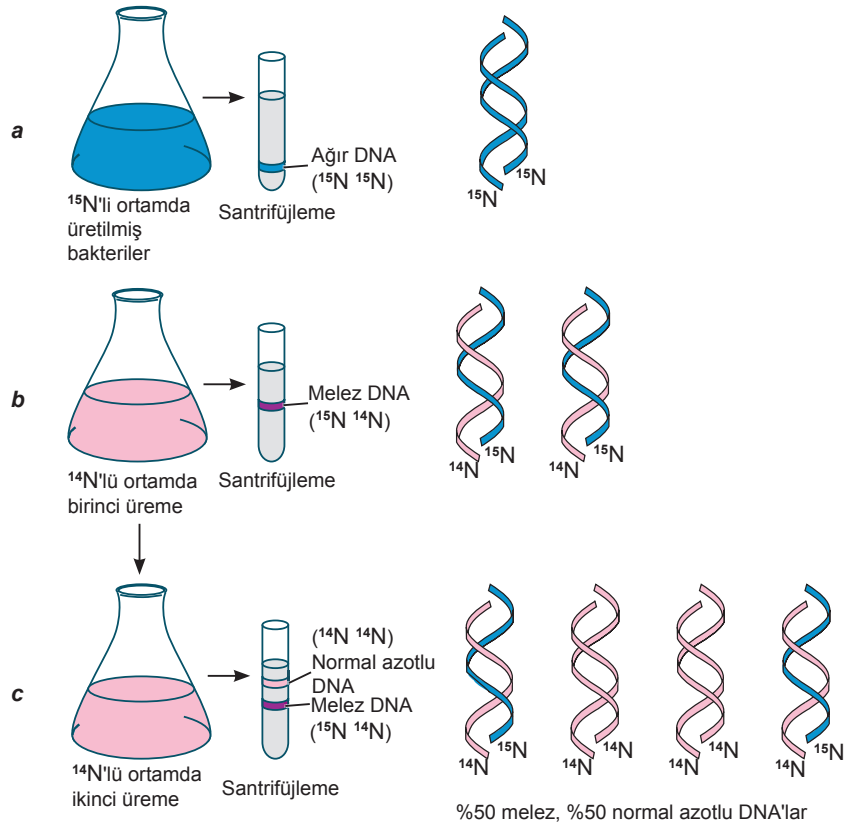
1958 yılında Matthew Meselson (Methiv Meselsin) ve Franklin Stahl (Franklin Sital) azotun izotopunu kullanarak *E.coli* bakterileriyle yaptıkları deneyde DNA'nın yarı korunumlu eşlendiğini göstermişlerdir (Şekil 2.31). Yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir:



Şekil 2.29: DNA'nın replikasyonu

a) Meselson ve Stahl tarafından *E. coli* bakterileri azotun ağır izotopu olan  $^{15}\text{N}$  içeren kültür ortamında birçok nesil boyunca üretilmiştir. Nesiller sonra ortamdaki bakteri DNA'larının  $^{15}\text{N}$  izotopunu taşıdığı gözlemlenmiştir. Bu bakterilerin DNA'ları ayrıştırılıp santrifüjlendiğinde DNA'ların tüpün dip kısmında bir bant oluşturacak şekilde toplandığı görülmüştür (Şekil 2.30.a).

b) DNA'larında  $^{15}\text{N}$  bulunan bakteriler,  $^{14}\text{N}$  izotoplu azotun bulunduğu ortama bırakılmıştır. Birinci üreme sonucunda bakteri DNA'ları ayrıştırılıp santrifüjlendiğinde deney tüpünün orta kısmında bir bantlaşma olduğu gözlemlenmiştir. Orta kısımda bantlaşmanın nedeni birinci bölünme sonucu meydana gelen bakteri DNA'larının %50  $^{15}\text{N}$ , %50  $^{14}\text{N}$  (% 100 melez) taşımasıdır (Şekil 2.30.b).



Şekil 2.30: DNA'nın kendini yarı korunumlu eşlemesi

c) İkinci üreme sonucunda DNA'larında %50 melez ( $^{14}\text{N}^{15}\text{N}$ ), %50 normal azot ( $^{14}\text{N}^{14}\text{N}$ ) içeren bakteriler oluştuğu için tüpün ortasında ( $^{14}\text{N}^{15}\text{N}$ ) ve üst bölgesinde ( $^{14}\text{N}^{14}\text{N}$ ) bantlaşmalar görülmüştür. Çalışmaların sonucunda DNA'nın bir ipliği aynen korunurken diğer ipliğinin yeniden sentezlendiği sonucuna ulaşılmıştır (Şekil 2.31.c).

Hücre mitoz bölünürken DNA'nın kendini yarı korunumlu eşlemesiyle kalıtsal bilgi hiçbir değişikliğe uğramadan yavru hücrelere geçer. Böylece aynı kalıtsal bilgiyi taşıyan hücrelerin oluşturulması ve canlının kalıtsal devamlılığı sağlanır.

Edindiğiniz bilgilerden yararlanarak aşağıda verilen DNA modeli etkinliğini gerçekleştiriniz.



## Etkinlik



**Etkinliğin adı:** DNA Modeli

**Amaç:** DNA molekül modelini oluşturma

### Hazırlanılmalı

- Sınıfta dört veya beş kişilik gruplar oluşturunuz.
- Öğrendiğiniz bilgiler doğrultusunda DNA molekül modelini oluşturabilmek için gerekli olduğunu düşündüğünüz malzemeleri belirleyiniz.

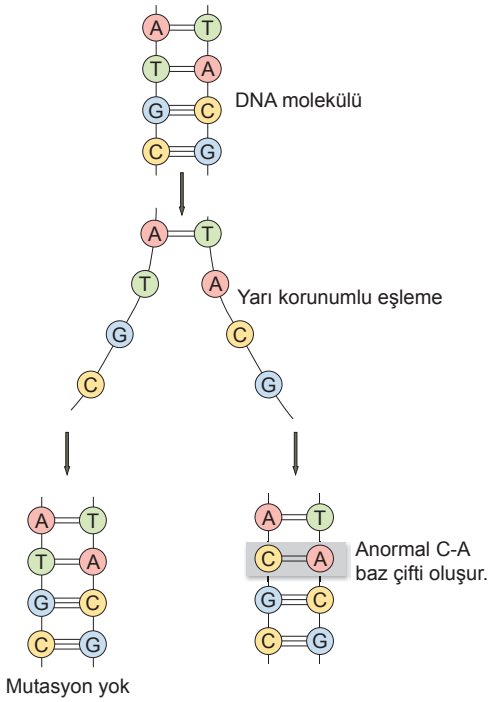
### Uygulayalım

- DNA'nın yapısı ve replikasyonu ile ilgili bilgilerinizden yararlanarak bir DNA molekül modeli tasarlayınız.
- Belirlediğiniz malzemelerle tasarladığınız DNA molekül modelini oluşturunuz.
- Oluşturduğunuz model üzerinde; fosfat ile şeker molekülünü; bunlar arasındaki fosfodiester bağı, bazlar ve bunlar arasındaki zayıf hidrojen bağlarını, bazların hangilerinin hangileriyle eşlendiğini gösteriniz. Modelinizi arkadaşlarınıza tanıttınız.
- Oluşturduğunuz DNA molekül modelinin kendini eşlemesini gerçekleştiriniz.



### Sonuçlandırılmalı

Hazırladığınız DNA molekül modelinin gerçeğe uygunluğunu arkadaşlarınızla tartışınız.

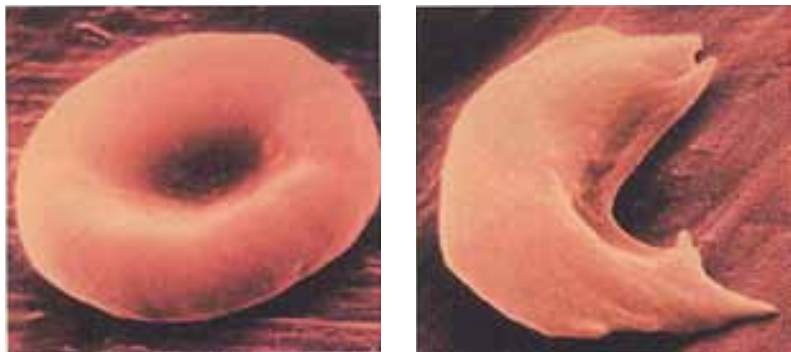


**Şekil 2.31:** DNA'da yanlış baz eşleşmesiyle oluşan gen mutasyonu

### Gen (Nokta) Mutasyonu

Bir DNA molekülü çoğunlukla kendini hatasız olarak eşler. Eşleme sırasında nadiren bazı hatalar meydana gelebilir. Bir genin tek bir nükleotit çiftinde meydana gelen değişme **gen (nokta) mutasyonu** olarak adlandırılır. Bir gendeki mutasyon; DNA'daki yanlış baz eşleşmesi, karşılıklı bulunan bir nükleotit çiftinin yer değiştirmesi, yeni bir nükleotit çiftinin eklenmesi veya eksilmesi şeklinde olabilir.

Gen mutasyonu üreme hücrelerinde meydana gelirse gelecek nesillere aktarılabilir. Mutasyon, canlıyı olumsuz yönde etkilerse bu durum genetik bozukluk ya da kalıtsal hastalık olarak ortaya çıkar (Şekil 2.31). Orak hücreli anemi, gen mutasyonu ile ortaya çıkan kalıtsal bir hastalıktır. Orak hücreli anemi hastalığına neden olan alel, tek bir DNA baz çiftindeki değişiklik ile normal alelden farklılaşmıştır. Bu farklılaşma sonucunda hemoglobinin yapısı bozulur ve hemoglobin yeterli oksijen bağlayamaz. Düşük oksijen basıncında alyuvarlar uzar, bükülür ve orak şeklini alarak normal alyuvardan farklı bir yapı alır (Resim 2.11). Dokulara yeterli oksijen taşınmadığından ve alyuvarlar daha hızlı parçalanacağından hastalar ölebilir. Orak hücreli anemi çekinik bir genle kalıtıldığından heterozigot bireyler hastalık belirtileri göstermez. Bu bireyler taşıyıcıdır ve çocuklarına hastalık genini 1/2 olasılıkla aktarır.



a

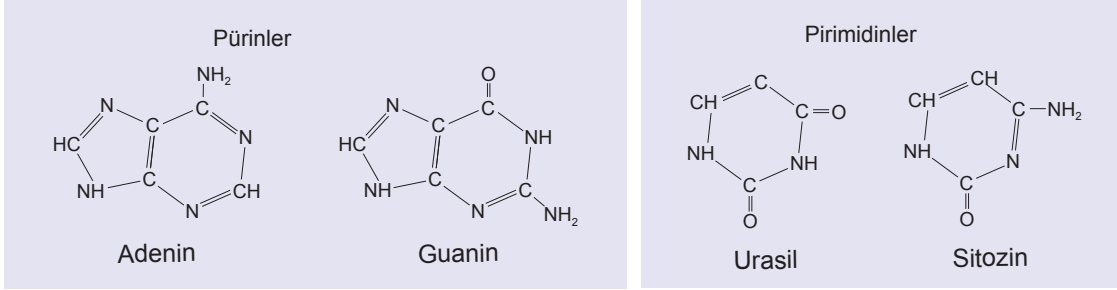
b

**Resim 2.11:** Alyuvarlar; a) Normal alyuvar, b) Orak hücreli alyuvar

### Ç. RNA'nın Yapısı ve Çeşitleri

RNA, hem çekirdekte hem de sitoplazmada bulunan tek nükleotit zincirinden oluşan bir nükleik asittir. DNA'dan farklı olarak yapısında deoksiriboz şekeri yerine riboz şekeri bulunur. RNA'da adenin, guanin, sitozin ve urasil bazları yer alır.

RNA tek nükleotit zincirinden oluştuğu için kendini eşleyemez. Bütün RNA çeşitleri DNA'da bulunan şifreye göre sentezlenir. **Mesajcı RNA** (mRNA), **taşıyıcı RNA** (tRNA) ve **ribozomal RNA** (rRNA) olmak üzere üç çeşit RNA vardır. Bütün RNA çeşitleri protein sentezinde görev alarak hücredeki yaşamsal olayların yönetiminde DNA'ya yardımcı olur.

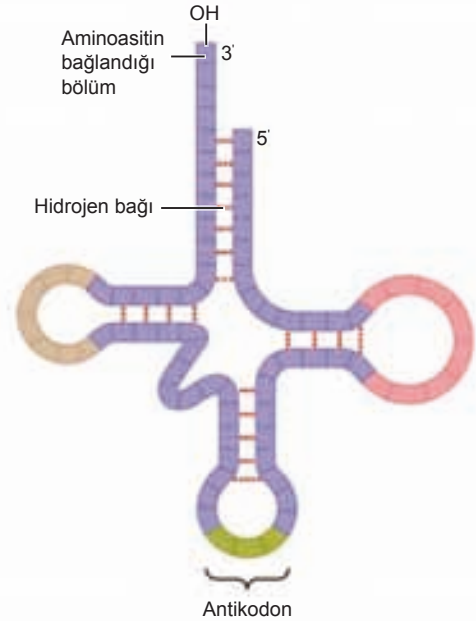


**Şekil 2.32:** RNA'nın yapısına katılan purin ve pirimidin bazları

**mRNA:** DNA'nın bir nükleotit zinciri (anlamalı zincir)ndeki genetik şifreye (koda) göre çekirdekte sentezlenir. Böylece mRNA, DNA'dan genetik bilgiyi almış olur. mRNA sentezlenirken DNA'daki adeninin karşısına urasil gelir (Şekil 2.32). Örneğin DNA'da bulunan genetik şifre ATG ise bu şifreden sentezlenecek mRNA'daki üçlü nükleotit dizilimi UAC olur. mRNA'daki üçlü baz dizilerine **kodon** adı verilir. Her kodon bir amino asidi şifreler.

**tRNA:** Protein sentezinde kullanılacak olan amino asitleri, sitoplazmadan ribozoma taşır. Çekirdekten tek zincir hâlinde sentezlenen tRNA sitoplazmada katlanarak çift zincirli yonca yaprağı şeklinde görülür. Katlanmaların olduğu bölgelerde nükleotitler arasında hidrojen bağları vardır (Şekil 2.33). tRNA'nın bir tarafında amino asidin bağlandığı bölüm, karşı tarafında ise üçlü nükleotit dizisinden oluşan **antikodon** vardır. Antikodon her bir tRNA çeşidine özgüdür ve mRNA üzerindeki kodonu tamamlayacak şekilde baz eşlemesi yapar. Örneğin mRNA'daki AGC kodonunun karşısına, tRNA'da UCG antikodonu gelir. Protein sentezinde 20 çeşit amino asidi ribozomlara taşıyan en az 20 çeşit tRNA görev alır. Her tRNA ancak bir çeşit amino asidin taşınmasını sağlar.

**rRNA:** Proteinlerle birlikte ribozomların yapısında bulunur. Bir ribozomun yaklaşık 2/3'si rRNA'dan meydana gelir. Her hücrede çok sayıda ribozom bulunduğu için rRNA, hücrede en çok bulunan RNA çeşididir.



**Şekil 2.33:** tRNA molekülü

### D. Protein Sentezi

Protein sentezi tüm hücrelerde gerçekleşen yaşamsal olaylardan biridir. Canlılar, dış ortamdan aldıkları proteinleri doğrudan enzim veya yapısal protein olarak kullanamaz. Besinlerle alınan proteinler sindirimle amino asitlere parçalanır ve canlılar bu amino asitleri kullanarak kendilerine özgü proteinini sentezler. Protein sentezi ribozomlarda gerçekleşir. Protein sentezinin yoğun olduğu hücrelerde RNA miktarı da fazladır. Örneğin ipek böceğinin ipek yapan bezlerinde çok sayıda RNA olduğu saptanmıştır. İpeğin ham maddesinin protein olduğu düşünülürse RNA'nın protein sentezinde önemli bir rol oynadığı anlaşılır.

Hücrenin yaşayabilmesi, büyüüp gelişebilmesi için kendi yapısına katılan proteinleri ve hücresel faaliyetleri için gerekli olan enzimleri üretmesi gerekir.

Her türün genetik bilgisi kendine özgüdür. DNA bir türün bütün genetik bilgisini kapsar. Hücrede hangi proteinin sentezleneceğine ait bilgi, çekirdekte bulunan DNA tarafından belirlenir. Dolayısıyla bu bilgiye göre sentezlenen proteinler de farklıdır. Bütün proteinlerin sentezinde 20 çeşit amino asit görev alır.

**DNA, mRNA, tRNA, amino asit, enzim, ATP ve ribozom** protein sentezinde görev alan başlıca organel ve moleküllerdir.

İnsanlar yaşamlarında bilgi alışverişinde bulunurken nasıl kelimeleri kullanıyorlarsa hücreler de iletişim için benzer şekilde şifreler kullanır. DNA'da bulunan dört çeşit nükleotit (A, T, G, C) farklı şekillerde dizilerek şifreleri meydana getirir. Her amino asit bir çeşit nükleotit tarafından şifrelendiği zaman 20 çeşit amino asidin tamamı için şifre oluşturulamaz.

Nükleotitlerin ikili kombinasyonlar hâlinde şifre oluşturması durumunda  $4^2=16$  çeşit amino asit şifrelenebilir. Bu şifreler protein yapısına katılan 20 çeşit amino asit için yeterli değildir.

Dört nükleotidin üçlü kombinasyonları ile şifreler oluşturulursa  $4^3=64$  farklı şifre elde edilir. Böylece doğadaki 20 çeşit amino asidi fazlasıyla ifade eden şifreler oluşur. DNA'da bulunan üçlü baz dizisine **genetik şifre** ya da **genetik kod** adı verilir.

DNA'daki her genetik şifre en az bir amino asidi şifreler. Örneğin DNA'daki karşılığı AAA olan kod, mRNA'ya UUU kodonu olarak aktarılır ve fenil alanin amino asidini şifreler. Kodonların çoğu sadece bir amino asit için şifre verirken bazı amino asitler için

birden fazla kodon bulunur. Protein sentezinde AUG **başlatma kodonu**, UAA, UAG, UGA ise **durdurma kodonu** olarak ifade edilir. mRNA'daki kodonlar ve şifreledikleri amino asitler Şekil 2.34'te gösterilmiştir..

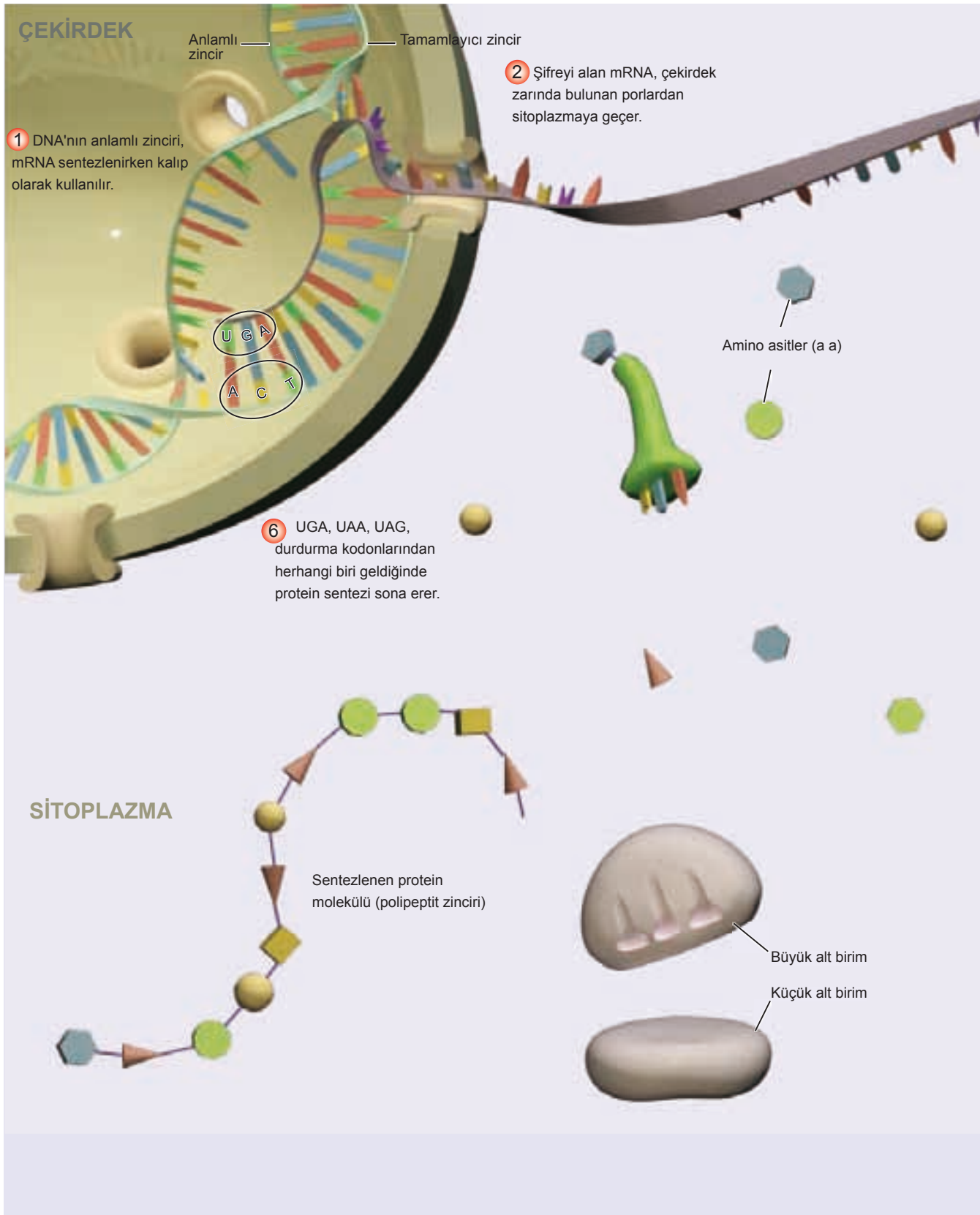
		İkinci Baz Sırası					
		U	C	A	G		
Birinci Baz Sırası	U	UUU Fenilalanin UUC UUA Lösin UUG	UCU Serin UCC UCA UCG	UAU Tirozin UAC UAA Durdurma kodonları UAG	UGU Sistein UGC UGA Durdurma kodonu UGG Triptofan	U	Üçüncü Baz Sırası
	C	CUU Lösin CUC CUA CUG	CCU Prolin CCC CCA CCG	CAU Histidin CAC CAA Glutamin CAG	CGU Arjinin CGC CGA CGG	C	
	A	AUU İzolösin AUC AUA AUG Metionin Başlatma kodonu	ACU Treonin ACC ACA ACG	AAU Asparajin AAC AAA Lizin AAG	AGU Serin AGC AGA Arjinin AGG	A	
	G	GUU Valin GUC GUA GUG	GCU Alanin GCC GCA GCG	GAU Aspartik asit GAC GAA Glutamik asit GAG	GGU Glisin GGC GGA GGG	G	

Şekil 2.34: Genetik kodon sözlüğü

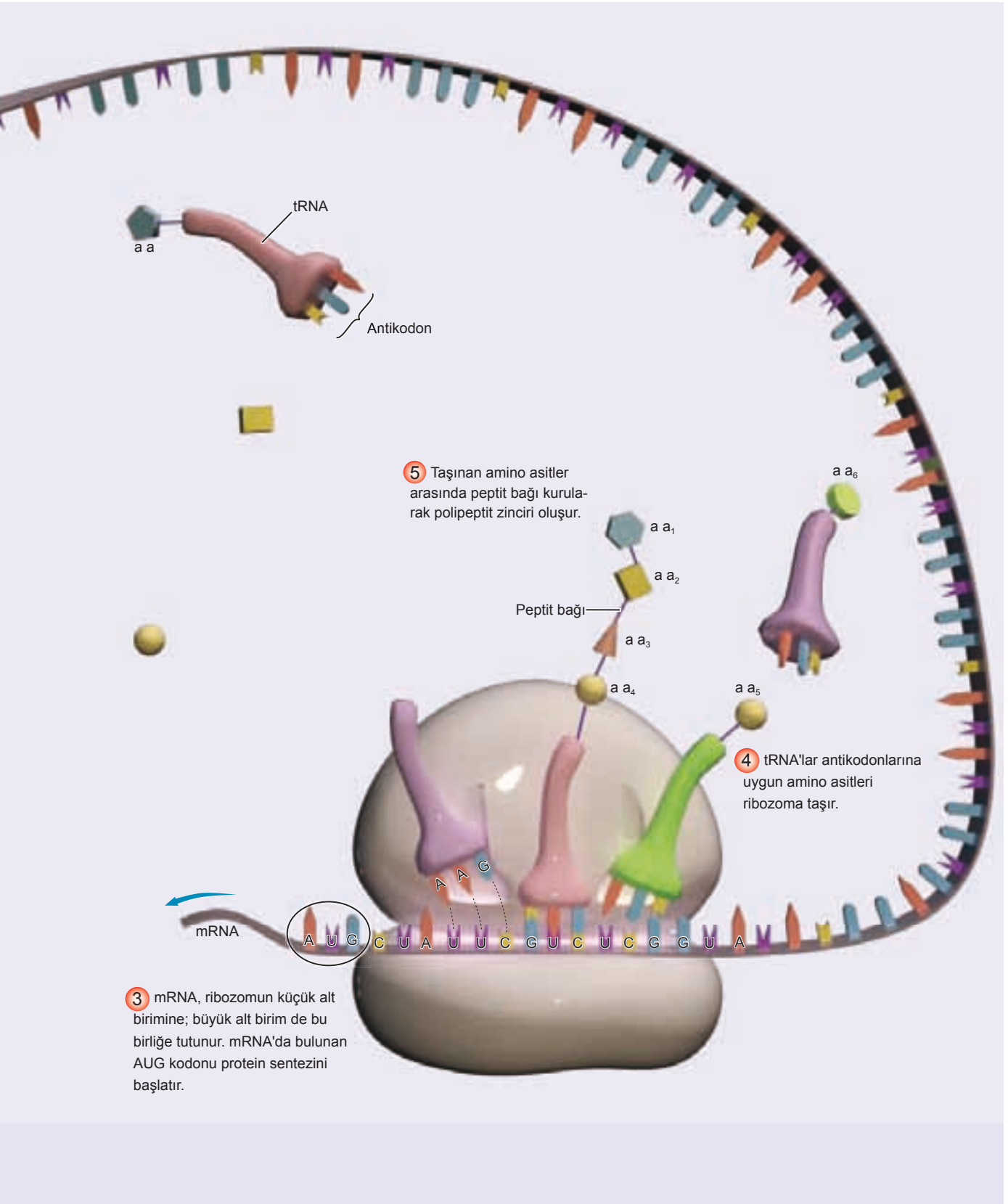
Sentezlenecek proteinlerin yapısına katılan amino asitlerin sayısı, çeşidi ve nasıl sıralanacağı hücre çekirdeğindeki DNA'da bulunan şifreler tarafından belirlenir.

Protein sentezinin başlayabilmesi için mRNA'nın sentezlenmesi gerekir. Proteini şifreleyecek olan mRNA zincirinin DNA'dan sentezlenmesine **transkripsiyon** denir. Bu olay RNA polimeraz enzimi tarafından gerçekleştirilir. Bunun için önce çift sarmal DNA molekülü açılır. Sentezlenecek proteinin şifresini oluşturan DNA zincirine **anlamli zincir**, karşısındaki zincire ise **tamamlayıcı zincir** denir. DNA'nın anlamli zinciri, mRNA'nın sentezlenmesi sırasında kalıp olarak kullanılır. mRNA sentezlenirken DNA zincirinde bulunan adeninin karşısına, timin nükleotidi yerine urasil nükleotidi gelir. Böylece DNA'daki TAC kodu mRNA'ya AUG kodonu olarak aktarılır (Şekil 2.35).

DNA'daki şifreye göre sentezlenen mRNA, çekirdek zarında bulunan porlardan sitoplazmaya geçer ve ribozomun küçük alt birimine tutunur. Daha sonra ribozomun büyük alt birimi küçük alt birime bağlanır.



Şekil 2.35: Protein sentezinde DNA'dan başlayan bilgi akışı



mRNA'lar ribozoma bağlanınca sitoplazmada bulunan tRNA'lar aktiveşir. Protein sentezinde mRNA'daki ilk kodon her zaman **AUG (başlatma)** kodonudur. AUG metiyonin amino asitini şifreler. Ribozom, sitoplazmadaki uygun antikodon(UAC)a sahip tRNA'yı kendisine bağlar. tRNA'nın antikodonu mRNA kodonuna bağlanınca protein sentezi başlar. DNA'nın genetik şifresini ribozomlara getiren mRNA'daki şifrenin okunmasına **translasyon** denir. tRNA'lar antikodonlarına uygun amino asitleri ribozoma taşır. Örneğin mRNA'nın kodonu olan CUA'ya karşılık tRNA'da GAU antikodonu görev alır. Bu antikodona uyan lösin amino asidini tRNA sitoplazmadan alır ve ribozomun büyük alt birimine getirir. tRNA'nın antikodonu mRNA'nın kodonuna zayıf hidrojen bağıyla bağlanır. Amino asitlerin tRNA ile taşınabilmesi için özel enzimler ve ATP ile aktiveşirilmesi gerekir.

Taşınan amino asitler arasında peptit bağı kurulur. Bu sırada her bir bağı için bir molekül su açığa çıkar. Böylece mRNA kodonu okunmuş olur (translasyon). Bu şekilde mRNA üzerindeki bütün kodonlar sırasıyla tRNA'lardaki antikodonlarla eşleşerek taşınan amino asitlerin zincire eklenmesi sağlanır. Daha sonra tRNA'lar ribozomdan ayrılarak tekrar kullanılmak üzere serbest kalır. Protein sentezi mRNA üzerindeki bütün kodonlar okununcaya kadar devam eder. İşlem devam ederken durdurma kodonlarından (UAA, UAG, UGA) herhangi biri geldiğinde protein sentezi sona erer. Durdurma kodonlarının antikodonu ve şifrelediği amino asitler bulunmaz. Bu nedenle 64 çeşit kodon olmasına rağmen en fazla 61 çeşit antikodon bulunur.

Protein sentezinin sona erdiği evrede yeni sentezlenen protein en sondaki tRNA'dan ayrılır ve mRNA serbest kalır. Bu arada ribozom alt birimleri de birbirinden ayrılır. Ayrılan mRNA, tRNA ve ribozom alt birimleri yeniden protein sentezine katılabilir. Hücre tarafından sentezlenen protein, hücrenin yapısına katılabileceği gibi hücrenin çeşitli faaliyetlerinde de kullanılabilir.

Protein sentezini sağlayan olaylar ökaryot hücrelerde çekirdekte başlayıp sitoplazmada devam eden tepkimelerle gerçekleşir. Prokaryot hücrelerde ise sitoplazmada başlar ve sona erer.

Bir hücre tarafından aynı anda çok çeşitli protein üretilir. Hücrenin protein sentezleme hızı, yaptığı faaliyetlere bağlıdır.

Edindiğiniz bilgilerden yararlanarak aşağıdaki etkinliği yapınız.



## Etkinlik



**Etkinliğin adı:** Protein Sentezi

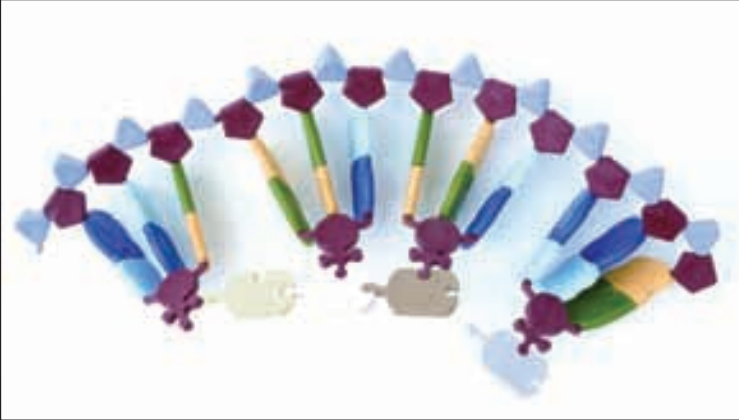
**Amaç:** Hücrede protein sentezini gösteren bir model oluşturma

### Hazırlanılmalı

- Sınıfta dört veya beş kişilik gruplar oluşturunuz.
- Hücrede protein sentezini gösteren bir model oluşturabilmek için öğretmeniniz rehberliğinde kullanabileceğiniz malzemeleri (renkli toplu iğne, oyun hamuru, köpük, renkli kumaş parçaları vb.) seçiniz.

### Uygulayalım

- Protein sentezi ile ilgili bilgi ve şekillerden yola çıkarak bir model tasarlayınız.
- Seçtiğiniz malzemelerle tasarladığınız protein sentezi modelini oluşturunuz.



### Sonuçlandırılmalı

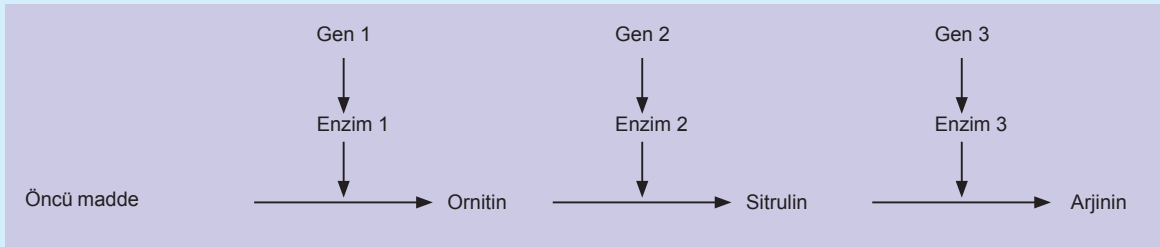
- Hazırladığınız modelleri sınıfta sergileyerek sunumunuzu gerçekleştiriniz. Protein sentezinin hücre için önemini arkadaşlarınızla tartışınız.

### E. Bir Gen Bir Polipeptit Hipotezi

Hücredeki yaşamsal olaylarda görev alan enzimler protein yapısındaki moleküllerdir. Bu moleküllerin sentezinden sorumlu DNA parçasına **gen** adı verilir. Genler protein sentezinden sorumlu olduklarından enzim sentezinden de sorumludur. Bir gen bir polipeptit hipotezi, canlılardaki her bir polipeptit zincirinin dolayısıyla her bir enzimin bir gen tarafından şifrelenmesi olarak tanımlanır. Oluşan enzimler canlılardaki biyokimyasal tepkimeleri katalizler. Bir enzimin sentezinden sorumlu genin yapısı bozulur protein sentezi engellenirse canlıda çeşitli sorunlar ortaya çıkabilir ya da canlı yaşamını sürdüremez.

George Beadle (Corc Bidıl) ve Edward Tatum (Edvırt Tatum) adlı bilim insanları *Neurospora* (ekmek küfü mantarı) sporlarının mutasyona uğramalarını sağlayarak bu sporları kültür ortamına almışlar ancak mutasyona uğrayan sporların bu ortamda yaşayamadıklarını belirlemişlerdir. Ortama arjinin amino asidi ve vitamin eklendiğinde sporların yaşamlarını devam ettirdiği görülmüştür. Böylece ekmek küfü sporlarının mutasyon sonucu arjinin amino asidini sentezleyemedikleri anlaşılmıştır.

Amino asitlerin birbirine dönüştürülmesi farklı enzimlerin görev aldığı bir dizi kimyasal tepkimeyle gerçekleşir. Mutasyona uğrayan hücrelerde amino asit sentezinin tamamlanması için ortama eksik olan enzimin ilave edilmesi gerekir.



Şekil 2.36: Bir gen-bir polipeptit hipotezine göre arjinin sentezi

Şekil 2.36'da görüldüğü gibi enzimleri sentezleyen genlerden biri mutasyona uğrarsa ilgili enzim sentezlenemez ve onun etkilediği tepkime gerçekleşemez. Örneğin Gen 2'nin mutasyona uğraması sonucunda Enzim 2 sentezlenemez ve ornitin, sitrulin'e dönüştürülemez. Ortamda ornitin birikir. Biriken bu ve benzeri maddeler hücrenin veya canlının ölümüne sebep olabilir. Eğer bu ortama Enzim 2 ilave edilirse tepkime devam eder.

## F. Gen-Çevre İlişkisi

Canlının çevresi; içinde yaşadığı, büyüdüğü ve geliştiği ortamdır. Kalıtım ve çevre bir organizmaya son şeklini verir. Bazı özellikler yalnız kalıtıma bağlı olarak ortaya çıkar. Saç rengi, kan grupları, göz rengi gibi karakterler çevre şartları ne olursa olsun değişmez. Bu nedenle kalıtım ve çevre, gelişmenin her basamağında canlı üzerinde etkisini gösterir. Farklı ortam koşullarında bir canlının fenotipinde meydana gelen değişikliklere **modifikasyon** denir. Modifikasyonlar sonradan kazanılan özellikleri içerdiği için bir dölden diğerine geçmez. Meydana gelen değişimler sadece vücut hücrelerinde olur. Bir değişikliğin dölden dölle aktarılabilmesi için üreme hücrelerinde ortaya çıkması gerekir.

Ortam şartlarının etkisiyle fenotipte görülen değişiklikler genlerin değişmesi ile değil, genlerin işleyişindeki değişimle meydana gelir. Modifikasyonlar sıcaklık, ışık, besin vb. faktörlerin etkisiyle ortaya çıkabilir. Örneğin su krizanteminin (*Megalodonta beckii*) su altında ve su üstünde olmak üzere iki çeşit yaprağı vardır. Su altında olan yapraklar, ince ve parçalıdır; su üstündeki yapraklar ise su altında kalan bölüme göre geniş ve parçalıdır (Şekil 2.37). Görüldüğü gibi bu bitkide çevre koşulları, genlerin yaprak şeklini belirlemedeki etkilerini değiştirmektedir. Böylece aynı genotipte farklı fenotiplerin ortaya çıktığı görülür. Kalıtım ve çevrenin belirlediği karakterlere başka örnekler de verilebilir:

- Meyve sineklerinde kanat şekli hem genlerin hem de ortam sıcaklığının etkisiyle belirlenir. Kıvrık kanat genotipinde olan döllenmiş yumurtalar 16°C'ta gelişirse oluşan bireyler düz kanatlı, 25°C'ta gelişirse kıvrık kanatlı olur (Resim 2.12).



Şekil 2.37: Çevrenin fenotipe etkisi



a

b

Resim 2.12: Meyve sineğinde sıcaklıkla oluşan modifikasyon;  
a) Düz kanatlı sinek, b) Kıvrık kanatlı sinek

Sıcaklık değişmesiyle meydana gelen modifikasyon, Himalaya tipi tavşanlarda deneylerle gösterilmiştir. Bu tavşanların doğal kürk rengi ayaklarda, kulaklarda ve kuyrukta siyah; diğer kısımlarda ise beyazdır. Eğer vücudun beyaz kürk taşıyan sırt kısımlarındaki tüyler tıraş edilip bu bölüme buz yastığı konulursa çıkan tüylerin beyaz değil siyah olduğu görülür (Şekil 2.38). Siyah tüyler kesildikten sonra hayvan doğal ortama bırakılırsa bu kısmında tekrar beyaz tüylerin çıktığı görülür.



**Şekil 2.38:** Himalaya tavşanlarında sıcaklığın etkisiyle meydana gelen modifikasyon

Çevrenin insan gelişimi ve fenotipi üzerindeki etkileri en iyi, tek yumurta ikizleri üzerinde yapılan çalışmalarda görülebilir. Dölllenmiş bir yumurtanın ilk mitozu sonucu oluşan iki hücre, ana rahminde birbirinden ayrılıp iki embriyo olarak gelişir. Bu şekilde oluşan yavrulara **tek yumurta ikizi** denir. Bu ikizlerin fenotipleri son derece benzerdir (Resim 2.13). Ancak tek yumurta ikizleri genotipleri aynı olmasına rağmen çok farklı çevre şartlarında büyürlerse fenotip ve davranışlarında iklim, kültür, beslenme gibi faktörlerin etkisiyle değişiklikler olabilir (Resim 2.14).



**Resim 2.13:** Benzer çevre şartlarında yetişen tek yumurta ikizleri



**Resim 2.14:** Farklı çevre şartlarında yetişen tek yumurta ikizleri



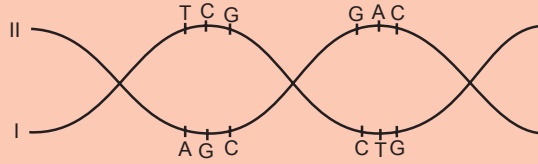
## Bölüm Sonu Değerlendirme

1. Normal azot ( $^{14}\text{N}$ )lu DNA'ya sahip E.coli bakterileri, ağır azot ( $^{15}\text{N}$ ) izotopu içeren besi ortamında iki nesil üretiliyor. Bu bakterilerin DNA'ları santrifüjlendiğinde DNA'ların ağırlık dizilimine göre nasıl sıralandığını belirtiniz?

.....

.....

2. Ökaryot bir hücrede protein sentezinde görevli olan DNA sarmalının bir bölümü aşağıda verilmiştir.



Bu DNA'nın II. zincirinden sentezlenen;

a) mRNA'daki kodon dizilişini yazınız.

.....

.....

b) tRNA'daki antikodon dizilişini yazınız.

.....

.....

3. 150 amino asitten oluşan bir proteinin sentezlenmesi için gerekli DNA'nın anlamlı zincirinde kaç nükleotit vardır?

.....

.....

4. 1500 molekül suyun açığa çıktığı protein sentezi için kullanılan mRNA'da kaç nükleotit bulunur?

.....

.....

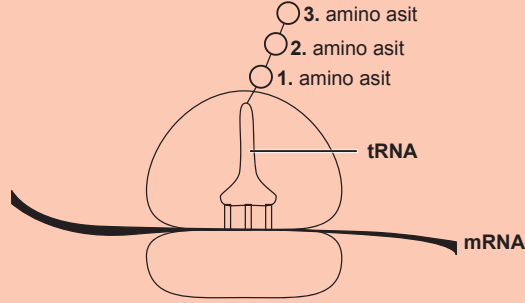
5. 2500 nükleotitten oluşan mRNA'daki genetik bilgiye göre sentezlenen protein molekülünde kaç amino asit bulunur?

.....

.....

.....

6.



1. amino asidin tRNA'daki antikodonu CGC

2. amino asidin tRNA'daki antikodonu CUG

3. amino asidin mRNA'daki kodonu UCG'dir.

Şemadaki ribozomda sentezlenmekte olan bir protein zincirinin üç amino asitlik kısmı ile ilgili olarak;

a) 1. amino asidin mRNA'daki kodonunu yazınız.

.....

b) 2. amino asidin mRNA'daki kodonunu yazınız.

.....

c) 3. amino asidin tRNA'daki antikodonunu yazınız.

.....

d) Üç amino asitlik protein sentezinin kodlanmasını sağlayan DNA'daki anlamlı zincirin nükleotit dizisi nasıldır? Yazınız.

.....

7. DNA'sı ağır azotlu ( $^{15}\text{N}$   $^{15}\text{N}$ ) olan bir bakteri  $^{14}\text{N}$ 'lü ortamda art arda iki kez bölünürse meydana gelen bakterilerdeki normal azotlu ( $^{14}\text{N}$   $^{14}\text{N}$ ) DNA'ların melez DNA'lara ( $^{14}\text{N}$   $^{15}\text{N}$ ) oranı nedir?

.....

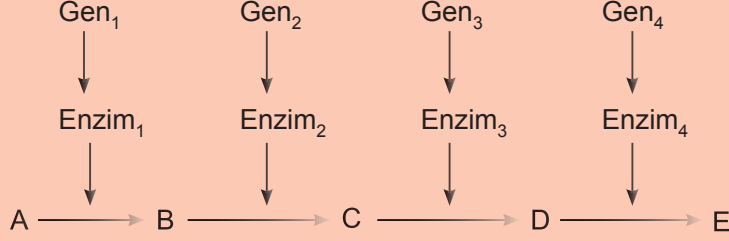
8.

U U U A C G A U G C C A G C G A C G U A C  
+ +

Yukarıdaki şekilde bir protein sentezinden sorumlu mRNA ipliğindeki baz dizilimi verilmiştir. Bu ipliğe göre sentezlenen proteinde kaç molekül amino asit vardır?

.....

9. Aşağıdaki şemada A maddesinin canlının kullanabileceği E maddesine dönüşümü gösterilmektedir.



Böyle bir durumda  $Gen_4$  mutasyona uğrarsa bu canlının yaşayabilmesi için ortama hangi madde eklenmelidir? Neden?

.....

.....

.....

10. Kırmızı renkli çuha çiçeği  $30^{\circ}\text{C}$ 'ta birkaç gün bekletilirse çiçeklerin rengi beyaz,  $16^{\circ}\text{C}$ 'ta birkaç gün bekletilirse kırmızı olur. Çuha çiçeğinde sıcaklığın etkisiyle meydana gelen renk değişikliği dölden döle aktarılabilir mi? Nedenini açıklayınız.

.....

.....

.....

# IV. Bölüm

## Biyoteknoloji ve Gen Mühendisliği



*Pirinç (Oryza)*



*Mısır (Zea)*

*Pirinç tarlası*

- A. Hayvan ve Bitki Üretiminde Kullanılan Islah Yöntemleri
- B. Gen Mühendisliği Uygulamaları
- C. Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların İnsan Sağlığına Etkileri
- Ç. Atatürk'ün Bilim ve Teknolojiye Verdiği Önem

İnsan ve hayvan vücudunda A vitaminine dönüştürülen beta-karoten; algler, bazı mikroorganizmalar ve bitkiler tarafından üretilir. Bitkilerin sarı, yeşil ve turuncu kısımlarında yaygın olarak bulunan beta-karoten doğal yollarla üretilen pirinçte bulunmaz. İsveçli bilim insanı Ingo Potrykus (İngo Potrikus) ve arkadaşları, nergis bitkisinden aldıkları geni *Agrobacterium fascians* (Agrobakteriyum fasians) bakterisi aracılığıyla pirinç bitkisine aktararak pirince beta-karoten üretme yeteneği kazandırmışlardır. Bu özelliği kazanan pirinç altın pirinç olarak adlandırılmıştır. Genetiği değiştirilmiş altın pirinç tanelerindeki beta-karoten hem renk oluşumundan hem de pirincin besin değerindeki artışından sorumludur.

Ingo Potrykus'tan önce genetikçi Barbara Mc Clintock (Barbara Mek Klintok) tarafından bitkiyi böcek saldırısına karşı dirençli kılan genler, bakteri aracılığıyla mısır bitkisine aktararak mısırın böceklerle karşı direnç kazanması sağlanmıştır. Başlangıçta gen yapısı değiştirilmiş mısırın sadece çiftlik hayvanlarının beslenmesinde ve etanol üretiminde kullanılmasına izin verilmiştir. Ancak genetiği değiştirilmiş mısır zamanla gıda maddelerine de karıştırılmış ve bunun sonucunda bazı insanlarda ciddi alerjik tepkiler, önemli sağlık sorunları oluşmuştur. Bu yüzden milyonlarca ton mısır ve mısır içeren gıda ürünü yok edilmiştir. Sonuç olarak genetiği değiştirilmiş mısır ciddi sağlık sorunlarına ve ekonomik zararlara neden olmuştur.

Yukarıdaki iki örneği dikkate alarak "Genetik mühendisliği insan ve çevre için her zaman yararlı mıdır?" sorusunun yanıtını düşünmek gerekir. İnsanlar, genetiği değiştirilmiş gıda ürünleri hakkında doğru kararlar verebilmek için biyoteknoloji ve genetik mühendisliği konusunda temel bilgiler edinmelidir.

Bu bölümde hayvan ve bitki üretiminde kullanılan ıslah yöntemleri, klonlama, gen mühendisliği uygulamalarının sağladığı yararlar ve genetiği değiştirilmiş organizmaların (GDO) insan sağlığı üzerine etkileri anlatılacaktır.

## **A. Hayvan ve Bitki Üretiminde Kullanılan Islah Yöntemleri**

İnsanlar, yüzyıllardan beri geleneksel ıslah çalışmalarıyla melezlemeler yaparak istenilen özellikte bitki ve hayvanları üretmeye çalışmıştır. Günümüzde istenilen özellikte bitki ve hayvan üretebilmek için gen mühendisleri, insanlığa yarar sağlayacak şekilde organizmaların genetik yapılarını değiştirirler. Kendi türü

dışında bir türden gen aktararak belirli özellikleri değiştirilmiş bitki, hayvan ya da mikroorganizmalara **genetiği değiştirilmiş organizmalar** (GDO) veya **transgenik organizmalar** adı verilir.

Geleneksel ıslah yöntemleriyle istenilen farklı özelliklere sahip canlılar seçilip bunlar birbirleriyle eşleştirilmiş ve böylece anne - babanın istenilen özelliklerini taşıyan yeni bireyler elde edilmiştir.

Geleneksel ıslah yöntemlerinin yetersizlikleri bilim insanlarını modern ıslah yöntemlerini geliştirmeye yöneltmiştir. Modern ıslah yöntemlerinin gelişmesiyle yüksek kaliteli ve daha verimli ürün elde edilmeye başlanmıştır. Modern ıslah yöntemleri olarak **tür içi ve türler arası melezleme, yapay dölleme, poliploidi, gen aktarımı ve klonlama** kullanılmaktadır.



### Biliyor musunuz?

Bugün kültür bitkisi olarak kullanılan tahıllar melezlemenin bir ürünüdür. Melez bitkilerin tohumları satılırken etiketlerin üzerine "hibrit tohum" yazılır.

Melezleme tür içinde olabileceği gibi türler arasında da olabilir. **Melezleme** genotipleri farklı iki bireyin çaprazlanmasına denir. Uzun süre sadece kendi aralarında gen alışverişi yapan ırklar arasında yapılan melezlemelerde zararlı çekinik genlerin bir araya gelerek canlıya zarar verme olasılığı yükselir. Farklı karakterler yönüyle homozigot ırklar arasında çaprazlama yapılarak gen alışverişi sağlanırsa yüksek verimli kuvvetli melezler elde edilebilir. Örneğin küçük ve tatlı erikle büyük ve tatsız eriklerin çaprazlanmasıyla büyük ve tatlı erikler üretilmiştir.

Hayvan ıslahında yararlanılan yöntemlerden biri de **yapay dölleme**dir. Bunun için üstün özellikli hayvanlardan alınan spermler, sperm bankalarında saklanarak uygun zamanda üstün özellikli yumurtaları dölemek için kullanılır. Yapay dölleme ile spermin yumurtayı dölleme şansı daha yüksektir.

Ekonomik değeri yüksek olan sebzeler, meyveler ve süs bitkileri poliploidi yöntemiyle elde edilebilir. Hücrelerdeki kromozom sayısının  $3n$  veya daha fazla olmasına **poliploidi** denir. Poliploidi örneklerine bitkilerde daha sık, hayvanlarda ise ender olarak rastlanır. Poliploit bitkiler, diploit bitkilere göre daha büyük çiçek ve meyvelere sahiptir. Bu özellik onların ticari önemini artırarak tarımsal üretimini cazip hâle getirmektedir. Patates, elma, muz, çekirdeksiz karpuz gibi bitkiler poliploidiye örnektir (Resim 2.15).



Resim 2.15: Çekirdeksiz karpuz

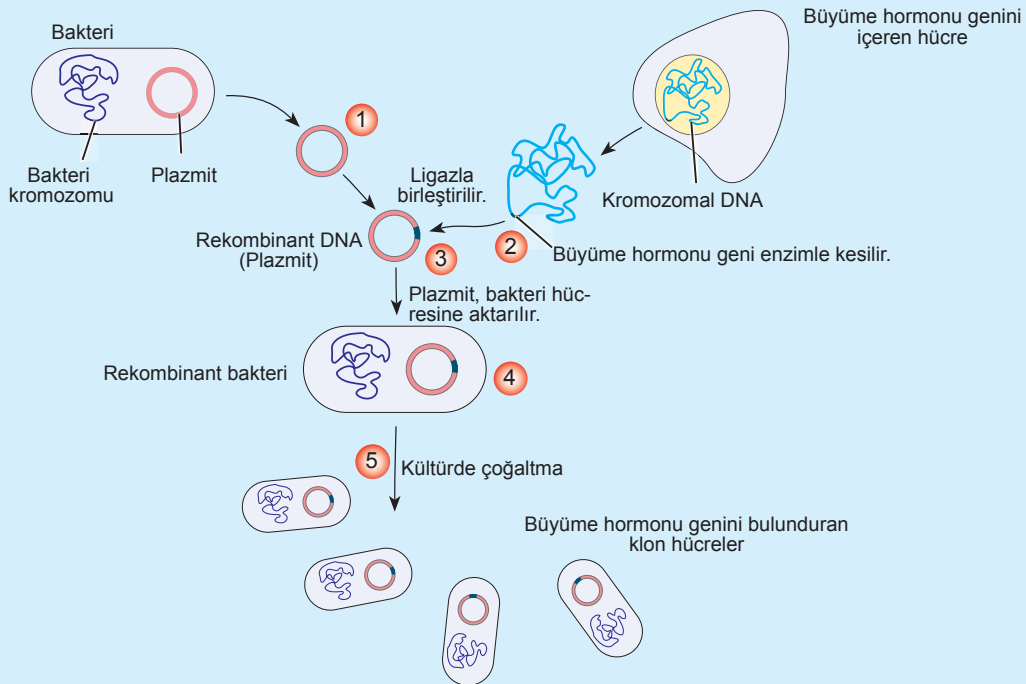
Melezleme, yapay dölleme, poliploidi gibi ıslah çalışmaları biyoteknoloji ve gen mühendisliği kapsamında yapılmaktadır.

**Biyoteknoloji;** Doğa bilimleri yanında çeşitli mühendislik alanlarını da kullanarak bitki, hayvan ve mikroorganizma yapılarını kültür ortamında değiştirip geliştirerek onlardan yeni ürünler elde etmeyi amaçlayan bilim dalıdır.

**Gen mühendisliği;** canlıların kalıtsal özelliklerinin değiştirilerek onlara yeni işlevler kazandırılmasına yönelik araştırmalar yapan bilim dalıdır. Genetik mühendisleri; genlerin yalıtılması, çoğaltılması, farklı canlıların genlerinin birleştirilmesi ya da genlerin bir canlıdan başka bir canlıya aktarılması gibi çalışmalar yapar. Başka bir ifadeyle gen mühendisliği, biyoteknoloji tekniklerinin uygulanmasını içeren çalışmaları kapsar. Gen mühendisliğinin gelişimine katkıda bulunan bilimler genetik, moleküler biyoloji ve mikrobiyolojidir. Mendel'in deneyleri ile başlayan genetik çalışmalar bugün moleküler düzeye kadar ulaşmıştır.

Bilim insanları bir genle ilgili çalışabilmek için o genin üzerinde bulunduğu DNA parçasını kopyalar. Genlerin kopyalarının elde edilmesine **gen klonlaması** denir. Hızlı çoğalmaları, küçük ve basit yapıda olmaları nedeniyle klonlama çalışmalarında bakterilerden yararlanılır.

Genlerin ya da DNA parçalarının klonlanabilmesi için plazmitler kullanılır. **Plazmitler**, bakterilerde kromozom dışında bulunan, kendi kendine bölünebilen küçük halkasal yapıdaki DNA'lardır (Şekil 2.39).



Şekil 2.39: Bakteriyel plazmitlerin gen klonlanması



### Biliyor musunuz?

California Üniversite-sindeki laboratuvarında Hindistan'ın doğusunda yetişen bir pirinç türünden suya dayanıklı gövde oluşumunu sağlayan bir gen ayrıştırılmıştır. Günümüzde kullanılan pirincin su içinde kalma dayanıklılığı iki haftanın altındayken bulunan yeni genin aktarıldığı pirincin suya daha uzun süre dayanıklı olduğu anlaşılmıştır.

Bakteriyel plazmitin gen klonlanmasında takip edilen aşamalar aşağıda verilmiştir:

1. İstenilen genin klonlanması için önce plazmit, bakteriden ayrıştırılır.
2. Klonlanacak geni taşıyan DNA parçası ve plazmit aynı enzimle kesilir.
3. Kesilen plazmit ve klonlanacak genin uçları birbirini tamamlayan nükleotitlerden oluşur. Bu uçlar ligaz enzimi ile birleştirilerek klonlanacak gen plazmite eklenmiş olur. Bu durumda plazmit, farklı kaynaktan gelen iki DNA'nın kombinasyonu olduğu için bir **rekombinant (yeni bileşenli) DNA** molekülüdür.
4. Genetiği değiştirilmiş plazmit, bakteri hücresine tekrar aktarılır.
5. Bakteri, klonunu oluşturmak üzere kültürde çoğaltılır. Plazmite aktarılan gen klonlanmış ve yeni hücrelere de aktarılmış olur. Böylece bir canlıya ait gen, diğer bir canlıya yeni bir metabolik özellik kazandırmak amacıyla kullanılır.

Rekombinant DNA teknolojisinden ilaç üretimi, sanayi, tarım gibi birçok alanda yararlanılmaktadır. Bitki ve hayvanlardaki eksik genlerin meydana getirdiği olumsuzluklar rekombinant canlıların oluşturdukları ürünlerle giderilebilir. Örneğin böbreklerde sentezlenen ve alyuvar üretimini uyaran eritropoietin hormonu rekombinant DNA teknolojisiyle elde edilir ve böbrek hastalarında oluşan kansızlığın tedavisinde kullanılır.

Rekombinant DNA teknolojisiyle oluşturulmuş enzimler; deterjan, şeker ve peynir üretiminde kullanılmaktadır.

### 1. Bitkilerde Klonlama

Bitkilerde rekombinant DNA teknolojisi tarım için oldukça önemli bir gelişmedir. Bu yöntemle bitkinin ürün kalitesi, tohum verimliliği yükseltilir. Aynı zamanda bitkinin böcek ilacına, hastalığa, soğuğa, tuza, kuraklığa vb. karşı direncini artırmak da mümkündür.

Genetiği değiştirilmiş tek bir hücreden verimli bitki türleri elde edilebilir. Oluşan türler sonraki nesillere yeni özelliklerini tohumla taşır. Bitki hücrelerine yeni genlerin aktarılmasında kullanılan



### Biliyor musunuz?

Çok ince iğne yapısına sahip mikroenjeksiyon ile hücre zarı geçilerek doğrudan çekirdeğe rekombinant DNA aktarılması yöntemine **mikroenjeksiyon yöntemi** denir.

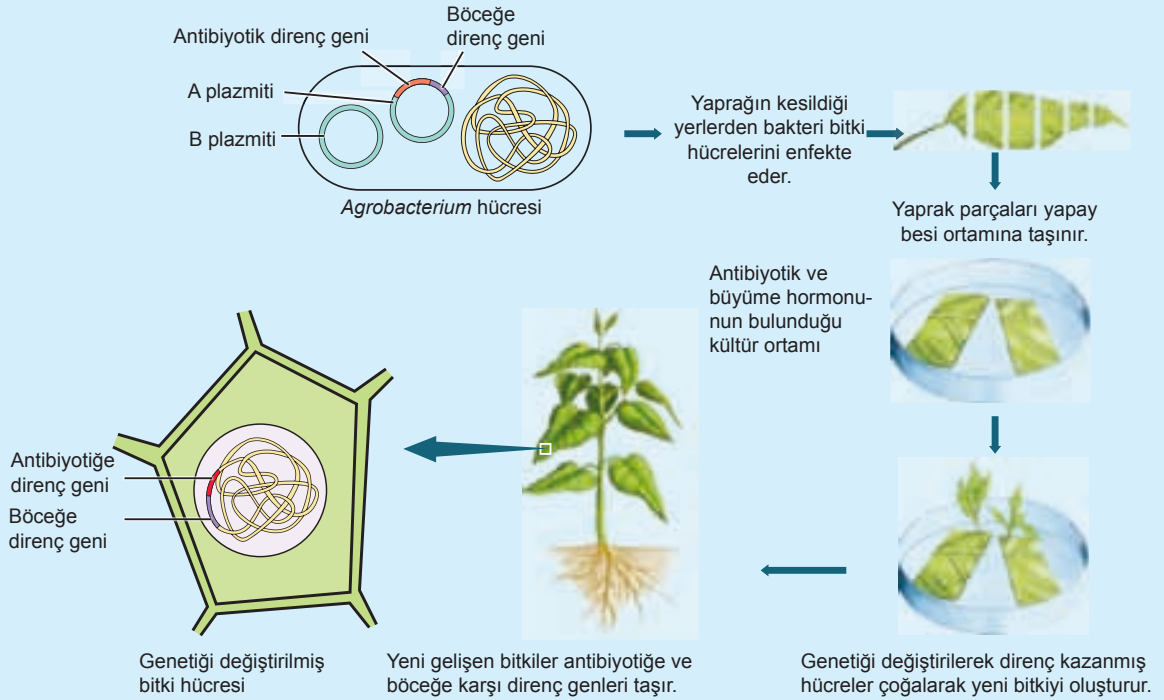
taşıyıcı (vektör), çoğunlukla bir toprak bakterisi olan *Agrobacterium tumefaciens* (Agrobakteriyum tumefasiyens) ten elde edilen ve kendini eşleme özelliğine sahip olan plazmittir. *Agrobacterium* doğal olarak plazmitini bitki hücrelerine aktarabilme özelliğine sahiptir. Bu bakterinin plazmiti konukçu bitki hücresinin çekirdeğindeki DNA'ya katılır. Rekombinant olan bu plazmit bitki hücrelerini enfekte etmekte kullanılır. Sonrasında doku kültürü yöntemi kullanılarak rekombinant DNA taşıyan bitkiler elde edilebilir.

Örneğin *Agrobacterium*'un plazmitlerinden birine (A plazmiti) rekombinant DNA tekniğiyle antibiyotik direnç geni ve böcekler karşı direnç geni aktarılır. Bitki yaprağı kesilerek yaralanma bölgesine *Agrobacterium* bakterisi bulaştırılır (Şekil 2.40). Yaralanan bitki hücrelerinden salgılanan özel bir madde, bakterideki diğer plazmiti (B plazmiti) aktif hâle geçirir. B plazmiti, rekombinant A plazmitin bitki hücrelerine geçmesini sağlar. Böylece istenilen gen bitkilere aktarılmış olur. Genetiği değiştirilmiş bitki hücreleri antibiyotik ve büyüme hormonu içeren kültür ortamına taşınır. Genetiği değiştirilmemiş hücreler antibiyotik sebebiyle ölürken genetiği değiştirilerek direnç kazanmış hücreler çoğalır ve yeni bitkiyi oluşturur. Oluşan yeni bitki hem antibiyotiğe hem de böcekler karşı dirençli olur.



### Biliyor musunuz?

2011 yılında TÜBİTAK Mam-Gen Mühendisliği ve Biyoteknoloji Enstitüsü ile Lalahan Hayvancılık Merkez Araştırma Enstitüsünde iki gen bankası kuruldu. Bu bankalarda 1500 bireye ait DNA hücre, sperm ve embriyo dondurulmuş olarak saklanabilecektir.



Şekil 2.40: Bitkide gen klonlaması

Rekombinant DNA teknolojisi herbisitler (ot öldürücü), bitki virüsleri ve böcek öldürücülere karşı dirençli bitkilerin oluşturulması için de kullanılmıştır (Resim 2.16).

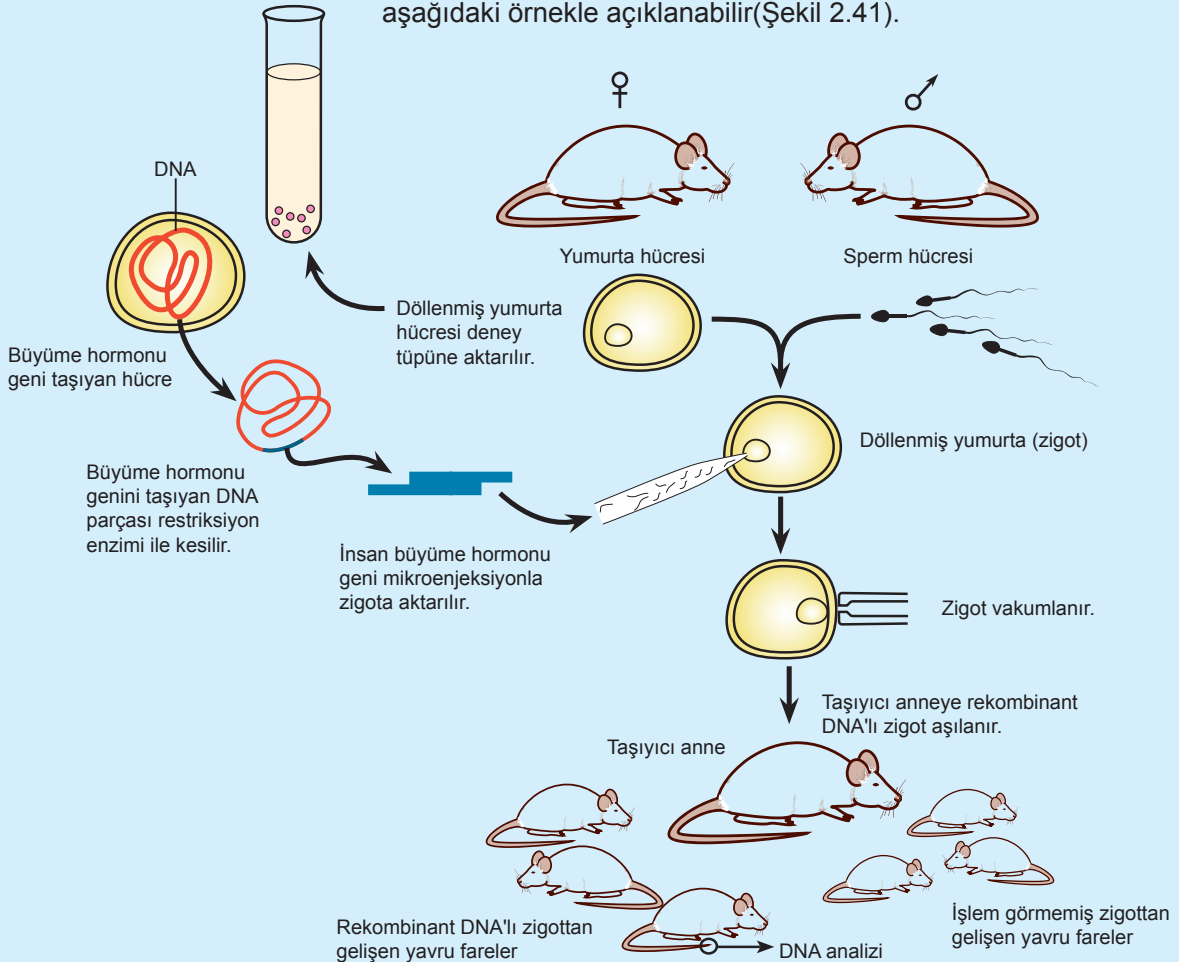


**Resim 2.16:** Domates bitkisinin böcek larvalarına karşı dirençli hâle getirilmesi

Tarımda verim artışını sağlayan rekombinant DNA teknolojisi, aynı zamanda çevreye zarar veren tarım ilaçlarının kullanımı da azaltmaktadır. Sonuç olarak biyoteknoloji, geleneksel yöntemlere göre bitkiye çok daha hızlı şekilde yeni özellikler kazandırmaktadır.

### 2. Hayvanlarda Klonlama

Hayvan hücrelerinde genetik yapının değiştirilmesiyle hayvanlara yeni özellikler kazandırılır. Bir hayvan hücresine rekombinant DNA'nın aktarımı sonucu kalıtsal bir özelliğin değişmesi aşağıdaki örnekle açıklanabilir (Şekil 2.41).



**Şekil 2.41:** Mikroenjeksiyon yöntemiyle farede gen klonlaması

Döllenmiş fare yumurtaları (zigot) dişi farenin döllenme kanından çıkarılarak deney tüpüne aktarılır. İnsanda büyüme hormonu içeren hücrenin genini taşıyan DNA parçası enzimle kesilir. İnsan büyüme hormonu geni taşıyan DNA, mikroenjeksiyon yöntemiyle deney tüpündeki döllenmiş yumurta hücrelerine aktararak rekombinant DNA elde edilir. Böylece fare genomuna yeni bir gen katılmış olur. Yeni özellikteki bu hücreler mikropipetle vakumlanarak taşıyıcı anne farenin döl yatağına aşılanır ve gelişmeye bırakılır. Rekombinant DNA'yı bulunduran yumurtalardan meydana gelen farelerin normal DNA'ya sahip yumurtalardan meydana gelen farelere göre olağanüstü büyüklüğe sahip olduğu görülmüştür. Üç nesil boyunca farelerin kuyruğundan alınan hücrelerin DNA analizi yapılmış ve bu farelerin insan büyüme hormonu geni taşıdıkları görülmüştür.

Gen mühendisliği alanında kök hücreler üzerine de çalışmalar yapılmaktadır. Kök hücreler; kendini yenileme özelliğine sahip, vücut içinde veya laboratuvar ortamında uygun şartlar sağlandığında birçok farklı hücre tipine dönüşebilen farklılaşmamış hücrelerdir. Örneğin kemik iliğindeki kök hücreler kan hücrelerinin tüm çeşitlerine dönüşebilir.

Yetişkin kök hücreleri, kordon kanından elde edilen kök hücreler ve embriyonik kök hücreler günümüzde bilinen üç temel kök hücre kaynağıdır.

Yetişkin kök hücreleri, vücutta birçok doku ve organda bulunur. Bulundukları bölgedeki hücrelerin hasar görmesi durumunda çoğalarak hasarlı kısmın onarılmasını sağlar.

Embriyonik kök hücreler, erken gelişim dönemindeki embriyolardan elde edilir. Bu hücreleri kültür ortamında yetiştirmek daha kolaydır. Embriyonik kök hücreler zamana bağlı olmaksızın çoğalır.

Günümüzde kök hücrelerle ilgili çalışmalar en çok kalp kası, karaciğer, sinir, pankreas ve kan hücreleri üzerine yoğunlaşmıştır.

İnsan embriyonik kök hücrelerinin sürekli kendini yenileme ve tüm hücrelere dönüşebilme yetenekleri vardır. Kök hücrelerinin bu özellikleri sayesinde omurilik yaralanmaları, parkinson, enfarktüs, Alzheimer ve diyabet gibi günümüzde tedavisi olmayan veya tedavisi son derece sınırlı olan hastalıklara yakın gelecekte tedavi olanağı sağlanabilecektir.



**Biliyor musunuz?**



2007 yılında İstanbul Üniversitesi Veterinerlik Fakültesinde uzman bir ekip tarafından yürütülen çalışmalarla Türkiye'deki ilk klonlama gerçekleştirildi. Klonlanmış kuzuya "Oyalı" adı verildi.



**Biliyor musunuz?**



2009 yılında TÜBİTAK, İstanbul ve Uludağ Üniversitelerinin iş birliğiyle yürütülen "Anadolu Yerli Sığırlarının Klonlanması Projesi" kapsamında klonlanan buzağıya "Efe" adı verildi.

### B. Gen Mühendisliği ve Biyoteknoloji Uygulamaları

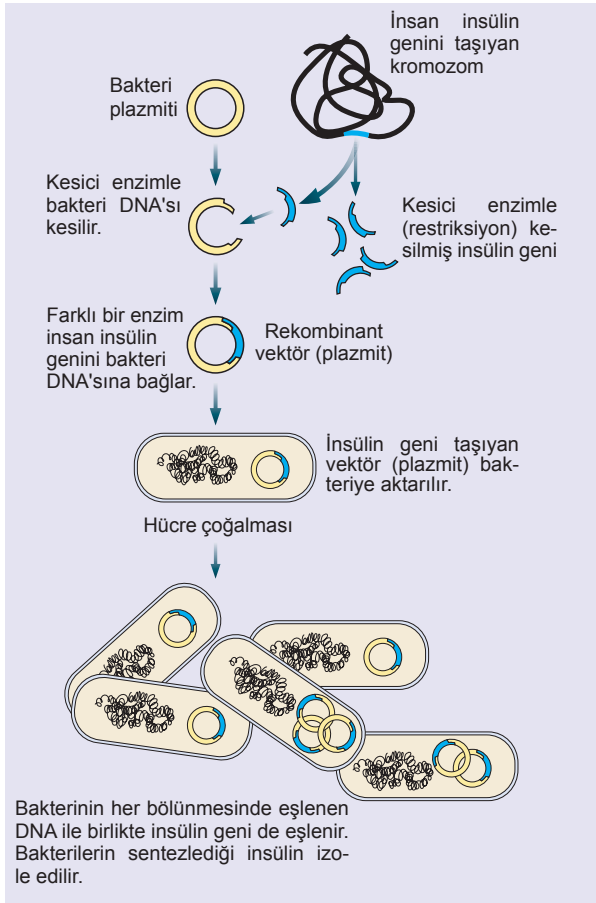
Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji uygulamaları tıp, endüstri, tarım, çevre vb. alanları kapsamaktadır. Dolayısıyla bu çalışmalar yaşamımızı her alanda etkilemektedir.

**Tıp alanındaki uygulamalar:** DNA teknolojisi, tıp ve eczacılık endüstrisine yeniden şekil vermiştir. Modern biyoteknoloji hastalıklara tanı konulmasında ve çeşitli ilaçların geliştirilmesinde tıbbi yönden sayısız katkılar sağlamaktadır. Bu teknoloji ile elde edilen ilk ürün **insülin** hormonudur. 1980'li yıllarda gen mühendisliğinin ürettiği doğal insülin yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bundan önceki yıllarda insülin, domuz ve sığırdan elde ediliyordu; ancak bu yöntem oldukça masraflıydı. Ayrıca hayvanlardaki insülinin kimyasal yapısının insandakinden farklı olması bazı alerjik tepkilere de neden olmaktaydı. Gen mühendisliğiyle elde edilen insülin, kimyasal olarak insan insülininin aynısıdır. Ayrıca bu yöntemle daha ucuz ve çok miktarda insülin üretilir (Şekil 2.42).

İnsülin üretiminde kullanılan bu yöntem daha sonra büyüme ve kalsitonin hormonunun üretimi için de kullanılmıştır.

Hücrelerin virüslere karşı oluşturduğu protein yapısındaki özel savunma maddesi olan **interferon**, önceleri binlerce litre kandan sadece birkaç gram üretilabiliyordu. 1980'li yıllarda izole edilen insan interferon geninin *E.coli* bakterisinin genomuna yerleştirilmesiyle çok daha ucuz ve fazla miktarda interferon üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen interferondan virüs enfeksiyonlarının engellenmesinde yararlanılmaktadır.

**Endüstri alanındaki uygulamalar:** Günlük hayatımızın bir parçası olan bazı endüstriyel ürünlerin yapısında enzimler bulunmaktadır. Bazıları sentetik olarak da üretilen enzimlerin biyoteknolojik yöntemlerle mikroorganizmalar tarafından daha hızlı ve ekonomik üretimi sağlanmaktadır. Enzimler çevre kirliliğinin önlenmesinde; besin, bira, malt üretiminde ve ilaç, deri, deterjan vb. sanayisinde kullanılmaktadır.



**Şekil 2.42:** Gen mühendisliği çalışmalarıyla insülin hormonunun elde edilmesi

**Tarım alanındaki uygulamalar:** Bilim insanları, tarımsal yönden önemli bitkilerin ve hayvanların genomları hakkında daha fazla bilgi edinebilmek için çalışmalar yapmaktadır. Günümüzde çiftlik hayvanlarının tedavisinde kullanılan aşılar, büyüme hormonları, tıp ve eczacılıkta kullanılan proteinler DNA teknolojisi ile üretilmektedir.

Tarımda en önemli sorunlardan biri ürünlere zarar veren böceklerdir. Böceklerle mücadelede en yaygın yöntem böcek öldürücü kimyasalların kullanımıdır. Ancak uzun süre kullanılan böcek öldürücüler doğal dengeyi bozmaktadır. Bu nedenle gen mühendisliği yoluyla mücadele yöntemleri önem kazanmaktadır. Örneğin bir bakteri türünden elde edilen toksin, 48 saat içinde böcek larvalarını öldürmektedir. Böcek larvalarını öldüren toksini şifreleyen gen, bakteri plazmitine aktarılır. Bu bakterilerin bulaştığı domates, tütün ve pamuk gibi bitkiler, böceklere karşı direnç kazanır. Dirençli bitkilerin üretimi sonucu kimyasal böcek öldürücülerin kullanımı azalmaktadır.

Gen mühendisliği sadece tarımsal mücadeleye yönelik değildir. Bitkiler üzerinde verimi artırıcı çalışmalar da yapmaktadır. Örneğin yoncaya, amino asit sentezine yardımcı olan bir gen aktararak bitkinin protein değeri yükseltilmiştir.

Gen mühendisleri bazı bitkileri köklerinden daha fazla sitrik asit salgılayacak şekilde genetik olarak değiştirmeyi başarmışlardır. Kazandırılan bu yeni özellik bitkinin topraktaki fosfatı daha fazla emmesini sağlamış, ayrıca zararlı alüminyum iyonlarına karşı bitkiyi daha dayanıklı kılarak verimi artırmıştır.

**Çevre alanındaki uygulamalar:** Gen mühendisleri çevreyle ilgili sorunların çözümü için oldukça yoğun çalışmalar içerisinde. Bilim insanları, bazı çevresel problemlerin çözümünde mikroorganizmalara gen aktarılması yöntemini kullanmaktadır. Örneğin pek çok bakteri; bakır, kurşun ve nikel gibi ağır metalleri ortamdan alarak bakır sülfat, demir sülfat gibi bileşiklerin yapısına katar. Böylece ağır metaller canlıların tekrar kullanımına hazır hâle getirilir. Gen mühendisliğiyle elde edilen mikroorganizmalar, mineral madenciliğinde ve doğadaki zehirli atıkların temizlenmesinde önemli rol oynar. Lağım sularının arıtıldığı sistemlerde, çok sayıda organik bileşiği parçalayarak zararsız hâle getiren mikroorganizmaların rolü oldukça önemlidir.

### Genom Projesi

Gen mühendisliği uygulamalarının biri de genom projesidir. Gen mühendisleri, bir organizmanın genomundaki tüm genleri sistematik olarak tanımlamak ve haritalamak için projeler geliştirmişlerdir. Bu çalışmalarda özellikle meyve sineği, mısır, fare, bakteri ve mayalar üzerinde yoğunlaşmıştır. Meyve sineği gibi organizmalarda kromozom sayısının az olması ( $2n=8$ ) nedeniyle genlerin kromozomlar üzerinde yerleşimlerinin fiziksel haritaları daha kolay oluşturulmuştur. Yaklaşık 90 yıl önce geliştirilen bu çalışmalar, genetik alanındaki uygulamalara ışık tutmuştur.

Günümüzde prokaryot ve ökaryotlarda yüzlerce genom dizisi saptanmıştır. Binlerce proje üzerinde çalışmalar hâlen devam etmektedir. Genom projelerinin en iyi bilineni ve en büyüğü **İnsan Genom Projesi** (İGP)dir. İGP çalışmaları, insan genomundaki tüm DNA baz dizilimini belirleyerek kalıtsal hastalıklardan sorumlu genlerin tanımlanması ve haritalanması amacıyla 1990 yılında başlatılmıştır.

İnsan genomu 3 milyarın üzerinde nükleotit ve 25-30 bin civarında gen içerir. Kalıtsal hastalıkların kökeninin araştırılması ve bu hastalıkların tedavi edilmesi ancak insan genomunun tamamının deşifre edilmesiyle mümkün olacaktır.

İGP'nin insanlarda yarattığı ahlaki, yasal ve sosyal sorunları ortadan kaldırmak için ELSİ (Ethical Legal and Social Implications) programı başlatılmıştır. Bu şekilde genetik bilginin korunması garanti altına alınmıştır.

### DNA Parmak İzi

Canlılarda genetik bir bozukluğun olup olmadığı ve türler arasındaki farklılıklar DNA parmak izi yöntemiyle belirlenebilmektedir.

Her bireyin DNA dizilimi, tek yumurta ikizleri hariç, kendine özgüdür. DNA parmak izi yöntemi, bir insanın DNA'sını oluşturan baz sırasının diğer insanların DNA baz sıralarından farklı olmasına dayanır.

DNA parmak izi suçluların tespitinde kullanılan yaygın bir yöntemdir. Bu yöntemle olay yerinde bulunan kan, tükürük, kıl ve tırnak gibi canlı kalıntıları kriminal çalışmalarla incelenerek suçlunun bulunması sağlanır. İki kişinin aynı DNA parmak izine sahip olma olasılığı oldukça düşük olduğundan birçok adli vakada bu yöntemden faydalanılır.

DNA parmak izi yöntemi günümüzde göçmen sorunları, safkan köpek ırklarının belirlenmesi, babalık davaları, bitki ve hayvan türlerinin korunması çalışmaları dâhil çok geniş bir uygulama alanına sahiptir.

Gen mühendisliği ve biyoteknolojinin yanı sıra son yıllarda nanoteknoloji alanında araştırmalar yapılmaya ve ürünler oluşturulmaya başlanmıştır.

### **Nanoteknoloji Alanındaki Uygulamalar**

Nanoteknoloji 1-100 nm arasındaki boyutlarda malzemelerin özelliklerini inceleyen, mühendislik, fizik, kimya, biyoloji ve tıp alanlarını kapsayan disiplinler arası bir alandır. Nanoteknoloji ile maddelerin önceden bilinmeyen özellikleri keşfedilmiş, elde edilen bulgular kullanılarak yeni cihaz ve sistemler geliştirilmiştir. Bu cihaz ve sistemlerden hastalıkların tanı ve tedavisinde yararlanılmaktadır.

Nanopartiküller kanserli hücrelerin büyümesini önlemede, nano lifler biyomedikal alanda, tıbbi protezlerde (yapay organlarda ve yapay damarlarda), teletıp malzemelerinde, ilaç transferinde, yara örtü malzemelerinde, tıbbi yüz maskelerinde ve doku iskeletlerinde kullanılmaktadır.

Tarımda kimyasal yolla pestisit aktivitelerinin iyileştirilmesi, besinlerin ve çevrenin kalite kontrolünün yapılması, hücre içi aletler, hücre uyarımı ve tanısı, DNA dizilimi, manipülasyonu ve tanısı, tarımsal aletler, ilaç salınımı, sentetik biyoloji, nano aletler, biyorobotikler ve tedavilerin düzenlenmesi gibi çalışmalar da nanoteknolojik alandaki uygulamalar içerisine girmektedir.

## **C. Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar**

Genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO) gen mühendisliği çalışmalarıyla genomu değiştirilmiş organizmalardır. GDO üretilmesinin amacı dünya nüfusunun beslenmesine ve açlığın önlenmesine yardımcı olmaktadır.

Bilim insanları, DNA teknolojisinin gücünü fark edince bu gücün doğaya ve canlılara zarar vermesi konusunda endişe duymaya başlamışlardır.

GDO'ların üretimi ve kullanımıyla ilgili Birleşmiş Milletler bünyesinde 1992 yılında yapılan Rio Konferansında Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi ile ilgili bir protokolün hazırlanması karara bağlanmıştır. BM Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesine ek Biyogüvenlik Protokolü 2000 yılında ülkelerin imzasına açılmış, Türkiye'de bu

protokol 24 Ocak 2004'te yürürlüğe girmiştir. Ülkemizde biyoteknoloji ile ilgili çalışmaların yasal zemini Mart 2010'da yürürlüğe giren Biyogüvenlik Kanunu ile oluşturulmuştur.

Doğal olmayan, yapay yöntemlerle elde edilen GDO'lu ürünlerin doğaya ve insan sağlığına etkilerinin neler olduğu hâlen araştırılmakta ve tartışılmaktadır. GDO kapsamındaki bitkiler, doğal bitkilerden farklı olarak genomlarında kendi türlerine ait olmayan genleri taşıdıklarından, bu bitkilerin yetiştirildikleri ülkelerde başta sağlık olmak üzere, çevre ve sosyoekonomik yapı üzerinde önemli riskler söz konusu olmaktadır.

GDO'lu ürünleri tüketen insanlarda besin alerjisi oluşması en sık görülen sağlık riskidir. Bu tür gıda maddelerinin etiketlerine gerekli uyarıların yazılması besin alerjisi olan bireyleri koruma açısından oldukça önemlidir.

GDO'lu besinlerin kanserojen etkisinin olabileceği birçok bilim insanı tarafından belirtilmektedir. Ayrıca günümüzde kullanılan biyoteknolojik tekniklerle bitkilere aktarılan genlerin çoğunluğu bakteri ve virüs kökenlidir. Bu genler hastalık yapan bakterilerle birleştiğinde antibiyotikle tedavisi mümkün olmayan hastalıkların ortaya çıkabileceği bilim insanları tarafından tartışma konusudur.

GDO'lu ürünlerin insan sağlığına etkilerinin tam olarak anlaşılması için bilimsel araştırmalar hâlen devam etmektedir.

Genetiği değiştirilmiş ürünlerin patentli olması gerekmektedir. Genetiği değiştirilmiş ürünleri kullanan gıda endüstrileri, tüketicilerin GDO'lu ürünleri satın almamaları endişesiyle çoğu kez gıda etiketleme işine karşı çıkmaktadır. Diğer taraftan gıda alerjisi bulunan insanların bir ürünü satın alırken sağlıklı karar verebilmek için etiket bilgilerine ihtiyaç duyduğu bir gerçektir.

Günümüzde birçok ülke tarım, endüstri ve tıp gibi alanlarda biyoteknolojik ürünlerin ve uygulamaların güvenliğini sağlarken diğer taraftan biyoteknolojinin kullanımını nasıl kolaylaştırabilecekleri konusunda çalışmalar yapmaktadır. Çevre ve sağlık açısından potansiyel tehlikelerle ilgili endişelerin yanında etik endişeler de yeni biyoteknoloji tekniklerinin uygulanmasını yavaşlatabilir. İnsanların biyoteknoloji ile ilgili bilinçli olması, gen mühendisliği konusunda yapılan bilimsel denemelerin sonuçlarını doğru değerlendirebilmek açısından önemlidir. Genetiği değiştirilmiş organizmalar ve diğer gen mühendisliği ürünlerinin insan sağlığı ve çevre için güvenilirliği açısından gerçekleştirilen bilimsel denemeler kamuoyu tarafından doğru değerlendirilmelidir.

## Ç. Atatürk'ün Bilim ve Teknolojiye Verdiği Önem

Gazi Mustafa Kemal Atatürk zaferler kazanmış başarılı bir askerdir. Ülkesini toplumsal, ekonomik, hukuksal alanlarda çok ileriye taşımış; dünyaca tanınmış bir liderdir. Ona bu özellikleri kazandıran karakterinin temelinde akıl ve bilime inanması; bu doğrultuda hareket etmesi yatar.

Atatürk Nutuk'ta Türkiye Cumhuriyeti'nin kurulmasında temel prensip olarak bilim ve tekniğin esas alındığını dile getirmiş ve "Milletimizin siyasi, sosyal hayatında ve fikrî terbiyesinde rehberimiz bilim ve fen olacaktır." demek suretiyle bilim ve teknolojinin önemini vurgulamıştır.

Atatürk bilim ve teknolojinin önemini "Dünyada her şey için, medeniyet için, hayat için, başarı için en gerçek yol gösterici ilimdir, fendir. İlim ve fennin dışında yol gösterici aramak gaflettir, cehalettir, doğru yoldan sapmaktır." sözleri ile vurgulamıştır. Atatürk'e göre bilim ve teknikte ileri olmak toplumsal, ekonomik, kültürel ilerlemelerin de temelini oluşturur. Bütün kalkınma çabaları, bilim ve teknoloji temeline oturtulmalıdır. Bunun için eğitim almış bireyler gereklidir. Cehalet ancak bilimin ışığında gerçekleşen bir eğitimle engellenebilir.

Medeniyet yolunda başarının gelişme ile olacağını ifade eden Atatürk; "Hayat ve geçime egemen olan kuralların zaman ile değişme, gelişme ve yenilenmesi zorunludur. Medeniyetin buluşlarının, tekniğin harikalarının dünyayı değişiklikten değişikliğe uğrattığı bir devirde asırlık köhne zihniyetlerle, geçmişe bağlılık ile varlığın korunması mümkün değildir." demiştir. Atatürk bilim ve teknolojiye verdiği önemi sadece sözde bırakmamış; gerçekleştirdiği faaliyetlere de yansıtmıştır.

Atatürk, yer altı zenginliklerimizi arayıp çıkarmak, bunları daha verimli duruma getirmek ve bu alanda inceleme, araştırma yapmak üzere 1935 yılında Maden Tetkik ve Arama Enstitüsünü (MTA) kurdurmuştur.

Türkiye'de maden, enerji ve bankacılık alanlarında faaliyet gösteren Etibank, 2 Haziran 1935 'te kurulmuştur. Zirai alanda çalışmak üzere teknisyen yetiştirmek ve çeşitli bölgelerin zirai özellikleri hakkında inceleme yapmak amacıyla 30 Ekim 1930'da Yüksek Ziraat Enstitüsü hizmete girmiştir. Bunun yanı sıra Sümerbank, Elektrik İşleri Etüt İdaresi gibi birçok kurum Atatürk döneminde faaliyetine başlamıştır.



## Etkinlik

**Proje adı:** Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar

**Amaç:** Genetiği değiştirilmiş organizmalar ve bunlardan elde edilen ürünlerin biyolojik çeşitlilik ve insan sağlığı üzerindeki olası etkilerini araştırma

| İÇERİK   | SÜRE | ARAÇ VE GEREÇ   |
|--|------|---|
| Genetiği değiştirilmiş organizmaların ve bunlardan elde edilen ürünlerin biyolojik çeşitlilik ve insan sağlığı üzerindeki olası etkileri | 1 ay | <ul style="list-style-type: none"> <li>Yazılı ve görsel yayınlar</li> <li>Biyoteknoloji, GDO ürünleri vb.leri</li> <li>Kitle iletişim araçları</li> </ul> |

### Bu projede sizden;

1. Genetiği değiştirilmiş organizmalara (GDO) ve bunlardan elde edilen ürünlere örnekler vermeniz,
2. GDO ürünlerinin çevreye karşı olumlu ve olumsuz etkilerini açıklamanız,
3. GDO'larla beslenmenin doğrudan ve dolaylı olarak insan sağlığı üzerindeki etkilerine örnekler sunmanız beklenmektedir.

### Proje Hazırlama Süreci

#### Proje konusu, araştırma ve uygulama aşamaları

- Çalışma yapacağınız arkadaşlarınızı bir hafta içinde belirleyerek kendi çalışma grubunuzu oluşturunuz.
- Araştırmanın verimli ve zamanında hazırlanması için aranızda iş bölümü yaparak her bireyin sorumluluklarını belirleyiniz.

#### Sunum

- Çalışmanızı raporlaştırınız. Raporunuzdan yararlanarak sunum materyali (poster, slayt gösterisi vb.) hazırlayınız.
- Sunumunuzu belirtilen sürede yapınız.

#### Değerlendirme

Sayfa 263'te bulunan Proje Değerlendirme Formunu kullanarak değerlendirme yapılacaktır.



## Okuma Metni

### Biyogüvenlik Protokolü

Biyogüvenlik Protokolü'nün temel amacı, insan sağlığı üzerindeki riskler göz önünde bulundurularak biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilmesidir. Bununla birlikte biyoteknoloji kullanılarak elde edilmiş olan genetiği değiştirilmiş organizmaların güvenli nakli, kullanımı ve yeterli koruma düzeyinin sağlanmasını da kapsar.

Biyoteknoloji uygulamalarında, teknolojinin kullanımı çeşitli riskler oluşturduğundan ayrı ayrı önlemler alınması gerekmektedir. Bu nedenle güvenlik önlemleri; laboratuvar ve sera çalışmaları, gıda güvenliği ve çevreye verilen zararlı etkiler bakımından düzenlenmelidir.

Konunun küresel açıdan önemi nedeniyle Birleşmiş Milletler Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi'ne ek Biyogüvenlik Protokolü taraf ülkelerin imzasına açılmıştır (24 Mayıs 2000). Protokolün yürürlüğe girmesiyle biyogüvenlik alanında, küresel düzeyde yaşanan hukuki boşluk doldurulmuştur.

Türkiye'de genetiği değiştirilmiş bitkilerle ilgili mevzuat çalışmaları Tarım ve Köy İşleri Bakanlığınca 31 Mart-1 Nisan 1998 tarihleri arasında başlatıldı. Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğünde yapılan toplantıya ilgili araştırma kuruluşları, genel müdürlükler ve çeşitli üniversitelerden araştırmacı ve uzmanlar katılmıştır. Belirlenen ana esaslar çerçevesinde teknik uygulamalara temel teşkil edecek görüş ve raporlar oluşturulmuştur. Bu kapsamda konu;

- Genetiği Değiştirilmiş Kültür Bitkilerinin Alan Denemeleri,
- Genetiği Değiştirilmiş Kültür Bitkilerinin Tescili,
- Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Üretilmesi, Pazara Sürülmesi ve Gıda Olarak Kullanımı olmak üzere üç başlıkta ele alınmıştır.

Yapılan çalışmalar çerçevesinde genetiği değiştirilmiş organizmaların üretim amacıyla ülkemize girişi resmi yollardan önlenmiş durumdadır. Mısır ve altın pirinç gibi genetiği değiştirilmiş tarım ürünlerinin Türkiye'ye ithal edilmesinden önce alan denemesine alınması zorunlu hâle getirilmiştir. Ancak genetik yapısı değiştirilmiş her tohumun alan denemesine alınması söz konusu değildir. Bir ürünün alan denemesine alınabilmesi için, genetik yapısı değiştirilmiş tohumun geliştirildiği ve biyogüvenlik düzenlemeleri olan ülkelerde kayıtlı olması ve beş yıldır üretilip tüketiliyor olması şartı aranmaktadır. Böylece hiç denenmemiş, risk değerlendirmesi daha önce yapılmamış olan genetiği değiştirilmiş bir organizmanın Türkiye'de denenmesi önlenmektedir.

Son olarak 26.10.2009 tarih, 27388 sayılı Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığınca hazırlanan gıda ve yem amaçlı genetik yapısı değiştirilmiş organizmalar ve ürünlerinin ithalatı, işlenmesi, ihracatı, kontrol ve denetimine dair yönetmelik yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik hükümlerine aykırı olan GDO'lu gıda ve yemlerin işleme ve tüketim amacıyla ithali, piyasaya sürülmesi, tescili, ihracatı ve transit geçişleri yasaklanmıştır.

[www.tafmed.org](http://www.tafmed.org)

26.10.2009 tarih ve 27388 sayılı Resmi Gazete



## Bölüm Sonu Değerlendirme

### A. Aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

1. Biyolojik ıslah çalışmalarında kullanılan yöntemler nelerdir? Örnek vererek açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

2. İnsan Genom Projesi'nin amacı nedir?

.....

.....

.....

.....

.....

3. Yapay döllemenin hayvan ıslahındaki önemi nedir?

.....

.....

.....

.....

.....

4. Bitkilerde gen klonlamasının tarım alanında sağladığı yararlar nelerdir?

.....

.....

.....

.....

.....

5. Atatürk'ün bilim ve teknolojinin gelişmesi için açılmasına öncülük ettiği kurumların biyoloji alanındaki çalışmalara nasıl bir katkısı olmuştur? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....



## Ünite Sonu Değerlendirme

### A. Aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

1. DNA nükleotitleri ile RNA nükleotitleri arasındaki farklar nelerdir?

.....

.....

.....

.....

2. DNA kendini ne zaman ve niçin eşler?

.....

.....

.....

.....

3. DNA'da meydana gelen gen mutasyonunun organizmaya etkisi nedir? Bir örnekle açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

4. İnsanda kromozom sayısında artışla ortaya çıkan genetik bozukluklar nasıl oluşur? Bir örnekle açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

5. Bir ailede renk körü kız ve sağlam erkek çocuklar varsa anne babanın renk körlüğü bakımından genotipleri nedir?

.....

.....

.....

.....

6. Bir ailedeki çocuklardan yalnız erkekler hemofili, dişiler sağlam ise anne babanın genotipleri nedir?

.....

.....

.....

.....

7. A kan grubundan bir anne ile B kan grubundan bir babanın O kan grubundan bir çocukları doğmuşsa anne babanın genotipleri nedir?

.....

.....

.....

.....

**B. Aşağıdaki cümlelerde noktalı yerleri verilen ifadelerle (timin, gonozomlar, kodon, 45+XY, guanin, tRNA, adenin, RNA, urasil, genetik şifre, sitozin, rRNA, protein, 45+XX, otozomlar) tamamlayınız.**

1. Hücrede kalıtım materyali olarak DNA ve ..... bulunur.

2. RNA'nın yapısında adenin, urasil, guanin, sitozin bazları; DNA'nın yapısında ise ....., ....., ..... ve ..... bazları yer alır. RNA'nın mRNA, ..... ve ..... çeşitleri vardır.

3. DNA zincirinde art arda dizilen ve belli bir anlam ifade eden üçlü nükleotit dizisine ..... denir.

4. Klinefelter ve Turner sendromu ..... ayrılmama olayı ile gerçekleşirken Down sendromu ..... ayrılmama olayı ile ortaya çıkar.

5. Down sendromunda dişilerin kromozom formülü .....; erkeklerin kromozom formülü de .....dir.

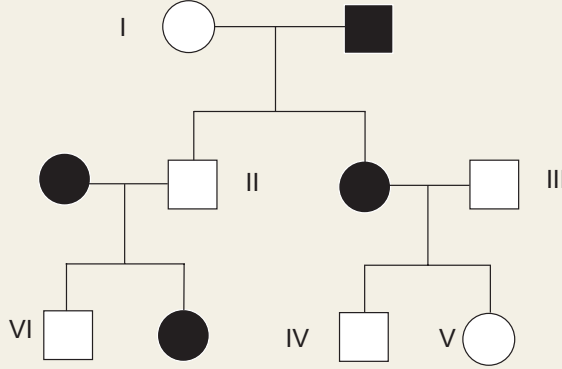
**C. Aşağıdaki cümleleri okuyunuz. Verilen bilgiler yanlışsa doğrusunu karşısındaki kutucuğa yazınız.**

- |     |  |            |  |
|-----|--|------------|--|
| 1.  | DNA'nın kendini eşlemesi sırasında ortaya çıkan hatalar mutasyona sebep olur.                            | (D)<br>(Y) |  |
| 2.  | Eş baskınlık fenotipte ayırt edilebilir.   | (D)<br>(Y) |  |
| 3.  | Bir DNA'da iki nükleotit zinciri birbirinin aynıdır.   | (D)<br>(Y) |  |
| 4.  | Böcek zararlılarına karşı dayanıklı bitkilerin üretilmesi genetik ıslah çalışmalarının sonucudur.        | (D)<br>(Y) |  |
| 5.  | Poliploit bitkiler diploit bitkilere göre daha büyük çiçek ve meyvelere sahiptir.                        | (D)<br>(Y) |  |
| 6.  | Rekombinant DNA teknolojisinden elde edilen ürünler %100 güvenilirdir.                                   | (D)<br>(Y) |  |
| 7.  | Baskın fenotipli bir bireyin genotipini öğrenmek için kontrol çaprazlaması yapılır.                      | (D)<br>(Y) |  |
| 8.  | Transkripsiyon ökaryotlarda hücrenin çekirdeğinde gerçekleşir.   | (D)<br>(Y) |  |
| 9.  | DNA molekülünde bir protein sentezi için şifrelenmiş bilgilerin mRNA'ya aktarılmasına translasyon denir. | (D)<br>(Y) |  |
| 10. | Canlıların sahip olduğu genlerin tümüne genotip denir.   | (D)<br>(Y) |  |

### Ç. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları yanıtlayınız.

1. Aşağıda verilen soy ağacı bir çekinik özelliğin kalıtımını göstermektedir. Bu soy ağacında hangi numara ile gösterilen bireylerin genotiplerinin heterozigot (melez) olduğu ile ilgili kesin yargıya varılabilir?

Not: Genler otozomal kromozomlar üzerindedir. Siyah renkle gösterilen bireylerde bu özellik görülmektedir.



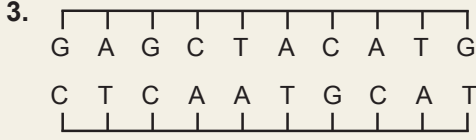
- A) I ve II
- B) I, II ve III
- C) II, III ve IV
- D) I, II, IV ve V
- E) I, II, IV, V ve VI

2. 0 kan grubuna sahip bir anne ile AB kan grubuna sahip bir babanın bebeği doğum sırasında başka bebeklerle karıştırılıyor. Aşağıda karıştırıldığı düşünülen dört bebeğin kan grupları verilmiştir.

1. bebek: A kan grubu
2. bebek: B kan grubu
3. bebek: AB kan grubu
4. bebek: 0 kan grubu

**Bu bebeklerden hangileri bu ailenin bebeği olabilir?**

- A) 1 ve 2. bebek
- B) 1 ve 3. bebek
- C) 2 ve 4. bebek
- D) 3 ve 4. bebek
- E) 1, 3 ve 4. bebek



Nükleotit dizilimi yukarıdaki gibi olan bir DNA molekülünde kaç tane mutasyon meydana gelmiştir?

- A) 2
- B) 3
- C) 4
- D) 5
- E) 6

4. Bir DNA molekülünde 4800 nükleotit bulunmaktadır. Bu nükleotitlerden 850 tanesi guanin nükleotidi olduğuna göre bu DNA molekülündeki timin nükleotidinin sayısı kaçtır?

- A) 850
- B) 900
- C) 1500
- D) 1550
- E) 3100

5. I. Kromozom  
II. Gen  
III. Kodon

Yukarıda verilen yapılardaki nükleotit sayısı çoktan aza doğru sıralandığında hangi sıralama doğrudur?

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

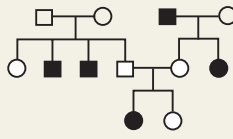
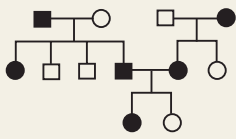
6. Genotipi AaBbdd olan bir canlının fenotipi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) ABD
- B) abd
- C) aBd
- D) aBD
- E) ABd

7.

L özelliğinin kalıtımı

M özelliğinin kalıtımı



- : Fenotipinde özelliği gösteren erkek birey
- : Fenotipinde özelliği göstermeyen erkek birey

- : Fenotipinde özelliği gösteren dişi birey
- : Fenotipinde özelliği göstermeyen dişi birey

Yukarıdaki soy ağaçlarında L ve M özelliklerinin kalıtımı gösterilmiştir.

**Bu özelliklerin kalıtım tipleri aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?**

L özelliği

M özelliği

- A) otozomal- baskın
- B) otozomal- baskın
- C) otozomal- çekinik
- D) gonozomal-baskın
- E) gonozomal-çekinik

- otozomal-çekinik
- gonozomal-baskın
- otozomal- baskın
- gonozomal-çekinik
- gonozomal-baskın

ÖSS 2009 Fen-2

8. I. Amino asit çeşidi  
II. Peptit bağı sayısı  
III. Amino asitleri taşıyacak tRNA çeşidi  
IV. Açığa çıkacak su molekülü sayısı

**Guanin ve sitozin arasında 900 hidrojen bağı bulunan 1600 nükleotitli bir gene göre sentezlenecek protein için, yukarıda verilenlerden hangileri hesaplanabilir?**

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

**9. Bir DNA molekülünde tamamlayıcı zincirdeki nükleotit dizilimi CTA'dır. Bu bilgiye göre protein sentezinde görev yapacak taşıyıcı RNA'nın antikodonu nasıl olmalıdır?**

- A) CTA
- B) GAU
- C) UAG
- D) CUA
- E) GAT

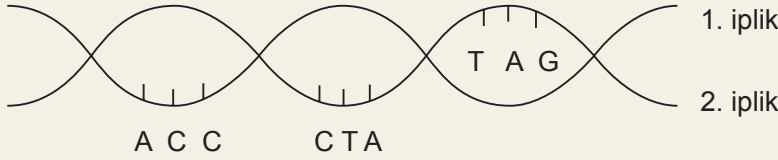
**10. Nükleik asitlere ait bazı özellikler aşağıda verilmiştir.**

- I. Yapısında adenin bazı bulunur.
- II. Protein sentezi için genetik şifreyi alır.
- III. Yapısında deoksiriboz şekeri bulunur.
- IV. Hücre bölüneceği zaman kendini eşler.

**DNA ve RNA'ya ait özellikler hangi seçenekte doğru olarak verilmiştir?**

| DNA           | RNA         |
|---------------|-------------|
| A) I, III, IV | I, II       |
| B) II, III    | II, III, IV |
| C) II, IV     | I, III      |
| D) III, IV    | II, III     |
| E) I, II, III | I, IV       |

**11.**

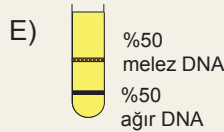
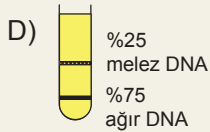
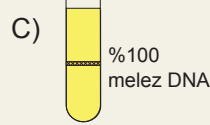
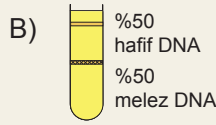
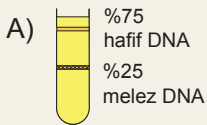


Yukarıdaki şekilde protein sentezi sırasında görev yapan DNA molekülü verilmiştir.

**Buna göre, 1. iplikten sentezlenen mRNA'daki sitozin sayısı kaçtır?**

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4
- E) 5

**12. Hafif azot ( $^{14}\text{N}$ ) içeren DNA'ya sahip bakteriler, ağır azot ( $^{15}\text{N}$ ) bulunan besi ortamında iki nesil üretilip bakterilerin DNA'ları santrifüj edildiğinde DNA'ların tüpteki sıralaması hangi şekilde doğru verilmiştir?**



13. Annenin AB, babanın 0 kan grubundan olduğu bir ailede 3 çocuk vardır.

**Bu çocukların kan gruplarının fenotipleri aşağıdakilerin hangisinde verilenler gibiyse üçünün de öz kardeş olduğu söylenebilir.**

|    | 1. çocuğun<br>kan grubu<br>fenotipi | 2. çocuğun<br>kan grubu<br>fenotipi | 3. çocuğun<br>kan grubu<br>fenotipi |
|----|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| A) | B                                   | A                                   | A                                   |
| B) | AB                                  | 0                                   | AB                                  |
| C) | A                                   | 0                                   | B                                   |
| D) | B                                   | AB                                  | B                                   |
| E) | B                                   | A                                   | AB                                  |

2007 ÖSS Fen-2

14. Aynı türden kırmızı çiçekli iki bitki arasında yapılan birinci çaprazlama sonucunda 3/4'ü kırmızı çiçekli, 1/4'ü beyaz çiçekli olan  $F_1$  dölü elde edilmiştir.  $F_1$  dölünden alınan kırmızı çiçekli iki bitkiyle yapılan ikinci çaprazlamadan elde edilen  $F_2$  dölündeki tüm bitkiler kırmızı çiçekli olmuştur.

**Buna göre;**

- I. Birinci çaprazlamaya alınan bireylerin ikisi de heterozigottur.
- II.  $F_1$  dölündeki bireylerin bir kısmı homozigot, bir kısmı heterozigottur.
- III. İkinci çaprazlamaya alınan bireylerin ikisi de heterozigottur.

**İfadelerinden hangileri kesinlikle doğrudur?**

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

2006-ÖSS Fen-1

15. Himalaya tavşanlarında kuyruk, kulak ve ayak uçları siyah, vücudun diğer kısımları beyaz renklidir. Bir deneyde, bir Himalaya tavşanının sırt bölgesindeki bir alan tıraş edilip bu kısma buz yastığı konmuştur. Bu bölgede yeni çıkan kılların siyah olduğu görülmüştür.

**Deneyin bundan sonraki aşamalarında:**

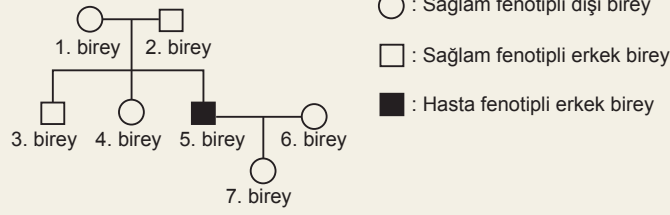
- I. Yukarıda sözü edilen tavşan, sırt bölgesinde çıkan siyah kıllar tıraş edildikten sonra, doğal ortama bırakıldığında bu bölgede tekrar beyaz kılların çıkması
- II. Başka bir tavşanın sırt kılları tıraş edilip bu bölgeye sıcak yastık uygulanması sonucunda bölgede beyaz kılların çıkması
- III. Sırtında siyah bölge oluşturulan başka bir tavşanın doğal üreme ortamında üremesiyle oluşan yavruların kıl renklerinin Himalaya tavşanlarının normal kıl renklerinde olması

**durumunda, bunlardan hangileri modifikasyon kanıtı olarak kullanılabilir?**

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

2006-ÖSS Fen-2

16. Aşağıdaki soy ağacında X'e bağlı çekinik bir özelliğin kalıtımı gösterilmiştir.



Buna göre, soy ağacındaki bireylerden hangilerinin bu özellik bakımından genotipi kesin olarak söylenemez?

- A) 1. ve 3.
- B) 2. ve 4.
- C) 3. ve 4.
- D) 4. ve 6.
- E) 6. ve 7.

2008 ÖSS Fen-2

17. Şeker hastalarında kullanılan insülin hormonu, rekombinant DNA teknolojisiyle *E.coli* bakterilerinde üretilmektedir. Bu işlemin bazı aşamaları aşağıda verilmiştir:

- I. İnsülin geni içeren insan DNA parçasının taşıyıcı DNA (plazmit) ile birleşmesi
- II. *E.coli* plazmit DNA'sının ve insan DNA'sının tümünün saf olarak elde edilmesi
- III. *E.coli* plazmit DNA'sının ve insan DNA'sının insülin genini kodlayan kısmının restriksiyon enzimiyle kesilmesi
- IV. Gen aktarılmış *E.coli* bakterilerinin besiyerinde çoğaltılması
- V. Plazmitin *E.coli* hücrelerine aktarılması

Bu aşamaların doğru sıralanışı aşağıdakilerin hangisinde verilmiştir?

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

ÖSS 2007 Fen-2

18. Sarı ve düzgün tohumlu bir bezelyenin heterozigot olup olmadığını anlamak için aşağıdaki genotiplerden hangisine sahip bir bezelyeyle çaprazlanması gerekir? (sarı tohumlu-S, düzgün tohumlu-D)

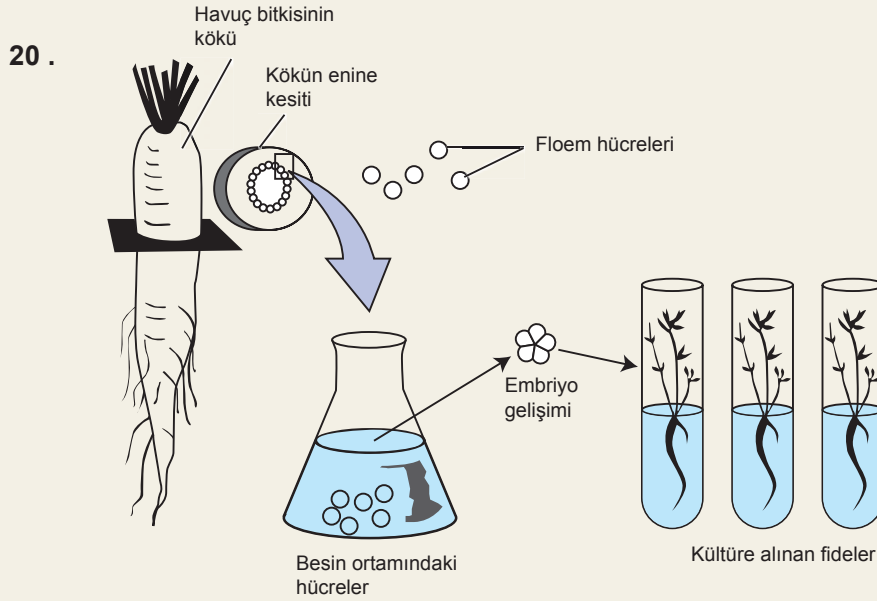
- A)SSDD
- B)SsDd
- C)SSdd
- D) ssDd
- E) ssdd

19. Renk körü bir baba ile renk körü olmayan bir annenin renk körü bir kız çocukları oluyor.  
**Buna göre;**

- I. Kızın baba tarafından dedesi renk köründür.
- II. Kızın anne tarafından dedesi renk köründür.
- III. Anne taşıyıcıdır.
- IV. Babanın annesi renk köründür.
- V. Annenin annesi taşıyıcıdır.

**ifadelerinden hangisi kesin olarak doğrudur?**

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



Bir araştırmada, havuç bitkisinin kökünden alınan floem hücrelerinden her birinin kültür ortamında tam bir bitkiye geliştiği saptanmıştır.

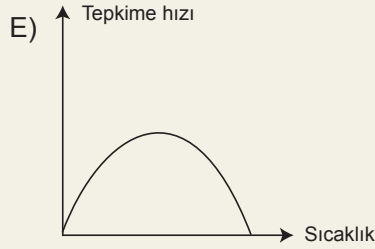
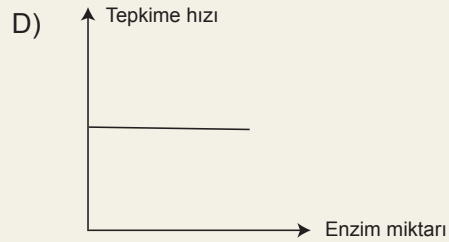
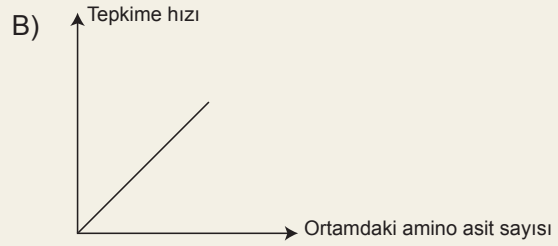
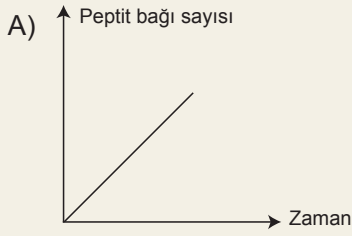
**Bu araştırmaya göre, elde edilen bitkilerle ilgili;**

- I. Hücreleri farklılaşıp özelleştiğinde bazı genlerini yitirmişlerdir.
- II. Hücrelerinin tümü çekirdeklerinde aynı genlere sahiptir.
- III. Atasal bitkiyle özdeş bitkilerdir.

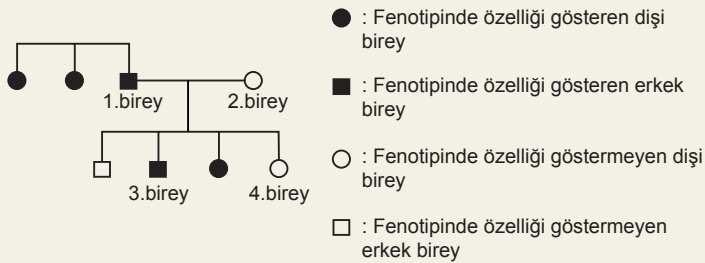
**yargılarından hangileri doğrudur?**

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

21. Aşağıdaki grafiklerde gösterilen olaylardan hangisi protein sentezi sırasında **görülmez**?



22. Bazı bireyleri numaralanmış olan aşağıdaki soyağacı; bir ailedeki bireylerin, X kromozomunda, çekinik bir allelle taşınan bir özellik ile ilgili fenotiplerini göstermektedir.



Buna göre, bu bireylerin genotipleriyle ilgili,

- I. 2. bireyde, özellikle ilgili allellerden biri baskındır.
- II. 3. bireyde, özellikle ilgili allel 1. bireyden geçer.
- III. 4. bireye, 1 ve 2. bireylerden özellikle ilgili farklı alleller geçmiştir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

**D. Aşağıda bulunan Yapılandırılmış Grid (yapılandırılmış kareleme)'deki numaralı kutucuklarda genetikle ilgili çeşitli kavramlar verilmiştir. Kutucuk numaralarını kullanarak aşağıdaki soruları yanıtlayınız.**

|                             |                       |                      |                  |
|-----------------------------|-----------------------|----------------------|------------------|
| 1<br>Yapışık<br>parmaklılık | 2<br>Fenotip          | 3<br>Balık pulluluk  | 4<br>Hemofili    |
| 5<br>Orak hücreli<br>anemi  | 6<br>Klinefelter      | 7<br>Plazmit         | 8<br>Down        |
| 9<br>Renk körlüğü           | 10<br>Kulak kıllılığı | 11<br>Turner         | 12<br>Süper dişi |
| 13<br>Çekinik gen           | 14<br>Ayrılmama       | 15<br>Transkripsiyon | 16<br>Antikodon  |

1. Yukarıdakilerden hangisi homozigot durumdayken etkisini fenotipte gösterir?
2. Yukarıdakilerden hangisi otozomda ayrılmama sonucu görülür?
3. Yukarıdakilerden hangisi kromozom sayısının değişmesine neden olur?
4. Yukarıdakilerden hangisi canlının dış görünüşüdür?
5. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri X kromozomu ile kalıtılır?
6. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri gonozomlarda ayrılmama sonucu görülür?
7. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri Y kromozomu ile taşınan kalıtsal hastalıktır?
8. Yukarıdakilerden hangisi kodona uyan tRNA bölümüdür?
9. Yukarıdakilerden hangisi DNA'dan mRNA'nın sentezlenmesidir?
10. Yukarıdakilerden hangisi gen klonlamasında kullanılan halkasal yapıda DNA parçasıdır?
11. Yukarıdakilerden hangisi gen mutasyonu sonucu görülür?

**E. Kelime ilişkilendirme**

Aşağıda sizlere bir anahtar kavram verilmiştir. Bu kavramın çağrıştırdığı sözcükleri 45 saniye içinde ilgili sütuna yazınız. Anahtar kavram ve çağrıştırdığı sözcükleri kullanarak anlamlı cümleler kurunuz.

|          |  |
|----------|--|
| Kromozom |  |
| Kromozom |  |
| Kromozom |  |
| Kromozom |  |
| Kromozom |  |
| Kromozom |  |
| Kromozom |  |
| Kromozom |  |
| Kromozom |  |
| Kromozom |  |

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



# 3. Ünite

## Komünite ve Popülasyon Ekolojisi

### I. Komünite Ekolojisi

### II. Popülasyon Ekolojisi

### III. Biyomlar

Yaşam süresi yaklaşık 12 yıl olan alageyik (*Dama dama*) Anadolu'ya özgü bir hayvan türüdür. Alageyik yavruları ilkbaharda doğar ve bu sayede taze otlarla beslenme olanağı bulur. Çok hızlı hareket edebilen, metrelerce yüksek çitlerden sıçrayabilen bu hayvanlar, yazın beyaz lekelerle süslü açık sarımsı; kışın ise grimsi renktedir. Doğada orman biyomu içinde küçük sürüler hâlinde yaşayan alageyikler park ve koruma alanlarında da daha büyük sürüler hâlinde yaşayabilir.

Bu ünite de alageyik vb. canlıların içinde yer aldığı biyomları, komünite ve popülasyon ekolojisini öğreneceksiniz.

# I. Bölüm

## Komünite Ekolojisi



- A. Komünitenin Yapısı ve Komüniteye Etki Eden Faktörler
- B. Komünitelerde Rekabet ve Av-Avcı İlişkisi
- C. Komünitede Simbiyotik İlişkiler
- Ç. Süksesyon

Ormanlık alanda ya da parkta yapacağınız bir yürüyüş sırasında etrafı gözlemlemeye çalışın. Ağaçları, kuşları, böcekleri, örümcekleri, ağaçların gölgesinde gelişen çeşitli otları vb. canlıları görebilirsiniz. Gördüğünüz bu canlılar birbirleri ve çevreleriyle sürekli etkileşim içerisinde.

Bu bölümde organizmalar arasındaki farklı etkileşimleri inceleyerek komünitenin yapısını, komüniteye etki eden faktörleri, komünitede tür içi ve türler arası rekabeti, türler arası simbiyotik ilişkileri, komünitelerdeki birincil ve ikincil süksesyonu öğreneceksiniz.

### A. Komünitenin Yapısı ve Komüniteye Etki Eden Faktörler

Belirli bir alanda yaşayan ve farklı türlere ait popülasyonlardan oluşan canlılar topluluğuna **komünite** denir. Komünitede aynı yaşam ortamını paylaşan türler bir arada bulunur. Bir komünite içerisinde başka komüniteler de bulunabilir. Örneğin bir ormanda bulunan bütün mikroorganizmalar, bitkiler ve hayvanlar bir komüniteyi oluşturur. Ayrıca bir hayvanın sindirim boşluğunda bulunan çeşitli mikroorganizmalar da komünite olarak kabul edilir.

Bir komünitenin bulunduğu ortamdaki çevresel koşullar komünitedeki türlerin çeşitliliğini ve dağılımını etkiler. Komünitelerin tipi ve büyüklüğü, komüniteyi oluşturan canlı türlerinin çeşitliliği ve çevre şartlarının organizmalar üzerindeki etkilerine bağlıdır (Resim 3.1). Örneğin sıcaklık, nem, yağış, besin vb. faktörler tür çeşitliliğini dolayısıyla komünite tipini ve büyüklüğünü etkiler. Ekvator'dan kutuplara, ovalardan dağlara doğru değişik tip ve büyüklükte komünitelere rastlanır. Komüniteler, tür çeşitliliği bakımından farklılık gösterir. En az tür çeşitliliği kutup bölgelerindeki komünitelerde görülürken orta enlemlere doğru gidildikçe çeşitlilik artar ve tropikal bölgelerdeki komünitelerde tür çeşitliliği en yüksek düzeye ulaşır. Enlemlerdeki tür çeşitliliği daha çok iklimsel nedenlere bağlıdır. Komünitenin coğrafik büyüklüğü de tür zenginliğini etkileyen bir diğer etkidir.



**Resim 3.1:** Canlı türlerinin çeşitliliği komünitelerin tipini belirler.

Günümüzde çevre kirliliğinin artışı komüniteleri olumsuz yönde etkilemekte ve komünitelerin yapısında bozulmaya neden olmaktadır. Çeşitli komüniteler üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda kirlilik derecesi arttıkça komünitelerdeki çeşitliliğinin azaldığı görülmüştür. Komünitenin yer aldığı cansız ortamdaki değişimler komünitedeki canlıları etkilemektedir. Bir komüniteyi oluşturan canlı türleri de çeşitli şekillerde birbirlerini etkiler. Komünitede bulunan popülasyonlar arasında rekabet av-avcı ilişkisi simbiyotik yaşam gibi çeşitli etkileşimler görülebilir.

#### B. Komünitelerde Rekabet ve Av-Avcı İlişkisi

Komüniteler belirli alanda yaşayan ve belirli sayıda organizmayı barındıran birimlerdir. Belirli bir ortama çok sayıda canlı yerleşmek istediğinde yaşam alanındaki kaynaklar canlılar için yetersiz kalabilir. Komünitede yaşayan canlılar bu sınırlı kaynakları kullanırken aralarında çeşitli rekabetler doğar. Rekabet farklı türler arasında olduğu gibi aynı türün bireyleri arasında da olabilir. Aynı türe ait bireyler arasındaki rekabete **tür içi rekabet** denir. Belirli bir bölgedeki bir türe ait birey sayısı arttığında bu bireyler arasında besin, ışık vb. faktörler için rekabet başlar. Örneğin bir tarladaki buğdaylar arasında topraktaki besin tuzları ve su bakımından rekabet görülebilir. Bu nedenle bitkiler yakın aralıklarla ekilmişse rekabet fazla, uzak aralıklarla ekilmişse rekabet daha azdır. Rekabetin fazla olduğu durumlarda bitkiler iyi gelişemez. Farklı türlerin bireyleri arasındaki rekabete ise **türler arası rekabet** denir. Buğday tarlasındaki buğdaylar ile ayrık otu arasındaki rekabet, türler arasındaki rekabete örnektir. Komünitelerdeki bir canlının yaşamını sürdürebilmesi için gerçekleştirdiği işlevlerin tümü onun ekolojik **nişini** oluşturur. Aynı komünite içindeki benzer türlerin zamanla ekolojik nişlerinde değişimler ortaya çıkabilir. Bu değişim rekabeti azaltır ve benzer türlerin aynı ortamda birarada yaşamasını sağlar.

1934 yılında Rus ekolog G.F. Gause (G.F.Gaus), *Paramecium aurelia* (Paramecium aurelya) ve *Paramecium caudatum* (Paramecium kaudatum) adı verilen iki protista türü ile yaptığı laboratuvar deneylerinde türler arası rekabetin etkilerini araştırmıştır. Gause, her gün sabit miktarda besin eklediği farklı kültür ortamlarında bu iki protista türünü yetiştirmiş; her iki protista türünün de hızla arttığını, popülasyon büyüklüğü belirli bir düzeye ulaştık-

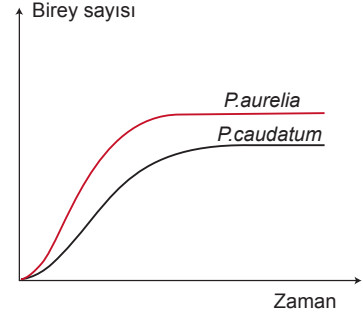
tan sonra birey sayısının aynı düzeyde kalmaya devam ettiğini görmüştür (Grafik 3.1). İki tür birlikte aynı kültür ortamında yetiştirildiğinde *P.aurelia* besin bulmada daha başarılı olmuş, sayısı artmış *P.caudatum* ise tamamen yok olmuştur (Grafik 3.2). Bu çalışmalar sonucunda Gause, iki türün çok benzer olduğu, aynı sınırlı kaynaklar için rekabet ettiği ve birlikte yaşayamayacağı sonucuna ulaşmıştır.

Ekolojik nişleri aynı olan iki tür, komünite içinde bir araya geldiğinde aralarında rekabet başlar ve daha az rekabet gücündeki tür o alanda yok olur ya da türlerden biri doğal seleksiyonla farklı bir kaynağı kullanmak üzere farklı özellikler kazanabilir.

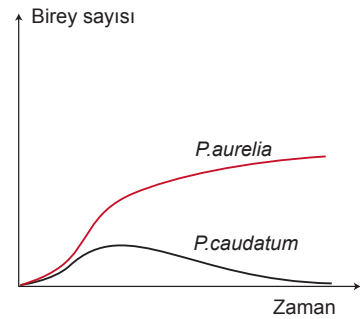
Popülasyonların sağlıklı bir şekilde varlığını sürdürebilmesi, su, besin, ışık, yaşama, çoğalma alanları vb. sınırlı bazı çevresel kaynakların kullanımı ile ilgilidir. Yaşama alanına en iyi uyum sağlayan tür, bu ortamdaki diğer türlerle en iyi rekabet edebilen türdür.

Rekabeti etkileyen önemli faktörlerden biri türlerin gelişme ve olgunlaşma dönemlerinin farklı olmasıdır. Bu dönemler ne kadar farklıysa türler arasındaki rekabet o ölçüde azalır. Türler arası rekabet bitkisel üretim açısından da önemlidir. Örneğin gerek kültür bitkileriyle yabani ot arasındaki rekabet gerekse mısır-soya, mısır-fasulye gibi karışık ekimlerde farklı iki tür arasındaki rekabet birim alandan elde edilecek verimi olumsuz yönde etkileyebilir.

Komünitelerde türler arasında rekabetten başka av-avcı ilişkisi de görülebilir. Hayvan komünitelerinde bireylerin çoğu birbirini yiyerek beslenir. Besin olan hayvana **av**, avla beslenen hayvana ise **avcı** denir. Örneğin vaşak beslenmek için tavşanı avlar. Avlanma sonucunda vaşak popülasyonu artarken tavşan popülasyonu azalır. Belirli bir süre sonra tavşan popülasyonunun azalması nedeniyle vaşaklar besin bulamaz. Besin bulamayan vaşak popülasyonunda ölüm, göç ve rekabet görülür. Bu da vaşakların sayısının azalmasına, tavşan popülasyonunun artmasına neden olur (Grafik 3.3).

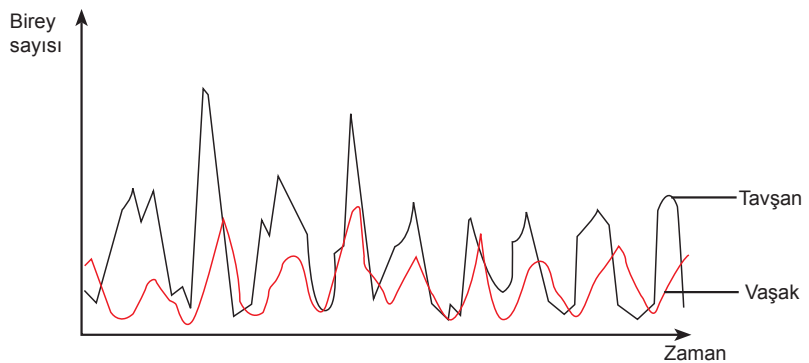


**Grafik 3.1:** Farklı ortamda aynı besinle beslenen *P.aurelia* ve *P. caudatum*'un çoğalma grafiği



**Grafik 3.2:** Aynı ortamda aynı besinle beslenen *P.aurelia* ve *P. caudatum*'un rekabeti sonucu çoğalma grafiği

Birey sayısı



**Grafik 3.3:** Tavşan ve vaşak arasındaki av-avcı ilişkisi grafiği

Öğrendiğiniz bilgilerden yararlanarak aşağıdaki etkinliği yapınız.



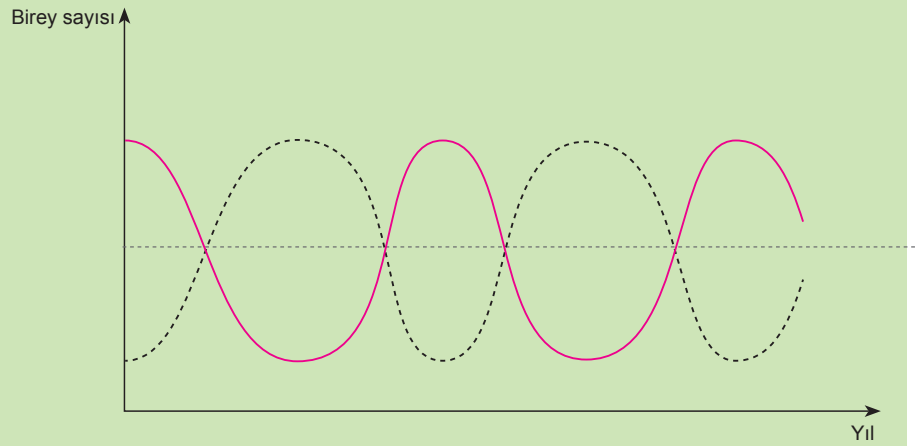
#### Etkinlik

##### Etkinliğin adı: Av-Avcı İlişkisi

**Amaç:** Komünitede yer alan av-avcı popülasyonundaki ilişkileri açıklama

##### Uygulayalım

- Bir komünitedeki av ve avcı popülasyonlarının birey sayısını yıllara bağlı olarak gösteren grafiği inceleyiniz.
- Av ve avcı popülasyonlarında verilen dağılım eğrilerinin aynı zaman aralığında birbirine uzak, yakın ve eşit olma nedenlerini araştırınız.



##### Sonuçlandırılím

1. Grafikte bulunan hangi eğri avı, hangi eğri avcıyı göstermektedir?
2. Avcı popülasyon, bir av popülasyonunun büyüklüğünü nasıl etkiler? Açıklayınız.
3. Avcı popülasyonunun büyüklüğü nelere bağlıdır? Açıklayınız.

## C. Komünitede Simbiyotik İlişkiler

Komünitede farklı türler arasında değişik şekilde etkileşimler olabilir. Türler birbirini olumlu ve olumsuz etkileyebilir ya da birbirinden etkilenmeyebilir. İki farklı türe ait bireyin ya da popülasyonun yarar ve zarar gözetilmeden birlikte yaşamasına **simbiyoz** (birlikte yaşam) denir. Simbiyotik ilişkiler mutualizm, parazitizm, kommensalizm gibi farklı biçimlerde gerçekleşebilir.

### 1. Mutualizm

Mutualizm; iki ya da daha fazla türün karşılıklı yarar sağladıkları bir yaşam şeklidir. Bu birliktelikte çoğu kez birbirinden farklı özellikler gösteren türler bir arada bulunur. Dolayısıyla mutualizm, farklı ihtiyaçları birbirini tamamlayan organizmalar arasında görülür.

Heterotrof ile ototroflar arasındaki mutualizmin en çok bilineni mantar ve su yosunlarının oluşturduğu birliktir. Bu birliğe **liken** denir (Resim 3.2). Heterotrof olan mantar, su yosunlarının fotosentezle ürettiği besin ve oksijeni solunum sırasında kullanır. Ototrof olan su yosunları mantarın solunum ürünü olan karbon dioksit ile suyu fotosentezde kullanarak besin ve oksijen üretir. Görüldüğü gibi mutualist yaşayan organizmalar birbirine muhtaçtır. Biri olmadan diğeri yaşamını sürdüremez. Bu iş birliğinde yaşama şansı artar. Türler arasında zorunlu olmayan mutualizm de görülebilir. Bu durum **gevşek mutualizm** olarak adlandırılır. Filler ile fillerin üzerinde yaşayan parazitleri yiyen kuş türlerinin arasındaki ilişki gevşek mutualizme örnek verilebilir.

### 2. Kommensalizm

Kommensalizmde birlikte yaşayan iki türden biri bu birliktelikten yararlanırken (konuk) diğeri tür (konak) etkilenmez. Örneğin istiridyenin sırt boşluğu içinde çok küçük bir yengeç türü yaşar. Yengeçler konağın yemediği ya da ondan arta kalan yiyeceklerle beslenir ve istiridye sayesinde dış etkenlerden korunur. Yengeç bu birliktelikten yarar sağlarken istiridye zarar ya da yarar görmez.

#### Düşünelim-Araştırım

Geviş getiren hayvanlar ile onların içkembesinde yaşayan yararlı bakteriler arasındaki ilişki hangi yaşama birliğiyle açıklanabilir? Araştırınız. Edindiğiniz bilgileri sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.



**Resim 3.2:** Liken (*Xanthoria parietina*) mutualizme en güzel örnektir.



#### Biliyor musunuz?



Tohumlu bitkiler arasında parazit olarak yaşayan 3000'den fazla bitki türü vardır. Bunların bir kısmı tarım bitkilerine büyük zarar verir. Örneğin cüce ökse otu (*Arceuthobium*) iğne ve yayvan yapraklı ağaç türleri üzerinde yaşayan bir parazittir. Birçok ökse otu türünün aksine cüce ökse otu, gereksinim duyduğu karbonun %60'ından fazlasını, konak ağaçtan aldığı için ağacın şekli bozulur ve ticari kullanım değeri düşer.

### 3. Parazitizm

Parazit yaşamda, organizmalardan biri bu etkileşimden zarar görürken diğeri yarar sağlar. Zarar gören konak, yararlanan ise parazit olarak adlandırılır. Parazit, üzerinde veya içinde yaşadığı konağın besinlerine ortak olarak ona zarar verir. Dolayısıyla konağın hastalanmasına hatta ölmesine neden olur. Parazit canlıların çoğunun tutunma ve duyu organları iyi gelişmiştir. Bu canlılar hızlı ürer; ancak enzim ve sindirim sistemleri iyi gelişmediğinden konağa bağımlı olarak yaşar. Parazitler; bir hücreli, bitkisel ve hayvansal parazitler olmak üzere üç grupta incelenebilir.

**Bir hücreli parazitler:** Bazı bakteriler, amipler ve kamçılılar ile sıtma mikrobu bir hücreli parazitlerdendir.

**Bitkisel parazitler:** Yarı parazit ve tam parazit olmak üzere iki çeşidi vardır. Yarı parazitler, inorganik maddeyi kullanarak kendileri için gerekli olan organik maddeleri sentezler. Yarı parazitlere ökse otu (*Viskum album*) örnek verilebilir (Resim 3.3). Bazı ağaçların gövdesi üzerinde yaşayan ökse otu, üzerinde bulunduğu bitkinin gövdesindeki ksilemden su ve suda bulunan inorganik maddeleri alır. Tam parazitlere örnek olarak canavar otu (*Orobanche*) verilebilir. Yaprakları küçük, ksilemleri zayıf olan bu bitkiler, klorofilleri olmadığı için fotosentez yapamaz. Emec adı verilen emme organlarını üzerinde yaşadığı konağın iletim sistemine kadar uzatarak organik besinleri ve su ihtiyacını konak canlıdan karşılar.



Resim 3.3: Ökse otu yarı parazittir.

**Hayvansal parazitler:** İç parazitler ve dış parazitler olmak üzere ikiye ayrılır:

**a. İç parazitler:** Sindirim sistemi bulunmayan iç parazitler, konağın sindirilmiş besinlerini kullanır. İç parazitlerin hareket, duyu ve sinir sistemleri basit yapıda olmasına karşın üreme sistemleri çok gelişmiştir. Tenya, bağırsak solucanları iç parazit örneklerindendir (Resim 3.4).



Resim 3.4: Tenya iç parazittir.

**b. Dış parazitler:** Üzerine kısa ya da uzun süre tutunarak konağın kanını emen, sindirim sistemi gelişmiş parazitlerdir. Ancak çoğunda sindirim enzimi salgılanmaz. Bit, pire, kene dış parazit örneklerindendir (Resim 3.5).



Resim 3.5: Dış parazit örnekleri; a) Bit, b) Kene

### Ç. Süksesyon

Komünitelerin en önemli özelliklerinden biri de zamana bağlı olarak değişim göstermeleridir. Komünitede canlılar zamanla ölür ve bu canlıların yerlerini yenileri alır. Örneğin bir ormanda kuruyan çamların yerine yeni çamlar, ölen sincapların yerine yeni sincaplar geçer. Ancak baraj yapımı, aşırı otlatma, yoğun ağaç kesimi, büyük yangınlar, toprak kaymaları, kuraklık, sel, küresel ısınma, volkanik patlamalar ya da kasırga gibi nedenlerle komünitenin yapısı bozulabilir. Bozulan komünitenin yeniden oluşumu yavaş gerçekleşir. Önce yeni koşullara uyum gösteren öncü türler ortaya çıkar, zaman içinde bunların yerini diğer türler alır. Bu sıralı değişim komünite eski yapısını alıncaya kadar devam eder. Belirli bir bölgede uzun bir zaman içinde türlerin aşamalı olarak birbirlerinin yerini almalarına **süksesyon** (ardıllık:sıralı değişim) denir.

Komüniteler incelendiğinde her birinin baskın türe göre adlandırıldığını görebilirsiniz. Ülkemizde çok rastlanan köknar, sarı-

çam, sedir ormanı gibi orman komünitelerinde genellikle baskın türler yer alır. Bazen ormandaki bir veya iki tür bütün ormanın görünüşünü etkileyebilir. Böyle etki yapan türe komünitenin **baskın türü** denir.

Süksesyonlar birincil ve ikincil süksesyon olmak üzere iki grupta incelenir.

#### 1. Birincil Süksesyon

Birincil süksesyon, üzerinde canlı bulunmayan bir ortama canlıların yerleşmeye başlamasıyla gerçekleşir. Yer kaymasıyla yeni kayaların toprak üzerine çıkması, dağların ve tepelerin aşınıp ayrışması, yanardağ patlamaları vb. sonucunda yeni alanlar yerleşime açılır. Birincil süksesyonun başlangıcındaki koşullar canlı gelişimine elverişsizdir. Bu nedenle süksesyon yavaş seyreder hatta binlerce yıl sürebilir.

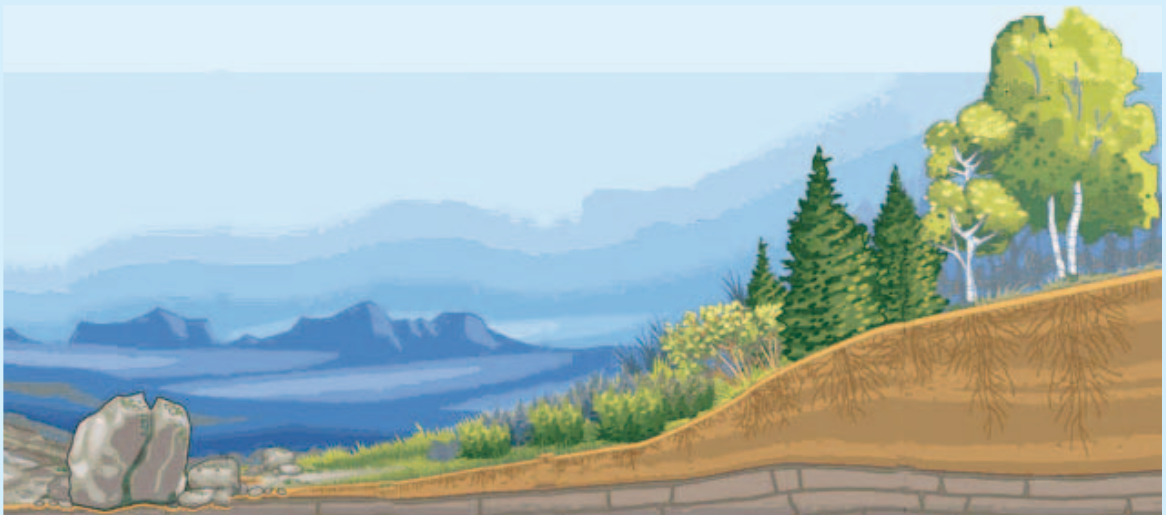
Birincil süksesyonda; liken, yosun, ot, funda, çalı ve ağaç evreleri sıralı bir değişim gösterir (Şekil 3.1).

**Liken evresinde;** hiçbir canlının bulunmadığı kaya, kum, çakıl gibi ortamlarda likenler gelişir. Likenler bu ortamların topraklaşmasını sağlar.

**Yosun evresinde;** likenler rekabeti kaybeder. Yosunlar ortamı nemlendirir. Omurgasızlar buraya yerleştiğinde ölü organizmaların çürümesiyle toprak kalitesi artar.

**Ot evresinde;** ortama yerleşen otsu bitkiler yosunlara karşı rekabeti kazanır. Zamanla hayvan çeşitliliği de artmaya başlar.

**Funda-çalı evresinde;** otsu bitkiler rekabeti kaybeder. Orta-



Şekil 3.1: Birincil süksesyon

ma funda, yaban mersini, böğürtlen gibi çalı toplulukları yerleşir. Hayvanlar aracılığıyla büyük ağaçların tohumları taşınır.

**Ağaç evresi;** funda-çalı evresinin sonuna doğru başlar. Büyük ağaçlar altında çok sayıda hayvan türleri ve küçük bitkiler bulunur. Ortam şartları anormal derecede değişmedikçe dengeli ve olgunluğa erişmiş bir komünite meydana gelir. Buna **klmaks** denir.

## 2. İkincil Süksesyon

İkincil süksesyon daha önce üzerinde bir komünitenin bulunduğu ancak aşırı otlatma, kesim, yangın gibi nedenlerle bozulmuş ortamlarda gerçekleşir. Bu süksesyon doğada daha yaygındır ve ekosistemlerin kısmi olarak zarar görmesinden kaynaklanır. İkincil süksesyonda toprak yapısı bozulmamıştır.

Tarım ve otlatma durduktan sonra terk edilen tarlaların üzerinde gerçekleşen değişimler ikincil süksesyondur. Bu alanlardaki öncü türler, bir yıllık otsu bitkilerdir. Otların yerini kısa sürede bodur, çalimsı bitkiler alır. Çalı evresinin sonuna doğru ortama büyük ağaçlar yerleşmeye başlar. Son evrede orman ağaçları çalıların çoğunun yerini alır (Şekil 3.2).



Bir yıllık otsu bitkiler

Bodur ve çalimsı bitkiler

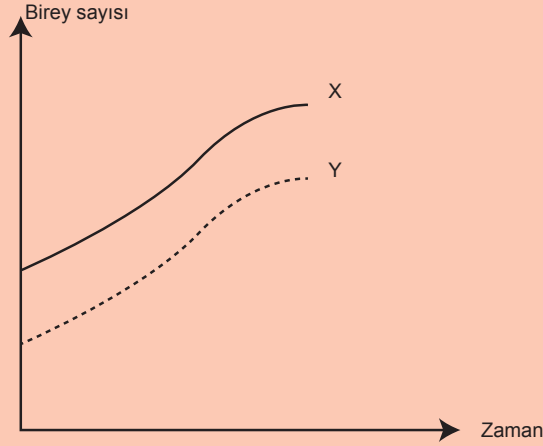
Büyük ağaçlar

Orman ağaçları

**Şekil 3.2:** İkincil süksesyon



## Bölüm Sonu Değerlendirme



1. X ve Y türleri aynı ortamda bulunduğunda birey sayılarındaki zamana bağlı değişim yukarıdaki grafikte verilmiştir. Grafiğe göre X ve Y türleri arasında nasıl bir etkileşim görülmektedir? Açıklayınız.

.....

.....

.....

2. Su yosunları ve mantarlar nasıl bir ortak yaşama sahiptir? Açıklayınız.

.....

.....

.....

3. Birincil ve ikincil süksesyon arasındaki farklar nelerdir? Açıklayınız.

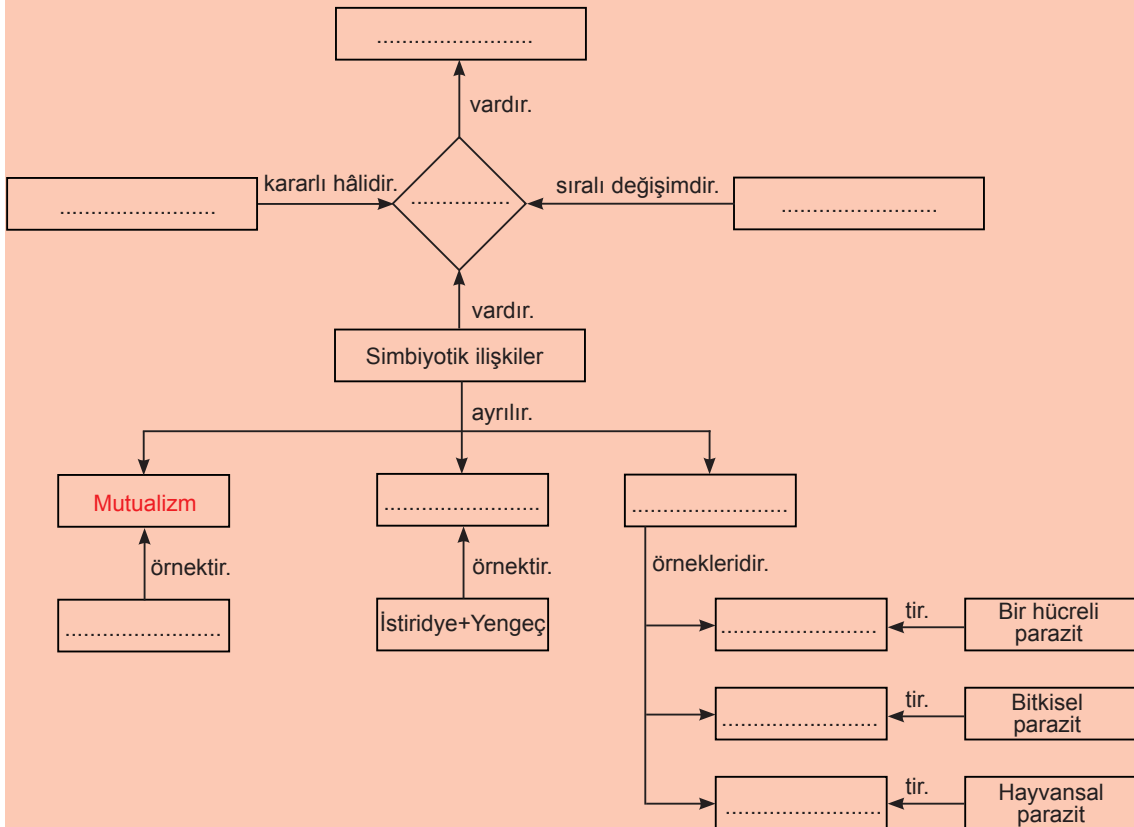
.....

.....

.....

4. Aşağıda yer alan bulmaca içindeki kavramları kullanarak verilen kavram haritasında uygun yerlere yerleştiriniz.

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K | P | A | T | E | B | A | K | E | R | İ | M |
| T | O | N | O | Y | S | E | S | K | Ü | S | Z |
| E | T | M | Z | İ | L | A | U | T | U | M | İ |
| Z | R | E | M | Y | U | L | R | E | S | A | T |
| A | İ | T | P | E | T | Ü | S | N | İ | Y | İ |
| R | B | İ | K | Z | N | R | E | Y | K | A | Z |
| O | M | N | E | T | Ü | S | T | A | P | Z | A |
| A | N | Ü | K | İ | Y | O | A | N | T | E | R |
| R | E | M | E | N | E | K | İ | L | C | B | A |
| A | S | O | K | L | S | E | T | Ü | İ | E | P |
| Z | E | K | L | İ | M | A | K | S | L | Z | İ |
| T | U | T | O | R | A | V | A | N | A | C | M |



# II. Bölüm

## Popülasyon Ekolojisi



*Beyaz ay papatyası (Leucanthemum vulgare)*

A. Popülasyon Dinamiği

B. Popülasyondaki Aşırı Büyümenin Olası Sonuçları

C. Nesli Tehlikede Olan Türler

Bölüm kapağındaki resimde gördüğünüz papatyalar ilkbaharda kırları bembeyaz bir örtüye büründürür. İlkbahar ve yaz mevsiminde doğada bir canlanma görülür. Kuşların, kelebeklerin, sineklerin vb. canlıların çoğaldığını fark ederiz. Doğada hayvan, bitki, mantar ve mikroorganizmaların çoğunda birey sayısı mevsimsel değişikliklere göre artış ya da azalış gösterir. Canlılar, yaşadıkları çevresel faktörlerin etkisi altında kalarak çevreye uyum sağlamaya çalışır, bulundukları ortamda topluluklar oluşturur.

Aynı türe ait, belirli bir alanda yaşayan ve bu alandaki komünitenin bir parçası olarak görev yapan bireyler topluluğuna **popülasyon** denir. 100 m<sup>2</sup> lik bir tarladaki yabani papatyalar (*Matricaria chamomilla*), Karadeniz'deki hamsiler (*Engraulis encrasicolus*), Bozdağ'daki karaçamlar (*Pinus nigra*), bir beher içinde yaşayan bir alg türü *Chlamydomonas reinhardtii* (Kılamidomonas), Beyşehir Gölü'ndeki aynalı sazanlar (*Cyprius carpio*) popülasyon örnekleridir.

Popülasyonun bulunduğu alan, su birikintisi hatta termit (beyaz karınca)in sindirim kanalı kadar küçük olabildiği gibi göl, vadi ya da bir koruluk kadar büyük de olabilir.

Bu bölümde popülasyonun yoğunluğu, büyüklüğü ve taşıma kapasitesi ile nesli tükenen ve tükenme tehlikesi altında olan türleri öğreneceksiniz.

## A. Popülasyon Dinamiği

Popülasyonun yoğunluğu, büyüklüğü, dağılımı ve yaş dağılımı **popülasyon dinamiği**ni meydana getirir. Popülasyon dinamiği popülasyondaki zamana bağlı sayısal değişimleri ve bunların nedenlerini inceler.

### 1. Popülasyon Yoğunluğu

Birim alan ya da hacimdeki birey sayısına **popülasyonun yoğunluğu** denir. Örneğin 1 m<sup>2</sup> alandaki salyangoz (*Helix aspersa*) (Heliks aspersa) sayısı, 1 km<sup>2</sup> alandaki meşe (*Quercus macrolepis*) (Kuerkus makrolepis) sayısı popülasyon yoğunluğunu verir. Popülasyondaki birey, yuva vb. sayısına bakılarak popülasyon yoğunluğu tahmin edilebilir. Ancak bu, her zaman pratik ve sağlıklı bir yöntem değildir. Bunun yerine hayvan popülasyonlarında işaretleme (yakalama-bırakma), örnekleme gibi teknikler kullanılarak daha doğru veriler elde edilebilir.

Doğum ve ölüm oranı, içe ve dışa göçler popülasyon yoğunluğunu etkileyen faktörlerdir. Popülasyona birim zamanda üreme

sonucu katılan birey sayısı **doğum oranını**; popülasyondan birim zamanda ölüm sonucu ayrılan birey sayısı ise **ölüm oranını** belirler. Doğum ve ölüm oranı ölçüldüğünde elde edilen veriler, popülasyonun büyüklüğünün zaman içinde nasıl değişeceğini tahmin etmemizi sağlar.

## 2. Popülasyonun Büyüklüğü

Belirli bir zaman diliminde, popülasyonu oluşturan birey sayısı popülasyonun büyüklüğünü belirler. Uygun çevre koşullarında popülasyon büyüme eğilimindedir ve popülasyondaki birey sayısında hızlı bir artış görülür.

Popülasyona dışarıdan katılan bireyler **içe göçü**, popülasyondan ayrılan bireyler **dışa göçü** oluşturur. Popülasyon alanının büyüklüğü, türün yayılma yeteneği, rüzgâr ve okyanus akıntıları

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{Popülasyon} \\ \text{büyüklüğündeki} \\ \text{değişme} \\ \hline A \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{Doğum ve} \\ \text{içe göç} \\ \hline B \\ \hline \end{array} - \begin{array}{|c|} \hline \text{Ölüm ve} \\ \text{dışa göç} \\ \hline C \\ \hline \end{array}$$

gibi çevresel faktörler göçe neden olur. Popülasyonda meydana gelen göçler markalama teknikleriyle belirlenebilir. Popülasyon büyüklüğündeki değişim yukarıdaki denklemle belirlenir:

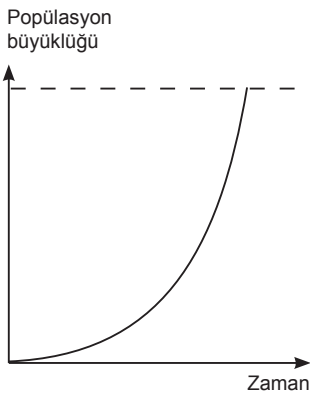
Bir popülasyondaki birey sayısı artmıyor ya da azalmıyorsa ( $A=0$ ) popülasyonun dengede olduğu kabul edilir. Bu popülasyonda doğum ve içe göçler ile ölüm ve dışa göçler birbirini dengeleyecek şekilde devam etmektedir.

Popülasyon büyüklüğünün artması durumunda ( $B>C$ ) ise doğum ve içe göçler, ölüm ve dışa göçlerden daha fazladır.

Popülasyon büyüklüğünün azalması durumunda ( $B<C$ ) ise doğum ve içe göçler, ölüm ve dışa göçlerden daha azdır.

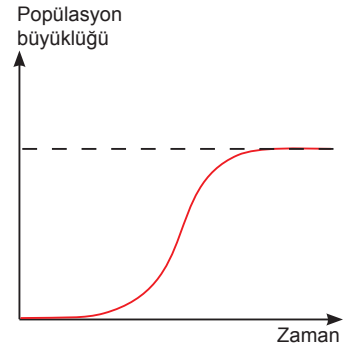
Belirli bir zamanda, belirli çevre koşullarında popülasyonlarda görülen değişimler büyüme eğrileri ile açıklanır.

Yüksek çoğalma potansiyeline sahip bireylerden oluşan popülasyonlarda çevresel sınırlamalar olmadığında birey sayısı geometrik (2,4,8,16,32...) olarak artar. Bu popülasyonun büyüklüğünün zamana bağlı artışı bir grafikte gösterildiğinde "J" şeklinde büyüme eğrisi oluşur (Grafik 3.4). Çevresel sınırlamalar nedeniyle ölüm oranı artıp doğum oranı azalan popülasyonlarda birey sayısı geometrik olarak artmaz. Popülasyon büyüklüğü, o



**Grafik 3.4:** Popülasyonlarda J tipi büyüme eğrisi

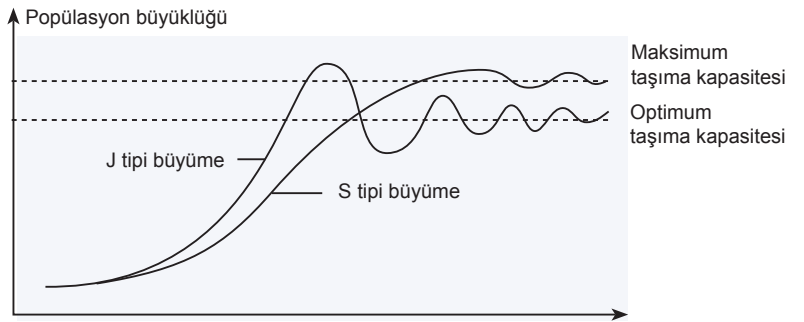
ortamda bulunabilecek en fazla birey sayısının altında olduğunda popülasyondaki büyüme hızı yüksektir. Popülasyonun birey sayısındaki artışa bağlı olarak doğum oranında azalma veya ölüm oranında artma görülür, büyüme yavaşlar ve büyüme eğrisi giderek düzleşir. Doğum ve ölüm oranı eşitlendiğinde popülasyon dengelenir. **Doyma noktasına** ulaşmış bir popülasyon denge hâlinindedir. Bu popülasyonun büyüklüğünün zamana bağlı artışı bir grafikte gösterildiğinde "S" şeklinde büyüme eğrisi oluşur (Grafik 3.5).



**Grafik 3.5:** Popülasyonlarda S tipi büyüme eğrisi

### Taşıma Kapasitesi

Popülasyon büyüklüğü birçok faktörün kontrolü altındadır. Türler arası rekabet, av-avcı ilişkisi, sıcaklık, yağış, ışık, toprak, besin vb. faktörler popülasyonun büyümesini etkiler. Bu nedenle hiçbir popülasyon bulunduğu ortamda sınırsız çoğalamaz. Popülasyonun birey sayısındaki artış bireylerin büyüme, üreme ve beslenme için yeterli kaynak sağlamalarını engeller. Belirli özelliklere sahip bir yaşama ortamında bulunabilecek en fazla birey sayısı, **taşıma kapasitesini** belirler. Örneğin bir kovandaki arı popülasyonu, başlangıçta az sayıda bireyden oluşurken bir süre sonra popülasyondaki birey sayısının arttığı gözlenir. Popülasyondaki arı sayısının kovanda bulunabilecek en yüksek sayıya ulaşmasıyla popülasyon maksimum taşıma kapasitesine ulaşır. Popülasyon taşıma kapasitesine ulaşınca büyüklüğünde inişli çıkışlı dalgalanmalar görülür (Grafik 3.6). Popülasyondaki dengenin sağlanabilmesi için yavru arılardan bir kısmı yaşadıkları kovan dışına toplu olarak göç eder (oğul verme).



**Grafik 3.6:** Popülasyon büyüklüğü dalgalanmalar göstererek dengeye ulaşır.

Bir popülasyondaki toplam birey sayısı, taşıma kapasitesine yaklaştıkça çevre direnci artar. Popülasyonun artışını engelleyen parazitler, iklim koşulları, hastalık, açlık, rekabet, ısı, ışık, nem, yaşama alanı, avcı vb. ekolojik faktörler çevre direncini oluşturur.

Çevre direnci popülasyonun büyüme hızını yavaşlatır. Popülasyonlar biyolojik artış potansiyeliyle sürekli büyüme eğilimindedir. Ancak çevre direnci popülasyonların büyümelerini engelleyerek popülasyon büyüklüğünün belirli sınırlar arasında kalmasına neden olur.

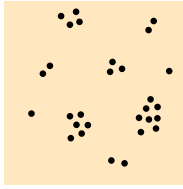
### 3. Popülasyon Dağılımı

Bir popülasyondaki bireylerin popülasyonun coğrafi sınırları içindeki yerleşme biçimi popülasyon dağılımını oluşturur. Popülasyon dağılımı, terk edilmiş alanlarda yeni koloniler kurulmasını, büyük popülasyonların devamlılığını sağlar. Ayrıca gen akışının sağlanmasında ve türlerin yeni özellikler kazanmasında önemli bir role sahiptir. Çevresel etkenler ve bireylerin içgüdüleri popülasyonların dağılımını etkiler. Popülasyonlar kümeli, düzenli, rastgele gibi değişik dağılım şekilleri gösterebilir (Şekil 3.3).

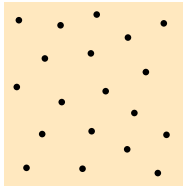
**Kümeli dağılım:** Bireyler biraraya gelerek gruplar oluşturur. Örneğin bazı hayvan türleri belirli sayıda bireylere oluşan gruplar (sürüler) oluşturacak şekilde biraraya gelirler.

**Düzenli dağılım:** Popülasyon bireyleri yaşadıkları bölgede eşit aralıklarla dağılmışlardır. Bazı hayvan türleri yaşam alanlarına sınırlar koyup orayı savunarak düzenli bir dağılım gösterir.

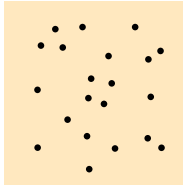
**Rastgele dağılım:** Doğada bu dağılım biçimine ender olarak rastlanır. Popülasyondaki bireyler arasında yoğun bir etkileşim olmadığında ortaya çıkar.



a



b



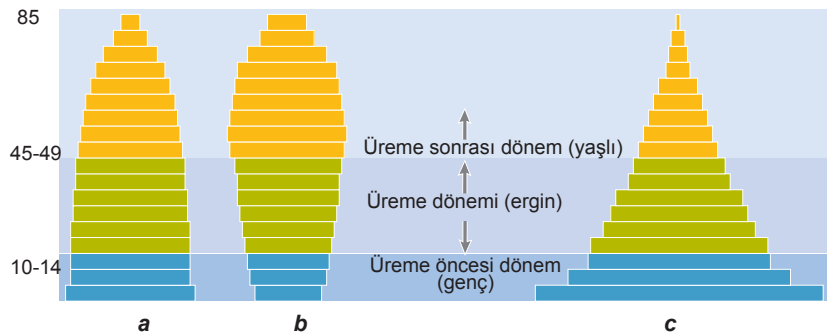
c

**Şekil 3.3:** Popülasyondaki bireylerin dağılımları;

- a) Kümeli dağılım,  
b) Düzenli dağılım,  
c) Rastgele dağılım

### 4. Popülasyonda Yaş Dağılımı

Bir popülasyondaki bireyler üreme öncesi (genç), üreme dönemi (ergin) ve üreme sonrası (yaşlı) bireyler olarak üç gruba ayrılır. Her bir yaş grubundaki birey sayısı popülasyonun yaş dağılımını oluşturur. Yaş dağılımlarını popülasyondaki doğum ve ölüm oranı belirler. Buna göre yaş piramitleri oluşturulur. Yaş piramitleri, popülasyonun yapısı hakkında önemli bilgiler verir. Dengede olan popülasyonlarda her yaş grubunun oranı birbirine yakın olur (Şekil 3.4.a).



**Şekil 3.4:** Farklı insan popülasyonlarının yaş piramidi; a) Dengede olan popülasyon, b) Gerilemekte olan popülasyon, c) Büyümekte olan popülasyon

Nüfusu azalmakta olan popülasyonlarda dar tabanlı yaş piramidi görülür. Bu popülasyonlarda genç birey sayısı az, yaşlı birey sayısı fazladır (Şekil 3.4.b).

Büyümekte olan popülasyonlarda geniş tabanlı yaş piramidi görülür. Bu popülasyonlarda genç bireylerin sayısı daha çoktur (Şekil 3.4.c).

Öğrendiğiniz bilgilerden yararlanarak yaş piramidine yönelik aşağıda verilen etkinliği yapınız.



### Etkinlik

**Etkinliğin adı:** Yaş Piramidi

**Amaç:** Popülasyon dinamiğini açıklama

**Hazırlanalım**

- Bütün aile bireylerinizin (amca, teyze, kuzen, babaanne, anneanne, dede vb.) yaş ve cinsiyetleriyle ilgili verileri toplayınız.

**Uygulayalım**

- Aile bireylerinizle ilgili topladığınız verileri aşağıdaki tabloya kaydediniz.

| Yaş Aralığı | Erkek Birey Sayısı | Dişi Birey Sayısı |
|-------------|--------------------|-------------------|
|             |                    |                   |
|             |                    |                   |
|             |                    |                   |
|             |                    |                   |
|             |                    |                   |

- Ailenizdeki her yaş aralığına ait erkek ve dişi bireylerin popülasyondaki yüzdelerini hesaplayınız.

**Sonuçlandırılalım**

- Hazırladığınız tablodaki verilerden yararlanarak popülasyon yaş piramidini çizin. Piramitteki erkek ve dişi birey sayısına bakarak popülasyonunuzun yoğunluğu hakkında neler söyleyebilirsiniz? Yorumlarınızı arkadaşlarınızla paylaşınız.
- Hazırladığınız popülasyon yaş piramidine bakarak ailenizin geleceği hakkında hangi tahminlerde bulunabilirsiniz?

## B. Popülasyondaki Aşırı Büyümenin Olası Sonuçları

Çeşitli faktörler popülasyonun aşırı büyümesini engelleyerek popülasyonun dengelenmesini sağlar. Popülasyondaki birey sayısı arttıkça popülasyon yoğunluğu artar. Böylece popülasyon, taşıma kapasitesine ulaşır.

Popülasyon yoğunluğundaki artışa bağlı olarak yaşama alanı darlığı, besin yetersizliği, metabolizma faaliyetleri sonucunda açığa çıkan zehirli madde birikimi vb. etkenler popülasyonun büyümesini engeller. Örneğin uygun bir besi ortamındaki bakteriler yaklaşık 20 dakikada bir bölünerek çoğalır. Ortamda yeterli besin olsa dahi bakterilerin metabolik ürünü olarak biriken karbon dioksit ve alkol bir süre sonra zehir etkisi yapar. Bu durumda bakteri hücrelerinde bölünme yavaşlarken ölüm oranı artar ve popülasyon yoğunluğu azalır.

Popülasyon yoğunluğunda meydana gelen değişimler popülasyondaki bireylerin fizyolojik olaylarını ve davranışlarını etkileyerek popülasyon büyümesinin kontrol altında tutulmasında rol oynayabilir. Hayvan türlerinin bazılarında popülasyon yoğunluğu, türün biyolojik yapısından kaynaklanan faktörler tarafından düzenlenir. John J Christian (Con Kıristiyan) ve arkadaşları tarafından 1950-1964 yılları arasında popülasyonlardaki aşırı büyüme ile ilgili olarak fareler üzerinde bir araştırma yapılmıştır. Bu araştırmada sınırlı bir alanda, birkaç bireyden oluşan fare popülasyonunun 40-50 birey oluncaya kadar çoğaldığı; ancak daha sonra yoğunluk nedeniyle üremenin azaldığı ve popülasyon büyümesinin kontrol altına alındığı görülmüştür. Memeli canlı türleriyle yapılan çalışmalarda popülasyon yoğunluğu arttığında bireylerde belirgin stres görüldüğü tespit edilmiştir. Stres sonucunda meydana gelen hormonal değişikliklerin eşeyssel olgunlaşmayı geciktirdiği, buna bağlı olarak kısırlığa ve bağışıklık sisteminin baskılanmasına neden olduğu bilinmektedir. Bu durumda popülasyon yoğunluğunun artması doğum oranının azalmasına; ölüm oranının artmasına neden olur ve böylece büyüme sınırlandırılır.

Bitkilerde popülasyon büyüklüğü hayvanlarda olduğu gibi biyolojik faktörlerle kontrol edilir. Belirli bir alana çok sayıda tohum ekildiğinde yoğun bir çimlenme gerçekleşir. Ortaya çıkan genç fideler; su, ışık, mineral vb. için birbiriyle rekabete girer ve bu fidelerin çoğu ölür. Rekabet devam ettiği sürece popülasyon yoğunluğu azalır.

Sonuçta popülasyon yoğunluğunun artması popülasyondaki bireylerin büyüme, ömür uzunluğu, üreme ve davranışlarını etkileyerek popülasyon büyüme oranını azaltmıştır.



## Etkinlik

**Proje adı:** Türkiye Nüfusundaki Artış

**Amaç:** Popülasyonlarda meydana gelen aşırı büyümenin olası sonuçlarının araştırılması

| İÇERİK  | SÜRE | ARAÇ VE GEREÇ  |
|---|------|--|
| Popülasyonlarda meydana gelen aşırı büyümenin olası sonuçları | 1 ay | <ul style="list-style-type: none"> <li>Yazılı ve görsel yayınlar</li> <li>Kitle iletişim araçları</li> </ul> |

### Bu projede sizden;

1. Türkiye nüfusunun tarihçesiyle birlikte son 100 yıldaki değişimleri, bu değişimlerden yola çıkarak gelecekte Türkiye'nin nüfusuyla ilgili öngörülerinizi,
2. Nüfus sayımının yapılmasındaki amaçları,
3. Türkiye'deki nüfus artışının nedenlerini,
4. Türkiye'deki nüfus artışının olası sonuçlarını açıklamanız beklenmektedir.

### Proje Hazırlama Süreci

#### Proje konusu, araştırma ve uygulama aşamaları

- Öğretmeniniz rehberliğinde proje gruplarınızı oluşturunuz.
- Araştırmamanın verimli olması ve zamanında hazırlanması için grubunuzdaki arkadaşlarınızla iş birliği yaparak sorumluluklarınızı belirleyiniz.
- Araştırma yapmanız için kütüphane, *İnternet* vb. kaynaklardan yararlanabilirsiniz.
- Bu çalışmayı yaparken öğretmeninizden, yakın çevredeki diğer kişi ve kuruluşlardan yararlanabilirsiniz.
- Türkiye nüfusunun tarihçesini ve değişim sürecini araştırabilirsiniz.
- Bu değişimden yola çıkarak Türkiye'nin gelecekteki nüfusuyla ilgili tahminler yapabilirsiniz.

### Sunum

- Çalışmanızı çizelge, grafik, istatistiki bilgilerle zenginleştirerek raporlaştırınız.
- Sunumunuzu belirlenen sürede yapınız.
- Hazırladığınız araştırmayı poster veya bilgisayar destekli olarak sunabilirsiniz.

### Değerlendirme

Sayfa 263'te bulunan Proje Değerlendirme Formunu kullanarak değerlendirme yapılacaktır.

#### Düşünelim-Araştırılmalı

Biyolojik çeşitliliği tehdit eden insan kaynaklı faktörleri belirleyip bu faktörlerin biyolojik çeşitliliğe etkilerini araştırınız ve bu konuyu sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.



#### Biliyor musunuz?

Tarımsal etkinlikler ve buna bağlı olarak yaşam alanlarının yok olması nedeniyle çöl varanının (*Varanus griseus*) nesli tehlike altındadır.



#### Biliyor musunuz?

Türkiye'nin tüm bölgelerine dağılmış 123 yaban hayatı koruma alanı ve üretme istasyonu bulunmaktadır.

## C. Nesli Tehlikede Olan Türler

Dünyada milyonlarca canlı türünün bulunduğu tahmin edilmektedir. Canlı türlerinin yaklaşık 2 milyonu tanımlanmış durumdadır. Canlı çeşitliliği kutuplarda az, tropikal bölgelerde ise daha fazladır. Ancak insan nüfusu ve etkinliği arttıkça birçok tür yok olmakta ve biyoçeşitlilik azalmaktadır. Dünya Doğayı Koruma Birliği (IUCN) verileri, memeli hayvanların yaklaşık 1/4'inin yok olma tehlikesi altında olduğunu göstermektedir.

Biyoçeşitliliğin azalması, türlerin ortadan kalkması ve habitatların tahrip edilmesi insan yaşamını etkileyecek tehlikelerdir.

Komünitelerde farklı türlere ait popülasyonlar arasında bir etkileşim ağı vardır. Bir türün bölgesel olarak ortamdaki kalkması komünitenin tür zenginliğini olumsuz yönde etkiler. Ekosistemin dengede olması ve sürdürülebilirliği için biyoçeşitliliğin koruma altına alınması gereklidir. Oysa insanlar yaşam kalitelerini yükseltmek isterken zaman zaman diğer canlıların yaşadığı alanlara zarar vermektedir.

Türkiye'nin biyoçeşitliliği için en önemli tehdit, yaşam alanlarının (habitat) kaybolmasıdır. Aşırı sulama, sulak alanların kurutulması, baraj ve otoyol yapımı, plansız turizm, çarpık kentleşme, plansız madencilik, orman ve makilik alanların tarım alanına dönüştürülmesi vb. sonucunda habitatlar parçalara bölünüp tahrip edilmektedir. Habitatların tahrip edilmesi, ortama yabancı türlerin girmesi ve besin zincirinin bozulması vb. biyoçeşitliliği tehdit eden önemli tehlikelerdendir.

Dünya Doğayı Koruma Birliği (IUCN) verilerine göre dünyada bilinen 9040 kuş türünün %13'ü yok olma tehlikesi altındadır. Tatlı su balık türlerinin yaklaşık %20'sinin nesli tükenmiştir ya da tehlike altındadır. Dünyada nesli tükenen hayvanlara Tazmanya kurdu (*Thylacinus cynocephalus*), Hazar kaplanı (*P. tigris*), Moa (*Moa disambiguation*); nesli tükenen bitkilere ise Bengal palmiyesi (*Corypha taliera*), Tayvan orman gülü (*Rhododendron kanehirai*) örnek verilebilir. Sumatra kaplanı (*P. tigris*), büyük panda (*Ailuropoda melanoleuca*), balıkçıl kedi (*P. viverrinus*), Meksika yunusu (*Vaquita*), kara ayaklı gelincik (*M. nigripes*) dünyada nesli tükenme tehlikesi altında olan hayvan; İspanya yabani soğanı (*Allium rouyi*), İngiltere üvez ağacı (*Sorbus wilmottiana*) nesli tükenme tehlikesi altında olan bitki örneklerindendir.

Türkiye endemik bitkiler açısından ciddi tehditlerle karşı karşıyadır. Dünya Doğayı Koruma Birliği (IUCN 2001) kriterlerine

göre endemik türlerimizin yaklaşık 600 kadarı tehlike sınırında, 700 kadarı da tehlike altındadır. Türkiye'de bulunan 141 sürüngen ve kurbağa türünden 16 tür endemik olup bunlardan 10'u tehlike altındadır. Tespit edilen 460 kuş türünden 17 tür tehlike altında, büyük çoğunluğu da koruma gerektiren türler arasındadır. Türkiye'de kaydedilen 161 memeli türünden çakal, su samuru vb. 23 tür tehlike altında olup koruma altına alınmıştır. Anadolu parsı (*Panthera pardus tulliana*) (Pantera pardus tulyana), yaban öküzü (*Bos primigenius*), bir kuş türü olan yılan boyun (*Anhinga melanogaster*) nesli tükenen hayvanlardandır. Sığır kuyruğu (*Verbascum calycosum*) (Verbaskum kalikosum), emzik otu (*Onosma discedens*) (*Onasma diskedens*) ise nesli tükenmiş bitki örnekleridir.



#### Düşünelim-Araştırma

Doğal kaynakların korunma yöntemleri nelerdir? Araştırınız. Edindiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.

İri başlı deniz kaplumbağası (*Caretta caretta*) (Karetta kareta), kelaynak (*Geronticus eremita*) (Gerontikus eremita), Akdeniz foku (*Monachus monachus*) (Monakus monakus), Çoruh engereği (*Vipera pontica*) (Vipera pontika), gök balina (*Balaenoptera musculus*) (Balenoptera pialus), kırmızı benekli alabalık (*Salmo turutta macrostigma*) (Salmo turutta makrastigma), Eber sarısı (*Thermopsis turcica*) (Termopsis tursika), yara otu (*Prunella vulgaris*) sadece ülkemiz sınırları içerisinde yaşayan ve nesli tükenme tehlikesi altında olan canlılardır (Resim 3.6).



a



b



c

**Resim 3.6:** Ülkemizde koruma altına alınan hayvanlar; a) Akdeniz foku, b) Çoruh engereği, c) Kelaynak

Birçok araştırmacı, dünyadaki çevre tahribatının hızla devam etmesi durumunda bitki ve hayvan türlerinin bir kısmının bu yüzyılın sonuna kadar yok olacağını tahmin etmektedir.

Koruma altına alınmış alanlarda biyoçeşitlilik kaybını azaltmak için çalışmalar yapılmaktadır. Yoğun ağaç kesimi, madencilik çalışmaları vb. uygulamalarla tahrip edilmiş alanların eski hâline getirilmesi restorasyon ekolojisi çalışmalarıyla sağlanmaktadır.

Yeryüzündeki kaynakları korumak, yönetmek ve onların güvenli bir biçimde gelişmelerini sağlamak için temel ekolojik bilgilere sahip olmamız gerekir. Gerçek ihtiyaçlarımızı ve isteklerimizi doğru belirlemeliyiz. Yaşamak için ihtiyaç duyduğumuz doğal süreçlere saygılı olmalıyız.

Nesli tükenen ve tükenme tehlikesi altında olan türlere yönelik aşağıdaki etkinliği yapınız.



#### Etkinlik

##### **Etkinliğin adı:** Nesli Tehlikede Olan Türler

**Amaç:** Tehlike altındaki türlerin korunmasının önemini kavrama

##### **Hazırlanalım**

- Ülkemizde nesli tükenme tehlikesi altında olan türlerin araştırılması

##### **Uygulayalım**

- Yazı tahtasına nesli tükenme tehlikesinde olan türleri listeleyniz.
- Sınıfta dört veya beş kişilik gruplar oluşturunuz.
- Grup olarak listelenen türlerden bir tanesini seçiniz.
- Seçtiğiniz türle ilgili olarak "türün neden tehlike altında olduğu, türün yok olması durumunda ortaya çıkabilecek olası sonuçların neler olabileceği, türün neslini sürdürebilmesi için yaşam alanlarının nasıl korunabileceği"ne yönelik bir çalışma hazırlayınız.
- Grup olarak yaptığınız çalışmayı sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız. Seçtiğiniz türün koruma altına alınması gerektiği yönünde arkadaşlarınızı ikna etmeye çalışınız.

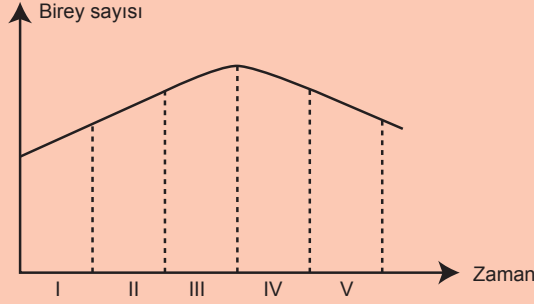
##### **Sonuçlandırılalım**

- Grupların yaptığı çalışma sonucunda tehlike altında olan türlerin koruma altına alınmasıyla ilgili nasıl bir sonuca ulaştınız?



## Bölüm Sonu Değerlendirme

1. Bir bakteri popülasyonunda birey sayısının zamana bağlı değişimi aşağıdaki grafikte görülmektedir.



a. Popülasyon hangi zaman aralığında taşıma kapasitesine ulaşmıştır?

.....

.....

b. Popülasyondaki birey sayısının azalmaya başlaması hangi zaman aralığında gerçekleşmiştir? Neden?

.....

.....

c. Çevre direncinin kendini gösterdiği zaman aralığı hangisidir?

.....

.....

ç. Popülasyondaki hızlı büyüme hangi zaman aralığında görülmektedir?

.....

.....

2. Üreticilerin fideleri seyrek dikmelerinin nedeni nedir? Açıklayınız.

.....

.....

3. Popülasyon büyümesini etkileyen faktörler nelerdir, örnekler vererek açıklayınız.

.....

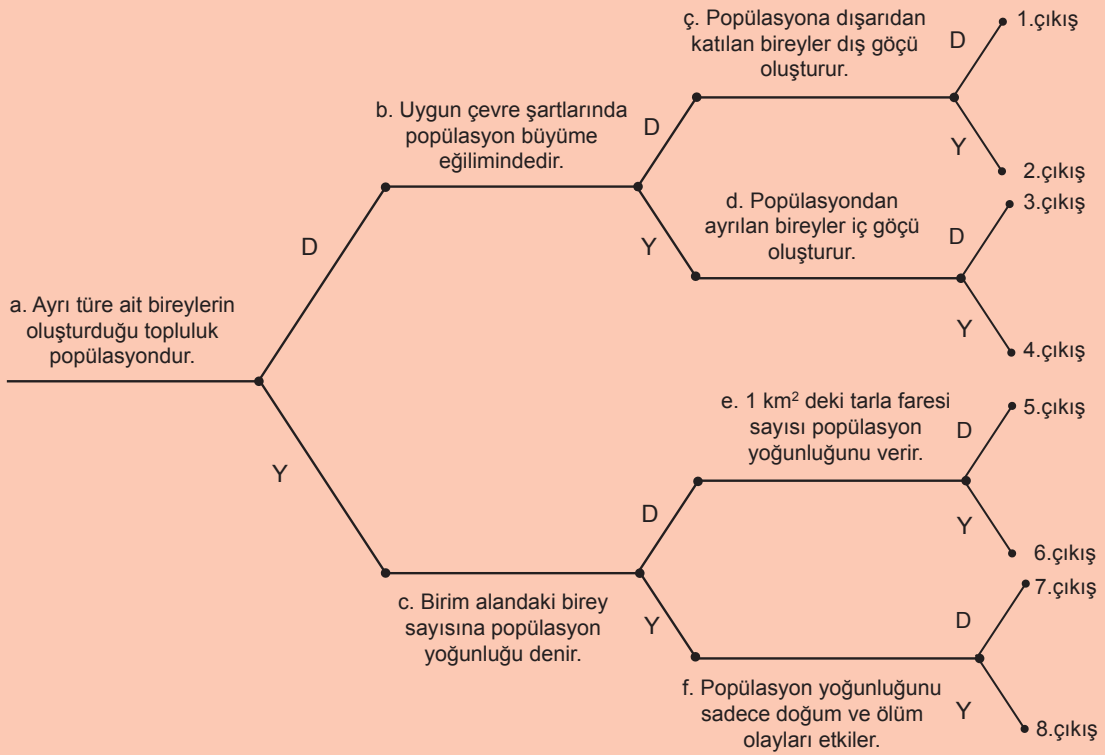
.....

4. Biyoçeşitliliğin azalmasına neden olan faktörler nelerdir, örnekler vererek açıklayınız.

.....

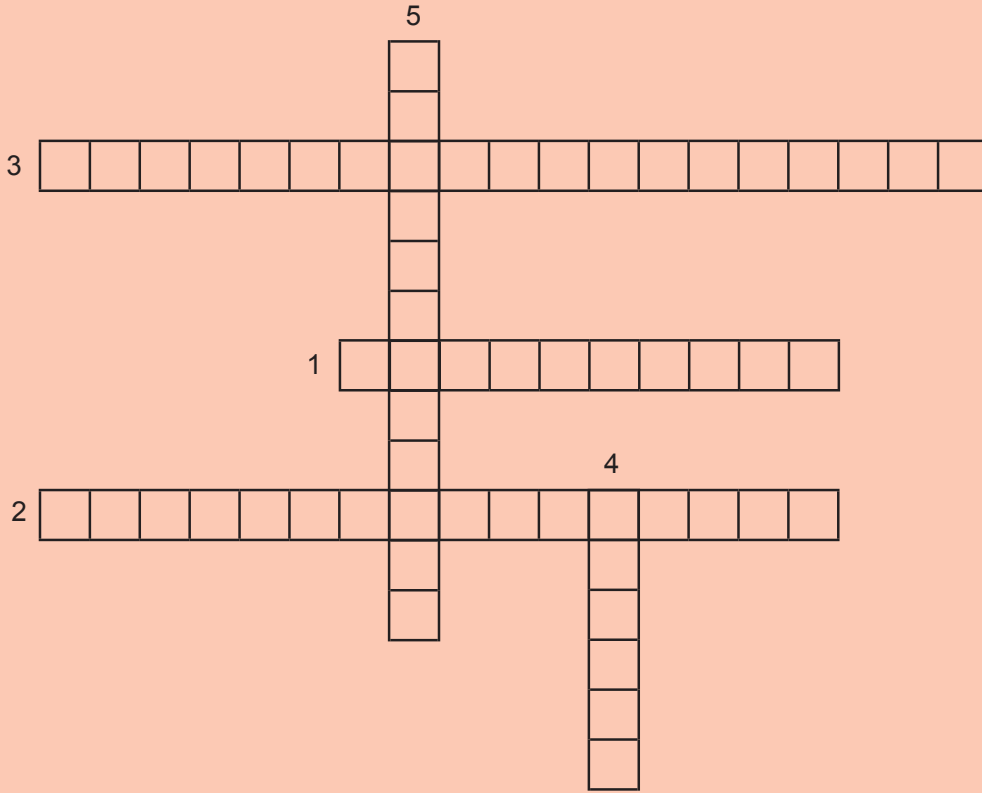
.....

5. Aşağıda birbiriyle bağlantılı cümleler içeren "Tanılayıcı Dallanmış Ağaç" tekniğinde bir soru verilmiştir. a ifadesinden başlayarak cümlelerin (D) ya da (Y) olduğuna karar vererek ok yönünde ilerleyiniz. Vereceğiniz cevaplarla doğru çıkışı bulunuz.



6. Aşağıdaki ifadeleri uygun sözcüklerle tamamlayınız. Bu sözcükleri numara sırasına göre kare bulmacaya yerleştiriniz.

1. Bir popülasyonun büyüklüğü, ..... bulunan bireylerin sayısı ile ifade edilir.
2. Belirli çevresel koşullara sahip bir yaşama ortamında bulunan en fazla birey sayısı, o ortamın ..... gösterir.
3. Birim alan ya da hacimdeki birey sayısına ..... denir.
4. Birim zamanda popülasyona dışarıdan katılan birey ..... oluşturur.
5. Popülasyon büyüklüğü ..... ulaştığında dengelenir.



# III. Bölüm

## Biyomlar



*Zebra midyeler (Dreissena polymorpha)*

A. Bitki ve Hayvanların Yeryüzündeki Dağılımını Etkileyen Faktörler

B. Biyom ve Ekosistem Arasındaki İlişki

C. Dünyada Başlıca Karasal ve Sucul Biyomların Özellikleri

*Zebra midyeler*

*Zebra midyeler*

Bölüm kapağındaki resimde gördüğünüz Doğu Avrupa kökenli zebra midyeler (*Dreissena polymorpha*) (Direksen polimorfa) son derece hızlı üreyen canlılardır. Bulundukları ortamdaki planktonlarla beslenirler ve zebra midyeler suyu gerçekten temizler. Ancak burada yaşayan yerli organizma komünitelerini değiştirirler. Bu canlılar zararlı su kabuklularının en önemlilerindendir. Zebra midyeler; tutundukları yüzeyde oluşturdıkları kümelenme ile boruların içini doldurarak su akışını engelleme, aşınmaya neden olma, su filtrelerini tıkama, sucul ekosistemde doğal olarak bulunan diğer canlıların yaşamını kısıtlama gibi birçok soruna yol açarak teknik, ekonomik ve ekolojik anlamda çevreyi olumsuz yönde etkiler. Türkiye tatlı sularında 1997 yılında Atatürk Barajı, 2000 yılında ise Birecik Barajı'nda görülen zebra midyeler, hızla çoğalarak sert yüzeyler üzerinde birkaç tabaka kalınlığında yoğun kümeler meydana getirmiştir. Bu durum barajlardaki yerli türlerin zamanla azalıp ortadan kalkmasına neden olmuştur.

Bu bölümde, bitki ve hayvanların yeryüzündeki dağılımına etki eden faktörleri, biyom ve ekosistem arasındaki ilişkiyi ve dünyadaki başlıca karasal ve sucul biyomların özelliklerini öğreneceksiniz.

### A. Bitki ve Hayvanların Yeryüzündeki Dağılımını Etkileyen Faktörler

Bitki ve hayvanların yeryüzündeki dağılımı küresel iklim özellikleri tarafından belirlenir. Bir bölgede yetişen bitki ve o bölgede bulunan hayvan toplulukları bölgenin iklim koşullarına bağlıdır. Her iklim bölgesinin yağış ve sıcaklık koşulları farklı olduğu için bölgelere uyum sağlayan bitki ve hayvan türleri de farklıdır. Örneğin Akdeniz ikliminde kızılcım ve maki toplulukları gelişir. Kızılcım ve maki bitki örtüsü bazı hayvan topluluklarının yaşama alanını oluşturur. Ayrıca kara parçalarının büyüklüğü, okyanus akıntıları bitki ve hayvanların dağılımında rol oynar.

Kıta büyüklüğünde olan kara kütleleri oldukça geniştir ve bu durumdaki kara parçalarının iç kısımlarında kalan alanlar, denizden veya okyanustan çok uzaktır, bu nedenle denizden gelen nemli rüzgârları alamazlar ve bu bölgede kurak iklim koşulları ortaya çıkar. Okyanus akıntıları da iklimi etkileyerek dünyadaki bitki ve hayvanların dağılımında belirleyici rol oynar.

Sıradağların yağış almayan arka bölgelerinde kalan alanlarda kurak bir iklim hakimdir. Buralarda kurak iklim nedeniyle yaşayan bitki ve hayvan türlerinde azalmalar görülür.

Dünyada ve üzerinde yaşayan canlılarda sürekli bir değişim gözlenir. Örneğin Avustralya bölgesi dünyanın büyük kara kütleleri arasında farklı tür bileşimine sahiptir. Avustralya'da yaşayan kanguru, koala gibi hayvanlar başka bölgelerde bulunmazken dünyanın diğer bölgelerinde yaygın olan pek çok hayvan da Avustralya'da bulunmaz. Kurak olan iç kısımlarında seyrek çöl bitkileri ve fundalık alanlar vardır. Yağmurun artmasıyla bitki örtüsü çalılıklardan ormanlara dönüşür.

Bitki ve hayvan türlerinin geçmişte ve günümüzdeki dağılışını inceleyen biyocoğrafya, organizmaların coğrafik dağılışını, bu dağılışın hangi faktörler tarafından sınırlandırıldığını inceler.

Canlıların coğrafik dağılımını etkileyen faktörler; türün dağılımı, davranış ve habitat seçimi, biyotik ve abiyotik faktörlerdir.

#### 1. Türün Dağılımı

Canlı türleri uygun yaşam koşullarında bulundukları alanı terk etmeme eğilimi gösterir. Koşullar bir türün yaşaması ve üremesi için elverişsiz hâle geldiğinde ise türler uygun yaşam alanlarına dağılım gösterir.

Türün dağılımı, bir organizmanın bulunduğu alandan, üreyebileceği başka alanlara gitmesidir.

Türlerin yeni alanlara dağılabilmeleri onların çevre değişiklikleri karşısında varlıklarını sürdürebilmelerini sağlamıştır. Bazı türler dağılımı gerçekleştirmek için çeşitli uyumlara sahiptir. Meyve ve tohumların rüzgâr, su ve çeşitli hayvanlar yardımıyla taşınması; böceklerin yaşamlarının bir bölümünde kanatlı bir dönem geçirmeleri bu uyumlara örnek olabilir.

Türle dağılım gösterirken karşılaşabilecekleri tehlikeler çok fazladır ve bu nedenle dağılıma uğrayan bireylerde ölüm oranı yüksektir. Örneğin hareket eden bir canlı her zaman avlanma tehlikesi altındadır. Bütün tehlikelere rağmen dağılım gerçekleşirse türün hayatta kalma ve üreme oranı artar; besin, çiftleşme vb. için görülen tür içi rekabet azalır.

#### 2. Davranış ve Habitat Seçimi

Canlı türleri kendi yaşam şartlarına uygun alanlarda dağılım gösterir. Coğrafi şartların değişmesi, besin kaynaklarının azalması ve hastalıkların artması durumunda canlılar ya yeni duruma uyum sağlamaya çalışır ya da uygun yaşam koşullarının

#### Düşünelim-Araştırılım

Küresel ısınmanın etkisiyle oluşacağı tahmin edilen sıcaklık artışının, bitki türleri ve bunların dağılım alanı üzerine etkilerini araştırınız. Edindiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.



#### Biliyor musunuz?

Göçmen çekirgelerden *Locusta migratoria* (Lokusta migrotorya) türünün haziran ayı sıcaklığı 20 °C 'un altına düşen bölgelere girmediği, tropikal Afrika 'da bulunan gece sineğinin yıllık sıcaklık ortalaması 20 °C 'un üzerinde olan bölgelerde yaşadığı gözlenmiştir.

bulunduğu alanlara göç eder. Örneğin Kuzey Amerika dağlarındaki geyikler ve dağ keçileri olumsuz iklim şartları ve beslenme nedeniyle daha alçak bölgelerdeki ormanlara yönelirler. Yeni koşullara uyum sağlamayı başaramayan veya göç edemeyen türlerin nesilleri yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalır.

### 3. Biyotik Faktörler

Hayvanlar, bitkiler, mantarlar ve mikroorganizmalar canlı çevreyi oluşturur ve bunlar biyotik faktörler olarak adlandırılır. Her canlı, çevrenin diğer öğeleriyle doğrudan ya da dolaylı ilişkide olduğu için biyotik faktörler bitki ve hayvanların yeryüzündeki dağılımında oldukça etkilidir. Örneğin bazı deniz ekosistemlerinde, deniz kestanesi yoğunluğuyla deniz yosunu yoğunluğu arasında çoğunlukla ters ilişki vardır. Deniz yosunu üzerinde beslenen deniz kestanelerinin yaygın olduğu yerlere deniz yosunu yerleşerek çoğalamaz Böylece deniz yosununun lokal yayılımı deniz kestaneleri tarafından sınırlandırılmış olur.

Bir türün bireyleriyle diğer organizmalar arasında avlanma, hastalık, rekabet, parazitlik gibi olumsuz etkileşimler ya da mutualizm, kommensalizm gibi olumlu etkileşimler olabilir. Bu durumda türün yeni ortama uyum sağlamasında ortamın biyoçeşitliliği önemli rol oynar.

### 4. Abiyotik Faktörler

Küresel anlamda organizmaların coğrafik dağılımları abiyotik faktörlerin etkisindedir. Bu faktörler sıcaklık, su, güneş ışığı, rüzgâr, kayalar ve topraktaki bölgesel farklılıklardır.

**Sıcaklık:** Canlılar büyümek ve gelişmek için belirli sıcaklık değerlerine ihtiyaç duyar. Bu nedenle sıcaklık canlıların dağılımını bekleyen önemli bir faktördür. Ekvatordan kutuplara doğru gidildikçe sıcaklık azalır. Sıcaklıktaki bu değişim dünyadaki doğal bitki kuşaklarının meydana gelmesini sağlar. Örneğin Güney Yarımküre, Antartika, Kuzey Yarımküre ve Grönland'da kutup iklimi etkilidir. Sıcaklık sürekli 0°C'un altında olduğu için buralarda ancak soğuğa ve kuraklığa uyum sağlayan küçük boylu çalılar, otlar ve yosunlar yetişebilir. Sonuç olarak sıcaklık canlıların dağılımı ve biyoçeşitlilik üzerinde etkilidir.

**Su:** Bitkiler ihtiyaç duydukları suyu, havanın ve toprağın neminden elde eder. Toprağın nemini yağışlar sağlar. Bu bakımdan yağış, bitkilerin dağılımını doğrudan kontrol eden bir faktördür. Yağış miktarının fazla olduğu Ekvatorial bölgede tropik yağmur

ormanları yer alırken yağış miktarının iyice azaldığı çöllerde kak-tüsler dışında bitkilere pek rastlanmaz. Gerek tropikal yağmur ormanlarında gerekse çöllerde yaşayan organizmalar bu ortamlara uyum sağlamıştır.

**Güneş ışığı:** Güneş ışığı hemen hemen tüm ekosistemlerin sürekliliği için gerekli enerjiyi sağlar. Işık şiddeti, karasal yaşam ortamında bitki gelişmesini etkileyen faktörlerdendir. Bu nedenle ormandaki ağaçların yarattığı gölge, orman tabanında yetişen canlılar arasında rekabetin oluşmasına yol açar. Bu durum canlıların dağılımını etkiler.

Sucul yaşama ortamlarında, ışığın şiddeti ve kalitesi fotosentez yapan organizmaların dağılışını sınırlar. Sucul ortamda fotosentez genellikle suyun yüzeyine yakın bölgelerde daha yoğun gerçekleşir. Suyun derinliklerine doğru ışık seviyesi gittikçe azaldığından fotosentez hızı da düşer. Bunun sonucunda fotosentez yapan canlı sayısı azalır.

**Rüzgâr:** Rüzgâr, hayvanlardaki ve bitkilerdeki terlemeyi artırarak organizmaların su kaybına neden olurken ortamın soğumasını sağlayarak çevre sıcaklığının organizmalar üzerindeki etkisini artırır. Ayrıca ağacın rüzgâr alan bölümündeki dalların büyümesini engellemek suretiyle bitkinin şekli üzerinde de etkilidir.

**Toprak:** Toprağın pH'si, mineral bileşimi, nemi, sıcaklığı, barındırdığı organizmalar bitkilerin ve bitkilerle beslenen canlıların coğrafik dağılışını sınırlar. Örneğin kalkerli topraklar üzerinde kolaylıkla dağılış gösteren bazı bitkiler, silisli topraklar üzerinde seyrekleşir ya da yok olur. Salyangozlar, kireçli toprakların olduğu alanlarda daha yoğunken volkanik topraklarda az bulunur. Tuzlu topraklara uyum sağlamış bitkiler diğer topraklarda görülmez. Deniz tabanının üzerindeki maddelerin yapısı burada yaşayan canlıların dağılımını belirler.

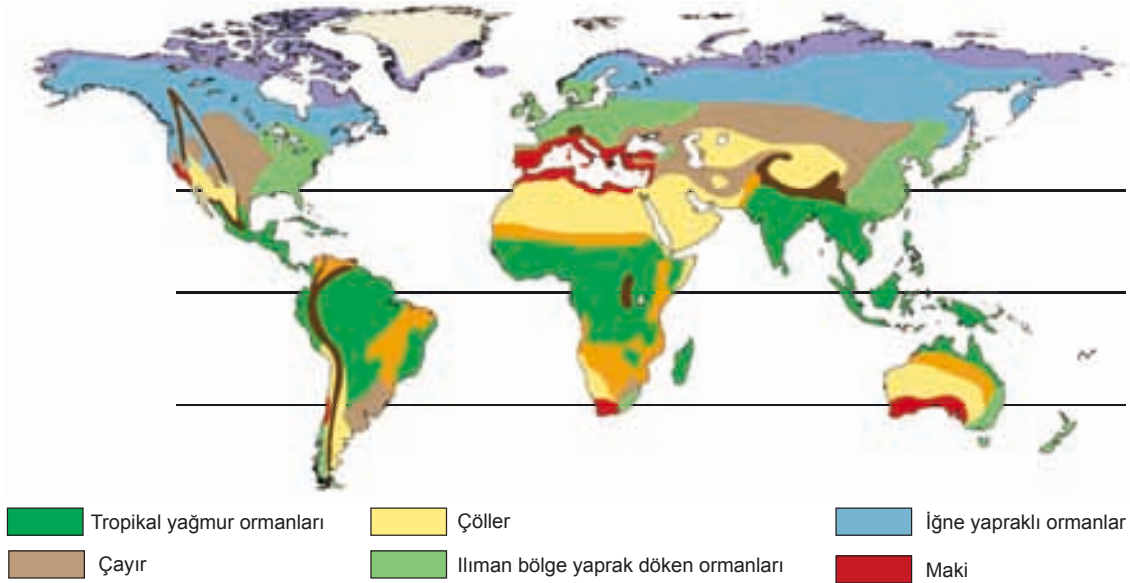
## B. Biyom ve Ekosistem Arasındaki İlişki

Büyük iklim kuşaklarında ekosistemleri de içine alan geniş yaşam alanları vardır. Bu alanlarda karakteristik bitki ve hayvan toplulukları yaşar. Yerkürenin iklim kuşaklarına bağlı olarak geniş coğrafik bölgelerinde bulunan büyük ekosistem tiplerine **biyom** adı verilir. En büyük ekosistem ekosferdir. Ekosfer, yerküredeki tüm canlılar ve canlılarla devamlı etkileşim hâlinde bulunan fiziksel çevreyi içine alır. Ekosistem, birçok popülasyonu içine alan

komünite ile komünitenin etrafını saran cansız çevreden meydana gelir. Karasal ve sucul ekosistemleri içine alan biyom, geniş bir bölgeyi ya da kıtanın belirli bir parçasını kapsayacak ölçüde daha büyük bir ekosistemdir. Örneğin ılıman bölge yaprak dökken orman biyomu, çöl biyomuna göre çok geniş bir coğrafik alanı kaplar.

### C. Dünyadaki Başlıca Karasal ve Sucul Biyomların Özellikleri

Biyomlar, geniş coğrafik bölgeleri içine alan büyük ekosistem tipleridir. Çöller, çayırlar ve iğne yapraklı ağaçların oluşturduğu ormanlar biyoma örnek verilebilir. İğne yapraklı ormanlara düşen yağış miktarı ılıman kuşaktaki ormanlarla yaklaşık olarak aynıdır. Çayırılık alanlar, genellikle her iki orman çeşidinden daha kuraktır. Çöller ise en kurak bölgelerdir. Her biyom tipi farklı iklim, bitki ve hayvanlarla karakterize edilir.



Şekil 3.5: Yeryüzündeki karasal biyomlar

#### 1. Karasal Biyomlar

Karasal biyomların coğrafik yayılımı, büyük ölçüde iklimdeki bölgesel değişikliklere dayanır. Karasal biyomlar haritada çok keskin sınırlarla gösterilmiş olmasına rağmen doğada birbirlerinden net sınırlarla ayrılmaz. Biyomlar arası geçiş alanları çok dar veya geniş olabilir (Şekil 3.5).

Çeşitli şekillerde sınıflandırılabilen biyomlar, dünya üzerinde, düzensiz kuşaklar hâlinde dağılmıştır. Karasal biyomlar özellikleri ve sahip oldukları baskın bitki örtüsüne göre isimlendirilir. Karasal biyomlar; **orman**, **çöl** ve **çayır biyomları** olarak gruplandırılır.

### 3. Ünite - Komünite ve Popülasyon Ekolojisi



#### Biliyor musunuz?

Ekvator yağmur ormanları Dünya'nın en zengin doğal yaşam alanlarıdır. Bitki ve hayvan türlerinin %50-70'ini bu ormanların barındırdığı tahmin edilmektedir. 10 km<sup>2</sup>'lik yağmur ormanı alanı ortalama olarak 15 bin tür çiçek, 750 tür ağaç, 400 tür kuş, 100 tür sürüngen, 60 tür kurbağa ve 4 bin tür böcek barındırmaktadır.



**Resim 3.8:** Ağaçların üzerinde yaşayan *Bromelia* bitkisi

**Orman biyomları:** Karaların büyük bir bölümünü ormanlar kaplar. Ancak aşırı ağaç kesimi, yangın vb. etkiler sonucu ormanların kapladığı alan gittikçe azalmaktadır.

Orman biyomları genel özelliklerine göre bölgeden bölgeye değişim gösterir. Yeryüzündeki ormanlar, **tropikal yağmur ormanları**, **ılıman bölge yaprak döken ormanları** ve **iğne yapraklı ormanlar** olmak üzere üç bölümde incelenebilir.

**a. Tropikal yağmur ormanları:** Ekvator kuşağına yakın bölgelerde yer alır. Bu bölge, yoğun yağış ve yüksek sıcaklığa sahip olup mevsimler arası farklılık görülmez. Tropikal yağmur ormanları dünya üzerinde biyoçeşitliliğin büyük bir çoğunluğunu içinde barındırır. Tropikal yağmur ormanlarında ağaçların üzerinde orkide, bromelia gibi bitkiler yaşar. Üzerinde yaşadıkları ağaçlardan su ve besin almadan sadece onları konak olarak kullanan ve gelişip büyüyen bitkilere **epifit bitki** denir.

Yağmur ormalarının baskın türü olan ağaçlar çok uzun olup gün ortasında bile orman tabanını loş bırakan yoğun gölgelik oluşturur. Tropikal yağmur ormanları dünyanın en eski ve en yaşlı biyom tipleri arasındadır.

Tropikal yağmur ormanları Orta ve Güney Amerika, Afrika, Avustralya ve Asya'nın Ekvator'a yakın olan kısımlarında yer alır (Resim 3.7).

Tropikal yağmur ormanlarında ağaçların yanında ağaçlar kadar uzun boylu odunsu yapılı dev otsu bitkiler de bulunur. Ağaç eğreltiler, palmyeler, bambular dev otsu bitkilerin birkaç örneğidir. Buradaki ağaçların çoğunun üzerinde epifit orkide, *Bromelia* gibi bitkiler; ormanın alt kısmında ise otsu ve kısa boylu bitkiler yaşar (Resim 3.8). Tropikal yağmur ormanlarının karakteristik



**Resim 3.7:** Tropikal yağmur ormanlarından görünüm

hayvanları arasında kuş, yaras, kurbağa, yılan, maymun, puma, jaguar, geyik, timsah vb. bulunur (Resim 3.9).

**b. Ilıman bölge yaprak döken ormanları:** Bu ormanlar Kuzeydoğu Amerika, Avrupa, Asya ve Avustralya'da bulunur.

Yaprak döken orman biyomunun en önemli özelliği her mevsim yağış görülmesi ve yıllık sıcaklık farklarının fazla olmasıdır. Yaz ile kış arasındaki sıcaklık farkının fazla olması, ağaçların kışın yapraklarını dökmesine neden olur. Ilıman bölge yaprak döken ormanlarındaki ağaçlar tropikal yağmur ormanlarındaki ağaçlardan daha kısa boylu ve seyrekler. Kurak ve yağışlı mevsimlere uyum sağlamış ağaç türlerinden oluşan bu ormanlarda ağaçlar kışın yapraklarını döker, ilkbaharla birlikte tekrar yapraklanır.



Resim 3.9: Jaguar



Resim 3.10: Yaban kedisi



Resim 3.11: Sincap

Kayın, akçaağaç, meşe, ceviz, ıhlamur, kızılbaş, kavak ve kestane bu bölgelerde rastlanan ağaç türlerindendir. Ağaçların altında çalı ve ot tabakası iyi gelişmiştir. Ilıman bölge yaprak döken ormanlarında geyik, ayı, sincap, tilki, vaşak, yaban kedisi vb. hayvanlar yaşar (Resim 3.10, 3.11).

#### Düşünelim-Araştırma

Ülkemizin de içinde bulunduğu Akdeniz iklim kuşağına ait bitki ve hayvan türleri hakkında bilgi toplayınız. Bu türlerin çevre koşullarına nasıl uyum sağladığını araştırınız. Edindiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Ülkemizin Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki Fırtına Vadisi'nde yer alan ılıman bölge yaprak döken ormanından bir görünüm Resim 3.12'de verilmiştir.



Resim 3.12: Ilıman bölge ormanlarından görünüm



### 3. Ünite - Komünite ve Popülasyon Ekolojisi

**c. İğne yapraklı ormanlar:** İğne yapraklı orman biyomu yüksek enlemlerde ve yüksek rakımda yer alır. Bu ormanlar dünya üzerinde bölgesel değil daha çok parçalı bir yayılışa sahiptir. İğne yapraklı ormanlarda yılın yarısında hava sıcaklığı bitki gelişimi için oldukça düşüktür.

Sibirya bölgesinde iğne yapraklı ormanların sayısı fazladır. İğne yapraklı ağaçlar, yapraklarını tamamen dökmediklerinden yeşil görünümündedir. İğne yapraklı ormanlarda ladin, köknar, çam vb. yetişir.

Ülkemizin Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bu ormanlar hâkimdir (Resim 3.13).



**Resim 3.13:** İğne yapraklı ormanlardan görünüm

İğne yapraklı ormanlar; kirpi, köstebek, fare, yarasa, ayı, çakal, tilki, alageyik, baykuş, kartal vb. hayvanlara ev sahipliği yapar (Resim 3.14, 3.15).



**Resim 3.14:** Baykuş



**Resim 3.15:** Alageyik

**Çöl biyomları:** Çöller toprak yüzeyi sıcaklığının  $60^{\circ}\text{C}$ 'un üstüne çıktığı çok kurak alanlardır. Bu alanlarda sıcaklık gün içinde ve mevsimler arasında büyük farklılıklar gösterir. Gündüz  $55^{\circ}\text{C}$ 'a çıkabilen sıcaklık geceleri eksili değerlere inmektedir. Bitki örtüsünün hiç bulunmadığı ya da çok seyrek olduğu aşırı kurak ortamlardır. Çöllerde belirli bir yağış mevsimi yoktur. Çöller dünyadaki karaların %35'ine yakın bir alanı kaplayan büyük biyomlardır.

Güney Afrika'da Kalahari Çölü, Kuzey Afrika'da Sahra Çölü ve Arabistan Çölü büyük çöllere örnektir. Güney Arizona'daki Sonoran Çölü'nden bir görünüm Resim 3.16'da verilmiştir.



**Resim 3.16:** Çöl biyomunda yer alan dev kaktüsler

Ülkemizde gerçek anlamda çöl bulunmamaktadır. Fakat karasal iklimin egemen olduğu bitki örtüsünün aşırı tahrip edildiği Karapınar ve Tuz Gölü çevresi çölleşmeye hassas bölgelerdir.

Çöl biyomunda su ihtiyacı az olan bitkiler bulunur. Çölde en çok su depolama özelliği olan kaktüslere ve kökleri derinlere uzanan çalılara rastlanır. Bunlar arasında geniş mesafeler ve boş alanlar bulunur. Çöl bitkilerinin gelişmesi çok hızlıdır.

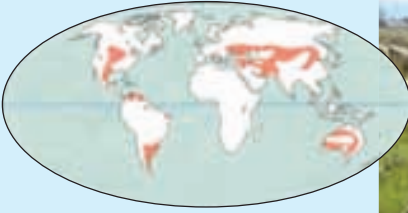
Orta Asya'da soğuk çöller yer alır. Soğuk çöllerde sıcaklık  $-30^{\circ}\text{C}$ 'un altına düşebilir. Çin'deki Taklamakan Çölü bu çöl tipine örnektir.



**Resim 3.17:** Çölde yaşayan yılan

Çölde yaşayan hayvanlara sürüngenler, böcekler ve keseli fare gibi kemirgenler örnek verilebilir (Resim 3.17). Bu hayvanlar yedikleri tohum ve kaktüslerden sağladıkları su ile yetinerek aylarca susuz yaşayabilir.

**Çayır biyomları (ılıman bölge çayırları):** Dağların yüksek kesimleriyle ılıman karasal iklim bölgelerinde görülür. Çayır biyomları yeryüzünde yazların sıcak, kışların soğuk geçtiği iklim bölgelerindeki otlarla kaplı alanlardır. Yağışların çölleşmeye izin vermediği, ancak orman oluşumu için yetersiz kaldığı yerlerde çayırlar oluşur. Çayırlar özellikle sığır, koyun, keçi vb. otçul hayvanların beslendiği, yabani ve evcil hayvanların barındığı alanlardır (Resim 3.18). Yeryüzünde geniş alanlar kaplayan çayırlar ayrıca toprak üstü örtüsü olarak toprağı korur, suyu tutar, kaynak sularını toplar ve kirlenen havayı temizler. Bitkilerin hızlı büyümesi ve çürüyerek toprağı karışması sebebiyle çayır toprakları humus bakımından zengindir.



**Resim 3.18:** Çayır biyomu görünümü

Ülkemizde bu tip çayırlar İç Anadolu'da, Doğu ve Güney Doğu Anadolu'da görülür. Erzurum-Kars platolarında geniş çayırlar yer alır. Bu bölgelerde en çok buğdaygiller ve baklagiller yetişir. İnek, koyun, yer sincabı, tilki, serçe vb. hayvanlar çayır biyomlarında yaşar (Resim 3.19, 3.20).



**Resim 3.19:** Kaya serçesi



**Resim 3.20:** Tilki

## 2. Sucul Biyomlar

**Tatlı su** ve **tuzlu su** biyomları olarak gruplandırılan sucul biyomlar biyosferin en büyük bölümünü kaplar.

### Tatlı Su Biyomları

Göller ve gölcükler gibi durgun su kütleleri, nehirler, deltalar, akarsular gibi hareketli su kütleleri ve sulak alanlar tatlı su biyomlarını oluşturur.

#### a.Göl biyomları

Göl biyomlarının büyüklüğü birkaç metre karelik küçük gölcüklerden başlayarak binlerce kilometre karelik yüzey alanlarına sahip büyük göllere kadar değişir. Göllerde komüniteler suyun derinliğine ve kıyıya uzaklığa göre yayılım gösterir.

Ülkemizde Ulubat ve Eymir gölleri bu biyomlara örnektir (Resim 3.21, 3.22).



**Resim 3.21:** Konya Beyşehir Gölü



**Resim 3.22:** Ankara Eymir Gölü

Göl biyomlarında siyanobakteriler, algler, küçük kabuklular, kurbağa, sazan, levrek, göçmen su kuşları, karabatak, sucul bitkiler, saz, kamış, nilüfer vb. canlılar yaşar (Resim 3.23, 3.24).



**Resim 3.23:** Göl biyomlarında yaşayan nilüfer



**Resim 3.24:** Kurbağa

**b.Akarsu biyomları:** Akarsular tek yönlü akan su kütleleridir (Resim 3.25). Bir akarsuyun başlangıç kısmında su genellikle soğuk ve temizdir. Az miktarda mineral taşıyan akarsu geçtiği yataklardan topladığı farklı minerallerle zenginleşir.



Resim 3.25: Akarsu biyomu

Bir akarsu üzerinde birbirinden farklı yaşam alanları olduğundan tür çeşitliliği de farklıdır. Akarsuların akış hızının fazla olduğu bölgelerde sabit algler ve süngerlerle birlikte kara yosunları; akıntının azaldığı yerlerde ise yüzen düğün çiçeği, solucanlar, yumuşakçalar, alabalıklar vb. yaşar.

**c.Sulak alanlar:** Doğal veya yapay; sürekli veya mevsimsel; suları durgun veya akıntılı tatlı, acı veya tuzlu su kütleleri **sulak alan** olarak tanımlanır. Bataklıklar, sazlıklar, turbalıklar, sulak çayırlar ile denizlerin altı metre derinliğe kadar olan kesimleri sulak alan kapsamı içindedir. Sulak alan toprakları suya doymuş ve oksijen bakımından fakirdir. Bu alanlarda; göl zambakları, kamış ve sazlar yer alır. Sulak alanlarda kabuklulardan misk sıçanlarına kadar çok çeşitli canlılar yaşar.

Türkiye'de Balıkdamı, Sultan Sazlığı, Göksu Deltası, Hacı Osman Ormanı (Samsun) sulak alanlara örnektir (Resim 3.26). Turbalık alanlara ise Yeniçağa, Yeşilırmak Deltası, Trabzon Ağaçbaşı Yaylası vb. örnek verilebilir.

#### Düşünelim-Araştırma

Sulak alanların korunması ile ilgili uluslararası sözleşmeleri ve bu sözleşmelerin kapsamındaki sulak alanları araştırınız. Edindiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.



Resim 3.26: Balıkdamı (Eskişehir) sulak alanı

### Tuzlu Su Biyomları

Okyanuslar ve denizler tuzlu su biyomlarını oluşturur. Yerkürenin %70'ini, okyanuslar ve bunları birbirine bağlayan denizler kaplar.

Dalgalar, gel-gitler, akıntılar, tuzluluk, sıcaklık, basınç ve ışık yoğunluğu gibi fiziksel etmenler deniz ve okyanuslardaki komünitelerin yapısını önemli ölçüde belirler.

Denizler ve okyanusların kıyıya yakın bölgelerinde yaşam koşulları daha uygun olduğu için tür çeşitliliği daha çok bu bölgelerde yoğunlaşmıştır.

Tuzlu su biyomlarında yaşayan canlılar; kıyıya olan uzaklığa, suyun derinliğine ve ışık geçirgenliğine göre dağılım gösterir (Resim 3.27).



Resim 3.27: Tuzlu su biyomu

Tuzlu su biyomunda derinliğe bağlı olarak *Protozoa* türleri, solucanlar, deniz anaları, mürekkep balığı, midye vb. omurgasız hayvanlar ile balıklar ve balina, fok gibi memeli hayvanlar yaşar.

Türkiye'nin denizlerinde yaşayan birçok memeli türü vardır. Tırtak (*Delphinus delphis*) bunlardan biridir (Resim 3.28). Ayrıca denizlerimizde çipura, levrek, ton, kefal gibi önemli balık türleri de barınmaktadır (Resim 3.29).



Resim 3.28: Tırtak



Resim 3.29: Kefal



## Bölüm Sonu Değerlendirme

### A. Aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

1. Bitki ve hayvanların yeryüzündeki dağılımına etki eden faktörler nelerdir? Belirtiniz.

.....

.....

.....

2. Biyom ve ekosistem arasında nasıl bir ilişki vardır? Açıklayınız.

.....

.....

.....

3. Çayır biyomunun genel özellikleri nelerdir? Belirtiniz.

.....

.....

.....

4. Türkiye'deki tatlı su biyomuna örnek vererek genel özelliklerini belirtiniz.

.....

.....

.....

5. Bitki ve hayvanların yeryüzündeki dağılımına iklimin etkisi nasıldır? Açıklayınız.

.....

.....

.....



## Okuma Metni

### Atatürk ve Doğa Sevgisi

Atatürk'ün kişiliğini oluşturan özellikler arasında doğa ve hayvan sevgisinin önemli bir yeri vardır. Bunun en belirgin örneği Atatürk Orman Çiftliği'dir. Konunun uzmanlarının "Burada hiçbir bitki yetişmez." raporuna rağmen "Burası vatan toprağıdır. Kaderine terk edilemez." talimatıyla çiftliğin yapımına başlanır, Atatürk uzun ve meşakkatli çalışmalar sonucunda tamamlanan bu çiftliğe 25 Mayıs 1933'te Ankaralıları davet eder.

Ankara'yı Türkiye Cumhuriyeti'nin başkenti yapan ve bir bozkır kasabasından modern bir şehir yaratan Atatürk, bu yönüyle de günümüzdeki şehircilik, çevre ve tabiat güzelliği kavramlarına, 1920'li yılların şartları içinde ışık tutan bir önderdir. Bu kavramların bilinmediği ve konuşulmadığı yıllarda, şehircilik uzmanlarını getirterek Ankara'yı düzene sokan, ağaç diktiren, bulvarlar açan, çiftlik kurduran Atatürk, bu yönüyle de örnek alınması gereken bir liderdir.

Afet İnan, Atatürk'ün Çankaya'yı cumhurbaşkanlığı köşkü seçmesini şöyle anlatır: "Atatürk'ün Çankaya'yı seçmesindeki etken, burada birkaç küçük kara kavak ve söğüt ağacının bulunmasıydı. Onların rüzgârlı günlerdeki hışırtısından daima zevk duyardı."

Nezihe Aras, Gazi Mustafa Kemal'le yaptığı bir söyleşide ondaki doğa sevgisini şöyle dile getiriyor:

"Çankaya Köşk'ünden Meclis binasına giderken yolda bir tek iğde ağacı vardı. Mustafa Kemal, her gün ağacın önünden geçerken arabayı yavaşlatıyor ve ağacı selamlıyor. Bir gün yine aynı yoldan geçerken ağacın yerinde olmadığını görüyor. Büyük bir telaşla arabayı durduruyor ve buradaki işçilere, "Ne oldu buradaki ağaca?" diyor. Yolu genişletmek için ağacın kesildiğini öğrenince "Başka yolu yok muydu!" diyerek ağlamaya başlıyor.

Atatürk, verimli toprakların bir ülke için önemini "Yurt toprağı! Sana her şey feda olsun. Kutlu olan sensin. Hepimiz senin için fedaiyiz. Fakat sen Türk ulusunu sonsuzluğa dek yaşatmak için verimli kalacaksın. Türk toprağı sen, seni seven Türk ulusunun mezarı değılsin. Türk ulusu için yaratıcılığını göster." diyerek belirtmiştir.

Atatürk'ün doğa sevgisi yalnızca Ankara için geçerli değildir. "Bu vatan, çocuklarımız ve torunlarımız için cennet yapılmaya değer." diyen Atatürk'ün özlemi, tüm ülkeyi ağaçlandırmak ve yeşillendirmektir.

Cemil Sönmez  
Atatürk' ün Tabiat ve Çevre Anlayışı  
(Düzenlenmiştir.)



## Ünite Sonu Değerlendirme

### A. Aşağıdaki soruları yanıtlandırınız.

1. Bir bitki türünün baskın olarak bulunduğu ormanlık alanda, otuz yıl sonra inceleme yapıldığında bu türün azaldığı, başka bir bitki türünün baskın hâle geldiği görülmüştür. Bu olayın sebepleri nelerdir? Açıklayınız.

2. Sulak alanların çevreye etkisi nedir? Açıklayınız.

3. Tür içi ve türler arası rekabet nedir? Örneklerle açıklayınız.

4. Okyanus akıntıları biyomların yeryüzündeki dağılışını nasıl etkiler? Açıklayınız.

5. Komünite , organizma, popülasyon, ekosistem ve biyom kavramlarını küçükten büyüğe doğru sıralayınız .

6. Yılın belirli dönemlerinde avlanma yasağının konmasını, av-avcı ilişkisi açısından değerlendiriniz.

7. İnsan bağırsağında K ve B vitaminini sentezleyen bakterilerin yaşama şekli nedir? Açıklayınız.

### B. Aşağıdaki ifadeleri uygun terimlerle (süksesyon, doğum, içe göç, ölüm, dışa göç, dağılış, komünite, simbiyoz, tuzlu su, sindirim, ökse otu) tamamlayınız.

1. Popülasyonlar büyüyebilir veya küçülebilir. Popülasyonun büyümesi.....ve..... ile küçülmesi ise .....ve.....ile meydana gelir.

2. Belli bir alanda yaşayan canlıların bütünü ..... meydana getirir. Burada yer alan canlıların hepsi birbirleriyle etkileşim içerisinde.

3. İki canlının yaşamlarını sürdürebilmeleri için birlikte yaşam şekillerine genel ifadeyle ..... denir.

4. Yarı parazit bitki olan ..... gerekli suyu ve madensel tuzları üzerinde yaşadığı bitkinin iletim borularından alır.

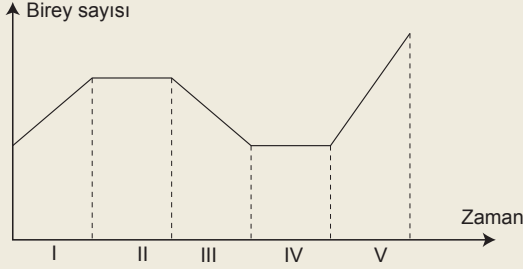
5. İç parazitlerde ..... sistemi tamamen kaybolmuştur. Bunlar konağın besinlerinden yararlanır.

## C. Verilen bilgiler yanlışsa doğrusunu karşısındaki kutucuğa yazınız.

- |     |   |            |  |
|-----|---|------------|--|
| 1.  | En büyük ekosistem biyomdur.  | (D)<br>(Y) |  |
| 2.  | Okyanus akıntıları, biyomlar üzerinde etkilidir.  | (D)<br>(Y) |  |
| 3.  | Yeryüzünde canlıların dağılımını etkileyen en önemli faktör iklimdir.   | (D)<br>(Y) |  |
| 4.  | Avlanma-rekabet ve hastalık bitki ve hayvanların yeryüzüne dağılımını etkileyen abiyotik faktörlerdendir.             | (D)<br>(Y) |  |
| 5.  | İğne yapraklı ormanlar dünya üzerinde bölgesel değil daha çok parçalı bir dağılıma sahiptir.                          | (D)<br>(Y) |  |
| 6.  | Sucul ekosistemlerde kirlilik derecesi arttıkça çeşitlilik düzeyi de artar.   | (D)<br>(Y) |  |
| 7.  | Sindirim sistemi bulundurmeyan iç parazitler, konağın sindirilmiş besinlerini kullanır.                               | (D)<br>(Y) |  |
| 8.  | Belirli bir bölgede zaman içinde çeşitli türlerin birbirini izleyerek ortaya çıkmalarına süksesyon denir.             | (D)<br>(Y) |  |
| 9.  | Belirli bir alan ya da hacimdeki birey sayısına popülasyon yoğunluğu denir.   | (D)<br>(Y) |  |
| 10. | S tipi büyüme eğrisi yeni bir çevreye yerleşen ya da bir felaket sonucu sayıları çok azalmış popülasyonlarda görülür. | (D)<br>(Y) |  |

#### Ç. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları yanıtlayınız.

1. Aşağıdaki grafikte bir insan popülasyonunun zamana göre değişimi gösterilmektedir.



**Bu grafikteki V numaralı zaman aralığı ile ilgili aşağıdaki yargılardan hangisi kesinlikle doğrudur?**

- A) Popülasyon taşıyabileceği en az bireyi taşımaktadır.
- B) Popülasyonu etkileyen olumsuz bir olay meydana gelmiştir.
- C) Popülasyondaki yaşlı ve genç bireyler eşit sayıdadır.
- D) Popülasyondan dışa göç gerçekleşmiştir.
- E) Popülasyondaki birey sayısı artış göstermektedir.

**2. Baklagillerin kökünde yaşayan bakterilerin baklagillere sağladığı yarar aşağıdaki seçeneklerin hangisinde verilmiştir?**

- A) Topraktaki inorganik maddeleri organik maddelere dönüştürerek besin sentezi yapar.
- B) Havadaki karbon dioksidi tutar.
- C) Toprakta bulunan oksijenin havaya geçişini sağlar.
- D) Havadaki serbest azotu tutarak nitrat bileşiklerine dönüştürür.
- E) Toprakta bulunan zehirli maddeleri etkisiz hâle getirir.

**3. Bitkilerin kök nodüllerinde bulunan bakteriler, azot tuzlarının bitki tarafından alınmasını sağlarken bunun karşılığında bitkinin fotosentez ürünü olan organik besinleri kullanırlar. Bu iki canlı arasındaki beslenme ilişkisi aşağıdakilerden hangisidir?**

- A) Kommensalizm
- B) Parazitizm
- C) Geotropizm
- D) Mutualizm
- E) Fototropizm

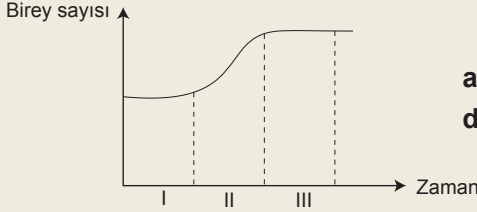
**4. Doğal bir çevreyi oluşturan;**

- I. Popülasyon,
- II. Komünite,
- III. Biyom

**şeklindeki biyolojik birimlerde yer alan tür çeşidini çoktan aza doğru sıralayınız.**

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

5. Doğum, ölüm, içe göçler ve dışa göçler bir popülasyonun yoğunluğunu etkileyen faktörlerdir. Bu faktörlerin etkilediği bir popülasyonun zaman içindeki değişimi aşağıdaki grafikte verilmiştir.



Yandaki grafiğe göre III. zaman aralığı için aşağıdaki yargılardan hangisi kesinlikle doğrudur?

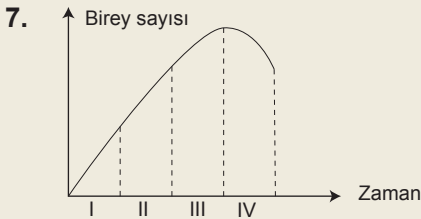
- A) Doğum ve içe göçler, ölüm ve dışa göçlerden daha büyüktür.
- B) Doğum ve içe göçler, ölüm ve dışa göçlerden daha küçüktür.
- C) Doğum ve içe göçler, ölüm ve dışa göçlere eşittir.
- D) Genç bireylerin sayısı yaşlı bireylerden fazladır.
- E) Yaşlı bireylerin sayısı genç bireylerin sayısından daha fazladır.

6. Sığ bir göl, alg popülasyonlarının büyüklüklerini etkileyen faktörleri incelemek için iki bölüme ayrılmıştır. Her iki bölüme de (1 ve 2.) karbonlu ve azotlu bileşikler doğal olarak gelmeye devam ederken 2. bölüme fosfat bileşikleri ilave edilmiştir. Bir süre sonra 1. bölümde bulunan alg popülasyonunun büyüklüğünde bir değişim olmazken 2. bölümdeki alg popülasyonunda büyük bir artış gözlenmiştir.

Bu gölle ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi söylenemez?

- A) Birinci bölümde fosfat bileşiklerinin az olması alg popülasyonunun büyüklüğünü sınırlamıştır.
- B) Birinci bölümdeki alg çeşitliliğinde değişim olması beklenmez.
- C) İkinci bölümde biriken organik madde miktarı artar.
- D) İkinci bölümde birim zamanda üretilen oksijen miktarı azalır.
- E) İkinci bölümde suyun ışık geçirgenliği birinci bölüme göre azalır.

ÖSS 2009 Fen-2



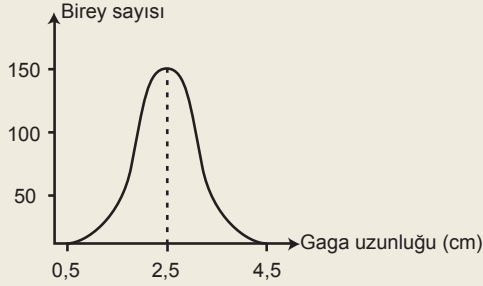
Yandaki grafikte bir popülasyonda birey sayısı-zaman aralığı verilmiştir.

Bu grafiğe göre, aşağıdakilerden hangisi söylenemez?

- A) I ve III. zaman arasında popülasyon artış gösterir.
- B) III. zamanda bireylere üremeyi engelleyici bir madde verilmiştir.
- C) III ve IV zaman arasında büyüme hızı en yüksektir.
- D) I ve II zaman arasında popülasyon çevresinde artışı sınırlayan herhangi bir faktör yoktur.
- E) III. zamanda popülasyon çevre direnciyle karşılaşmıştır.

### 3. Ünite - Komünite ve Popülasyon Ekolojisi

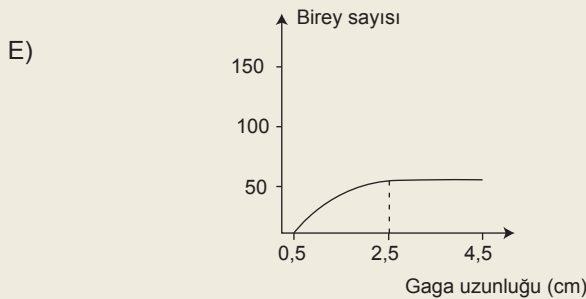
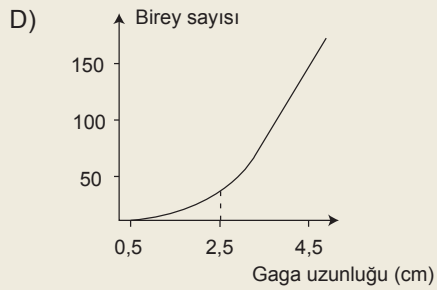
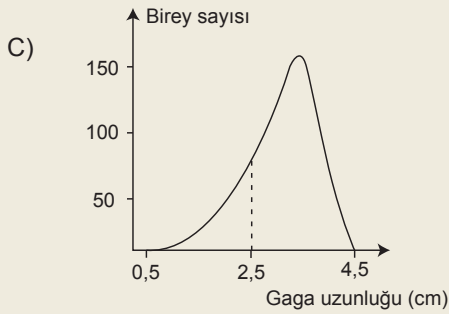
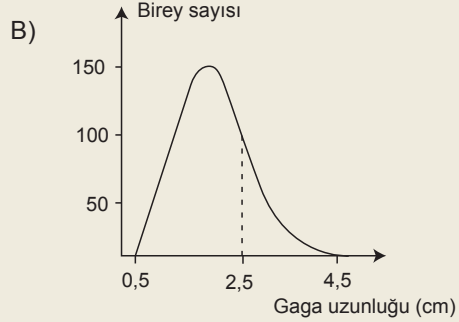
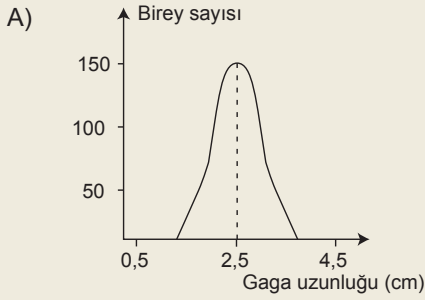
8. Aşağıdaki grafik, bir ekosistemde bulunan bir kuş popülasyonundaki bireylerin gaga uzunluklarının dağılımını göstermektedir.



Canlılarda organların yapı ve işlevleri belirli değerler arasında en başarılıdır.

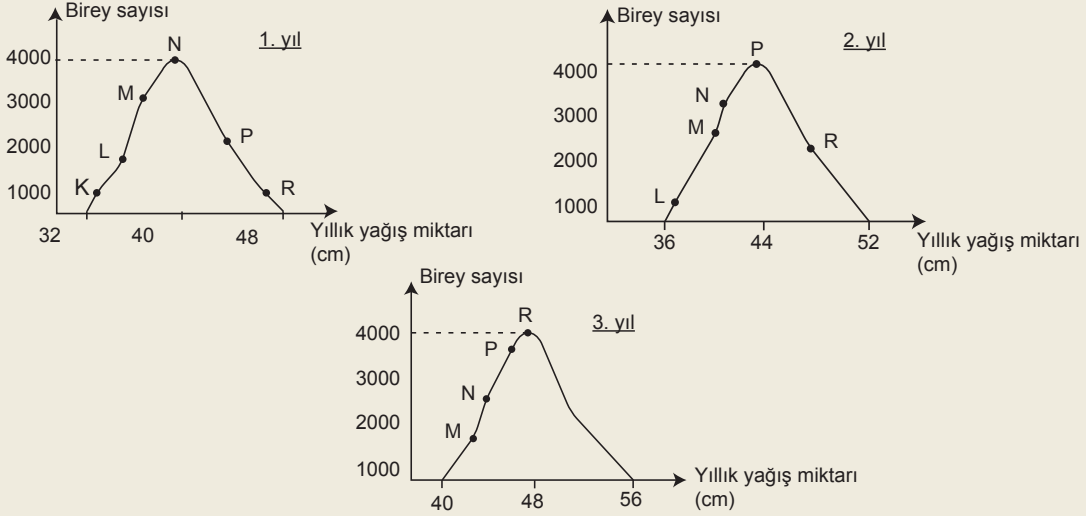
Bu ekosistemde koşulların, gaga uzunluğu 2,5 santimetreden daha uzun bireylerin besin bulma şanslarını artıracak şekilde değiştiği gözlenmiştir.

**Yeni çevre koşullarında, gelecek kuşaklarda bu popülasyondaki yavruların gaga uzunluklarının dağılımını gösteren grafiğin aşağıdakilerin hangisindeki gibi olması beklenir?**



ÖSS 2009 Fen-2

9. Aşağıdaki grafikler, yıllık yağış ortalamalarında farklılıklar saptanan bir ekosistemde, bir bitki popülasyonunun K, L, M, N, P ve R varyasyonlarının 1., 2. ve 3. yıllardaki dağılımını göstermektedir.



Buna göre, aşağıdaki yargılardan hangisi yanlıştır?

- A) Popülasyonun devamlılığı, varyasyonların birey sayılarının aynı kalmasıyla sağlanmıştır.
- B) Popülasyondaki her bir varyasyonun birey sayısı yağış miktarına göre değişmiştir.
- C) Yağış miktarındaki değişme popülasyon büyüklüğünü etkilememiştir.
- D) Farklı varyasyonlar farklı uyum göstermiştir.
- E) Yağış miktarındaki değişme bazı varyasyonların elenmesine neden olmuştur.

ÖSS 2007 Fen-2

10. Aşağıdaki tabloda, bir ekosistemde bulunan K, L, M, N, P ve R harfleriyle belirtilen altı tür kurbağanın yaşam alanları, çiftleşme mevsimleri ve besin çeşitleriyle ilgili bilgiler verilmiştir.

| Kurbağa Türü | Yaşam Alanı       | Çiftleşme Mevsimi | Besin Çeşidi |
|--------------|-------------------|-------------------|--------------|
| K            | Ağaç üzeri        | Nisan             | Y türü böcek |
| L            | Orman altı ortamı | Nisan             | X türü böcek |
| M            | Ağaç üzeri        | Haziran           | Y türü böcek |
| N            | Göl ortamı        | Mayıs             | X türü böcek |
| P            | Göl ortamı        | Mayıs             | Z türü böcek |
| R            | Orman altı ortamı | Nisan             | Z türü böcek |

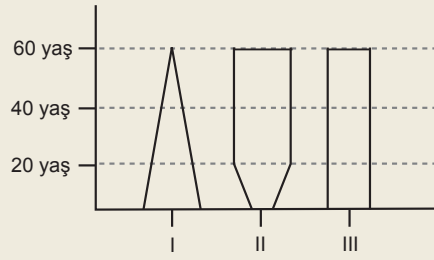
Tablodaki bilgilere göre, aşağıdakilerin hangisinde verilen iki kurbağa türü arasında rekabetin en fazla olması beklenir?

- A) K ve M
- B) L ve N
- C) L ve R
- D) N ve P
- E) P ve R

ÖSS 2008 Fen-1

### 3. Ünite - Komünite ve Popülasyon Ekolojisi

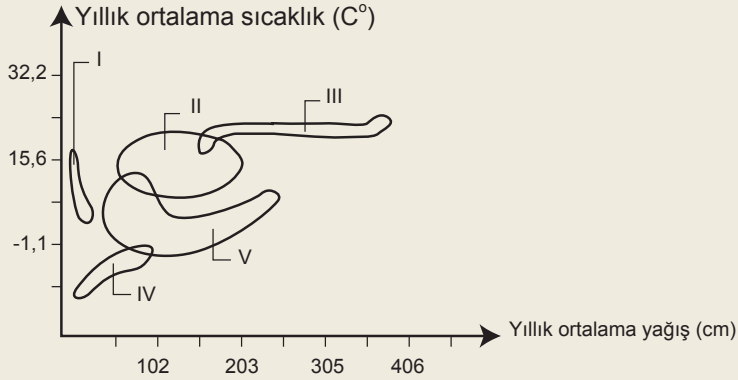
11. Bir ekosistemde bulunan üç farklı popülasyona ait yaş piramitleri verilmiştir.



Bu popülasyonların değişimiyle ilgili olarak aşağıda verilenlerden hangisi doğrudur?

| I            | II        | III       |
|--------------|-----------|-----------|
| A) Gelişen   | Gelişen   | Dengede   |
| B) Gelişen   | Gerileyen | Dengede   |
| C) Dengede   | Dengede   | Dengede   |
| D) Gerileyen | Gelişen   | Dengede   |
| E) Gelişen   | Gerileyen | Gerileyen |

12.

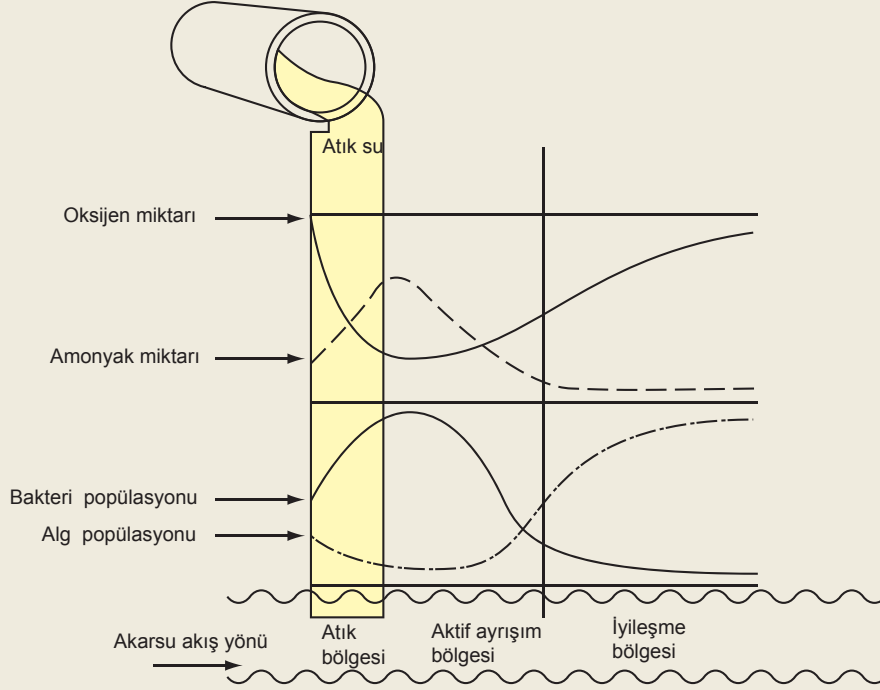


Yıllık ortalama yağış ve sıcaklık değerlerine göre hazırlanan yukarıdaki grafikte, tundra, çöl, yağmur ormanı, yaprak döken ağaç ormanı ve iğne yapraklı ağaç ormanı biyomları I, II, III, IV ve V olarak numaralanmıştır.

Buna göre, yağmur ormanı biyomu grafikte hangi numarayla gösterilmiştir?

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

13. Aşağıdaki grafik, atık su boşaltan bir akarsu ortamında, atığın boşaltıldığı atık bölgesinden iyileşme bölgesine doğru gidildikçe, oksijen ve amonyak miktarları ile bakteri ve alg popülasyonlarında meydana gelen değişiklikleri göstermektedir.



**Yalnızca bu grafikteki bilgilere göre, bu akarsu ortamıyla ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi söylenemez?**

- A) Oksijen miktarı ve bakteri popülasyonu değişme eğrileri birbirine terstir.
- B) Ortamda alglerin çoğalması, oksijen miktarındaki artışta rol oynar.
- C) Bakteri ve alg popülasyonları aynı besin maddelerini kullanır.
- D) Ortama atık madde girmesi, alg popülasyonunun azalmasına neden olur.
- E) Amonyak miktarındaki değişimler bakteri popülasyonu ile ilgilidir.

ÖSS 2005

### 3. Ünite - Komünite ve Popülasyon Ekolojisi

**D. Aşağıda bulunan Yapılandırılmış Grid (yapılandırılmış kareleme)'deki numaralı kutucuklarda bitki biyolojisi ile ilgili çeşitli kavramlar verilmiştir. Kutucuk numaralarını kullanarak aşağıdaki soruları yanıtlayınız.**

|                           |                    |                              |                |
|---------------------------|--------------------|------------------------------|----------------|
| 1<br>Mutualizm            | 2<br>Sıcaklık      | 3<br>Popülasyon<br>yoğunluğu | 4<br>İçe göç   |
| 5<br>Taşıma<br>kapasitesi | 6<br>Bit           | 7<br>Kommen-<br>salizm       | 8<br>Toprak    |
| 9<br>Tür içi rekabet      | 10<br>Yaş dağılımı | 11<br>Sivrisinek             | 12<br>Kene     |
| 13<br>Av-avcı<br>ilişkisi | 14<br>Doğum        | 15<br>Parazitizm             | 16<br>Ökse otu |

1. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri simbiyotik yaşam biçimleridir?
2. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri parazit canlılardır?
3. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri popülasyon dinamiğini meydana getirir?
4. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri komünitede sürekli etkileşime neden olur?
5. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri popülasyon büyüklüğünü artırır?
6. Yukarıdakilerden hangisi popülasyonun ulaştığı maksimum büyüklüğü ifade eder?
7. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri canlıların coğrafik dağılımını etkileyen abiyotik faktörlerdir?

**E. Kelime ilişkilendirme**

Aşağıdaki anahtar kavramın size çağrıştırdığı kelimeleri 45 saniye süreyle her satıra bir kelime gelecek şekilde yazınız. Daha sonra anahtar kavram ile bulduğunuz kelimeyi içeren anlamlı cümleler kurarak bunları noktalı satırlara yazınız.

|            |  |
|------------|--|
| Popülasyon |  |
| Popülasyon |  |
| Popülasyon |  |
| Popülasyon |  |
| Popülasyon |  |
| Popülasyon |  |
| Popülasyon |  |
| Popülasyon |  |
| Popülasyon |  |
| Popülasyon |  |
| Popülasyon |  |

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**CEVAP ANAHTARI****ÜNİTE 1**

| <b>Bölüm Sonu Değerlendirme</b>     |   |
|-------------------------------------|---|
| Sayfa 61, Tanılayıcı Dallanmış Ağaç | Sayfa 77, Yapılandırılmış Grid  |
| 2. çıkış                            | 1. 1, 4, 9, 12<br>2. 2, 5<br>3. 6, 8, 14<br>4. 3, 6<br>5. 16<br>6. 10, 15<br>7. 13<br>8. 7<br>9. 11 |

| <b>Ünite Sonu Değerlendirme</b>   |   |  |
|---|---|--|
| Sayfa 104, C bölümü   | Sayfa 105, Ç bölümü   | Sayfa 109, D bölümü<br>Yapılandırılmış Grid  |
| 1. Y<br>2. Y<br>3. D<br>4. Y<br>5. Y<br>6. D<br>7. D<br>8. Y<br>9. D<br>10. D | 1. B<br>2. A<br>3. C<br>4. D<br>5. B<br>6. E<br>7. B<br>8. B<br>9. E<br>10. B<br>11. D<br>12. E<br>13. A<br>14. E | 1. 1<br>2. 10, 15<br>3. 4, 9<br>4. 10, 12<br>5. 6, 8<br>6. 5, 16<br>7. 13<br>8. 7, 11<br>9. 2, 3<br>10. 14 |

## ÜNİTE 2

| Bölüm Sonu Değerlendirme   |
|--|
| Sayfa 131, Yapılandırılmış Grid  |
| 1. 13,16<br>2. 2, 4, 7, 11, 14,15<br>3. 1, 3, 13, 16<br>4. 11, 14<br>5. 9<br>6. 6<br>7. 8<br>8. 5<br>9. 12<br>10. 10 |

| Ünite Sonu Değerlendirme |                     |       |   |
|--------------------------|---------------------|-------|---|
| Sayfa 191, C bölümü      | Sayfa 192, Ç bölümü |       | Sayfa 200, D bölümü<br>Yapılandırılmış Grid |
| 1. D                     | 1. E                | 16. D | 1. 13                                       |
| 2. D                     | 2. A                | 17. C | 2. 8  |
| 3. Y                     | 3. B                | 18. E | 3. 14                                       |
| 4. D                     | 4. D                | 19. C | 4. 2  |
| 5. D                     | 5. A                | 20. E | 5. 4, 9                                     |
| 6. Y                     | 6. E                | 21. B | 6. 6, 11, 12                                |
| 7. D                     | 7. A                | 22. D | 7. 1, 3, 10                                 |
| 8. D                     | 8. C                |       | 8. 16                                       |
| 9. Y                     | 9. B                |       | 9. 15                                       |
| 10. D                    | 10. A               |       | 10. 7                                       |
|                          | 11. A               |       | 11. 5                                       |
|                          | 12. E               |       |   |
|                          | 13. A               |       |   |
|                          | 14. D               |       |   |
|                          | 15. D               |       |   |

**CEVAP ANAHTARI****ÜNİTE 3**

| <b>Bölüm Sonu Değerlendirme</b>  |                            |  |
|--|----------------------------|--|
| Sayfa 215, 4. Kavram Haritası  | Sayfa 228, Tanılayıcı Ağaç | Sayfa 229, Bulmaca   |
| <b>1. Rekabet</b><br><b>2. Klimaks</b><br><b>3. Komünite</b><br><b>4. Süksesyon</b><br><b>5. Liken</b><br><b>6. Kommensalizm</b><br><b>7. Parazitizm</b><br><b>8. Amip</b><br><b>9. Canavarotu</b><br><b>10. Tenya</b> | <b>5. Çıkış</b>            | <b>1. Popülasyon</b><br><b>2. Taşıma kapasitesi</b><br><b>3. Popülasyon yoğunluğu</b><br><b>4. İçerme</b><br><b>5. Doyma noktası</b> |

| <b>Ünite Sonu Değerlendirme</b>   |   |  |
|---|---|--|
| Sayfa 247, C bölümü   | Sayfa 248, Ç bölümü   | Sayfa 254, D bölümü<br>Yapılandırılmış Grid  |
| <b>1. D</b><br><b>2. D</b><br><b>3. D</b><br><b>4. Y</b><br><b>5. D</b><br><b>6. Y</b><br><b>7. D</b><br><b>8. D</b><br><b>9. D</b><br><b>10. D</b> | <b>1. E</b><br><b>2. D</b><br><b>3. D</b><br><b>4. C</b><br><b>5. C</b><br><b>6. D</b><br><b>7. C</b><br><b>8. C</b><br><b>9. A</b><br><b>10. A</b><br><b>11. B</b><br><b>12. C</b><br><b>13. C</b> | <b>1. 1, 7, 15</b><br><b>2. 6, 11, 12, 16</b><br><b>3. 3, 4, 10</b><br><b>4. 9, 13</b><br><b>5. 4, 14</b><br><b>6. 5</b><br><b>7. 2, 8</b> |

## EKLER

### AKRAN DEĞERLENDİRME FORMU

Yönerge:

Bu form bir grup olarak çalışmalarınızı değerlendirmek üzere hazırlanmıştır. Aşağıdaki her ifadeyi okuyunuz. Bu ifadelere göre önce gruptaki arkadaşlarınızı son sütunda ise kendinizi değerlendiriniz.

Buna göre 5=Çok iyi 4= İyi 3= Orta 2= Kabul edilebilir 1= Kabul edilemez olarak dereceleyniz.

Değerlendiren öğrencinin; **1. Arkadaşımın adı soyadı** : .....  
**Adı soyadı** : ..... **2. Arkadaşımın adı soyadı** : .....  
**Sınıfı** : ..... **3. Arkadaşımın adı soyadı** : .....  
**Grubun adı:** **4. Arkadaşımın adı soyadı** : .....  
**5. Arkadaşımın adı soyadı** : .....

| Grubunuzdaki Öğrenciler                            | 1. Arkadaşım | 2. Arkadaşım | 3. Arkadaşım | 4. Arkadaşım | 5. Arkadaşım | Ben |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----|
| 1. Çalışmalara gönüllü katılma                     |              |              |              |              |              |     |
| 2. Görevini zamanında yerine getirme               |              |              |              |              |              |     |
| 3. Farklı kaynaklardan bilgi toplayıp sunma        |              |              |              |              |              |     |
| 4. Grup arkadaşlarının görüşlerine saygılı olma    |              |              |              |              |              |     |
| 5. Arkadaşlarını uyarırken olumlu bir dil kullanma |              |              |              |              |              |     |
| 6. Temiz tertipli ve düzenli çalışma               |              |              |              |              |              |     |
| 7. Sonuçları tartışırken anlaşılır konuşma         |              |              |              |              |              |     |
| Toplam   |              |              |              |              |              |     |

#### İstek ve Önerilerim

.....

.....

.....

.....

.....

### GRUP ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU

**Grubun adı** :

**Gruptaki öğrencilerin adları** :

**Açıklama** : Aşağıdaki tabloda grubunuzu en iyi şekilde ifade eden seçeneği işaretleyiniz.

| DEĞERLENDİRİLECEK TUTUM VE DAVRANIŞLAR                     | DERECELER |       |              |
|--|-----------|-------|--------------|
|  | Her Zaman | Bazen | Hiçbir Zaman |
| 1. Araştırma planı yaptık.                                 |           |       |              |
| 2. Görev dağılımı yaptık.                                  |           |       |              |
| 3. Araştırmada çeşitli kaynaklardan yararlandık.           |           |       |              |
| 4. Etkinlikleri birlikte hazırladık.                       |           |       |              |
| 5. Görüşlerimizi rahatlıkla söyledik.                      |           |       |              |
| 6. Grupta uyum içinde çalıştık.                            |           |       |              |
| 7. Birbirimizin görüşlerini ve önerilerini dinledik.       |           |       |              |
| 8. Grupta birbirimize güvenerek çalıştık.                  |           |       |              |
| 9. Grupta birbirimizi takdir ettik.                        |           |       |              |
| 10. Çalışmalarımız sırasında birbirimizi cesaretlendirdik. |           |       |              |
| 11. Sorumluluklarımızı tam anlamıyla yerine getirdik.      |           |       |              |
| 12. Çalışmalarımızı etkin bir biçimde sunduk.              |           |       |              |
| <b>TOPLAM</b>  |           |       |              |

## ÖĞRENCİ ÜRÜN DOSYASI

Tarih:

Neden bu çalışmayı sakladım?

---

---

---

Bu çalışmayı neden arkadaşlarımla paylaştım?

---

---

---

Öğrendiklerim hakkında gösterebileceklerim nelerdir?

---

---

---

Eğer bu çalışmayı tekrar yapsaydım, nasıl yapardım?

---

---

---

---

Çalışmamı yaparken beklemediğim nelerle karşılaştım?

---

---

---

---

Benim için bu çalışmanın anlamı nedir?

---

---

---

### ÖĞRENCİ ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU

Bu form kendinizi değerlendirmeniz amacıyla hazırlanmıştır. Çalışmalarınızı en doğru yansıtan seçeneğe (x) işareti koyunuz.

Öğrencinin;

Adı ve soyadı :

Sınıfı :

Numarası :

| ÖĞRENCİLERİN DEĞERLENDİRECEĞİ<br>DAVRANIŞLAR             | DERECELER |       |              |
|--|-----------|-------|--------------|
|  | Her Zaman | Bazen | Hiçbir Zaman |
| 1. Başkalarının anlattıklarını ve önerilerini dinledim.  |           |       |              |
| 2. Yönergeyi izledim.                                    |           |       |              |
| 3. Arkadaşlarımı incitmeden teşvik ettim.                |           |       |              |
| 4. Ödevlerimi tamamladım.                                |           |       |              |
| 5. Anlamadığım yerlerde sorular sordum.                  |           |       |              |
| 6. Grup arkadaşlarıma çalışmalarında destek oldum.       |           |       |              |
| 7. Çalışmalarım sırasında zamanımı akıllıca kullandım.   |           |       |              |
| 8. Çalışmalarım sırasında değişik materyaller kullandım. |           |       |              |

1. Bu etkinlik sırasında grubumdaki arkadaşlarıma nasıl yardım ettim?

---

---

2. Bu etkinlik sırasında en iyi yaptığım şeyler nelerdir?

---

---

**PROJE DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ**

Projenin adı :

Öğrencinin adı ve soyadı :

Sınıf-Numarası :

| BECERİLER  | DERECELER |     |      |       |          |
|--|-----------|-----|------|-------|----------|
|  | Çok iyi   | İyi | Orta | Geçer | Yetersiz |
|  | 5         | 4   | 3    | 2     | 1        |
| <b>I. PROJE HAZIRLAMA SÜRECİ</b>                     |           |     |      |       |          |
| Projenin amacını belirleme                           |           |     |      |       |          |
| Projeye uygun çalışma planı yapma                    |           |     |      |       |          |
| Grup içinde görev dağılımı yapma                     |           |     |      |       |          |
| İhtiyaçları belirleme                                |           |     |      |       |          |
| Farklı kaynaklardan bilgi toplama                    |           |     |      |       |          |
| Projeyi plana göre gerçekleştirme                    |           |     |      |       |          |
| <b>TOPLAM</b>  |           |     |      |       |          |
| <b>II. PROJENİN İÇERİĞİ</b>                          |           |     |      |       |          |
| Türkçeyi doğru ve düzgün yazma                       |           |     |      |       |          |
| Bilgilerin doğruluğu                                 |           |     |      |       |          |
| Toplanan bilgilerin analiz edilmesi                  |           |     |      |       |          |
| Elde edilen bilgilerden çıkarımda bulunma            |           |     |      |       |          |
| Toplanan bilgileri düzenlenme                        |           |     |      |       |          |
| Kritik düşünme becerisini gösterme                   |           |     |      |       |          |
| <b>TOPLAM</b>  |           |     |      |       |          |
| <b>III. SUNU YAPMA</b>                               |           |     |      |       |          |
| Türkçeyi doğru ve düzgün konuşma                     |           |     |      |       |          |
| Sorulara cevap verebilme                             |           |     |      |       |          |
| Konuyu dinleyicilerin ilgisini çekecek şekilde sunma |           |     |      |       |          |
| Sunuyu hedefe yönelik materyalle destekleme          |           |     |      |       |          |
| Sunuda akıcı bir dil ve beden dilini kullanma        |           |     |      |       |          |
| Verilen sürede sunuyu yapma                          |           |     |      |       |          |
| Sunum sırasında öz güvene sahip olma                 |           |     |      |       |          |
| Severek sunu yapma                                   |           |     |      |       |          |
| <b>TOPLAM</b>  |           |     |      |       |          |
| <b>GENEL TOPLAM</b>                                  |           |     |      |       |          |

## BİYOLOJİ DERSİ ARAŞTIRMA RAPORU ÖRNEĞİ

|                        |  |
|------------------------|--|
| SINIF                  |  |
| DERS                   |  |
| ÜNİTE                  |  |
| AMACI VE ÖNEMİ         |  |
| ARAŞTIRMA KONUSU       |  |
| ARAŞTIRMA EKİBİ        |  |
| YARARLANILAN KAYNAKLAR |  |
| YÖNTEM VE TEKNİK       |  |
| TARİH                  |  |

### RAPOR HAZIRLAMA KRİTERLERİ

- 1.Araştırma sürecini etkili şekilde planlayınız.
- 2.Konuya ilişkin çeşitli kaynaklardan yararlanınız.
- 3.Araştırma sürecinde iş birliğine önem veriniz.
- 4.Dil yazım kurallarına uyunuz.
- 5.Kaynaklardaki bilgileri doğru şekilde kullanınız.
- 6.Konuya ilişkin kavram, olgu ve prensipleri doğru ve yerinde kullanınız.
- 7.Raporunuzu ne şekilde (sözlü anlatım, yazılı anlatım, sunu, poster vb.) sunacağınıza karar veriniz.

### RAPOR HAZIRLAMADA BULUNMASI GEREKENLER

1. Kapak
2. Giriş
3. Süreç (planlanan çalışmaların plana uygun gidip gitmediği ve bunun nedenleri)
4. Sonuçların analizi
5. Ekler (sunu, poster, resim vb.)

## ARAŞTIRMA RAPORU DEĞERLENDİRME FORMU

Öğrencinin adı soyadı :

Grup adı :

Araştırma konusu :

Tarih :

Sevgili Öğrenciler,

Aşağıdaki derecelendirme ölçeği sizin biyoloji ile ilgili bir konuda araştırma yaparken göstermiş olduğunuz performansa ilişkin gözlemlerin öğretmeniniz tarafından kaydedilmesi için hazırlanmıştır. Yapacağınız araştırmada aşağıdaki ölçütleri dikkate alınız.

5.Çok iyi

4. İyi

3 . Orta

2. Geçer

1. Yetersiz

| ÖLÇÜTLER  | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. Araştırmanın amacı belirtilmiştir.   |   |   |   |   |   |
| 2. Araştırmanın konusu belirtilmiştir.  |   |   |   |   |   |
| 3. Araştırmanın aşamaları açık olarak yazılmıştır.  |   |   |   |   |   |
| 4. Araştırmanın aşamaları sırasıyla gerçekleştirilmiştir.   |   |   |   |   |   |
| 5. Araştırmanın her aşaması ayrıntılı olarak açıklanmıştır.   |   |   |   |   |   |
| 6. Araştırmada gerçekleştirilen çalışmalar rapor hâlinde düzenlenmiştir.  |   |   |   |   |   |
| 7. Araştırmada yararlanılan araç- gereçler ve materyaller hakkında bilgi verilmiştir.   |   |   |   |   |   |
| 8. Araştırmanın gerçekleştirilmesi sırasında karşılaşılan güçlükler ve bunların nasıl giderildiği hakkında bilgi verilmiştir. |   |   |   |   |   |
| 9. Araştırmanın gerçekleştirilmesinde yardım alınan kişiler hakkında bilgi verilmiştir.                                       |   |   |   |   |   |
| 10. Araştırma raporu zamanında teslim edilmiştir.   |   |   |   |   |   |
| 11. Konuya ilişkin kavramlar doğru ve yerinde kullanılmıştır.   |   |   |   |   |   |
| 12. Kaynaklardan elde edilen bilgiler doğru yorumlanmıştır.   |   |   |   |   |   |
| 13. Öznel yorumlar katılmıştır.   |   |   |   |   |   |
| 14. Yapılan yorumlar tarihsel kanıtlarla desteklenmiştir.   |   |   |   |   |   |
| 15. Dil ve yazım kuralları doğru şekilde kullanılmıştır.  |   |   |   |   |   |
| 16. Konu ile ilgili poster, resim vb. amacına uygun hazırlanmıştır.   |   |   |   |   |   |

## ULUSLARARASI BİRİM SİSTEMİ (SI)

Tüm dünyadaki bilim insanları Uluslararası Birim Sistemini (SI) kullanırlar. Laboratuvarlarda yaptığınız ölçme çalışmalarında SI birimlerini sıkça kullanacaksınız.

SI ondalık sistemdir. Bir başka deyişle SI birimleri arasındaki ilişki 10'un katları şeklindedir. Örneğin SI'da uzunluk için temel birim metredir. Bir metre 100 cm'ye ya da 1000 milimetreye eşittir. Bir metre aynı zamanda 0,001 kilometredir. Tablo 1'de yaygın olarak kullanılan SI birimlerinin kat sayıları, ön ekleri ve sembolleri verilmiştir.

Tablo 1: SI Ön Ekleri

| Ön ek | Sembol | Temel birimin kat sayısı |
|-------|--------|--------------------------|
| giga  | G      | 1.000.000.000            |
| mega  | M      | 1.000.000                |
| kilo  | k      | 1.000                    |
| hekto | h      | 100                      |
| deka  | da     | 10                       |
| desi  | d      | 0,1                      |
| senti | c      | 0,01                     |
| mili  | m      | 0,001                    |
| mikro | $\mu$  | 0,000001                 |
| nano  | n      | 0,000000001              |

### SI Birimleri

#### Temel Birimler

7 temel büyüklük, SI'da temel birimler ile temsil edilir. Bu birimlerle kısaltmaları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2: SI Temel Birimler

| Temel Büyüklük        | Birim    | Sembol |
|-----------------------|----------|--------|
| Uzunluk               | metre    | m      |
| Kütle                 | kilogram | kg     |
| Zaman                 | saniye   | s      |
| Elektrik akımı        | amper    | A      |
| Termodinamik sıcaklık | kelvin   | K      |
| Madde miktarı         | mol      | mol    |
| Işık şiddeti          | kandela  | cd     |

#### Türetilmiş Birimler

Tablo 2'deki temel birimler korunması gereken doğal yaşam alanının yüzeyini ya da koşan bir çitanın hızını ifade etmek için kullanılamaz. Bu nedenle yüzey alanı, hacim, hız gibi büyüklükler türetilmiş birimler ile ifade edilir.

Tablo 3: Türetilmiş SI Birimi Ön Ekleri

| Türetilmiş Büyüklük | Birim              | Sembol            |
|---------------------|--------------------|-------------------|
| Alan                | metre kare         | m <sup>2</sup>    |
| Hacim               | metre küp          | m <sup>3</sup>    |
| Yoğunluk            | kilogram/metre küp | kg/m <sup>3</sup> |
| Hız                 | metre/saniye       | m/s               |
| Celsius sıcaklığı   | derece celsius     | °C                |

Laboratuvarıda genellikle hacmi santimetre küp (cm<sup>3</sup>) cinsinden ifade edeceksiniz. Dereceli silindirler mililitre ya da santimetre küp ile derecelendirilmiştir. Bir metre kare 10.000 cm<sup>2</sup> ye eşittir. Büyük alanların ölçümü genellikle hektar (ha) cinsinden ifade edilir. Bir hektar 10.000 m<sup>2</sup>ye eşittir.

#### SI İle Birlikte Kullanılması Kabul Edilen Birimler

SI birimi olmayan bazı ölçü birimlerinin kullanımı da kabul edilmiştir. Bunlar zaman birimi olan dakika, saat ve gün, hacim birimi olan litre, kütle birimi olan tondur. Bu birimler Tablo 4'te listelenmiştir.

Tablo 4: SI ile Birlikte Kullanımı Kabul Edilen Birimler

| Birim       | Sembol | SI birimlerine göre değeri |
|-------------|--------|----------------------------|
| Dakika      | min    | 1 min=60 s                 |
| Saat (Hour) | h      | 1 h=3600 s 1 h=60 min      |
| Gün         | d      | 1 d=24 h                   |
| Litre       | L      | 1 L=0,001 m <sup>3</sup>   |
| Ton         | t      | 1 t=1000 kg                |

#### Eş değer Ölçümler ve Birimlerin Dönüşümleri

SI birimleri arasındaki dönüşümler kat sayıların dönüşümünü gerektirir. Örneğin metreyi santimetreye dönüştürmek için metre ve santimetre arasındaki ilişkiyi bilmeniz gerekir.

$$1 \text{ cm}=0,01 \text{ ya da } 1 \text{ m}=100 \text{ cm'dir.}$$

15,5 santimetrelilik ölçümü metreye dönüştürmeniz gerekirse aşağıdaki iki yoldan birini uygulayabilirsiniz.

$$15,5 \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 0,155 \text{ m ya da } 15,5 \times \frac{0,01 \text{ m}}{1 \text{ cm}} = 0,155 \text{ m}$$

Aşağıda uzunluk, alan, kütle ve hacim için bazı eş değer ölçümler verilmiştir:

#### UZUNLUK

$$1 \text{ km}=1000 \text{ m}$$

$$1 \text{ m}=\text{temel uzunluk ölçüsü birimi}$$

$$1 \text{ cm}=0,01 \text{ m}$$

$$1 \text{ mm}=0,001 \text{ m}$$

$$1 \text{ mikrometre } (\mu\text{m})=0,000001 \text{ m}$$

#### ALAN

$$1 \text{ km}^2=100 \text{ ha}$$

$$1 \text{ ha}=10.000 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ m}^2=10.000 \text{ cm}^2$$

$$1 \text{ cm}^2=100 \text{ mm}^2$$

#### KÜTLE

$$1 \text{ kg}=\text{temel kütle ölçü birimi}$$

$$1 \text{ kg}=1000 \text{ gram (g)}$$

$$1 \text{ g}=0,001 \text{ kg}$$

$$1 \text{ miligram (mg)}=0,001 \text{ g}$$

$$1 \text{ mikrogram } (\mu\text{g})=0,000001 \text{ g}$$

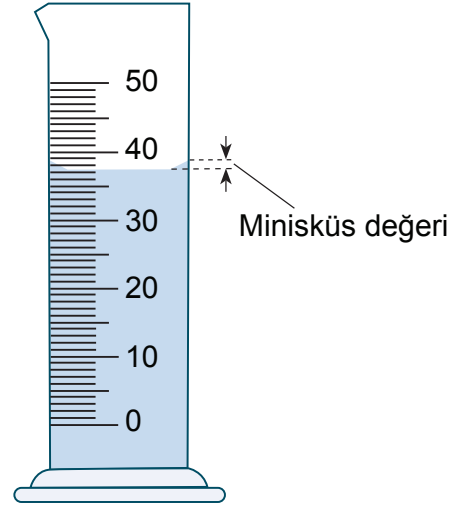
### SIVI HACMI

1 kilolitre (kL)=100m L

1 litre (L)=temel sıvı hacim birimi

1 mililitre (mL)=0,001 L

1 mililitre (mL)=1 cm<sup>3</sup>



NOT: Dereceli silindirde sıvı hacmini ölçerken sıvı yüzeyinin oluşturduğu eğrinin alt kısmındaki (minisküs) değeri okuyunuz.

## SÖZLÜK

### -A-

- almaş:** İki veya daha çok şeyin sırayla değiştirilerek kullanılması veya kendiliğinden değişerek çalışması, keşikleme, münavebe.
- antijen:** Organizmada bağışıklık tepkisine yol açan yabancı molekül.
- antikor:** Çok hücreli organizmaların bağışıklık sistemi tarafından antijene karşı geliştirilen glikoprotein yapısındaki moleküller.

### -B-

- bağlı genler:** Aynı kromozom üzerinde yer alan genler.

### -Ç-

- çürüme:** Canlı organizmanın ölümünden sonra mikrobik, kimyasal ve fiziksel etmenlerin etkisiyle bozulup bileşiklerine ayrılması olayı.

### -D-

- difüzyon:** Moleküllerin ya da iyonların yüksek derişimli bir alandan düşük derişimli alana geçişi.

### -E-

- ekolojik niş:** Bireyin ekolojik ortamdaki işlevi.
- eozin:** Doku kesitlerinin boyanmasında kullanılan kırmızı-kahverengi, asidik bir boya.

### -H-

- hibritleşme:** Bir karakter bakımından farklı genotipe sahip bireylerin çiftleştirilmesi ya da çaprazlanması.

### -İ-

- indis:** Bir harf, benzer fakat yine de değişik biçimlerde iki veya daha çok kez kullanılmak istendiğinde, harfin üstüne veya altına eklenen ayırıcı işaret.

- insülin:** Omurgalı hayvanlarda kandaki glikoz seviyesini düşüren, karaciğerde glikojen sentezini ve depolanmasını artıran bir hormon.

### -K-

- kohezyon:** Maddenin kendi molekülleri arasındaki çekim kuvveti.
- krosing-over:** Homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitleri arasında genlerin karşılıklı olarak değiştirilmesi.

### -L-

- lateks:** Bazı bitki hücrelerinde bulunan ve dokular arasında özel kanallarla taşınan sütsü akışkan.
- lignin:** Damarlı bitkilerde hücre duvarlarını sertleştirici, suda çözünmeyen kompleks bir bileşik.
- lokus:** Belli bir genin kromozom üzerinde bulunduğu yer.

### -M-

- maksimum taşıma kapasitesi:** Belli bir çevrenin sürekli olarak besleyebileceği belli bir türe ait en fazla birey sayısı.
- markalama:** Organizmanın işaretlenmesi.

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| <b>mikrofibril:</b>               | Mikroskobik protein ya da polisakkarit teller.  |
| <b>mutajen</b>                    | DNA ile etkileşime girerek mutasyon oluşmasına neden olan kimyasal ya da fiziksel faktörler.  |
| <b>-O-</b>                        |   |
| <b>optimum taşıma kapasitesi:</b> | Belirli bir çevrenin sürekli olarak besleyebileceği belli bir türe ait en ideal birey sayısı.   |
| <b>ozmotik basınç:</b>            | Düşük yoğunluktaki bir çözeltiden yüksek yoğunluktaki bir çözeltiye ozmozla su ya da diğer bir çözücünün girmesi sırasında meydana gelen basınç.              |
| <b>ozmoz:</b>                     | Suyun yarı geçirgen zardan difüzyonu  |
| <b>-R-</b>                        |   |
| <b>radyal (ışınsal):</b>          | Farklı dokular bitki organlarında kesin bir biçimde organize olurlar. Gövde ve köklerdeki dokuların dıştan merkeze doğru uzanan ışınsal biçimde düzenlenmesi. |
| <b>restriksiyon enzimi:</b>       | DNA'yı belirli bir noktadan kesen enzim.  |
| <b>-S-</b>                        |   |
| <b>selüloz:</b>                   | Bitki hücre duvarının esas yapısını oluşturan glikozdan yapılmış bir polisakkarit.  |
| <b>sukkulent bitki:</b>           | Çok etli ve suyla dolu gövde ve yapraklardan oluşan bitki.  |
| <b>süberin:</b>                   | Mantar özü.   |
| <b>-T-</b>                        |   |
| <b>transkripsiyon:</b>            | DNA zinciri üzerinden mRNA'nın sentezlenmesi.   |
| <b>translasyon:</b>               | mRNA molekülü üzerinde kodlanmış genetik bilgiyi kullanarak bir polipeptit sentezlenmesi.   |
| <b>turbalık:</b>                  | Sulak alanların etrafındaki bitkilerin su altında oksijensiz kalarak çok yavaş bir şekilde çürümesi sonucu meydana gelen doğal yaşam alanları.                |
| <b>turgor basıncı:</b>            | Bitki hücrelerinin saf suya konması ve su alarak şişmesi sonucu suyun hücrenin çeperine uyguladığı basınç.  |
| <b>-U-</b>                        |   |
| <b>uyarılma:</b>                  | Hücrenin bir uyarana hemen cevap vermesi.   |
| <b>-V-</b>                        |   |
| <b>vegetasyon:</b>                | Bir yerdeki ekolojik koşullara bağlı olarak oluşan bitki örtüsü.  |
| <b>vegetatif çoğalma:</b>         | Yaprak, sap gibi bitki kısımlarının kültüründen bitki üretilmesi.   |
| <b>-Y-</b>                        |   |
| <b>yağmur gölgesi:</b>            | Nem getiren ve yağış bırakan rüzgârların geldiği yönün aksi tarafında olduğu için az yağış alan veya hiç yağış almayan, siperde kalmış dağ yamaçları.         |
| <b>yoğunluk:</b>                  | Birim alanda ya da hacimdeki bireylerin sayısı.   |

## DİZİN

- adenin, 154, 155, 158, 159, 161  
ağsı damarlanma, 38, 43  
alel gen, 116,117,118,125, 127...  
amniyosentez, 143  
antikodon, 159, 163, 164, 169...  
antipot hücreler, 86, 106  
avcı, 206, 207, 219, 254  
ayrılmama, 141,146,190  
azot, 52, 56, 59, 61, 64  
bağlı genler, 124  
basınç-akış teorisi, 53  
basit meyve, 93  
basit yaprak, 38  
baskın, 127, 128, 129, 130 ...  
baskın tür, 211, 212, 236  
bekçi hücre, 50, 51, 104  
besi doku, 90, 104, 106, 108  
bileşik meyve, 93  
bileşik yaprak, 38  
biyocoğrafya, 232  
biyom, 231, 234, 235, 237  
biyoteknoloji, 173,174,175, 178  
büyüme konisi, 29  
büyüme mevsimi, 34, 35, 101  
çanak yaprak, 26, 80, 83  
çayır biyomu, 240, 244  
çapraz tozlaşma, 87, 88  
çekinik, 117, 118, 119, 124, 125...  
çift döllenme, 90  
çimlenme, 74, 90, 94, 97  
çok alellik, 125, 127, 129  
çöl biyomu, 235, 239  
damlama, 38, 43  
dışa göç, 217, 218, 246  
dihibrit çaprazlama, 120,121,122  
dihibrit, 120, 121, 122  
distrofin, 138  
dişi çiçek, 83,106  
dişi organ, 81, 82, 83, 84, 87...  
dişicik borusu, 81, 86  
DNA parmak izi, 182,183  
doğum oranı, 217, 218, 219, 222  
Down sendromu, 141, 142  
eksik baskınlık, 112, 125, 126, 127  
eksik çiçek, 83  
embriyo kesesi, 70, 89, 90, 106  
embriyo, 133, 143, 168, 177, 179  
emici tüy bölgesi, 29, 46  
emici tüyler, 23, 26, 29, 46, 48  
endosperm (besi doku), 90, 91, 105  
epidermis, 25,27,29,30...  
epifit, 236  
erkek çiçek, 83, 88  
erkek organlar, 81, 82  
eşeye bağlı kalıtım, 136  
etilen, 67, 76, 77, 104, 109  
fenotip, 117,118,119,120,121...  
fenotipik eşey belirlenmesi, 133  
floem, 32, 33, 45, 52, 103  
fotonasti, 71, 77  
fotoperiyodizm, 73,77  
fotoperiyot, 73, 74  
fototropizma, 68,109  
gen (nokta) mutasyonu, 158  
gen klonlaması, 175,176  
gen, 113, 114, 115, 116, 117...  
genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO),  
173, 174, 183,184,186  
genetik danışmanlık, 142,143  
genetik kod, 149, 160  
genetik şifre, 159, 160, 164, 190  
genom projesi, 182  
genotip, 117,118, 119, 120,121  
geotropizma, 68gevşek mutualizm, 209  
giberellin, 64, 66, 76, 77  
gonozom (eşey kromozomu), 134, 135,  
136, 141,146...  
gonozomlarda ayrılmama, 146, 200  
göl biyomları, 241  
guanin, 153, 154, 155, 158, 159  
gübre, 55, 59, 70, 75  
haptotropizma, 70, 77

hemofili, 136, 137, 138, 142, 189  
heterozigot, 117, 118, 119, 121, 123...  
hidatot, 25,26, 48  
hidrotropizma, 71, 77, 109  
homozigot, 117,118,119,120,123...  
ılıman bölge yaprak döken ormanları, 236, 237  
içe göç, 218, 246, 249  
iğne yapraklı ormanlar, 235, 236, 238, 247  
iki evcikli (dioik), 83  
ikincil süksesyon, 205, 212, 213  
İnsan Genom Projesi, 182, 188  
insülin, 180,197  
interfaz, 155  
interferon, 180  
kabuk, 19, 21, 32, 33, 101...  
kalburlu borular, 24, 51, 52  
kalburlu plak, 24  
kalıtım bilimi, 113,149  
kaliptra, 29  
karyotip, 141,143,144,145, 146  
kas distrofisi, 136, 138  
kazık kök, 31  
kemotropizma, 70  
kendi kendine tozlaşma, 87  
kırmızı-yeşil renk körlüğü, 136  
kısa gün bitkileri, 77  
klimaks, 213  
Klinefelter sendromu, 146  
kodon, 149,159,160, 161,164...  
kohezyon, 47, 49, 50  
kollenkima, 19,20,33  
komünite, 205, 206, 207, 208, 209...  
kontrol çaprazlaması, 124,125,131, 191  
korteks, 29,30,32,33, 35  
kök sistemi, 17,28, 47, 91  
köşe kollenkiması, 20  
kromozom mutasyonları, 139  
kromozom teorisi,123, 124  
ksilem, 22, 23, 29, 30,32  
lentisel, 27, 109  
levha kollenkiması, 20  
liken, 209, 212

lokus, 116,131, 138  
makro element, 56  
mantar kambiyumu, 19, 33, 35  
megaspor ana hücresi, 86  
megaspor, 86  
mendel yasaları, 113,123,125, 126  
meristem doku, 18, 23, 66, 103  
merkezî silindir, 30, 46  
mesajcı RNA (mRNA), 159  
mezofil, 39, 49,51,103  
mikoriza, 59, 60, 61, 103  
mikro element, 56, 58, 59  
mikropil, 86,89  
mikrospor, 84, 105, 108  
Minimum Yasası, 59  
modifikasyon, 167, 168, 196  
monohibrit çaprazlama, 117, 118, 119, 126  
monohibrit, 117, 118, 119, 122, 126  
mutajen, 139  
mutasyon, 139, 140, 141, 148, 149...  
nasti, 67, 71, 72  
niş, 206, 207, 219, 221, 222...  
nodül, 59, 61  
nötr gün bitkileri, 74  
odunsu gövde, 32, 33, 34, 36  
oksin, 64, 65, 66, 68, 76...  
olasılık, 113, 114, 115, 118  
orman biyomu, 235, 237, 238  
otozom, 134, 141, 146, 147, 148  
otsu gövde, 32, 33, 36  
öldürücü (letal) mutasyon, 139  
ölüm oranı, 217, 218, 220, 222  
P (parental), 117  
paralel damarlanma, 38, 43  
parankima, 19, 20, 32, 33, 37  
peridermis, 27, 33, 35, 103  
pirimidin grubu, 154  
plazmit, 175, 176, 177, 180  
polar çekirdek, 86, 89, 90  
polen ana hücresi, 84  
polen oluşumu, 84  
poliploidi, 174  
popülasyon dinamiği, 216, 217, 221, 254

popölasyon, 206, 207, 208, 217...  
popölasyon yoğunluğu, 217, 222, 228, 247  
primer meristem, 18, 19,  
pürin grubu, 154  
rekombinant DNA, 149, 175, 176, 177  
ribozomal RNA (rRNA), 159  
saçak kök, 31  
salğı hücreleri, 27  
sekonder meristem, 18, 19  
simbiyoz, 209, 246  
sinerjit hücreleri, 86  
sismonasti, 72, 77  
sitokinin, 66, 76, 77, 109  
sitozin, 153, 154, 155, 158  
sklerenkima, 19, 21, 33  
soy ağacı, 137, 138, 192, 197...  
stoma, 25, 26, 39, 45, 47  
süksesyon, 211, 212, 213, 246  
sünger parankiması, 39  
süper dişi, 146, 147  
sürgün, 17, 18, 20, 31, 65  
sürgün sistemi, 17, 91  
taç yapraklar, 80, 81, 82, 83  
tam çiçek, 83, 104  
taşıma kapasitesi, 217, 219, 222, 227, 254  
taşıyıcı RNA (tRNA), 159, 194  
tepecik, 80, 81, 86  
termonasti, 72, 77  
timin, 153, 154, 159, 161...  
tohum taslağı, 79, 81, 82, 86  
tomurcuk, 17, 31, 67, 80  
tozlaşma 80, 87, 88  
transkripsiyon, 161, 191  
travmatropizma, 71  
tropikal yağmur ormanları, 234, 235, 236  
tropizma, 65, 67, 68, 70  
tundra, 252  
Turner sendromu, 147, 190  
tür içi rekabet, 232, 254  
türler arası rekabet 205, 206, 219  
tüyler, 26, 27, 29, 30, 49  
uç meristem, 18, 29, 35  
uzun gün bitkileri, 73  
yanal meristem, 18, 35  
yaprak ayası, 37, 38  
yaprak sapı, 20, 37  
yarı korunumlu eşlenme, 155  
yer çekimi, 28, 63, 64, 68, 77...  
yumurta hücresi, 86, 89  
yumurtalık, 81, 86, 89, 90, 92...  
zigot, 89, 90, 91, 105

## KAYNAKÇA

- AKALIN, Ş. H; R. TOPARLI, N. GÖZAYDIN, H. ZÜLFİKAR, M. ARGUNŞAH, N. DEMİR, T. AKSU, B. GÜLTEKİN, **Türkçe Sözlük**, Türk Dil Kurumu Yayınları, Baskı 4. Akşam Sanat Okulu Matbaası, Ankara, 2005.
- AKALIN, Ş. H; R. TOPARLI, Z. KORKMAZ, N. GÖZAYDIN, H. ZÜLFİKAR, B. YÜCEL, B. YILDIZ, E. AYIK, S. TEKELİ, B. T. AKSU, B. GÜLTEKİN, B.E. YILMAZ, **Yazım Kılavuzu**, Türk Dil Kurumu Yayınları, Mesleki Eğitim Merkezi, 4. Akşam Sanat Okulu Basımevi, Ankara, 2005.
- A. CAMPBELL, N. ; JANE B. REECE, ERİC J. SIMON **Essential Biology**, Pearson Benjamin Cummings San Francisco, 2007
- ATAŞ, E. , **Bitkiler Morfolojisi Laboratuvarı** Osmangazi Üniversitesi yayınları, Eskişehir, 2009.
- ATICI, T. ; N. KESKİN SAMANCI, Ç. ALEV ÖZEL, **Bitki Anatomisi ve Morfolojisi**, Palme Yayıncılık, Ankara, 2005.
- CAMPBELL, N.A. ; J. B.REECE, **Biyoloji** (6.Baskıdan Çeviri), Çeviri Editörleri:E. GÜNDÜZ, A.DEMİRİSOY, İ.TÜRKAN, Palme Yay. , Ankara , 2006.
- ÇAKIRLAR, H. ; C. DOĞAN, E. ÖZMEN, **Açıklamalı Genel Botanik ve Bitki Anatomisi Atlası**, Palme Yayıncılık, Ankara, 2009.
- DEMİRİSOY, A. , **Yaşamın Temel Kuralları** (Genel Biyoloji), Cilt 1 /Kısım 1, Metaksan AŞ, Ankara, 1998.
- DOĞAN, Y. , **Farklı Sistemler ve Çevre Eğitimi**, ÇEV-KOR Çevre Eğitim Hizmetleri Yayınları, 2007.
- EUGENE, P.O. ; G.BARRETT, **Ekolojinin Temel İlkeleri** (5.Baskıdan Çeviri ), Çeviri Editörü:K.İŞİK, Palme Yayıncılık, Ankara, 2008.
- GARDNER, E.J; M.J.SIMMONS, D.P.SNUSTAD, **Principles of Genetics**, John Wiley and Sons Inc, New York, 1991.
- GÖKMEN, S. , **Genel Biyoloji**, Nobel Yayınevi, Ankara, 2007.
- GRAHAM, L.E. ; J.M.GRAHAM, L.W.WILCOX, **Bitki Biyolojisi**, Çeviri Editörü:K. İŞİK, Palme Yayıncılık, Ankara , 2004.
- GRAHAM, L.E.; J.M.GRAHAM, L.W.WILCOX, **Bitki Biyolojisi**, Çeviri Editörü :K. İŞİK, Palme Yayıncılık, Ankara, 2008.
- GÜNEY, E. , **Türkiye Çevre Sorunları**, Nobel Yayınevi, Ankara, 2004.
- KAYALI, H. ; G. ŞATIROĞLU, M.TAŞYÜREKLİ, **İnsan Emriyolojisi**, 6.Baskı, Evrim Basım Yayın Dağıtım.
- KEETON/ GOULD, **Genel Biyoloji** (5. Baskıdan Çeviri ), Çeviri Editörleri :A.DEMİRİSOY, İ.TÜRKAN, E.GÜNDÜZ, Palme Yayıncılık, Ankara, 1999.
- KILINÇ, M. ; G.KUTBAY, **Bitki Ekolojisi**, Palme Yayıncılık, Ankara, 2004.
- KIŞLALIOĞLU, M. ; F. BERKES, **Ekoloji ve Çevre bilimleri**, Remzi Kitabevi, İstanbul 1990.
- KLUG, W. ; M.CUMMINGS, C.SPENCER, **Genetik Kavramlar** (8.Baskıdan Çeviri ), Çeviri Editörleri : C.Öner, S.SÜMER, R.ÖNER, A.ÖĞÜŞ, L.AÇIK, Palme Yayıncılık, Ankara, 2009.
- KOCATAŞ, A., **Ekoloji Çevre Biyolojisi**, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 2008.

- OCAKVERDİ, H. ; Y., GÜZEL, **Deneysel Bitki Anatomisi ve Morfolojisine Giriş**, Palme Yayıncılık, Ankara, 2009.
- RUSEL,P.J; S.L.WOLFE,PAUL, E.HERTZ, **Gecie, Star, Beverly, McMillan, Biology, Copyright**, Thomas Brooks,2008.
- SADAVA,D.; H, HELLER, G.H.ORIANS, W.K.PURVES, D.M.HILLIS, **Life The Science of Biology**, Printed in U.S.A. Second Printing June, 2007.
- ŞAHİN, Y. , **Biyolojide Geçmiş Yolculuk**, Palme yayıncılık, Ankara, 2007.
- T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı; Çevresel Etki Değerlendirmesi ve Planlama Genel Müdürlüğü Çevre Envanteri Daire Başkanlığı, **Türkiye Çevre Durum Raporu**, Yay. Nu.5, Ankara, 2007.
- TAİZ, L. ; E.ZEIGNER,**Bitki Fizyolojisi** (3.Baskıdan Çeviri), Çeviri Editörü:İ.TÜRKAN, Palme Yayıncılık, Ankara,2008.
- TEZOK, F. , **Genetikte Temel Prensipler ve İnsan Genetiğindeki Değerlendirmeleri**, Bursa Üniversitesi Yayınları, Bursa, 1977.
- TÜRKAN,İ. , **Bitki Fizyolojisi**, Palme Yayıncılık, Ankara, 2008.
- UĞURLU, İ., **Yaban Hayatı Ekolojisi**, Süleyman Demirel Üniversitesi, Yayın Nu.19, Orman Fak., Isparta, 2001.
- ÜNSAL,N.P., **Genel Biyoloji Laboratuvarı**, İÜ Basımevi ve Film Merkezi, İstanbul, 1990.
- WATSON, J.D; M.GILMAN, J.WITKOWSKI, M.ZOLLER, **Recombinant DNA**, Scientific American Books, Newyork,1992.
- YÜCEL, E. , **Genel Ekoloji**, Alf Yayıncılık, Eskişehir, 2009.
- ÖSYM, ÖSS Soruları, <http://www.osym.gov.tr>
- 26.12.2009 tarih 27388 sayılı Resmî Gazete
- <http://egitek.meb.gov.tr>
- [http://www.meb.gov.tr/belirli\\_gunler/ataturk/foto](http://www.meb.gov.tr/belirli_gunler/ataturk/foto)
- <http://www.omu.edu.tr/w2/599/tarihce.html>
- <http://www.tafmed.org>
- <http://www.yeniceorman.gov.tr>
- <http://yunus.hacettepe.edu.tr/~cagasan/images/BOLUM%2004.pdf>