ORTAÖĞRETİM

BİYOLOJİ

12

YAZARLAR

KOMİSYON

DEVLET KİTAPLARI

BİRİNCİ BASKI

....., 2011

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI.....: 5668
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ.....: 389

11.?.Y.0002.4179

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

Editör
Doç. Dr. Semra İLHAN

Dil Uzmanı
Mehmet KONUKÇU

Görsel Tasarım Uzmanı
Oya YILMAZ
İrfan KOCAERKEK

Program Geliştirme Uzmanı
Zeki YILDIRIM

Ölçme Değerlendirme Uzmanı
Gülseren TOPUZ

Rehberlik Uzmanı
Ender ATAMER

ISBN: 978-975-11-3570-4

Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulunun 17.06.2011 gün ve 4376 sayılı yazısı ile eğitim aracı olarak kabul edilmiş, Yayımlar Dairesi Başkanlığının 08.03.2011 gün ve 886 sayılı yazısı ile birinci defa 246.088 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 cerîhamdan, İlâhi, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerred gibi yerden na'şım;
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!

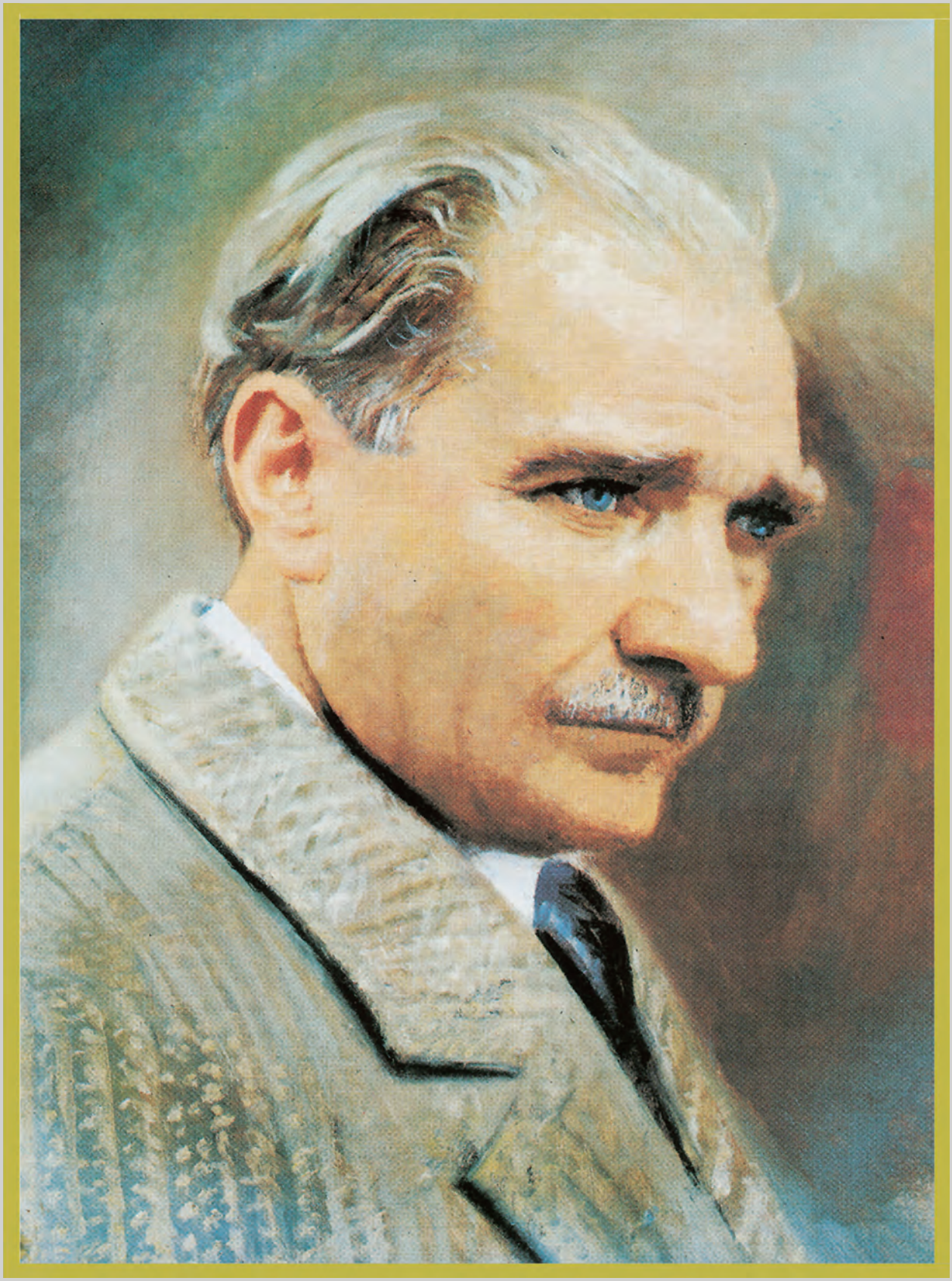
Mehmet Âkif ERSOY

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,

Günlük hayatı önemli ölçüde etkileyen biyolojinin hızlı değişimlerle birlikte içeriği ve kapsamı sürekli gelişmektedir. Bu durum biyoloji öğretim programının yenilenmesine bir gerekçe oluşturmuştur. Program yenileme çalışmalarında temel ölçüt, bilim dallarındaki hızlı değişimi takip etmek ve bir bilim insanının bakış açısıyla kendinizi ve çevrenizi tanıyabilmenize olanak sağlamaktır.

Bu öğretim yılında biyoloji dersinde;

''Hayvan Biyolojisi ve İnsan'' ünitesinde sindirim, gaz alış verişi, dolaşım ve bağışıklık, boşaltım, destek ve hareket, denetleme ve düzenleme, üreme, ve davranış konularında bilgi ve beceri kazanmanız,

“Hayatın Başlangıcı ve Evrim” ünitesinde yaşamın ilk ortaya çıkışı ve canlılardaki değişim hakkında bilgi kazanmanız,

"Çevrenin Korunması ve Rehabilitasyonu" ünitesinde madde ve besin kaynaklarının sürdürülebilirliği, biyolojik çeşitliliğin korunması, çevrenin rehabilitasyonu ve çevre duyarlılığının oluşturulmasının önemi amaçlanmıştır

"Araştıralım" ve "Biyoloji, Teknoloji, Toplum" köşeleri sizlerde araştırma merakını uyandıracak; "Biliyor musunuz?" köşesinde verilen ilginç bilgiler biyoloji bilimine ilginizi artıracaktır.

Merak eden, araştıran, doğayı seven, biyolojik zenginliklerimizi koruyan bireyler olan sizlere ders kitabımızın faydalı olması dileğiyle…

Yazarlar

Güvenlik Sembolleri

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

Elbise Güvenliği

Kullandığınız malzemeler nedeniyle elbiseniz lekelenebilir ya da yanabilir. Bu nedenle dikkatli olmalısınız.

Biyolojik Tehlike

Bakteri, protista, mantar, bitki ve hayvan gibi bazı canlıların neden olabileceği hastalıklara karşı dikkatli olmalısınız.

Kırılabilir Malzeme Uyarısı

Bazı malzemelerin kırılabileceğini, kırıkların size ve çevrenize zarar verebileceğini düşünerek bu malzemeleri kullanırken dikkatli olmalısınız.

Isı Güvenliği

Yanmamak için ısıtma işlemi sırasında ateşe ve ısınan cisimlere doğrudan temas etmemelisiniz.

Kesici Cisimler Güvenliği

Kesici ve delici cisimler tehlikeli olabilir. Bu cisimleri kullanırken dikkatli olmalısınız.

Kimyasal Madde Güvenliği

Yakıcı veya zehirleyici kimyasal maddelerle çalışırken; kullandığınız madde türüne göre koruyucu eldiven, maske, gözlük ve elbise giyiniz.

Elektrik Güvenliği

Elektrikli aletleri "kullanım kılavuzuna" uygun olarak kullanınız. Ayrıca bu cihazlarda veya tesisatta herhangi bir arıza olabileceğini düşünerek dikkatli olmalısınız.

Bitki Güvenliği

Bitkilerle çalışırken öğretmeninizin uyarısını dikkate alınız. Alerjiniz var ise öğretmeninizi bilgilendiriniz. Zehirli ve dikenli olan bitkilere dokunmayınız.

Yangın Güvenliği

Çalışmalarınız sırasında yangın ya da patlama olabileceğini düşünerek dikkatli olmalısınız.

Hayvan Güvenliği

Canlı hayvanlarla yapılan çalışmalarda hayvanın güvenliğini sağlamalı, kendi sağlığınızı koruyucu tedbirler almalısınız. Hayvanlarla çalışma yaptıktan sonra ellerinizi yıkayınız.

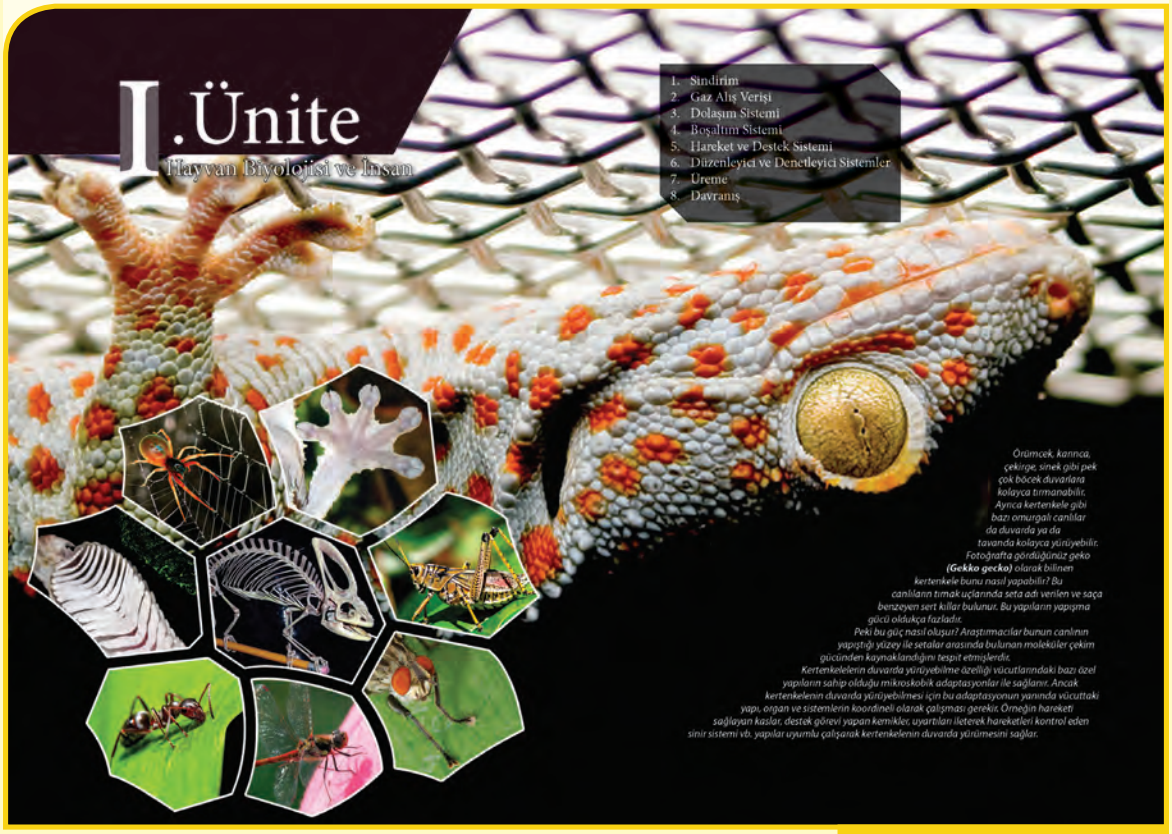
Patlama (İnfilak) Güvenliği

Kimyasal madde yanlış kullanıldığında patlamaya neden olabileceğini düşünerek dikkatli olmalısınız.

Zehirli Madde Uyarısı

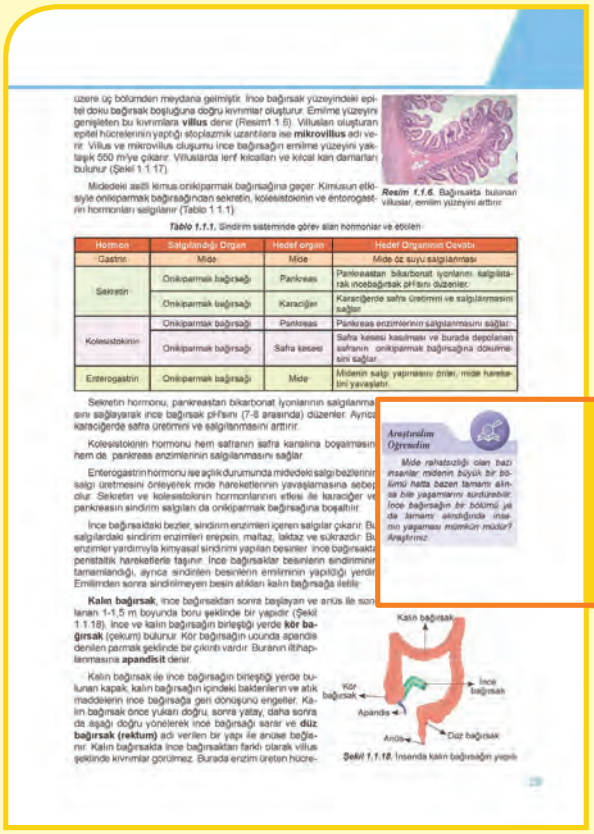
Kullandığınız maddeler zehirli olabilir. Bu maddeleri kullanırken dikkatli olmalısınız.

KİTABIMIZI TANIYALIM



Ünite giriş sayfasında ünitenin numarası ve adı, ünitede yer alacak bölümlerle ilgili fotoğraf ve açıklamalar bulunmaktadır.

Bölüm giriş sayfasında konuların içeriği ile ilgili açıklamalar ve fotoğraflar bulunmaktadır.



üzere üç bölümden meydana gelmiştir. İnce bağırsak yüzeyindeki epitel doku bağırsak boşluğuna doğru kıvrımlar oluşturur. Emilme yüzeyini genişleten bu kıvrımlara **villus** denir (Resim1.1.6). Villusları oluşturan epitel hücrelerinin yaptığı sitoplazmik uzantılara ise **mikrovillus** adı verir. Villus ve mikrovillus oluşumu ince bağırsağın emilme yüzeyini yaklaşık 550 m²ye çıkarır. Villuslarda lenf kılcalları ve kılcal kan damarları bulunur (Şekil 1.1.17).

Midedeki asitli kimus onikiparmak bağırsağına geçer. Kimusun etkisiyle onikiparmak bağırsağından sekretin, kolesistokinin ve enterogastrin hormonları salgılanır (Tablo 1.1.1).

Resim 1.1.6. Bağırsakta bulunan villuslar, emilim yüzeyini arttırır.

Tablo 1.1.1. Sindirim sisteminde görev alan hormonlar ve etkileri

Hormon	Salgılandığı Organ	Hedef organ	Hedef Organların Cevabı
Gastrin	Mide	Mide	Mide öz suyu salgılanması
Sekretin	Onikiparmak bağırsağı	Pankreas	Pankreastan bikarbonat iyonlarını salgılatarak incebağırsak pH'sını düzenler.
	Onikiparmak bağırsağı	Karaciğer	Karaciğerde safra üretimini ve salgılanmasını sağlar
Kolesistokinin	Onikiparmak bağırsağı	Pankreas	Pankreas enzimlerinin salgılanmasını sağlar.
	Onikiparmak bağırsağı	Safra kesesi	Safra kesesi kasılması ve burada depolanan safranın onikiparmak bağırsağına dökülmesini sağlar.
Enterogastrin	Onikiparmak bağırsağı	Mide	Midenin salgı yapmasını önler, mide hareketini yavaşlatır.

Sekretin hormonu, pankreastan bikarbonat iyonlarının salgılanmasını sağlayarak ince bağırsak pH'sını (7-8 arasında) düzenler. Ayrıca karaciğerde safra üretimini ve salgılanmasını arttırır.

Kolesistokinin hormonu hem safranın safra kanalına boşalmasını hem de pankreas enzimlerinin salgılanmasını sağlar.

Enterogastrin hormonu ise açlık durumunda midedeki salgı bezlerinin salgı üretmesini önleyerek mide hareketlerinin yavaşlamasına sebep olur. Sekretin ve kolesistokinin hormonlarının etkisi ile karaciğer ve pankreasın sindirim salgıları da onikiparmak bağırsağına boşalır.

İnce bağırsaktaki bezler, sindirim enzimleri içeren salgılar çıkarır. Bu salgılardaki sindirim enzimleri erepsin, maltaz, laktaz ve sükrazdır. Bu enzimler yardımıyla kimyasal sindirimi yapılan besinler ince bağırsaktaki peristaltik hareketlerle taşınır. İnce bağırsaklar besinlerin sindiriminin tamamlandığı, ayrıca sindirilen besinlerin emiliminin yapıldığı yerdir. Emilimden sonra sindirilmeyen besin atıkları kalın bağırsağa iletilir.

Kalın bağırsak, ince bağırsaktan sonra başlayan ve anüs ile sonlanan 1-1,5 m boyunda boru şeklinde bir yapıdır (Şekil 1.1.18). İnce ve kalın bağırsağın birleştiği yerde **kör bağırsak** (çekum) bulunur. Kör bağırsağın ucunda apandis denilen parmak şeklinde bir çıkıntı vardır. Bunun iltihaplanmasına **apandisit** denir.

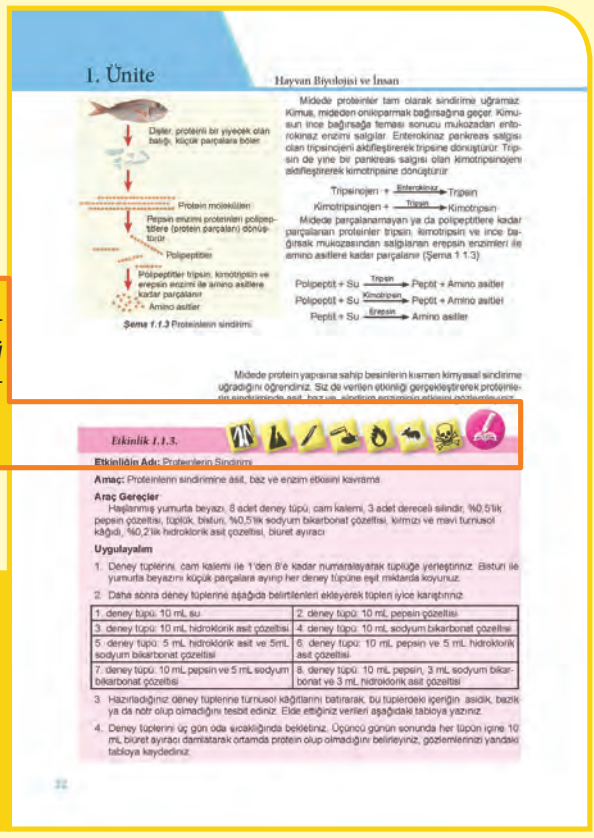
Kalın bağırsak ile ince bağırsağın birleştiği yerde bulunan kapak, kalın bağırsağın içindeki bakterilerin ve atık maddelerin ince bağırsağa geri dönüşünü engeller. Kalın bağırsak önce yukarı doğru, sonra yatay, daha sonra da aşağı doğru yönelerek ince bağırsağı sarar ve **düz bağırsak (rektum)** adı verilen bir yapı ile anüsel bağlanır. Kalın bağırsakta ince bağırsaktan farklı olarak villus şeklinde kıvrımlar görülmez. Burada enzim üreten hücre-

Şekil 1.1.18. İnsanda kalın bağırsağın yapısı

Araştıralım Öğrenelim

Mide rahatsızlığı olan bazı insanlar midenin büyük bir bölümü hatta bazen tamamı alınsa bile yaşamlarını sürdürebilir. İnce bağırsağın bir bölümü ya da tamamı alındığında insanın yaşaması mümkün müdür? Araştırınız.

"Araştıralım Öğrenelim?" başlığı bulunan kutucuklarda konu ile ilgili bilgilerinizi derinleştirmek amacıyla yapacağınız çalışmalar bulunmaktadır.



Şema 1.1.3 Proteinlerin sindirimi.

Midede proteinler tam olarak sindirime uğramaz. Kimus, mideden onikiparmak bağırsağına geçer. Kimusun ince bağırsağa teması sonucu mukozadan enterokinaz enzimi salgılar. Enterokinaz pankreas salgısı olan tripsinojenin aktifleştirerek tripsine dönüştürür. Tripsin de yine bir pankreas salgısı olan kimotripsinojeni aktifleştirerek kimotripsine dönüştürür.

$$\text{Tripsinojen} + \xrightarrow{\text{Enterokinaz}} \text{Tripsin}$$

$$\text{Kimotripsinojen} + \xrightarrow{\text{Tripsin}} \text{Kimotripsin}$$

Midede parçalanamayan ya da polipeptitlere kadar parçalanan proteinler tripsin, kimotripsin ve ince bağırsak mukozasından salgılanan erepsin enzimleri ile amino asitlere kadar parçalanır (Şema 1.1.3).

$$\text{Polipeptit} + \text{Su} \xrightarrow{\text{Tripsin}} \text{Peptit} + \text{Amino asitler}$$

$$\text{Polipeptit} + \text{Su} \xrightarrow{\text{Kimotripsin}} \text{Peptit} + \text{Amino asitler}$$

$$\text{Peptit} + \text{Su} \xrightarrow{\text{Erepsin}} \text{Amino asitler}$$

Midede protein yapısına sahip besinlerin kısmen kimyasal sindirime uğradığını öğrendiniz. Siz de verilen etkinliği gerçekleştirerek proteinle-

Etkinlik 1.1.3.

Etkinliğin Adı: Proteinlerin Sindirimi

Amaç: Proteinlerin sindirimine asit, baz ve enzim etkisini kavrama

Araç Gereçler

Haşlanmış yumurta beyazı, 8 adet deney tüpü, cam kalemi, 3 adet dereceli silindir, %0,5'lik pepsin çözeltisi, tüplük, bisturi, %0,5'lik sodyum bikarbonat çözeltisi, kırmızı ve mavi turnusol kâğıdı, %0,2'lik hidroklorik asit çözeltisi, büret ayıracı

Uygulayalım

1. Deney tüplerini, cam kalemi ile 1'den 8'e kadar numaralayarak tüplüğe yerleştiriniz. Bisturi ile yumurta beyazını küçük parçalara ayırıp her deney tüpüne eşit miktarda koyunuz.
2. Daha sonra deney tüplerine aşağıda belirtilenleri ekleyerek tüpleri iyice karıştırınız.

1. deney tüpü: 10 mL su	2. deney tüpü: 10 mL pepsin çözeltisi
3. deney tüpü: 10 mL hidroklorik asit çözeltisi	4. deney tüpü: 10 mL sodyum bikarbonat çözeltisi
5. deney tüpü: 5 mL hidroklorik asit ve 5 mL sodyum bikarbonat çözeltisi	6. deney tüpü: 10 mL pepsin ve 5 mL hidroklorik asit çözeltisi
7. deney tüpü: 10 mL pepsin ve 5 mL sodyum bikarbonat çözeltisi	8. deney tüpü: 10 mL pepsin, 3 mL sodyum bikarbonat ve 3 mL hidroklorik asit çözeltisi

3. Hazırladığınız deney tüplerine turnusol kâğıtlarını batırarak, bu tüplerdeki içeriğin asidik, bazik ya da nötr olup olmadığını tesbit ediniz. Elde ettiğiniz verileri aşağıdaki tabloya yazınız.
4. Deney tüplerini üç gün oda sıcaklığında bekletiniz. Üçüncü günün sonunda her tüpün içine 10 mL büret ayıracı damlatarak ortamda protein olup olmadığını belirleyiniz, gözlemlerinizi yandaki tabloya kaydediniz.

"Etkinlik" olarak belirtilen bölümde güvenlik sembolleri ve yuvarlak etkinlik sembolü verilmiştir. Bu sembollerinin anlamı kitabınızın girişinde yer almaktadır.

Etkinlik başlığı bulunan sayfalarda öğrenmekte olduğunuz konuyla ilgili gruplar hâlinde veya bireysel olarak yapabileceğiniz etkinlik verilmiştir. Deney, poster, proje, sunum, model oluşturma gibi yöntem ve tekniklerle hazırlayacağınız çalışmalar bu bölümde yer almaktadır.

"Biliyor musunuz?" başlığı bulunan kutucuklarda konularla ilgili kısa, özlü, ilgi çekici bilgiler bulunmaktadır.

"Bilgi Teknoloji Toplum" başlığı bulunan kutucuklarda öğrenmekte olduğunuz bilgilerin günlük hayatla bağlantısını sağlayan özel bilgiler ve bu bilgiler ışığında yapacağınız çalışmalar bulunmaktadır.

3. Ünite

Çevrenin Korunması ve Rehabilitasyonu

Biliyor musunuz?

Büyük bir ağaç senede ortalama 12 kg karbon dioksit emer.

- Ormanlar, bitkiler ve hayvanlar için doğal bir su kaynağıdır. Ormandaki bitkilerin yaprakları, dalları, gövdesi ve kökleri kar ve yağmur biçimindeki yağışı tutarak sellerin ve taşkınları önler. Ayrıca yer altı sularının oluşmasına yardım eder.
- Ormanlar, yabanî hayat ve av kaynaklarını korur. Nesli tükenmekte olan hayvanların çoğalması, korunması ve barınması için alan oluşturur. Bu alanlar milyonlarca canlının yuvasıdır.
- Ormanlar bulundukları yerin ikliminı, karasal iklim tipinden ılıman iklime çevirir. Bu sayede don, kuraklık, aşırı sıcaklık, fırtına gibi olumsuz doğa olaylarının azalmasını sağlar.
- Ormanlar su buharını yoğunlaştırarak yağmur hâline gelmesini sağlar. Böylece su döngüsüne katkıda bulunur. Rüzgârın hızını azaltarak kurutucu etkisini yok eder. Açık alanlara oranla ormanlarda gündüzler serin, geceler ise sıcaktır.
- Ormanlar yerleşim alanları çevresindeki hava kirliliğini ve gürültüyü önlediği için insan sağlığı bakımından büyük önem taşır.
- Ormanlar; toprak kayması ve erozyon gibi doğal afetleri önler. Erozyonun önlenmesi ile toprağın verimli tabakası korunur.

Resim 3.9. Keçiler ağaç filizlerini ve yapraklarını yiyerek ormana zarar verir.

Nüfus artışı ve buna bağlı olarak da sanayi ve tarımsal faaliyetlerin artması, ormansızlaşmanın başlıca nedenlerindendir. 2005 yılında kereste ve yakacak için kesilen ormanların toplamı 3 milyar 100 milyon m^3'tür. Dünyada bu ve buna benzer sebeplerle her yıl ortalama 13 milyon hektar orman yok olmaktadır. Ormanların korunması ve sürdürülebilirliğin sağlanması için yok olan ağaçların yerine yenilerinin dikilmesi, hayvanlara meralık olarak kullanımın önlenmesi (Resim 3.9.) ve orman biyoçeşitliliğinin korunması bu konuda yapılması gerekli çalışmaların önemli bir bölümünü oluşturur. Yok olan ormanların hızlı bir şekilde tekrar yerine getirilmesini amaçlayan ağaçlandırma çalışmaları ve ormanlardaki bitki ve hayvan türlerinin korunması ile ilgili çalışmalar, dünyada ve ülkemizde sürdürülmektedir. Örneğin Çevre ve Orman Bakanlığınca açıklanan verilere göre 1972 yılında yurdumuzda bulunan 20,2 milyon hektarlık orman alanı, yapılan ağaçlandırma, erozyon kontrolü ve iyileştirme çalışmaları sonucu 2008 yılında 21,2 milyon hektara ulaşmıştır. Gelecekte ormanlardan ve ormanürünlerinden madde ve besin kaynağı olarak daha fazla yararlanmak ve ekonomik kalkınma için bu tür çalışmaların aralıksız sürdürülmesi ve etkin koruma önlemlerinin alınması kaçınılmazdır. Madde ve besin kaynaklarının sürdürülebilirliğini kaybetmesi sadece insanlığın değil yeryüzünde yaşayan diğer canlıların da yaşamını tehlikeye atacaktır.

Biyoloji Teknoloji Toplum

Ülkemizde gelecekteki tehlike altında olan çok sayıda tür olduğu bildirilmektedir. Örneğin 1950'li yıllarda sahip olduğumuz çok sayıdaki üzüm çeşidinden; bugün elimizde sadece birkaçı kalmıştır. Aynı sonuç diğer meyve çeşitleri için de geçerlidir.

• Yaşadığınız bölgede bulunan ve ana vatanı Türkiye olan kaç meyve türü vardır? Bu konu ile ilgili bir çalışma yapınız.

B. BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASI

Birçok kişi, biyolojik çeşitlilik deyince yalnızca tür çeşitliliğini anlar. Oysa biyolojik çeşitlilik 9. sınıf biyoloji derslerinden de hatırlayacağınız gibi, bir bölgedeki genlerin (genetik çeşitlilik), bu genleri taşıyan türlerin (tür çeşitliliği), bu türleri barındıran ekosistemlerin (ekosistem çeşitliliği) ve bunları birbirine bağlayan olayların (ekolojik olaylar çeşitliliği) tamamını kapsar.

Biyolojik çeşitliliğin, ekosistemlerin doğal dengesinin korunmasına ve ülke ekonomisine katkısı büyüktür. Biyolojik çeşitlilik ekosistemlerin yapısını oluşturan ögelerdendir ve ekosistemlerin devamlılığını sağlar. Biyolojik çeşitlilik olmazsa madde döngüleri ve enerji akışı kesintiye uğrar. Ekolojik dengeler bozulur.

"Okuma Metni" başlığı bulunan sayfalarda konuyu destekleyen bilgiler, olaylar, anılar, makaleler ve bilimsel çalışmalar bu bölümde bulunmaktadır.

3. Ünite

Çevrenin Korunması ve Rehabilitasyonu

Okuma Metni

Tarım ve Biyolojik Mücadele

Çevre dostu bir üretim tarzı olan organik tarım ve biyolojik mücadele uygulamaları, çevre kirliliğinin önlenmesi, kaynakların geri dönüşümle kazanımı, temiz ve kaliteli gıda üretimi açısından oldukça önemlidir. Kimyasal ilaçlarla yapılan mücadeleye göre çevreye zarar vermeyen, etkili bir çözümdür. Biyolojik mücadele programlarının hazırlanabilmesi için bölgelerdeki bitkilere zarar veren canlıların ve bu zararlı canlıların doğal düşmanlarının saptanması gerekmektedir. Söz konusu doğal düşmanların birbirleriyle ilişkilerinin çok iyi bilinmesi gerekir. Ayrıca bu doğal düşmanların konukçularının hangi şartlarda ne oranda etkili oldukları da ortaya konmalıdır.

Biyolojik mücadele yöntemi, tarım alanı ve civarında salgın oluşturan zararlının o yörede bulunmayan doğal düşmanlarının o alana yerleştirilmesi esasına dayanır.

Örneğin, torbalı koşnil (Icerya purchasi) turunçgil bahçelerinin en önemli zararlısıdır. Bir dişi koşnil 300 den fazla yumurta bırakır. İlkbahar, yaz ve sonbahar olmak üzere yılda 3 döl verir. En uygun çoğalma dönemi ilkbahar başlangıcı ve sonbaharıdır. Torbalı koşnil larvaları hareketlidir. Yaprakların arka yüzünde ve sürgünler üzerinde sıralanırlar. Hareketsiz olan erginleri bitlerin özsuyunu emerek gelişmesini durdurur, yaprakların sararmasına ve erken dökülmesine neden olur. Eğer zararlı sayısı artarsa bütün ağaç kuruyabilir. Bu zararlıyla ilgili ilk biyolojik mücadelede uygulaması ABD'nin Kaliforniya eyaletinde yapılmıştır. Bu mücadelede torbalı koşnil larvalarıyla beslenen, halk arasında gelin böceği olarak bilinen *Rodolia cardinalis* kullanılmıştır. Ülkemize de Kaliforniya'dan getirilen bu faydalı böcek turunçgil alanlarımızda yerleştirilmiş, böylece ilaçlı mücadeleye gerek kalmadan torbalı koşnilin turunçgil bahçelerine zarar vermesi engellenmiştir.

İlk defa torbalı koşnile karşı yapılan biyolojik mücadele günümüzde de devam etmektedir. Örneğin son yıllarda Sakarya'da biyolojik mücadele çalışmaları kapsamında üretilen ve halk arasında "Terminatör" adı verilen böcekler (*calosoma*); çam ağaçlarının kalitesini bozan çam kese tırtırlarını avlamaları amacıyla Pamukova ilçesine bağlı Gölgöz koyu Aksoyalık mevkisindeki çam ormanına bırakılmıştır. Çam kese tırtırlarını avlayarak yaşamını sürdüren terminatör böcekler, gün içinde 7-10 adet tırtıl yiyerek bu orman zararlılarını doğal yollardan yok etmektedir. Buna benzer örnekleri artırmak mümkündür. Turunçgil unlu biti, beyaz sinek, kırmızı örümcek, yaprak biti, akar ve mısır kurduna karşı yapılan biyolojik mücadele çalışmaları ülkemizde uygulanan diğer çalışmalardandır.

http://ziraat.gop.edu.tr/dergiyayinlar/DERGI-2008-2/19-27.pdf
http://www.biocontrol.ucr.edu/rodolia/rodolia_icerya_biocontrol_galapagos.html
Yazarlar tarafından derlenmiştir.

1. Ünite

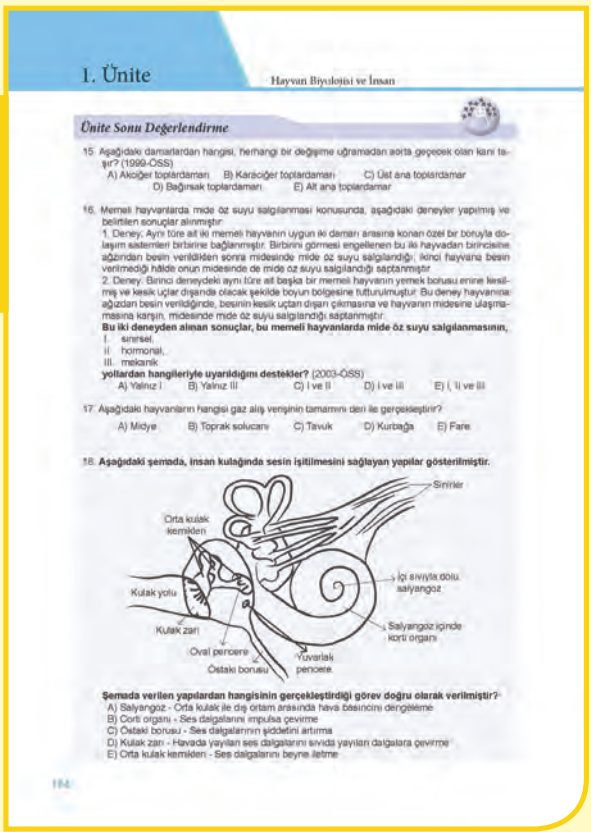
Hayvan Biyolojisi ve İnsan

Bölüm Sonu Değerlendirme

C. Aşağıda dişi üreme sistemine ait şekilde verilen boşluklara hipofizden ve yumurtalıklardan salgılanan hormonlar verilmiştir. Şekilden yararlanarak aşağıda verilen soruları cevaplayınız.

1. Dişilerde eşey karakterlerin ortaya çıkmasını ve dölyatağı duvarının kalınlaşmasını sağlayan hormon hangisidir?
2. Doğum sırasında dölyatağı kaslarını uyararak doğumun gerçekleşmesini sağlayan hormon hangisidir?
3. Yumurtalıktaki folikülleri uyararak folikül içinde yumurtanın olgunlaşmasını sağlayan hormon hangisidir?
4. Folikülün yırtılıp yumurtanın serbest hâle geçmesini (ovulasyon) ve korpus luteumun oluşmasını sağlayan hormon hangisidir?
5. Yukarıda verilen hormonlardan hangisi dölyatağını embriyonun tutunması için hazırlar?

"Bölüm Sonu Değerlendirme" başlığı bulunan sayfalarda bölüm içerisinde işlenen konularla ilgili edindiğiniz bilgi-becerileri değerlendirmek amacıyla hazırlanmış sorular yer almaktadır.



1. Ünite

Hayvan Biyolojisi ve İnsan

Ünite Sonu Değerlendirme

15. Aşağıdaki damarlardan hangisi, herhangi bir değişime uğramadan aorta geçecek olan kanı taşır? (1999-ÖSS)
A) Akciğer toplardamarı B) Karaciğer toplardamarı C) Üst ana toplardamar
D) Bağırsak toplardamarı E) Alt ana toplardamar

16. Memeli hayvanlarda mide öz suyu salgılanması konusunda, aşağıdaki deneyler yapılmış ve belirtilen sonuçlar alınmıştır:
1. Deney: Aynı türe ait iki memeli hayvanın uygun iki damarı arasına konan özel bir boruyla dolaşım sistemleri birbirine bağlanmıştır. Birbirini görmesi engellenen bu iki hayvandan birincisine ağzından besin verildikten sonra midesinde mide öz suyu salgılandığı; ikinci hayvana besin verilmediği hâlde onun midesinde de mide öz suyu salgılandığı saptanmıştır.
2. Deney: Birinci deneydeki aynı türe ait başka bir memeli hayvanın yemek borusu enine kesilmiş ve kesik uçlar dışarıda olacak şekilde boyun bölgesine tutturulmuştur. Bu deney hayvanına ağzından besin verildiğinde, besinin kesik uçtan dışarı çıkmasına ve hayvanın midesine ulaşmamasına karşın, midesinde mide öz suyu salgılandığı saptanmıştır.
Bu iki deneyden alınan sonuçlar, bu memeli hayvanlarda mide öz suyu salgılanmasının,
I. sinirsel,
II. hormonal,
III. mekanik
yollardan hangileriyle uyarıldığını destekler? (2003-ÖSS)
A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

17. Aşağıdaki hayvanların hangisi gaz alış verişinin tamamını deri ile gerçekleştirir?
A) Midye B) Toprak solucanı C) Tavuk D) Kurbağa E) Fare

18. **Aşağıdaki şemada, insan kulağında sesin işitilmesini sağlayan yapılar gösterilmiştir.**

Şemada verilen yapılardan hangisinin gerçekleştirdiği görev doğru olarak verilmiştir?
A) Salyangoz - Orta kulak ile dış ortam arasında hava basıncını dengeleme
B) Corti organı - Ses dalgalarını impulsa çevirme
C) Östaki borusu - Ses dalgalarının şiddetini artırma
D) Kulak zarı - Havada yayılan ses dalgalarını sıvıda yayılan dalgalara çevirme
E) Orta kulak kemikleri - Ses dalgalarını beyne iletme

"Ünite Sonu Değerlendirme" başlığı bulunan sayfalarda, ünite içerisinde bulunan tüm bölümlerde işlenen konuları kapsayan bilgi-becerileri değerlendirmek amacıyla hazırlanmış sorular yer almaktadır.

İÇİNDEKİLER

ÜNİTE-1: HAYVAN BİYOLOJİSİ VE İNSAN

1. SİNDİRİM 20
A. SİNDİRİME GİRİŞ 21
B. OMURGASIZLARDA SİNDİRİM 23
C. OMURGALILARDA SİNDİRİM 24
Ç. İNSANDA SİNDİRİM SİSTEMİ 26
1. Sindirim Sisteminin Kısımları 26
2. Sindirime Yardımcı Yapılar 30
3. Vücutta Besinlerin Sindirimi 31
a. Karbonhidratların Sindirimi 31
b. Proteinlerin Sindirimi 31
c. Yağların Sindirimi 32
4. Sindirim Sisteminde Emilim 34
Okuma Metni 37
Bölüm Sonu Değerlendirme 38

2. GAZ ALIŞ VERİŞİ 40
A. GAZ ALIŞ VERİŞİ 41
1. Deri Solunumu 43
2. Solungaç Solunumu 43
3. Trake Solunumu 45
4. Akciğer Solunumu 45
B. İNSANDA SOLUNUM SİSTEMİ 47
1. Soluk Alıp Verme Mekanizması 49
2. Solunum Gazlarının Taşınması 50
3. Gaz Alış Verişinin Denetlenmesi 52
Bölüm Sonu Değerlendirme 53

3. DOLAŞIM VE VÜCUDUN SAVUNULMASI 56
A. DOLAŞIM SİSTEMİ 57
1. Açık Dolaşım 57
2. Kapalı Dolaşım 58
B. İNSANDA DOLAŞIM SİSTEMİ 62
1. Kalp 62
2. Kan Damarları 66
a. Atardamarlar 66
b. Toplardamarlar 66
c. Kılcal Damarlar 67
3. Kan Dolaşımı 67
4. Kanın Görevleri ve Yapısı 68
a. Plazması 69
b. Kan Hücreleri 70
I. Alyuvarlar (Eritrositler) 70
II. Akyuvarlar (Lökositler) 70
Granüllü Akyuvarlar 71
Granülsüz Akyuvarlar 71
c. Kan Pulcukları (Trombositler) 71
5. Kan Grupları 72
6. Kanın Pıhtılaşması 74
7. Kan İle Vücut Hücreleri Arasındaki Madde Alış Verişi 75
8. Lenf Dolaşımı 76
C. VÜCUT SAVUNMASI 77
1. Bağışıklık Sistemi 77
2. Özgül Bağışıklık 79
3. Bağışıklık Kazanılması 80
4. Kan Uyuşmazlığı 82
5. Alerjilerde Bağışıklık Sisteminin Rolü 82
Proje-Performans 83
6. Virüsler ve Bağışıklık Sistemi 83
a. Virüslerin Yapısı 84
b. Virüslerin Çoğalması 85
Okuma Metni 86
Bölüm Sonu Değerlendirme 87

4. BOŞALTIM 90
A. HAYVANLARDA BOŞALTIM 91
1. Omurgasızlarda Boşaltım 91
2. Omurgalılarda Boşaltım 93
Okuma Metni 95
B. İNSANDA BOŞALTIM 96
1. Süzülme 97
2. Geri Emilim 98
3. Salgılama 99
4. Boşaltımı Sağlayan Yapıların Homeostasi Açısından Önemi 100
Bölüm Sonu Değerlendirme 102

5. DESTEK VE HAREKET 104
A. HAYVANLARDA DESTEK VE HAREKET 105
1. Hidrostatik İskelet 105
2. Dış İskelet 106
3. İç İskelet 107
B. İNSANDA DESTEK VE HAREKET 108
1. İnsan İskeletinin Genel Yapısı ve Kemik Çeşitleri 108
a. Kemik Doku ve Yapısına Göre Kemik Çeşitleri 109
I. Sıkı (Sert) Kemik Dokusu 109
II. Süngerimsi Kemik Dokusu 110
b. Şekline Göre Kemik Çeşitleri 110
I. Uzun Kemikler 110
II. Yassı Kemikler 110
III. Kısa Kemikler 110
IV. Düzensiz Şekilli Kemikler 111
2. Kemik Dokunun Yapısını Etkileyen Faktörler 111
3. Kıkırdak Doku ve Çeşitleri 111
a. Hiyalin Kıkırdak 112
b. Elastik Kıkırdak 112
c. Fibröz Kıkırdak 112
4. Eklemler ve Çeşitleri 113
a. Oynar Eklemler 113
b. Az Oynar Eklem 113
c. Oynamaz Eklem 113
5. Kas Doku ve Çeşitleri 115
a. Çizgili (İskelet) Kas 115
b. Düz Kaslar 116
c. Kalp Kası 116
6. İskelet Kasının Kasılma Mekanizması 116
7. Kas Kasılmasının Kimyasal Olarak Açıklanması 118
8. Kas İskelet İlişkisi 119
Bölüm Sonu Değerlendirme 120

6. DENETLEME VE DÜZENLEME 124
A. DENETLEME VE DÜZENLEME 125
1. Sinir Sistemi 125
a. Farklı Hayvanlarda Sinirsel Denetim 125
b. Sinir Hücresinin Yapısı ve Çeşitleri 126
c. Sinirlerde İmpuls Oluşumu ve İletimi 127
ç. Sinapsarda İmpuls İletimi ve Hedef organlarda Tepki Oluşumu 129
B. İNSANDA SİNİR SİSTEMİ 130
1. Merkezî Sinir Sistemi 130
a. Beyin 130
I. Ön Beyin (Büyük Beyin) 131
Uç Beyin 131
Ara Beyin 132
II. Orta Beyin 133
III. Arka Beyin 133
Beyincik 133
Omurilik Soğanı 133
Pons (Varol Köprüsü) 133
b. Omurilik 134

2. Çevresel Sinir Sistemi 135
a. Somatik Sinir Sistemi 136
b. Otonom Sinir Sistemi 136
Okuma Metni 137
C. DUYU ORGANLARI 137
1. Görme Duyusu 138
a. Gözün Yapısı 138
I. Göz Küresi 138
II. Göze Yardımcı Yapılar 140
b. Görme Olayı 140
Okuma Metni 141
2. İşitme Duyusu 143
a. Dış Kulak 143
b. Orta Kulak 143
c. İç Kulak 143
ç. İşitme Olayı 144
d. Denge 144
3. Dokunma Duyusu 145
4. Tat ve Koku Duyusu 148
a. Tat Duyusu 148
b. Koku Duyusu 149
Ç. ENDOKRİN SİSTEM 151
1. Endokrin Bezler ve Hormonlar 151
a. Hipofiz Bezi 152
I. Hipofizin Ön Lobundan Salgılanan Hormonlar 152
II. Hipofizin Ara Lobundan Salgılanan Hormonlar 152
III. Hipofizin Arka Lobundan Salgılanan Hormonlar 153
b. Tiroit Bezi 153
c. Paratiroit Bezi 154
ç. Böbrek Üstü Bezleri 155
I. Kabuk Bölgesinden Salgılanan Hormonlar 155
II. Öz Bölgesinden Salgılanan Hormonlar 155
d. Pankreas 156
e. Eşeysel Bezlerden Salgılanan Hormonlar 156
2. Hormonların Çalışma Mekanizması 157
a. Hormon Salgısının Düzenlenmesi 158
Bölüm Sonu Değerlendirme 159

7. ÜREME 162
A. HAYVANLARDA ÜREME 163
1. Döllenme 163
a. Dış Döllenme 163
b. İç Döllenme 163
2. Gelişme 164
a. Bölünme 164
b. Hücre Göçü 164
c. Farklılaşma ve Organogenez 166
ç. Embriyonik Örtüler 168
I. Amniyon 168
II. Vitellus Kesesi 169
III. Allantoyis 169
IV. Koryon 169
B. İNSANDA ÜREME SİSTEMİ 170
1. Dişi Üreme Sistemi 170
a. Dişi Üreme Sisteminin Bölümleri 170
I. Yumurtalıklar 170
II. Yumurta Kanalı 171
III. Döl Yatağı 171
IV. Vajina ve Serviks 172
b. Menstruasyon Döngüsü (Âdet Döngüsü) 172
I. Folikül Evresi 173
II. Ovulasyon Evresi 173
III. Korpus Luteum Evresi 173
IV. Menstruasyon Evresi 173

2. Erkek Üreme Sistemi 173
a. Testisler 173
b. Erkek Üreme Sistemindeki Yardımcı Bezler 174
Bölüm Sonu Değerlendirme 175

8. DAVRANIŞ 178
A. DAVRANIŞ VE UYARILMA 179
1. Doğuştan Gelen Davranışlar 179
a. Refleksler 179
b. İçgüdüler 180
I. İçgüdülerin Kontrolü 180
2- Öğrenilmiş Davranışlar 181
a. Alışma 182
a. Şartlanma 182
c. İzlenim Yoluyla Öğrenme 183
ç. Kavrama Yoluyla Öğrenme 183
3- Sosyal Davranışlar 183
a. İş Birliğine Dayalı Davranışlar 184
b. Çatışma ve Baskınlık Davranışları 184
c. Hayvanlarda Yaşam Alanı 185
ç. Sosyal Gruplarda İletişim 186
Okuma Metni 187
Bölüm Sonu Değerlendirme 188
Ünite Sonu Değerlendirme 189

ÜNİTE-2: HAYATIN BAŞLANGICI VE EVRİM

GİRİŞ 200
A. HAYATIN BAŞLANGICI 201
1. Abiyogenez ve Biyogenez Görüşleri 201
2. Panspermia Görüşü 202
3. Ototrof Görüşü 203
4. Heterotrof Görüşü 203
5. Yaratılış Görüşü 204
B. EVRİM 204
1. Lamarck'ın Görüşeri 205
2. Darwin'in Görüşleri 205
a. Darwin'in Gözlemleri Sonucu Ulaştığı Sonuçlar 207
3. Fosillerin Araştırılmasından Elde Edilen Bilgilerin Yaşamın Anlaşılmasına Sağladığı Katkılar 207
4. Canlıların Embriyolojik, Biyokimyasal, Anotomik, Genetik Yapılarındaki Benzerlik ve Farklılıkların Evrimsel İlişkisi 208
5. Doğadaki Değişiklikler Evrimi Nasıl Etkiler? 210
Ünite Sonu Değerlendirme 211

ÜNİTE-3: ÇEVRENİN KORUNMASI VE REHABİLİTASYONU

ÇEVRENİN KORUNMASI VE REHABİLİTASYONU 216
A- MADDE VE BESİN KAYNAKLARININ SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİNİN YAŞAM İÇİN ÖNEMİ 217
1. Toprağın Sürdürülebilirliğinin Yaşam İçin Önemi 218
2. Su Kaynaklarının Sürdürülebilirliğinin Yaşam İçin Önemi 219
3. Meraların Sürdürülebilirliğinin Yaşam İçin Önemi 220
4. Ormanların Sürdürülebilirliğinin Yaşam İçin Önemi 221
B. BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASI 222
1. Karasal ve Sucul Biyolojik Çeşitliliğin Korunması ve Sürdürülebilirliğine Yönelik Alınması Gereken Önlemler 223
Okuma Metni 225
2. Tarım ve Hayvancılıkta Kullanılan Yerel Türlerin Korunmasının Önemi 226
Okuma Metni 228
C. ÇEVRENİN REHABİLİTASYONU VE ÇEVRE DUYARLILIĞININ OLUŞTURULMASI 229
1. Çevre Etiği, Çevrenin Korunması ve Sürdürülebilir Kalkınma Arasındaki iilişki 230
Okuma Metni 231
Proje-Performans 234
Ünite Sonu Değerlendirme 236

Cevap Anahtarları 240
Ekler 245
Sözlük 254
Dizin 260
Kaynakça 263

I. Ünite

Hayvan Biyolojisi ve İnsan

1. Sindirim
2. Gaz Alış Verişi
3. Dolaşım Sistemi
4. Boşaltım Sistemi
5. Hareket ve Destek Sistemi
6. Düzenleyici ve Denetleyici Sistemler
7. Üreme
8. Davranış

Örümcek, karınca, çekirge, sinek gibi pek çok böcek duvarlara kolayca tırmanabilir. Ayrıca kertenkele gibi bazı omurgalı canlılar da duvarda ya da tavanda kolayca yürüyebilir. Fotoğraftaki gekko ***(Gekko gecko)*** *olarak bilinen kertenkele bunu nasıl yapabilir? Bu canlıların tırnak uçlarında seta adı verilen ve saça benzeyen sert kıllar bulunur. Bu yapıların yapışma gücü oldukça fazladır.*

Peki bu güç nasıl oluşur? Araştırmacılar bunun canlının yapıştığı yüzey ile setalar arasında bulunan moleküler çekim gücünden kaynaklandığını tespit etmişlerdir.

Kertenkelelerin duvarda yürüyebilme özelliği vücutlarındaki bazı özel yapıların sahip olduğu mikroskobik adaptasyonlar ile sağlanır. Ancak kertenkelenin duvarda yürüyebilmesi için bu adaptasyonun yanında vücuttaki yapı, organ ve sistemlerin koordineli olarak çalışması gerekir. Örneğin hareketi sağlayan kaslar, destek görevi yapan kemikler, uyartıları ileterek hareketleri kontrol eden sinir sistemi vb. yapılar uyumlu çalışarak kertenkelenin duvarda yürümesini sağlar.

1. Bölüm
SİNDİRİM

Koyu Benekli Anakonda (Eunectes deschauenseei)

Kapibara (Hydrochoerus hydrochaeris),

A. SİNDİRİME GİRİŞ
B. OMURGASIZLARDA SİNDİRİM
C. OMURGALILARDA SİNDİRİM
Ç. İNSANDA SİNDİRİM SİSTEMİ

Avını yutan bir anakonda

Boa (Boidae) familyasından bir yılan türü olan koyu benekli anakonda (Eunectes deschauenseei) Güney Amerika'da And dağlarının doğusundaki tropik ormanlardaki göl ve nehir kıyılarında yaşar. Ağaçlara iyi tırmanır, suda iyi yüzer. Çoğunlukla kıyılardaki ağaçlar üzerinde yaşar. Boa familyasında yer alan diğer yılanlar gibi zehirsizdir. Suya gelen memeli ve kuşlara pusu kurar. Yakaladığı avını sıkarak öldürür. Fotoğrafta da görülen kapibara gibi bazı iri avlarını suya sürükleyerek boğar, bütün olarak yutar ve mideye ulaştırır. Besinlerin hücrelerde enerji üretimi, yapım, onarım ve düzenleme işlerinde kullanılması için monosakkaritler, yağ asitleri, gliserol ve amino asitler gibi yapı taşlarına kadar parçalanması gerekir. Sindirim olarak adlandırılan bu olay, yılanlarda olduğu gibi pek çok canlıda sindirim sistemi sayesinde gerçekleşir.

Bu bölümde farklı canlı gruplarında ve insanda sindirim sisteminin yapısını ve işleyişini öğreneceksiniz.

A. SİNDİRİME GİRİŞ

Araştıralım Öğrenelim

Sindirim canlılar için neden önemlidir? Araştırınız.

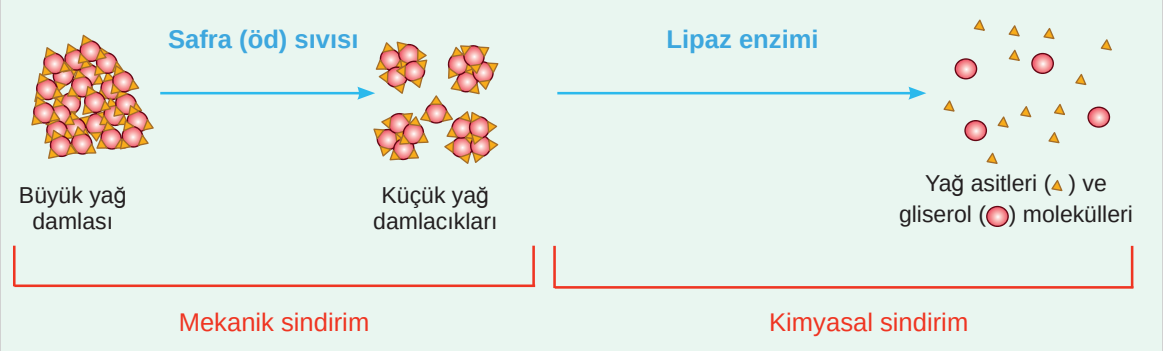
Yan sayfadaki resimde gördüğünüz anakonda da olduğu gibi bütün canlılar hayatlarını devam ettirebilmek için besinlere ihtiyaç duyarlar. Besinler; organizmanın yapısında, büyüme ve gelişmesinde aynı zamanda yaşamsal faaliyetler için gerekli enerji ihtiyacının karşılanmasında kullanılır. Besinlerin vücuda alınmasına **beslenme** denir.

Üretici canlılar (ototrof) yaşamları için gerekli organik besin maddelerini fotosentez veya kemosentezle kendileri yapar. Tüketici canlılar (heterotrof) ise besinlerini üretemedikleri için dışardan hazır olarak alırlar. Alınan besinlerin hücreler tarafından kullanılabilir hâle gelmesi için sindirimi gerçekleştiren yapılar bulunur. Birçok hayvanda bu yapılar sindirim sistemini meydana getirir.

Sindirim sistemi, besinlerin alınması, sindirilmesi, emilmesi, sindirilemeyen besin atıklarının da dışarı atılmasında görev alır.

Sindirim: Karbonhidrat, yağ, protein gibi büyük moleküllü besin maddelerinin kendilerini oluşturan yapı taşlarına parçalanarak hücre zarından geçebilecek hâle gelmesidir. Bu olay mekanik ve kimyasal olarak iki şekilde gerçekleşir (Şema 1.1.1).

Mekanik sindirim: Besinlerin fiziksel olarak küçük parçalara ayrılmasıdır. Küçük parçaların oluşumunda çiğneyerek ezme ve mide hareketleri etkilidir. Karaciğerden salgılanan safra sıvısının yağları küçük yağ damlacıklarına ayırması da mekanik sindirimdir. Mekanik sindirimde enzimler kullanılmaz.



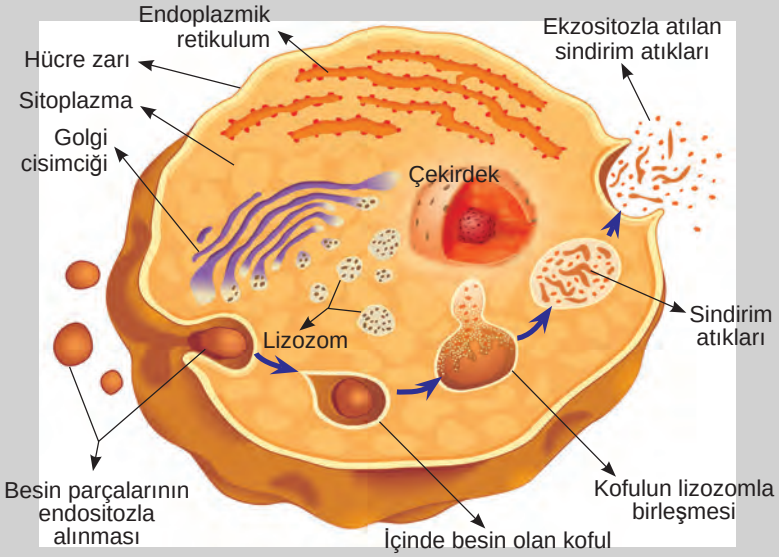
Şema 1.1.1. Yağların mekanik sindirimini safra, kimyasal sindirimini ise lipaz enzimi sağlar.

Kimyasal sindirim: Büyük moleküllü besinlerin hidrolizle yapı taşlarına ayrışmasıdır. Hidroliz için su ve enzimler gereklidir. Sonuçta karbonhidratlar monosakkaritlere, yağlar gliserol ve yağ asitlerine, proteinler de amino asitlere parçalanır.

Kimyasal sindirim, gerçekleştiği yere göre hücre içi ve hücre dışı sindirim olarak ikiye ayrılır:

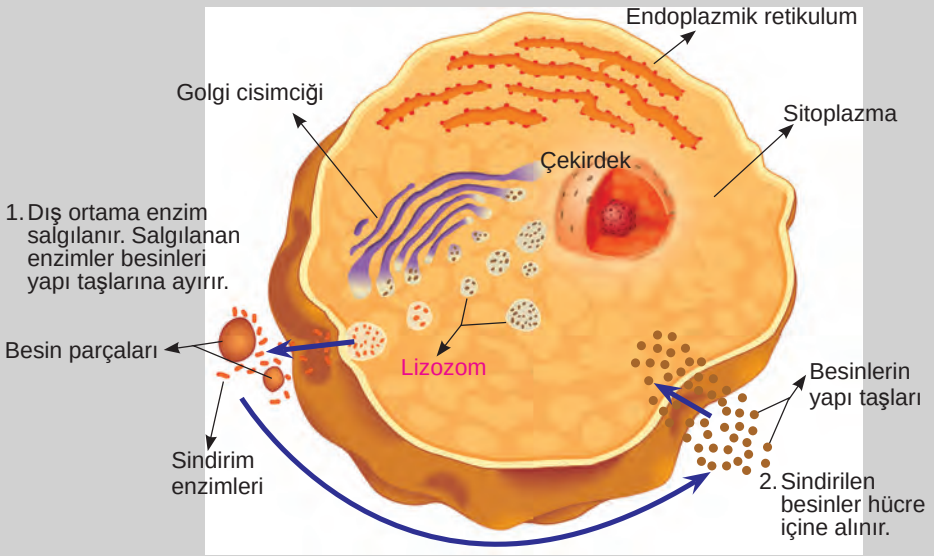
Hücre içi sindirim: Amip, öglena gibi bazı bir hücreli canlılarda, süngerlerde ve sölenterlerde ve ayrıca akyuvarlarda görülen sindirim biçimidir. Bu sindirimde besinler, hücre zarı tarafından koful oluşturularak endositozla hücreye alınır. Koful ile lizozom birleşir. Lizozomdaki enzimler, besinleri yapı taşlarına kadar parçalar. Sindirim sonucu olu-

şan glikoz, amino asit ve yağ asidi gibi besin yapı taşları koful zarından hücre sitoplazmasına geçer ve burada kullanılır. Bu aşamadan sonra koful içinde bulunan atıklar ekzositozla hücre zarından dışarı atılır (Şekil 1.1.1).



Şekil 1.1.1. Hücre içi sindirim

Hücre dışı sindirim: Çürükçül canlılarda, salyangoz, deniz kestanesi gibi bazı omurgasızlarda ve omurgalılarda görülen sindirim biçimidir. Bu sindirimde, büyük moleküllü besinler hücreden salgılanan enzimler yardımı ile hücre dışında sindirilerek yapı taşlarına ayrışır ve hücre içine alınır (Şekil 1.1.2).



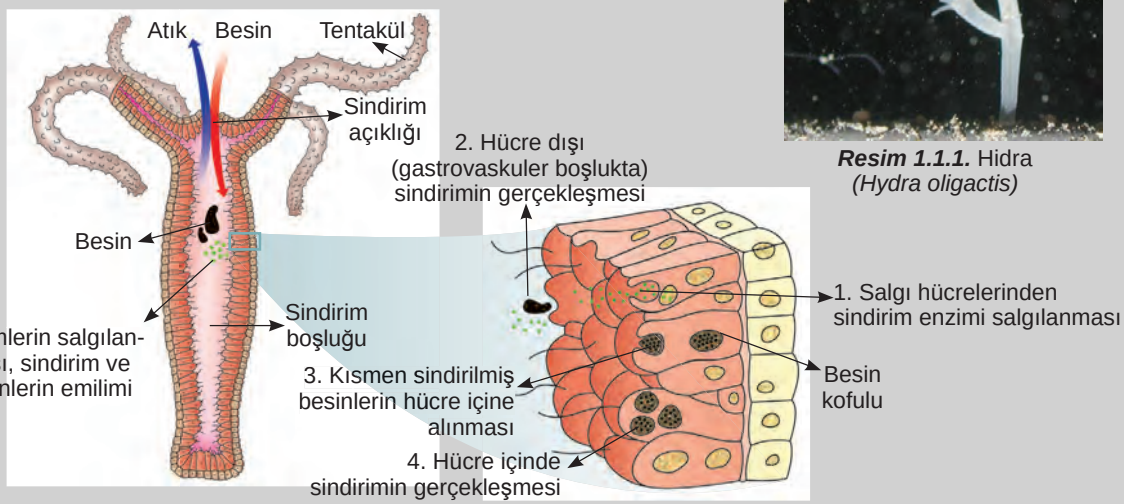
Şekil 1.1.2. Hücre dışı sindirim

Besinlerin hücreye alınmasında hücre dışı sindirim, hücre içi sindirime göre daha avantajlıdır. Çünkü hücre dışı sindirim sayesinde canlılar, endositozla alınamayacak kadar büyük moleküllü besinlerden faydalanırlar.

B. OMURGASIZLARDA SİNDİRİM

Süngerler, sölenterler ve yassı solucanlar gibi bazı omugasız canlılarda sindirim sistemi ağız ve anüs görevi yapan tek açıklığa sahiptir. Yuvarlak solucanlar ve daha gelişmiş yapıya sahip diğer omurgasızlarda ise ağız ve anüs görevi yapan iki açıklık vardır.

Resim 1.1.1. Hidra
(Hydra oligactis)

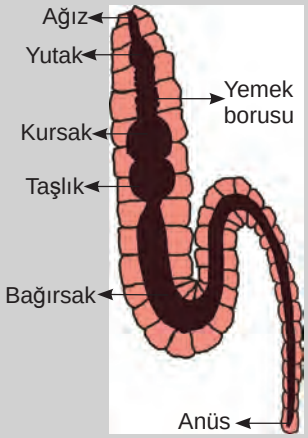


Şekil 1.1.3. Hidrada hem hücre içi hem de hücre dışı sindirim görülür. Bu canlılar besinlerin alınması ve atıkların dışarıya atılmasını sağlayan tek sindirim açıklığına sahiptir.

Sölenterlerden olan hidrada (Resim 1.1.1) besinin alındığı sindirim açıklığı, bu açıklığın etrafında da besinlerin yakalanmasını sağlayan **tentakül** adı verilen uzantılar bulunur (Şekil 1.1.3). Bu uzantıların üzerinde **knidosit** adı verilen yakıcı hücreler vardır. Hidra, suda yaşayan çok küçük hayvanlarla beslenir. Avını önce yakıcı hücrelerle felç eder. Tentaküllerle yakaladığı besinleri sindirim açıklığından sindirim boşluğuna (gastrovasküler boşluk) geçirir. Sindirim boşluğuna bakan hücreler sindirim enzimlerini salgılayarak alınan besinleri hücre dışında kısmen sindirir. Bu besinler buradaki hücreler tarafından fagositozla alınarak yapı birimlerine kadar parçalanır. Hidrada hücre dışında başlayan sindirim, daha sonra hücre içi sindirimle tamamlanır. Sindirim sonucunda oluşan atık maddeler ise yine besinlerin alındığı sindirim açıklığından dışarı atılır.

Resim 1.1.2. Toprak solucanı
(Lumbricus terrestris)

Sölenterlerden daha gelişmiş birçok omurgasız ve omurgalıların tümünde sindirim sistemi ağız ve anüs olmak üzere iki açıklığa sahiptir. Halkalı solucanlardan toprak solucanı buna örnektir (Resim 1.1.2). Bu canlıda sindirim sistemi ağız, yutak, yemek borusu, kursak, taşlık, bağırsak ve anüsten oluşur (Şekil 1.1.4). Besin, ağızdan alınır, yutak ve yemek borusunu geçerek kursağa gelir. Kursak, depo vazifesini görür. Kursaktan taşlığa geçen besinler burada bulunan küçük taşlarla öğütülerek mekanik sindirime uğrar. Öğütülmüş besinler bağırsağa gelir; bağırsakta enzimler yardımıyla kimyasal sindirime uğrayarak emilir. Sindirilmeyen atıklar ise anüs yoluyla vücut dışına atılır.

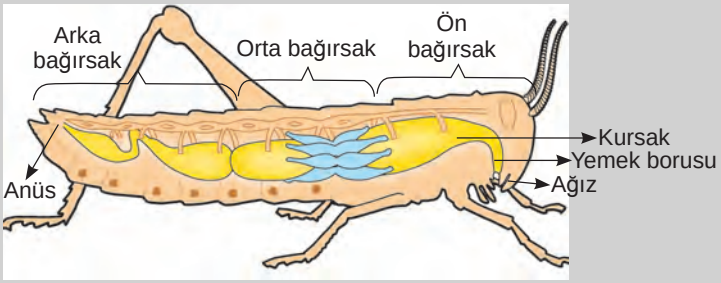


Şekil 1.1.4. Toprak solucanında sindirim sistemi

Böceklerde de sindirim sistemi halkalı solucanlara benzer şekilde özelleşmiş bölümlerden meydana gelir. Örneğin çekirgede sindirim sistemi; ön bağırsak, orta bağırsak ve arka bağırsak olmak üzere üç bölümden oluşur. Ön bağırsak; ağız, yemek borusu ve kursaktan meydana gelir. Mide ve sindirim bezleri orta bağırsakta yer alır. Buradan salgılanan enzimler sindirim olayının tamamlanmasını

sağlar. Çekirgede sindirilen besinlerin büyük bir kısmı midede emilir. Sindirilmeyen besin atıkları arka bağırsağın sonlandığı anüsle vücut dışına atılır (Şekil 1.1.5 - Resim 1.1.3).

Resim 1.1.3. Bir çekirge türü *(Romalea microptera)*

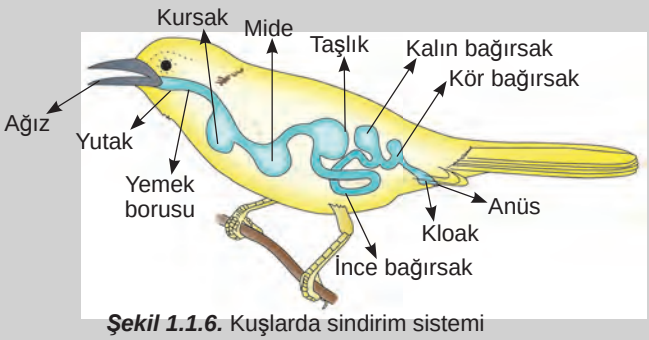


Şekil 1.1.5. *Çekirgede sindirim sistemi*

C. OMURGALILARDA SİNDİRİM

Omurgalılarda sindirim sistemi genellikle ağız, yutak, yemek borusu, mide, ince ve kalın bağırsak gibi kısımlardan oluşur. Ağızda bulunan tükürük bezleri, karaciğer ve pankreas gibi organlar sindirim sistemine yardımcı yapılardır. Omurgalılar arasında sindirim sistemleri genel yapı olarak birbirine benzese de ağız, çene, diş, mide, incebağırsak gibi bazı yapılarda küçük farklılıklar vardır. Ayrıca omurgalıların çoğunda üreme, boşaltım ve sindirim sistemi **kloak** adı verilen ortak bir odadan sonra anüsle dışarı açılır. Memelilerde ise sindirim sisteminin son açıklığı üreme ve boşaltım sisteminden ayrı olarak dışarı açılır.

Balık ve sürüngenlere göre daha gelişmiş sindirim sistemine sahip olan kuşlarda ağız, yutak, yemek borusu, kursak, mide, taşlık, ince bağırsak, kalın bağırsak, kör bağırsak, kloaktan ve anüsten oluşan bir sindirim kanalı vardır (Şekil 1.1.6).



Şekil 1.1.6. Kuşlarda sindirim sistemi

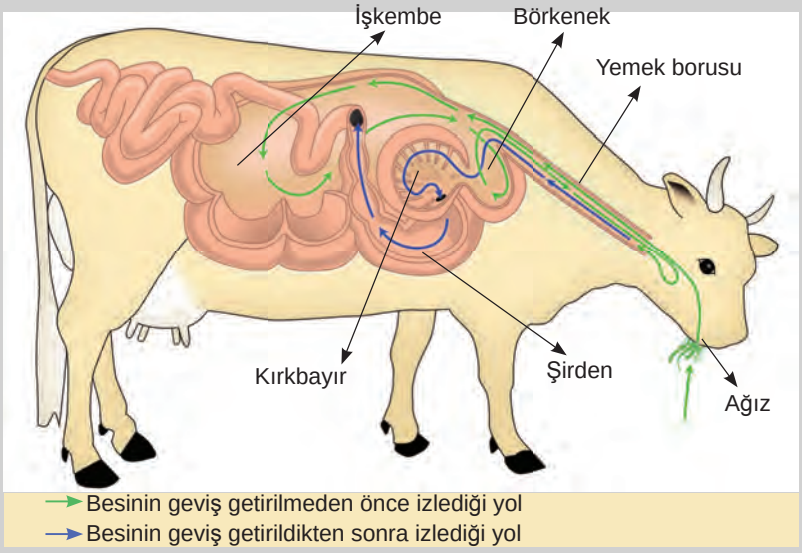
Kuşlarda diş bulunmaz. Ağız, gaga şeklini almıştır (Resim 1.1.4). Gaga ile alınan besinler, yutaktan yemek borusuna, buradan kursağa geçerek depo edilir. Besinlerin kursakta başlayan yumuşatılması işlemi midede de devam eder. Mideye gelen besinlerin mide öz suyunda bulunan sindirim enzimleriyle kimyasal sindirimi de başlar. Mideden taşlığa geçen besinler buradaki taşlar yardımıyla mekanik olarak sindirilir. Öğütülmüş besinler taşlıktan ince bağırsağa gelir. Burada besinlerin karaciğerden salgılanan öd sıvısı yardımıyla mekanik sindirimi; pankreastan ve ince bağırsaktan salgılanan enzimlerle de kimyasal sindirimi gerçekleştirilir. Böylece sindirilen besinler ince bağırsaktan emilir. Oluşan sindirim atıkları kalın bağırsağa geçerek anüsle dışarı atılır.

Resim 1.1.4. Saka kuşu *(Carduelis carduelis)*

Memelilerin sindirim sistemi, beslenme şekline göre farklılık gösterir. Bu farklılıklar özellikle dişlerde ve midede görülür. Etçil memelilerde çene yapısı kuvvetli, kesici dişler uzun ve sivri, köpek dişleri gelişmiş, azı dişleri ise parçalamaya uygun şekilde farklılaşmıştır. Sığır, zürafa

ve koyun gibi otçul memelilerin çoğunda çene yapısı ot koparmaya uygun biçimdedir. Bu memelilerin üst çenede bulunan köpek dişleri ortadan kalkmış, azı dişleri gelişmiştir. Alt çenede yer alan kesici dişlerle birlikte köpek dişleri de koparma görevini yapmaya uyum sağlamıştır. (Şekil 1.1.7). Tavşan ve sincap gibi otla beslenen kemiricilerde ise kesici dişler ve arka azılar gelişmiş, ön azılar körelmiştir. Çünkü kesici dişler besinlerin koparılmasını, azı dişleri ise selülozdan yapılmış bitki dokularının öğütülmesini sağlar.

Şekil 1.1.7. Beslenme şekillerine göre memelilerin diş ve çene yapıları da farklılık gösterir.



Şekil 1.1.8. Geviş getiren otçul memelilerde besinlerin geviş getirirken ağız, yemek borusu, börkenek, şirden, işkembe ve kırkbayırda izlediği yol

Resim 1.1.5. Hollanda ineği *(Holstein heifer)*

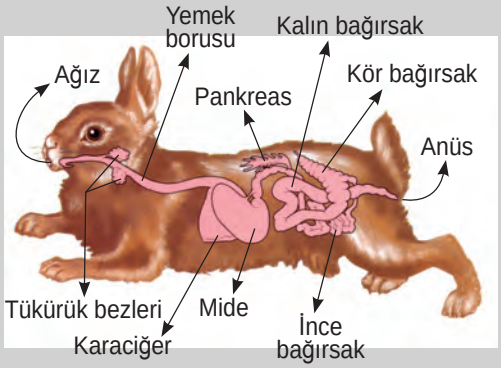
İnsan, maymun, ayı gibi hem et hem otla beslenen canlılarda önde bulunan kesici dişler ile koparılan, köpek dişleri ile parçalanan besinler, arkada bulunan azı dişler yardımıyla öğütülür.

Memelilerin mide yapıları da beslenme şekillerine göre farklılık gösterir. Örneğin geviş getiren memelilerden olan ineklerde (Resim 1.1.5) mide; işkembe, börkenek, kırkbayır ve şirden olmak üzere dört bölümden oluşur (Şekil 1.1.8). İşkembe ve börkenekte besinler geçici olarak depolanır. Burada bulunan mikroorganizmaların (*Trichoderma reesei* gibi) salgıladıkları enzimler sayesinde selüloz sindirilir. Daha sonra besinler ağza geri getirilerek yeniden çiğnenir. Bu olaya **geviş getirme** denir. Besinler geviş getirme işleminden sonra tekrar yutularak kırkbayır ve şirdene gönderilir. Kırkbayırda besinlerdeki suyun büyük bir kısmı emilir. Şirdende besinlerin kimyasal sindirimi devam eder, kısmen sindirilen besinler ince bağırsağa geçer. Burada sindirim tamamlanır ve besinlerin emilimi gerçekleşir.

At, eşek, katır, tavşan gibi geviş getirmeyen hayvanların mideleri ise tek bölmelidir (Şekil 1.1.9). Bu canlılarda selüloz sindiren mikroorganizmalar kör bağırsakta bulunur.

Otçulların ince bağırsakları etçillerden daha uzundur. Çünkü bitkisel besinlerin sindirimi zor olduğundan daha fazla depolama kapasitesi ve emilim yüzeyi gereklidir. Bu da bağırsak uzunluğunun artması ile sağlanır.

İnsanlarda, maymun türlerinin bazılarında ve etçil memelilerde mide tek bölmelidir. Sindirim sistemlerinde selülozu sindirecek enzimleri üreten bakteriler yaşamadığından selüloz sindirimi gerçekleşmez.



Şekil 1.1.9. Geviş getirmeyen otçul memelilerde sindirim sistemi

Araştıralım Öğrenelim

Ağız ve diş sağlığının sindirime etkisini ve vücudumuzdaki çeşitli sistemlerle olan ilişkilerini araştırınız.

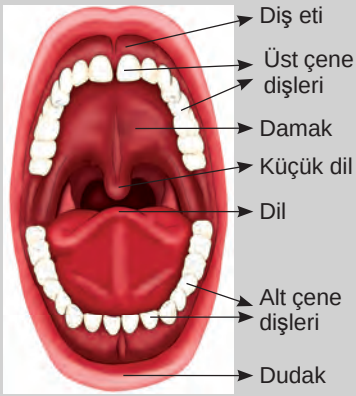
Ç. İNSANDA SİNDİRİM SİSTEMİ

Sindirim sistemi, alınan besinleri vücutta hücreler tarafından kullanılabilir hâle getirir. Peki aldığınız besinler hangi organlarınızda, nasıl sindirilir? Yediğiniz her besin sindirilebilir mi? Bu gibi soruların cevaplarını "İnsanda Sindirim Sistemi" başlıklı konuda verilen bilgiler, yapacağınız etkinlikler ve araştırmalarla öğrenebilirsiniz.

İnsanda sindirim sistemi, sindirim kanalı ve yardımcı organlardan oluşur. Sindirim kanalı ağız, yutak, yemek borusu, mide, ince bağırsak, kalın bağırsak ve anüsten meydana gelir. Tükürük bezleri, pankreas, karaciğer ve karaciğerin ürettiği safrayı depolayan safra kesesi sindirime yardımcı organlardır.

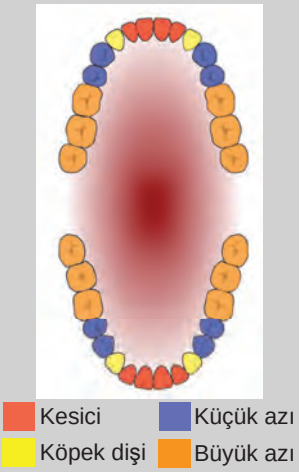
1. Sindirim Sisteminin Kısımları

Ağız; sindirimin başladığı kısımdır. Dudak, yanak, damak ve yutakla çevrilmiş bir boşluktur. Ağız boşluğunda, dişler ve dil bulunur (Şekil 1.1.10). Dil, tat alan, besinlerin karıştırılmasını ve yutağa gönderilmesini sağlayan organdır. Dil ve dişler sindirimin yanısıra konuşmaya da yardımcı olur.

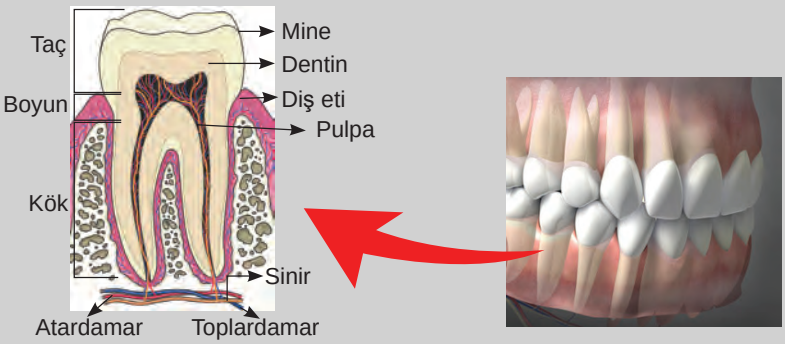


Şekil1.1.10. Ağzın genel görünümü

Dişler, besinlerin parçalanmasını ve öğütülmesini sağlayan, alt ve üst çene kemiğinin diş çukurlarına yerleşmiş yapılardır. İnsanda altıncı aydan itibaren çıkan dişler süt dişleri adını alır. 6-7 yaşlarında dökülmeye başlayan süt dişlerinin yerine kalıcı dişler çıkar. Yetişkin bir insanda 32 diş vardır. Bunların 8'i kesici, 4'ü köpek dişi, 8'i küçük azı, 12'si ise büyük azıdır (Şekil 1.1.11).

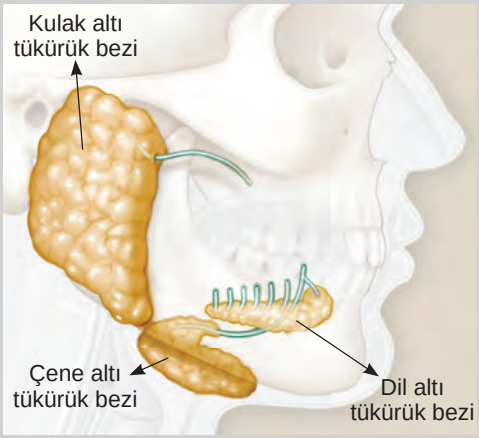


Şekil 1.1.11. Yapısına göre diş çeşitleri



Şekil 1.1.12. Dişin yapısı

Bir dişin görünen kısmına **taç,** diş etiyle çevrelenmiş bölgesine **boyun**, çene kemiği içine yerleşmiş kısmına ise **kök** adı verilir. Dişin kesiti incelendiğinde dıştan içe doğru üç önemli yapı ayırt edilir. Diş tacının en dışta kalan sert ve dayanıklı kısmına **diş minesi**, minenin altında kalan kısmına **dentin** adı verilir. Dentinin altında da kan damarları, sinir ve bağ dokusu bakımından zengin **pulpa** yani öz bölgesi bulunur (Şekil 1.1.12).

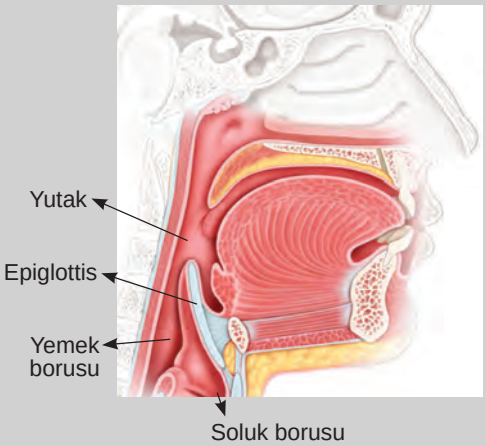


Şekil 1.1.13. Tükürük bezleri, mekanik ve kimyasal sindirime salgılarıyla yardımcı olur.

Sindirime yardımcı olan tükürük, kulak altı, çene altı ve dil altında bulunan tükürük bezleri tarafından salgılanır (Şekil 1.1.13). Tükürük, ağzın devamlı nemli kalmasını, besinlerin kayganlaşmasını, ağızda karbonhidratların kimyasal sindiriminin başlamasını sağlar. Ayrıca, tükürükte bulunan lizozim, antimikrobiyal etki yaparak diş çürümesine yol açan bakterilerin çoğunu yok eder. Yetişkin bir insanda 24 saatte ortalama 1000-1500 mL tükürük salgılanır. Tükürü-

ğün pH değeri 6-7 arasında değişir. Tükürük amilâz (pityalin) enzimi ve mukustan oluşmuştur. Mukus; su, sodyum, kalsiyum gibi bazı iyonlar ve glikoproteinlerden oluşmuş yoğun bir sıvıdır.

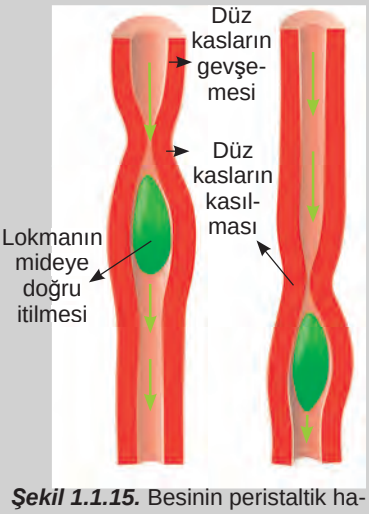
Tükürük pH'sının yükselmesi hâlinde, ağızda kalsiyum ve fosfat gibi maddelerin çökmesi sonucu diş taşları oluşur. Yenilen besinin türü, hamilelik gibi hormonal değişikliklerin olduğu durumlar, bazı ilaçların kullanımı, reflü hastalığı ve bazı psikolojik rahatsızlıklar tükürük salgısının miktarını ve pH'sını değiştirebilir. Bu pH değişimi, bakterilerin çoğalmasına uygun ortam sağladığından ağız enfeksiyonları ve diş çürükleri meydana gelebilir. Tükürük salgısının azalması ve diş çürüklerinin oluşması ise hem mekanik hem de kimyasal sindirimi olumsuz etkiler. Ağızda yeterince çiğnenemeden yutulan besinlerin sindirimi zorlaşır. Bu durum mide ve sindirimde görevli diğer organların yorulmasına neden olur.



Şekil 1.1.14. Yutak, gırtlak kapağı, yemek borusu ve soluk borusunun konumu

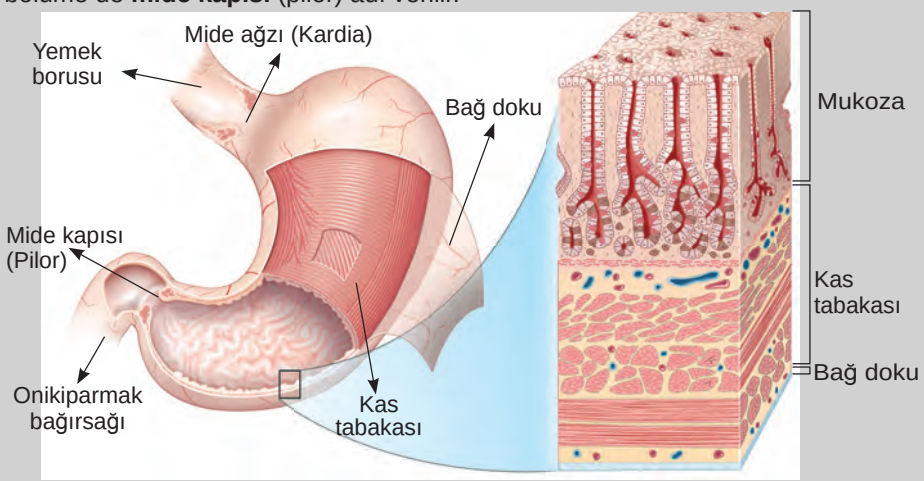
Yutak; ağız boşluğu, burun boşluğu, yemek ve soluk borusu arasındaki geçittir. Yutağın sindirimdeki görevi, ağızda öğütülen besinleri yemek borusuna iletmektir. Bu olay yutkunma ile gerçekleşir. Yutkunma sırasında gırtlak kapağı (epiglotis) soluk borusunu kapatarak besinlerin soluk borusuna kaçmasını engeller (Şekil 1.1.14).

Yemek borusu, yutak ile mide arasında bulunur. Yaklaşık 25 cm uzunluğunda ve 2 cm çapındadır. Yemek borusunda mekanik ve kimyasal sindirim olmaz. Yemek borusu sindirim kanalının diğer kısımlarında olduğu gibi üç tabakadan oluşur. En içte mukoza tabakası, ortada halka şeklinde ve boyuna uzanan düz kaslar, en dışta ise bağ doku bulunur. Yemek borusunun orta tabakasında yer alan kasların kasılıp gevşemesi burada dalga şeklinde ilerleyen hareketler meydana getirir. Lokmanın yemek borusundan mideye doğru ilerlemesini sağlayan bu hareketlere **peristaltik hareketler** denir (Şekil 1.1.15). Bu hareketlerle lokma, mideye ulaştırılır. Kusma sırasında peristaltik hareket mideden ağza doğru gerçekleşir.



Şekil 1.1.15. Besinin peristaltik hareketlerle yemek borusunda ilerlemesi

Mide, sindirim sisteminin kese gibi genişlediği kısmıdır. Kaburgaların altında, karın boşluğunun üst sol bölgesinde bulunur. Besinlerin geçici olarak depo edildiği, mekanik ve kimyasal sindirimin yapıldığı organdır. Mide, üst kısmından yemek borusuyla, alt kısmından ince bağırsakla bağlantılıdır (Şekil 1.1.16). Midenin yemek borusuyla bağlandığı bölüme **mide ağzı** (kardia); midenin ince bağırsakla bağlandığı bölüme de **mide kapısı** (pilor) adı verilir.



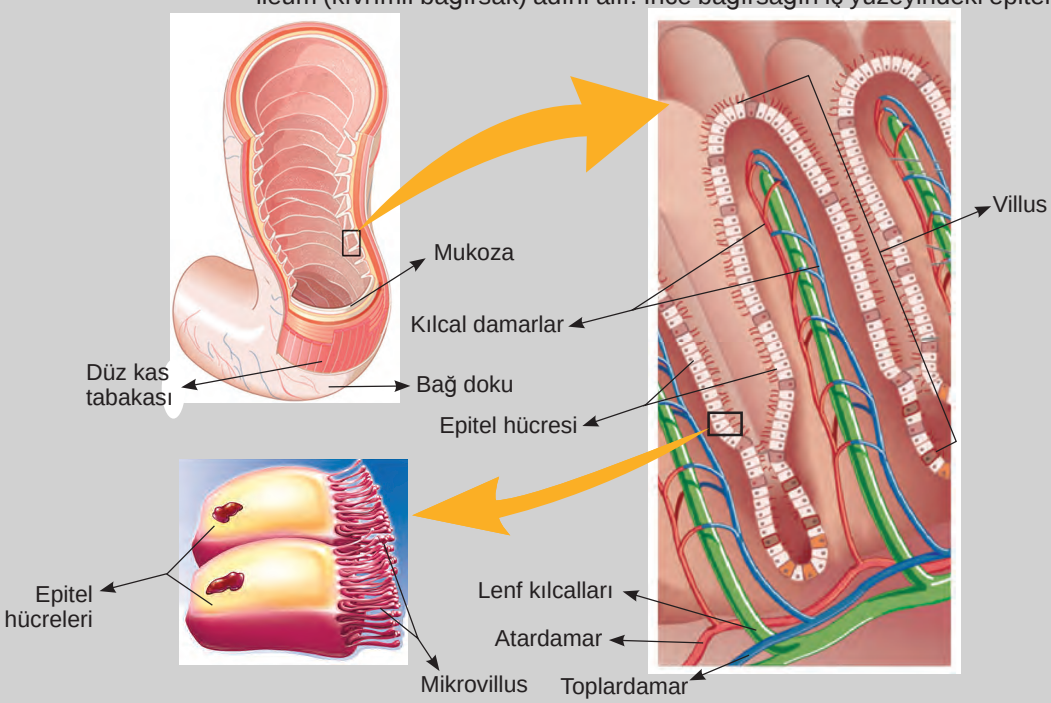
Şekil 1.1.16. İnsanda midenin yapısı

Mide ağzı mide içeriğinin yemek borusuna geri dönmesini engeller. Mide kapısı ise mide içeriğinin onikiparmak bağırsağına kontrollü geçişini sağlar. Mide duvarının iç kısmında mukus ve sindirim enzimlerini salgılayan hücrelerin oluşturduğu mukoza tabakası bulunur. Ortasında enine, boyuna ve çapraz yerleşmiş düz kaslar vardır. Dışında ise bağ doku tabakası bulunur. Mide ve karın boşluğundaki diğer organların üzeri periton adı verilen zarla örtülüdür.

Midenin çalışmasını vagus siniri ve gastrin hormonu düzenler. Besinler ağızda çiğnenirken vagus siniri, mide hücrelerini uyarır. Bu hücrelerden gastrin hormonu salgılanır.

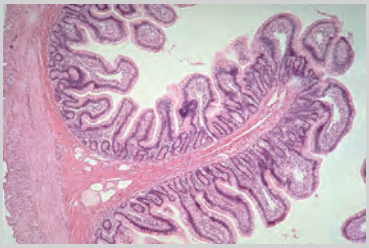
Gastrin hormonunun etkisiyle, mide bezleri mide öz suyu salgısını arttırır. Öz su içinde HCl, pepsinojen, az miktarda lipaz, sütle beslenen çocuklarda ise lap enzimi (renin) bulunur. Mide pHsı 1,5 ile 2 civarındadır. Mide yüzeyinin asitli ortamdan korunması mide bezlerinden salgılanan mukus ile sağlanır. HCl, midede asidik bir ortam oluşturarak pepsinojeni aktif hâle getirir. Aynı zamanda mideye gelen bazı mikroorganizmaları da yok eder. Pepsin, midede protein yapısına sahip besinlerin kısmen kimyasal sindirime uğramasını sağlar. Midede kimyasal sindirimin yanında mide kaslarının kasılıp gevşemesiyle besinlerin mekanik sindirimi de gerçekleşir. Bu sırada besinler midede bulamaç hâline gelir. Kimus adı verilen bu bulamaç mide kapısından (pilor) ince bağırsağa geçer.

İnce bağırsak, mide ile kalın bağırsak arasında kalan, yaklaşık 3 cm çapında, 7- 8 m boyunda olan silindirik yapılı bir organdır. Midede olduğu gibi bu organda da en içte mukoza tabakası, ortada halka şeklinde ve boyuna uzanan düz kaslar, en dışta ise bağ doku bulunur. Mukoza tabakası hem salgılama hem de emilimin yapıldığı yerdir. Bağırsak boyunca yerleşmiş olan halka şeklinde ve boyuna uzanan kaslar kasılarak peristaltik hareketler ile kimusun iletimini sağlar.İnce bağırsağın mideden sonra gelen ilk kısmı duodenum (onikiparmak bağırsağı), orta kısmı jejenum (boş bağırsak), kalın bağırsağa bağlanan kısmı ise ileum (kıvrımlı bağırsak) adını alır. İnce bağırsağın iç yüzeyindeki epitel



Şekil 1.1.17. İnce bağırsaklardaki villus ve mikrovillusların yapıları

doku bağırsak boşluğuna doğru kıvrımlar oluşturur. Emilme yüzeyini genişleten bu kıvrımlara **villus** denir (Resim1.1.6). Villusları oluşturan epitel hücrelerinin yaptığı stoplazmik uzantılara ise **mikrovillus** adı verir. Villus ve mikrovillus oluşumu ince bağırsağın emilme yüzeyini yaklaşık 550 m^2ye çıkarır. Villuslarda lenf kılcalları ve kılcal kan damarları bulunur (Şekil 1.1.17).



Resim 1.1.6. İnce bağırsakta bulunan villuslar, emilim yüzeyini arttırır.

Midedeki asitli kimus onikiparmak bağırsağına geçer. Kimusun etkisiyle onikiparmak bağırsağından sekretin, kolesistokinin ve enterogastrin hormonları salgılanır (Tablo 1.1.1):

Tablo 1.1.1. Sindirim sisteminde görev alan hormonlar ve etkileri

Hormon	Salgılandığı Organ	Hedef organ	Hedef Organının Cevabı
Gastrin	Mide	Mide	Mide öz suyu salgılanması
Sekretin	Onikiparmak bağırsağı	Pankreas	Pankreastan bikarbonat iyonlarını salgılatarak incebağırsak pH'sını düzenler.
	Onikiparmak bağırsağı	Karaciğer	Karaciğerde safra üretimini ve salgılanmasını sağlar.
Kolesistokinin	Onikiparmak bağırsağı	Pankreas	Pankreas enzimlerinin salgılanmasını sağlar.
	Onikiparmak bağırsağı	Safra kesesi	Safra kesesi kasılması ve burada depolanan safranın onikiparmak bağırsağına dökülmesini sağlar.
Enterogastrin	Onikiparmak bağırsağı	Mide	Midenin salgı yapmasını önler, mide hareketini yavaşlatır.

Sekretin hormonu, pankreastan bikarbonat iyonlarının salgılanmasını sağlayarak ince bağırsak pH'sını (7-8 arasında) düzenler. Ayrıca karaciğerde safra üretimini ve salgılanmasını arttırır.

Kolesistokinin hormonu hem safranın safra kanalına boşalmasını hem de pankreas enzimlerinin salgılanmasını sağlar.

Enterogastrin hormonu ise açlık durumunda midedeki salgı bezlerinin salgı üretmesini önleyerek mide hareketlerinin yavaşlamasına sebep olur. Sekretin ve kolesistokinin hormonlarının etkisi ile karaciğer ve pankreasın sindirim salgıları da onikiparmak bağırsağına boşaltılır.

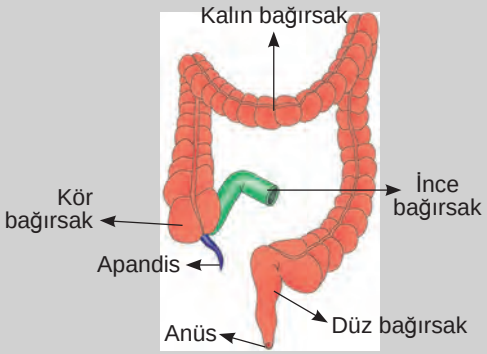
İnce bağırsaktaki bezler, sindirim enzimleri içeren salgılar üretir. Bu salgılardaki sindirim enzimleri erepsin, maltaz, laktaz ve sükrazdır. Bu enzimler yardımıyla kimyasal sindirimi yapılan besinler ince bağırsakta peristaltik hareketlerle taşınır. İnce bağırsaklar besinlerin sindiriminin tamamlandığı, ayrıca sindirilen besinlerin emiliminin yapıldığı yerdir. Emilimden sonra sindirilmeyen besin atıkları kalın bağırsağa iletilir.

Araştıralım Öğrenelim

Mide rahatsızlığı olan bazı insanlar midenin büyük bir bölümü hatta bazen tamamı alınsa bile yaşamlarını sürdürebilir. İnce bağırsağın bir bölümü ya da tamamı alındığında insanın yaşaması mümkün müdür? Araştırınız.

Kalın bağırsak, ince bağırsaktan sonra başlayan ve anüs ile sonlanan 1-1,5 m boyunda boru şeklinde bir yapıdır (Şekil 1.1.18). İnce ve kalın bağırsağın birleştiği yerde **kör bağırsak** (çekum) bulunur. Kör bağırsağın ucunda apandis denilen parmak şeklinde bir çıkıntı vardır. Buranın iltihaplanmasına **apandisit** denir.

Kalın bağırsak ile ince bağırsağın birleştiği yerde bulunan kapak, kalın bağırsağın içindeki bakterilerin ve atık maddelerin ince bağırsağa geri dönüşünü engeller. Kalın bağırsak önce yukarı doğru, sonra yatay, daha sonra da aşağı doğru yönelerek ince bağırsağı sarar ve **düz bağırsak (rektum)** adı verilen bir yapı ile anüse bağlanır. Kalın bağırsakta ince bağırsaktan farklı olarak villus şeklinde kıvrımlar görülmez. Burada enzim üreten hücreler bulunmadığı için kimyasal sindirim gerçekleşmez.



Şekil 1.1.18. İnsanda kalın bağırsağın yapısı

Araştıralım Öğrenelim

Uzun süreli antibiyotik kullanılması neden B ve K vitamini eksikliğine yol açabilir? Araştırınız.

Kalın bağırsakta sindirim atıkları içinde bulunan su ve minerallerin geri emilimi gerçekleşir. Bu sırada sindirim atıkları geçici olarak depolanır. Ayrıca burada yaşayan simbiyotik bakteriler K vitamini ve B grubu vitaminlerden bazılarını sentezler. Bu vitaminler kalın bağırsakta emilerek kana verilir. Kalın bağırsakta atık maddelerin dışarı atılması bağırsağın peristaltik hareketleri ile gerçekleşir.

2. Sindirime Yardımcı Yapılar

Karaciğer midenin üzerinde, karın boşluğunun sağ tarafında bulunan organımızdır. Ortalama 2 kg ağırlığındadır. Karaciğer, sağ ve sol olmak üzere iki loptan oluşur. Sağ lobunun alt yüzeyinde safra kesesi yer alır. Karaciğer hücreleri tarafından üretilen safra sıvısı safra kesesinde depolanır. Besinler onikiparmak bağırsağına ulaştığında buradan salgılanan kolesistokinin hormonu etkisi ile kasılan safra kesesi depoladığı safrayı **koledok kanalı** aracılığı ile onikiparmak bağırsağına boşaltır (Şekil 1.1.19). Safranın içeriğinde, su, safra tuzları, kolesterol, yağ asitleri ve bilirubin bulunur. Safra, sindirim enzimi içermez. Safra tuzlarının etkisiyle yağlar, küçük yağ damlacıklarına ayrılır. Böylece yağ damlacıklarının yüzeyi genişler ve sindirim enzimlerinin etkisi artar. Safra, ince bağırsak içeriğini nötralize ederek pankreas ve ince bağırsak enzimlerinin etkinliğini artırır ve yağda çözünen vitaminlerin emilmesini sağlar. Safranın bakteriler üzerinde antiseptik özelliği de vardır.

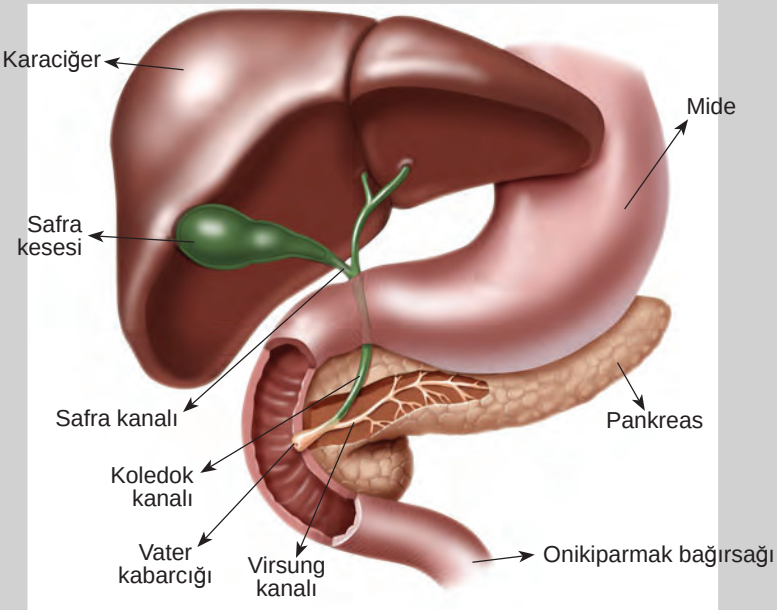
Biliyor musunuz?

Bakteri enfeksiyonları, zehirlenmeler ve beslenme bozuklukları ishale neden olur. İshalli hasta dışkı ile birlikte bol miktarda su ve minerali de dışarı atar. Vücudun su-mineral dengesi bozulur.

Pankreas, mide ile onikiparmak bağırsağı arasında, karın boşluğunda yer alan 75-80 g ağırlığında, yaprak şeklinde yapıdır. Hem hormon hem de sindirimde görev yapan enzimleri salgıladığı için karma bez olarak bilinir. Pankreas, sindirimle ilgili salgılarını **Virsung kanalıyla** onikiparmak bağırsağındaki **Vater kabarcığına** döker (Şekil 1.1.19).

Biliyor musunuz?

Bir günde karaciğer tarafından salgılanan safra miktarı 600-1000 mL'dir. Safra kesesinin maksimum hacmi ise 30-60 mL'dir. Bu miktardaki safra gün içinde onikiparmak bağırsağına boşaltılır. Fazla oranda yağlı yiyecek alınmış ise safra kesesi içerisindeki safra 1 saat içerisinde onikiparmak bağırsağına boşalır.



Şekil 1.1.19. Mide, karaciğer, pankreas ve onikiparmak bağırsağı birbiriyle bağlantılıdır.

Pankreas salgısının oluşumunda sekretin ve kolesistokinin hormonları ile vagus siniri birlikte görev alır. Normal bir insanda günde 1-1,5 litre pankreas öz suyu salgılanır. Pankreas öz suyu içinde su, bikarbonat, bazı iyonlar ve sindirimde görev alan enzimler bulunur. Bu enzimler amilaz, tripsinojen, kimotripsinojen, lipaz, DNAaz ve RNAaz'dır. Pankreas salgısının pH değeri yaklaşık 8,5'tir. Bu salgı, taşıdığı bikarbonat

iyonları sayesinde mideden gelen asit özellikteki kimusun nötrleşmesini sağlar. Pankreas şeker metabolizmasını düzenlemede görev yapan insülin ve glukagon hormonlarını da üretir.

3. Vücutta Besinlerin Sindirimi

Protein, yağ ve karbonhidrat gibi büyük moleküllü organik besinlerin hücreler tarafından alınıp kullanılabilmesi için yapı taşlarına kadar parçalanması gerekir. Sindirim ağızda başlar, midede devam eder, ince bağırsakta son bulur.

a. Karbonhidratların Sindirimi

Karbonhidratların sindirimi ağızda başlar. Tükürükte bulunan amilaz enzimi nişasta ve glikojen üzerine etki ederek bu molekülleri parçalar. Sonuçta kısa zincirli bir polisakkarit olan dekstrin ve iki glikoz molekülünden oluşan maltoz oluşur (Şema 1.1.2).

$$\text{Nişasta} + \text{Su} \xrightarrow{\text{Amilaz (pityalin)}} \text{Maltoz} + \text{Dekstrin}$$

Ağız boşluğunda başlamış olan karbonhidrat sindirimi pankreastan salgılanan amilaz enzimi ile ince bağırsakta devam eder. Pankreastan salgılanan amilaz enzimi tükürükteki amilazdan daha etkilidir. Ağızda sindirilemeyen nişasta ve glikojen onikiparmak bağırsağında maltoz ve dekstrine parçalanır.

$$\text{Nişasta} + \text{Su} \xrightarrow{\text{Amilaz}} \text{Maltoz} + \text{Dekstrin}$$

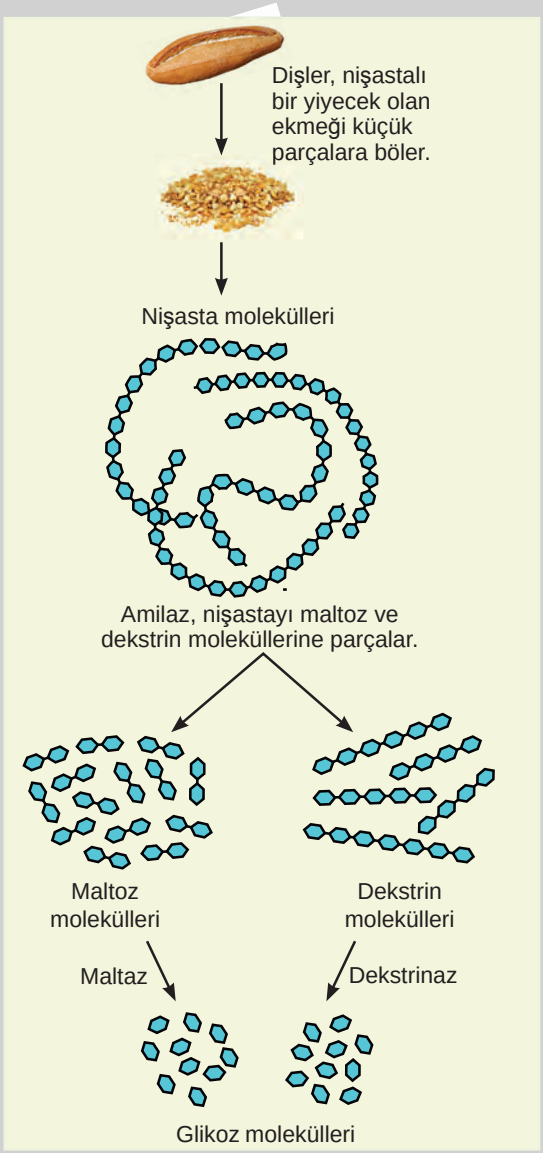
İnce bağırsak mukozasından salgılanan sakkaraz (sükraz), maltaz ve laktaz enzimleri sakkaroz, maltoz ve laktozu monomerlerine ayırır. Ayrıca dekstrinaz enzimi de dekstrini glikoz moleküllerine parçalar. Böylece karbonhidratların sindirimi ince bağırsakta tamamlanmış olur.

$$\text{Sakkaroz} + \text{Su} \xrightarrow{\text{Sakkaraz}} \text{Glikoz} + \text{Fruktoz}$$

$$\text{Maltoz} + \text{Su} \xrightarrow{\text{Maltaz}} \text{Glikoz} + \text{Glikoz}$$

$$\text{Laktoz} + \text{Su} \xrightarrow{\text{Laktaz}} \text{Glikoz} + \text{Galaktoz}$$

$$\text{Dekstrin} + (n\text{-}1)\text{Su} \xrightarrow{\text{Dekstrinaz}} n\ \text{Glikoz}$$



Şema 1.1.2. Karbonhidratın sindirimi

b. Proteinlerin Sindirimi

Ağızda protein sindirimi olmaz. Proteinlerin sindirimi midede başlar, ince bağırsakta tamamlanır. Mide öz suyu içerisinde bulunan pepsinojen, hidroklorik asitle pepsine (aktif enzim) dönüşür. Pepsin proteinleri polipeptitlere (pepton) parçalar. Süt çocuklarında ise mide öz suyundaki lap (rennin) enzimi bir süt proteini olan kazeini çökeltir (peynirleştirir). Böylece pepsin enzimi, kazeini daha kolay sindirebilir.

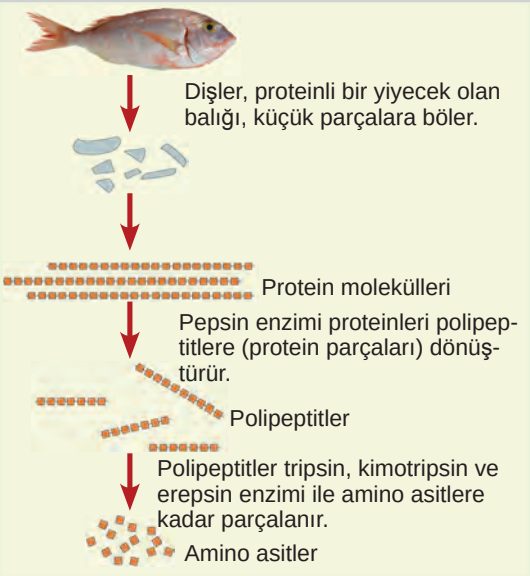
$$\text{Pepsinojen} + \text{HCl} \longrightarrow \text{Pepsin (aktif enzim)}$$

$$\text{Protein} + \text{Su} \xrightarrow{\text{Pepsin}} \text{Polipeptit}$$

$$\text{Süt} \xrightarrow{\text{Lap enzimi}} \text{Kazein} + \text{Su}$$

$$\text{Kazein} + \text{Su} \xrightarrow{\text{Pepsin}} \text{Polipeptit} + \text{Amino asit}$$

Midede proteinler tam olarak sindirime uğramaz. Kimus, mideden



Şema 1.1.3 Proteinlerin sindirimi

onikiparmak bağırsağına geçer. Kimusun ince bağırsağa teması sonucu mukozadan entorokinaz enzimi salgılar. Enterokinaz pankreas salgısı olan tripsinojeni aktifleştirerek tripsine dönüştürür. Tripsin de yine bir pankreas salgısı olan kimotripsinojeni aktifleştirerek kimotripsine dönüştürür.

$$\text{Tripsinojen} + \xrightarrow{\text{Enterokinaz}} \text{Tripsin}$$

$$\text{Kimotripsinojen} + \xrightarrow{\text{Tripsin}} \text{Kimotripsin}$$

Midede parçalanamayan ya da polipeptitlere kadar parçalanan proteinler tripsin, kimotripsin ve ince bağırsak mukozasından salgılanan erepsin enzimleri ile amino asitlere kadar parçalanır (Şema 1.1.3).

$$\text{Polipeptit} + \text{Su} \xrightarrow{\text{Tripsin}} \text{Peptit} + \text{Amino asitler}$$

$$\text{Polipeptit} + \text{Su} \xrightarrow{\text{Kimotripsin}} \text{Peptit} + \text{Amino asitler}$$

$$\text{Peptit} + \text{Su} \xrightarrow{\text{Erepsin}} \text{Amino asitler}$$

Midede protein yapısına sahip besinlerin kısmen kimyasal sindirime uğradığını öğrendiniz. Siz de verilen etkinliği gerçekleştirerek proteinlerin sindiriminde asit, baz ve sindirim enziminin etkisini gözlemleyiniz.

Etkinlik 1.1.3.

Etkinliğin Adı: Proteinlerin Sindirimi

Amaç: Proteinlerin sindirimine asit, baz ve enzim etkisini kavrama

Araç Gereçler

Haşlanmış yumurta beyazı, 8 adet deney tüpü, cam kalemi, 3 adet dereceli silindir, %0,5'lik pepsin çözeltisi, tüplük, bisturi, %0,5'lik sodyum bikarbonat çözeltisi, kırmızı ve mavi turnusol kâğıdı, %0,2'lik hidroklorik asit çözeltisi, biüret ayıracı

Uygulayalım

1. Deney tüplerini, cam kalemi ile 1'den 8'e kadar numaralayarak tüplüğe yerleştiriniz. Bisturi ile yumurta beyazını küçük parçalara ayırıp her deney tüpüne eşit miktarda koyunuz.
2. Daha sonra deney tüplerine aşağıda belirtilenleri ekleyerek tüpleri iyice karıştırınız.

1. deney tüpü: 10 mL su	2. deney tüpü: 10 mL pepsin çözeltisi
3. deney tüpü: 10 mL hidroklorik asit çözeltisi	4. deney tüpü: 10 mL sodyum bikarbonat çözeltisi
5. deney tüpü: 5 mL hidroklorik asit ve 5mL sodyum bikarbonat çözeltisi	6. deney tüpü: 10 mL pepsin ve 5 mL hidroklorik asit çözeltisi
7. deney tüpü: 10 mL pepsin ve 5 mL sodyum bikarbonat çözeltisi	8. deney tüpü: 10 mL pepsin, 3 mL sodyum bikarbonat ve 3 mL hidroklorik asit çözeltisi

3. Hazırladığınız deney tüplerine turnusol kâğıtlarını batırarak, bu tüplerdeki içeriğin asidik, bazik ya da nötr olup olmadığını tesbit ediniz. Elde ettiğiniz verileri aşağıdaki tabloya yazınız.
4. Deney tüplerini üç gün oda sıcaklığında bekletiniz. Üçüncü günün sonunda her tüpün içine 10 mL biüret ayıracı damlatarak ortamda protein olup olmadığını belirleyiniz, gözlemlerinizi yandaki tabloya kaydediniz.

Tüp Nu.	İçerik	Asit	Baz	Nötr	Gözlemler
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

Sonuçlandıralım

1. Hangi tüpte protein parçalanması daha fazladır?
2. Hangi madde protein parçalanmasında daha etkili oldu?
3. Hangi tüp kontrol tüpüydü? Kontrol tüpüne neden ihtiyaç duyulur?
4. Asit, baz ve nötr özelliğe sahip çözeltiler hangileridir?
5. Gözlemlerinize dayanarak pepsinin en iyi hangi ortamda çalıştığını söyleyebilirsiniz?
6. Yemekten hemen sonra alnan sodyum bikarbonatın sindirime ne gibi etkisi olur?

Gerçekleştirdiğiniz etkinlik sonucunda pepsinin asidik ortamda bazik ve nötr ortamlara göre daha etkili olduğunu gördünüz. Şimdi de yağların sindiriminin nasıl gerçekleştiğini öğreneceksiniz.

c. Yağların Sindirimi

Besinlerde bulunan yağın sindirimi ince bağırsakta başlar ve biter. Yağların suda çözülmemesi sindirimlerini zorlaştırır. Ancak safra kesesinden onikiparmak bağırsağına salgılanan safra, yağları mekanik olarak sindirip küçük yağ damlacıklarına dönüştürür.

Böylece yağların yüzey alanı artar ve pankreastan salgılanan lipaz enziminin daha hızlı etki etmesi sağlanır. Sonuç olarak yağlar, gliserol ve yağ asitlerine ayrışır (Şema 1.1.4).

Yağ molekülü + Su $\xrightarrow{\text{Lipaz}}$ Gliserol + 3 yağ asiti

Şema 1.1.4 Yağların sindirimi

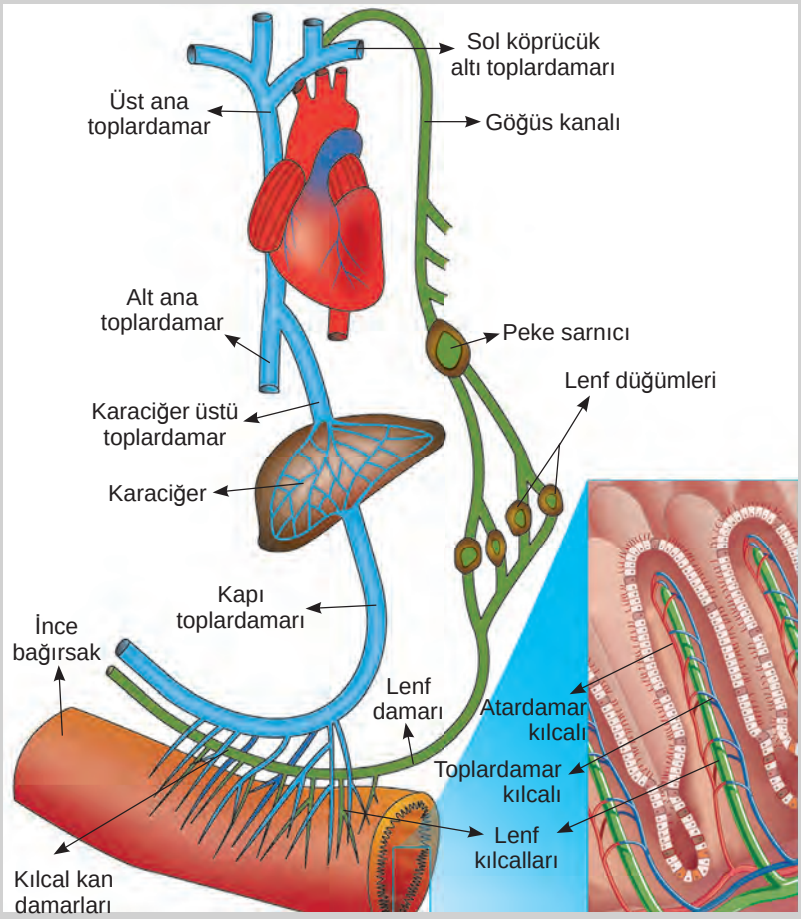
Biliyor musunuz?

Sağlıklı bir sindirim sistemine sahip olmak için yapılması gerekenleri şöyle özetleyebiliriz:

- *Düzenli ve zamanında yemek yemek ve dengeli beslenme alışkanlığı edinmek,*
- *Sigara, alkol gibi zararlı maddeleri kullanmamak,*
- *Kişisel temizliğe dikkat etmek,*
- *Tuvaletten çıktıktan sonra, yemeklerden önce ve sonra mutlaka elleri yıkamak,*
- *Yeşil sebze, meyve gibi lifli yiyecekleri yeterince tüketmek,*
- *Yeterince su içmek,*
- *Besinleri iyi çiğnemek,*
- *Yemekten yarım saat sonra yürüyüş yapmak,*
- *Stres ve üzüntüden uzak durmak,*
- *Düzenli olarak tuvalete gitmektir.*

4. Sindirim Sisteminde Emilim

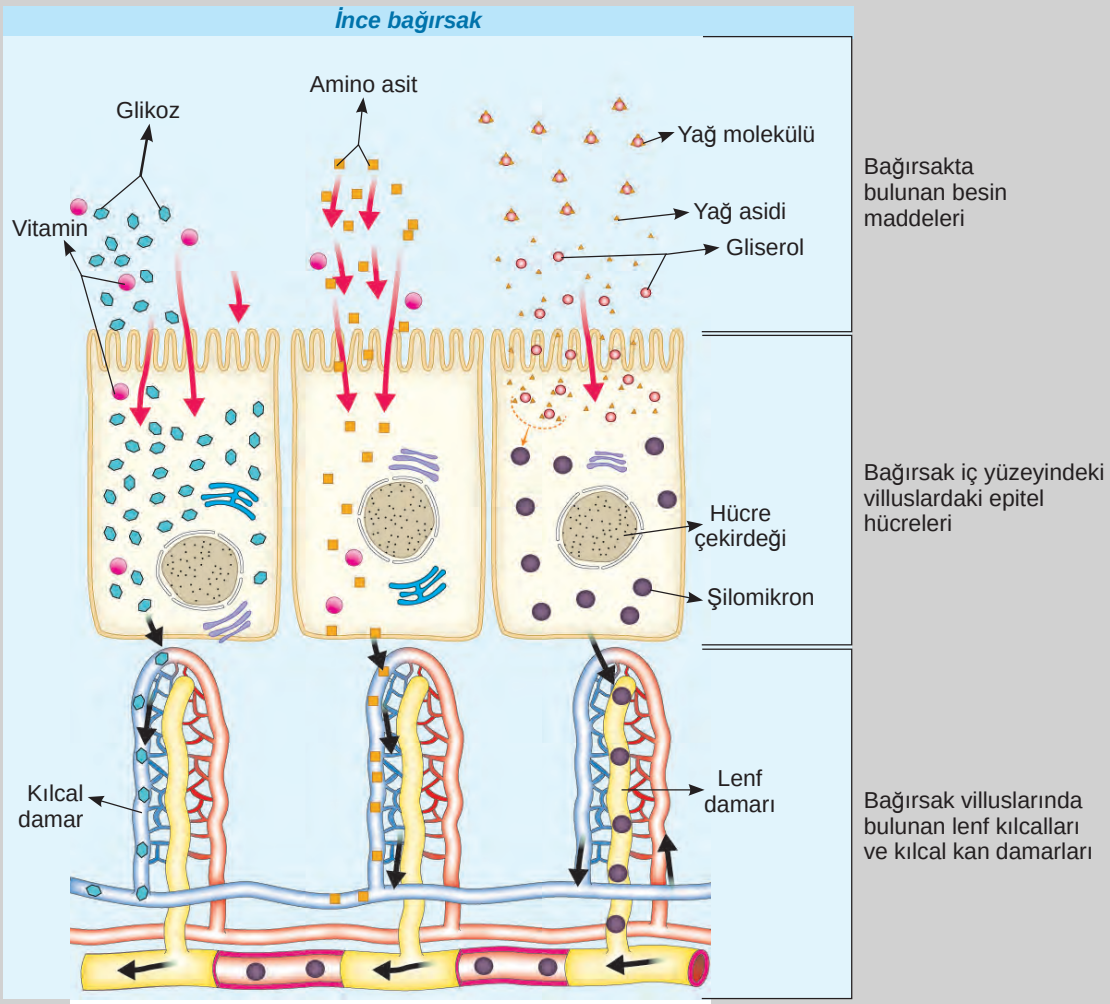
Besinler, sindirim kanalının ağız, mide, ince bağırsak ve kalın bağırsak bölümlerinde emilebilir. Ancak besinlerin emilimi esas olarak yüzeyi villus ve mikrovilluslarla genişlemiş olan ince bağırsaklarda gerçekleşir (Şekil 1.1.20).



Şekil 1.1.20. İnce bağırsakta besinlerin emilimini yapan villuslar ve dolaşıma aktarılmasını sağlayan damarlar

Glikoz, amino asitler, vitaminler, su ve mineraller villuslardaki kılcal kan damarlarına geçerek kapı toplardamarı aracılığıyla karaciğere getirilir. Bu damardaki besinlerin derişimi, karaciğerden çıkan toplardamardaki besinlerin derişiminden farklı olabilir. Çünkü karaciğer, besinlerin kandaki miktarını sabit tutmak için çeşitli düzenlemeler yapabilir. Örneğin karaciğere gelen kanda glikoz miktarı fazla ise karaciğerde glikojen şeklinde depo edilir. Glikozun az olması durumunda ise karaciğerin depo ettiği glikojenin hidrolizi ile oluşan glikoz, kana verilerek denge sağlanır.

Yağların sindirilmesiyle oluşan yağ asidi ve gliserol, ince bağırsak villuslarının epitel hücrelerine geçtikten sonra, hücre içinde yeniden yağ (trigliserit) sentezlenir. Bu yağların çevresi proten bir kılıfla kaplanarak **şilomikron** denilen küçük tanecikler meydana gelir (Şekil 1.1.21). Şilomikronlar, lenf kılcallarına geçer ve lenf yoluyla peke sarnıcına aktarılır. Peke sarnıcı karın bölgesinde bulunan ve lenf damarlarının toplandığı kesedir. Lenf buradan göğüs kanalına taşınır. Göğüs kanalı karın boşluğundan yukarı doğru çıkan kalın bir lenf damarıdır. Lenf daha sonra sol köprücük altı toplardamarına geçerek kalbin sağ kulakçığına gelir. Böylece yağlar kan dolaşımına katılmış olur.



Şekil 1.1.21. Bağırsaklardan emilen besinlerden glikoz, amino asit ve vitaminler hücrelerden kılcal kan damarlarına geçerken yağ asitleri ve gliserol ise tekrar epitel hücrelerinde yağa dönüşür. Daha sonra etrafı protein bir kılıfla kaplanan yağlar, şilomikron şeklinde lenf kılcallarına geçer.

İnce bağırsaktan emilen yağların yaklaşık %90'ı ve A,D,E,K vitaminleri bu şekilde taşınır. Geriye kalan %10'luk kısa zincirli bazı yağ asitleri ise, tereyağı örneğinde olduğu gibi suda az da olsa çözünmeleri nedeniyle villuslardan kılcal kan damarlarına geçerek dolaşıma katılır.

Karbonhidrat, yağ ve proteinlerin sindirim sonucu oluşan yapı taşlarının emilimi ince bağırsakta gerçekleşir. Kalın bağırsakta ise su, mineraller ve burada yaşayan bakteriler tarafından üretilen B ve K vitaminleri emilir.

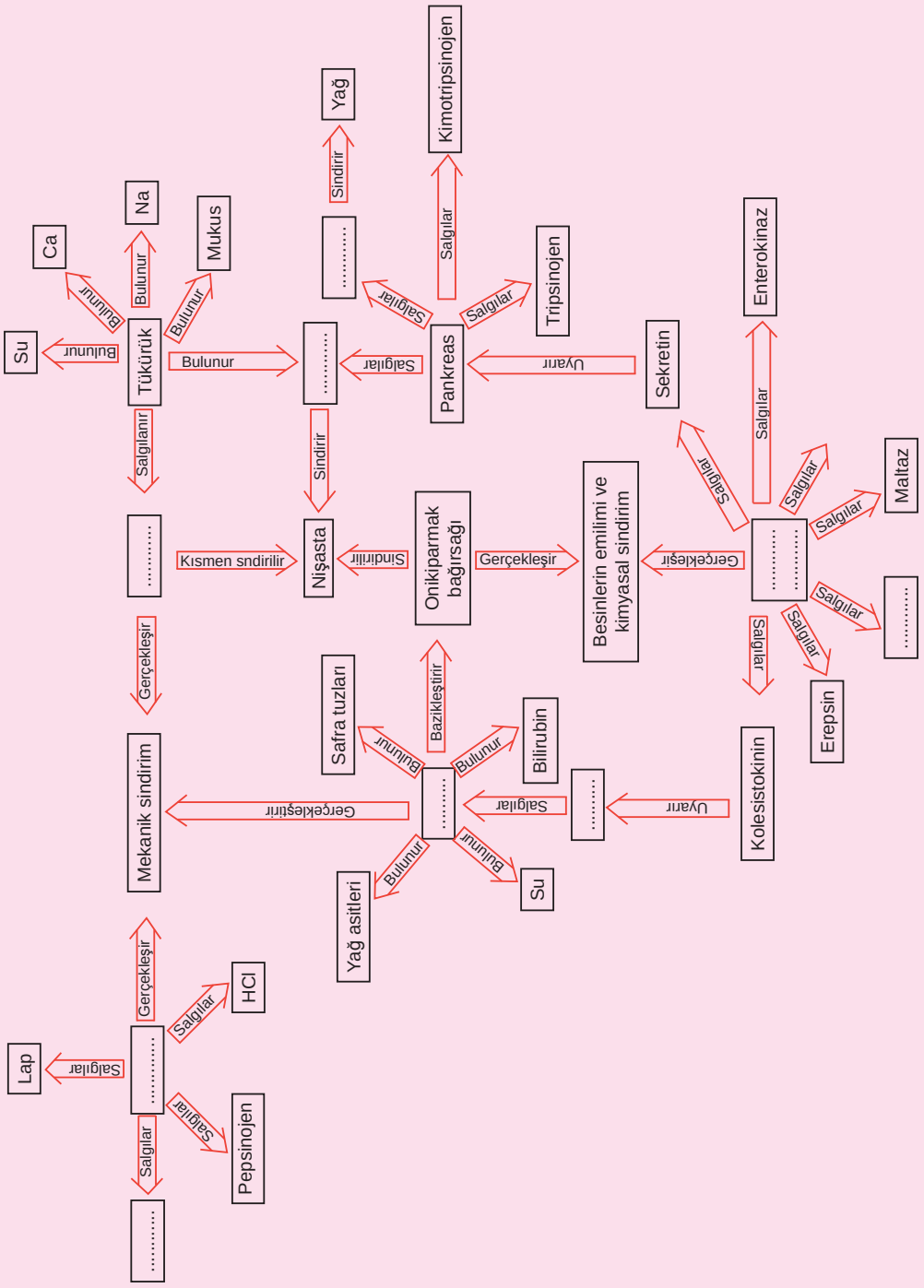
Aşağıdaki etkinlikte sindirim sistemini oluşturan yapılar, sindirim ürünleri ve emilim basamaklarını gösteren bir şema verilmiştir. Bu etkinliği gerçekleştirerek sindirim sistemini oluşturan organları ve bu organlarda gerçekleşen sindirim ve emilim olaylarını kavrayabilirsiniz.

Etkinlik 1.1.4.

Etkinliğin Adı: İnsanda Sindirim Sistemi

Amaç: İnsanda sindirimi kavrayabilme

Uygulayalım: İnsanda sindirim ile ilgili öğrendiğiniz bilgilerden yararlanarak aşağıda verilen şemada boş bırakılan yerleri doldurunuz.



Okuma Metni

Ağız ve Diş Sağlığımız

Diş ve diş eti hastalıkları ülkemizde ve dünyada en önemli sağlık sorunları arasında yer alır. Ağızda ve dişlerde yapısal ve işlevsel herhangi bir bozukluğun olmaması yani görevlerini tam olarak yapabilmeleri durumu "ağız ve diş sağlığı"nın varlığını gösterir. Bu durum, alınan besinlerin mekanik ve kimyasal sindirim sürecinin daha kolay gerçekleşeceği anlamına gelir. Ağız ve diş sağlığının bozulması beslenme ve sindirimi olumsuz etkiler. Dişler, beslenme ve sindirimin yanı sıra konuşma ve görünümü de etkiler. Dişleri eksilmiş kişiler bazı sesleri çıkaramazlar, çiğneme veya ısırmada zorluk çekerler.

Diş çürükleri ve diş eti iltihaplanmaları ağız ve diş sağlığını olumsuz etkiler. Diş eti hastalıkları kimi zaman diş yuvasının bulunduğu çene kemiğinin erimesine neden olabilir. Diş sağlığının bozulması sonucu enfeksiyon kaynağı olabilen ortam, vücuttaki diğer organ ve sistemleri de olumsuz etkiler. Örneğin kalp, böbrek, eklemler vb. yapılarda oluşabilecek enfeksiyonlara kaynaklık edebilir.

Ağzımız enfeksiyon kaynağı hâline nasıl gelebilir?

Dişler iyi temizlenmezse, üzerlerinde besin artıkları ve mikroplar birikir. Ağızdaki bakteriler yiyecek artıklarındaki şekerli maddeleri kullanarak saydam, yapışkan bir madde üretir. Bu maddenin dişler üzerine yapışması ile diş plağı oluşur. Diş hastalıklarından olan diş plağı, bakterilerin diş üzerinde tutunmalarını kolaylaştırır. Şekerli, asit özelliğine sahip çok sıcak ya da çok soğuk besinler ağız ve diş sağlığına zarar verebilir. Ağızda yaşayan bazı bakteriler de asit oluşturur. Böylece dişin koruyucu tabakası olan mine aşınabilir. Bunun sonucunda küçük oyuklar(çürük) meydana gelebilir. Diş minesinde oluşan oyuklara mikropların yerleşmesiyle çürük hızla alttaki dentin tabakasına ve diş özüne doğru ilerler. Çürüğün sinir uçlarına ulaşmasıyla dişler ağrımaya başlar. Çürük daha da ilerlerse diş özü ve çene kemiği içerisinde iltihap oluşur. Bu duruma diş apsesi denir. Hemen tedavi edilmeyen çürük ve diş apsesi sindirim, sinir, solunum vb. sistemlerde sağlık sorunlarına neden olabilir.

Yemeklerden sonra dişlerin fırçalanması ve diş ipi kullanarak yemek artıklarının çıkarılması dişlerin çürümesini, diş eti hastalıklarının oluşumunu ve ilerlemesini önler. Dişlerin ağrımaması sağlıklı olduğu anlamına gelmez. Dişin yapısını bozan diş çürüğü, kendi kendine iyileşmez. Diş çürüklerinin erken dönemde belirlenmesi, diş kaybının önlenmesi, tedavi sürecinin kolay ve maliyetinin düşük olması demektir. Ağrı başlamadan yılda en az iki kez diş hekimine muayeneye gidilmelidir. Bu sayede protez diş takılması da engellenebilir. Hiçbir şey doğal dişlerin yerini tutamaz.

Sularla aldığımız flor, diş sağlığının korunmasında çok önemlidir. Sularında flor eksikliği olan yerleşim yerlerinde yaşayanların diş çürükleri oranı oldukça fazladır. Flor fazlalığı aşırı olan suyu devamlı içenlerin dişlerinde sararmalar görülür. Bu nedenle sağlık kuruluşlarının florla ilgili önerilerine uyulmalıdır.

Yediğimiz besinlerin tadını almamızı sağlayan tat alma tomurcukları dilde bulunur. Bu yapılar besinlerden aldığı farklı tatları beyne iletir. Dil, ince tat farklılıklarının algılanmasında koku alma duyusuyla birlikte görev yapar. Dil üzerinde ve ağızda çıkan aft denilen yaralar ve dil iltihapları ağızda ağrılı yanma hissine neden olabilir. Sağlıksız dişler, protezler, baz ı enfeksiyon etkenleri, beslenme bozuklukları da dil iltihabına yol açabilir. Tüm bu olumsuzlukları yaşamamak için ağız ve diş sağlığına önem verilmelidir.

www.bilkent.edu.tr/~bilheal/uremesagligi/agizdissagligi.html kaynağından yararlanılarak yazarlar tarafından bu kitap için düzenlenmiştir.

Bölüm Sonu Değerlendirme

A. Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Sindirimin amacı nedir? Yazınız.
2. Hücre dışı sindirimin hücre içi sindirimine göre daha avantajlı olmasının nedeni nedir? Açıklayınız.
3. Otçul memelilerin bağırsaklarının etçil memelilere göre daha uzun olmasının kazandırdığı avantaj nedir?
4. Otçul ve etçilllerin diş yapılarındaki farklılıkların nedenini açıklayınız?
5. Safranın görevleri nelerdir? Yazınız.
6. Karbonhidratların, proteinlerin, yağların sindirimi sindirim kanalının hangi bölümlerinde gerçekleşir? Yazınız.
7. Midenin içi asidik bir ortamdır ve burada proteinlerin sindirimini gerçekleştiren enzimler bulunur. Ancak mide buna rağmen kendi kendini sindirmez. Bunun nedeni nedir?
8. Vilus ve mikrovilusların sindirime sağladığı yarar nedir? Açıklayınız.
9. Canlılarda sindirim (hidroliz) tepkimeleri enerji kullanılmadan, verilen formüldeki gibi gerçekleşir.

   Polimer + Su $\xrightarrow{\text{Enzim}}$ n(Monomer)

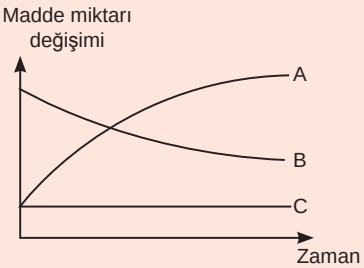
   Bu tepkimedeki maddelerin zamana göre değişimi yandaki grafikte gösterilmişitir. Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

   a. Grafikte madde miktarı değişimi gösterilen A, B, C maddeleri neler olabilir?

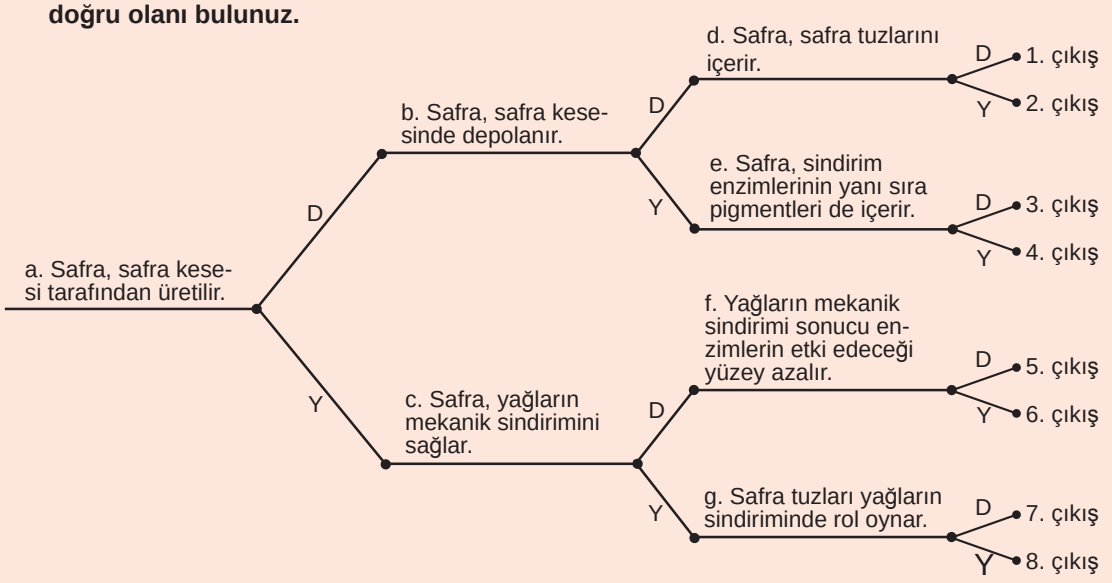
   b. Grafikte gösterilen A maddesinin artışının nedenini açıklayınız.

   c. Grafikte gösterilen B maddesinin azalmasının nedenini açıklayınız.

   d. Grafikte gösterilen C maddesinin miktarının değişmemesinin nedenini açıklayınız.



B. Aşağıda birbiri ile bağlantılı doğru (D) / yanlış (Y) tipinde ifadeler içeren Tanılayıcı Dallanmış Ağaç Tekniğinde iki soru verilmiştir. "a" ifadesinden başlayarak bu etkinlikteki cümlelerin doğru ya da yanlış olduğuna karar veriniz. İlgili yönde ilerleyiniz. Her bir karar, sonraki kararı etkileyecektir. Vereceğiniz cevaplarla sekiz ayrı çıkış noktasından doğru olanı bulunuz.



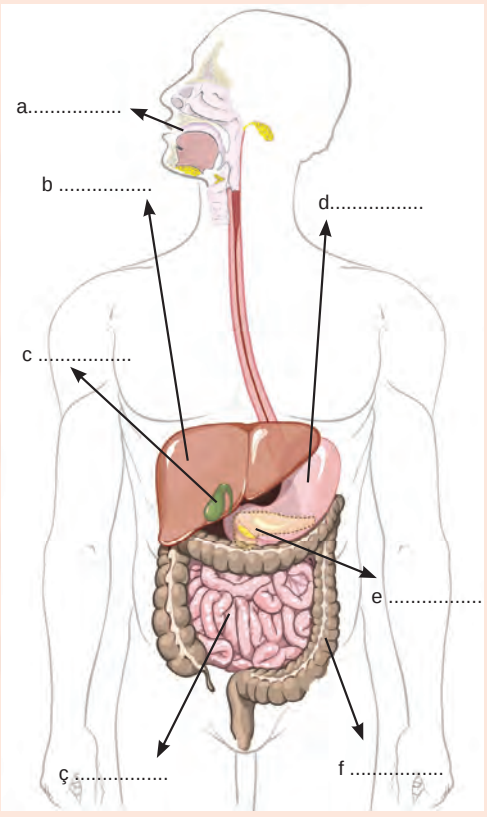
C. Aşağıdaki Yapılandırılmış Grid'de numaralandırılmış kutucuklar bulunmaktadır. Bu kutucuklarda sindirim sistemi ile ilgili kavramlar verilmiştir. Kutucukların numaralarını kullanarak aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

1	Enterokinaz	**2**	Karaciğer	**3**	Pepsin	**4**	Kimotiripsin
5	Enterogastron	**6**	Lipaz	**7**	Tripsin	**8**	Ağız
9	Mide	**10**	Erepsin	**11**	Gastrin	**12**	Amilaz
13	İnce bağırsak	**14**	Kolesistokinin	**15**	Sekretin	**16**	Pankreas

1. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri sindirim sistemini etkileyen hormonlardır?
2. Yukarıda verilen hormonlardan hangisi / hangileri ince bağırsaktan salgılanır?
3. Yukarıda verilen hormonlardan hangisi / hangileri mideden salgılanır?
4. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri sindirim enzimleridir?
5. Yukarıda verilen enzimlerden hangisi / hangileri ince bağırsaktan salgılanır?
6. Yukarıda verilen enzimlerden hangisi / hangileri mideden salgılanır?
7. Yukarıda verilen organlardan hangisinde / hangilerinde sindirim gerçekleşir?
8. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri sindirime yardımcı yapılardır?
9. Yukarıda verilen enzimlerden hangisi / hangileri bazik ortamda çalışır?
10. Yukarıda verilen enzimlerden hangisi / hangileri asidik ortamda çalışır?

Ç. Yan tarafta sindirim sistemi ile ilgili bir şekil verilmiştir. Şekilde boş bırakılan yerlere organların isimlerini yazınız. Verilen soruları kutucuklara ilgili harfleri yazarak cevaplayınız.

1. Mekanik sindirimin gerçekleştiği organ / organlar hangisidir?
2. Mekanik sindirimi sağlayan safra salgısının üretildiği, depolandığı ve görev yaptığı organ / organlar hangisidir?
3. Sadece su, mineral ve bazı vitaminlerin emildiği organ / organlar hangisidir?
4. Kahvaltıda yumurta yiyen bir kimsede kimyasal sindirim hangi organ / organlarda gerçekleşir?
5. İnce bağırsaktaki ortamın sindirim için bazik hâle getirilmesinde görev alan organ / organlar hangileridir?
6. Sindirim sisteminde görev alan hormonların üretildiği organ / organlar hangisidir?



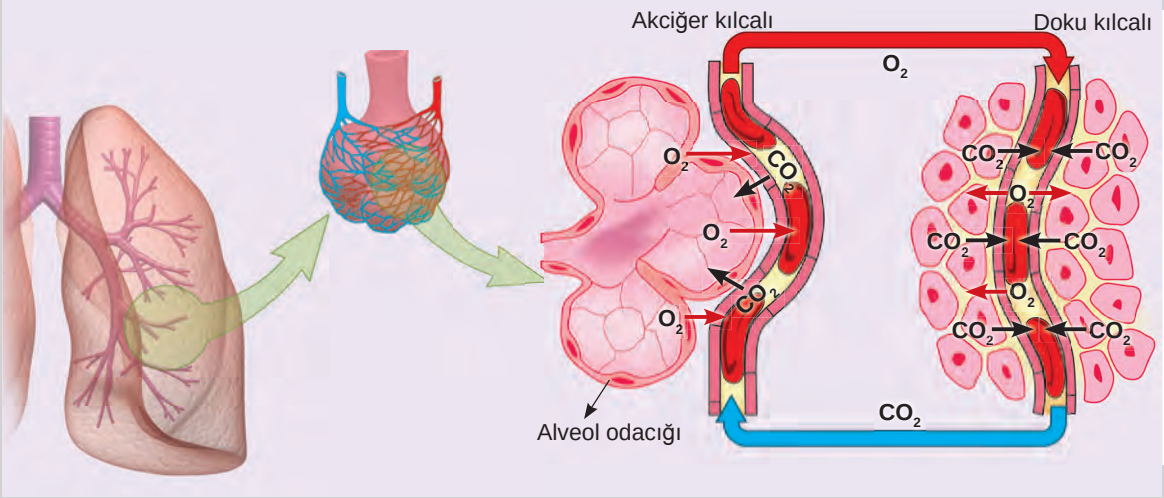
2. Bölüm
GAZ ALIŞ VERİŞİ

A. GAZ ALIŞ VERİŞİ
B. İNSANDA SOLUNUM SİSTEMİ

Yunuslar ağızlarının gaga biçiminde uzamış olması sayesinde suyu daha iyi yarıp daha az enerji harcayarak yüzer. Nefes aldıklarında akciğerlerinin %80-90'ı hava ile dolar. Oysa insanda bu oran yaklaşık %15'tir. Yunuslar için nefes almak insanlarda ve diğer karada yaşayan memelilerde olduğu gibi refleks değil istemli bir harekettir. Bu nedenle yunuslar nefeslerini, uyku sırasında beynin sağ ve sol yarım kürelerini (yaklaşık 15 dakika) nöbetleşe kullanarak kontrol eder. Vücutları için gerekli oksijeni, uyurken dahi belirli aralıklarla su yüzeyine çıkarak havadan alır. Bu özellikleri yunusların uyurken boğularak ölmesini engeller.

A. GAZ ALIŞ VERİŞİ

Canlılar yaşamlarını sürdürebilmek için enerjiye ihtiyaç duyarlar. Bu enerji hücresel solunumla karşılanır. Canlılar hücresel solunumda kullanılan oksijeni hücre içine almak ve oluşan karbon dioksidi hücreden uzaklaştırmak amacıyla bulundukları ortamla gaz alış verişi yaparlar. Bu olay bazen **solunum** olarak adlandırılmakla birlikte hücresel solunumla karıştırılmamalıdır.



Şekil 1.2.1. Akciğer solunumu yapan canlılarda oksijen akciğerlerin solunum yüzeyinden difüzyonla kana geçer ve hücrelere taşınır. Hücrelerde oluşan karbon dioksit de aynı yolla taşınarak solunum organı yüzeyinden vücut dışına atılır.

Gelişmiş yapıya sahip pek çok canlıda gaz alış verişi akciğerler (Şekil1.2.1), solungaçlar, deri, vb. organların yüzeyinden gerçekleşir. Bu olay iki aşamada meydana gelir. Bunlardan birinci aşama çevre ile solunum organı arasındaki gaz alış verişidir. Bu olayda oksijen, solunum organlarının meydana getirdiği solunum yüzeyinden difüzyonla kana geçer. Karbon dioksit de aynı solunum yüzeyinden difüzyonla dış ortama atılır. İkinci aşama ise taşıma sıvısı ile hücreler arasındaki gaz alış verişidir. Bu olayda taşıma sıvısındaki oksijen hücrelere, hücrelerde oluşan karbon dioksit de difüzyonla taşıma sıvısına geçer.

Biliyor musunuz?

Sıcak bölgelerde yaşayan böcekler soğuk bölgelerde yaşayanlara göre daha büyük vücutludur. Çünkü sıcaklık gazların difüzyon hızını artırdığından büyük vücutlu böceklerin trake sistemiyle gaz alış verişi kolaylaşır.

Sünger ve sölenterler gibi bazı çok hücreli ve basit yapılı hayvanların hemen her hücresi dış ortamla temas hâlinde olduğu için gerekli gaz alış verişi hücre zarından difüzyonla gerçekleşir. Bundan dolayı herhangi bir taşıma sıvısı ve dolaşım sistemine sahip değillerdir (Resim 1.2.1).

Gelişmiş hayvanların vücutlarında dış örtü bulunması ve vücudun her bir hücresinin dış ortamla temas hâlinde olmaması gibi nedenler dış çevreyle doğrudan gaz alış verişi yapmalarını engeller. Bu nedenle gaz alış verişini sağlayan solunum sistemleri gelişmiştir.

Resim 1.2.1. Birçok hücresi dış ortamla temas hâlinde olan süngerlerde solunum difüzyonla gerçekleşir.

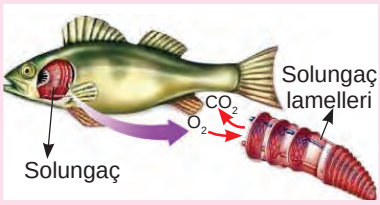
Canlıların solunum sistemlerini ve yapısını daha iyi öğrenebilmeniz için aşağıdaki etkinlikte farklı canlı gruplarına ait örnekler verilmiştir. Siz de bu canlılarla ilgili verilen etkinliği gerçekleştirerek solunum organları arasındaki farklılıkları gözlemleyiniz.

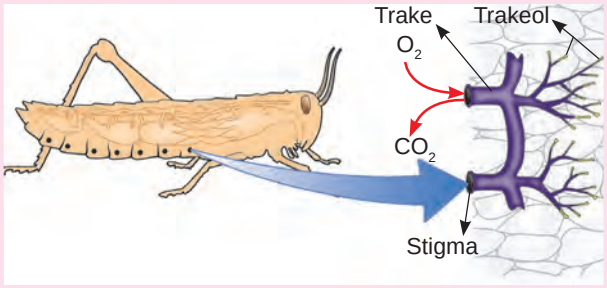
Etkinlik 1.2.1.

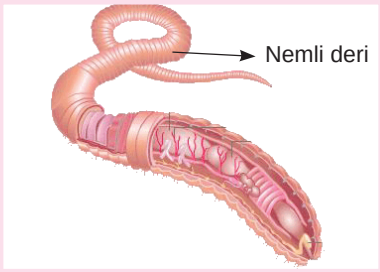
Etkinliğin Adı : Canlılarda Solunum

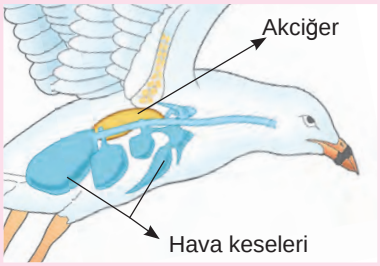
Amaç: Solunum organları arasındaki farklılıkları kavrama

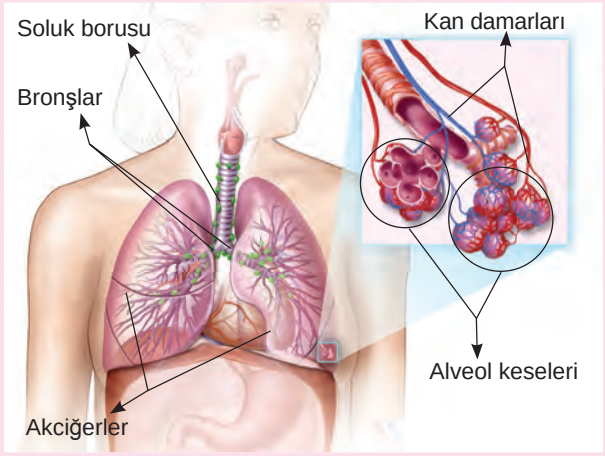
Uygulama: Aşağıda toprak solucanı, çekirge, balık, kuş ve memeli canlılarda solunumla ilgili şekiller verilmiştir. Siz de verilen şekillerden ve yapacağınız araştırmalardan yararlanarak bu canlılarda solunumun nasıl olduğunu, solunumu sağlayan yapı ve organları, bunların yaşadığı ortam bilgilerini aşağıdaki tabloya kaydediniz. Tablodaki verilerden yararlanarak bu canlıların solunumlarındaki benzerlik ve farklılıkları karşılaştırınız.











Özellik	Toprak solucanı	Çekirge	Balık	Kuş	Memeli
Solunum yapı ve organları					
Yaşadığı ortam					

Sonuçlandıralım

1. Toprak solucanının yaşadığı ortam ile solunum organı yapısı arasında nasıl bir ilişki vardır?
2. Memelilerin ve kuşların solunum organları arasındaki farklılıklar nelerdir?
3. Balıkların ve kuşların solunum organları arasındaki benzerlikler nelerdir?
4. Çekirgede solunum sisteminin diğer canlılara göre farkı nedir?
5. Memelilerdeki alveoller ve böceklerdeki trakeoller dallanmalar yaparak geniş bir yüzey oluşturur. Bunun amacı nedir?

Yapmış olduğunuz etkinlikte farklı ortamlarda yaşayan canlıların solunum organlarını, yapısını ve yaşadıkları ortamla ilgili bilgileri öğrendiniz. Bu ön bilgilerden sonra canlıların yaşadığı ortam ve solunum organlarına göre solunum çeşitlerini inceleyeceksiniz.

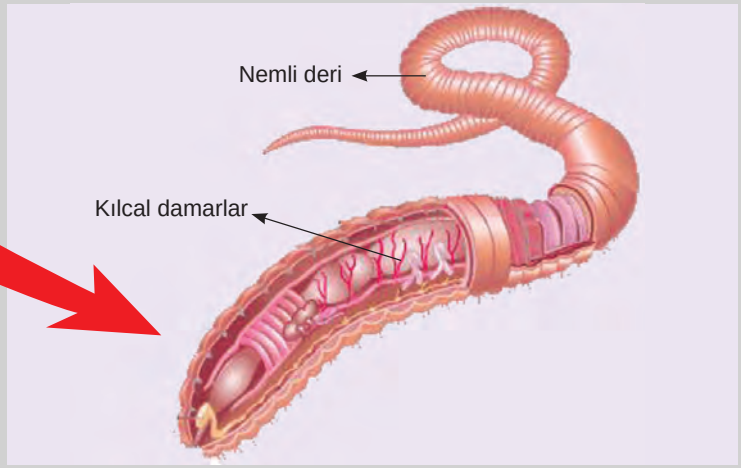
1. Deri Solunumu

Deri solunumu nemli vücut yüzeyinden gerçekleşir. Bu solunumun görüldüğü bazı basit yapılı hayvansal organizmalarda deriden difüzyonla giren oksijen yine difüzyonla diğer doku ve hücrelere iletilir. Hücrelerde oluşan karbon dioksit ise aynı yolla vücut dışına taşınır. Toprak solucanı ve bazı yuvarlak solucanlar gibi omurgasızlarla, kurbağa ve semenderler gibi bazı omurgalılarda deri solunumu görülür (Resim 1.2.2).

Resim 1.2.2. Semenderler *(Salamandra salamandra)* deri solunumu yapar.

Nemli ortamda yaşayan ve deri solunumu yapan toprak solucanında (Resim 1.2.3), gelişmiş bir solunum organı yoktur. Dış ortamla gaz alış verişi nemli deriden difüzyonla gerçekleşir. Derinin nemli kalması mukus tabakası ile sağlanır (Şekil 1.2.2). Mukus, derideki hücreler tarafından salgılanır ve oksijenin çözünerek kılcal damarlara geçmesini kolaylaştırır. Hücrelerden kana geçen karbon dioksit ise deriyle dış ortama verilir.

Resim 1.2.3. Solucanlar deri solunumu yapar ve nemli ortamda yaşar.



Şekil 1.2.2. Deri solunumu yapan toprak solucanının nemli derisinin altında zengin kılcal damar ağı bulunur.

Ergin kurbağalarda akciğer solunumu yeterli olmadığından gaz alış verişinin bir kısmı (yaklaşık %25) nemli deriden difüzyonla gerçekleşir. Oksijenin çözünmesi için solunum yüzeyinin nemli olması gerekir. Bu nedenle toprak solucanı ve kurbağa gibi deri solunumu yapan canlılar suda veya nemli yerlerde yaşamak zorundadır. Deri solunumu yapan hayvanlar genellikle yüzey alanının vücut hacmine oranını artırmak için küçük, ince ve yassı vücuda sahiptir. Bazı canlılarda ise vücut yüzeyi solunum ihtiyacını karşılamaya yetecek alana sahip değildir. Bu nedenle canlılarda gaz alış verişini ve yaşadığı ortama adaptasyonu sağlamak için yoğun katlanma ve dallanmalarla yüzeyi arttırılmış solunum organları görülür. Bu solunum organları solungaçlar, trakeler ve akciğerlerdir.

2. Solungaç Solunumu

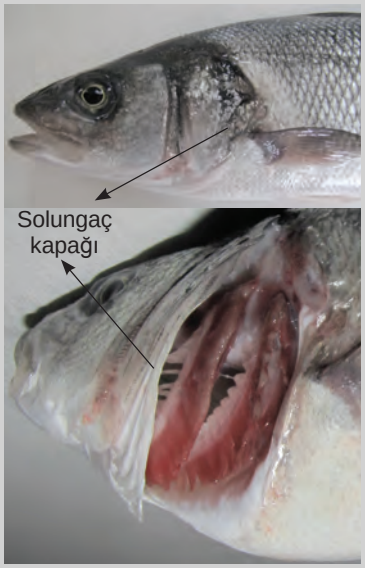
Hayvanların sudaki oksijenden yararlanabilmesi solungaç solunumu ile mümkündür. Omurgasızlardan suda yaşayan yumuşakçalarda, kabukluların bir kısmında, bazı solucanlarda, omurgalılardan balıklarda ve kurbağa larvalarında solungaç solunumu görülür.

Resim 1.2.4. Meksika Semenderi *(Ambystoma mexicanum)*, yele gibi sarkan dış solungaçlara sahiptir.

Solungaçlar vücudun dış yüzeyinin suya doğru yapmış olduğu kıvrımlar olup bulundukları yere göre dış ve iç solungaç olmak üzere ikiye ayrılır:

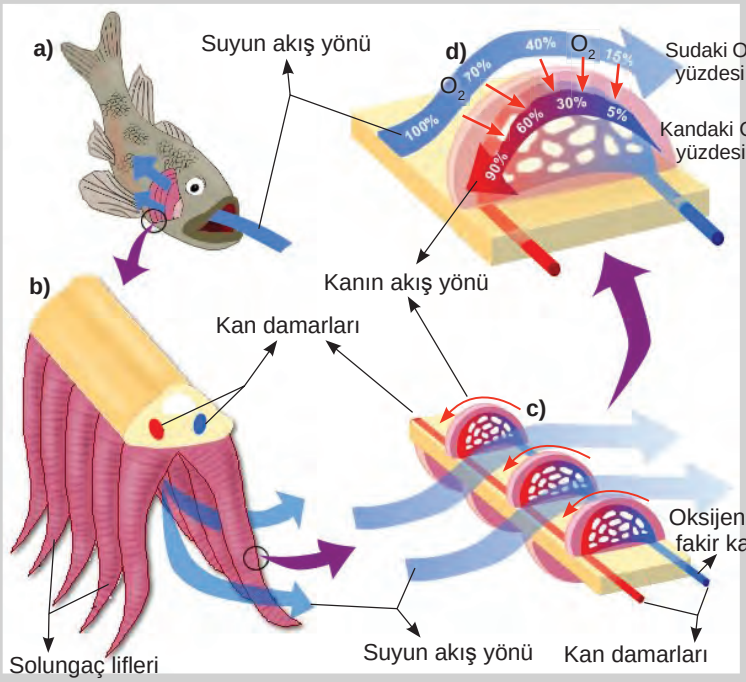
Dış solungaçlar ipliksi, tüysü ve yaprak şeklindedir, vücut dışında bulunur. Kurbağa larvalarının ilk dönemlerinde ve akciğerli balıklarda görülür (Resim 1.2.4). İç solungaçlar başın iki yanında bulunur. Kemikli balıklarda, kıkırdaklı balıklarda, bazı yumuşakça ve kabuklularda görülür.

Kemikli balıklarda solungaçlar, solungaç kapağı ile örtülür (Resim 1.2.5). Kıkırdaklı balıklarda solungaç kapağı bulunmaz. Bu canlılarda solungaçlar başın iki yanından beş ya da yedi yarıkla dışarı açılır (Resim 1.2.6).



Resim 1.2.5. Levrek balığı *(Perca fluviatis)* kapaklı solungaca sahiptir.

Resim 1.2.6. Büyük beyaz köpek balığında *(Carcharodon carcharias)* solungaç kapakları bulunmaz.



Şekil 1.2.3. Balıklarda solungaç lifleri arasından suyun geçişi ve ters akım prensibi

Solungaç solunumu yapan canlılarda içinde çözünmüş oksijen bulunan su, ağızdan girip solungaçlardan geçerken gaz alış verişi olur (Şekil 1.2.3.a). Bu canlılar suda % 2-3 oranında bulunan oksijenden daha fazla yararlanmak için solungaçlarında lif şeklinde dallanmalar yaparak geniş yüzeyler oluşturur (Şekil 1.2.3.b). Ayrıca solungaç kılcallarında kanın akış yönü ile dışarıdaki suyun akış yönü birbirine zıttır (Şekil 1.2.3.c). Bu nedenle solungaçlarda gaz difüzyonu da hızlıdır. Ters akım prensibi olarak bilinen bu mekanizma sayesinde solungaç solunumu yapan canlılar sudaki oksijenin yaklaşık %85'inden faydalanır. Bu sırada oksijen, solungaç epiteline, oradan da kılcallara difüzyonla geçer (Şekil 1.2.3.d). Aynı şekilde, kılcallardaki kanda bulunan karbon dioksit, solungaç epiteline, oradan da suya geçer. Böylece oksijeni azalmış ve karbon dioksit içeriği artmış olan su, balığın ağzının kapanıp solungaç kapaklarının açılmasıyla dışarı verilir.

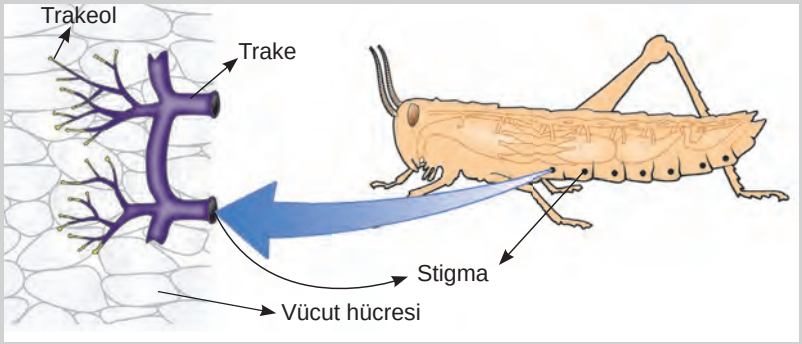
Biliyor musunuz?

Solungaçların solunum görevinden başka vücutta tuz-su oranını düzenleme ve asit-baz dengesini sağlama gibi başka fonksiyonları da vardır.

3.Trake Solunumu

Resim 1.2.7. Çekirge (*Romalea microptera*)

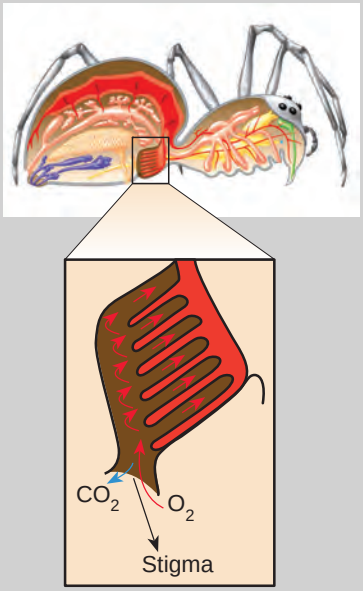
Karada yaşayan eklem bacaklılardan böcekler ve çok ayaklılarda solunum trake sistemiyle gerçekleşir. Örneğin çekirgeler (Resim 1.2.7), karın bölmelerinin altındaki her segmentte bulunan ve **stigma** denilen bir çift açıklıktan hava alıp verir. Buradan giren hava, iç organlara kadar uzanan dallanmış hava borularıyla taşınır. Bu borulara **trake** adı verilir. Trakeler kitinden oluşan halkasal yapılar ile güçlendirilmiştir. Bu sayede trakelerin ezilmeleri engellenerek daima açık kalmaları sağlanır. Trakeler **trakeol** adı verilen çok ince borucuklarla sonlanır (Şekil 1.2.4). Bu yapıların içi sıvı doludur. Trakeoller ile dokular arasındaki oksijen ve karbon dioksit değişimi bu sıvı yardımıyla gerçekleşir. Böcek, gaz alış verişini sağlayabilmek için vücudunu kasıp gevşetir. Vücut gevşediğinde hava trakelere girer, kasılınca dışarı atılır.



Şekil 1.2.4. Çekirgede trake sistemi

Böceklerde oksijen, hücrelere doğrudan trake sistemi ile ulaştırıldığı için solunum sisteminin dolaşım sistemiyle ilişkisi yoktur. Bu canlıların kanında solunum gazları taşınmaz.

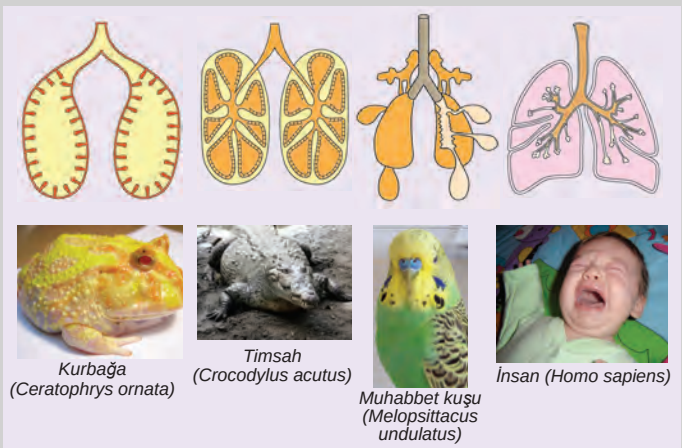
Eklem bacaklılardan örümceklerde ve akreplerde trakeler kitap sayfaları gibi yan yana dizilmiştir. Bu nedenle kitapsı akciğer adını alır. Bu yapılar derinin hemen altında bulunur ve birbirine paralel dizilmiş epitel dokudan meydana gelir. Kitapsı akciğer de trake sisteminde olduğu gibi stigma adı verilen solumun deliği ile dışarı açılır (Şekil 1.2.5).



Şekil 1.2.5. Örümcekte kitapsı akciğer

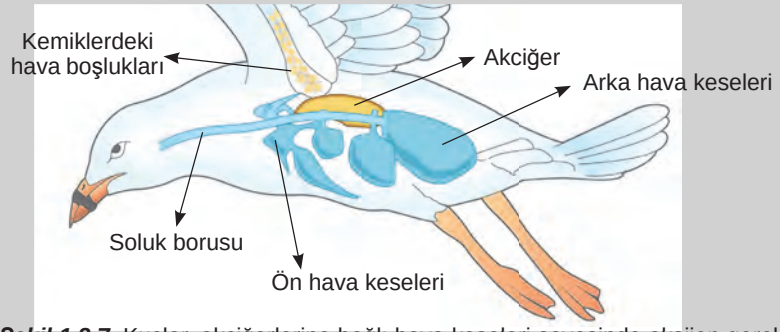
4. Akciğer Solunumu

Akciğer solunumu ergin kurbağalarda, sürüngenlerde, kuş ve memelilerde görülür. Bu canlıların akciğerleri, gelişme derecesine ve enerjiye olan ihtiyaçlarına göre farklılık gösterir (Şekil 1.2.6). Örneğin kurbağalarda akciğerler boş bir keseye benzerken sürüngenlerde biraz daha gelişmiş bölmeli bir yapı gösterir. Hatta aynı türe ait olsalar bile farklı ortamlarda yaşayan bireyler arasında da farklılıklar görülebilir. Örneğin oksijen oranı düşük olan Himalaya Dağları'nın tepelerindeki köylerde yaşayan insanların akciğer hacmi büyüktür. Dağların eteklerinde oksijence zengin bölgelerde yaşayan insanların akciğerleri, yükseklerde yaşayanlardan daha küçük hacme sahiptir.

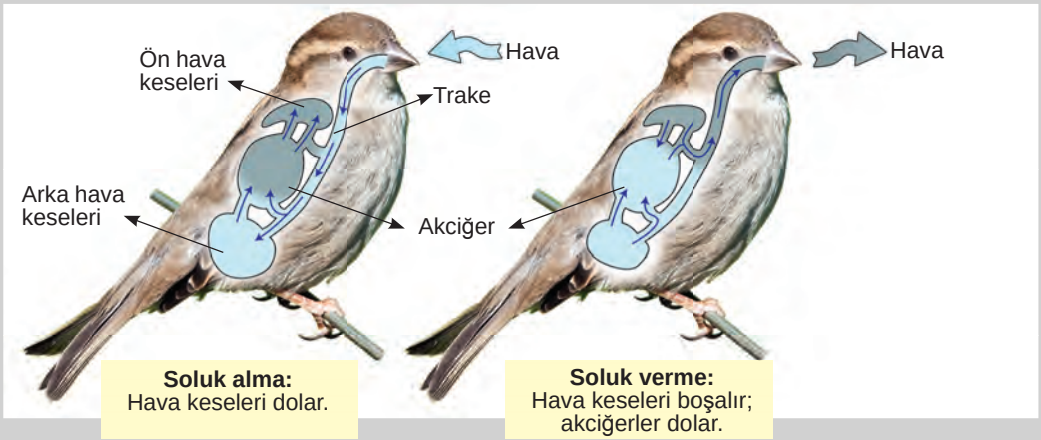


Şekil 1.2.6. Canlılarda akciğer yüzeyi enerji ihtiyacına göre değişkenlik gösterir.

Resim 1.2.8. Martı
(*Larus leucophthalmus*)



Şekil 1.2.7. Kuşlar, akciğerlerine bağlı hava keseleri sayesinde oksijen gereksinimini rahatça karşılayabilir.



Şekil 1.2.8. Kuşlarda soluk alma sırasında arka hava keseleri temiz havayla dolarken, soluk verme sırasında öndeki hava keselerinden kirli hava dışarı çıkar.

Kuşların akciğerleri diğer omurgalılardan farklı bir yapı gösterir (Şekil 1.2.7 - Resim 1.2.8). Bu canlılarda karın, boyun ve kanatlarda akciğerlere bağlı hava depolayan keseler bulunur. Bu keseler vücut yoğunluğunu azaltarak uçmayı kolaylaştırır. Gaz alış verişinde doğrudan görev almayıp akciğerlere hava akışını bir körük gibi yönlendirir. Soluk alınırken ön ve arka hava keseleri genişler. Arkadaki hava keseleri dışarıdan gelen temiz hava ile dolar. Öndeki keselere ise akciğerlerden gelen kirli hava girer. Soluk verirken hava keseleri kasılır.Arka keselerdeki temiz hava akciğerlere geçer.Ön hava keselerindeki kirli hava da dışarı çıkar (Şekil 1.2.8). Solunumda akciğerlere daima temiz hava verilir. Hava akımı tek yönlüdür ve kanın akış yönüne zıttır. Böylece kuşlar, havadaki oksijeni kesintisiz olarak alabilir ve oksijenin az olduğu yükseklerde dahi rahatça oksijen gereksinimini karşılayabilir. Soludukları havanın içerisindeki oksijenden faydalanma oranı memelilerde %20-25 iken kuşlarda bu oran %80-90'a ulaşır.

Memelilerin akciğerlerinde diğer omurgalılardan farklı olarak alveoller yer alır. Alveoller sayesinde solunum yüzeyi çok genişlemiştir. Alveol çeperleri ince ve nemli olup kılcal damarlarla çevrilmiştir. Ayrıca yalnız memelilerde bulunan diyafram, karın ve göğüs boşluğunu birbirinden ayırır ve kaslı yapıya sahiptir.

Genel özellikleri verilen deri, solungaç, trake ve akciğer solunumu karşılaştırıldığında bazı özelliklerin tüm canlılarda ortak olduğu görülür. Buna göre tüm solunum organlarının solunum yüzeyleri ince ve daima nemlidir. Kısa sürede daha fazla gaz alış verişi yapabilmek için solunum yüzeyleri genişlemiştir. Gaz değişimi difüzyonla gerçekleşir. Trakeler hariç diğer solunum organları kılcal kan damarı bakımından zengindir.

B. İNSANDA SOLUNUM SİSTEMİ

Soluk almadan yaşamanın mümkün olmadığını hepiniz bilirsiniz. Uyumadan, yemek yemeden veya su içmeden günlerce yaşayabilirsiniz. Ancak bir iki dakika da olsa soluk almazsanız hayatta kalamazsınız. Çünkü vücudunuzu oluşturan milyarlarca hücre canlılık faliyetlerini gerçekleştirmek için enerji üretmek zorundadır. Doğduğunuz andan itibaren çalışmaya başlayan solunum sisteminiz ömür boyunca faaliyet gösterir. Peki bu sistem hangi organlardan oluşur?

İnsanda solunum sistemi ağız, burun, yutak, gırtlak, soluk borusu ve akciğerlerden meydana gelir.

Ağız ve burun, solunum sisteminin dışa açıldığı yapılardır. Hava, burundaki bir çift burun deliğinden girerek burun boşluğuna alınır ve kısmen ısıtılır. Burun boşluğu epitel dokudan oluşan ve mukus salgılayan mukoza ile kaplıdır. Bir filtre gibi görev yapan burundaki mukus, solunan havayı nemlendirir. Mukus aynı zamanda solunan havayı kıllarla birlikte mikroplardan temizler. Burundan alınan hava, toz ve mikroplardan arındırıldığı için ağızdan alınan havaya göre daha sağlıklıdır. Alınan hava, ağız ve burun boşluğunun açıldığı yutağa daha sonra da gırtlağa geçer. Gırtlak, soluk borusunun başlangıcında bulunur. Yutaktan gelen havayı soluk borusuna iletir. Gırtlak, kıkırdak doku ve bağ dokudan yapılmıştır. Gırtlağın iç yüzü, soluk borusunda olduğu gibi, çok katlı silli epitel ile örtülmüştür. Ayrıca gırtlağın yapısında ses tellerinin kısalmasını veya uzamasını sağlayan kaslar bulunur. Gırtlağın üst kısmında ağızdan gelen besinlerin soluk borusuna kaçmasını engelleyen **gırtlak kapağı** (epiglottis) bulunur. Yutkunma sırasında gırtlağın yukarı doğru hareketi ile bu kapak soluk borusunu kapatır, bunun dışında sürekli açıktır.

Memelilerin çoğunda gırtlak, ses oluşturan bir yapı olarak değişim göstermiştir. Gırtlakta bulunan ses telleri, akciğerlerden çıkan hava sayesinde, burada bulunan kasların istemli olarak kasılması sonucu gerilir ve titreşir. Böylece gırtlakta ses oluşur.

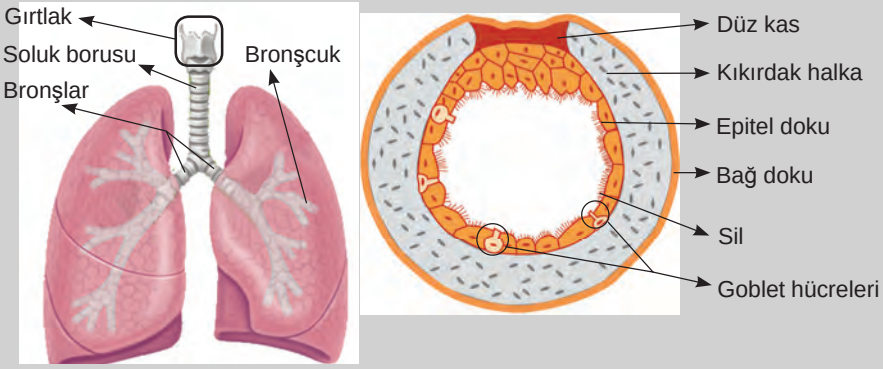
10-12 cm olan **soluk borusu,** gırtlaktan sonra yer alır. İç yüzü, aralarında mukus salgılayan goblet hücrelerinin de bulunduğu silli epitel hücreleriyle kaplıdır (Şekil 1.2.9). Salgılanan mukus, ortamı ve alınan havayı nemlendirir. Alınan havadaki toz ve yabancı maddeleri tutar. Tutulan bu yabancı maddeler soluk borusundaki sillerin yutağa doğru olan tek yönlü hareketleri ve mukus ile birlikte dışarı atılır.

Biyoloji Teknoloji Toplum

Sigara kullanımı, beslenme alışkanlıkları vb. nedenlerle akciğerlerin yapısında bulunan bronş ve bronşçuklar zamanla kalıcı olarak tıkanır. Buna bağlı olarak alveollerde hasar oluşur. Böylece kana oksijen geçişi azalır. Bu hastalık KOAH "kronik obstrüktif (engelleyici) akciğer hastalığı" olarak bilinmektedir. 2020'ye gelindiğinde KOAH hastalığının dünyada ölüme neden olan hastalıklar arasında üçüncü sırada yer alacağı tahmin edilmektedir. 1986 yılında başlatılan ve 43.000 kişinin izlendiği çok geniş kapsamlı bir çalışmada, yaşam biçimi, sigara kullanımı, egzersiz, beslenme alışkanlıkları ele alınmıştır. Meyve, sebze, tahıl, balık vb. gıdaların tüketildiği "Akdeniz tipi" beslenme; işlenmiş gıdalar, işlenmiş kırmızı et, işlenmiş şekerler, kızartmalar ve fastfood tarzı besinlerin tüketildiği "Batılı tipi" beslenme biçimleri kıyaslanmıştır.

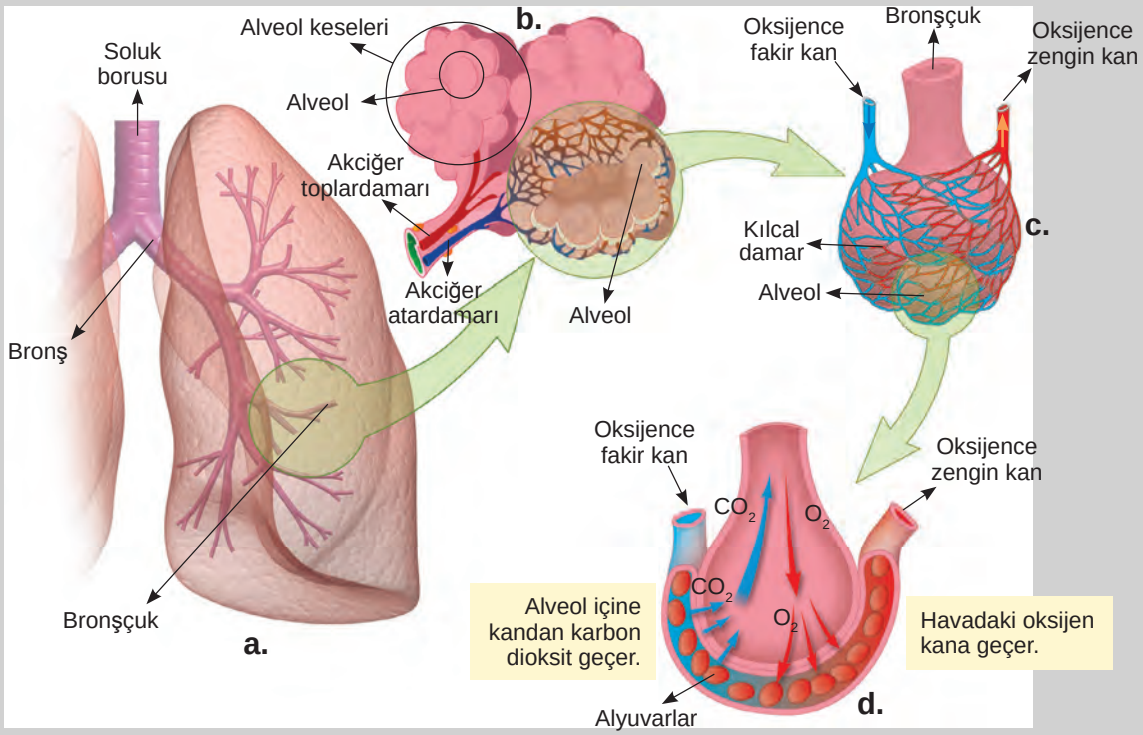
Elde edilen araştırmaların sonucuna göre Akdeniz tipi beslenme biçiminine sadık kalanlarda ve sigara içmeyenlerde KOAH riskinin oldukça düşük olduğu anlaşılmıştır.

♦ KOAH hastası olmamak için neler yapmalısınız?



Şekil1.2.9. Soluk borusu dıştan içe doğru bağ doku, kıkırdak halka ve epitel dokudan oluşur. Bu yapı alınan hava içerisindeki toz ve yabancı maddeleri tutarak bir filitre görevi görür.

Soluk borusunda at nalı şeklinde kıkırdak halkalar yer alır. Bu halkalar soluk borusunun gergin ve açık kalmasını sağlar. Yemek borusuyla komşu olan soluk borusu arasında kıkırdak doku yerine düz kaslar bulunur. Bu sayede yemek borusu beslenme sırasında geçici olarak genişler. Soluk borusu akciğerlere girerken **bronş** adı verilen iki kola ayrılır. Bronşların her biri bir akciğere gider (Şekil 1.2.10.a). Akciğerlerde bronşlar daha ince borucuklar şeklinde dallanır. Bunlara da **bronşçuk** (bronşiol) denir. Bunlarda kıkırdak halkalar bulunmaz. Bronşçuklar **alveol** adı verilen küçük hava keseciklerine açılır (Şekil 1.2.10.b.c). Akciğerlerde bulunan milyonlarca alveol, solunum yüzeyini arttırarak yaklaşık 70-100m^{2}lik bir alan oluşmasını sağlar. Tek katlı epitelden oluşan alveollerin iç yüzeyi nemlidir. Havanın oksijeni yüzeydeki nemde çözünür ve epitel aracılığıyla her alveolü sarmalayan kılcal damar ağına geçer. Kandaki karbon dioksit de kılcal damar ağından alveol içine geçer (Şekil 1.2.10.d). Böylece gaz alış verişi gerçekleşir. Alveolleri oluşturan epitel hücreleri, alveolün iç yüzünü ince bir tabaka şeklinde örten lipoproteinleri salgılar. Bu salgı sayesinde kılcallardan alveollere daha az su geçer ve solunumla su kaybı önlenir. Ayrıca lipoproteinlerin alveollere esneklik kazandırmasıyla havanın dışarı daha kolay atılması da sağlanır.



Şekil 1.2.10. Akciğerlerde alveol boşluğundaki oksijen kılcal damarlardaki kana geçerken karbon dioksit de kandan alveol boşluğuna geçer.

Göğüs boşluğunda bir çift akciğer bulunur. Sağ akciğer 3 loplu, sol akciğer 2 lopludur. Her iki akciğer de **pleura** denilen iki katlı zar ile örtülüdür. Bu iki zarın arasında pleura sıvısı bulunur. Bu sıvı, kaburga hareketlerinin akciğerlere zarar vermesini engeller, soluk alıp vermeyi kolaylaştırır. Damar, sinir ve bronşların akciğerlere girdiği yerde pleura zarı yoktur.

1. Soluk Alıp Verme Mekanizması

Yetişkin bir insan yaşamı boyunca dakikada ortalama 14 kere soluk alıp verir. Bu, 24 saatte 20160 kez soluk alıp verdiğimiz anlamına gelir. Peki her gün defalarca tekrarlanan soluk alıp verme olayı nasıl gerçekleşir?

Akciğerler kasılıp gevşeme özelliğine sahip değildir. Soluk alıp verme göğüs boşluğundaki basınç değişimi sonucu diyafram ve kaburgalar arası kasların kasılıp gevşemesi ve buna bağlı olarak da akciğer hacminin genişleyip daralması sonucu gerçekleşir.

Solunum hızı, kandaki karbon dioksit miktarına göre düzenlenir. Kandaki karbon dioksit oranı arttığında kan pH'sı düşer yani ortamda asitlik artar. Bu durum omurilik soğanındaki solunum merkezinin uyarılmasına neden olur. Buna bağlı olarak diyafram ve kaburgalar arası kaslar kasılır. Diyafram düzleşir ve kaburgaların uçları yukarı kalkar. Bu durumda göğüs boşluğunun hacmi artar. Akciğerlerdeki hava basıncı atmosfer basıncının altına düştüğünden dışardaki hava akciğerlere dolar. Bu olaya **soluk alma** denir (Şekil 1.2.11.a). Böylece alveollerdeki oksijen yoğunluğu artar. Oksijen, alveolleri saran kılcal damarlardan difüzyonla kana geçerken, kandaki karbon dioksit alveollere geçer. Soluk alma olayında enerji harcanır.

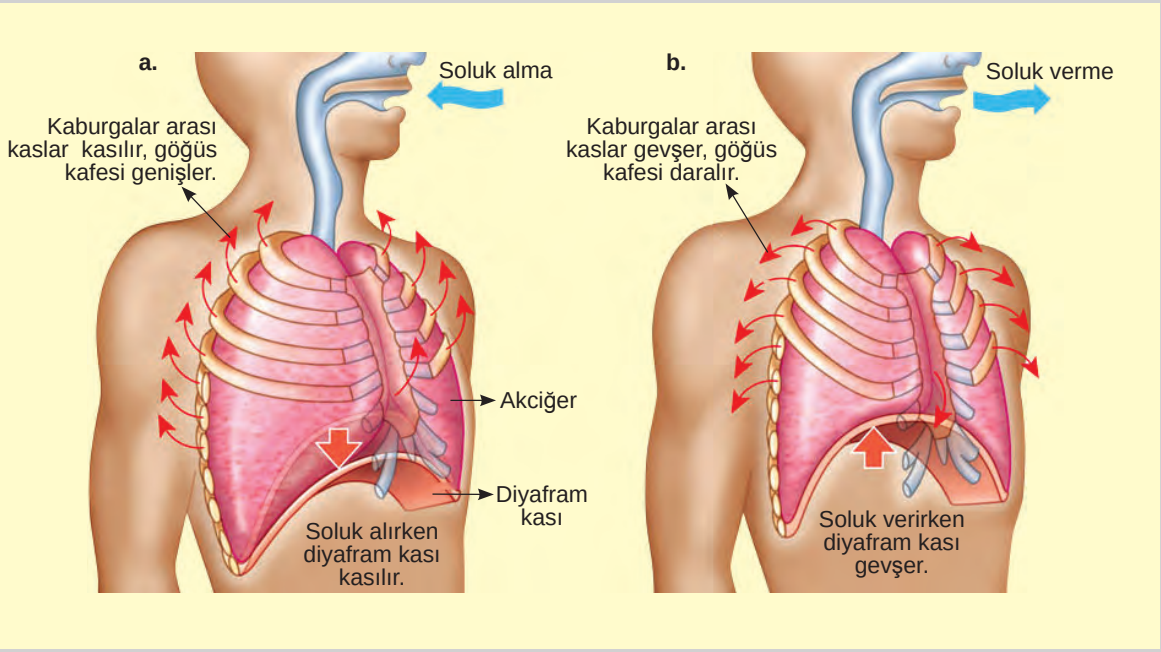
Soluk verme sırasında diyafram kası ve kaburgalar arası kaslar gevşer. Bu sırada diyafram kası göğüs boşluğuna doğru kubbeleşir. Kaburgalar arası kaslar gevşediğinde kaburgaların uçları aşağıya doğru iner, göğüs boşluğunun hacmi azalır. Akciğerlerdeki hava basıncı atmosfer basıncının üzerine çıktığı için akciğerlerde sıkışan hava dışarı verilir. Bu olaya da **soluk verme** denir (Şekil 1.2.11.b). Soluk verme sadece göğüs boşluğunun hacminin azalmasına bağlı gerçekleşmez. Aynı zamanda akciğerlerin geri yaylanma basıncının da etkisi vardır. Bu basınç, akciğerlerin yapısındaki elastik lifler etkisiyle ve pleura boşluğundaki sıvı tabakasının oluşturduğu yüzey gerilimiyle sağlanır. Soluk verme, enerji harcanmadan gerçekleşen pasif bir olaydır.

Biliyor musunuz?

29 haftadan daha önce doğan bebeklerin alveol yüzeylerinde, akciğer yüzey gerilimini azaltan proteinler henüz oluşmamıştır. 29. haftadan önce doğan bebeklerde bu proteinlerin yokluğu nedeni ile alveollerdeki yüzey gerilimi artar ve alveoller hasara uğrar. Tedavi edilmezse solunum yetmezliğine bağlı kalıcı hasarlar ve ölüm meydana gelebilir.

Araştıralım Öğrenelim

Soluk alıp verme mekanizmasını ve alveollere hava giriş çıkışını gösteren görseller ve videolar hakkında İnternetten ve kütüphaneden faydalanarak bir araştırma yapınız. Edindiğiniz bilgilerden yararlanarak insanda soluk alıp verme mekanizmasını gösteren bir model düzenleyiniz. Sınıfta arkadaşlarınıza tanıtınız.



Şekil 1.2.11. Soluk alıp verirken göğüs boşluğunun hacmi değişir.

2. Solunum Gazlarının Taşınması

Richard LOWER (Riçırd Lovır), 1660 yılında havada açık bırakılan kanın renginin değiştiğini gözlemiştir. Bu değişimin havadan kaynaklandığı hipotezini ortaya koymuştur. Hipotezini araştırmak amacıyla toplardamardan aldığı kanı bir kaba koymuştur. Kanın hava ile temas eden kısmının daha açık kırmızı olduğunu görmüş, bu farklılığın havadaki oksijen ile kan hücrelerinin temasından kaynaklandığını tahmin etmiştir. Tahmininin doğru olup olmadığını tespit etmek için kanın yüzeyinde oluşan açık renkli tabakayı dikkatle kaldırmıştır. Daha sonra altta bulunan koyu renkli kanın havayla temas etmesi sonucu üzerinde yeniden açık kırmızı renkli bir tabaka oluştuğunu gözlemiştir. Böylece hipotezini doğrulamıştır. Günümüzde kandaki bu renk değişiminin havadaki oksijen olduğu bilinmektedir. Kan, birçok hayvanda oksijen ve karbon dioksit taşıma görevini yapar.

Kanda solunum gazlarını taşıyan, protein ve metal iyonlarından oluşan solunum pigmentleri bulunur. Solunum pigmentlerine sahip olan canlılarda kan renklidir. Bu pigmentler oksijen ve karbon dioksit ile kolayca birleşip ayrılabildiğinden kanın solunum gazlarını tutma ve taşıma kapasitesini arttırır. Hayvanlarda hemoglobin, hemosiyanin, klorokrüorin, hemoeritin gibi farklı pigmentler bulunur. Trake solunumu yapan hayvanlarda ise solunum pigmenti bulunmaz. Bu nedenle kanları renksizdir. Solunum gazları trakelerle taşınır. Tablo 1.2.1'de farklı canlılara ait solunum pigmentleri ve oksijen taşıma miktarları yaklaşık olarak verilmiştir.

Tablo 1.2.1. Farklı canlılarda gaz taşıyan solunum pigmentleri

Solunum pigmenleri	Renk	Element	Yeri	Hayvanlar	100 mL kanda O_2 miktarı
Hemoglobin	Kırmızı	Demir	Alyuvar	Memeliler Kuşlar Sürüngenler Balıklar	25 mL 18,5 mL 9 mL 12 mL
			Plazma	Halkalı solucanlar Yumuşakçalar	6,5 mL 1,5 mL
Hemosiyanin	Mavi	Bakır	Plazma	Yumuşakçalar	2 - 8 mL
Klorokrüorin	Yeşil	Demir	Plazma	Halkalı solucanlar	9 mL
Hemoeritrin	Kırmızı	Demir	Kan hücreleri	Halkalı solucanlar	2 mL

Solunum pigmentleri bazı canlıların kan hücreleri içinde, bazı canlıların ise kan plazmasında bulunur. Örneğin hemeglobin omurgasızlarda plazmada; bütün omurgalılarda ise alyuvarlarda bulunur. İnsanda bir alyuvarda yaklaşık 280 milyon hemoglobin molekülü vardır. Bu durum kanın oksijen taşıma kapasitesini arttırır. Oksijen hemoglobinle taşınmamış olsaydı vücumuzdaki kan miktarının 75 kat daha fazla olması veya 75 kat daha hızlı akması gerekirdi.

İnsan vücuduna dış ortamdan alınan oksijenin %98'i alyuvarlardaki hemoglobinle, %2'si ise kan plazması ile çözünmüş hâlde taşınır. Hemoglobin, oksijen yoğunluğunun yüksek olduğu yerlerde oksijene bağlanır, düşük olduğu yerde ise oksijenden ayrılır. Alveollere giren havada yüksek oranda bulunan oksijen difüzyonla akciğer kılcallarına geçer. Daha sonra kan içindeki alyuvarlara geçerek hemoglobinle birleşir ve oksihemoglobin oluşturur. Oksihemoglobinli kanın rengi açıktır.

$$Hb + O_2 \rightarrow HbO_2$$

Hemoglobin + Oksijen → Oksihemoglobin

Oksihemoglobin taşıyan kan önce kalbe gelir. Kalpten vücuda pompalanır ve dokulara ulaşır. Doku kılcallarında oksijen yoğunluğu az, karbon dioksit yoğunluğu fazla olup kan pH'sı azaldığı için hemoglobinin oksijene bağlanma ilgisi azalır. Oksijen hemoglobinden ayrılarak plazmaya geçer.

$$HbO_2 \rightarrow Hb + O_2$$

Biliyor musunuz?

İnsanın soluduğu havada fazla oranda karbon monoksit bulunursa zehirlenme meydana gelir. Çünkü hemoglobin, oksijene göre karbon monoksit ile daha kolay birleşebilir. Ancak oksijen gibi kolayca ayrılmaz. Bu durumdaki hemoglobin, oksijen taşıyamayacağından hücre ve dokular oksijensiz kalır. Buna karbon monoksit zehirlenmesi denir.

Plazmadaki oksijen difüzyonla önce doku sıvısına, doku sıvısından da hücrelere geçer (Şekil 1.2.12.).

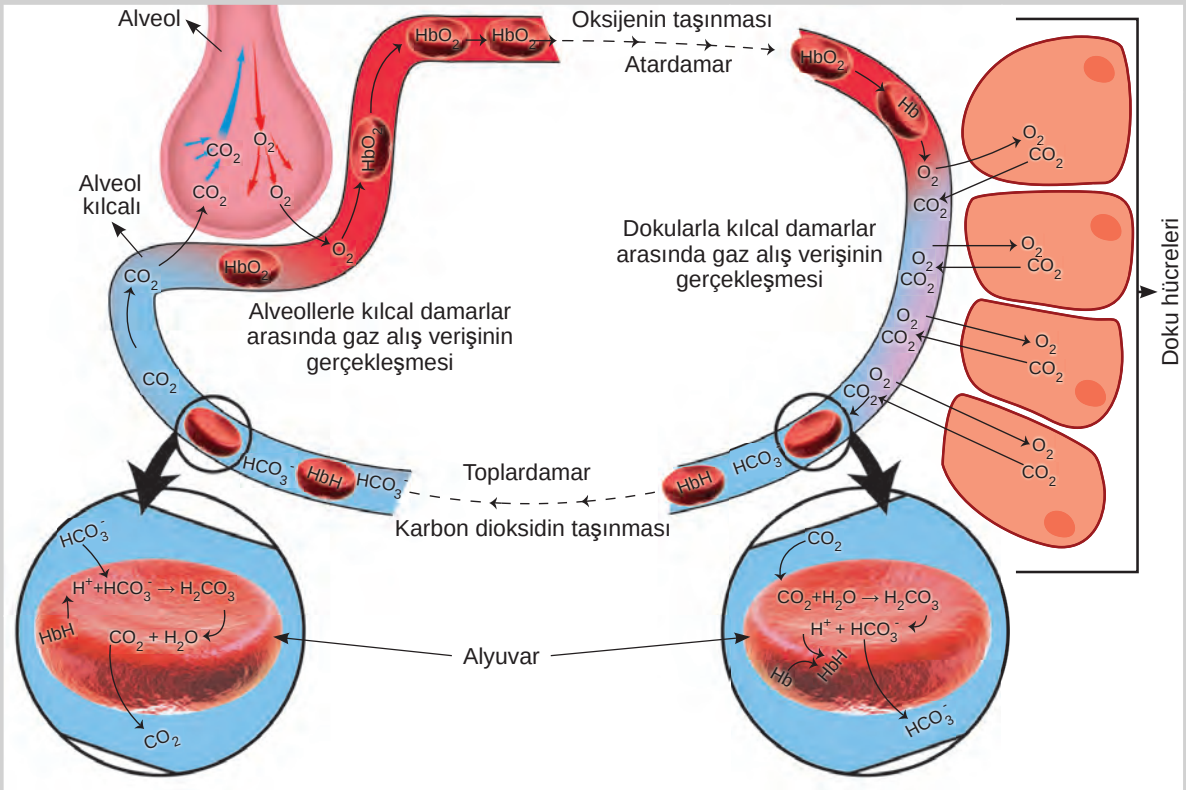
Hücre solunumu sonucu meydana gelen karbon dioksit hücrelerden doku sıvısına, doku sıvısından da kılcal damarlara geçer. Karbon dioksidin çok az bir kısmı (%5 -7) kan plazmasında çözünmüş hâlde taşınır. Çoğunluğu ise alyuvarlara girer. Alyuvarlarda bir kısmı hemoglobinle birleşerek karbomino hemoglobin ($HbCO_2$) oluşturur ve bu şekilde taşınır (%15 - 20). Karbon dioksidin büyük bir kısmı (%73 - 80) ise su ile birleşerek karbonik asidi oluşturur. Bu tepkime karbonik anhidraz enzimi yardımıyla gerçekleşir.

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{karbonik anhidraz}} H_2CO_3 \text{ (Karbonik asit)}$$

Karbonik asit daha sonra hidrojen (H^+) ve bikarbonat iyonlarına ayrılır.

$$H_2CO_3 \longrightarrow H^+ + HCO_3^-$$

H^+ iyonu geçici olarak hemoglobin tarafından tutulur. Bikarbonat iyonları ise alyuvarlardan difüzyonla plazmaya geçerek taşınır. Kanda gerçekleşen bu reaksiyonlar sayesinde karbon dioksidin çoğu bikarbonat iyonları şeklinde taşınır (Şekil 1.2.12).



Şekil 1.2.12. Akciğer kılcalları vasıtasıyla alveollerden alınan oksijen, atardamarlarla doku kılcallarına taşınır. Dokulardan kılcallara geçen karbon dioksit de toplardamarlar aracılığıyla akciğere ulaştırılır.

Karbon dioksitçe zengin kan önce kalbe, kalpten de akciğerlere ulaşır. Akciğer kılcallarında kan plazmasındaki bikarbonat iyonları yeniden alyuvarlara girerek burada hemoglobinden ayrılan hidrojen iyonlarıyla birleşir ve tekrar karbonik asidi oluşturur.

$$HCO_3^- + H^+ \longrightarrow H_2CO_3$$

Karbonik asit ise yine karbonik anhidraz enziminin etkisiyle su ve karbon diokside ayrışır

$$H_2CO_3 \xrightarrow{\text{karbonik anhidraz}} CO_2 + H_2O$$

Soluk alırken alveol boşluğunda karbon dioksit derişimi kandakine göre düşüktür. Bu farklılık nedeniyle karbon dioksit önce alyuvarlardan kan plazmasına, sonra difüzyonla akciğer alveollerine geçer. Karbon dioksit buradan soluk vermeyle dışarı atılır. Karbon dioksidin alveol boşluğuna geçmesiyle kan pH'sı yükselir yani asitlik azalır. Bu durum hemeoglobinin oksijene ilgisini arttırır. Böylece alveollerden kana geçen oksijen, hemoglobine kolayca bağlanır.

3. Gaz Alış Verişinin Denetlenmesi

Canlıda gaz alış verişinin denetimi, denetleyici ve düzenleyici sistemler konusunda görevlerini öğreneceğiniz omurilik soğanı ve beyindeki solunum merkezleri tarafından gerçekleştirilir. Metabolik faaliyetlerin hızlı olduğu dönemde (koşma, çeşitli egzersizler vb.) dokularda dolayısıyla da kanda karbon dioksit miktarı artar. Kandaki karbon dioksidin çoğu alyuvarlarda su ile birleşerek karbonik asidi oluşturur. Böylece kandaki asitlik artar. Bu durum solunum merkezini etkiler ve soluk alıp verme hızlanır. Karbon dioksit miktarının azalmasıyla kan pH'sının düzenlenmesi yani homeostasi sağlanmış olur. Ayrıca adrenalin ve tiroksin hormonları metabolizma hızını arttırdığı için solunum hızının artmasında rol alır.

Dinlenme hâlinde ve hareketten hemen sonra, soluduğunuz hava içerisindeki karbon dioksit derişiminin değişimini gözlemek için aşağıda verilen etkinliği gerçekleştiriniz.

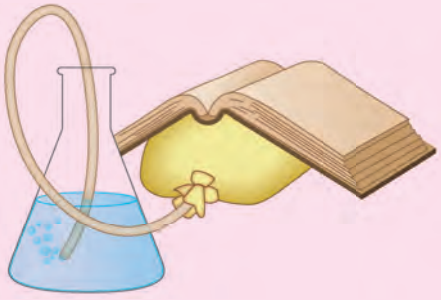
Etkinlik 1.2.2.

Etkinliğin Adı: Solunum

Amaç: İnsanda dinlenme ve hareket etmenin solunumla verdiğimiz havadaki karbon dioksit derişimine etkisini kavrama

Araç Gereçler

Lastik bant (2 adet), plastik boru (2 adet), plastik torba (2 adet), 250 mL erlenmayer (2 adet), 100 mL dereceli silindir, 10 mL dereceli silindir, %0,04 NaOH (sodyum hidroksit) doldurulmuş damlalıklı şişe, bromtimol mavisi doldurulmuş damlalıklı şişe, not defteri



Uygulayalım

1. Naylon torbanın ağzına lastik bantla plastik boruyu sıkıca bağlayınız. Torbayı plastik boruya bağladığınız yerden hava kaçıp kaçmadığını üfleyerek kontrol ediniz.
2. Aşağıdaki basamaklardaki çalışmalarla ilgili edindiğiniz bilgileri ve yaptığınız gözlemleri not defterinize kaydediniz.
3. 2 adet 250 mL'lik erlenmayere 100'er mL su koyunuz. İki erlenmayere de eşit miktarda 6 veya 8 damla bromtimol mavisi ekleyiniz. Bromtimol mavisi damlattığınız suyu iyice karıştırınız. Erlenmayerlerin içindeki çözelti mavi rengi almazsa (ortamı bazik hâle getirmek için) mavi rengi alıncaya kadar damla damla NaOH ekleyiniz.
4. Dinlenme hâlinde soluk alıp verirken, (kendinizi zorlamadan, nefesinizi tutmadan) ağzına plastik boru bağladığınız torbayı üfleyerek şişiriniz.
5. Nefesinizle doldurduğunuz plastik torbaya bağladığınız borunun diğer ucunu hava kaçırmadan tutup şekilde görüldüğü gibi birinci erlenmayer içerisindeki çözeltiye batırınız. Torbayı kitap yardımıyla bastırarak içindeki havanın hızla çözelti içerisine boşalmasını sağlayınız. Hazırladığınız çözeltide ne gibi renk değişimi gözlediniz?

6. Çözelti yeniden mavi renge dönünceye kadar sayarak damlalıkla NaOH ilave ediniz.

7. Yukarıda yaptığınız uygulamaları üç dakika hızlı hareketler yaptıktan sonra yeniden (uygulamanın başında hazırladığınız diğer erlenmayeri ve ucuna plastik boru bağlanmış torbayı kullanarak) tekrarlayınız. Hazırladığınız çözeltide ne gibi renk değişimi gözlediniz?

8. Çözelti yeniden mavi renge dönünceye kadar sayarak damlalıkla NaOH ilave ediniz.

Dinlenme ve hareket hâlindeyken soluduğunuz hava içerisindeki karbon dioksit derişimindeki değişimi gösteren sonuçları (NaOH damlalarının sayısını) karşılaştırınız.

Sonuçlandıralım

1. Dinlenme ve hareket hâlinde soluduğunuz havayı iki ayrı çözelti içine verdiniz.Mavi renge dönünceye kadar bu çözeltilere damlalıkla sayarak NaOH ilave ettiniz. İlave edilen NaOH'in miktarlarının farklı olmasının nedenini açıklayınız.

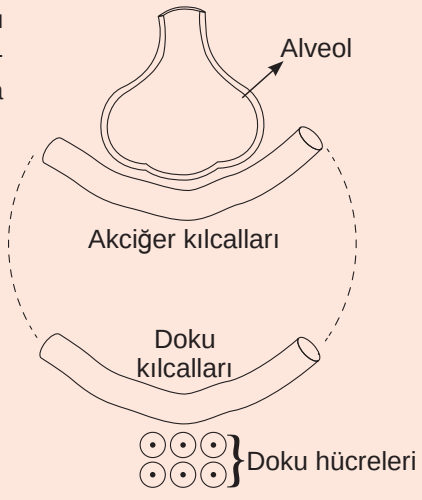
2. Öğrendiklerinizden yararlanarak karbon dioksit derişimindeki değişim ile metabolizma hızı arasındaki bağlantıyı açıklayınız.

Gerçekleştirdiğiniz etkinlikte hızlı hareketlerde daha fazla karbon dioksit üretildiğini gözlemlediniz. Önceden ifade edildiği gibi bu durum solunum merkezini etkileyerek soluk alıp verme hızını arttırır.

Bölüm Sonu Değerlendirme

A. Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. İç solunum ve dış solunum olayını açıklayınız.
2. Solunum organlarının ortak özelliklerini yazınız.
3. Kuşlarda bulunan hava keselerinin görevlerini yazınız.
4. Oksijenin kanla taşınması nasıl gerçekleşir? Meydana gelen tepkimeleri yazınız.
5. Kandaki karbon dioksit, dokulardan alveollere nasıl taşınır? Meydana gelen tepkimeleri yazınız.
6. Odada oksijen bulunmasına rağmen insanların sobadan sızan karbon monoksit gazından zehirlenmelerinin nedeni nedir? Açıklayınız.
7. İnsanda soluk alıp verme hızını etkileyen faktörleri yazınız.
8. Yandaki şemada O_2 ve CO_2 değişiminin en fazla olduğu akciğer ve doku kılcalları gösterilmiştir. Buna göre aşağıdaki olayların hangileri akciğerde, hangileri doku kılcallarında gerçekleşir?



I. $Hb + O_2 \longrightarrow HbO_2$

II. $CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3 \longrightarrow H^+ + HCO_3^-$

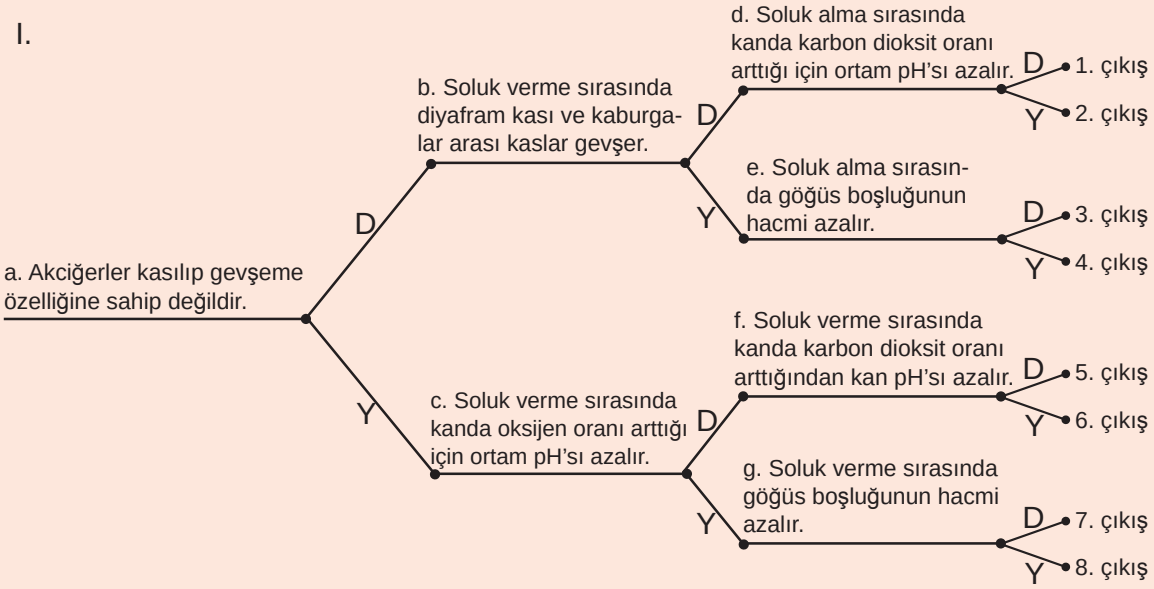
III. $HbO_2 \longrightarrow Hb + O_2$

IV. $H^+ + HCO_3^- \longrightarrow H_2CO_3 \longrightarrow H_2O + CO_2$

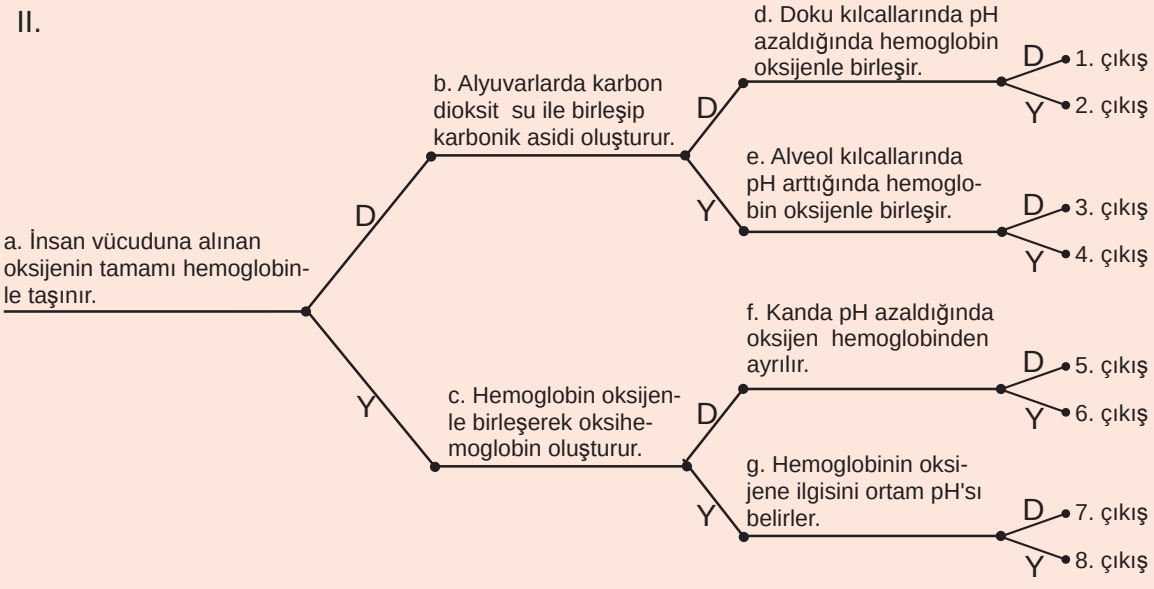
Bölüm Sonu Değerlendirme

B. Aşağıda birbiri ile bağlantılı doğru (D) / yanlış (Y) tipinde ifadeler içeren Tanılayıcı Dallanmış Ağaç Tekniğinde iki soru verilmiştir. "a" ifadesinden başlayarak bu etkinlikteki cümlelerin doğru ya da yanlış olduğuna karar veriniz. İlgili yönde ilerleyiniz. Her bir karar, sonraki kararı etkileyecektir. Vereceğiniz cevaplarla sekiz ayrı çıkış noktasından doğru olanı bulunuz.

I.



II.



C. Aşağıdaki Yapılandırılmış Grid'de numaralandırılmış kutucuklar bulunmaktadır. Bu kutucuklarda solunum sistemi ile ilgili kavramlar verilmiştir. Kutucukların numaralarını kullanarak sayfa 55'de verilen soruları yanıtlayınız.

1	Hemoglobin	**2**	Klorokluorin	**3**	Bronş	**4**	Deri
5	Alveol	**6**	Hemoeritrin	**7**	Trakeol	**8**	Kitapsı akciğer
9	Solungaç	**10**	Bronşcuk	**11**	Stigma	**12**	Karbonik asit
13	Akciğer	**14**	Trake	**15**	Pleura	**16**	Hemosiyanin

Bölüm Sonu Değerlendirme

1. Yan sayfadaki Yapılandırılmış Grid'de verilenlerden hangisi / hangileri oksijen taşıyan solunum pigmentleridir?
2. Yan sayfadaki Yapılandırılmış Grid'de verilenlerden hangisi / hangileri akciğerlerin yapısını oluşturur?
3. Yan sayfadaki Yapılandırılmış Grid'de verilenlerden hangisi / hangileri sadece suda yaşayan canlılarda görülen solunum organıdır?
4. Yan sayfadaki Yapılandırılmış Grid'de verilenlerden hangisi / hangileri böceklerde gaz alış verişinde görev alan yapılardır?
5. Yan sayfadaki Yapılandırılmış Grid'de verilen solunum organlarından hangisi / hangileri ergin kurbağalarda bulunur?
6. Yan sayfadaki Yapılandırılmış Grid'de verilen solunum organlarından hangisi / hangileri örümceklerde bulunur?
7. Yan sayfadaki Yapılandırılmış Grid'de verilenlerden hangisi / hangileri akciğerleri örter?
8. Yan sayfadaki Yapılandırılmış Grid'de verilenlerden hangisi / hangileri karbon dioksidin su ile birleşmesi sonucu oluşan bileşiktir?

Çekirge

Güvercin

Köpek

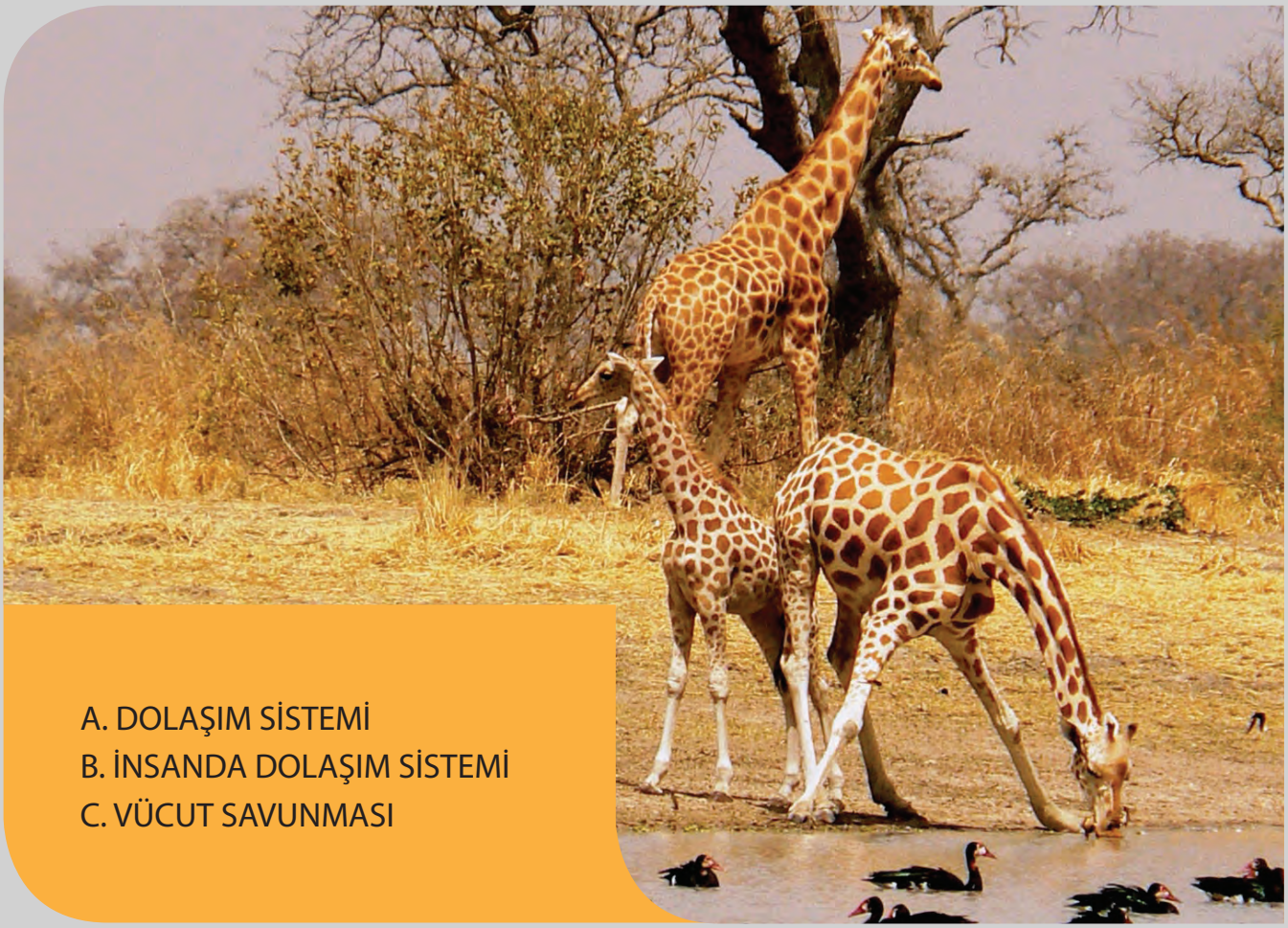
Kurbağa

Hamsi

Ç. Solunum sistemi konusunda öğrendiğiniz bilgiler yardımıyla yukarıdaki fotoğraflarda verilen canlılarla ilgili soruları cevaplayınız.

1. Fotoğrafta gördüğünüz canlıların solunum organlarının ortak özellikleri nelerdir?
2. Fotoğrafta gördüğünüz canlıların solunum organları yaşadıkları ortama göre ne gibi yapısal uyumlar gösterir? Açıklayınız.
3. Fotoğrafta gördüğünüz canlılardan hangisinde bulunan solunum organları, embriyonik dönemle ergin dönem arasında farklılık gösterir?
4. Fotoğrafta gördüğünüz canlılardan hangisi soluduğu havanın içindeki oksijenden en fazla yararlanma yeteneğine sahiptir? Açıklayınız.

3. Bölüm
DOLAŞIM VE VÜCUDUN SAVUNULMASI



A. DOLAŞIM SİSTEMİ
B. İNSANDA DOLAŞIM SİSTEMİ
C. VÜCUT SAVUNMASI

Kan basıncı yüksek olan zürafanın ilginç bir dolaşım sistemi vardır. Bu hayvanın dinlenme konumunda ortalama 280 -180 mmHg olarak ölçülen kan basıncı, hareket hâlindeyken 350 mmHg'ya kadar yükselebilmektedir. Zürafanın kan basıncı yüksek olduğu için damar çeperleri çok kalındır. Ayrıca damarlarının içinde, şiddetli kan akışını dengeleyen, kan basıncını kontrol altına alan kapakçıklar bulunur. Dakikada yaklaşık 170 kez atan zürafanın kalbi, bu sürede tüm vücuda 75 litre kan pompalar.

Zürafa, su içmek için başını yere indirdiğinde kan basıncı yükselir. Bu nedenle beyin kanaması geçirmesi beklenir. Ancak vücuttan salgılanan "sefaloraşidien" adlı sıvı yardımıyla yaklaşık 60 cm uzunlukta ve 11 kg ağırlığında olan kalbin hacmi geçici olarak küçülür. Böylece kalpten pompalanan kan azalır, kan basıncı düşer ve beyin kanaması gerçekleşmez.

Zürafanın başından kalbine kadar giden, yukarı çıkan ve aşağı inen damarların oluşturduğu bir U sistemi bulunur. Ters yönde akan kan damarlardaki toplam basıncı sıfırlar. Böylece zürafa, ani kanamalara neden olacak iç basınçtan kurtulmuş olur. Zürafa, kafasını yerden kaldırdığında kalp beyne yeterli kanı pompalayabilmek için normalden iki kat daha fazla çalışmaya başlar.

A. DOLAŞIM SİSTEMİ

Canlıların aldığı besin ve oksijenin dokulara, dokularda oluşan karbon dioksit ve diğer metabolizma artıklarının da boşaltım organlarına taşınması gerekir. Bu taşıma gelişmiş canlılarda **dolaşım sistemi** ile sağlanır. Ancak bütün canlılar dolaşım sistemine sahip değildir. Örneğin amip, öglena gibi basit yapılı canlılarda, gaz ve besin maddelerinin alış verişi doğrudan hücre zarı ile yapılır. Çok hücrelilerden sünger ve sölenterlerde de dolaşım sistemi yoktur. Bu canlılarda solunum ve boşaltım dış çevreyle temas hâlindeki hücrelerden difüzyonla olur. Yassı solucanlarda solunum difüzyonla gerçekleşirken besin taşıma işini tüm vücuda yayılmış olan bağırsaklar sağlar.

Basit yapılı canlılarda madde taşınmasını sağlayan difüzyon olayı, gelişmiş yapıya sahip canlılarda yeterli değildir. Çünkü milyarlarca hücreden oluşan organizmada vücudun iç kısmında yer alan hücre ve dokular dış ortamdan doğrudan madde alış verişi yapamaz. Besin maddelerinin ve oksijenin bütün hücrelere ulaştırılmasında, atıkların hücrelerden uzaklaştırılmasında difüzyon olayı yetersiz kalır. Örneğin sindirim kanalından emilen glikozun 100 mikrometre mesafeye difüzyonla ulaşması 1 saniye; aynı miktar glikozun 1 mm mesafeye ulaşması 100 saniye; 1 cm mesafe için ise yaklaşık 3 saat sürer. Glikoz örneğinde olduğu gibi maddelerin uzun mesafelere taşınması sorunu dolaşım sistemi sayesinde çözülmüştür.

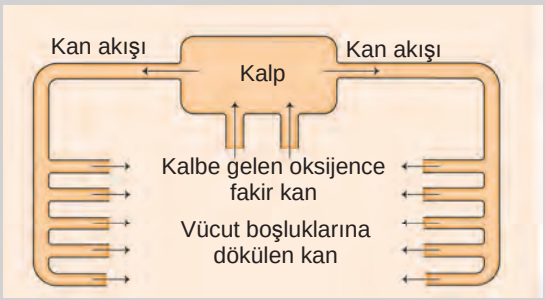
Gelişmiş canlılarda dolaşım sistemi, madde taşınmasından başka vücut sıcaklığının düzenlenmesinde, bağışıklıkta ve hormonal düzenlemede de görev alır. Hayvanlarda açık dolaşım ve kapalı dolaşım olmak üzere iki çeşit dolaşım sistemi görülür:

Araştıralım Öğrenelim

Açık dolaşım sistemine sahip canlıların vücut sıcaklığı neden sabit değildir? Araştırınız.

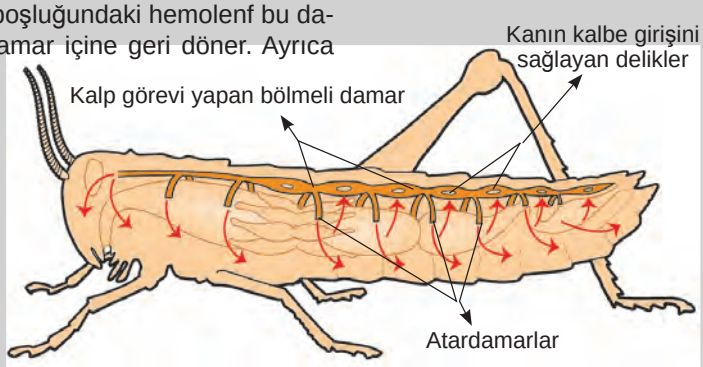
1. Açık Dolaşım

Omurgasızlardan yumuşakçalarda, eklem bacaklılarda ve derisi dikenlilerde açık dolaşım sistemi görülür. Bu canlılarda kan ve doku sıvısı şeklinde ayrım yoktur. Vücut sıvıları **hemolenf** olarak adlandırılır. **Açık dolaşım sistemi** bir veya birkaç odacıklı kalp ve kısa damarlardan meydana gelir (Şekil 1.3.1). Bu dolaşım sistemine sahip olan canlılarda kılcal damar bulunmaz. Hemolenf, kalbin çalışmasıyla atardamarlardan dokular arasındaki boşluklara (sinüs) dağılır ve madde alış verişi yapıldıktan sonra kalbe geri döner. Açık dolaşımda taşıma hızı düşüktür.



Şekil 1.3.1. Açık dolaşım sistemi

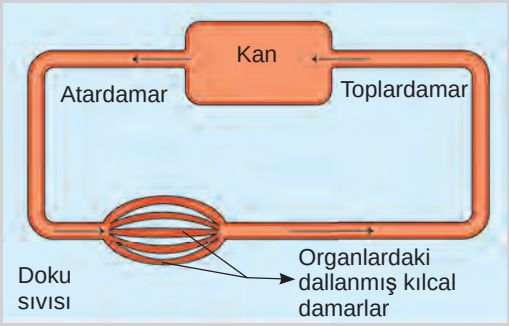
Eklem bacaklılardan çekirgenin sırt tarafında yedi bölmeli geniş bir damar bulunur (Şekil 1.3.2). Hemolenf, kalp görevi üstlenen bu damar kasıldığında atardamarlara, oradan da sinüs adı verilen vücut boşluklarına pompalanır. Kalp görevi yapan damarlar gevşediğinde ise vücut boşluğundaki hemolenf bu damarın yanlarında bulunan deliklerden damar içine geri döner. Ayrıca çekirgede damar bölmelerini çevreleyen kasların kasılması ve sinüslerin sıkışmasını sağlayan vücut hareketleri de hemolenf dolaşımına yardımcı olur. Bu canlılarda hemolenf, besin maddelerini organları çevreleyen birbiriyle bağlantılı boşluklara taşır. Burada hemolenf ile vücut hücreleri arasında madde alış verişi gerçekleşir. Vücut boşluğunda bulunan atık ürünler de yine hemolenf aracılığıyla hücrelerden uzaklaştırılır.



Şekil 1.3.2. Çekirgede açık dolaşım sistemi

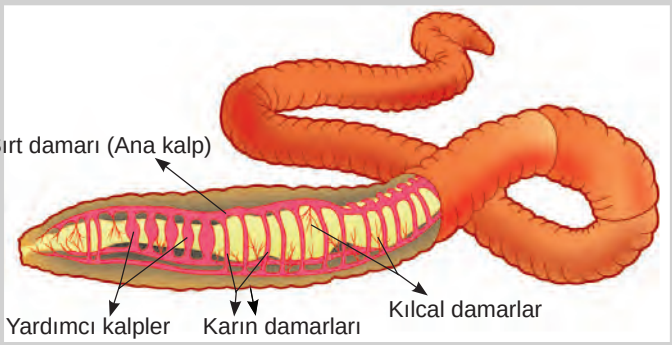
2. Kapalı Dolaşım

Mürekkep balığı ve halkalı solucanlar gibi bazı omurgasızlarda ve omurgalıların tamamında kapalı dolaşım sistemi görülür. Dokular ile kan arasındaki madde alış verişi atardamarlar ve toplardamarlar arasında bulunan kılcal damarlarla gerçekleşir (Şekil 1.3.3). Kapalı dolaşımda kan akış hızı açık dolaşıma göre daha fazladır.



Şekil 1.3.3. Kapalı dolaşım sistemi

Halkalı solucanlarda biri sırtta, ikisi karında olmak üzere üç ana damar bulunur (Şekil 1.3.4). Bu damarlar, çeşitli organlara kanı taşıyan daha ince kılcal damarlara ayrılır. Sırt damarı, kanı peristaltik hareketlerle öne doğru pompalayan ana kalp olarak görev yapar. Solucanın baş tarafına yakın yerde bulunan beş çift damar ise sırt ve karın damarlarını birbirine bağlar. Bu damarlar, kanı karın bölgesine gönderen yardımcı kalpler olarak işlev görür (Şekil 1.3.4). Bu damarların kasılmasıyla kan, karın damarlarına geçer. Daha sonra karın damarlarından ayrılan kan; kılcallarla bağırsak, deri ve diğer organlara taşınır. Bu sırada kanla doku sıvısı arasında, doku sıvısı ile hücreler arasında madde alış verişi olur. Madde alış verişinden sonra da kan, toplardamarlarla kalbe geri gelir. Solucan gibi bazı canlılarda deri solunumu görüldüğünden, gaz alış verişi deri altındaki kılcallarla vücut yüzeyini kaplayan nemli deriden karşılanır.

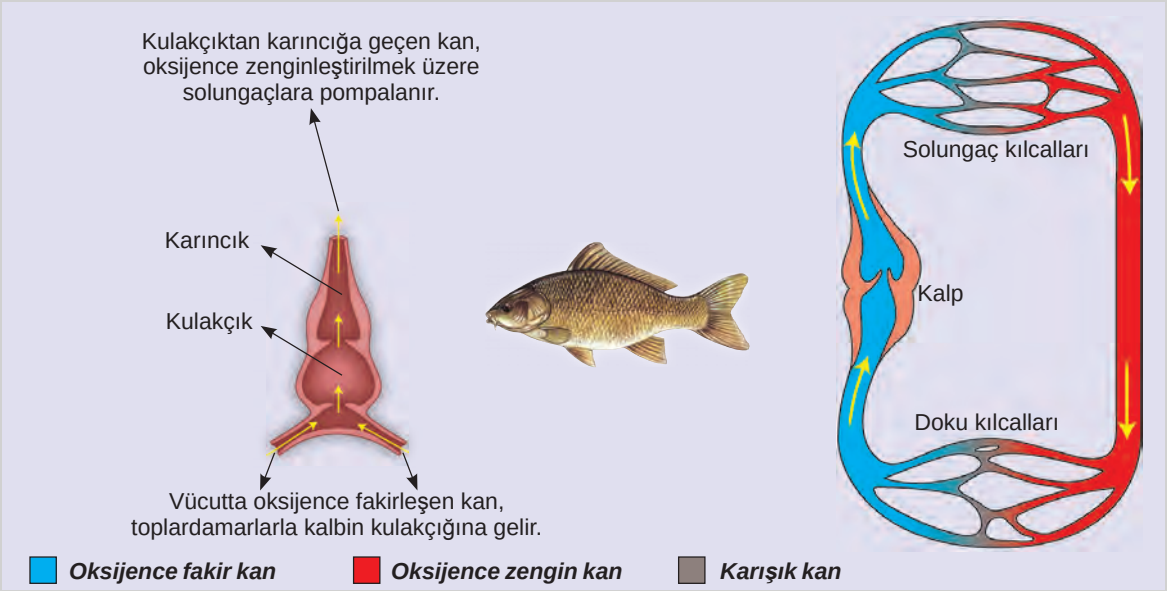


Şekil 1.3.4. Halkalı solucanda kapalı dolaşım sistemi

Omurgalılardan **balıklarda** kalp, kulakçık ve karıncık olmak üzere iki odacıklıdır (Şekil 1.3.5). Vücutta oksijence fakirleşen kan, toplardamarla kalbin kulakçığına gelir. Buradan karıncığa geçen kan, oksijence zenginleştirilmek üzere atardamarla solungaçlara gider. Kan, solungaçlardan kalbe geri gelmeden bütün vücuda dağılır. Bu nedenle kalpte her zaman oksijence fakir kan bulunur.

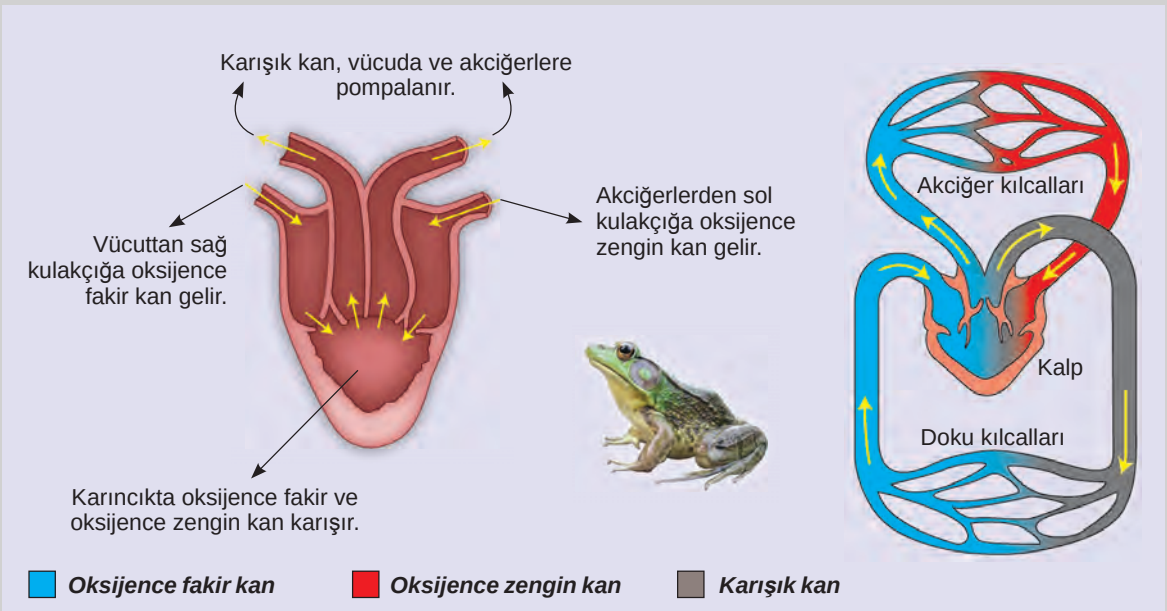
Biliyor musunuz?

İllinois Üniversitesi bilim insanları Antartika'da donmuş suların altında yaşayan balıklara rastlamışlardır. Bu balıkların DNA'sında vücut sıvılarının donmasını engelleyen (antifriz görevi yapan) bir proteini kodlayan genin varlığını tespit etmişlerdir. Bu protein sayesinde kutup bölgelerinde yaşayan balıkların dondurucu soğuktan etkilenmediğini görmüşlerdir.



Şekil 1.3.5. Balıklarda kalbin yapısı ve kan dolaşımı

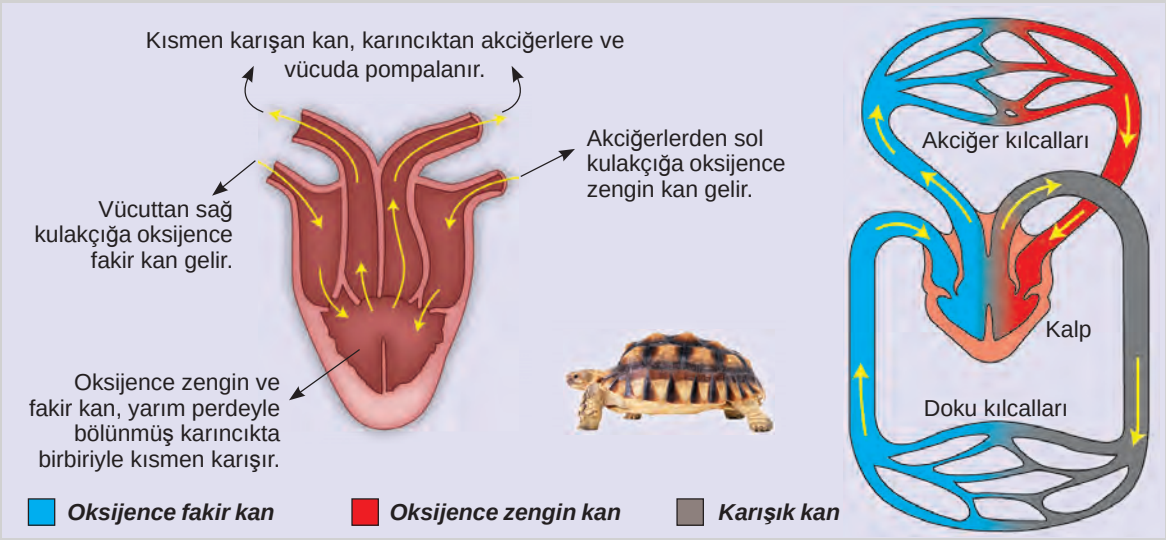
Kurbağalarda kalp, iki kulakçık ve bir karıncık olmak üzere üç odacıklıdır. (Şekil 1.3.6). Vücutta oksijence fakirleşen kan, ana toplardamarla sağ kulakçığa gelir. Buradan karıncığa geçen kan, akciğer atardamarı ile akciğerlere taşınır. Akciğerlerde oksijence zenginleşen kan ise akciğer toplardamarıyla sol kulakçığa gelir. Karıncık tek olduğu için oksijence fakir ve oksijence zengin kan burada birbirine karışır. Karıncıktaki karışık kan aynı anda atardamarlarla vücuda ve akciğerlere gönderilir. Bu sebepten kurbağaların vücutlarında karışık kan dolaşır. Vücutlarında karışık kan dolaşan canlıların vücut sıcaklığı çevrenin sıcaklığına bağlı olarak değişir. Çünkü hücrelere yeterli oksijen taşınamadığı için vücut sıcaklıklarını sabit tutacak ısı üretilemez. Bu canlılara soğukkanlı (değişken sıcaklıklı) canlılar denir.



Şekil 1.3.6. Kurbağalarda kalbin yapısı ve kan dolaşımı

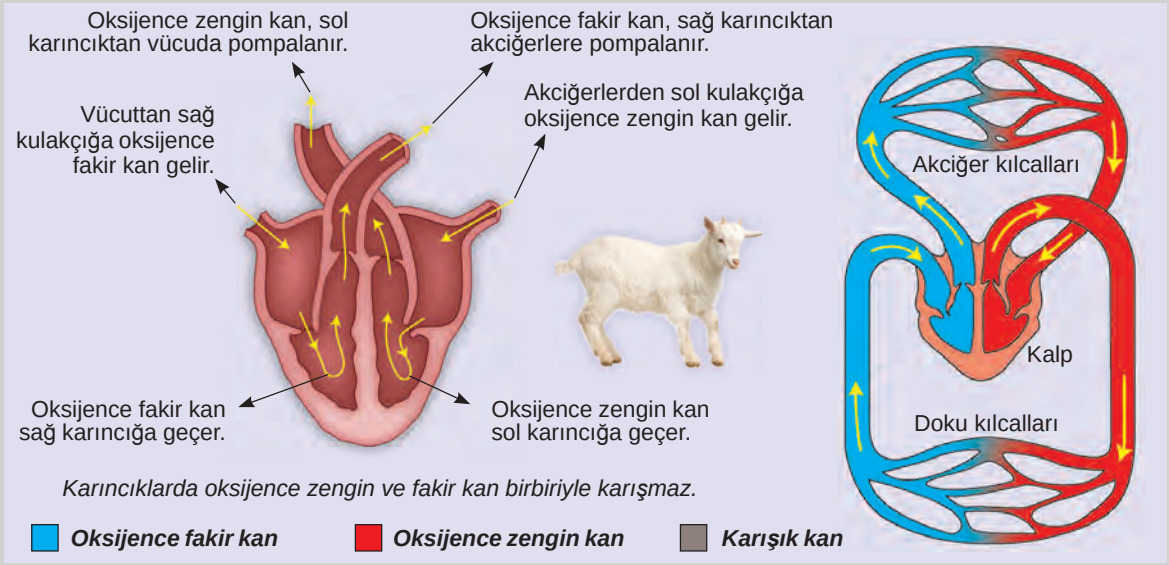
Kurbağaların kalplerinde oksijence zengin ve oksijence fakir kan karıştığı için vücutlarında dolaşan kanda yeterince oksijen bulunmaz. Bu oksijen açığı kurbağalarda deri solunumu ile karşılanır.

Sürüngenlerde kalp, iki kulakçık ve yarım perdeyle bölünmüş bir karıncık olmak üzere üç odacıklıdır (Şekil 1.3.7). Bu canlılarda kulakçıklardan karıncığa geçen oksijence fakir ve oksijence zengin kan, yarım perdeli karıncık sayesinde kısmen karışır. Vücutlarında yine karışık kan dolaştığı için sürüngenler de soğukkanlı canlılardır.



Şekil 1.3.7. Sürüngenlerde kalbin yapısı ve kan dolaşımı

Kuş ve memelilerin kalpleri, iki kulakçık ve iki karıncık olmak üzere dört odacıklıdır (Şekil 1.3.8). Bu nedenle akciğerlerden kalbe gelen oksijence zengin kanla vücudu dolaşarak kalbe gelen oksijence fakir kan birbirine karışmaz. Bu canlılar hücrelerine yeterli O_2 taşıdığı için metabolizmalarında ürettikleri ısı sayesinde vücutlarını belirli bir sıcaklıkta tutabilir. Bunlara **sıcakkanlı** (sabit sıcaklıklı) **canlılar** denir. Kuşların kalbi memelilerin kalbi ile benzer yapıdadır. Ancak kuşlarda sağa dönen aort, memelilerde vücudun soluna döner.



Şekil 1.3.8. Memelilerde kalbin yapısı ve kan dolaşımı

Canlılarda hücrelere besin taşınması, atık maddelerin vücuttan uzaklaştırılması ve solunum gazlarının hücrelere ulaştırılması gibi çeşitli işlevlerin dolaşım sistemi yardımıyla gerçekleştiğini öğrendiniz. Siz de verilen etkinliği yaparak farklı canlı gruplarındaki dolaşım sistemlerinin işlev ve görev bakımından benzerlik ve farklılıklarını tespit ediniz.

Etkinlik 1.3.1.

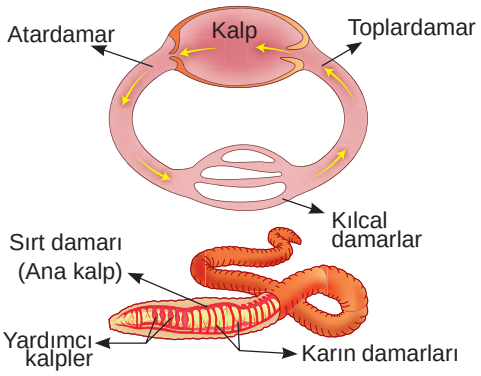
Etkinliğin Adı: Canlılarda Dolaşım

Amaç: Toprak solucanı, çekirge, balık, kurbağa ve memelide kan dolaşımını karşılaştırma

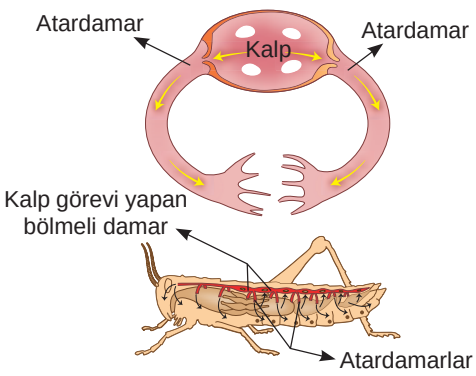
Uygulayalım

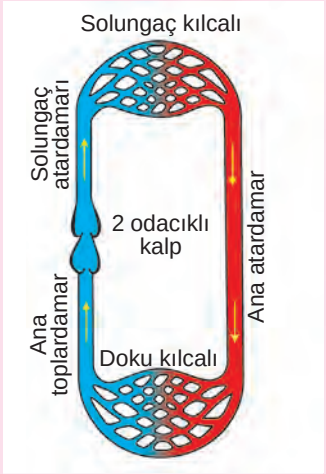
Aşağıda toprak solucanı, çekirge, balık, kurbağa ve memelinin kan dolaşımına ait şekiller verilmiştir. Bunları inceleyerek dolaşımı sağlayan yapı ve organları karşılaştırınız. Elde ettiğiniz sonuçlardan yararlanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

Toprak solucanında dolaşım

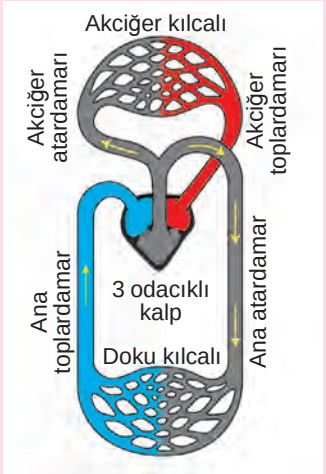


Çekirgede dolaşım

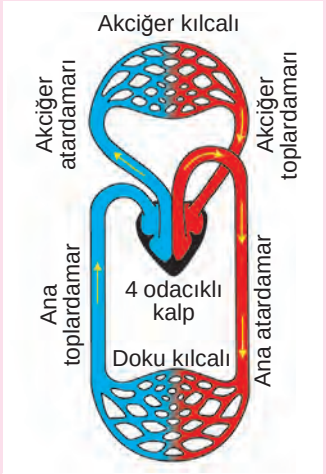




Balıklarda dolaşım



Kurbağalarda dolaşım



Memelilerde dolaşım

● *Oksijence fakir kan* ● *Oksijence zengin kan* ● *Karışık kan*

Sonuçlandıralım

1. Yukarıdaki şekillere göre hangi canlılar açık dolaşım sistemine sahiptir?
2. Yukarıdaki şekillere göre hangi canlılar kapalı dolaşım sistemine sahiptir?
3. Yukarıdaki şekillere göre hangi omurgalının vücudunda karışık kan dolaşır? Bu durumun canlının soğukkanlı olmasıyla ilişkisi nedir?
4. Yukarıdaki şekillere göre hangi omurgalıların vücudunda oksijence zengin kan dolaşır? Bunun canlıya sağladığı avantaj nedir?

Yaptığınız etkinlikte toprak solucanı, çekirge, balık, kurbağa ve memelilerin dolaşım sistemlerinin yapısını ve genel özellerini öğrendiniz. Şimdi de insanda dolaşım sisteminin yapısını ve özelliklerini öğreneceksiniz.

B. İNSANDA DOLAŞIM SİSTEMİ

Şekil 1.3.9. Kalbin göğüs kafesindeki yeri

17. yüzyılda İngiltere'de tıp ve fen öğrenimi gören William Harvey (Vilyım Harvi) insanda dolaşım sistemiyle ilgili araştırma yaparken, kanın vücut içindeki akışını "sonu olmayan bir nehir" benzetmesiyle açıklamaya çalışmıştır.

Harvey'nin sonu olmayan bir nehre benzettiği dolaşım sistemi kalp, atardamar, toplardamar ve kılcal damarlardan meydana gelir. Kan dolaşımını sağlayan bu sisteme lenf dolaşımı yardımcı olur.

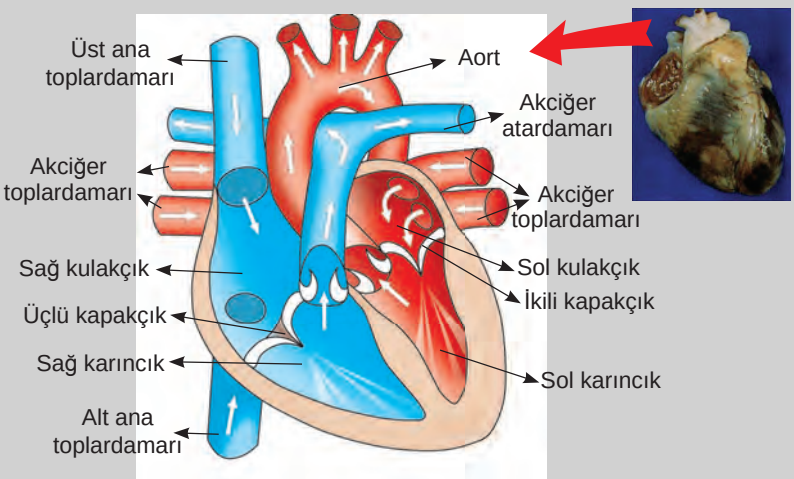
1. Kalp

Dolaşım sistemi içerisinde bir motor gibi görev yaparak kanı damarlar içinde tüm vücuda pompalayan kalp, göğüs boşluğunda (Şekil 1.3.9), iki akciğerin arasında yer alan yumruk büyüklüğünde (300 g) ve koni şeklinde bir organdır. Kalp, üstte iki kulakçık (atrium), altta iki karıncık (ventrikül) olmak üzere dört odacıklıdır (Şekil 1.3.10). Kulakçıkların karıncıklara açıldığı yerde kapakçıklar bulunur. Sağ kulakçıkla sağ karıncık arasında **üçlü kapakçık** (triküspit), sol kulakçıkla sol karıncık arasında **ikili kapakçık** (biküspit, mitral) yer alır. Bu kapakçıklar sağlam liflerle karıncıkların duvarlarına bağlanır. Ayrıca kalbin sol karıncığından çıkan aort ve sağ karıncığından çıkan akciğer atardamarında yarım ay şeklinde kapakçıklar vardır. Bu kapakçıklar kalpten pompalanan kanın geri dönmesini engeller ve kanın tek yönde akmasını sağlar.

Biyoloji Teknoloji Toplum

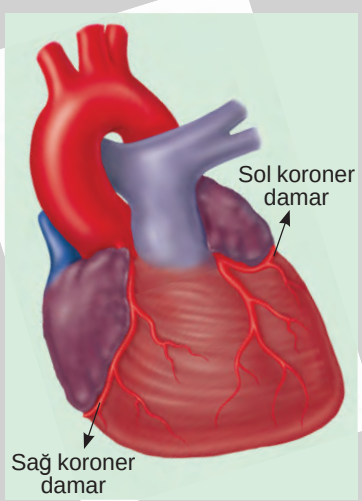
Damarlarda, yağ ve kalsiyum gibi mineral maddeler birikimi ile oluşan ve damar sertliği olarak bilinen 'arteriyoskleroz', Türkiye'de yaklaşık 4-5 milyon erişkini etkiliyor. Her yaşta başlayabilen arteriyoskleroz ilerledikçe kalp krizine ve felce yol açabilir.

♦ Hangi organdaki damarlarda oluşan arteriyoskleroz, felce yol açar?



Şekil 1.3.10. İnsan kalbinin yapısı

İnsan kalbi dıştan içe doğru üç tabakadan oluşur. Bu tabakalar perikart, miyokart ve endokart olarak adlandırılır. En dışta bulunan **perikart**, kalbin dışını tamamen saran bağ dokudan yapılmış iki katlı bir zardır. Bu zarın arasında kalbin kolay çalışmasını sağlayan sıvı bulunur. Ortada bulunan **miyokart**, kalp kasından oluşmuştur. Kalp kası yapı bakımından çizgili, işlevsel açıdan düz kasa benzer. Kan, akciğerlere ve vücudun diğer bölümlerine karıncıklardan pompalandığı için miyokart tabakası karıncıklarda kalın, kulakçıklarda incedir. En iç kısımdaki **endokart**, tek sıralı epitel dokudan oluşmuştur. Bu tabaka kalbin iç yüzeyini örter, aşınmayı önleyen kaygan bir yapı oluşturur.



Şekil 1.3.11. Kalbi besleyen koroner damarlar

Kalbi besleyen damarlara **koroner** damarlar adı verilir (Şekil 1.3.11). Kalp, koroner damarlardaki kanla beslenir. Bu damarlar, aorttan çıkan atardamarların kılcallara ayrılmasıyla oluşur. Koroner damarlar tıkanır ya da daralırsa kalp, ihtiyacı olan besin ve oksijeni alamaz. Bu durum **kalp krizi** (enfarktüs)ne neden olur.

İnsanda dolaşım sisteminin ana merkezi olan kalbin yapısını ve görevlerini öğrendiniz. Bu bilgilerinizi pekiştirmek için verilen etkinliği gerçekleştiriniz. Kalp ve kalpteki damarların yapısını gözlemleyiniz.

Etkinlik 1.3.2.

Etkinliğin Adı: Memeli Kalbinin İncelenmesi

Amaç: Memelilerde kalp ve kalpteki damarların yapısını kavrama

Araç Gereçler

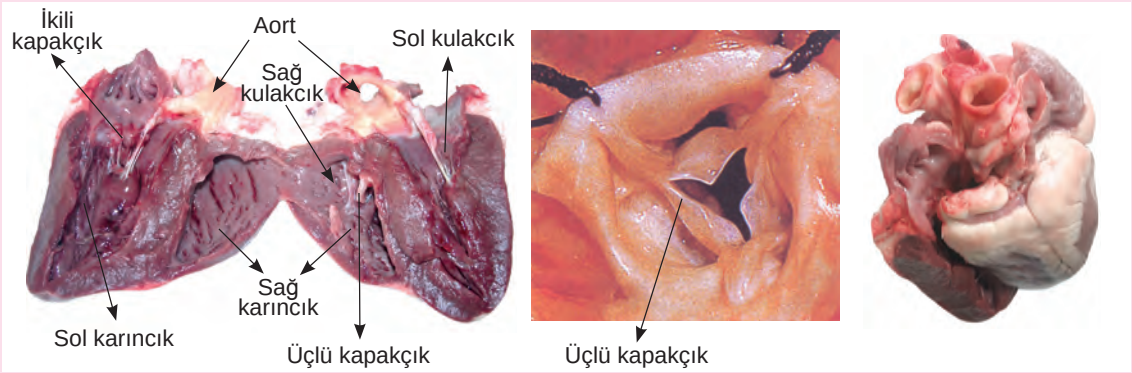
Koyun veya dana kalbi, diseksiyon küveti, plastik eldiven, kurutma kâğıdı, bistüri, büyüteç, makas, pens

Hazırlanalım

1. Sınıf arkadaşlarınızla grup oluşturarak malzeme temini için iş bölümü yapınız.
2. Grup arkadaşlarınızla laboratuvarda incelemek için koyun veya dana kalbi ve diğer araç gereçleri temin ediniz.

Uygulayalım

1. Kalbin dış görünüşünü inceleyerek karıncık ve kulakçıkların yerlerini belirleyiniz.
2. Kalpteki damarları inceleyiniz. Bu damarlardan koroner damar, aort, akciğer atardamarı ve akciğer toplardamarını gösteriniz ve kalınlıklarını karşılaştırınız.
3. Aortu makasla ikiye ayırınız ve yarım ay şeklindeki kapakçıkları inceleyiniz.



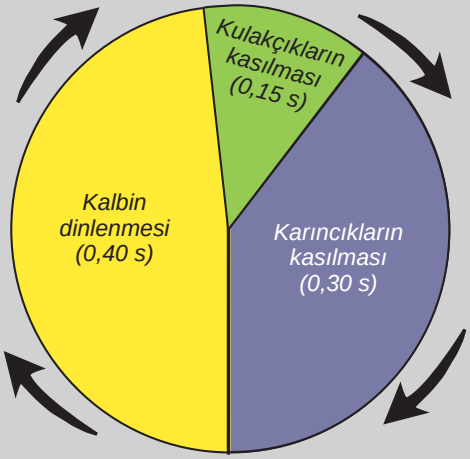
4. Resimde gördüğünüz gibi kalbi boyuna doğru iki parçaya bölünüz. Karıncık ve kulakçıkları birbirine bağlayan üçlü ve ikili kapakçıkları inceleyiniz. Yukarıdaki resimle karşılaştırınız.
5. Kalbin yapısını ve kalbi oluşturan tabakaları gözlemleyiniz.
6. Kulakçık ve karıncıkların duvar kalınlıklarını karşılaştırınız.
7. Kapakçıkları kalbin duvarına bağlayan lifleri inceleyiniz.

Sonuçlandıralım

1. Kalpte dıştan içe doğru hangi yapıları gözlemlediniz?
2. Kalp kapakçıklarının kanın akış yönünü nasıl düzenlediğini açıklayınız.
3. Karıncık ve kulakcıklardaki duvar kalınlıklarının farklı olmasının nedeni nedir?
4. Kalpten çıkan damarlardan hangisinin çapı daha büyüktür? Bunun nedeni nedir?

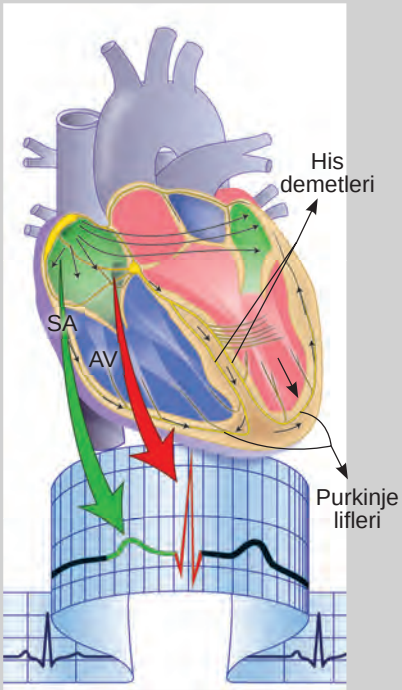
Gerçekçekleştirdiğiniz etkinlik sonucunda kalbin yapısını ve özelliklerini öğrendiniz. Şimdi de kalbin nasıl çalıştığını öğreneceksiniz.

Kalbin çalışması, kasılıp gevşemesi ile gerçekleşir. Kalbin kasılmasına **sistol**, gevşemesine **diastol** denir. Kalp çalışırken önce kulakçıklar sonra da karıncıklar kasılır ve gevşer. Kulakçıklarla karıncıkların kasılmaları birbirine zıt olarak gerçekleşir. Yani kulakçıklar kasılırken karıncıklar gevşer, karıncıklar kasılırken de kulakçıklar gevşer. Sağlıklı ergin bir insanın kalbi dakikada 70-80 kez atar. Her kalp atışı yaklaşık 0,85 s sürer. Kulakçıkların kasılması 0,15 s, karıncıkların kasılması 0,30 s sürer. Kalan 0,40 s'de ise kalp dinlenir (Şema 1.3.1).



Şema 1.3.1. Kalp döngüsü; bir kalp atışının başlangıcından, bir sonraki kalp atışının başlangıcına kadar gerçekleşen tüm olayları içerir. Kalbin kanı bir defa pompalayıp tekrar kanla dolmasına "kalp döngüsü" denir.

Kalbin ritmik kasılma ve gevşemesinin atardamarlarda hissedilmesine **nabız,** kalbin kasılıp gevşemesi sırasında kanın atardamar duvarına yaptığı basınca ise **tansiyon** adı verilir. Tansiyon, büyük ve küçük tansiyon olarak iki çeşittir. **Büyük tansiyon** karıncıkların kasılması sırasında kanın atardamar duvarına yaptığı basınçtır. Karıncıkların gevşemesi anında kanın yaptığı basınç ise **küçük tansiyon** olarak adlandırılır. Sağlıklı bir insanda dinlenme hâlinde büyük tansiyon 120 mm Hg, küçük tansiyon ise 80 mm Hg basıncındadır.



Şekil 1.3.12. Kalbin çeşitli bölgelerinde bulunan özelleşmiş yapılar kalpte kasılmayı kontrol eder.

Kalp, insanda embriyo gelişiminin 4. haftasından itibaren atmaya başlar ve yaşam boyu devam eder. Kalbin kasılma olaylarının kontrolü kalbin çeşitli bölgelerinde bulunan özelleşmiş dokularla gerçekleşir. Yani kalp sinir sisteminden herhangi bir uyartı gelmeden yapısı gereği kendi kendine uyartı oluşturup kasılmayı sürdürebilir. Örneğin bir omurgalı canlının kalbi vücut dışına çıkarıldığında kalbin bir süre daha kendi kendine kasılıp gevşediği gözlenir. Peki bir dış etki olmaksızın kalp belirli bir düzen içinde nasıl kasılmaktadır? Kalbin kasılmaya başlaması sağ kulakçık üzerinde bulunan **sinoatrial (SA) düğümden** başlatılan uyartılar ile meydana gelir (Şekil 1.3.12). SA düğüm aynı zamanda kasılma ritmini de denetler. SA düğümden gelen uyartı ile kulakçıklar kasılır. Buradan yayılan uyartılar **atriyoventrikuler (AV) düğüme** ulaşır. AV düğüm kulakçıklarla karıncıklar arasında bulunur. AV düğümden çıkan özelleşmiş kas telcikleri H**is demetleri** adını alır. Bu demetler karıncıkların duvarında dallanarak **Purkinje liflerini oluşturur**. Purkinje liflerine ulaşan uyartının etkisiyle de karıncıklar kasılır. Böylece kalp bir defa kasılıp gevşemiş olur.

Kalp her ne kadar yapısı gereği ritmik kasılsa da onun pompaladığı kan miktarı ve kasılma ritmi birtakım etkenler aracılığı ile düzenlenir. Bunlardan iç organların çalışması üzerine etkili olan

sempatik (hızlandırıcı) sinirler, adrenalin ve tiroksin hormonu, kandaki karbon dioksit yoğunluğu, ateşli hastalıklar, nikotin ve kafein gibi kimyasal maddeler kalbin çalışmasını hızlandırıcı yönde etki yapar. Parasempatik (yavaşlatıcı) sinirler ve asetilkolin hormonu ise yavaşlatıcı etki yapar.

Kalbin ritmik kasılma ve gevşemesinin atardamarlarda hissedilmesine nabız denildiğini öğrendiniz. Nabız sayısının kalp atım sayısı ile bağlantısını kavramak için verilen etkinliği gerçekleştiriniz.

Etkinlik 1.3.3.

Etkinliğin Adı: Nabzın İncelenmesi

Amaç: Nabız sayısı ile kalp atış hızı arasındaki ilişkiyi kavrama

Uygulayalım

10 basamaklı bir merdiveni çıktıktan hemen sonra ve 30 dakika dinlendikten sonra aşağıdaki işlem basamaklarını her iki durumda da ayrı ayrı gerçekleştiriniz.

- Dik olarak arkanıza yaslanmış hâlde otururken elinizi nabzınıza koyunuz.
- 15 saniye süresince nabız atışınızı sayınız. Sonucu dört ile çarparak 1 dakikadaki nabız atışınızı hesaplayınız.
- Yukarıda verilen işlemi üç kez tekrarlayınız.
- Bulduğunuz sayıları toplayıp sonucu 3'e bölerek dinlenme hâlinde dakikadaki ortalama nabız atışınızı hesaplayınız.

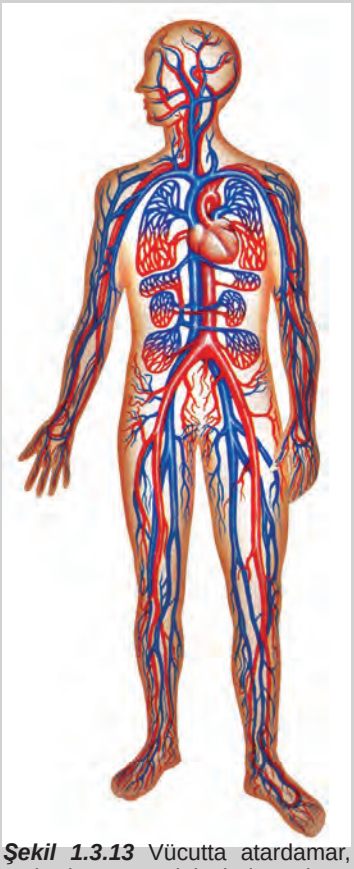
Hareket ettikten hemen sonra ve 30 dakika dinlendikten sonra, nabız sayınızda ve kalp atış hızınızda bir değişiklik hissettiniz mi?

Her atışta kalpten yaklaşık 60 mL kan (yetişkin bir insan için) pompalanmaktadır. Hareket ettikten hemen sonra ve 30 dakika dinlendikten sonra, bir dakikada ve bir günde kalbinizin pompalayabileceği kan miktarını hesaplayınız.

Sonuçlandıralım

1. Her öğrencinin hareket ettikten hemen sonra ve 30 dakika dinlendikten sonra hesapladığınız nabız ortalamalarını tek tek tahtaya not ediniz.
2. Elde ettiğiniz sonuçları cinsiyet, boy ve kilo farklarına göre gruplandırarak her grup için ayrı bir sütun grafiği çiziniz.
3. Çizdiğiniz grafiklerden yararlanarak sınıfta nabız sayısıyla ilgili elde ettiğiniz sonuçları değerlendiriniz.
4. Hareket ettikten hemen sonra ve 30 dakika dinlendikten sonra alınan sonuçlar arasında cinsiyet, boy ve kilo farklarına göre fark var mıdır? Hazırladığınız grafikleri inceleyerek sonuçları yorumlayınız.

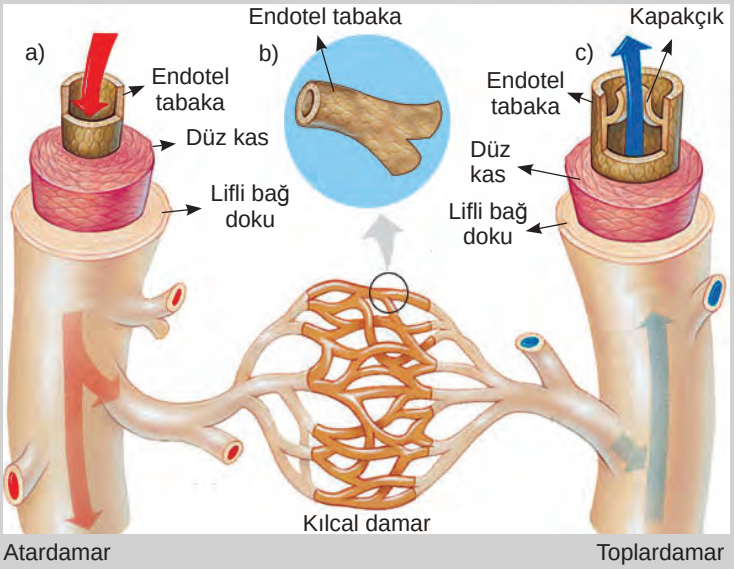
Gerçekçekleştirdiğiniz etkinlikle kalp atış hızı ile nabız sayısı arasındaki ilişkiyi incelediniz. Bu konu ile ilgili bilgi eksiğinizin olup olmadığını kontrol ediniz.



Şekil 1.3.13 Vücutta atardamar, toplardamar ve kılcal damarların dağılımı

2. Kan Damarları

Vücudunuzun her tarafı farklı çap ve farklı çeper kalınlığına sahip damarlarla kaplıdır (Şekil 1.3.13). Bu damarların toplam uzunluğu yaklaşık 100 bin km kadardır. Vücutta madde taşınmasını sağlayan damar çeşitleri atardamar, toplardamar ve kılcal damarlar olarak üçe ayrılır:



Şekil 1.3.14. Kan damarlarını oluşturan tabakalar

a. Atardamarlar

Atardamarlar kanı kalpten kılcal damarlara iletir. Bu damarlar dıştan içe doğru üç tabakadan oluşur (Şekil 1.3.14-a). En dışta lifli bağ doku, ortada elastik lifler içeren düz kaslar, en içte ise endotel adı verilen tek sıralı yassı epitel doku bulunur. Endotel, kaygan bir yapıya sahiptir. Bu yapı damarın iç kısmında kan akışının sürtünmesini en aza indirecek pürüzsüz bir yüzey oluşturur. Atardamarlarda kan basıncı yüksektir (Grafik 1.3.1) ve bol miktarda elastik lifler taşır. Bu lifler atardamarlardaki yüksek kan basıncına karşı damarın dayanıklılığını arttırır ve damara kazandırdığı esneklikle kanın damar içinde ilerlemesini sağlar. Akciğer atardamarı hariç atardamarların tümü oksijence zengin kan taşır. Atardamarlarda kan akışı diğer damarlara göre daha hızlıdır. Bu damarlarda kanın hareketi, karıncıkların kasılmasıyla oluşan basınç, atardamardaki düz kasların kasılması, arkadan gelen kanın öndekini itmesi ve yer çekimi gibi olayların etkisi ile gerçekleşir.

b. Toplardamarlar

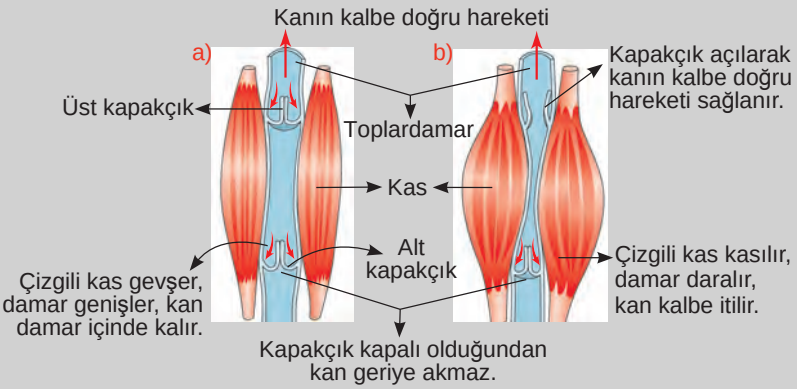
Kanı kalbe getiren damarlardır. Bu damarların yapısı da atardamarlarda olduğu gibi üç tabakadan meydana gelmiştir (Şekil 1.3.14-c). Atardamarlardan farklı olarak dış tabakada bağ doku lifleri azdır. Orta tabakada yer alan kas doku incedir ve elastik lifler bulunmaz. Toplardamarlarda kan basıncı düşüktür (Grafik 1.3.1). Çapları atardamardan büyük olduğu için daha çok kan bulundurur. Vücuttaki kanın yaklaşık %60'ı toplardamarlarda bulunur. Akciğer toplardamarı hariç tüm toplardamarlar oksijence fakir kan taşır.

Toplardamarlarda kanın hareketini sağlayan etkenlerden birisi kulakçıkların gevşemesi ile oluşan emme basıncıdır. Ayrıca toplardamarın çevresini saran iskelet kaslarının kasılması ile damar sıkışır, bunun

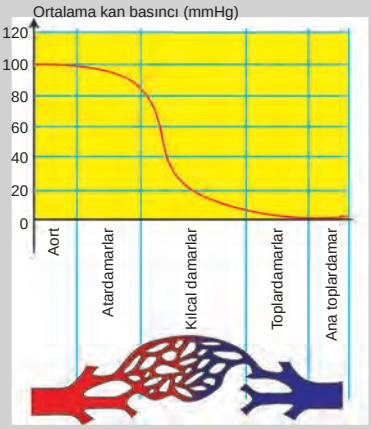
Biliyor musunuz?

*Arteriyosklerozda atardamarlar gerilme yeteneklerini kaybederek deforme olur ve pürüzlü bir yapı kazanır. Bu durum trombüs ve emboliye neden olur. (Bir kan damarında oluşan pıhtıya **trombüs**, kan akışıyla oluşan bu pıhtının yerinden kopup damarlarda sürüklenmesine ise **emboli** adı verilir.) ABD ve Avrupa'daki ölümlerin yarısının nedeni arteriyosklerozdur.*

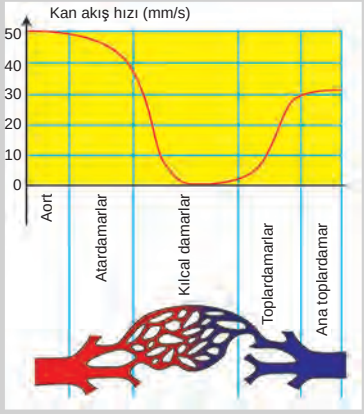
sonucu kanın kalbe doğru hareketi sağlanır. Vücudun alt kısmındaki toplardamarlarda kanın geriye akmasını engelleyen, tek yönde açılan kapakçıklar bulunur. (Şekil 1.3.15). Vücudun yukarı bölgelerindeki toplardamarlarda ise kapakçık bulunmaz, kan akışında yer çekimi etkili olur. Nefes alma sırasında göğüs kafesinin genişlemesi, göğüs boşluğundaki basıncı düşürür. Böylece üst ve alt ana toplardamarlardaki kan gevşeyen kulakçıklara dolar. Bu durum toplardamardaki kanın akışına etki eder.



Şekil 1.3.15. Çizgili kaslar ve toplardamarda tek yönlü açılan kapakçıklar kanın kalbe doğru hareketine yardım eder.



Grafik 1.3.1 Kan basıncı atardamar, kılcal damar ve toplardamarlarda farklılık gösterir.



Grafik 1.3.2 Kanın akış hızı atardamar, kılcal damar ve toplardamarlarda farklılık gösterir.

c. Kılcal Damarlar

Kılcal damarlar, atardamarlar ile toplardamarlar arasında bulunur. Endotel adı verilen tek katlı yassı epitel dokudan meydana gelmiştir (Şekil 1.3.14-b). Kılcal damarlar atardamarlarla toplardamarları birbirine bağlar.

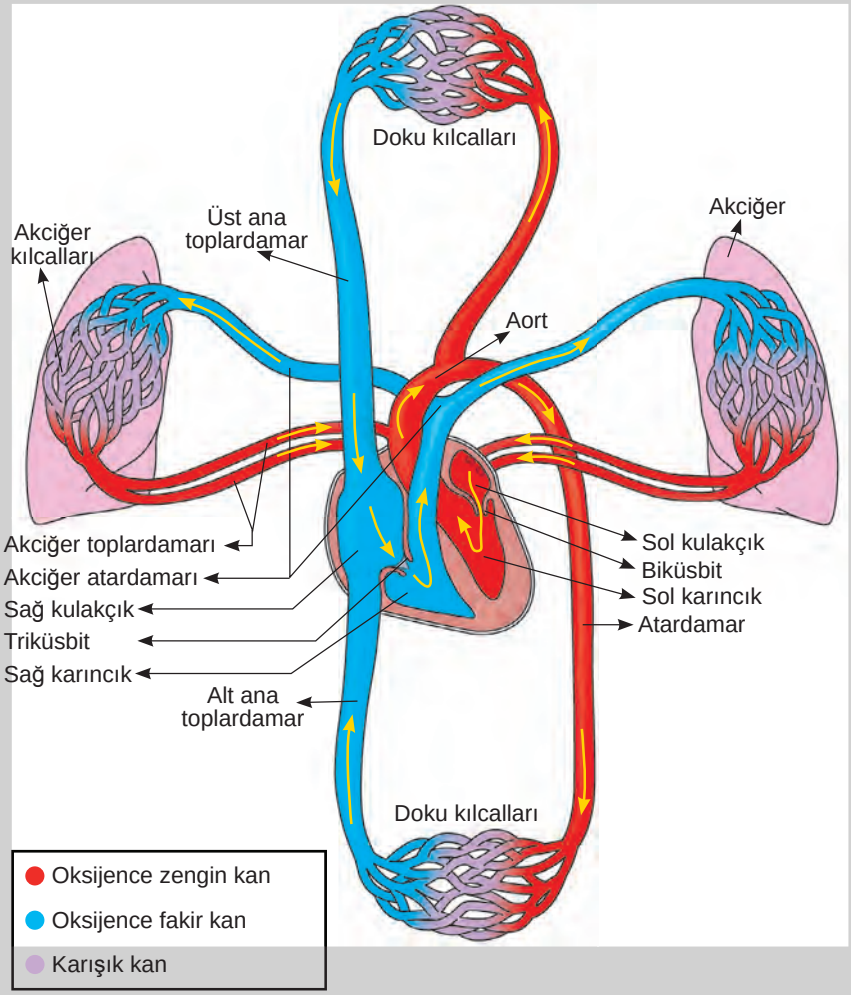
Kılcal damarların çapı çok küçük olmasına rağmen, dokular arasında geniş yüzey oluşturacak şekilde yayılmışlardır. Kılcal damarların toplam çapı, atardamar ve toplardamarlardan daha fazladır. Her atardamar, taşıdığı kanı çok sayıda kılcal damara iletir. Bu da atardamarlardaki kanın, kılcal damarlara geçtiğinde akış hızının yavaşlamasına neden olur (Grafik 1.3.2). Böylece yavaşlayan kan akışı sayesinde kan ile doku sıvısı arasında madde alış verişi gerçekleşir.

3. Kan Dolaşımı

İkinci yüzyılda bir Yunan bilim insanı kanın kalpten vücuda, vücuttan da kalbe aktığı görüşünü ortaya atmıştır. Bu görüş uzun yıllar boyunca doğrulanamamıştır. 1628 yılında William Harvey (Vilyım Harvi) kalbin yapısını, kapakçıklarını ve toplardamar kapaklarını incelemiştir. Harvey, bu yapıların kanın tek yönde akışını sağladığı, dolayısıyla da kanın vücutta dolaşması gerektiği sonucuna varmıştır. Böylece kalbin kanı, atardamarlar ile dokulara pompalayıp toplardamarlar ile tekrar geri topladığını göstermiştir. Harvey ince atardamar uçları ile toplardamar uçları arasında bir bağlantı olduğunu da düşünmüş, ancak bu bağlantıyı sağlayan yapıları tespit edememiştir. 1660 yılında Marcello Malpighi (Marsello Malpigi) bir kurbağanın vücudundan aldığı zarda, kılcal damarlara rastladığını bildirmiştir. Bu damarların atardamarlarla toplardamarları birbirine bağladığını göstermiştir. İtalyan anatomistin yaptığı bu çalışmalar Harvey'in kan dolaşımı teorisini doğrulamıştır.

Kanın vücuttaki dolaşımı büyük ve küçük kan dolaşımı olarak iki kısımda incelenir:

Kalpteki oksijence fakir kanın akciğer atardamarı ile sağ karıncıktan çıkıp akciğerlere giderek oksijence zenginleştikten sonra akciğer toplardamarıyla sol kulakçığa dönmesine **küçük kan dolaşımı** denir (Şekil 1.3.16).



Şekil 1.3.16. İnsanda büyük ve küçük kan dolaşımı

Kalbin sol kulakçığına gelen oksijence zengin kan daha sonra kalbin sol karıncığına geçer. Oksijence zengin kanın aortla sol karıncıktan çıkıp tüm vücudu dolaştıktan sonra oksijence fakirleşerek alt ve üst ana toplardamarlarla kalbin sağ kulakçığına dönmesine **büyük kan dolaşımı** denir (Şekil 1.3.16).

4. Kanın Görevleri ve Yapısı

Kan hücreleri ve plazmadan meydana gelen kan doku, vücudu bir ulaşım ağı gibi saran damarlar içinde dolaşır. Kan; vücutta taşıma, düzenleme, savunma ve koruma gibi önemli görevleri olan özel bir sıvıdır.

Taşıma görevi: Akciğerlerden aldığı oksijeni ve sindirim sonucu oluşan besin monomerlerini hücrelere, metabolik atıkları da böbrek, akciğer ve deri gibi boşaltım organlarına taşır. Kan ayrıca salgı bezleri tarafından üretilen hormonları hedef hücrelere götürür.

Düzenleme görevi: Vücudun su, asit ve baz dengesini düzenler. Ayrıca vücut sıcaklığının sabit tutulmasını sağlar.

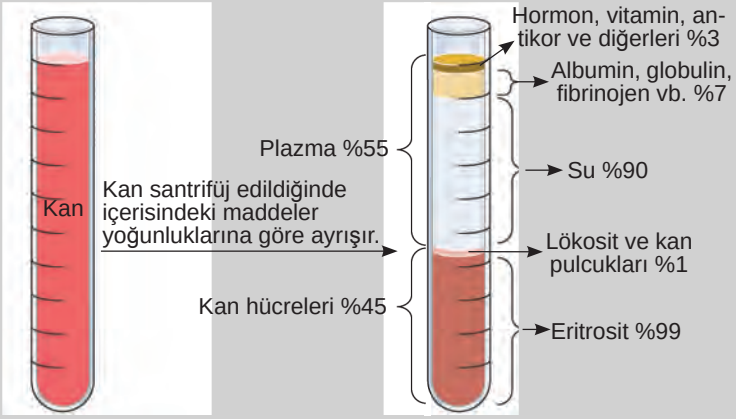
Savunma ve koruma görevi: Kan, vücuda giren yabancı maddeleri etkisiz hâle getirir. Bu durum kanda bulunan akyuvar ve antikorlar

Araştıralım Öğrenelim

Büyük ve küçük kan dolaşımıyla ilgili simulasyonları içeren bir sunum hazırlayınız. Sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

ile sağlanır. Ayrıca yaralanma durumunda pıhtılaşarak hem kanamayı durdurur hem de yara açıklığından mikropların girmesini engeller.

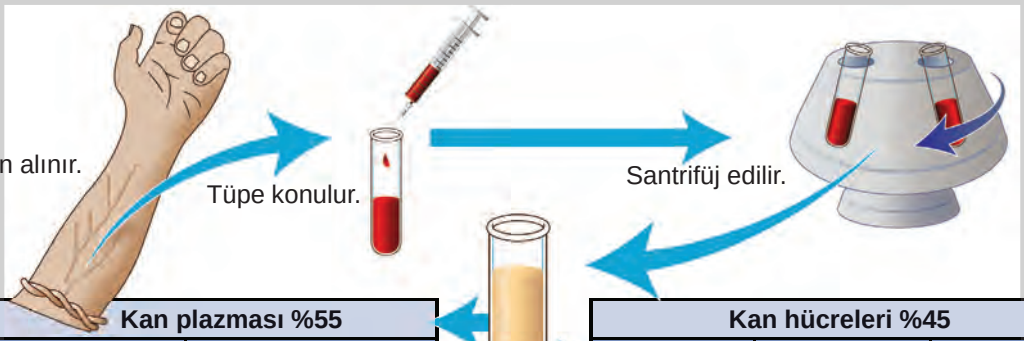
Yetişkin bir insanda ortalama 4-5 litre kan bulunur. Kanın %55'ini plazma, %45'ini ise kan hücreleri oluşturur (Şekil 1.3.17).



Şekil 1.3.17. Kan; plazma ve kan hücrelerinden meydana gelir.

a. Plazma

Kan dokunun sıvı olan ara maddesine plazma denir. Plazma, içinde bulunan çözünmüş proteinlerden dolayı sarı renktedir. Akıcı özelliğe sahip olan kan plazmasının yaklaşık %90'ı su, %7'si protein (albumin, globülin, fibrinojen), geri kalan kısmı hormon, antikor, vitamin, amino asit, karbonhidrat, yağ, üre, ürik asit, enzim gibi organik maddelerle sodyum, klor, magnezyum, bikarbonat gibi iyonlardan oluşur (Şekil 1.3.18).



Kan plazması %55

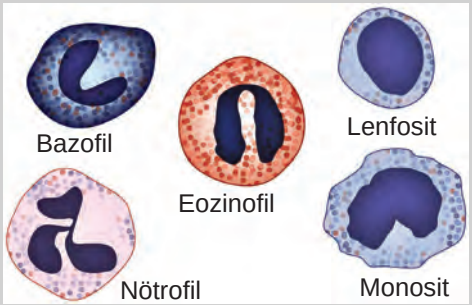
Plazmada bulunan maddeler	Kandaki görevi
Su	Madde taşıma görevi yapan çözücü
İyonlar Sodyum, potasyum, bikarbonat, kalsiyum, magnezyum, klor	Ozmotik denge, pH düzenlenmesi
Plazma proteinleri Albumin, fibrinojen, globulin, immünoglobülinler (antikorlar)	Ozmotik denge, pH düzenlenmesi, pıhtılaşma, savunma

Kan ile taşınan maddeler

- Besleyiciler (glikoz, proteinler, vitaminler, yağ asitleri)
- Metabolizma artıkları (CO_2, üre vb.)
- Hormonlar
- Oksijen

Kan hücreleri %45

Hücre çeşitleri	Sayı ($1mm^3$ kanda)	Kandaki görevi
Alyuvarlar	4-5 milyon	O_2 ve CO_2 taşıma
Akyuvarlar	8-10 bin	Savunma, bağışıklığı sağlama
Trombositler	150-400 bin	Pıhtılaşma

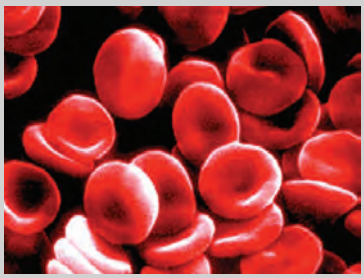


Şekil 1.3.18. Kan dokunun yapısı ve görevleri

b. Kan Hücreleri

Kanın %45'ini oluşturan hücresel kısım alyuvarlar (eritrosit), akyuvarlar (lökosit) ve kan pulcuklarından (trombosit) meydana gelir.

I. Alyuvarlar (Eritrositler)



Resim 1.3.1. Alyuvar hücreleri

1 mm^3 kanda yaklaşık 4-5 milyon alyuvar vardır (Resim 1.3.1). Yapılarında kana kırmızı rengini veren hemoglobin bulunur. Hemoglobin, oksijen ve karbon dioksidin taşınmasında görev alır.

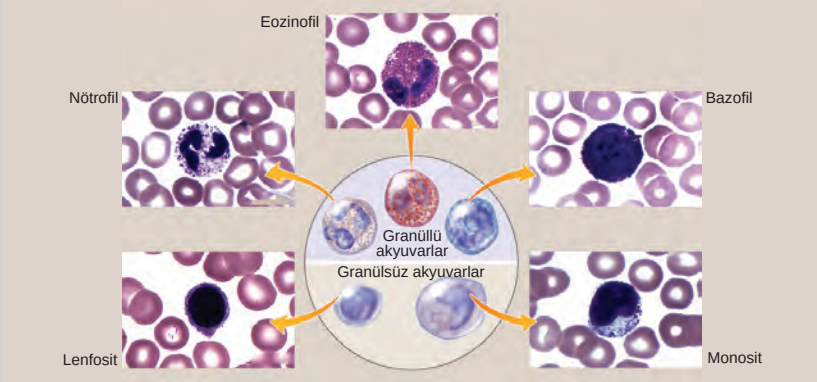
Alyuvar sayısı cinsiyete, yaşa ve deniz seviyesinden yüksekliğe göre değişir. 1 mm^3 kanda erkeklerde 5 milyon, kadınlarda ise 4 milyon kadar alyuvar bulunur. Erkeklerdeki alyuvar sayısının fazla olmasının nedeni erkek eşey hormonunun kan yapımını artırıcı etkisidir. Deniz seviyesinden yükseklere çıkıldıkça da alyuvar sayısı değişir. Yükseklerde atmosferdeki oksijen miktarı azaldığı için alyuvar sayısı artar. Çünkü solunan havada bulunan az miktardaki oksijenden faydalanmak için çok sayıda alyuvara ihtiyaç vardır.

Fetüste 3-5. aylar arasında karaciğer ve dalakta üretilen alyuvarlar, gebeliğin 5. ayından itibaren yaşamın sonuna kadar kırmızı kemik iliğinde üretilir. Alyuvarlar ilk oluştuklarında çekirdekleri ve organelleri bulunur. Olgunlaştıklarında bu yapılarını kaybettikleri için bölünemez ve kendilerini yenileyemez. Alyuvarlar aktif hareket edemez. Bir yerden başka bir yere taşınmaları kan akışı ile sağlanır. Ömürleri ortalama 120 gündür. Ömürlerini tamamlayan alyuvarlar karaciğer ve dalakta parçalanır.

II. Akyuvarlar (Lökositler)

1 mm^3 kanda yaklaşık 8 bin-10 bin arasında bulunan akyuvarlar, şeffaf görünümlü kan hücreleridir. Alyuvarlardan farklı olarak bu hücrelerin çekirdekleri ve organelleri vardır. Amip gibi yalancı ayaklar oluşturup aktif hareketlerle doku aralarına yayılabilir. Akyuvarlardan bazıları fagositoz yaparak, bazıları da antikor oluşturarak vücut savunmasında görev alır. Vücutta enfeksiyon olduğunda akyuvar sayısı artar. Sayısı artan akyuvarlar da enfeksiyona neden olan yabancı maddeleri etkisiz hâle getirir. Ayrıca akyuvarlar hasar görmüş doku parçalarını da yok eder.

Akyuvarların ömürleri genelde 4 saat ile 4 gün arasında değişir. Bazı akyuvarlar vücuda giren yabancı maddeleri tanıyabilen kan hücrelerine (hafıza hücreleri) dönüşür ve uzun zaman yaşayabilir.



Şekil 1.3.19. Akyuvar çeşitleri

Akyuvarlar sitoplazmalarında taneciklerin olup olmamasına göre granüllü ve granülsüz olmak üzere ikiye ayrılır (Şekil 1.3.19):

Granüllü Akyuvarlar

Akyuvarlardan bazıları özel boyama yöntemleri ile boyanarak mikroskop altında incelendiğinde sitoplazmalarında granül adı verilen tanecikler görülür. Bu akyuvarlara granüllü akyuvarlar denir. Çekirdekleri boğumludur. Kırmızı kemik iliği tarafından üretilen granüllü akyuvarlar nötrofil, eozinofil, bazofil olmak üzere üçe ayrılır:

Nötrofiller bakterileri fagositozla yok eder. Bakteri enfeksiyonlarında sayıları artar. **Eozinofiller** tenya, kancalı kurt gibi parazit enfeksiyonlarında ve alerjik reaksiyonlarında etkilidir. **Bazofiller** heparin ve histamin salgılar. Heparin, kanın damar içinde pıhtılaşmasını engeller. Histamin ise kılcal damar geçirgenliğini sağlar. Histaminin aşırı artması kılcal damar geçirgenliğini arttırdığı için ödem oluşmasına neden olur. Ayrıca bazı alerjik reaksiyonların başlatılmasında önemli role sahiptir.

Granülsüz Akyuvarlar

Özel boyama yöntemleri ile boyanarak mikroskop altında incelenen granülsüz akyuvarların sitoplazmaları homojen görünür ve taneciklere rastlanmaz. Çekirdekleri büyük ve yuvarlaktır. Kemik iliğinde üretildikten sonra dalak, lenf düğümleri ve timus gibi lenfatik organlarda aktif hâle gelirler. Granülsüz akyuvarlar monosit ve lenfosit olarak iki gruba ayrılır:

Monositler akyuvarların en büyüğüdür, fagositoz yetenekleri oldukça gelişmiştir. Bu hücreler kılcal damarlardan doku aralarına geçerek bakterileri yutabilen makrofajlara dönüşür. **Lenfositler** bağışıklığın sağlanmasında görevlidir. Sinir dokularının dışında bütün dokularda bulunur. T ve B lenfositleri olmak üzere iki gruba ayrılır: **T lenfositleri** antijene doğrudan saldırarak vücudu savunur. **B lenfositleri** ise salgıladıkları maddelerle bakteri ve virüsleri etkisiz hâle getirir.

c. Kan Pulcukları (Trombositler)

1 mm^3 kanda 150 bin ila 400 bin kadar kan pulcuğu bulunur. Renksiz ve çekirdeksiz olup kemik iliğindeki büyük hücrelerden kopan parçalardan oluşur.

Kan pulcukları kanın pıhtılaşmasında görevli özel bir protein üretir. Ömürleri yaklaşık 7-10 gündür. Ömrünü tamamlayan kan pulcukları karaciğer ve dalakta parçalanır.

Taşıma ve dolaşımda önemli fonksiyonları bulunan kan dokunun yapısını öğrendiniz. Bu bilgilerinizden yararlanarak verilen etkinliği gerçekleştiriniz.

Etkinlik 1.3.4.

Etkinliğin Adı: Kan Dokudaki Hücrelerinin Mikroskopta Gözlenmesi

Amaç: Kanın yapısını kavrama

Araç Gereçler

Hazır kan preparatı, mikroskop, lam, lamel, steril pamuk, lanset, alkol, metilen mavisi

Uygulayalım

1. Hazır kan preparatını mikroskopta inceleyiniz.
2. Gördüğünüz kan hücrelerinin resimlerini çiziniz.
3. Kan hücrelerini şekil ve büyüklük açısından karşılaştırarak isimlendiriniz.

Hazır kan preparatı yoksa preparat hazırlamak için;

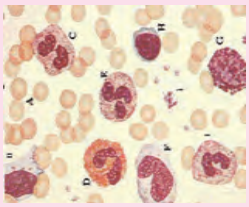
1. Öğretmeninizin gözetiminde parmağınızı alkol ile temizleyiniz. Hiç kullanılmamış lanseti parmağınıza batırarak birkaç damla kanı lam üzerine damlatınız.

Dikkat: Kullandığınız lanseti başkalarının kullanmasına izin vermeyiniz.

2. Lamın üzerine damlattığınız kanı lamel yardımıyla düzgünce yayınız ve oda sıcaklığında kurumaya bırakınız.

3. Hazırladığınız preparatı mikroskopta inceleyiniz.
4. Gördüğünüz kan hücrelerinin şeklini çiziniz. Bunların hangi kan hücreleri olduğunu belirleyiniz.
5. Mikroskopta incelediğiniz preparat üzerine birkaç damla metilen mavisi damlatarak oda sıcaklığında 2-3 dakika bekletiniz.
6. Metilen mavisi ile boyadığınız preparatın üzerini damıtılmış su ile dokunmadan yıkayınız.
7. Yıkadığınız preparatın alt yüzeyini kurutma kâğıdı ile siliniz. Daha sonra metilen mavisiyle boyanan üst yüzeyi yan tutarak kurumasını bekleyiniz.
8. Boyadığınız preparatı mikroskopta yeniden inceleyerek gördüğünüz kan hücrelerini çiziniz. Hangi hücrelerin sayıca daha fazla olduğunu tespit ediniz.

Sonuçlandıralım



1. Boyamadan önce ve boyadıktan sonra incelediğiniz preparattaki kan hücrelerinde ne gibi değişimler gözlemlediniz?
2. İncelemeleriniz sonucunda mikroskopta kaç çeşit kan hücresi görebildiniz?
3. İncelediğiniz preparatlarda yandaki resimde verilen kan hücrelerinden hangilerini gözlemlediniz?
4. Preparatta gördüğünüz alyuvarların sayısını akyuvarların sayısı ile kıyaslayınız.

Yaptığınız etkinliğin sonucunda kanda farklı hücrelerin bulunduğunu gözlemlediniz. Ayrıca sayıca en fazla olan kan hücrelerinin alyuvarlar olduğunu gördünüz. Şimdi de insanlarda görülen kan gruplarını öğreneceksiniz.

5. Kan Grupları

1667 yılında yapılan ilk kan naklinde hastaya bir hayvanın kanı verilmiş ve hasta ölmüştür. Daha sonraki yıllarda insandan insana kan nakli denemeleri yapılmıştır. Ancak bu denemelerin çoğu başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Bunun nedeni 1900'lü yıllarda Karl Landsteiner (Karl Lensteynır) tarafından yapılan araştırmalarla belirlenmiştir. Araştırmacı, değişik insan kanlarının kimyasal bakımdan farklı olduğunu ve verici ile alıcının kanlarının uyuşmadığı durumlarda alyuvarlarda kümeleşme yani aglütinasyon (çökelme) meydana geldiğini görmüştür.

Landsteiner'ın yaptığı ABO sistemi olarak bilinen bu çalışmaya göre, her insan dört farklı kan grubundan birine sahiptir. Bu gruplar A, B, AB ve O'dur. Bu farklı kan grupları alyuvarların zarında bulunan glikoproteinlere ve plazmadaki proteinlere göre belirlenir. Alyuvar zarında bulunan ve kan grubumuzun belirlenmesinde rol oynayan glikoproteinlere **antijen** (aglütinojen) denir. Plazmadaki proteinlere ise **antikor** (aglütinin) adı verilir. Alyuvar zarında A ve B olarak adlandırılan iki çeşit antijen, plazmada ise anti-A ve anti-B olarak adlandırılan iki çeşit antikor bulunabilir.

Biyoloji Teknoloji Toplum

Kan veren kişiler kan bekleyen kişilerin hayatlarını kurtarabilirler. 18 - 65 yaş arasında, ağırlığı 50 kilogramın üzerinde, önemli bir sağlık sorunu olmayan, hemoglobin ölçümü normal olan herkes yılda dört kez kan bağışında bulunabilir.

Kan bağışı sonrasında vücutta kan hücrelerinin üretimi ve yenilenmesi hızlanır.

♦ Siz, kan bağışı yapanların çoğalmasına nasıl katkıda bulunabilirsiniz?

A kan grubuna sahip bir kişinin alyuvarlarının zarında A antijeni, plazmasında ise anti-B antikoru bulunur. B kan grubuna sahip kişinin alyuvarlarında ise B antijeni, plazmasında ise anti-A antikoru bulunur.

AB kan grubundaki kişilerin alyuvarlarının zarında A ve B antijenleri bulunur. Ancak plazmasında antikor bulunmaz. O grubunun alyuvar zarında antijen bulunmaz, plazmada anti-A ve anti-B antikorları vardır. (Tablo 1.3.1).

Bir kan naklinde A antijeni ile anti-A, B antijeni ile anti-B bir araya gelmemelidir. Çünkü bu durumda alyuvarlar birbirine yapışır ve çöker. Örneğin A kan grubuna sahip bir kişinin kanı, B kan grubuna sahip bir kişiye verilirse A kan grubundan gelen A antijenleri B kan grubundaki Anti-A antikorları tarafından çökeltilerek aglütinasyona sebep olur. Çöken hücreler damarları tıkar ve ölüme yol açar.

Kan gruplarının belirlenmesinde Rh faktörü de etkilidir. Bunun belirlenmesini alyuvarlarda bulunan Rh antijeni sağlar (Bu antijen ilk kez Rhesus maymunlarında tespit edildiği için böyle isimlendirilmiştir.). Rh antijeni taşıyan kana Rh(+), taşımayan kana ise Rh(-) adı verilir. Normalde Rh(-) bireyin plazmasında Anti Rh antikoru yoktur (Tablo 1.3.2.). Rh(+) kan Rh(-) bireye verilirse Rh antijenine karşı anti-Rh (anti-D) antikoru oluşur. Bu durum aglütinasyona neden olur. Sonuç olarak kan alış verişinde A, B, AB ve O kan gruplarının uyumlu olmasının yanında Rh faktörünün de uyumlu olması gerekir.

Kanın yapısını, kan hücrelerinin özelliklerini ve görevlerini öğrendiniz. Şimdi de kan gruplarının nasıl belirlendiğini kavramak için aşağıda verilen etkinliği gerçekleştiriniz.

Tablo 1.3.1. Kan gruplarına göre antijen ve antikorlar

Kan Grubu	Kan Grubunu Oluşturan Faktörler	
	Antijen (Alyuvarlarda)	Antikor (Plazmada)
A	A	Anti-B
B	B	Anti-A
AB	A ve B	Yok
O	Yok	Anti-A ve Anti-B

Tablo 1.3.2. Kanda Rh faktörü ve özellikleri

Kan Grubu	Kan Grubunu Oluşturan Faktörler		Aldığı Grup	Verdiği Grup
	Rh Antijeni	Rh Antikoru		
Rh(+)	Var	Yok	Rh(+)	Rh(+)
Rh(-)	Yok	Yok	Rh(-)	Rh(-)

Etkinlik 1.3.4.

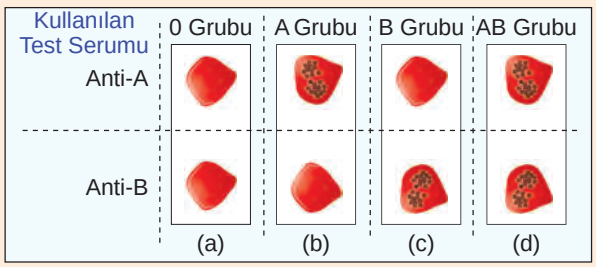
Etkinliğin Adı: Kan Gruplarının Belirlenmesi

Amaç: Kan gruplarını belirleme

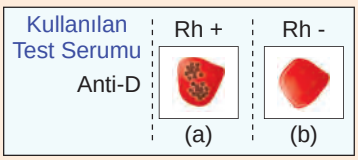
Araç Gereçler

Lam, lamel, steril pamuk, lanset, alkol, anti-A, anti-B, anti-D serumları

Uygulayalım



a) Her iki test serumunu damlattığınız kanda aglutinasyon yoksa incelenen kan, 0 grubudur.
b) Anti-A test serumunu damlattığınız kanda aglutinasyon varsa incelenen kan, A grubudur.
c) Anti-B serumunu damlattığınız kanda aglutinasyon varsa incelenen kan, B grubudur.
d) Her iki test serumunu damlattığınız kanda aglutinasyon varsa incelenen kan, AB grubudur.



a) Anti-D test serumunu damlattığınız kanda aglutinasyon varsa incelenen kan Rh+'tir.
b) Anti-D test serumunu damlattığınız kanda aglutinasyon yoksa incelenen kan Rh-'tir.

1. Öğretmeninizin gözetiminde parmağınızı alkol ile temizleyiniz. Yeni kullanacağınız lanset ile parmağınızı delerek lam üzerine birbirinden ayrı üç yere kan damlatınız.

2. Lamın bir kenarındaki kan damlasına anti-A test serumu, lamın diğer kenarındaki kan damlasına anti-B test serumu ve ortadaki kan damlasına anti-D test serumu damlatınız.
3. Kanın test serumlarıyla karışmasını sağlamak için lamı bir kaç dakika hafifçe hareket ettiriniz.
4. Lamı beyaz bir kâğıt üzerine koyarak kan damlası içerisindeki alyuvarların kümeleşip kümeleşmediklerine (çökelme) bakınız.
5. Kanınızın anti-A, anti-B ve anti-D serumlarına verdiği reaksiyonlara göre kan grubunuzu belirleyiniz.

Sonuçlandıralım

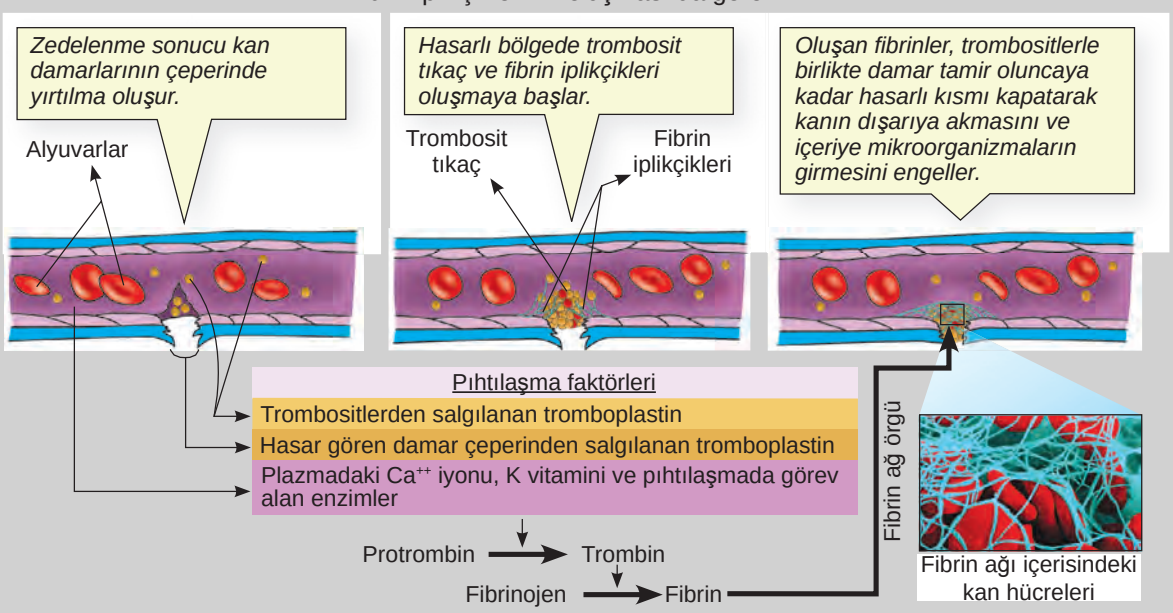
1. Hazırladığınız preparatlardaki kan örneklerinin bazılarında çökelme olup bazılarında olmamasının nedeni nedir?
2. 0 kan grubuna sahip bir bireye A kan grubuna sahip bir bireyden alınan kan verilirse ne olur?
3. Sınıfınızda A Rh(+), A Rh(-), B Rh(+), B Rh(-), AB Rh(+), AB Rh(+), 0 Rh(+), 0 Rh(-) kan grubuna sahip öğrencilerin sayıları kaçtır? Bu kan gruplarının dağılım oranını belirleyen bir grafik çiziniz.

Kan gruplarını belirlemeyi öğrendiniz. Şimdide kanın pıhtılaşmasının nasıl gerçekleştiğini öğrenelim

6. Kanın Pıhtılaşması

Bir yeriniz kesildiğinde, yaralanmalarda ya da herhangi bir nedenle başlayan bir kanamada; damardan kanın akmasını önlemek amacıyla kanda meydana gelen reaksiyonların tümü **pıhtılaşma süreci** olarak adlandırılır. Pıhtılaşma sonucu kanayan yerde oluşan pıhtı, zedelenen damar çeperinde tıkaç görevi görür. Basit ve olağan görünen bu olay acaba nasıl gerçekleşmektedir?

Hasar gören damar çeperinin kan ile teması sonucu kan pıhtılaşması başlar (Şekil 1.3.20). Başlangıçta hasarlı damar büzülür ve trombositler, zedelenen damar duvarındaki bağ doku liflerine yapışarak trombosit tıkacı oluşturur. Eğer damar hasarı küçükse sadece trombosit tıkacı, kan kaybını tamamen durdurur. Fakat hasar büyükse ek olarak fibrin iplikçiklerinin oluşması da gerekir.



Şekil 1.3.20. Kanın pıhtılaşma süreci

Pıhtılaşma hasar gören damar çeperinden ve trombositlerden tromboplastin enziminin salgılanmasıyla başlar. Aralarında tromboplastin, Ca^{++} iyonu, K vitamini ve çeşitli enzimlerin bulunduğu pıhtılaşma faktörleri protrombini trombine dönüştürür. Protrombin karaciğerde üretilen

ve trombinin inaktif hâli olan enzimdir. Trombin, enzim görevi yaparak karaciğerin salgıladığı plazma proteini olan fibrinojeni fibrin iplikçiklerine çevirir. Daha sonra fibrin iplikçiklerinin oluşturduğu ağ, trombosit tıkacı üzerine yapışıp kan hücrelerini ve plazmayı da içine alarak pıhtıyı oluşturur. Pıhtı ile de hasarlı yer kapanır.

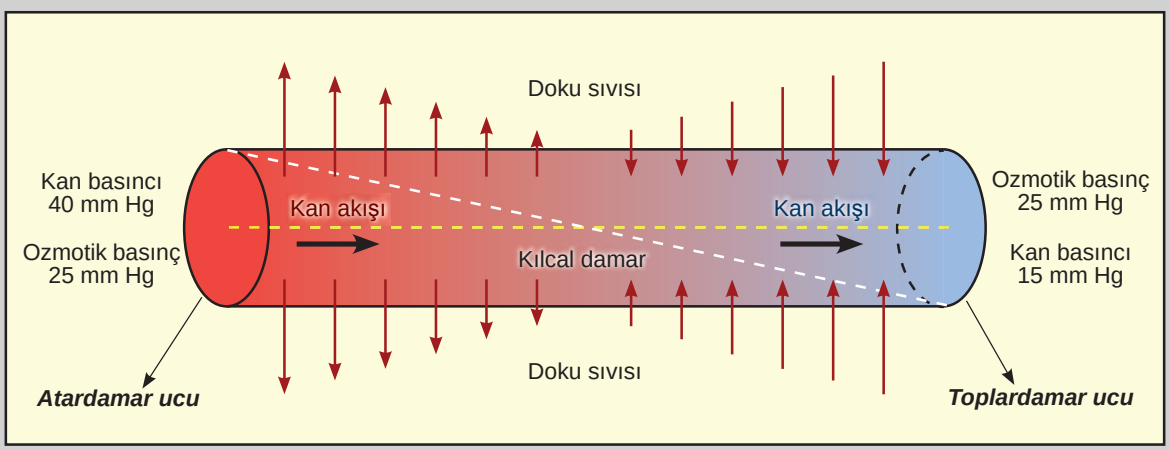
Pıhtılaşma sürecinde genetik faktörler de etkilidir. Pıhtılaşma faktörlerden birini kodlayan genlerde kusur olursa, bu genin kontrolünde olan pıhtılaşma faktörleri üretilemez ya da eksik üretilir. Bu durumda hemofili hastalığı ortaya çıkar. Bu hastalığın görüldüğü kişilerde yaralanma durumunda kan pıhtılaşmaz. Kan kaybı kişinin hayatını tehlikeye sokabilir.

Kanamalarda kanın pıhtılaşması ne kadar önemli ise kanın damar içinde pıhtılaşmadan dolaşması da hayatın devamı için o kadar önemlidir. Damarlar içerisindeki kanın pıhtılaşmasının engellenmesi mast hücrelerinden salgılanan heparin yardımıyla sağlanır.

7. Kan İle Vücut Hücreleri Arasındaki Madde Alış Verişi

Kılcal damarlarda atardamar ucundan toplardamar ucuna doğru gidildikçe kan basıncı düşer. Bu durum kan ile vücut hücreleri arasındaki madde alış verişine ne gibi katkı sağlar?

Vücudumuzu oluşturan hücreler doku sıvısı adı verilen bir ortam içinde yaşar. Bu ortamda hücreler ile kılcal kan damarları arasında madde alış verişi gerçekleşir (Şema 1.3.2). Doku sıvısı kan plazmasının kılcal damarlardan doku hücreleri arasındaki boşluklara kontrollü olarak sızmasıyla meydana gelir. Doku sıvısı içinde küçük moleküllü proteinler, glikoz, amino asit, vitamin, mineraller, su, atık maddeler ve solunum gazları gibi bileşenler vardır. Albümin, globülin, fibrinojen büyük moleküllü plazma proteinleri oldukları için kılcal kan damarlarından doku sıvısına geçemez. Bu nedenle kılcal damar içinde ozmotik basınç oluşur. Kılcal kan damarları boyunca bu basınç sabittir, değişmez. Kan basıncı ise kılcalların atardamar ucundan toplardamar ucuna doğru gidildikçe azalır. Kılcalların atardamar ucundaki kan basıncı, ozmotik basınçtan yüksek olduğu için su ve çözünmüş maddeler kılcal damarlardan doku sıvısına geçer. Kılcalların toplardamar ucunda ise kan basıncı ozmotik basınçtan düşüktür. Buradaki su ve çözünmüş maddeler doku sıvısından kılcal kan damarlarına geçer.



Şema 1.3.2. Kılcal damar ile doku sıvısı arasındaki madde alış verişinde ozmotik basınç ve kan basıncı etkilidir (Dikey oklar basınç farkına bağlı olarak kılcal damarlar ile doku sıvısı arasındaki madde geçişini göstermektedir).

Biliyor musunuz?

Fil hastalığı (elephantiasis), Wuchereria bancrofti ve Brugia malayi adlarındaki ipliksi solucanların larvalarının neden olduğu bir hastalıktır.

Fil hastalığının en önemli özelliği; lenf damarlarını tıkayarak iltihaplanmaya yol açmasıdır. Bunun sonucunda özellikle ayak ve bacaklarda aşırı şişme görülür.

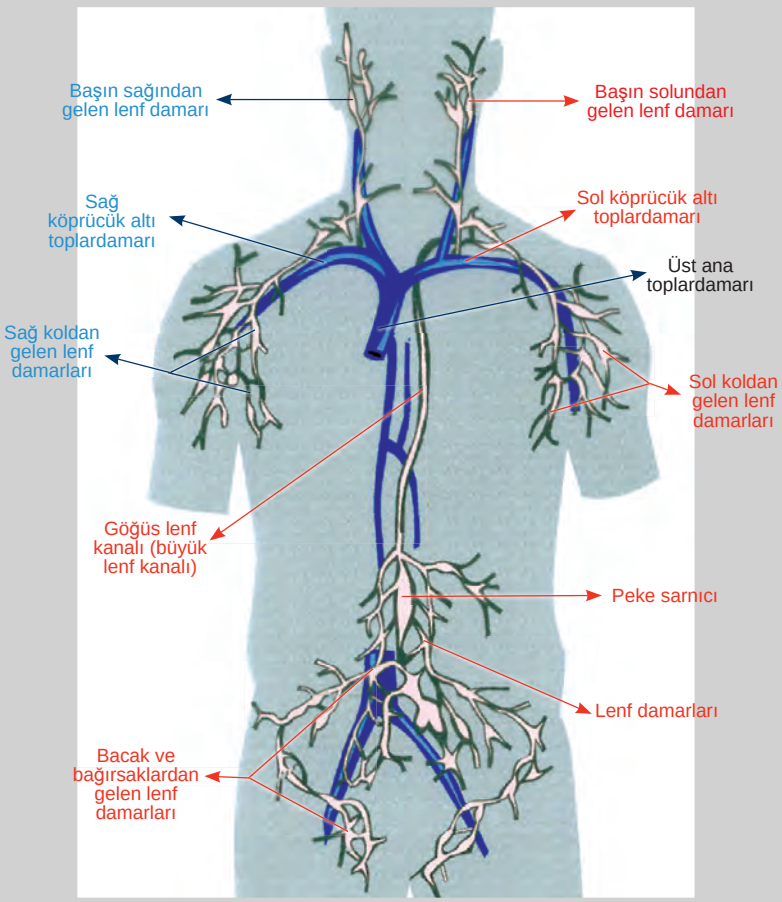
Genelde tropikal bölgelerde görülen bu hastalığa Antalya civarında da rastlanmaktadır.

8. Lenf Dolaşımı

Her gün yaklaşık 4 litre sıvı, kılcal damarlardan doku aralarına geçer. Vücut hücreleri ile kan arasında madde alış verişinde önemli rol oynayan bu sıvının tamamı hücreler arası boşluklardan kılcal damarlara geri dönmez. Hücreler arası boşluklarda kalan bu doku sıvısının kan dolaşımına geri dönmesi lenf dolaşımı ile sağlanır. Lenf damarlarına giren doku sıvısı bundan sonra **lenf** (akkan) olarak isimlendirilir.

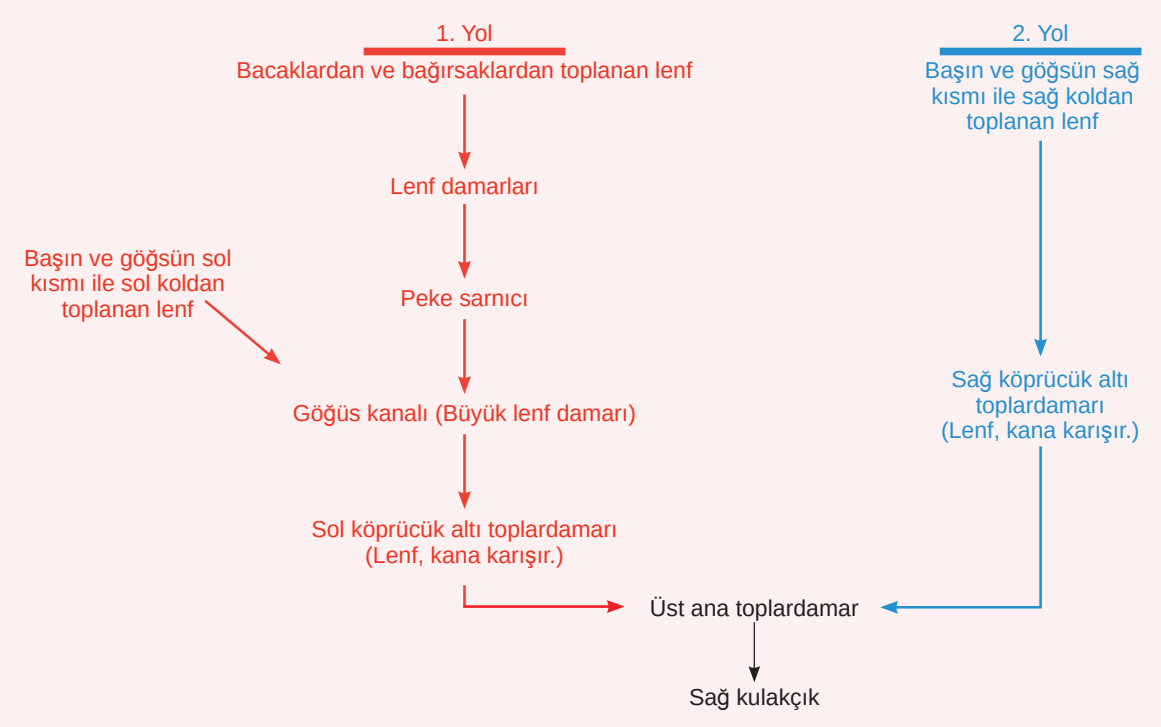
Lenf içinde kan damarlarına geçemeyen, akyuvarlar ve bir miktar doku sıvısı bulunur. Lenf alyuvar içermediği için renksizdir.

Lenf dolaşımında, lenften başka, lenf damarları ve lenf düğümleri de yer alır. Lenfi taşıyan damarlar, lenf kılcalları ve lenf toplardamarlarıdır. **Lenf kılcalları** dokuların içine yayılmış, bir ucu kapalı çok ince damarlardır ve tek sıra epitelden yapılmış endotel tabakadan oluşur. Bu kılcallar daha sonra lenf toplardamarlarına bağlanır. Lenf toplardamarları daha büyük çaplıdır ve tek yöne açılan kapakçıklara sahiptir. Ayrıca lenf, kalp tarafından pompalanmadığından lenf hareketi kana göre oldukça yavaştır. Lenf hareketi toplardamarlardakine benzer şekilde doku ve organlardan kalbe doğru gerçekleşir (Şekil 1.3.21).



Şekil 1.3.21. İnsanda lenf dolaşımı

Bu hareket sırasında iskelet kaslarının kasılması, solunum sırasında göğüs kafesinde meydana gelen basınç farkı, tek yöne açılan kapakçıklar ve arkadan gelen sıvının öndeki sıvıyı itmesi ile sağlanır. Lenf sıvısı vücutta iki yolla taşınarak kan dolaşımına katılır. (Şema 1.3.3).



Şema 1.3.3. Lenf sıvısının kan dolaşımına katılması

Lenf dolaşımında ayrıca, lenf damarlarının birleştiği yerlerde, özel hücre kümelerinden meydana gelen **lenf düğümleri** vardır. Bu düğümler bağışıklıkta etkili olan lenfositleri üretir. Bu yapılar zararlı mikroorganizmaları süzerek vücut savunmasında da önemli rol alır. Lenf düğümleri içinde yer alan bal peteği yapısındaki boşluklar lenfositlerle doludur. Vücut bazı enfeksiyonlara karşı koyarken bu hücreler hızla çoğalır ve lenf düğümlerinde şişme meydana gelir.

C. VÜCUT SAVUNMASI

İnsan vücudu her gün, çevresinde bulunan çok sayıda hastalık yapıcı mikroorganizmanın saldırısına uğrar. Sağlıklı bir vücut; karşılaştığı hastalık etkenleriyle ve yabancı maddelerle kolayca baş eder. Çünkü vücudumuzun içinde bağışıklık sistemi adı verilen bir savunma mekanizması vardır. Bu sistem bizi çevremizde bulunan ve vücudumuza girdiğinde enfeksiyona yol açabilen birçok etkene karşı korur.

Çevremizde virüs, bakteri, mantar ve daha pek çok hastalık etkeni bulunmaktadır. Bu etkenlerin insan vücuduna girerek çoğalmalarına **enfeksiyon** adı verilir. Hastalık yapan bu mikroorganizmaları vücudun yabancı olarak tanımasına ve bunlara karşı kendini korumak ve savunmak için gösterdiği tepkiye **bağışıklık**, bağışıklığın oluşmasında etkili olan organ ve yapılara ise **bağışıklık sistemi** (immun sistem) denir.

1. Bağışıklık Sistemi

Bağışıklık eski çağlardan bu zamana kadar insanların ilgisini çekmiştir. Örneğin tarihçi Tukidides MÖ 430 yılında Atina'da görülen veba salgınında daha önce veba geçirmiş insanların bu hastalığa yakalanmadığını yazmıştır. Bir başka tarihî bilgide ise XV. yüzyılda Çinliler ve Türklerin çiçek hastalığına karşı bağışıklık kazandıkları belirtilmiştir. Bu insanların çiçek hastalığına karşı, çiçek yaralarındaki kabukları toz hâline getirip burunlarından çektikleri ya da bıçakla çizerek oluşturdukları yaraya sürerek bağışıklık kazandıkları biliniyor.

Vücudumuz, hastalık etkenlerine karşı kendini korumak ve savunmak için çeşitli savunma hatlarına sahiptir. Bu hatlardan ilk ikisi özgül değildir yani bir hastalık yapıcı etken diğerinden ayırt edilmez. Buna **genel savunma** da denir. Genel **savunmanın birinci hattı** hastalık etkeninin vücuda girişini engeller. Bu ilk hat; ağız, burun, göz, mide, deri, epitel doku ve bunların salgılarından oluşur.

Savunmanın birinci hattında;

- Derinin mikropların girişini engellemesi ayrıca salgıladığı ter ve yağ ile pH'ı düşürerek mikropların yerleşmesini önlemesi,
- Ağız yoluyla alınan mikroorganizmaların midedeki asit salgısı ve enzimlerle yok edilmesi,
- Solunum yoluyla alınan mikroorganizmaların burun içi kıllarına veya solunum yollarındaki mukusa yapışarak dışarı atılması,
- Göz yaşında, solunum kanalında ve sindirim kanalında bulunan lizozim salgısının bakterileri parçalaması gibi engeller mikroorganizmaların vücuda girişini önler.

Birinci hattı geçmeyi başarabilen mikroplar **savunmanın ikinci hattı** ile karşılaşır. Burada fagositoz, doğal kâtil hücreler, iltihaplanma (yangısal tepki) ve antimikrobiyal proteinler etkilidir.

Fagositoz farklılaşmış akyuvar hücreleri tarafından gerçekleştirilir. Bunlardan nötrofiller, fagositik hücrelerin yaklaşık %60-70 kadarını oluşturur. Enfeksiyonlu dokuya giren nötrofiller buradaki mikropları içine alarak parçalar. Ömürleri sadece birkaç gündür. Monositler ise fagositoz yapan hücrelerin %5'ini oluşturur. Bu hücreler oluştuktan birkaç saat sonra dokulara giderek burada makrofajlara dönüşür. Makrofajlar büyük ve uzun ömürlü hücrelerdir. Bazı makrofajlar vücutta dolaşır. Bazıları ise akciğer, karaciğer, böbrekler ve beyin gibi organlarda sürekli kalır. Örneğin karaciğerdeki Kupffer hücreleri, akciğerdeki makrofajlar bulundukları yerde sürekli kalan ve mikropları fagosite eden özel hücrelerdir. Eozinofiller, fagositoz yapan hücrelerin sadece %1,5'ini oluşturur. Bu hücreler, kan trematodu *(Schistosoma mansoni)* gibi büyük parazitleri yok eder.

Özgül olmayan savunmanın ikinci hattında bulunan diğer bir savunma hücresi ise **doğal kâtil hücrelerdir**. Doğal kâtil hücreler mikroorganizmaları fagosite etmez. Bunlar salgıladıkları lizozim enzimleri ile yapıştıkları virus bulaşmış ya da kanserleşmiş hücreleri parçalayarak yok eder.

İltihaplanma (yangısal tepki) oluşumu çeşitli şekillerde zarar görmüş ya da mikroorganizmalar tarafından enfekte edilmiş dokuda ortaya çıkan bir durumdur. Çeşitli etkenler ile zedelenmiş bir dokuda, ortaya çıkan iltihaplanma durumunda yaralı dokuda bulunan bazofiller ve mast hücreleri ortama **histamin** verir. Histamin, damar geçirgenliğini arttırır, bu da yaralı dokuya kan akışının hızlanmasını sağlar. Böylece kılcallardan doku sıvısına madde geçişi artar. Bunun sonucunda da kızartı ve ödem oluşur. Ortamda bulunan hastalık etkeni bakteriler ve yaralı dokudan salınan çeşitli maddeler, nötrofil ve makrofaj gibi fagositoz yapan akyuvar hücrelerini uyarır ve yaralı dokuya geçmelerini sağlar. Akyuvarlar, burada bulunan hastalık yapıcı bakterileri (patojen) yok eder. Bu sırada fibrinojen ve pıhtılaşmada rol oynayan diğer proteinler de pıhtı oluşturarak mikropların sağlıklı dokuya yayılmasını önler.

Virüsle enfekte olmuş hücreler **interferon** adı verilen ve mikropların çoğalmasını engelleyen **antimikrobiyal proteinler** salgılar. İnterferon, komşu hücrelere sızarak bu hücrelerde virüslerin çoğalmasını engelleyen başka kimyasal maddeler üretilmesini sağlar. Bu yolla interferonlar

nezle, grip gibi enfeksiyonlarda virüslerin hücreden hücreye yayılmasını engeller. Aynı zamanda interferonlar fagositoz yapan hücreleri uyararak mikroorganizmaların fagositozla yok edilmesini sağlar.

Vücut savunmasında enfeksiyona karşı diğer bir tepki de **ateşin yükselmesi**dir. Hastalık etkeni bakteriler tarafından üretilen toksinler ateşi yükseltebilir. Çok yüksek ateş (40-43 °C) hasta vücudundaki enzimlerin yapısını bozduğu için zararlı olabilir ancak orta derecedeki ateş (38,5-39 °C) mikroorganizmaların üremelerini durdurduğu gibi fagositozu kolaylaştırır, doku tamirini hızlandırır.

Savunmanın üçüncü hattı, bazı mikroorganizmaları, değişime uğramış vücut hücrelerini, toksinleri ve yabancı molekülleri tanıyan bağışıklık sistemi hücrelerince oluşturulur. **Antikor** olarak adlandırılan özgül savunma proteinlerinin yapımını da içeren bu savunma hattında, akyuvar çeşitlerinden olan lenfositler görev alır.

Araştıralım Öğrenelim

Bağışıklık sistemini baskılayan hastalıklardan bir tanesini belirleyerek araştırınız. Çalışmalarınızı bilgisayarda sunum hazırlayarak ya da panoda sergileyerek sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. Özgül Bağışıklık

Mikroorganizmalar vücuda girdiklerinde, fagositik hücreler, yangısal tepki ve antimikrobiyal maddeler ile birikte vücut savunmasının üçüncü hattını oluşturan lenfositlerle de karşılaşır. Lenfositler sadece mikroorganizmaları değil, yabancı olarak gördükleri kanser hücrelerini ve nakledilmiş dokuları da yok etmeye çalışır. Omurgalı bir canlıda **B lenfositleri** ve **T lenfositleri** olmak üzere iki çeşit lenfosit bulunur. Hem T-lenfositleri hem de B-lenfositleri, kemik iliğindeki kök hücrelerinin farklılaşması ile oluşur. Bu hücreler olgunlaştıkları yere göre isimlendirilir. Olgunlaşmalarını fetüs döneminde karaciğerde, doğum sonrasında ise kemik iliğinde tamamlayan lenfositler B-lenfositleri, timus bezine göç ederek orada olgunlaşan lenfositler ise T-lenfositleri adını alır.

Biliyor musunuz?

B_6 vitamini; som balığı, sardunya balığı, soya fasulyesi, ceviz, karaciğer gibi besinlerde bulunur. Bağışıklığı sağlayan hücrelerin oluşumuna yardımcı olur.

Vücuda girdiğinde lenfositler tarafından yabancı olarak kabul edilen ve antikor oluşumuna sebep olan molekül, **antijen** olarak adlandırılır. Örneğin virüslere, bakterilere, mantarlara, protozoonlara, parazit solucanlara vb. canlılara ait moleküller antijendir. Antijen özellikli moleküller, polen ve nakledilmiş dokuların yüzeylerinde de bulunur. B ve T lenfositleri genetik olarak antijenleri tanıma özelliğine sahip biçimde üretilir. Antijen, vücuda girdiğinde B ve T lenfositleri çoğalmaya başlar ve bir kısmı antijenle savaşan kısa ömürlü hücrelere dönüşür. Bir kısmı da antijeni tanıyan hafıza (bellek) hücrelerine dönüşür. Bu olaya **birincil bağışıklık** denir. Hafıza hücreleri vücutta uzun süre kalır. Aynı hastalık etkeni ikinci defa vücuda girdiğinde daha önceden tanındığı için tepki daha güçlü ve kısa sürede gerçekleşir. Buna da **ikincil bağışıklık** adı verilir.

Bağışıklık sisteminde bulunan B lenfositleri humoral bağışıklıkta, T lenfositleri hücresel bağışıklıkta etkilidir.

Humoral (sıvısal) bağışıklık, B lenfositleri ve antikorlarla oluşturulan bağışıklığa denir. Humoral bağışıklık denmesinin nedeni bu antikorların kan plazması ve lenf içerisinde bulunmasıdır. B lenfositleri doğrudan antijenler tarafından uyarılıp bir kısmı hafıza hücrelerine dönüşürken bir kısmı da plazma hücrelerine dönüşerek antikor üretir. Üretildikten sonra kan ve lenfe verilen antikorlar yara veya enfeksiyon bölgesine giderek antijenleri etkisiz hâle getirir. Humoral bağışıklık, tifo, difteri gibi bakterilerin sebep olduğu hastalıklara karşı en etkili bağışıklık yöntemidir.

B-lenfositlerinin humoral bağışıklık oluşumunda ürettikleri antikorlar **immünoglobulinler** (Ig) olarak adlandırılır. İmmunoglobulinler protein yapısındadır. Bağışıklık sisteminde beş tip Ig üretilir. Bunlar farklı gö-

revleri üslenir. **IgM** antijen ile ilk karşılaşmada (enfeksiyon, aşı, vb.) ilk ve en erken sentezlenen Ig'dir. Çok sayıda antijeni bağlayıp çöktürme özelliğine sahip bir yapısı vardır. **IgG** kan ve lenf sıvısındaki bakteri, virüs ve toksinlere karşı koruma sağlar. Kanda en fazla bulunan ve plasenta yoluyla anneden fetüse geçebilen tek immünoglobulin türü IgG'dir. Yeni doğan bir bebeğin kanında anneden geçen IgG'ler dolaşır. Böylece ilk aylarda bebek, annenin dirençli olduğu çeşitli enfeksiyonlara karşı korunmuş olur. **IgA** çeşitli vücut salgılarında bulunan temel Ig'dir. Solunum, sindirim ve genital sistem salgıları ile gözyaşı, tükürük ve anne sütünde bulunur. Mukoza ile kaplı vücut kısımlarında bulunan IgA bakteri ve virüslerin buralara tutunmasını engeller. **IgD** plazma hücrelerinin hafıza hücrelerine dönüşümünü sağlar. **IgE** ise alerjik reaksiyonların başlamasından sorumludur.

Hücresel bağışıklık, antijenlerin T lenfositleri tarafından tanınmasıyla başlar. B lenfositleri antijeni olduğu gibi tanıyabilirken T lenfositleri ancak makrofajlar gibi bazı hücrelerin yardımıyla tanıyabilir. T lenfositleri bu antijenlerle uyarılarak sayılarını artırır ve antijenleri yok etmeye çalışır. T-lenfositleri antijeni doğrudan temas ederek yok ettiği için bu bağışıklığa **hücresel bağışıklık** adı verilir. Hücresel bağışıklık kanserli hücreler, parazitler, mantarlar, doku nakli, bakteri ve virüsle enfekte olmuş hücreler üzerinde etkilidir.

3. Bağışıklık Kazanılması

Bağışıklık iki şekilde kazanılır. Bunlardan birincisi canlının doğuştan getirdiği bağışıklıktır. Buna doğal bağışıklık da denir. Diğeri canlının sonradan edindiği bağışıklıktır. Buna da kazanılmış bağışıklık adı verilir.

Doğal bağışıklık, vücudumuzun herhangi bir hastalık etkenine karşı doğuştan dirençli olmasıdır. Bu direnç vücudun sahip olduğu deri, epitel doku, fagositoz yapan hücreler, doğal kâtil hücreler ve antimikrobiyal proteinler gibi savunmanın 1 ve 2. hattını oluşturan yapılar tarafından sağlanır. Doğal bağışıklık kalıtsaldır, türe ve ırka özgüdür. Örneğin zenciler sarıhumma hastalığına karşı doğal bağışıklığa sahiptir. Ayrıca diğer organizmalarda hastalığa sebep olan bazı etkenler insanda hastalığa yol açmaz. Örneğin sığır vebası, tavuk kolerası gibi hastalıklar insanda etkili değildir. Diğer yandan insanlar için öldürücü ve ağır seyreden çocuk felci, kabakulak, kızamık ve frengi gibi hastalıklara da hayvanlar dirençlidir.

Kazanılmış bağışıklık, aktif ve pasif olarak iki şekilde ortaya çıkar:

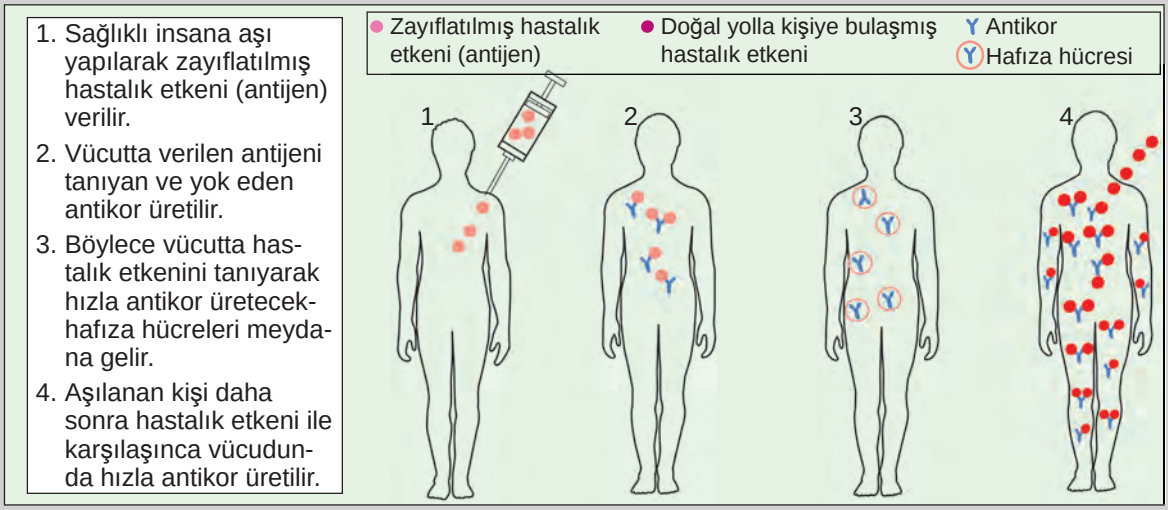
Aktif bağışıklık, hastalık etkeni mikroorganizmaların ya da mikroorganizmalara ait maddelerin vücuda girmesi durumunda vücudun bu antijenlere karşı B ve T lenfositleri ile savunma yapmasıdır. Aktif bağışıklık iki şekilde kazanılır. Bunlardan birincisi hastalığın geçirilmesi diğeri de aşı yapılmasıdır. Örneğin kızamık ve kabakulak hastalığı geçiren bir kişi aktif bağışıklık kazanmış olur. Aşı ise hastalanmadan önce sağlıklı bireylere yapılır. Aşılamada hastalık meydana getiren ölü veya zayıflatılmış bakteriler ya da bakteri toksinleri vücuda enjekte edilir. Vücutta bunlara karşı oluşan lenfositlerden bazıları hafıza hücrelerine dönüşür (Şekil 1.3.22). Kişi aynı hastalık etkeni ile tekrar karşılaştığında, o hastalığa karşı vücutta hazır bulunan hafıza hücreleri antikorların hızla üretilmesini sağlar. Bu antikorlar hastalık etkenini hastalık oluşturamadan ya da hastalık ilerlemeden yok eder. Böylece hastalık görülmez veya hafif olarak atlatılır. Çiçek, çocuk felci, kuduz, kızamık, kabakulak ve Hepatit-B gibi hastalıklara karşı aşılar geliştirilmiştir.

Araştıralım Öğrenelim

Bahar mevsiminde alerjik reaksiyonlarda görülen artışın sebebi nedir? Alerjiye karşı nasıl önlem almalıyız? Araştırınız. Edindiğiniz bigilerden bir poster sunumu hazırlayınız. Sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Biliyor musunuz?

MS (Multipl skleroz), beyin, beyincik, omurilik, ve sinirleri etkileyen bir hastalıktır. Vücut kendinden olan sinir dokuyu yabancı gibi algılaryarak immünolojik savunma oluşturur. Böylece bazı sinir hücrelerini saran miyelin kılıfının yıkılmasına neden olur. Miyelin kılıf herhangi bir yerden yıkıldığında uyartı iletimi yavaşlar ya da yanlış yerlere doğru yönlenir. Bunun sonucunda ise görme kaybı, kol, el ve bacakta güçsüzlük; yürüyüşte bozulmalar ve dengesizlik, konuşmada ağırlaşma ve peltekleşme gibi MS belirtileri ortaya çıkar.

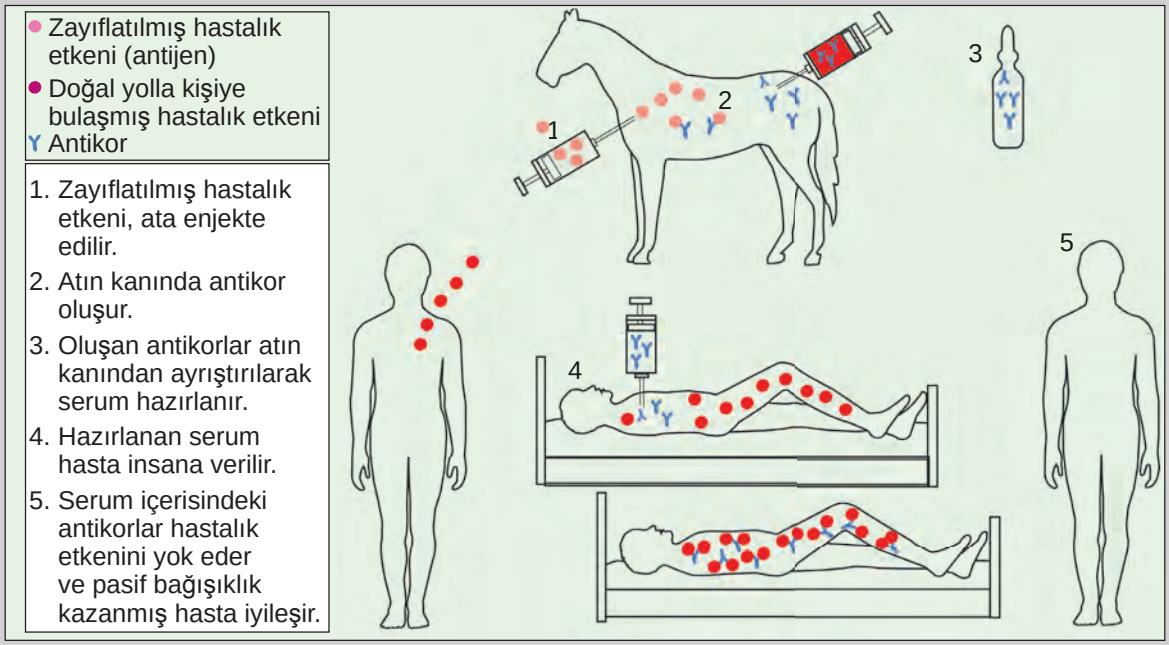


Şekil 1.3.22. Aşı, yapay yolla aktif bağışıklık kazanılmasını sağlar.

Hastalanmış kişilere başka bir canlının vücudunda geliştirilen antikorların hazır olarak verilmesine ve bu yolla bağışıklık kazanılmasına **pasif bağışıklık** denir. Hazır antikorlar bireye serum ile verilir. **Serum** at ve sığır gibi hayvanların kanından elde edilir. Hayvanın vücuduna serumu hazırlanacak hastalığın mikrobu verilir. Bu mikroba karşı hayvan vücudu, antikor oluşturur. Daha sonra hayvandan alınan kanın hücreleri ve diğer proteinleri ayrıştırılarak antikor taşıyan serum elde edilir. Bu serum hastalık anında vücuda verilerek antikor takviyesi yapılır ve vücudun direnci arttırılır (Şekil 1.3.23). Örneğin hepatit B, kızamık gibi hastalıklarda serum verilerek tedavi edilir. Böylece hastalığın daha kısa sürede atlatılması sağlanır. Serum, tedavi amaçlı kullanılır, koruyucu değildir, kısa süreli bağışıklık sağlar. Pasif bağışıklık anne sütü ve plasenta yolu ile anneden yavruya geçen antikorlarla da sağlanır.

Araştıralım Öğrenelim

Doğduğunuz andan bugüne kadar hangi aşıları yaptırdınız? Bu aşıların bağışıklık sistemi üzerine ne gibi etkileri vardır? Araştırınız. Edindiğiniz bilgileri sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.



Şekil 1.3.23. Başka bir canlının vücudunda üretilmiş antikorların hasta kişiye verilmesi yapay yolla kazanılmış pasif bağışıklığın oluşmasını sağlar.

Biliyor musunuz?

Edward Jenner (Edvırd Cenır), İngiltere'deki çiftliklerde çalışan bazı genç işçilerin çiçek hastalığına karşı aşılanmış gibi bağışıklık kazandıklarını gördü. Bunların hepsinin, süt ineklerinden geçen ve çok hafif bir hastalık olan "inek çiçeği" virüsünü inek sağarken ellerindeki sıyrıklar veya basit yaralarla aldıklarını saptadı. İnek çiçeği ile çiçek arasındaki yakınlığı bulan Jenner, inek çiçeği hastalığına yakalanan kişinin çiçeğe yakalanmayacağını düşündü. 1796'da bir çiftlik hizmetçisinin yaralarından aldığı virüs aşısını James Philipps (Ceyms Filips)'e verdi. Üç ay sonra da genç çocuğa çiçek virüsü bulaştırmaya çalıştı. Ancak Philipps'in hastalığa yakalanmadığını gördü. Böylelikle, inek çiçeği aşısının çiçek hastalığını engellediği belirlenmiş oldu.

4. Kan Uyuşmazlığı

Bağışıklık sisteminin vücudun kendi hücreleri dışındaki yabancı maddeler, bakteri, polenler, farklı bireylere ait doku, hücre vb. yapılara tepki gösterme özelliği vardır. Vücuda uyumlu olmayan dokulara karşı vücudun gösterdiği tepki, bağışıklık sistemindeki bir düzensizliğin sonucu olmayıp sağlıklı bir sistemin yabancı maddelere karşı normal bir tepkisidir. Anne ile bebek arasında oluşan ve kan uyuşmazlığı adı verilen alerjik reaksiyon buna örnek olarak verilebilir. Kan uyuşmazlığı anne adayınının kanının Rh(-), bebeğin ise Rh(+) olduğu durumlarda ortaya çıkar. Bu durumda anne adayının savunma sistemi, bebeğin Rh antijeniyle karşılaşınca anne kanında bebeğe karşı antikor oluşur. Oluşan antikor, plasenta aracılığıyla bebeğe geçer ve bebeğin alyuvarlarının parçalanmasına neden olur. Hızlı alyuvar yıkımı sonucu bebekte kansızlık, buna bağlı gelişen kalp yetmezliği görülür. Doğum sonrasında da bebeğin alyuvarlarının parçalanması ile bilurubin oluştuğundan sarılık ortaya çıkar. Tedavi edilmediği takdirde kalıcı sakatlığa ve ölüme neden olur. Genellikle ilk gebelikte bu anlatılan olaylar görülmez. Çünkü anne adayının kanında yeterli antikor üretilinceye kadar bebek doğar. İlk gebelikten sonra oluşacak aynı özellikteki gebeliklerde kanda antikor üretimi hızlı olur. Bunu önlemek için ilk doğumdan hemen sonra anneye anti-Rh antikorları verilerek annede Rh faktörüne karşı pasif bağışıklık oluşturulur. Böylece anne karnında antikor üretimi önlenmiş olur.

5. Alerjilerde Bağışıklık Sisteminin Rolü

Bağışıklık sistemimizin düzenli çalışması bizleri hastalıklardan önemli ölçüde korur. Ancak bağışıklık sistemimizde oluşabilecek istenmeyen yan etkilerle çeşitli alerjik reaksiyonlar gelişebilir.

Resim 1.3.2. Alerjenleri belirlemek için yapılan alerji testleri

20. yüzyılın başlarında keşfedilen **alerji,** vücudu koruyan bağışıklık sisteminin, alerjenlere karşı aşırı tepki vermesidir. Alerjik reaksiyona yol açan antijenlere **alerjen** denir. Alerjenler, solunum yoluyla, deriden temas ile ya da yiyecekler ile vücuda alınabilir ve alerjik tepkilere yol açabilir. En sık rastlanan alerjilerde IgE antikorları oluşturulur. Örneğin saman nezlesi, polenlere karşı çok sayıda IgE sentezlenmesinden kaynaklanan alerjik bir rahatsızlıktır.

Alerjen maddeler kişiden kişiye değişebilir. Penisilin, polen ve arı zehiri gibi maddelerin yanında, fıstık, balık, yumurta gibi besinler de alerjen olabilir. Alerjik reaksiyonun hangi alerjene karşı olduğu yapılan testlerle anlaşılmaktadır (Resim 1.3.2). Bazen de bağışıklık sistemi vücut dokularını antijen gibi algılayarak bu dokulara karşı antikor oluşturur ve savaşmaya başlar. Bunun sonucunda da bazı hastalıklar ortaya

Biliyor musunuz?

Çölyak hastalığı, genetik ve çevresel faktörlerin etkileşimi sonucu ortaya çıkan bağışıklık sistemi hastalığıdır. Hastalığa günlük hayatımızda sıklıkla kullandığımız buğday, arpa, yulaf, çavdar gibi tahılların içinde bulunan gluten isimli bir protein neden olmaktadır. Çölyak hastalığı olan kişilerde gluten içeren gıdalar alındığı zaman, ince barsaklardaki bağışıklık sistemi uyarılır ve bağırsakların iç yüzeyinde iltahap meydana gelir. Normal barsak hücrelerinin yüzeylerinde bulunan besin maddelerinin emilimini sağlayan villuslar iltahaba bağlı olarak azalır veya kaybolur. Bundan dolayı bağırsaklar vitamin, mineral gibi bazı besin maddelerini emip kana karıştıramaz. Böylece büyüme ve gelişme geriliği ortaya çıkar.

çıkar. Bu hastalıklara **otoimmün** hastalıklar denir. Eklem romatizması, insüline bağlı diyabet, çölyak hastalığı ve mutiple sklerosis (MS) bu hastalıklara örnektir. Vücudumuzda meydana gelen enfeksiyonlarda veya vücudumuza yabancı bir madde girdiğinde, var olan savunma sisteminin çeşitli tepkiler verdiğini öğrendiniz. Siz de aşağıdaki virüslerin özelliklerini, nasıl enfeksiyon meydana getirdiklerini kavramanız amacıyla verilen proje çalışmasını gerçekleştirerek virüslerin bağışıklık sistemine etkilerini araştırınız.

Proje-Performans

Proje Adı : Virüsler ve Bağışıklık Sistemi
Amaç : Bağışıklık sisteminin virüslere verdiği tepkiyi ve baskılandığı durumları kavrama

İçerik	Süre	Beklenen Beceriler	Araç ve Gereç	Değerlendirme
Virüsler ve bağışıklık sistemi	15 gün	• Araştırma • İnceleme • Karar verme • Bilgi teknolojilerini kullanma • Dili etkili kullanma becerilerini artırma	• Yazılı ve görsel yayınlar • Kitle iletişim araçları	Proje değerlendirme ölçeği

Bu projede sizden;	• Bağışıklık sisteminin virüslere verdiği tepkiye ve baskılandığı durumlara güncel örnekler vermeniz beklenmektedir.

Proje Hazırlama Süreci

Araştırma ve Uygulama Aşamaları

- Öğretmeninizin rehberliğinde proje grupları oluşturunuz.
- Araştırmanın verimli olması ve zamanında hazırlanması için grubunuzdaki arkadaşlarınızla iş bölümü yaparak sorumluluklarınızı belirleyiniz.
- Araştırmanızda görsel ve yazılı basından yararlanınız.
- Kitabınızın sonundaki değerlendirme ölçeğini inceleyerek projenin hangi ölçütlere göre değerlendirileceği hakkında bilgi edininiz.
- Vücudun bağışıklık sistemini etkileyen virüsleri ve yol açtıkları hastalıklardan AIDS hastalığına neden olan virüsün özelliklerini, bu virüsün bağışıklık sistemi üzerine etkisini ve bağışıklık sisteminin virüs karşısında oluşturduğu tepkiyi grubunuzla araştırınız.
- Araştırmanızı en geç iki hafta içerisinde tamamlayınız.

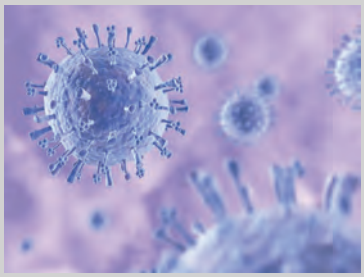
Sunum

- Çalışmanızı metinle birlikte fotoğraf, çizelge, istatistiki bilgi ve grafiklerle zenginleştirerek raporlaştırınız ve bir sunum hazırlayınız.
- Sunumunuzu belirlenen sürede yapınız.
- Hazırlanan sunumları öğretmeninizin rehberliğinde ve okul idaresi ile iş birliği yaparak okulunuzun İnternet sayfasında yayımlayınız.
- İnternet aracılığıyla diğer okullarda yapılan farklı sunumları bulunuz. Okulunuzda, konferans salonunda veya uygun bir ortamda tüm arkadaşlarınızla bu sunumları paylaşınız.

6. Virüsler ve Bağışıklık Sistemi

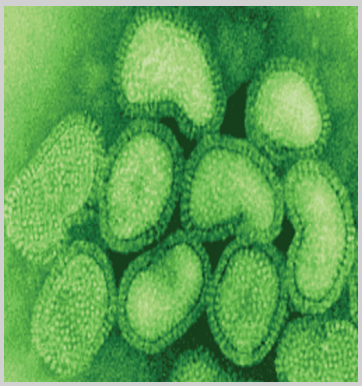
Yaklaşık 2000 yıl önce Yunanlı doktor Galen, depresyon hastalarının kansere yakalanma olasılığının daha fazla olduğunu yazmıştır. Stresin bağışıklığa zarar verdiğine dair pek çok kanıt vardır. Örneğin mutlu ve sakin olduğumuzda sinir hücrelerimizden salgılanan bazı maddeler bağışıklığı güçlendirmektedir. Stresli durumlarda ise interferon salgısı ve akyuvarların sayısı azalmaktadır. Böylece bağışıklık sistemi baskılanmaktadır. Ayrıca doğuştan bağışıklık sisteminin geliş-

memesi durumunda ortaya çıkan antikor eksikliği, organ nakli ve kanser tedavisinde kullanılan ilaçlar, dalak ve kemik iliği gibi organlardaki çalışma bozuklukları, X ışınlarına maruz kalma gibi durumlar bağışıklık sistemini baskılayan ve günümüzde sık görülen sorunlardandır. Bağışıklık sistemini baskılayan başka etkenler de vardır. Bu etkenlerden biri de AIDS hastalığıdır. "Edinilmiş Bağışıklık Yetmezliği Sendromu" anlamına gelen AIDS, İngilizcede Acquired Immune Deficiency Syndrome sözcüklerinin baş harfleriyle oluşturulmuş bir hastalık adıdır (Resim 1.3.2).



Resim 1.3.2. AIDS virüsü (*HIV*)

AIDS, insanlarda hastalıklara karşı koruma sağlayan bağışıklık sisteminin, HIV (Human Immunodeficiency Virus / İnsan Bağışıklık Yetmezlik Virüsü) tarafından işlevsiz hâle getirilmesi sonucunda ortaya çıkar. HIV; makrofajları, T ve B lenfositlerini etkileyerek çalışmalarını baskılar. AIDS olan bireyler, bağışıklık sistemi baskılanmış olanlarda görülen enfeksiyonlara ve kansere karşı son derece hassastır. AIDS hastalığı ilk defa 1983'te tanımlanmıştır. Virüs bulaşan kişilerde ölüm oranının çok yüksek olması nedeniyle HIV en öldürücü patojen olarak ilan edilmiştir. HIV kadar olmasa da hızla yayılan ve günümüzde adından sıkça bahsedilen başka virüsler de vardır. Bunlara, Kırım Kongo kanamalı ateşine sebep olan Nairovirüs ve H1N1 (domuz gribi virüsü) (Resim 1.3.3) örnek olarak verilebilir. Bunlardan Kırım Kongo kanamalı ateşine sebep olan virüsler bağışıklık sistemine ve damar hücrelerine zarar verir, azaltır. Kendine karşı antikor oluşumunu engeller. Nairovirüs, pıhtılaşmayı sağlayan trombositlerin sayısının düşmesine neden olduğundan kanamalar görülür. H1N1 virüsü ise solunum yollarını etkiler. Başlangıçta hafif geçirilebilecek grip olarak gözlenen hastalık, zatürreye hatta ölüme neden olur.



Resim 1.3.3. Domuz gribi virüsü *(H1N1)*

Virüsler, etik olmamasına rağmen biyolojik silah olarak da üretilebilir. Acaba domuz gribi, kuş gribi gibi dünya üzerinde yaygın olarak görülmüş virüsler kötü niyetli kişiler tarafından laboratuvar ortamında mı üretildi? Biyolojik silah olarak kullanılabilecek olan varlıklar neden virüslerdir? Çağımızın en korkulan hastalıklarını oluşturan virüsler hakkında yeterince bilgi sahibi miyiz? Bu tür soruları daha da çoğaltabiliriz. Sağlıklı cevap verebilmek için öncelikle virüslerin yapısı ve çoğalması hakkında bilgi sahibi olmamız gerekir.

Araştıralım Öğrenelim

Virüslerin neden olduğu domuz gribi gibi enfeksiyonlarda interferonların etkisini araştırınız. Bilgilerinizi sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

a. Virüslerin Yapısı

Latincede zehir anlamına gelen virüslerin hücre zarı, çekirdek ve organelleri yoktur. Virüsler kendi başlarına çoğalamaz. Ancak bir konak hücre içinde çoğalabildiği için zorunlu hücre içi parazitidir. Konak hücre bulamadıklarında kristal yapıya dönüşür ve uzun zaman bu şekilde kalabilir. Bu nedenlerden dolayı virüsler, canlı sayılmaz. Yapılarında genom olarak DNA ya da RNA bulunur. Genomları kapsit adı verilen proteinden yapılmış bir kılıfla çevrilidir. (Şekil 1.3.26). Virüsler konak hücrenin metabolizmasını kullanarak kendilerini kopyalar ve bu kopyalanma sırasında mutasyon geçirebilir. Bu şekilde genetik çeşitlilik arttığı için virüsler farklı ortam koşullarına kolayca uyum sağlayabilir.

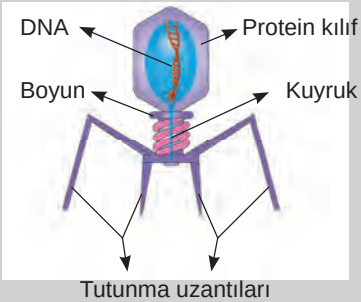
Biliyor musunuz?

AIDS hastalığına karşı yapılan aşı üretim çalışmaları sürmektedir. Bilim insanları tarafından yapılan çalışmalar sonucu umut verici sonuçlar alınmıştır. Önümüzdeki 5-10 yıl içerisinde aşının piyasaya sürülmesi hedeflendiği bildirilmiştir.

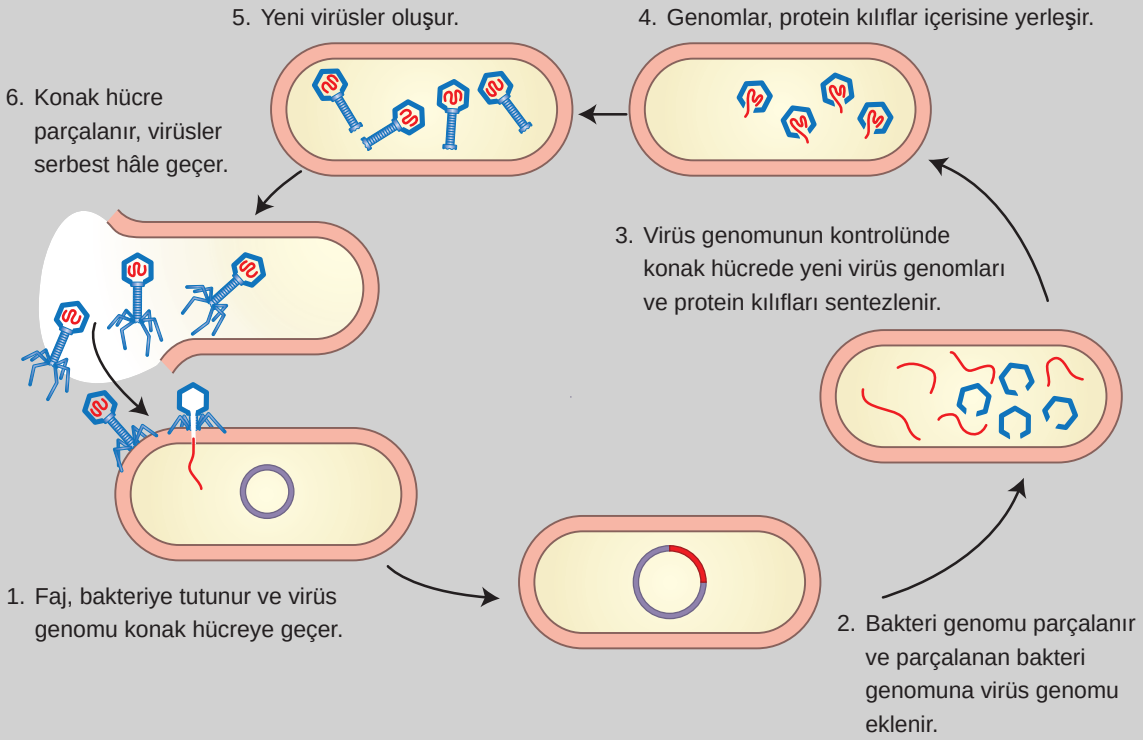
Virüsler bulundurdukları nükleik asit çeşidine göre DNA virüsleri ve RNA virüsleri olmak üzere iki grupta incelenebilir. Hayvanlarda DNA ya da RNA virüsleri bulunur. Örneğin uçuk ve hepatit B virüsleri DNA virüsüdür. Kızamık, sarıhumma, kuduz, grip ve bitki virüslerinin çoğu RNA virüsleridir. Her virüs çeşidi genelde belli hücre ve dokularda yerleşip çoğalabilir. Örneğin çocuk felci ve kuduz virüsü beyin ve omurilikte; grip ve nezle virüsü üst solunum yollarında; AIDS virüsü akyuvarlarda (T lenfosit); sarıhumma virüsü karaciğerde; çiçek, kızamık ve siğil virüsü deride çoğalır.

b. Virüslerin Çoğalması

Ökaryot canlılar gibi prokaryot canlılar da virüsler tarafından enfekte edilebilir. Bakterileri enfekte eden virüsler **bakteriyofaj** veya kısaca faj olarak adlandırılır (Şekil 1.3.26). Virüs genomu yeni virüslerin üretimini yönetir. Genom, konak hücre içine girdikten sonra yönetimi ele geçirerek yeni virüslerin oluşumu için gerekli molekülleri bu hücrenin organellerine sentezlettirir. Hücre içinde oluşan çok sayıda virüs genellikle konakçı hücreyi parçalayarak serbest kalır (Şekil 1.3.27). Bu virüsler aynı şekilde tekrar tekrar yeni konakçı hücreleri enfekte ederek üremeye devam eder. Bazı virüsler ise genomlarını konakçı hücrenin genomuna entegre eder ve uzun zaman burada bekleyebilir. Hücre bölündüğünde virüs genomu da konak hücre genomu ile birlikte eşlenerek yavru hücrelere aktarılır.



Şekil 1.3.26. Bakteriyofajın yapısı



Şekil 1.3.27. Bakteriyofajın hayat döngüsü

Virüsler çok küçük yapıda olduklarından normal mikroskopta görülemeyip ancak elektron mikroskobunda görülebilir. Bu nedenle virüslerin sebep olduğu hastalıkları tespit etmek için mikroskobik inceleme yapılmaz. Hastalık durumunda virü sleri tanımlamak için virüslerin değil ortamda üretilen antikorların gösterildiği testlerden yararlanılır.

Virüsler yaşam faaliyetlerini hücre içerisinde gerçekleştirdiğinden dolayı antibiyotikler virüsler üzerinde etkili değildir. Virüslerin neden olduğu hastalıklarla başedebilmek için güçlü bir bağışıklık sistemine sahip olmak gerekir. Ayrıca hastalık etkeni olan virüse karşı aşı olmak ve böylece virüsün toplumda hızla yayılmasını engellemek ve enfeksiyonlara karşı korunmak için hijyen kurallarına dikkat etmek gerekir.

Biliyor musunuz?

Sinir sistemi hücrelerinde doğal olarak üretilen proteinlerin yapılarını değiştirerek hastalık yapma özelliği kazanan proteinlere ***piron*** *adı verilir. Pironlar virüslerden daha küçük yapıya sahiptir, nükleik asitleri de yoktur. İnsan ve büyükbaş hayvanlarda görülen deli dana hastalığı bir tür piron tarafından oluşturulan hastalıktır.*

Okuma Metni

Doku ve Organ Nakli

Çeşitli hastalıklardan dolayı vücuttaki bazı doku veya organlar fonksiyonlarını kaybederek görev yapamaz hâle gelebilir. Bu durumda fonksiyonunu kaybeden doku ve organların yerine başka bir canlıdan doku veya organların nakledilmesi ya da aynı canlının bir bölgesinden başka bir bölgesine doku nakledilmesi gerekebilir. Bu amaçla yapılan çalışmaların tamamı doku veya organ nakli olarak adlandırılır. Organ naklinin amacı nakledilen yapı yardımıyla, hastaya eksik doku veya organ faaliyetlerinin yeniden kazandırılmasını sağlamaktır.

Hayat kurtarıcı olan doku ve organ nakline ülkemizde yasal düzenleme getirilmiştir. Doku ve organların yasaya göre belli bir bedel karşılığında alınması ya da satılması yasaklanmıştır. Para karşılığında doku ve organ satılması ya da alınması hapis cezasını gerektirmektedir. Organ bağışı yapabilmek için 18 yaşını doldurmuş olmak ve bu bağışın iki tanık huzurunda sözlü olarak yapılması, ayrıca bunun bir hekim tarafından tasdik edilmesi gerekmektedir. Organ bağışı için en yakın sağlık kuruluşundan "Doku ve Organ Bağış Belgesi" alınmalıdır. Eğer hayatını kaybetmiş kişiler organlarını bağışlamamışsa, akrabaları bu kişilerin organlarını bağışlayabilir. Kişi, ölen yakınının sağlam olan doku ve organılarını bağışlarsa, ihtiyacı olan hastaları hayata döndürmenin mutluluğunu yaşar.

Vücuttaki her organın nakli yapılamaz. Nakli yapılabilecek doku ve organlar arasında böbrek, kalp, pankreas, karaciğer, kan ve kemik iliği sayılabilir. Doku nakilleri arasında kan nakli en sık uygulananıdır. Böbrek, karaciğer, kan ve kemik iliği nakli, hayatta olan kişilerden de yapılabilir. Kemik iliği ve kan defalarca bağışlanabilecek dokulardır.

Organ ve doku nakli hizmetleri tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de yetersizdir. Birçok hasta, organ nakli beklerken ölmektedir. Siz de organ bağışlayarak hayat kurtarabilirsiniz.

Yazarlar tarafından bu kitap için hazırlanmıştır.

Bölüm Sonu Değerlendirme

A. Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Toprak solucanı ile çekirgenin dolaşım sistemlerini karşılaştırarak açıklayınız.
2. İnsan kalbinde bulunan kapakçıkların görevleri nelerdir?
3. Atardamarlar ile toplardamarların yapılarını karşılaştırınız.
4. Aşı ile serum arasındaki farkları açıklayınız.

B. Aşağıdaki tabloda bazı virüs adları ve virüslerin neden olduğu hastalıklar verilmiştir. Tablonun ilk satırında verilen örnekten yararlanarak tabloda boş bırakılan kutucukları uygun bilgilerle doldurunuz.

	Virüs adı		**Yaptığı hastalık adı**
1	Hepatit B virus	1	Hepatit B
2		2	AIDS
3	Nairovirüs	3	
4		4	Domuz gribi

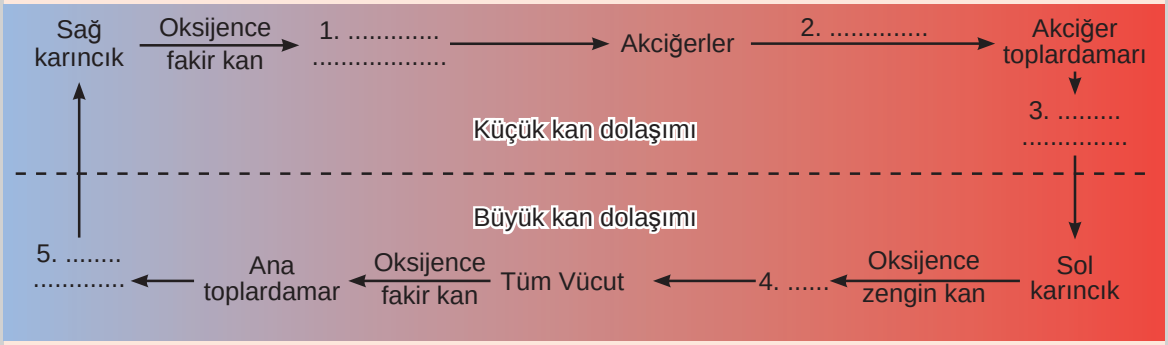
C. Aşağıda verilen Yapılandırılmış Grid'de numaralandırılmış kutucuklarda insanın dolaşım sistemi ve vücudun savunulması ile ilgili çeşitli kavramlar verilmiştir. Kutucuk numaralarını kullanarak aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

1	Kan pulcukları	**2**	Eozinofil	**3**	Sağ karıncık	**4**	Eritrosit
5	Nötrofil	**6**	Diastol	**7**	Lenfosit	**8**	Sol kulakçık
9	Sol karıncık	**10**	Endokart	**11**	Sistol	**12**	Aort
13	Miyokart	**14**	Sağ kulakçık	**15**	Perikart	**16**	Plazma

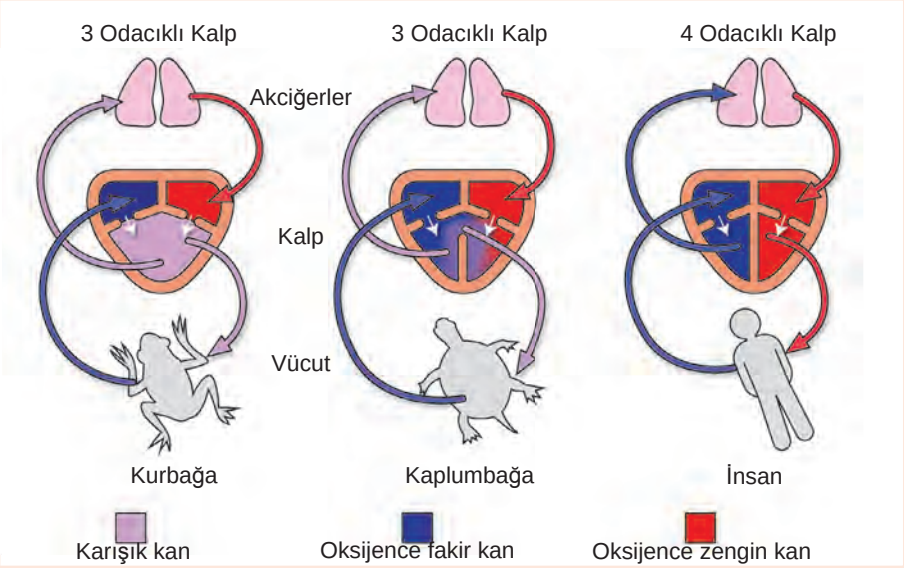
1. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri kalbin yapısını oluşturan tabakalardır? ____
2. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri küçük kan dolaşımında kanın kalpten çıktığı ve kalbe döndüğü yapılardır? ____
3. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri büyük kan dolaşımında kanın kalpten çıktığı ve kalbe döndüğü yapılardır? ____
4. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri vücudun savunmasında görev alır? ____
5. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri kanın yapısında bulunur? ____
6. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri kalbin kasılıp gevşeme durumunda atardamar duvarına yaptığı basıncı ifade eder? ____
7. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri kanın pıhtılaşmasında görev alır? ____
8. Yukarıda verilen yapılardan hangisi / hangileri daima oksijence fakir kan bulundurur? ____
9. Yukarıda verilen yapılardan hangisi / hangileri daima oksijence zengin kan bulundurur? ____
10. Yukarıda verilen yapılardan hangisinde / hangilerinde hemoglobin bulunur? ____

Bölüm Sonu Değerlendirme

Ç. Aşağıda büyük ve küçük kan dolaşımını gösteren şema verilmiştir. Şemada boş bırakılan yerlere, büyük ve küçük kan dolaşımını şematize eden uygun ifadeleri yazınız.



D. Aşağıda kurbağa, kaplumbağa ve memelilere ait küçük ve büyük kan dolaşımları şematize edilmiştir. Şemaları inceleyerek aşağıdaki soruları cevaplayınız.



1. Dolaşım sistemleri verilen canlılarda kalpten vücuda pompalanan kandaki oksijen oranlarını kıyaslayınız.

.....

2. Dolaşım sistemleri verilen canlılarda kalpten akciğerlere pompalanan kandaki oksijen oranlarını kıyaslayınız.

.....

3. Dolaşım sistemleri verilen canlıların hangisi veya hangileri sıcak kanlıdır? Nedenini açıklayınız.

.....

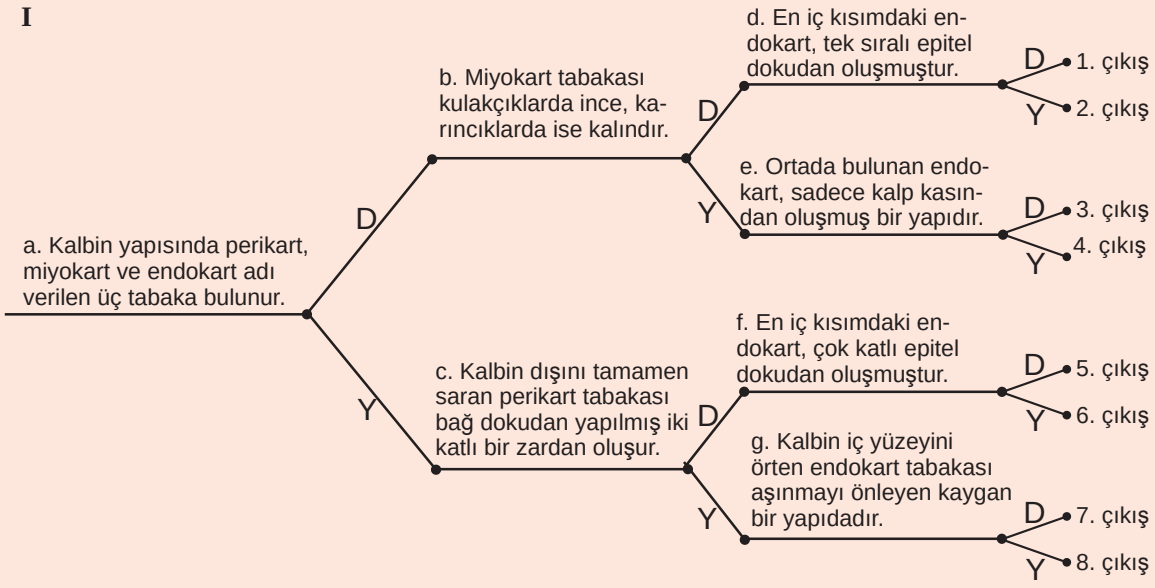
4. Dolaşım sistemleri verilen canlıların hangisi veya hangileri soğuk kanlıdır? Nedenini açıklayınız.

.....

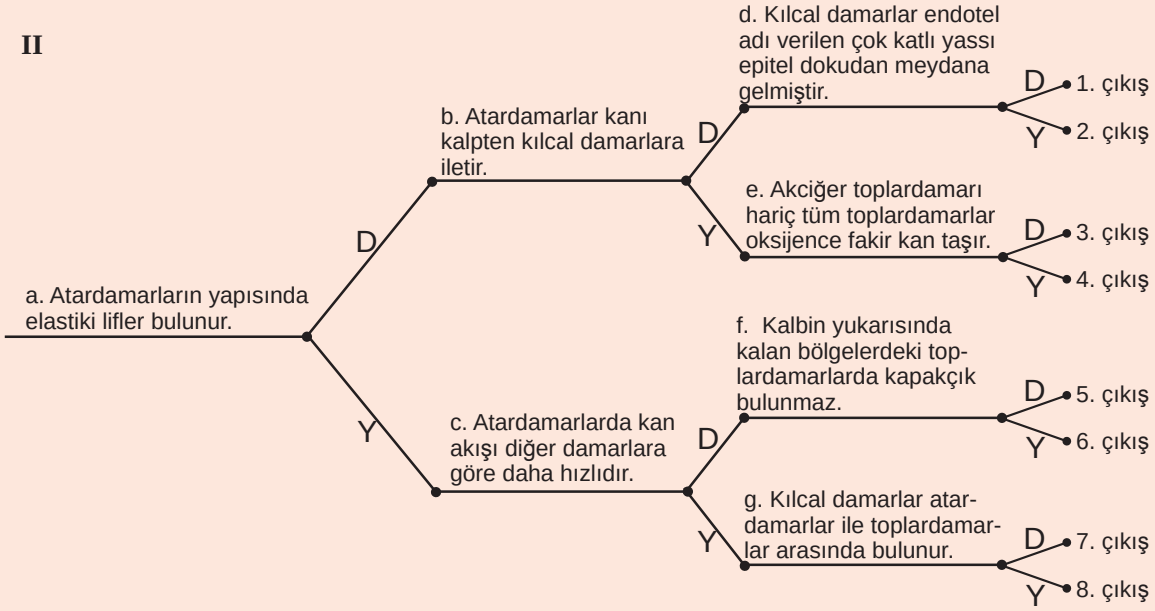
Bölüm Sonu Değerlendirme

E. Aşağıda birbiri ile bağlantılı doğru (D) / yanlış (Y) tipinde ifadeler içeren Tanılayıcı Dallanmış Ağaç Tekniğinde iki soru verilmiştir. "a" ifadesinden başlayarak bu etkinlikteki cümlelerin doğru ya da yanlış olduğuna karar veriniz. İlgili yönde ilerleyiniz. Her bir karar, sonraki kararı etkileyecektir. Vereceğiniz cevaplarla sekiz ayrı çıkış noktasından doğru olanı bulunuz.

I



II



4. Bölüm
BOŞALTIM

A. HAYVANLARDA BOŞALTIM
B. İNSANDA BOŞALTIM

Sahra ve Arabistan çöllerinin yaşam koşulları son derece güçtür. Bu çöllerde yıllarca yağmur yağmadığı olur ve gün ortasında sıcaklık 50°C'ye kadar yükselir. Sahra çölünün bazı bölgelerinde çok az tür yaşar. Fotoğrafta gördüğünüz ***Arabistan oriksi*** *(Oryx leucoryx) de çölde yaşamayı başaran canlılardandır.*

Antilop türü olarak bilinen Arabistan oriksi çok yüksek sıcaklıkta yıllarca su içmeden yaşayabilir. Su içmediği sürece su ihtiyacının %86'sını yediği yiyeceklerden, %14'ünü ise oksijenli solunumda ortaya çıkan sudan (metabolik su) elde eder. Oriks, vücut sıcaklığını düşürmek için asla terlemez. Bunun yerine 37°C olan vücut sıcaklığını 40°C'ye çıkarır. Böylece terlemeyi engeller. Gece olup çöl ortamı soğuduğunda vücut sıcaklığı tekrar 37°C'ye iner.

Ayrıca bu canlılar sahip oldukları suyu korumak için son derece konsantre idrar oluşturur. Su kaybını en aza indiren özellikteki boşaltım sistemi Arabistan oriksinin kurak yaşam koşullarında hayatta kalma şansını arttırır.

A. HAYVANLARDA BOŞALTIM

Çevrenizde bulunan bazı böbrek hastalarını gözlediğinizde yüz ve göz çevresinde hatta hastalığı çok ilerlemiş olanların el, ayak gibi diğer organlarında da ödem oluştuğunu görürsünüz. Bunun sebebi; vücutta ihtiyaçtan fazla olan bazı maddelerin ve zararlı metabolik ürünlerin uzaklaştırılamamasıdır. Canlıların normal yaşamlarını sürdürebilmesi için dengeli ve kararlı iç ortama (homeostasi) sahip olması gerekir. Bu nedenle canlılar vücutlarındaki fazla suyu, suda çözünmüş hâlde bulunan zararlı maddeleri ve gereğinden fazla olan metabolik ürünleri, hücrelerden ve doku sıvısından uzaklaştırırlar. Bu olaya **boşaltım** denir. Boşaltımı gerçekleştiren organ ve yapıların tümüne **üriner sistem** adı verilir. Boşaltım olayı ile vücudun tuz ve su dengesi korunur. Kan pH'sı belirli değerler arasında sabit tutulur. Ayrıca toksik maddeler daha az zararlı hâle getirilerek vücuttan uzaklaştırılır. Aynı zamanda canlının ozmotik dengesi korunur.

Canlılarda oluşan temel boşaltım ürünleri karbon dioksit (CO_2), su, amonyak (NH_3), üre ve ürik asittir. Bunlardan karbon dioksit ve su, besin olarak alınan organik bileşiklerden enerji elde edilirken açığa çıkar. Ayrıca protein gibi azotlu besin maddelerinin metabolizması sonucunda azotlu artık ürünlerden olan amonyak da açığa çıkar. Bazı hayvanlar amonyağı doğrudan uzaklaştırırken, çoğu bunu üre ya da ürik aside dönüştürür. Amonyak, hücreler için çok zehirlidir. Bu nedenle suda yaşayan süngerler, yassı solucanlar gibi bazı omurgasızlar ve balıklar amonyağı çok miktarda su ile seyrelterek vücut dışına atarlar. Karada yaşayan hayvanlar amonyağı daha az zehirli olan üre veya ürik aside dönüştürür. Ürenin vücuttan atılması amonyağa göre daha az su gerektirir. Örneğin memeliler üreyi bir miktar su ile dışarı atar. Karada yaşayan fakat vücuduna fazla su alamayan böcekler, sürüngenler ve kuşların azotlu boşaltım maddesi ürik asittir. Amonyak ve üreye göre ürik asidin dışarı atılması sırasında daha az su kullanılır. Bu durum hayvanın habitatındaki su miktarına göre kazandığı bir adaptasyondur.

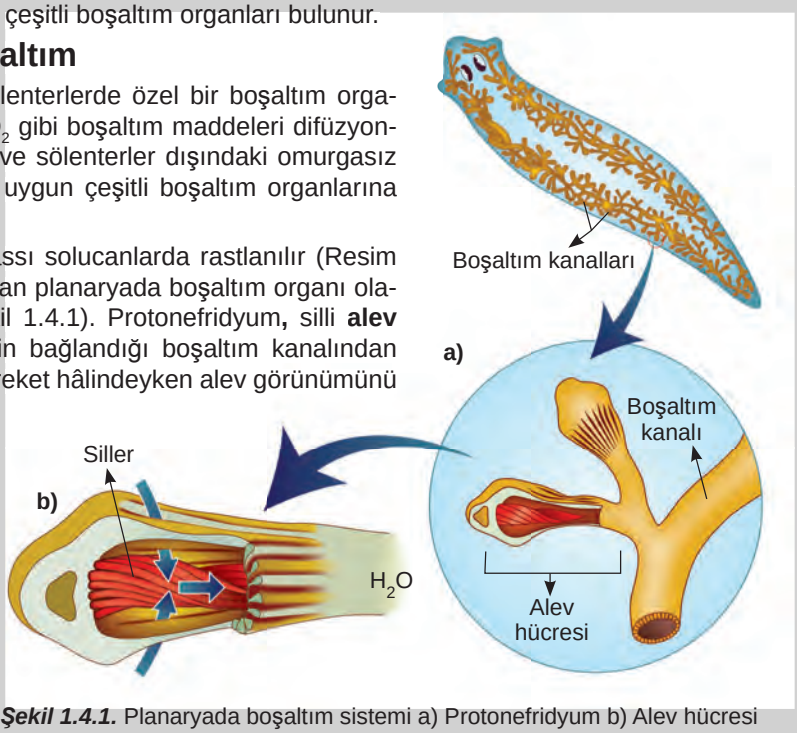
Resim 1.4.1. Yassı solucanlardan planarya

Hayvanlar metabolizma sonucu oluşan zararlı atık maddeleri ve fazla suyu vücuttan uzaklaştırmak için çeşitli boşaltım organları bulunur.

1. Omurgasızlarda Boşaltım

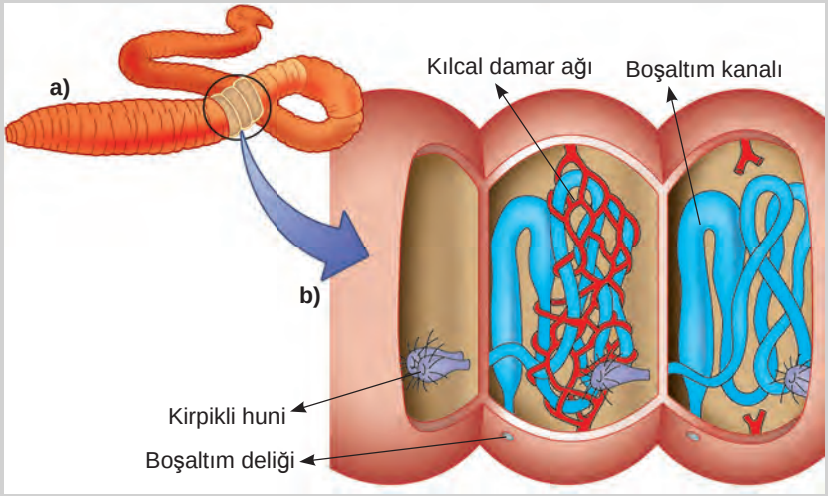
Omurgasızlardan sünger ve sölenterlerde özel bir boşaltım organı yoktur. H_2O, NH_3, Na^+, K^+ ve CO_2 gibi boşaltım maddeleri difüzyonla vücut yüzeyinden atılır. Sünger ve sölenterler dışındaki omurgasız hayvanlar gelişmişlik derecelerine uygun çeşitli boşaltım organlarına sahiptir.

Boşaltım organına ilk olarak yassı solucanlarda rastlanılır (Resim 1.4.1). Yassı solucan grubundan olan planaryada boşaltım organı olarak **protonefridyum** bulunur (Şekil 1.4.1). Protonefridyum**,** silli **alev hücrelerinden** ve alev hücrelerinin bağlandığı boşaltım kanalından oluşur. Alev hücrelerindeki siller hareket hâlindeyken alev görünümünü andırdığından bu hücrelere alev hücreleri adı verilir. Vücut boşluğundan sillerin dalgalanmasıyla alınan su, alev hücreleri yardımıyla boşaltım kanalına itilir ve boşaltım deliğinden dışarı atılır. Protonefridyumun esas görevi su dengesini sağlamaktır. Bu canlıda CO_2 ve NH_3 vücut yüzeyinden difüzyonla atılır.



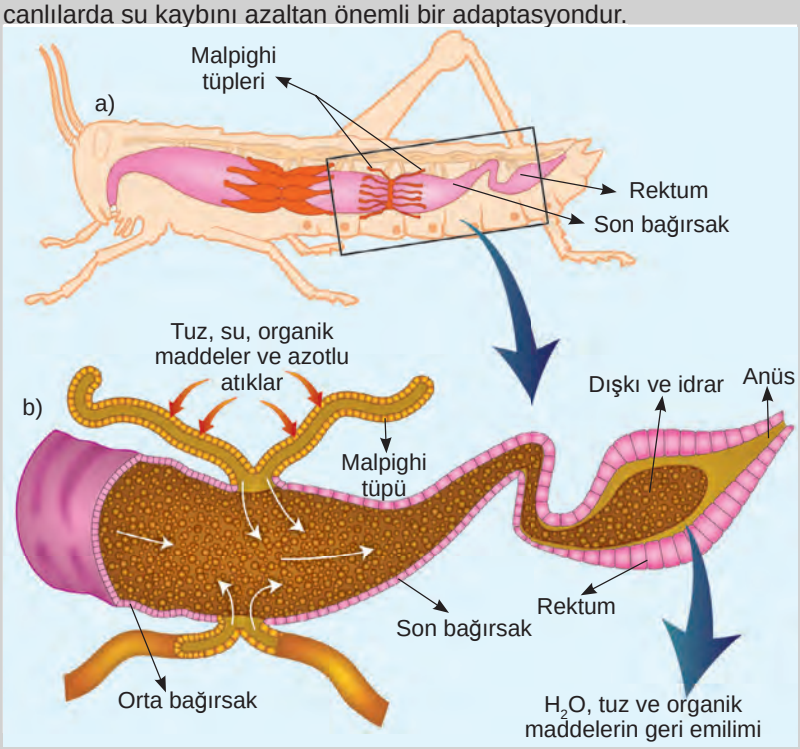
Şekil 1.4.1. Planaryada boşaltım sistemi a) Protonefridyum b) Alev hücresi

Halkalı solucanlarda boşaltım organı **nefridyumlar**dır. Bu grubun en yaygın örneklerinden olan toprak solucanında da (Şekil 1.4.2.a) nefridyumlar bulunur. Toprak solucanındaki her halkada bir çift nefridyum yer alır. İki ucu açık olan nefridyumun vücut boşluğuna bakan kısmı kirpikli huni şeklindedir. Bu huniye bağlı olan boşaltım kanalı kıvrımlar yaparak bir sonraki halkadan dışarıya açılır (Şekil 1.4.2.b). Boşaltım kanallarının üzeri kılcal damar ağı ile sarılıdır. Vücut sıvısındaki su, glikoz, mineral, vitamin gibi besinler ve atık maddeler nefridyumların kirpikli uçlarından boşaltım kanalına geçer. Suyun bir kısmı, vitamin, glikoz ve mineraller gibi bazı besinler kanaldan emilerek kılcal damarlara geçer, geri kalanlar ise idrar olarak dışarı atılır. Toprak solucanları toprağa bol miktarda amonyak boşalttıkları için azot bakımından da toprağın zenginleşmesini sağlar.



Şekil 1.4.2. **a)** Toprak solucanının genel görünümü **b)** Nefridyumlar

Eklem bacaklılarda boşaltım M**alpighi** tüpleri ile yapılır. Bu gruba dâhil olan canlılardan çekirgede (Şekil 1.4.3.a.) Malpighi tüplerinin bir ucu kapalı, bir ucu açıktır. Bu tüplerin kapalı serbest uçları vücut boşluğuna, diğer ucu ise sindirim kanalına açılır. Tüplerin kapalı uçları hemolenfte bulunan tuzları, azotlu atıkları ve bazı organik molekülleri su ile birlikte alır. Alınan bu maddeler son bağırsaktan rektuma geçer. Rektumda su, tuz ve gerekli organik moleküller geri emilir (Şekil 1.4.3.b.). Kalan azotlu atıklar ürik asit şeklinde anüsten atılır. Böceklerin az su harcayarak azotlu atıkları ürik asit şeklinde uzaklaştırması bu canlılarda su kaybını azaltan önemli bir adaptasyondur.



Şekil 1.4.3. **a)** Çekirgede Malpigi tüpleri ve boşaltım kanalının genel görünümü **b)** Çekirgede boşaltımın gerçekleşmesi

2. Omurgalılarda Boşaltım

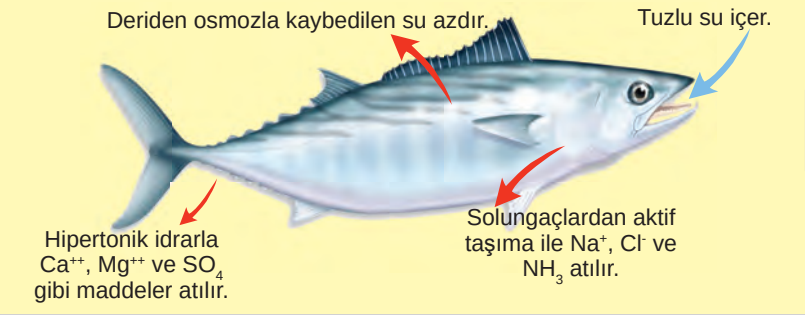
Eski Romalı ve Yunanlı bilim insanları böbreğin idrar meydana getirdiğini ve idrarın suda çözünmüş atık maddeler bulundurduğunu belirlemişlerdir. Bu bilgilere dayanarak böbreklerin sadece kanı temizlediği düşünülmüştür. Fakat böbreklerin bu işlemi nasıl gerçekleştirdiği açıklanamamıştır. Bugün böbreklerin işleyişi ve önemi ile ilgili birçok bilgiye ulaşılmıştır.

Boşaltım organları tüm omurgalılarda aynı yapıda değildir. Yani tatlı suda, tuzlu suda ve karada yaşayan canlılarda, boşaltım atıklarının vücuttan atılmasını sağlayan yapılar arasında farklılıklar vardır. Bu yapılar sayesinde omurgalılar iç ortamlarının dengede kalmasını (homeostaziyi) sağlar.

Tatlı su balıklarının vücut yüzeyleri kısmen suya geçirgen pullarla kaplıdır. Yaşadıkları ortam kendilerine göre hipotoniktir, bu durumda osmoz kuralları gereği solungaçlardan ve vücut yüzeyinden sürekli su girişi olur (Şekil 1.4.4). Bu su girişi nedeni ile tatlı su balıkları ayrıca su içmez ve fazla idrar çıkarır. İdrar çıkışı ile birlikte amonyak ve tuz da idrarla atılır. Kaybedilen tuz, solungaçlardan aktif taşımayla geri alınır. **Böbrekler** tatlı su balıklarında çok miktarda sıvı süzdüğünden canlının idrarı seyreltik (hipotonik) tir.

Şekil 1.4.4. Tatlı su balığında ozmotik denge (Salmon)

Tuzlu su balıklarının yaşadıkları ortam kendilerine göre hipertoniktir. Bu durum osmozla su kaybetme riski oluşturur (Şekil1.4.5). Bu risk, deniz suyu içilerek ortadan kaldırılır. İçilen su ile birlikte alınan fazla tuz da solungaçlardaki özelleşmiş hücrelerden aktif taşımayla dışarı atılır.



Şekil 1.4.5. Tuzlu su balığında (Bonito) ozmotik denge

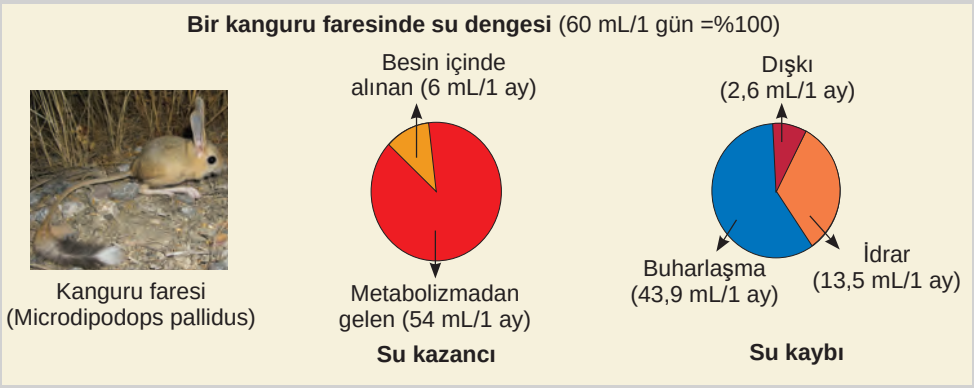
Tuzlu su balıklarının böbreklerinde az miktarda ve yoğun idrar oluşumu nedeniyle su kaybı en aza indirilir. Ayrıca bu balıkların vücut yüzeyinde suya geçirgen olmayan deri bulunduğundan su kaybı azdır. Bu balıklar vücutlarında oluşan NH_3ın az bir kısmını idrarla atarken geri kalanını solungaçlarıyla uzaklaştırır.

Araştıralım Öğrenelim

Şema 1.4.2'de verilenleri inceleyiniz. Siz de böcek, sürüngen, kurbağa, kuş ve memeli türlerinden birer örnek seçiniz. Seçtiğiniz örnek canlılarda görülen ozmotik dengeyi korumaya yönelik uyumlar hakkında kütüphaneden ve İnternetten araştırmalar yapınız.

Elde ettiğiniz bilgilerden bir poster sunumu hazırlayınız. Çalışmanızı sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Karada yaşayan canlılarda da suda yaşayan canlılarda olduğu gibi su kaybını önleyen bazı adaptasyonlar bulunur. Çölde yaşayan pek çok çöl kuşu, sürüngen ve kanguru fareleri sahip oldukları adaptasyonlar sayesinde su içmeden uzun süre yaşayabilir. Örneğin kanguru sıçanları o kadar az su kaybeder ki kaybettikleri suyun % 90'ını metabolik yoldan, kalanını da yedikleri tohumlardan karşılayabilir (Şema 1.4.2). Develerde de su kaybını önleyen adaptasyonlar gelişmiştir. Bu canlıların böbreklerinde suyun geri emiliminin gerçekleştiği kanal diğer memelilerden daha uzundur. Böylece uzun olan böbrek kanallarında daha fazla su geri emilerek kana verilir ve idrarla su kaybı en aza indirilir.



Şema 1.4.2. Kanguru faresinde su dengesi: Kanguru fareleri çoğunlukla kuru tohumları yer ve su içmez. Bir kanguru faresi suyu genelde gaz alışverişi sırasında buharlaşma ile kaybeder, hücresel metabolizma ile kazanır.

Farklı gruplara ait canlı örneklerinde boşaltım ürünlerini ve özelliklerini öğrendiniz. Sizde aşağıda verilen etkinliği gerçekleştirerek farklı ortamlarda yaşayan hayvanların boşaltım ürünlerindeki farklılıkları gözlemleyiniz.

Etkinlik 1.4.1.

Etkinliğin Adı: Canlılarda Boşaltım

Amaç: Farklı ortamlarda yaşayan hayvanların boşaltım ürünlerinin de farklı olduğunu kavrama

Uygulayalım

Aşağıdaki tabloda bazı canlı örnekleri ve bu canlılara ait boşaltım ürünleri verilmiştir. Tabloyu inceleyiniz. Tabloda verilen azotlu atıkları, bu atıkların hangi canlılarda oluştuğunu ve her bir maddenin atılmasında harcanan suyun kıyaslandığı sütunları inceleyiniz. Tablodan yararlanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

Azotlu atıklar	Oluşturan canlı	Harcanan su
Amonyak	Balık	Çok
Üre	Kurbağa, memeli	Az
Ürik asit	Böcek, sürüngen, kuş	En az

Sonuçlandıralım

1. Tabloya göre canlının vücudunda oluşan azotlu atıkların ürik asit şeklinde atılmasının yararı nedir?
2. Yaşam ortamları farklı olan hayvanlarda ozmotik dengeyi korumaya yönelik ne gibi uyumlar meydana gelmiştir?

Gerçekleştirdiğiniz etkinlikte hayvanlarda boşaltım ürünlerinin farklı olmasının yaşama ortamına göre en az su kaybı sağlayacak bir adaptasyon olduğunu fark ettiniz.

Okuma Metni

Canlılarda Vücut Sıcaklığının Düzenlenmesi

Canlının vücudu daima ısı üretir ve kaybeder. Böylece dış ortam sıcaklığındaki dalgalanmalara rağmen iç sıcaklığını belirli sınırlar arasında sabit tutar. Bu düzenleme homeostasiyi sağlar. Homeostasinin sağlanmasında deri, boşaltım ve dolaşım sistemilerinin uyum içinde çalışması gerekir. Sağlıklı bir insanın sıcaklığı her ortamda 36.5-37 °C derecede sabit tutulur. Sıcaklığın sabit tutulması beyinin hipotalamus bölgesinde bulunan sıcaklık düzenleme merkezi tarafından sağlanır.

Vücut sıcaklığı çeşitli nedenler ile değişebilir. Örneğin egzersiz yapıldığında ya da çevre sıcaklığındaki aşırı artışta ise vücut sıcaklığı geçici olarak yükselebilir ve 40 °C 'ye kadar ulaşabilir. Ayrıca hastalık halinde ısı meydana getiren ve ısı kaybettiren sistemler etkilendiği için sıcaklık yükselebilir. Vücut ısısı yükseldiğinde hipotalamus uyarılır, ısı üretimine neden olan titreme ve kimyasal ısı üretimi baskılanır. Isı kan ile dokulardan deriye taşınır, derideki kan damarları genişler ve terleme olayı başlar. Böylece ısı kaybı sağlanmış olur. Ayrıca solunumun artışı da ısı kaybına neden olur. Kanda ısı artışı olduğunda hipotalamus vücut sıcaklığını azaltmak için solunumu hızlandıran sinirsel uyarılar başlatır. Böylece solunum yüzeyinden buharlaşma ile sıcaklık düzenlemesi yapılır.

Ortamın çok soğuk olması hâlinde sıcaklık düzenleyici merkezler gerektiği gibi çalışamaz, vücut sıcaklığı 35°C'ye ya da daha aşağılara düşer. Deride bulunan soğuk reseptörleri sıcaklık düşmesini algılar. Böylece sıcaklığı yükseltecek refleksler başlatılır. Titreme başlar, tüyler dikleşir, ısı oluşma hızı artar, terleme baskılanır, derideki damarlar büzülür ve vücut sıcaklığının azalması önlenir. Bu mekanizmalar ile kaybedilen ve kazanılan ısı dengelenir. Böylece vücut sıcaklığı sabit tutularak homeostasi sağlanır.

Yazarlar tarafından bu kitap için derlenmiştir.

Biyoloji Teknoloji Toplum

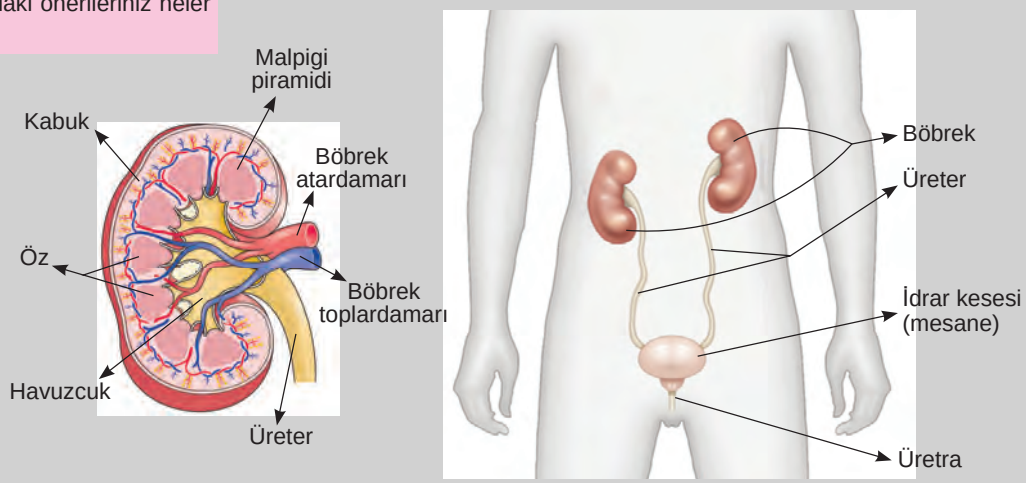
Ülkemizde yaklaşık 30 bin kronik böbrek yetmezliği hastası bulunmaktadır. Ancak yeterli sayıda organ bağışı yapılmadığından böbrek nakli ihtiyacı karşılanamamaktadır.

♦ Ülkemizde böbrek nakli ihtiyacının karşılanabilmesi için ne gibi çalışmalar yapılmaktadır? Sizin bu konudaki önerileriniz neler olabilir?

B. İNSANDA BOŞALTIM

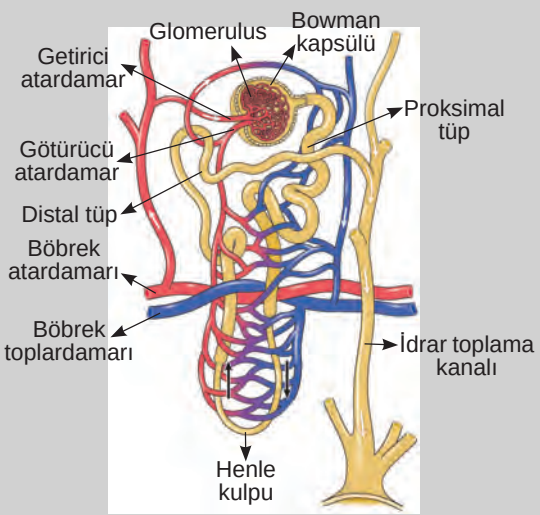
İnsanda metabolizma faaliyetleri sırasında üre, ürik asit ve kreatin gibi zararlı maddeler oluşmaktadır. Bu maddeler vücuttan uzaklaştırılmadıkları takdirde vücut fonksiyonları kısa sürede bozulur. Peki bu maddeler vücuttan nasıl uzaklaştırılır? Bu maddeler vücuttan uzaklaştırılırken hangi organlar görev alır? Boşaltımda görev alan organların yapısı ve işleyişi nasıldır?

İnsanda üriner sistemi; böbrekler, üreter (idrar kanalı), idrar kesesi (mesane) ve üretra (dış idrar kanalı) oluşturur (Şekil 1.4.6). Böbrekler; idrar oluşumunda, üreter ise oluşan idrarın idrar kesesine taşınmasında iş görür. İdrar kesesi idrarı depolar. Bu kese dolduğunda idrarın üretra kanalı vasıtası ile dışarı atılması sağlanır.



Şekil 1.4.6. İnsanda üriner sistem ve böbreğin yapısı

İnsan böbreği 10-15 cm uzunluğunda, fasulye tanesi şeklinde, 120-200 g ağırlığında bir organdır. Karın boşluğunun arka tarafında, bel hizasında, omurganın iki yanında yer alır. Dış kısmı bağ dokudan yapılmış bir zar ile çevrilidir. Böbrek bir bıçak yardımı ile boyuna olarak ortadan ikiye kesilirse, çıplak gözle görülebilen üç bölüm ayırt edilir. Bunlar dıştan içe doğru kabuk (korteks), öz (medulla) ve havuzcuk (pelvis)tur (Şekil 1.4.6).



Şekil 1.4.7. Nefronun yapısı

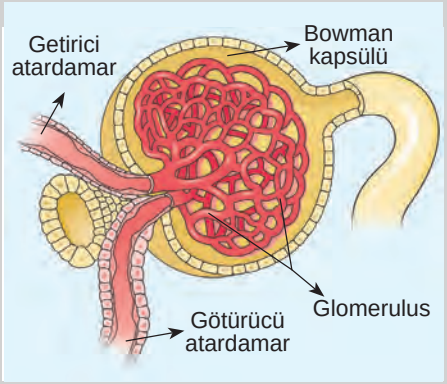
Kabuk bölgesi: Böbreğin en dış kısmıdır. Koyu kırmızı renktedir. İdrar bu kısımda bulunan yapılar tarafından oluşturulur.

Öz bölgesi: Kabukla havuzcuk arasında kalan bölgedir. Burada idrarın havuzcuğa taşınmasında rol oynayan toplama kanalları bulunur. Bu kanallar bir araya gelerek piramit görünümlü demetler oluşturur. Bunlara **Malpighi piramitleri** adı verilir.

Havuzcuk: Böbreğin çukur tarafında kalan boşluktur. Kabuk bölgesinden gelen idrarın biriktiği kısımdır.

Böbreğin mikroskobik yapısı incelendiğinde nefron adı verilen yapıların bulunduğu gözlenir (Şekil 1.4.7). **Nefronlar** böbreğin yapı ve görev birimidir. Bu yapılara süzme birimi de diyebiliriz. Bir böbrekte yaklaşık 1 milyon nefron bulunur. Bir nefron; Malpighi cisimciği ile proksimal tüp, Henle kulpu, distal tüp adı verilen kanalcıklardan meydana gelir (Şekil 1.4.7).

Malpighi cisimciği: Bowman kapsülü ve glomerulusun oluşturduğu yapıdır (Şekil 1.4.8). **Bowman kapsülü,** glomerulusun etrafını tamamen saran, nefronun kanalcığının yarı küre şeklindeki başlangıç kısmıdır. Bowman kapsülü, tek katlı yassı epitelden oluşmuş bir yapıdır. Bu yapı glomerulusta kanın süzülmesi ile oluşan süzüntünün nefron kanalına aktarılmasını sağlar. **Glomerulus,** Bowman kapsülünün içini dolduran kılcal damarlardan oluşmuş bir atardamar yumağıdır. Bowman kapsülüne giren getirici atardamar, glomerulus yumağını oluşturan kılcallara ayrılır. Bu kılcallar birleşerek götürücü atardamar olarak Bowman kapsülünden çıkar. Çıkan bu atardamar, böbrek kılcallarına ayrılarak nefron kanalcıklarının etrafını sarar ve daha sonra birleşerek böbrek toplardamarına bağlanır.



Şekil 1.4.8. Malpigi cisimciği

Glomerulus kılcalları iki atardamar arasında bulunduğundan, kan basıncı vücut kılcallarından yaklaşık iki kat daha fazladır (70 mmHg). Yüksek kan basıncından dolayı kan plazmasının bir kısmı glomerulustan Bowman kapsülüne süzülür. Glomerulus kılcalları vücut kılcallarından farklı olarak iki katlı yassı epitelden oluşmuştur. Bu yapı onlara hem yüksek kan basıncına dayanma özelliği kazandırır hem de protein ve kan hücrelerinin kılcallardan dışarıya çıkmasını engeller. Ayrıca nefrondaki diğer kılcal damarlarda geri emilim olduğu hâlde glomerulus kılcallarında geri emilim yoktur.

Bowman kapsülünün devamı olan **nefron kanalcığı**, proksimal tüp, Henle kulpu ve distal tüpden oluşur. **Proksimal tüp** kabuk bölgesinde bulunur. Bu yapı öz bölgesinde **Henle kulpunu** meydana getirir. Henle kulpu tekrar kabuk bölgesine çıkarak ikinci kıvrımlı kısım olan distal tüpü oluşturur. **Distal tüp** daha geniş olan idrar toplama kanalına bağlanır. İdrar toplama kanalları öz bölgesinde pramit şeklindeki yapıları meydana getirir. İdrar toplama kanallarının açık uçları pramitin tepesinden havuzcuğa açılır.

Nefronlarda idrar oluşumu; süzülme, geri emilme ve salgılama olmak üzere üç evrede gerçekleşir:

1. Süzülme

A. Richards (A. Rişards) ve A. Walter (A. Voltır) adlı bilim insanları 1927 yılında kurbağa böbreklerini incelemiş, nefron kanalcıklarından ve idrar torbasından örnek sıvılar almışlardır. Yaptıkları incelemede her iki sıvının bileşimlerinin farklı olduğunu saptamışlar, inceleme sonuçlarından yararlanarak nefron kanalcıklarından geçen sıvı içerisindeki yararlı maddelerin, yine bu kanallarda geri emilerek yeniden kana katıldığını ileri sürmüşlerdir. Daha sonra diğer bilim insanları tarafından yapılan araştırmalar da bu sonuçları desteklemiştir. Acaba böbreklerde kanın süzülmesi ve geri emilimi nasıl gerçekleşmektedir?

Kalpten aorta pompalanan kanın yaklaşık 1/4'ü böbrek atardamarıyla böbreklere gelir. Kan basıncının etkisiyle kan hücreleri, plazma proteinleri ve yağ molekülleri dışındaki kan içeriği, glomerulustan Bowman kapsülüne geçer. Bu olaya **süzülme** denir. Süzülme olayı glomerulusta bulunan kılcal damarlardaki yüksek kan basıncından dolayı pasif taşımayla gerçekleşir. Süzülen sıvıda su, glikoz, amino asitler, vitaminler, Na^+, K^+, Ca^{+2}, Mg^{2+}, HCO_3^- vb. iyonlar; üre, ürik asit, amonyak ve kreatin gibi boşaltım maddeleri yer alır.

Bir günde glomeruluslardan Bowman kapsülüne 180-190 litre sıvı süzülür. İki böbreğin bütün nefronlarında bir dakikada meydana gelen süzüntü miktarına "böbreğin süzme hızı" denir. Süzülme hızını kan basıncının yanında, sıcaklık ve madde derişimi etkiler.

Araştıralım Öğrenelim

Soğuk havalarda, idrara sık çıkmanın nedeni nedir? Araştırınız.

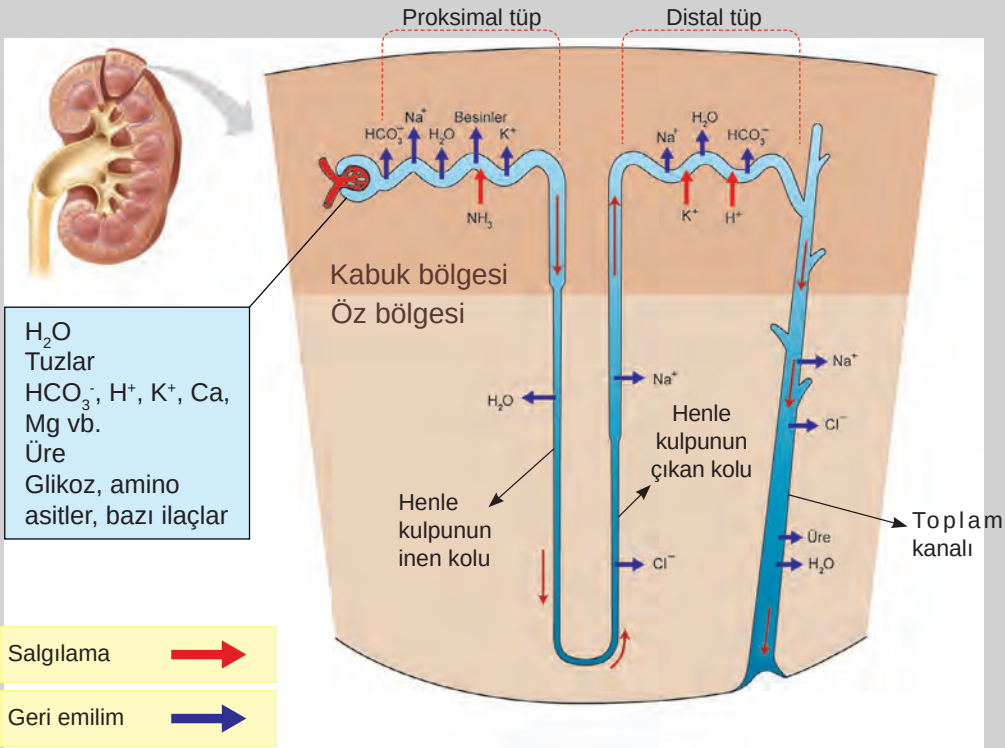
Araştıralım Öğrenelim

Böbrekler her 10-20 dakikada vücuttaki kanın tamamının süzülmesini sağlar. Bu işlem günde 100-150 defa tekrarlanır. Böbrekler bu süzme işlemini gerçekleştiremeseydi vücutta ne gibi homeostatik sorunlar ortaya çıkardı? Araştırınız.

2. Geri Emilim

Süzülme olayı sonucunda glomerulustan Bowman kapsülüne geçen sıvıda, vücut için faydalı olan su, glikoz, amino asitler, vitaminler ve bazı iyonlar bulunur. Eğer bu sıvı böbreklerden doğruca atılırsa glikoz, amino asit, su, mineral gibi maddelerin yitirilmesi ve vücudun su dengesinin bozulması nedeniyle ölüm olur. Bu sebepten süzülen sıvı içindeki yararlı maddeler nefron kanalcıklarında ilerlerken bunları saran kılcallara geçerek yeniden kan dolaşımına katılır. Bu olaya **geri emilim** denir. Geri emilim olayı hem pasif hem de aktif taşıma ile gerçekleşir. Aktif taşıma sırasında enerji harcanır. Bu yüzden nefron kanalcıklarını oluşturan hücreler fazla sayıda mitokondri içerir.

Nefrondaki proksimal tüpte su, glikoz, vitamin, amino asitler, amonyum, bikarbonat, klor, potasyum ve sodyum geri emilir (Şekil 1.4.9).



Şekil 1.4.9. Böbreklerde süzülme, geri emilim ve salgılamanın gerçekleşmesi

Biyoloji Teknoloji Toplum

Böbrek taşları, idrardaki kalsiyum gibi madensel tuzların, D vitamini ve azotlu bileşiklerin, idrar toplama kanallarında ve havuzcukta çökelmesi ile oluşur. İdrarda kan görülmesi ve sancı olması böbrek taşı varlığının belirtileridir.

♦ Günümüzde böbrek taşı rahatsızlığı hangi yöntemlerle tedavi edilmektedir? Böbrek taşlarının oluşmaması için ne gibi önlemler alabilirsiniz?

Henle kulpunun inen kolu suya geçirgen iken çıkan kolu suya geçirgen değildir. Bundan dolayı Henle kulpunun çıkan kolunda suyun geri emilimi yapılmaz. Henle kulpunda klor ve sodyum iyonları geri emilir.

Distal tüpte sodyum, klor, bikarbonat iyonları ve su ise pasif taşımayla geri emilir. Burada suyun geri emilimi ADH (antidiüretik hormon) etkisiyle düzenlenir. Vücudun su ihtiyacı olduğu durumlarda ADH, distal tüp hücrelerine etki ederek hücre porlarını genişletir, bu durum daha fazla suyun geri emilimini sağlar. Ancak distal tüp hücreleri üreye geçirgen olmadığından ürenin geri emilimi yapılmaz ve burada üre yoğunluğu artar. Mineral miktarı, böbrek üstü bezinden salgılanan aldosteron hormonu ile dengede tutulur. Bu hormon normalden fazla salgılanırsa gereğinden fazla sodyum geri emilir.

Geri emilim idrar toplama kanalında su, üre, Na^+ ve Cl^- iyonlarının geri alınması ile tamamlanır. Geri emilim, maddenin kandaki yoğun-

luğuna bağlıdır. Her maddenin kandaki normal değerine **eşik değer** denir. Bir maddenin kandaki yoğunluğu eşik değerin üzerinde ise bu değeri aşan kısım nefron kanalcıklarından geri emilmez, idrarla dışarı atılır. Örneğin şeker hastalarında kandaki glikoz oranı eşik değerin üzerindedir. Bu sebepten glikozun fazlası idrarla atılır. Sağlıklı insanın idrarında glikoza rastlanmaz. Sağlıklı insanlarda glikoz ve amino asitlerin %100'ü, suyun %99'u, sodyumun %99,5'i, ürenin %50'si geri emilerek tekrar kana verilir. Böylece kandaki madde konsantrasyonları ve ozmotik basınç sabit tutularak homeostasinin oluşumuna katkı sağlanır.

Biliyor musunuz?

Üremi, böbrek yetmezliği nedeniyle idrarla atılması gereken zararlı ve atık maddelerin atılamaması sonucu ortaya çıkan hastalıktır.

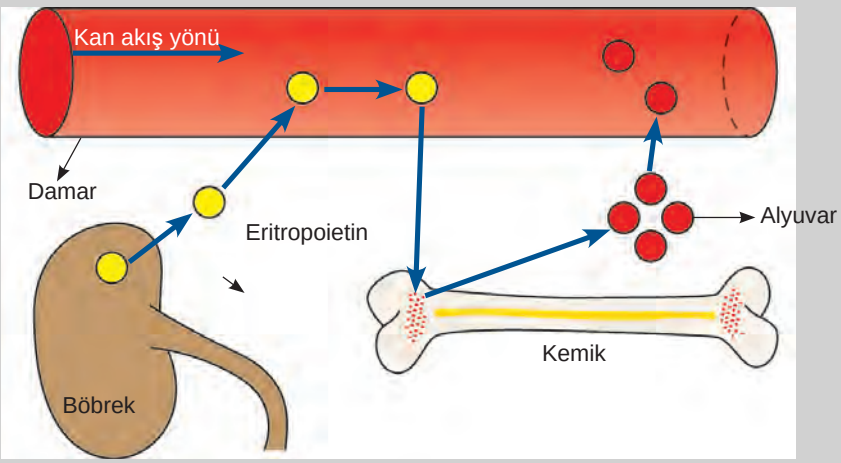
3. Salgılama

İlaçlar, bazı asit ve bazlar, zehirli maddeler, amonyak, bikarbonat, hidrojen iyonları, potasyum iyonları ve boya gibi bazı atık maddeler aktif taşıma ile nefron kanalcıklarını saran kılcal damarlardan nefron kanalcıklarına verilir. Bu olaya **salgılama** veya **aktif boşaltım** denir. Ayrıca sağlıklı olmayan kişilerde kanda eşik değerin üzerinde bulunan glikoz, vitamin ve amino asit gibi maddeler de gerektiğinde salgılanır. Salgılama işlemi homeostasinin sağlanması açısından önemlidir.

Süzülme, geri emilme ve salgılama olayları sonucu oluşan idrarın yapısında üre, ürik asit, kreatin gibi organik maddelerle su, kalsiyum, potasyum, sodyum, klor, fosfat, amonyak gibi inorganik maddeler bulunur. Günde ortalama 1-1,5 litre idrar oluşur. Alınan besinin durumuna göre idrarın pH'ı 5-7 arasında değişir. Oluşan idrar, idrar toplama kanalları vasıtasıyla böbreğin havuzcuk bölgesine iletilip üreter ile idrar kesesine taşınır. İdrar kesesi 300-500 cm^3 idrar alır. İdrar kesesinde biriken idrar, zaman zaman üretra ile dışarı atılır.

Böbrekler idrar oluşturmanın dışında aşağıdaki görevleri de gerçekleştirir:

- Böbrekler alyuvar yapımının düzenlenmesinde görev yapar. Sağlıklı bireylerde kemik iliğinde alyuvar yapımını uyaran **eritropoietin hormonu**nun %90'ı böbreklerde, geri kalanı karaciğerde üretilir (Şekil 1.4.10). Kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda eritropoietin yapımının azalması sonucu anemi görülür.



Şekil 1.4.10. Alyuvar üretimi kemik iliğinde gerçekleşir. Bu olay böbreklerden salgılanan eritropoietin hormonunun kemik iliğinde alyuvar yapımını uyarması ile başlar.

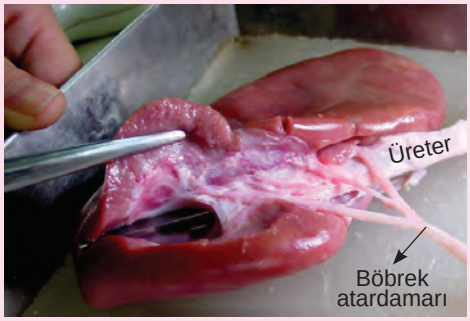
- Böbrekler, uzun süreli açlık durumunda amino asitlerden ve gliserol gibi karbonhidrat dışı kaynaklardan glikoz sentezler.

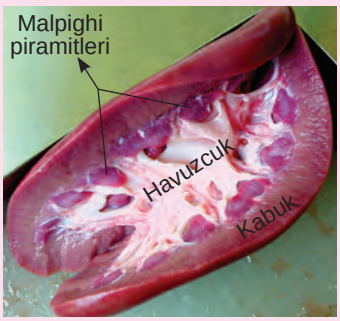
Yapısal olarak özelliklerini ve işleyişini öğrendiğiniz insan böbreği diğer memelilerdeki böbrek yapısına benzemektedir. Şimdiye kadar öğrendiğiniz bilgilerden yararlanarak verilen etkinliği gerçekleştiriniz. böbreğin yapısını gözlemleyiniz.

Etkinlik 1.4.2.

Etkinliğin Adı: Memeli Böbreğinin İncelenmesi
Amaç: Boşaltım organı olan böbreğin yapısını kavramak
Araç Gereçler
Koyun veya dana böbreği, diseksiyon küveti, plastik eldiven, bistüri, büyüteç, makas
Hazırlık
1. Sınıf mevcuduna göre 7 veya 8 kişilik gruplar oluşturunuz.
2. Grubunuz için etkinlik öncesinde bir adet koyun veya dana böbreği ve diğer araç gereçleri temin ediniz.

Uygulayalım
1. Damarların ve üreterin böbreğe giriş-çıkış yerlerini belirleyiniz.
2. Böbreğin dış zarını çıkarınız.
3. Böbreği ortasından boyuna keserek iki parçaya ayırınız.
4. Böbrekteki yapıları gözle ve büyüteçle inceleyip şeklini çiziniz.
5. Çizdiğiniz böbrek şekillerini kitapta verilen şekillerle karşılaştırınız.





Sonuçlandıralım
1. İdrar toplama kanalları nerededir? Nereye açılmaktadır?
2. Böbreğin hangi kısmında piramitleri gözlemlediniz.
3. Havuzcuğu, böbreğin hangi kısmında gözlemlediniz?

Gerçekçekleştirdiğiniz etkinliğin sonucunda böbreğin yapısında dıştan içe doğru zar, öz, kabuk ve havuzcuk kısımlarını gözlemlediniz. Şimdide boşaltımı sağlayan yapıların homeostasi açısından önemini öğreneceksiniz.

4. Boşaltımı Sağlayan Yapıların Homeostasi Açısından Önemi

Sizce böbrekler görevini yapmasa homeostatik denge nasıl etkilenir? Böbrek yetmezliği hastalarında bu etkinin sonuçlarını gözleyebilir miyiz? Akut böbrek yetmezliğinin fizyolojik etkisi sonucu hücreler arası sıvıda su, metabolik ürün ve elektrolit birikimi olur. Bu da su ve tuz yüklenmesine dolayısıyla ödem ve hipertansiyona yol açar. Kandaki potasyum miktarının iki kat artışı ise öldürücü olabilir. Yeterli hidrojen iyonu atılamadığında kan pH'sı düşer. Bu durum ölüme neden olabilir. Şiddetli böbrek yetmezliğinde hiç idrar üretilemez. Eğer böbrek fonksiyonu normale dönüştürülemezse ya da böbrek diyalizi kullanılmazsa

Araştıralım Öğrenelim

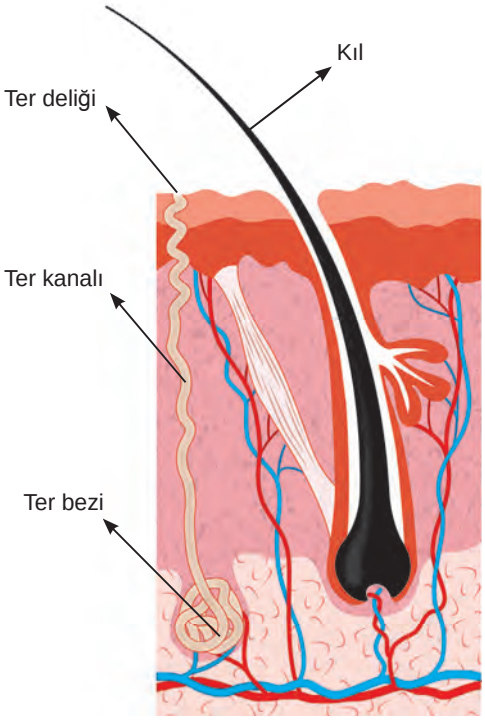
Sağlıklı bir boşaltım sistemine sahip olmak için yapılması gerekenler nelerdir? Araştırınız. Araştırmalarınızı poster veya bilgisayarda sunum hazırlayarak sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

vücutta su, elektrolitler ve metabolik ürünler biriktiği için hasta 8-14 gün içinde ölür. Bu tablo boşaltımın homeostasi için ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Homeostatik dengenin sağlanması için vücutta metabolizma sonucu meydana gelen artıkların boşaltım organlarına taşınması ve vücut dışına atılması gerekir. Bu amaca yönelik olarak pek çok sistem ve organ birlikte çalışır. Bu sistemlerin başında üriner sistem gelir. Üriner sistemi meydana getiren yapıların en önemlisi böbreklerdir.

Üriner sistemin dışında deri, akciğerler, karaciğer ve sindirim kanalının da boşaltımda ve homeostatik dengenin sağlanmasında rolü vardır.

Bu yapıların homeostatik dengeye sağladığı katkıları kısaca aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- Homeostasinin devamı için böbrekler ADH ve aldesteron gibi hormonlarla beraber, su ve elektrolit dengesini düzenleyerek kan basıncının ve kanın ozmotik basıncının dengelenmesine yardım eder. Ayrıca böbrekler, metabolik atıkların atılmasını sağlar. Üre, ürik asit, bilirubin gibi vücuda zararlı olan metabolizma ürünlerini ve kreatini uzaklaştırır. Besin, katkı maddeleri ve ilaçlar gibi dışarıdan alınan yabancı maddeleri ve toksinlerin çoğunu da vücut dışına atar. Böbrekler asit baz dengesinin düzenlenmesine de katkıda bulunur, akciğerlerle beraber kan pH'sını 7.3-7.4 arasında sabit tutar. pH değiştiğinde böbrekler farklı zamanlarda hidrojen veya bikarbonat iyonları salgılayarak kan pH'sını düzenler. Ayrıca solunum sonucu açığa çıkan ve kanda biriken karbon dioksidin akciğerlerden uzaklaştırılması da kan pH'sının sabit tutulmasında önemli rol oynar.
- Deride bulunan ter bezleri (Şekil 1.4.11) vücut sıcaklığının düzenlenmesine ve dolayısı ile homeostatik dengenin sağlanmasına yardım eder. Özellikle sıcak ve kuru ortamlarda düzenleyici mekanizmaların devreye girmesi ile canlıda terleme başlar. Ter; idrar içerisinde bulunan üre, tuzlar ve bazı organik maddeleri seyreltik olarak içerir. Terin buharlaşması ile birlikte vücut sıcaklığı düşürülürken bu atık maddeler de vücuttan uzaklaştırılmış olur ve böylece homeostasi sağlanır.
- Karaciğer, bazı organ ve sistemlerle beraber çalışarak homeostasinin sağlanmasında görev alır. Karaciğer, çeşitli toksik kimyasal bileşikleri zararsız hâle getirerek bunları boşaltım sisteminden kolayca atılmaları için hazırlar. Örneğin proteinlerin sindirilmesi sonucunda oluşan amonyağı daha az zararlı olan üreye dönüştürür. Yaşlanan eritrositlerin parçalanma ürünü olan bilirubin, karaciğerde üretilen safra salgısı ile ince bağırsaklara gönderilerek sindirim sistemi aracılığıyla dışarı atılır. Bilirubinin bir kısmı da ince bağırsaklardan emilerek kana karışır ve böbreklerden süzülerek idrarla dışarı atılır. Karaciğer ayrıca osmotik dengenin korunmasında önemli rol oynayan plazma proteinlerini sentezler.



Şekil 1.4.11. Deri ve deride bulunan ter bezleri

Bölüm Sonu Değerlendirme

A. Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

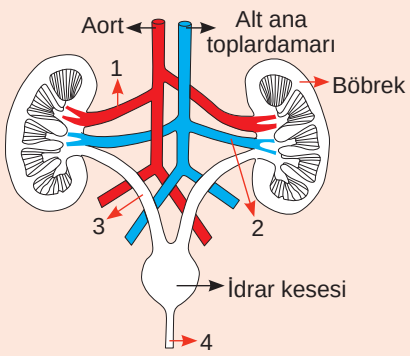
1. Böceklerin boşaltım sisteminde suyun korunmasına yönelik adaptasyonları açıklayınız.
2. Kuşlarda azotlu atık madde, ürik asittir. Bu durum kuşlara ne gibi avantaj sağlar? Açıklayınız.
3. Tuzlu suda yaşayan balıklarda su kaybını önlemek için hangi yapısal adaptasyonlar gelişmiştir? Açıklayınız.
4. Tatlı su balığı tuzlu suda neden yaşayamaz? Açıklayınız.
5. Hangi ortamda yaşayan memelilerde böbrek kanalcıkları daha uzundur? Bunun avantajı nedir?
6. Sağlıklı bir insan, yaz mevsiminde kış mevsimine oranla daha az idrar oluşturur. Bu durumun nedeni nedir? Açıklayınız.
7. Böbrek hastalarının çoğu kansızlıkla karşı karşıya kalırlar. Bunun sebebini açıklayınız.

B. Aşağıda verilen Yapılandırılmış Grid'de numaralandırılmış kutucuklarda hayvanların boşaltım sistemi ile ilgili çeşitli kavramlar verilmiştir. Kutucuk numaralarını kullanarak aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

1	Amonyak	**2**	Üreter	**3**	Kreatin	**4**	Alev hücreleri
5	Henle kulpu	**6**	Üre	**7**	Glomerulus	**8**	Üretra
9	Mesane	**10**	Bilirubin	**11**	Bowman kapsülü	**12**	Nefridyum
13	Malpighi tüpleri	**14**	Nefron	**15**	Üremi	**16**	Ürik asit

1. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri azotlu boşaltım ürünüdür?
2. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri boşaltım sistemi hastalığıdır?
3. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri böbrekten gelen idrarı, idrar torbasına taşıyan kanaldır?
4. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri insan böbreklerinden atılan metabolizma ürünüdür?
5. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri böbreklerle ilgili yapının adıdır?
6. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri idrarın dış ortama atılmasını sağlayan kanaldır?
7. Yukarı verilenlerden hangisi / hangileri idrarın toplandığı yapıdır?
8. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri yassı solucanlarda boşaltımı sağlar?
9. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri halkalı solucanlarda boşaltımı sağlar?
10. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri çekirgelerde boşaltımı sağlar?

C. Aşağıdaki şekilde, sağlıklı bir insana ait boşaltım sistemi yer almaktadır. Şekilde numaralarla gösterilen kısımları inceleyerek aşağıda verilen soruları cevaplayınız.



I. 1 numaralı damardan geçen kandaki üre oranı ile 2 numaralı damardan geçen kandaki üre oranını kıyaslayınız.

II. 1 numaralı damardan geçen kandaki oksijen ve karbon dioksit oranı ile 2 numaralı damardan geçen kandaki oksijen ve karbon dioksit oranını kıyaslayınız.

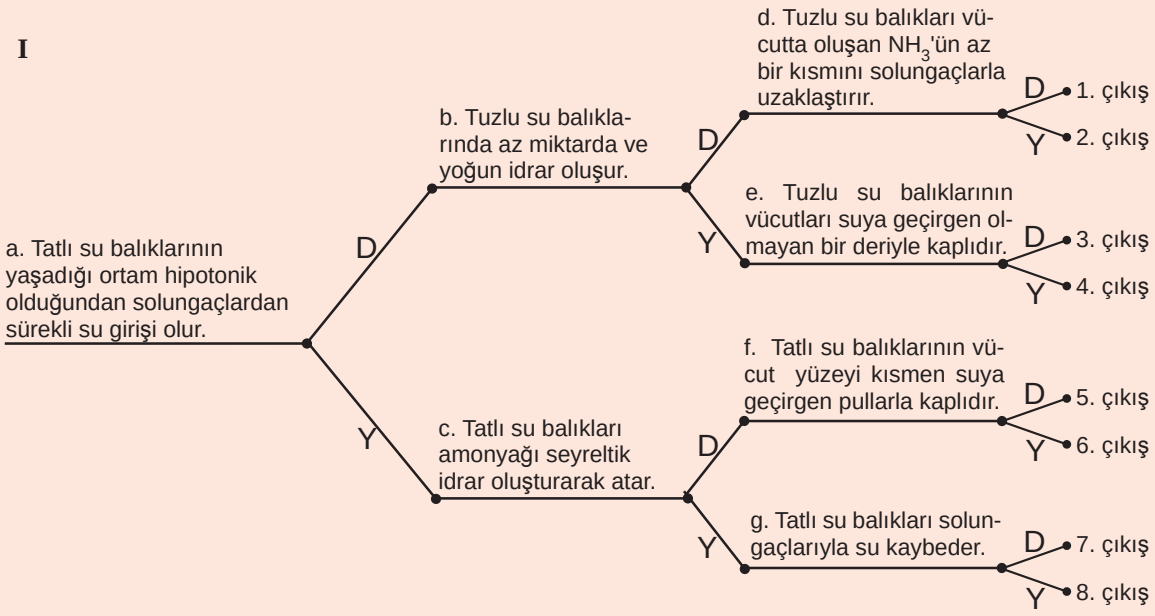
III. 3 ve 4 numaralı yapıların görevleri nedir?

IV. Sağlıklı bir bireyde, yandaki şekilde numaralandırılmış kısımların hangisi ya da hangilerinde glikoza rastlanmaz.

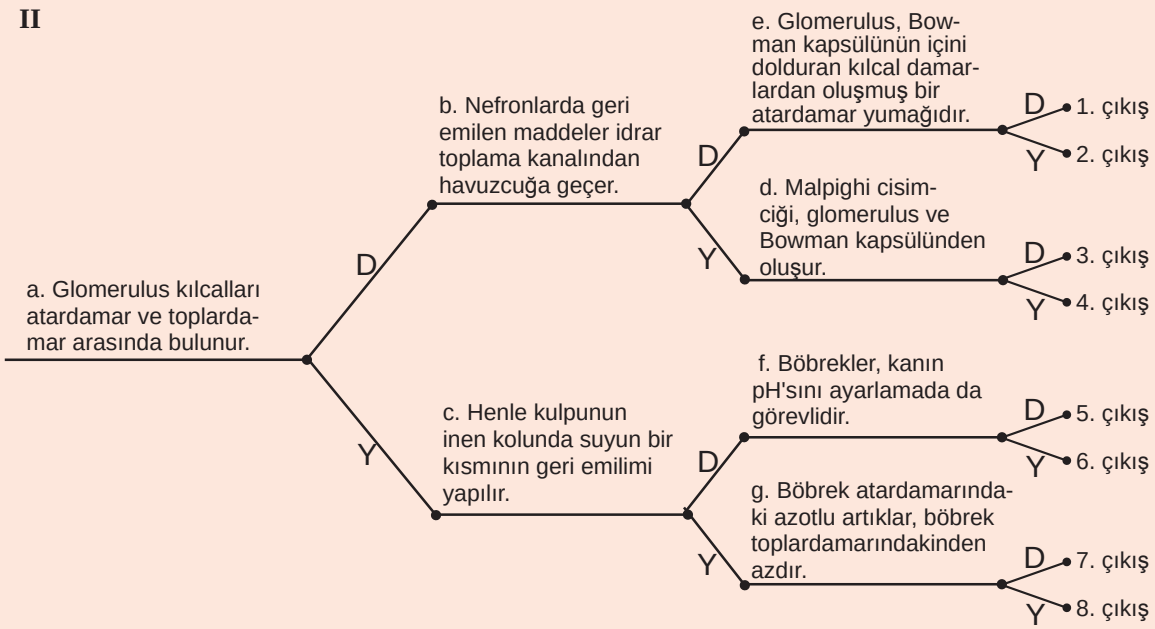
Bölüm Sonu Değerlendirme

Ç. Aşağıda birbiri ile bağlantılı doğru (D) / yanlış (Y) tipinde ifadeler içeren Tanılayıcı Dallanmış Ağaç Tekniğinde iki soru verilmiştir. "a" ifadesinden başlayarak bu etkinlikteki cümlelerin doğru ya da yanlış olduğuna karar veriniz. İlgili yönde ilerleyiniz. Her bir karar, sonraki kararı etkileyecektir. Vereceğiniz cevaplarla sekiz ayrı çıkış noktasından doğru olanı bulunuz

I



II



5. Bölüm
DESTEK ve HAREKET

A. HAYVANLARDA DESTEK VE HAREKET SİSTEMİ
B. İNSANDA DESTEK VE HAREKET SİSTEMİ

Yeryüzünde uçan canlılar sadece kuşlar değildir. Birçok böcek türü, kuşlara göre daha üstün uçuş yeteneğine sahiptir. Helikopterlerin tasarımında kullanılan yusufçuk böceğinin sırtında, biri önde diğeri arkada olan iki çift kanat vardır. Ön ve arkadaki kanatların hareketi zıt yönlü çalışan iki kas grubunun hareketi ile sağlanır. Kasların bir ucu gövdede yer alan kaldıraç şeklindeki uzantılara bağlıdır. Bir kas grubu kasılarak öndeki kanat çiftinin yükselmesini sağlarken diğer kas grubu da aynı oranda gevşeyerek arkadaki kanat çiftinin alçalmasını sağlar.

Helikopter üreticisi firma, halk arasında yusufçuk olarak bilinen böceğin kanat yapısından ve uçuş mekanizmasından nasıl yararlanmıştır? İlk olarak doğa fotoğrafçısı Gillian Martin (Gilyın Martin) bu böceklerin uçuş mekanizmasını inceleyebilmek için iki yıl süren bir çalışma yürütmüştür. Çektiği binlerce fotoğraf, helikopter yapım projesinde görev alan uzmanlarca bilgisayara kaydedilerek incelenmiştir. Uzmanlar ve mühendisler fotoğraflardan yararlanarak bilgisayarda, yusufçuğun havadaki manevralarını gösteren 2000 adet özel çizim gerçekleştirmişlerdir. Tüm bu çalışmalar sonucunda asker ve mühimmat taşımak için özel bir helikopter üretilmiştir.

Günümüzde bir teknoloji harikası olarak tasarlanan bu helikopterler, yusufçuk böceği gibi aynı yöntemle alçalıp yükselir. Bu nedenle yusufçukların diğer bir adı da helikopter böceğidir.

A. HAYVANLARDA DESTEK VE HAREKET

Hareket etmek hayvanların önemli özelliklerindendir. Süngerler ve denizlaleleri gibi bazı hayvanlar yer değiştirmeden, avlarını tentakülleriyle (dokunaç) yakalar. Aslan, kurt, zebra vb. pek çok hayvan ise zamanlarının ve enerjilerinin önemli bir bölümünü besin aramak, tehlikeden kaçmak, eş bulmak için gerekli hareketleri yaparken harcar. Canlılar hareketlerini destek ve hareket sistemi ile gerçekleştirir. Bu sistem canlıya aynı zamanda belirli bir diklik ve sertlik sağlar.

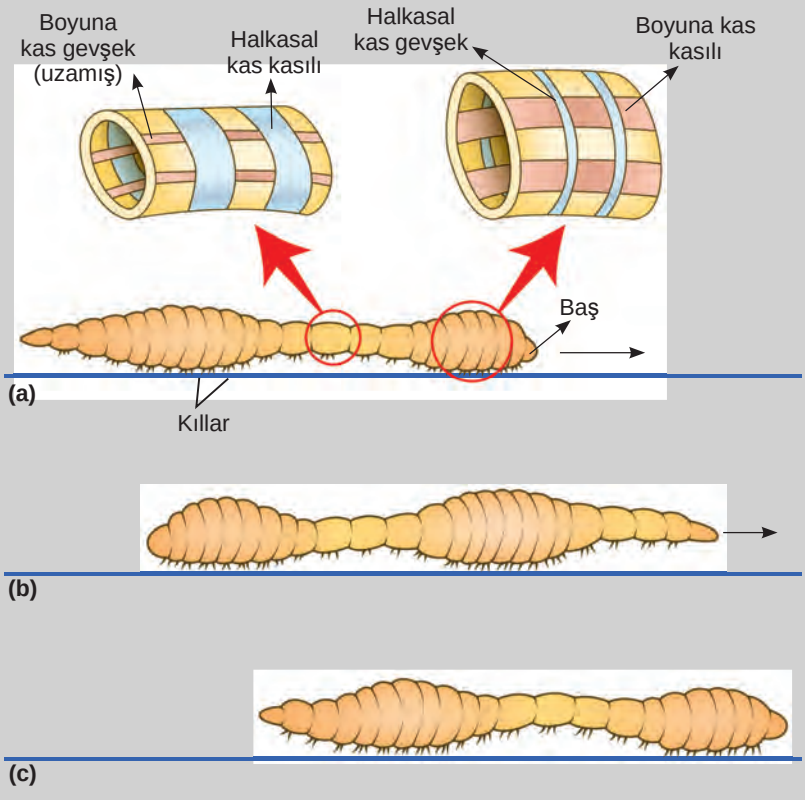
Hayvanlar âleminde üç tip destek ve hareket sistemi görülür. Bunlar hidrostatik iskelet, dış iskelet ve iç iskelettir.

1. Hidrostatik İskelet

Yassı solucanlar, yuvarlak solucanlar ve halkalı solucanlar gibi bazı omurgasız hayvan türlerinde görülen **hidrostatik iskelet**, vücut sıvısı ve bu sıvıyı hareket ettirerek basınç oluşturan kaslardan meydana gelir. Örneğin halkalı solucanlardan olan toprak solucanında (Resim 1.5.1) hareket bu şekilde sağlanır. Toprak solucanında halka şeklinde ve boyuna uzanmış kaslar bulunur (Şekil 1.5.1). Toprak solucanı bu kasların her ikisini de kullanarak baştan kuyruğa doğru ilerleyen ritmik kasılma dalgaları oluşturur. Halka şeklindeki kaslar kasılarak vücut sıvısına basınç yapar ve solucanın uzamaya başlayan ön ucu kıllar yardımıyla bir yere tutunduktan daha sonra boyuna kaslar kasılır; vücudun arka kısmı öne doğru çekilerek vücut kalınlaştırılır. Böylece hareket sağlanmış olur. Ayrıca hidrostatik iskelet sayesinde vücut şekli de korunur.

Araştıralım Öğrenelim

Toprak solucanı, salyangoz, çekirge, balık ve kuşlarda destek ve hareket sistemi hangi temel yapısal farklılıklara sahiptir? Araştırınız. Elde ettiğiniz bilgilerden bir sunum hazırlayınız (Sunumunuz bigisayar ortamında ya da poster biçiminde hazırlanmış olabilir.). Çalışmanızı sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.



Şekil 1.5.1. Toprak solucanında boyuna ve halkasal kaslar peristaltik hareketlerin oluşmasını sağlar.

2. Dış İskelet

Omurgasızlardan eklembacaklılarda ve yumuşakcalarda dış iskelete rastlanır. Bu canlılardaki bazı hücreler salgıladıkları organik ve inorganik maddelerle vücutlarının dışında koruyucu bir tabaka meydana getirir. Dış iskelet adı verilen bu tabaka vücudu dış etkilere karşı korur, destek ve direnç verir. Ayrıca karada yaşayan hayvanlarda su kaybını engeller. Dış iskelet canlının büyümesini sınırlandırır. Bu nedenle midye ve istiridye gibi bazı yumuşakçalar kabuklarının kenarlarına yeni maddeler ekleyerek iskeletlerini büyütür. Böcekler ise büyüme evrelerinde kabuk değiştirir (Resim 1.5.2).

Resim 1.5.2. Ağustos böceği (*Tibicen canicularis*) gibi dış iskelete sahip bazı canlılar kabuk değiştirir.

Midye ve salyangoz gibi yumuşakçalarda kalsiyum karbonattan yapılmış sert bir dış iskelet bulunur (Resim 1.5.3). Bu canlıları dış tehlikelerden koruyan iskelet, ağır olduğu için hayvanın hareketini zorlaştırır.

Resim 1.5.3. Salyangozda (*Helix pomatia*) dış iskelet

Eklembacaklılardan çekirgede dış iskelet azotlu bir polisakkarit olan kitin tabakasından oluşmuştur (Resim 1.5.4). Kitin tabakası dayanıklı ve hafif olduğu için canlının hareketini engellemez. Hayvanın hızlı haraket etmesi, bu iskelete iç yüzeyden bağlanmış olan çizgili kaslar sayesinde gerçekleşir.

Resim 1.5.4. Ölmüş bir çekirgeden (*Romalea microptera*) geriye kalan dış iskelet

3. İç İskelet

Süngerlerde, derisi dikenlilerde ve omurgalı canlılarda iç iskelet görülür. İç iskelet; hareketi kolaylaştırır, büyümeye engel olmaz.

Bazı süngerlerde iç iskelet, kalsiyum karbonat veya silisten oluşan spikül denilen iğnelerden (Resim 1.5.5) bazılarında ise spongin denilen protein yapılı liflerden oluşur.

Resim 1.5.5. Süngerlerde iç iskelet

Resim 1.5.6. Derisi dikenlilerden deniz yıldızında iç iskelet bulunur.

Derisi dikenlilerde ise kalsiyum karbonat ve magnezyum karbonattan oluşmuş deri altındaki sert plakalar iç iskeleti oluşturur (Resim 1.5.6).

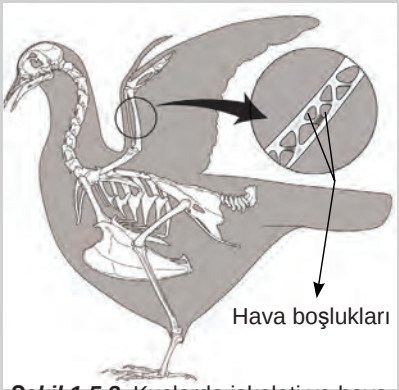
Omurgalılardan köpek balığı ve vatoz gibi kıkırdaklı balıklarda embriyonik ve ergin dönemde iskelet, kıkırdak yapıdadır (Resim 1.5.7).

Resim 1.5.7. Köpek balığı *(Carcharodon carcharias) gibi bazı balıklarda* iskelet, kıkırdaktan oluşmuştur.

Resim 1.5.8. Uzun burunlu mercan balığında (Forcipiger longirostris) olduğu gibi balıkların genelinde iskelet, kemikten oluşmuştur.

Sazan, uzun burunlu mercan balığı (Resim 1.5.8) gibi kemikli balıklarda ise iskelet embriyonik dönemde kıkırdak, ergin dönemde kemik yapıdadır. Kemikli balıklardan memelilere kadar tüm omurgalılarda iskelet, kemikten yapılmıştır. Yalnız sürtünme ve darbelere karşı eklem yerlerinde kaygan ve esnek kıkırdak yapı korunmuştur. Hayvanlarda iskelet, kaslarla birlikte destek ve hareket sistemini meydana getirir.

Omurgalılardan kuşlarda iskeleti oluşturan kemikler incedir. Büyük kemiklerin içlerinde hava boşlukları vardır. Bu kemikler dayanıklılığı arttıran ve ağırlığı azaltan içi bal peteği görünümünde olan bir yapıya sahiptir (Şekil 1.5.2). Ayrıca bazı kemiklerin içlerinde bulunan hava keseleri sayesinde vücut ağırlığı azalır ve kuşların uçması kolaylaşır. Uçmayı sağlamak için ön üyeler kanat şeklinde gelişmiştir. Kanatlardaki iskelet ve güçlü kaslarla uçma sağlanır.



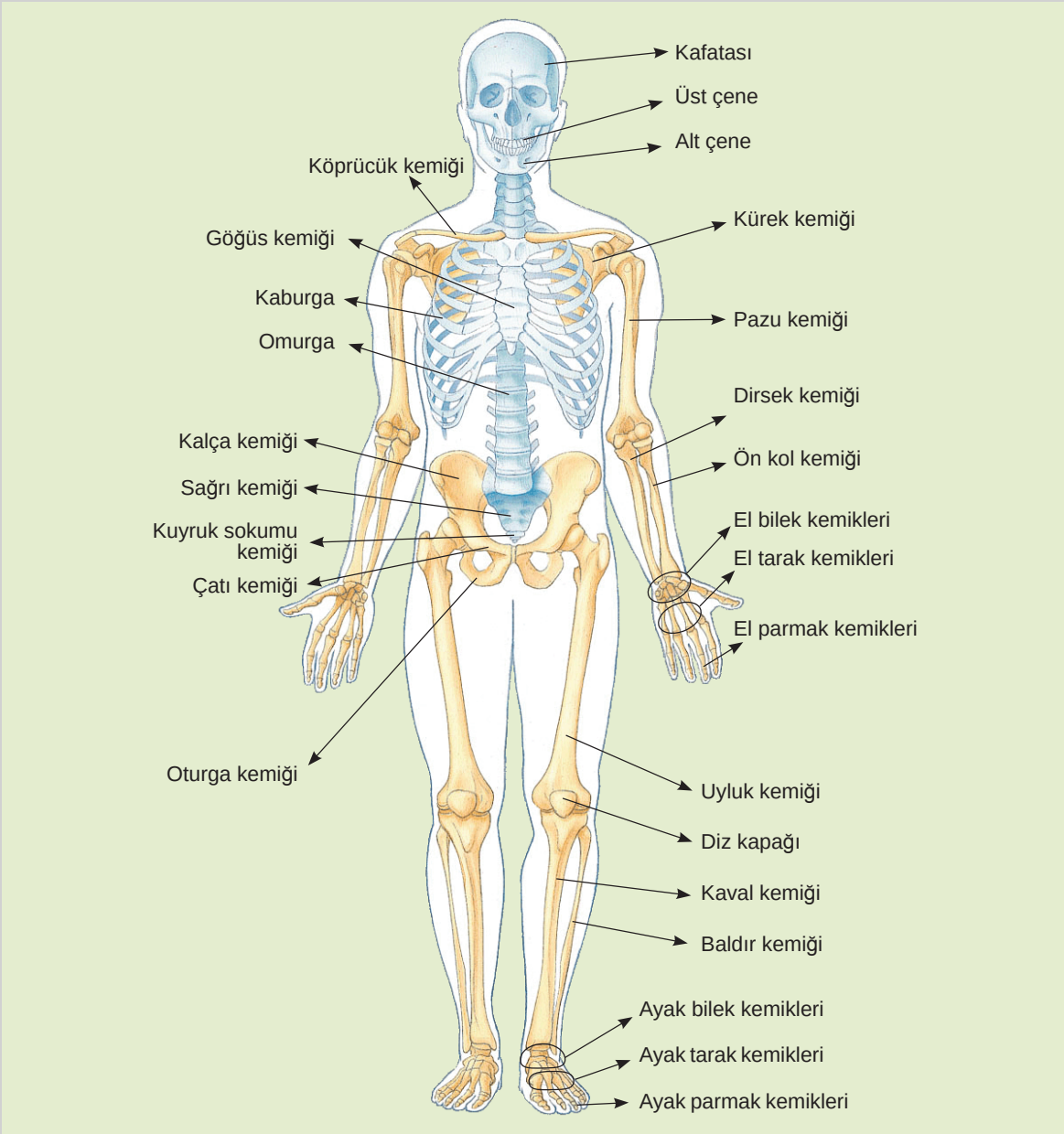
Şekil 1.5.2. Kuşlarda iskeleti ve hava boşluklarını gösteren kemik kesiti

B. İNSANDA DESTEK VE HAREKET

Hayatımızda konuşma, yazma, yürüme ve yüzme gibi etkinliklerimiz iskelet ve iskelete bağlı kaslar tarafından sağlanır. İnsanda destek ve hareket sistemi kemik, kıkırdak ve kas dokudan oluşur.

1. İnsan İskeletinin Genel Yapısı ve Kemik Çeşitleri

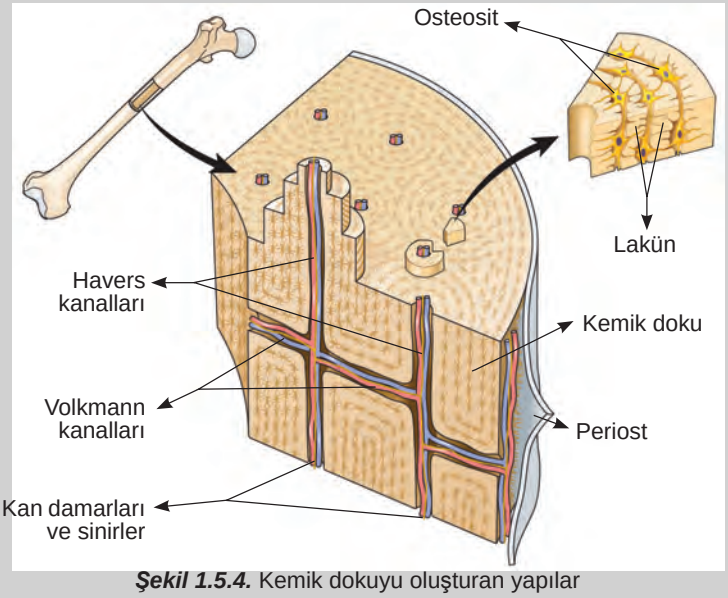
İnsanda iskelet üç temel kısma ayrılır. Bunlar baş, gövde ve üyeler (kollar ve bacaklar)dir . İskelette yaklaşık 206 adet kemik bulunur (Şekil 1.5.3.).



Şekil 1.5.3. İnsanda iskelet yapısı

a. Kemik Doku ve Yapısına Göre Kemik Çeşitleri

İnsanda destek ve hareket siteminin bir parçası olan iskelet, embriyonik devrenin ilk iki ayında kıkırdak hâlinde bulunur. Daha sonra kemikleşmeye başlar ve kemik dokuyu oluşturur. Kemik dokusunu oluşturan hücrelere **osteosit**, organik ve inorganik maddelerden oluşan ara maddeye de **osein** denir. Oseinin organik kısmı protein yapısındaki kollagen liflerden oluşur. İnorganik kısmı ise kalsiyum fosfat, kalsiyum karbonat, kalsiyum florür, potasyum ve magnezyumdan meydana gelir. Kemik hücreleri yıldız şeklinde olup kemik dokusunda **lakün** adı verilen boşluklarda yer alır (Şekil 1.5.4). Yıldız şeklindeki bu hücreler kemik kanalcıkları içindeki sitoplazmik uzantılarla birbirlerine bağlanır. Ayrıca kemiklerin dışında **periost** denilen kemik zarı bulunur. Bu yapı bağ dokudan yapılmıştır, bol miktarda sinir ve kan damarları taşır. Kemik zarı yeni kemik hücreleri oluşturur, kemiğin enine büyümesini, yenilenmesini ve onarımını sağlar.



Şekil 1.5.4. Kemik dokuyu oluşturan yapılar

Anne karnında ikinci aydan sonra bebeğin iskeletinde kemikleşme süreci başlar. Doğumdan sonra bu sürecin tamamlanması ortalama 20-25 yaşlarına kadar devam eder. Yetişkin bir insanın kemiği analiz edildiğinde %20-25 oranında su, %30 organik madde, %45-50 madensel tuzlar (kalsiyum fosfat, kalsiyum karbonat, magnezyum fosfat vb.) bulunduğu görülür. Madensel tuzlar kemiğe sertlik verir. Yaş ilerledikçe madensel tuzların kemikte birikme oranları artar. Organik maddeler ise azalır. Bu durum kemiğin daha sert ve kırılgan bir yapıya sahip olmasına neden olur.

Kemiklerin görevleri:

- Kemikler vücuda şekil verir ve desteklik sağlar. Ayrıca kaslarla birlikte vücudu hareket ettirir.
- Kafatası ve göğüs kafesi kemikleri çevreledikleri yaşamsal organları dış etkilere karşı korur.
- Kemiklerin iç kısmında bulunan kırmızı kemik iliği, kan hücrelerinin yapımında görev alır.
- Kemikler, kalsiyum, fosfat, magnezyum gibi minerallerin deposu olarak da iş görür.

İskeleti meydana getiren kemikler doku yapısına göre iki grupta incelenir:

Araştıralım Öğrenelim

Sağlıklı bir kemik gelişimine sahip olmak için neler yapılması gerekir? Gelişim çağındaki bireyler nasıl beslenmelidir? Araştırınız. Sözlü sunum hazırlayarak edindiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.

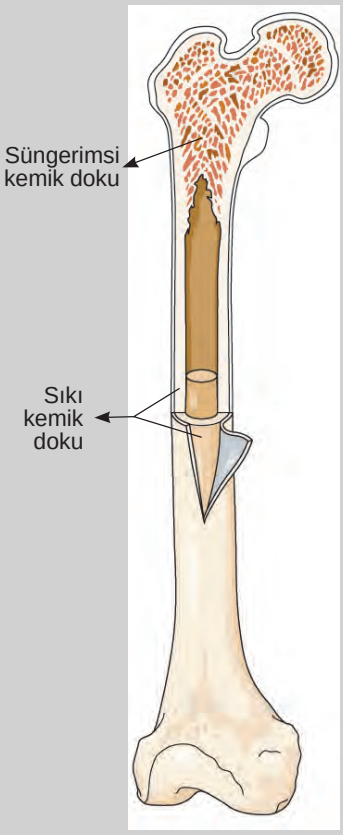
I. Sıkı (Sert) Kemik Doku

Uzun kemiklerin gövdesinde, baş kısmındaki süngerimsi kemik doku üzerinde, kısa ve yassı kemiklerin dış yüzeyinde bulunur. İç içe daireler şeklinde sıralanmış lamelli yapıya sahiptir (Resim 1.5.9). Lamellerin ortasında **Havers kanalı** yer alır. Bu kanaldan kan damarları ve sinirler geçer. Osteositler kan damarlarından besin ve oksijeni alırken, artık ürünleri de aynı yolla kana verir. Havers kanallarını birbirine bağlayan yan kanallara ise **Volkmann kanalları** denir (Şekil 1.5.4).

Resim 1.5.9. Sıkı kemik dokunun mikroskobik görünümü

Araştıralım Öğrenelim

Kemiklerde kırık ya da çatlaklar oluştuğunda kemik doku kendini nasıl onarır? Bu onarım süresinin yaşlılarda gençlere göre daha uzun olmasının nedenleri nelerdir? Araştırınız. Bilgilerinizi sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

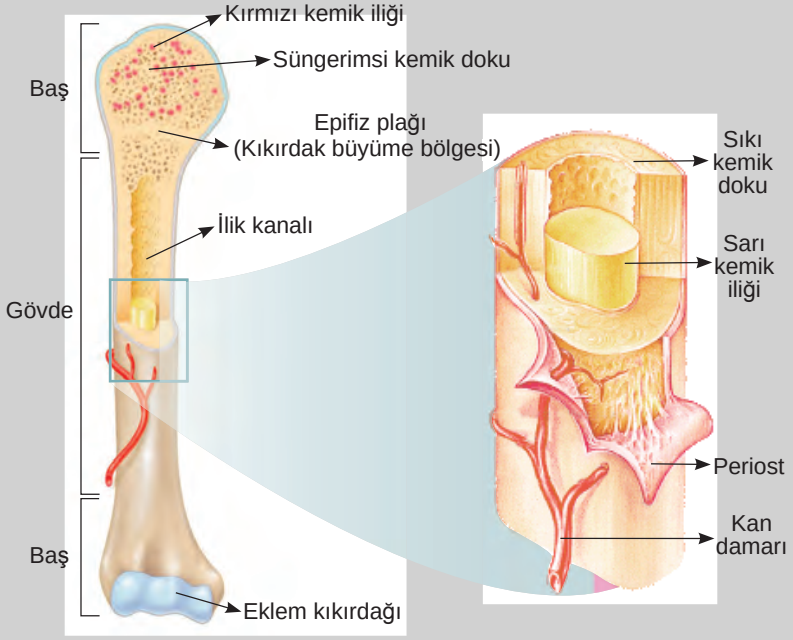


Şekil 1.5.6 Uzun kemiklerde bulunan sıkı ve süngerimsi kemik doku

Şekil 1.5.7. Kürek kemiği yassı kemiklerdendir.

II. Süngerimsi Kemik Doku

Uzun kemiklerin baş kısmında, yassı, kısa ve düzensiz şekilli kemiklerin üst yüzeyini kaplayan sıkı kemik dokunun altında yer alır. Süngerimsi kemik; ince, düzensiz kemik lamellerinden oluşmuş gözenekli yapıya sahiptir. Bu gözeneklerin içerisi kan hücrelerinin yapıldığı kırmızı kemik iliğiyle doludur (Şekil 1.5.5).



Şekil 1.5.5. Uzun kemiğin yapısı

b. Şekline Göre Kemik Çeşitleri

İskeleti meydana getiren kemikler şekillerine göre uzun, yassı, kısa ve düzensiz şekilli kemikler olmak üzere dörde ayrılır:

I. Uzun Kemikler

İki ucu şişkin silindir şeklindeki kemiklerdir. Kol ve bacaklarda bulunur. Ön kol, dirsek, pazu, uyluk, kaval kemikleri bu gruba girer. Uzun kemiklerin ucundaki şişkin kısma baş, iki baş arasındaki bölgeye ise gövde denir (Şekil 1.5.5). Uzun kemiklerin baş kısmı, üzeri sıkı kemik doku ile kaplı olan süngerimsi kemik dokudan meydana gelmiştir (Şekil 1.5.6). Bu dokunun boşluklarında kırmızı kemik iliği bulunur. Gövde kısmı ise sıkı kemik dokudan oluşmuştur. Uzun kemiklerin ortasında ise sarı kemik iliği bulunur. Uzun kemiğin baş kısmı ile gövdesi arasında, kemiğin boyuna uzamasını sağlayan kıkırdak dokudan yapılmış büyüme bölgesi bulunur. **Epifiz plağı** olarak adlandırılan bu kıkırdak yapı 19-23 yaşından sonra kemikleşir ve kemiğin boyuna uzaması durur. İnsanlarda boydaki uzamanın sınırlı olmasının nedeni budur.

II. Yassı Kemikler

Kalınlığı az olan kemiklerdir. Kafatası, kürek, kalça, kaburga kemikleri yassı kemiklerdendir (Şekil 1.5.7). Bu kemiklerde periost denilen kemik zarının altında sıkı kemik, ortada ise içerisinde kırmızı kemik iliği bulunan süngerimsi kemik doku yer alır. Yassı kemiklerde sarı kemik iliği bulunduran kanal yoktur.

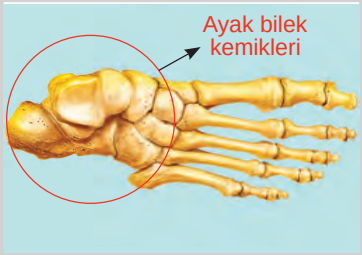
III. Kısa Kemikler

Boy ve genişliği birbirine yaklaşık olarak eşit kemiklerdir. El ve ayak

bileklerindeki kemikler bu gruba girer (Şekil 1.5.8). Şekil olarak farklı olmakla beraber yapısal olarak yassı kemiklere benzer. Dıştan içe doğru kemik zarı, sıkı kemik dokusu ve süngerimsi kemik dokusundan oluşur.

IV. Düzensiz Şekilli Kemikler

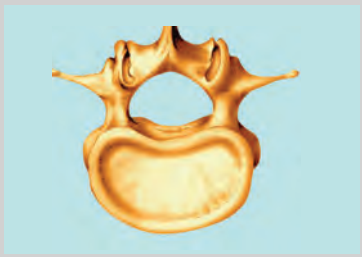
Vücudun değişik bölgelerinde bulunan, belirli bir şekli olmayan kemiklerdir. Örneğin, omurlar ve bazı yüz kemikleri bu gruba girer (Şekil 1.5.9). Yapısal olarak kısa ve yassı kemiklere benzer.



Şekil 1.5.8. Ayak bilek kemikleri kısa kemiklerdendir.

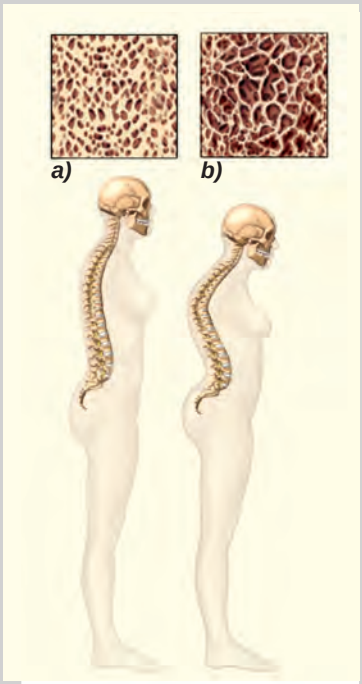
2. Kemik Dokunun Yapısını Etkileyen Faktörler

Canlının hayatı boyunca kemik yapımı ve yıkımı devam eder. Bu kemiklerin güçlenmesi ve şekillenmesi için gereklidir. Kemik yapımında hormonlar, mineraller, vitaminler, genetik faktörler etkilidir. Büyüme döneminde kemik yapımı fazladır. Bu nedenle kemikler büyür. Orta yaşlarda ise kemik yapım ve yıkım denge hâlindedir. Yaşlılık döneminde yıkım kemik yapımından fazladır. Bundan dolayı yaşlı insanlarda kırılan kemiklerin iyileşmesi gençlere göre daha zordur.



Şekil 1.5.9. Omur kemiği düzensiz şekilli kemiktir.

Kemiğin sertleşmesi için kalsiyum, fosfor, potasyum minerallerinin kemiğe geçmesi ve bunların miktarlarının kanda belirli bir seviyede tutulması gerekir. Bu denge kalsiyumun kemikten kana, kandan da kemiğe geçişini sağlayan hormonlarla düzenlenir. Ayrıca büyümeyi ve eşeysel olgunlaşmayı sağlayan hormonlar da iskeletin gelişiminde etkilidir. Kemik oluşumunda D, A, C vitaminlerinin de etkisi vardır. D vitamini kemiklerde kalsiyum ve fosfat birikmesini sağlar. D vitamini eksikliğinde kemiklerde yumuşama ve eğilme meydana gelir. Bu da çocuklarda **raşitizm**, yetişkinlerde ise **osteomalizi** denen kemik hastalığına neden olur. Ayrıca bazı bireylerde yaşlanmaya bağlı kemik hücresi kaybı, genetik özellikler, D vitamini, kalsiyum gibi minerallerin eksikliği nedeniyle kemik ara maddesi azalır (Şekil 1.5.10). Bu durumda **osteoporoz** adı verilen kemik doku hastalığı görülür.



Şekil 1.5.10. a) Normal kemik b) Osteoporpza uğramış kemik

Kemik gelişiminde vitaminler de etkilidir. A vitamini eksikliğinde kemiklerin büyümesi yavaşlar, C vitamini eksikliğinde ise kemiklerde zayıflama ve kırılma görülür.

Kemiklerin enine ve boyuna büyümesinde ve son şeklini almasında canlının genetik özellikleri önemli rol oynar. Dengeli ve düzenli beslenmenin hareket ve sporun da kemik gelişimi üzerinde önemli etkisi vardır.

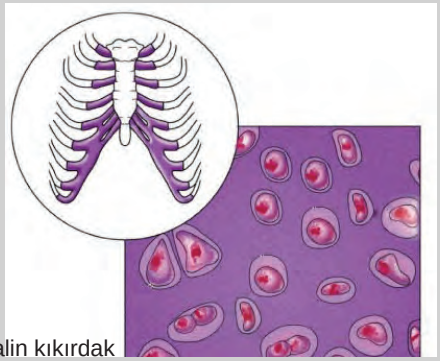
3. Kıkırdak Doku ve Çeşitleri

Memeli embriyolarında iskelet, başlangıçta kıkırdak yapıda olup daha sonra minerallerin birikmesiyle kemikleşir. Eklemlerde, kaburga uçları gibi yerlerde kemikleşme olmaz. Bu bölgeler hayat boyu kıkırdak olarak kalır. Kıkırdak doku düzgün yüzeyli, dayanıklı ve esnek olması nedeniyle eklem yüzeylerinde kemiklerin hareketini kolaylaştırır. Ayrıca doğumdan önce ve sonra kıkırdak yapıda olan epifiz plağı uzun kemiklerin gelişmesini ve büyümesini sağlar.

Kıkırdak doku hücrelerine **kondrosit** denir. Kıkırdak dokunun ara maddesine **kondrin** denir. Kıkırdak hücreleri yuvarlak veya oval şekilli büyük çekirdekli hücrelerdir. Bu hücreler kapsülle çevrilidir. Kapsülün içinde bir veya birkaç tane kıkırdak hücresi bulunabilir. Kıkırdak dokuda kan damarları bulunmaz. Beslenme olayı difüzyon ile bağ dokudan gerçekleşir. Atık maddeler de aynı yolla uzaklaştırılır. Hücreler arası maddedeki liflerin yapısına, düzenine ve miktarına göre hiyalin kıkırdak, elastik kıkırdak ve fibröz kıkırdak olmak üzere üçe ayrılır:

a. Hiyalin Kıkırdak

Diğer kıkırdak çeşitlerine oranla daha fazla hücre içerir (Resim 1.5.10). Hücreler arası maddesi homojen, saydam ve camsı bir görünümdedir. Yapısında kollagen lifler vardır. Bundan dolayı basınca dayanıklıdır. Embriyo döneminde iskelet, hiyalin kıkırdaktan yapılmıştır. Ergin bireylerin bronşlarında, soluk borusunda, burunda, kemiklerin eklem başlarında ve kaburga uçlarında hiyalin kıkırdak bulunur.



Resim 1.5.10. Hiyalin kıkırdak

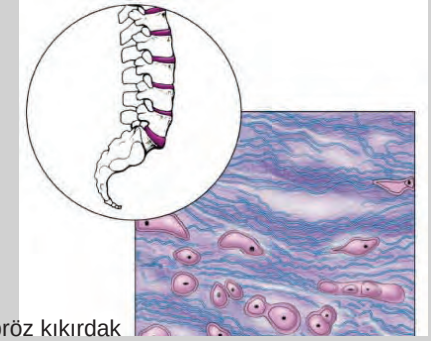
b. Elastik Kıkırdak

Elastik kıkırdak, bol miktarda lif içermesi dışında hiyalin kıkırdağa benzer. Bu yüzden bükülme özelliğine sahiptir (Resim 1.5.11). Kulak kepçesi, kulak yolu, östaki borusu ve epiglotis elastik kıkırdaktan meydana gelmiştir.

Resim 1.5.11. Elastik kıkırdak

c. Fibröz Kıkırdak

Bu dokuda kollajen lifler oldukça fazla, kıkırdak hücreleri ise azdır (Resim 1.5.12). Basınç ve çekmeye karşı dayanıklı dokulardır. Omurlar arasındaki disklerde ve köprücük kemiği gibi kemiklerin eklem yaptığı yerlerde fibröz kıkırdak bulunur.

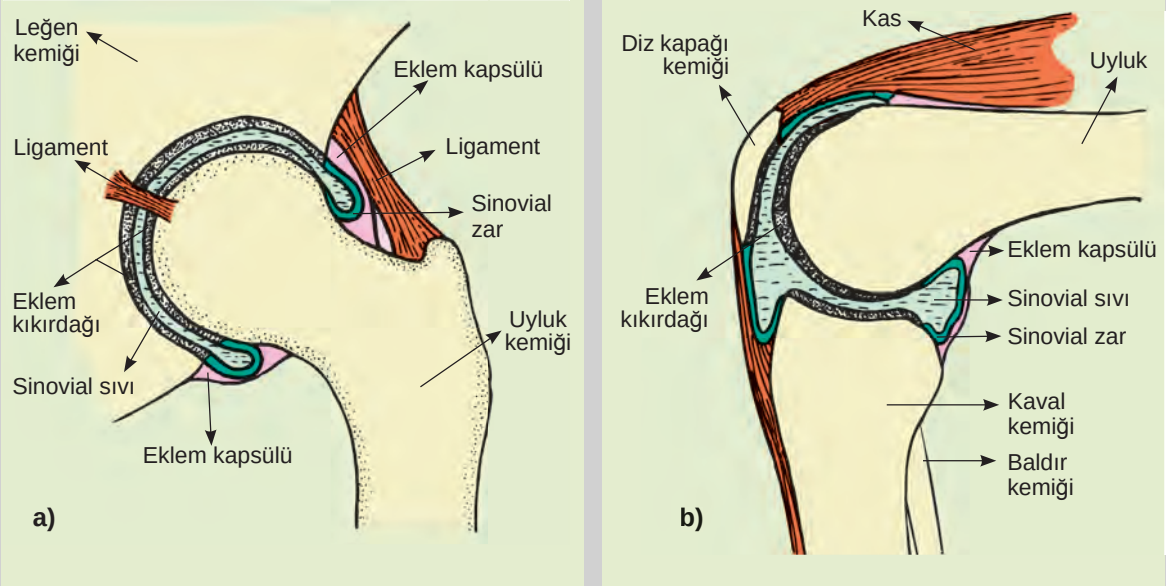


Resim 1.5.12. Fibröz kıkırdak

4. Eklemler ve Çeşitleri

İsleleti meydana getiren kemiklerin birbiriyle bağlantı kurduğu yere eklem denir. Eklemler hareket derecelerine göre üçe ayrılır. Bunlar oynar eklem, az oynar eklem ve oynamaz eklemdir.

a. Oynar Eklem



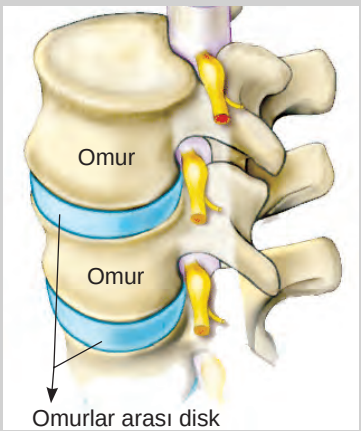
Şekil 1.5.11. **a)** Kalça eklemi **b)** Diz eklemi

Kol ve bacaklarda hareketi sağlayan, oynar eklemlerdir (Şekil 1.5.11 a-b). Kemiklerin eklem yapan yüzeyleri kıkırdakla örtülüdür. Buna **eklem kıkırdağı** denir.

Oynar eklem bölgesinde **ligament** olarak adlandırılan ve iki kemiği bağlayan eklem bağları yer alır. Bu sayede eklemler sağlamlık kazanır ve kuvvetlenir. Eklem bölgesinde bağ dokudan yapılmış bir kapsül bulunur. Bu yapıya **eklem kapsülü** denir. Kapsülün iç kısmı sinovial zar adı verilen ince bir zar ile sarılmıştır. Bu zardan eklem boşluğuna **eklem sıvısı** (sinovial sıvı) salgılanır. Bu sıvı, kemiklerde eklem bölgesinde bulunan kıkırdak doku ile birlikte kayganlık sağlayarak kemiklerin birbirine bağlandığı eklem yüzeyinde aşınmayı önler.

b. Az Oynar Eklem

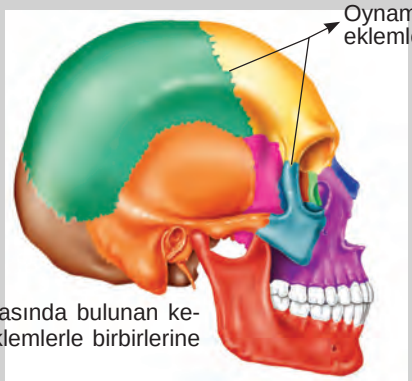
Hareketi sınırlı olan eklemlerdir. Eklem yapan iki kemik arasında kemiklerin birbirine sürtünerek aşınmasını engelleyen kıkırdak dokudan oluşmuş bir disk bulunur. Boyun, göğüs, bel omurlarının arasındaki eklemler bu gruba girer (Şekil 1.5.12).



Şekil 1.5.12. Az oynar eklemler

c. Oynamaz Eklem

Bu eklem çeşidinde kemikler hareket etmeyecek şekilde birbirlerine bağlıdır. Kafatası ve yüzdeki (alt çene kemiği hariç) eklemler, oynamaz eklemlere örnek olarak verilebilir (Şekil 1.5.13). Az oynar ve oynamaz eklemlerde eklem kapsülü ve eklem sıvısı yoktur.



Şekil 1.5.13. Kafatasında bulunan kemikler, oynamaz eklemlerle birbirlerine sıkıca bağlanır.

Omurgalılarda iskeleti meydana getiren yapıları öğrendiniz. Sizde aşağıda verilen etkinliği gerçekleştirerek omurgalılardaki kemik çeşitlerini ve yapısal özelliklerini gözlemleyiniz.

Etkinlik 1.5.1.

Adı: Omurgalılarda Kemiklerin İncelenmesi

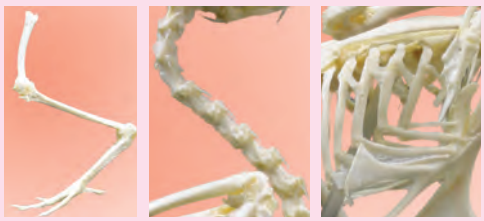
Amaç: Omurgalılardaki kemik çeşitlerini yapısal özellikleriyle kavrama

Araç Gereçler

Su, bistüri veya maket bıçağı, büyüteç, kemik koymak için kap, steril eldiven, çekiç, pens, diseksiyon küveti, havan takımı, maşa, ikişer adet pişmemiş tavuk bacağı, tavuk kaburgası ve omur kemiği

Hazırlanalım

1. Sınıf mevcudunu göz önüne alarak 6 veya 7 kişilik gruplar oluşturunuz.
2. Grubunuz için etkinlikten bir hafta önce birer adet pişmemiş tavuk bacağı, tavuk kaburgası ve omur kemiği temin ederek HCl içerisine koyup bekletiniz.
3. Etkinlik yapacağınız zaman yeniden grubunuz için birer adet tavuk bacağı, tavuk kaburgası ve omur kemiği temin ediniz.



Uygulayalım

HCl'e batırmadığınız tavuk bacağı, tavuk kaburgası ve omur kemiğini alarak;

- Bu kemikleri yapı ve şekil bakımından karşılaştırınız.
- Bu kemiklerin eklem yerlerini tespit ederek inceleyiniz.
- Bu kemiklerin üzerindeki kemik zarını bistüri ile çıkarıp büyüteçle inceleyiniz.
- Bu kemikleri kırarak sert ve süngerimsi kemik kısımlarını çizerek gösteriniz.
- Kırdığınız kemiklerde kırmızı ilik bölgelerini gösteriniz.
- 1 hafta HCl'te beklettiğiniz kemikleri alıp meydana gelen değişimleri inceleyiniz.
- HCl 'te bekletilmiş kemiklerle normal kemikleri yapısal açıdan karşılaştırınız.
- Asitte bekletilmemiş bacak kemiğini kırarak havanda ezmeye çalışınız.
- HCl'te beklemiş bacak kemiğini kırarak havanda ezmeye çalışınız.
- Tüm gözlemlerinizi kaydediniz.

Sonuçlandıralım

1. Tavuk bacağı, tavuk kaburgası ve omur kemiklerinin özelliklerini yapı ve şekil bakımından nasıl sınıflandırırsınız?
2. HCl'te bekletilmiş kemiklerin asitte bekletilmemiş kemiklerden farklı olmasının nedeni nedir?
3. Kemik zarının hangi özelliklerini gözlediniz? Açıklayınız.

Yaptığınız etkinlikte kemiğin zarla örtüldüğünü, yapısında inorganik maddelerin de bulunduğunu ve kemiklerin farklı şekillerde olabileceğini öğrendiniz. Şimdi de insanın destek ve hareket sistemini meydana getiren yapılardan olan kas doku çeşitleri ve kas kasılmasını öğreneceksiniz.

5. Kas Doku ve Çeşitleri

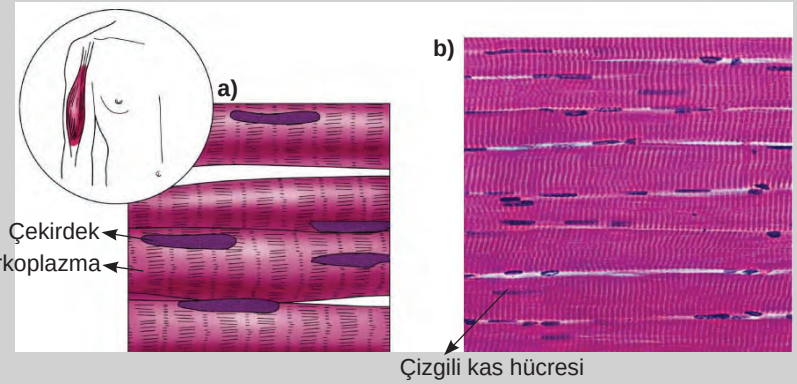
Bir kapı veya pencerenin iten veya çeken bir kuvvet olmadan açılıp kapanamaması gibi kemikler de bir kuvvet olmadan hareket edemez. Kaslar da kemiklere bir kuvvet uygulayarak vücudun hareket etmesini sağlar. Vücuda destek olan ve hareketi sağlayan kemikler, kaslar ve eklemler ile birlikte çalışır.

Kasılıp gevşeyebilme yeteneğinde olan kaslar destek ve hareket sisteminde aktif rol oynar (Şekil 1.5.14.). Kaslarda hücreler arası madde bulunmaz. Kas hücresinin sitoplazmasına **sarkoplazma**, hücre zarına ise **sarkolemma** denir. Kas hücrelerinin endoplazmik retikulumuna sarkoplazmik retikulum denir. Sarkoplazmada kasılmayı sağlayan **miyofibril** olarak adlandırılan telcikler vardır. Bu telcikler aktin ve miyozin proteinlerinden oluşmuştur. Kaslar yüksek enerji gereksinimleri nedeniyle çok sayıda mitokondri bulundurur. Vücutta bulunan toplam kas kitlesinin yaklaşık %80'i çizgili kas, %20'si düz kas ve kalp kasıdır. Yapı ve çalışmalarına göre kaslar, çizgili kas, düz kas ve kalp kası olarak üçe ayrılır:

Şekil 1.5.14. İskelet kasları, destek ve hareket sisteminin bir parçasıdır.

a. Çizgili Kas

Çizgili kas (iskelet kası) hücreleri uzun silindirik şekilli ve çok çekirdeklidir (Şekil 1.5.15). Çekirdekleri hücre zarının hemen altında yer alır. İskelete bağlı kaslardır. Bu kaslar iskeletle birlikte vücudun hareketini sağlar. Çizgili kaslar beynin kontrolünde ve isteğimize bağlı çalışır. Düz kaslara oranla daha hızlı kasılır ancak çabuk yorulur. Çizgili kas hücrelerinde miyofibriller düzenli aralıklarla açık ve koyu olarak, enine bantlaşmalar gösterir. Her bir miyofibril, protein yapılı aktin ve miyozin iplikçiklerden oluşmuştur (Şekil 1.5.18). Bu protein moleküllerinin en önemli bileşiği aktin ve miyozin proteinleridir. İnce olan aktin proteini, ışığı az kırar ve açık renkli görünür. Kalın olan miyozin proteini ise ışığı çok kırar ve koyu renkli görünür.

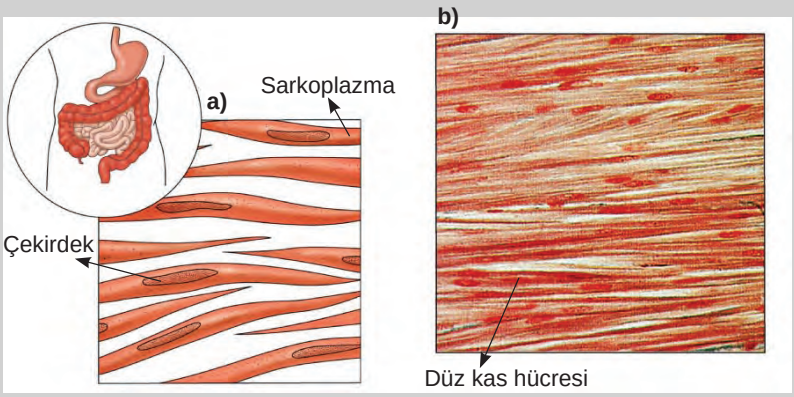


Şekil 1.5.15. Çizgili kas dokusu **a)** Şematik görünüm **b)** Mikroskobik görünüm

Çizgili kas hücreleri, sitoplazmalarında demir içeren miyoglobin pigmenti taşıdığından kırmızı renkte görünür. Miyoglobin oksidatif fosforilasyon için gerekli oksijeni tutar.

b. Düz Kaslar

Mekik şeklinde olan düz kas hücreleri tek çekirdeklidir (Şekil 1.5.16). Oval şekilli çekirdekleri hücrenin ortasında yer alır. Düz kasların kasılmaları yavaş, düzenli ve uzun sürelidir. İsteğimiz dışında çalışan, dolaşım, sindirim, solunum, üreme ve boşaltım sistemlerini meydana getiren organların yapılarında düz kaslar yer alır.

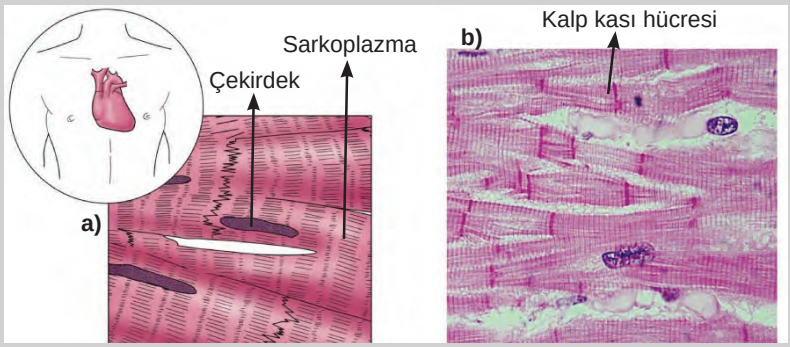


Şekil 1.5.16. Düz kas dokusu **a)** Şematik görünüm **b)** Mikroskobik görünüm

Düz kas hücreleri mikroskopla incelendiğinde sarkoplazmalarında bantlaşma görülmez. Bu nedenle düz kas olarak isimlendirilir.

c. Kalp Kası

Bir veya iki çekirdekli olan kas hücreleri düzgün silindirik yapıda olmayıp dallanmalar gösterir (Şekil 1.5.17). Oval şekilli çekirdekleri, hücrenin ortasında yer alır. Kalp kası çizgili kaslar gibi bantlaşma gösterir. Yapı olarak çizgili kasa benzeyen kalp kası, çalışma prensibi olarak düz kaslara benzer. Çalışması istemsiz olarak gerçekleşir. Kalp kasının çalışması iskelet kası gibi hızlı, düz kas gibi devamlı ve istemsizdir.



Şekil 1.5.17. Kalp kası hücresinin yapısı **a)** Şematik görünüm **b)** Mikroskobik görünüm

6. İskelet Kasının Kasılma Mekanizması

Kasların kasılabilmesi için uyarılmaları gerekir. Kasılmayı sağlayan uyartının şiddeti belirli bir düzeyin üstünde olmalıdır. Kasların kasılmasını sağlayan en küçük uyartı şiddetine **eşik şiddeti** denir. Kas, eşik şiddetinin altındaki uyartılara tepki göstermez. Eşik şiddetinin üzerindeki uyartılara ise hep aynı şiddette tepki gösterir. Buna **ya hep ya hiç prensibi** denir.

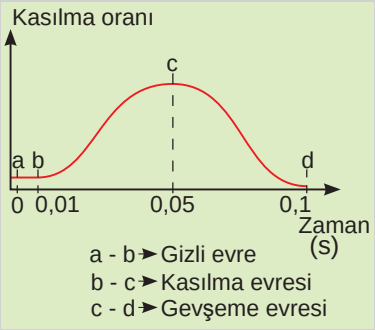
Uyarılan bir kasın bir kez kasılıp gevşeyerek eski hâlini almasına **kas sarsı** ya da **kasıl sarsılma** denir. Bu süre içinde üç evre gözlenir (Grafik 1.5.1):

Gizli evre: Kasın uyarıldığı an ile kasılmaya başladığı an arasında geçen süredir.

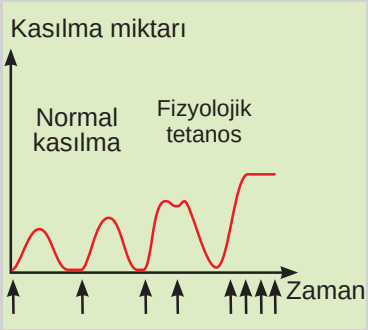
Kasılma evresi: Kasılmanın başladığı an ile gevşemenin başladığı an arasında geçen süredir.

Gevşeme evresi: Kasın gevşeyerek eski hâline geri dönmesine kadar geçen süredir.

Kas, gevşeme evresinden sonra tekrar uyarılıncaya kadar dinlenir. Bir kas, kısa aralıklarla sık sık uyarılırsa tam olarak gevşemeden sürekli kasılı durumda kalır. Bu olaya fizyolojik tetanos denir (Grafik 1.5.2). Fizyolojik tetanos hâlindeki kas gevşemez.



Grafik 1.5.1. Kasın kasılma evreleri



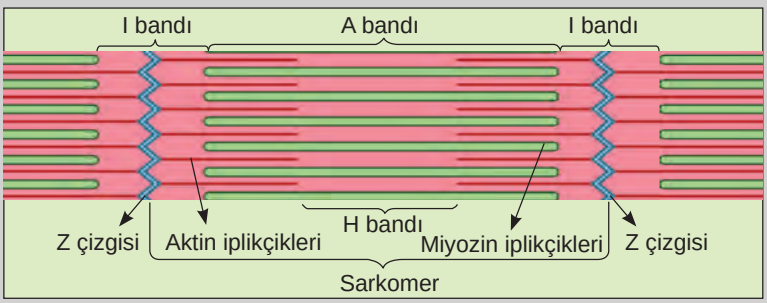
Grafik 1.5.2. Tetanos oluşumu

Biliyor musunuz?

Kaslara uyartı taşıyan sinirlerin çeşitli nedenlerle zedelenmesine bağlı olarak felç adı verilen rahatsızlık ortaya çıkar. Bu durumda kaslar uyarılamadığından kasılma gerçekleşmez, hareket yeteneği kaybolur.

İskelet kasları dinlenme hâlindeyken kişinin bilinci açık olduğu sürece hafif kasılı durumdadır. Bu duruma **kas tonusu** denir. Bayılma durumunda kas tonusu ortadan kalkarak vücut, hafif kasılı durumunu kaybeder.

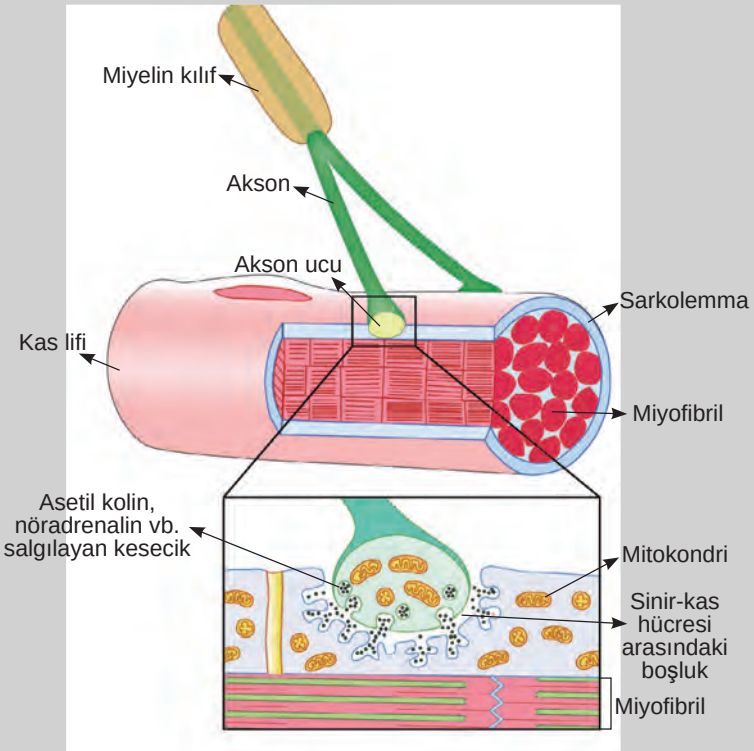
Çizgili kaslarda aktin ve miyozin iplikçikleri açık ve koyu bantlar oluşturacak şekilde düzenlenmiştir. Kas yapısında sadece aktin iplikçiklerin bulunduğu bölge ince yapıda olduğundan ışığı az kırar ve bu bölge açık renkli görünür. Bu bölgeye **I bandı** adı verilir. Miyozin ve aktin iplikçiklerin bulunduğu bölge ise ışığı çok kırar ve koyu renkli görünür. Bu bölge **A bandı** adını alır. A bandının ortasında sadece miyozin iplikçiklerinin bulunduğu açık renkli görünen şerit şeklindeki kısma **H bandı** denir. I bandının ortasında **Z çizgisi** bulunur. İki Z çizgisi arasındaki bölge **sarkomer** olarak adlandırılır (Şekil 1.5.18). Sarkomer, kasılma birimidir. Çizgili kaslarda açık ve koyu renkli bantlaşmalar şeklinde görülen yapılanma kas demeti boyunca devam eder. Çizgili kasların kasılması **Huxley'in kayan iplikler modeli** ile açıklanır. Bu modele göre kasılma, kası oluşturan aktin ipliklerinin miyozin iplikler üzerinde kaymasıyla gerçekleşir. Kasılma sırasında A bandının boyu değişmezken, I bandı daralır, H bandı görülmez olur. İki Z çizgisinin birbirine yaklaşmasıyla kasın boyu kısalır. Kasılma sırasında kasın hacim ve kütlesinde değişme olmaz.



Şekil 1.5.18. Huxley'in kayan iplikcikler modeline göre çizgili kaslar, aktin ve miyozin iplikçiklerinin hareketi ile kasılır ve gevşer.

7. Kas Kasılmasının Kimyasal Olarak Açıklanması

Kasların kasılmasını beyin kontrol eder. Kaslar beyinden gelen sinirlerin taşıdığı uyartılarla uyarılır. Bu uyarılma sinirlerin akson ucundan asetil kolin, nöradrenalin vb. kimyasal maddelerin sinir ve kas hücreleri arasındaki boşluğa salgılanmasıyla başlar. Bu kimyasal maddeler kas hücresi zarının Na^+ iyonlarına geçirgenliğini arttırarak elektriksel bir değişime neden olur. Bu değişim kas hücrelerindeki sarkoplazmik retikulumu etkileyerek burada depolanan Ca^{+2} iyonlarının aktin ve miyozin iplikçiklerinin arasına salınmasını sağlar (Şekil 1.5.19). Kalsiyum iyonları miyozin lifleri üzerinde bulunan ATPaz enzimini aktif hâle geçirerek ATP'nin ADP+P'ye dönüşümünü gerçekleştirir. Böylece kasılma için gerekli enerji elde edilir. Kalsiyum iyonları aktif taşımayla yeniden sarkoplazmik retikulumlara geçer ve kas gevşer.



Şekil 1.5.19. Sinir hücresinden gelen uyartının kas hücresini uyarması

Kasılma için gerekli enerji öncelikle kas hücrelerinin sitoplazmasında hazır olarak bulunan ATP'den elde edilir.

$$ATP \xrightarrow{ATPaz} ADP + P_i + Enerji$$

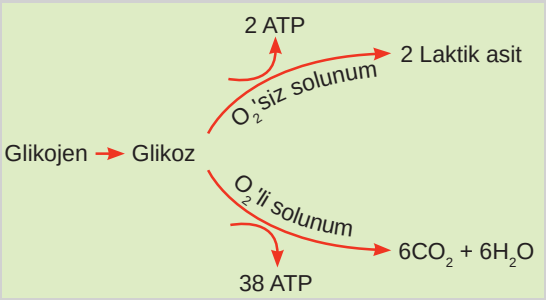
Kasların hızlı çalışması sırasında kasta bulunan ATP kısa sürede tükenir. Bu durumda gerekli enerji kasta hazır bulunan kreatin fosfattan sağlanır. Kreatin fosfat hidrolize uğrayarak fosfatını ADP'ye verir ve böylece yeniden ATP sentezlenmiş olur.

$$\text{Kreatin fosfat} + ADP \xrightarrow{\text{Kreatin kinaz}} \text{Kreatin} + ATP$$

Kaslar dinlenme hâlindeyken bu mekanizma tersine işler. Kreatin, ATP'den bir fosfat alarak kreatin fosfat şekline dönüşür. Böylece enerji gerektiğinde kullanılmak üzere kreatin fosfatta depolanmış olur.

$$\text{Kreatin} + ATP \xrightarrow{\text{Kreatin kinaz}} \text{Kreatinfosfat} + ADP$$

Kasların uzun süre çalışması hâlinde kreatin fosfat da yeterli olmaz. Bu durumda kaslarda depo edilen glikojen kullanılır. Glikojen önce glikoza çevrilir. Glikoz moleküllerinden oksijenli veya oksijensiz solunumla kasların ihtiyacı olan ATP sentezlenir. Kas hücreleri normalde enerji ihtiyaçlarını oksijenli solunumla karşılar. Ancak yoğun hareketlerde kasa gelen oksijen yeterli olmadığından oksijensiz solunum (laktik asit fermantasyonu) ile de enerji elde edilir (Şema 1.5.1).



Şema 1.5.1. Kaslarda oksijenli ve oksijensiz solunumla enerji elde edilmesi

Oksijensiz solunum sonucu oluşan laktik asit, hücrelerden kana geçerek beyni uyarır ve yorgunluk hissinin oluşmasına neden olur. Dinlenme anında laktik asidin bir kısmı karaciğerde glikoza dönüştürülür. Bir kısmı da pirüvik aside dönüştürülerek ATP sentezinde kullanılır. Kas kasılmasını sağlayan ATP'lerden elde edilen enerjinin bir kısmı ısı enerjisine dönüşerek kaybedilir. Kasların kasılması sırasında ATP, kreatin fosfat, glikoz, glikojen ve oksijen kullanılır. Bu olaylar sonucunda ADP, kreatin, karbon dioksit, laktik asit ve ısı oluşur.

8. Kas İskelet İlişkisi

İskelet kasları kemiklere lifli bağ dokudan oluşan kas kirişleri (tendon) ile bağlanmıştır. İskelet kaslarının bir tarafı kemiğe bağlanırken diğer tarafı hareketli bir ekleme ya da deriye bağlanır. Kemiğe bağlandığı yere **başlangıç noktası**, ekleme bağlandığı yere de **sonlanış noktası** denir.

İskelet kasları çoğunlukla çiftler hâlinde çalışır. Çift kaslardan biri kasılırken diğeri gevşer. Birbirine zıt çalışan bu kaslara **antagonist kas** denir. Kol ve bacaklardaki kaslar antagonist kaslardır. Örneğin kolun hareketini sağlayan kaslardan biri bükücü kas, diğeri de açıcı kas olarak görev yapar (Şekil 1.5.20).

Aynı anda kasılıp aynı anda gevşeyen kaslara ise **sinerjist kaslar** denir. Karın ve sırt kasları bu gruba girer.

Şekil 1.5.20. Kolda antagonist çalışan kaslar

Biliyor musunuz?

Ölümden birkaç saat sonra bütün vücut kasları, rigor mortis (ölüm katılığı) denilen bir durumla karşılaşır. Bu durumda bütün vücut kasları kasılı kalır. Çünkü kasların gevşemesi için ATP sentezi gereklidir. Öldükten 15-20 saat sonra ise hücrelerdeki lizozomlar otoliz olayıyla kas proteinlerini parçaladığı için ölüm katılığı ortadan kalkar.

Araştıralım Öğrenelim

Uzun süre kovalandıktan sonra avlanan hayvanların etleri sert olur. Bunun kas kasılması ile bağlantısı nedir? Araştırınız. Bilgilerinizi sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Biliyor musunuz?

Düzenli yürüyüş;

- *Kalp kası dâhil, vücut kaslarını kuvvetlendirerek etkin çalışmalarını sağlar.*
- *Eklem ve kasların esnekliğini artırarak bel ve boyun ağrılarını hafifletir.*
- *Kemiklerin sağlamlaşmasını ve kuvvetlenmesini sağlar.*
- *Çabuk yorulmayı engeller.*
- *Uykusuzluğu azaltır, moral, özgüven ve iyimserliği arttırır.*

Bölüm Sonu Değerlendirme

A. Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

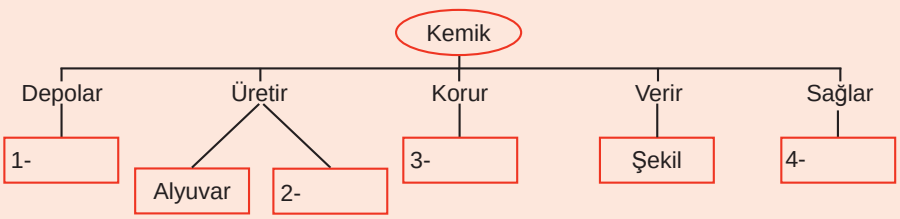
1. Hayvanlarda bulunan üç tip iskeletin birbirinden farkları nelerdir? Açıklayınız.
2. Dış iskelete sahip organizmalardan bazılarının zaman zaman kabuk değiştirmesinin nedenini örnekle açıklayınız.
3. Çocukların kırılan kemikleri yetişkinlere göre niçin daha çabuk iyileşir? Açıklayınız.
4. Eklemleri sınıflandırınız. Oynar eklemlerin yapısını anlatınız.
5. El ve ayak kemikleri arasında çok sayıda eklem bulunmasının nedeni ne olabilir? Açıklayınız.
6. Antagonist kaslar nasıl çalışır? Örnek vererek açıklayınız.
7. Düz kaslar ile çizgili kaslar arasındaki yapısal farklar nelerdir?

B. Aşağıda verilen Yapılandırılmış Grid'de numaralandırılmış kutucuklarda hayvanların destek ve hareket sistemi ile ilgili çeşitli kavramlar verilmiştir. Kutucuk numaralarını kullanarak aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

1	Asetilkolin	**2**	Fibröz kıkırdak	**3**	Osein	**4**	Osteosit
5	Miyoglobin	**6**	Nöradrenalin	**7**	Kondrosit	**8**	Elastik kıkırdak
9	Miyozin	**10**	Ligament	**11**	Aktin	**12**	Sinovial sıvı
13	Kondrin	**14**	Hiyalin kıkırdak	**15**	Sarkoplazma	**16**	Tendon

1. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri kemiği kemiğe bağlayan yapıdır? ____
2. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri kası kemiğe bağlayan yapıdır? ____
3. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri kıkırdak doku çeşitlerindendir? ____
4. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri oynar eklemlerdeki kemiklerin aşınmasını engeller? ____
5. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri sinirlerden kaslara uyartı iletiminde görev alır? ____
6. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri kas hücrelerinde oksijeni tutmada görev alır? ____
7. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri kemik dokuda bulunur? ____
8. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri kasların kasılıp gevşemesini sağlayan iplikçiktir? ____
9. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri kas hücrelerinde bulunur? ____
10. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri kıkırdak dokuda bulunur? ____

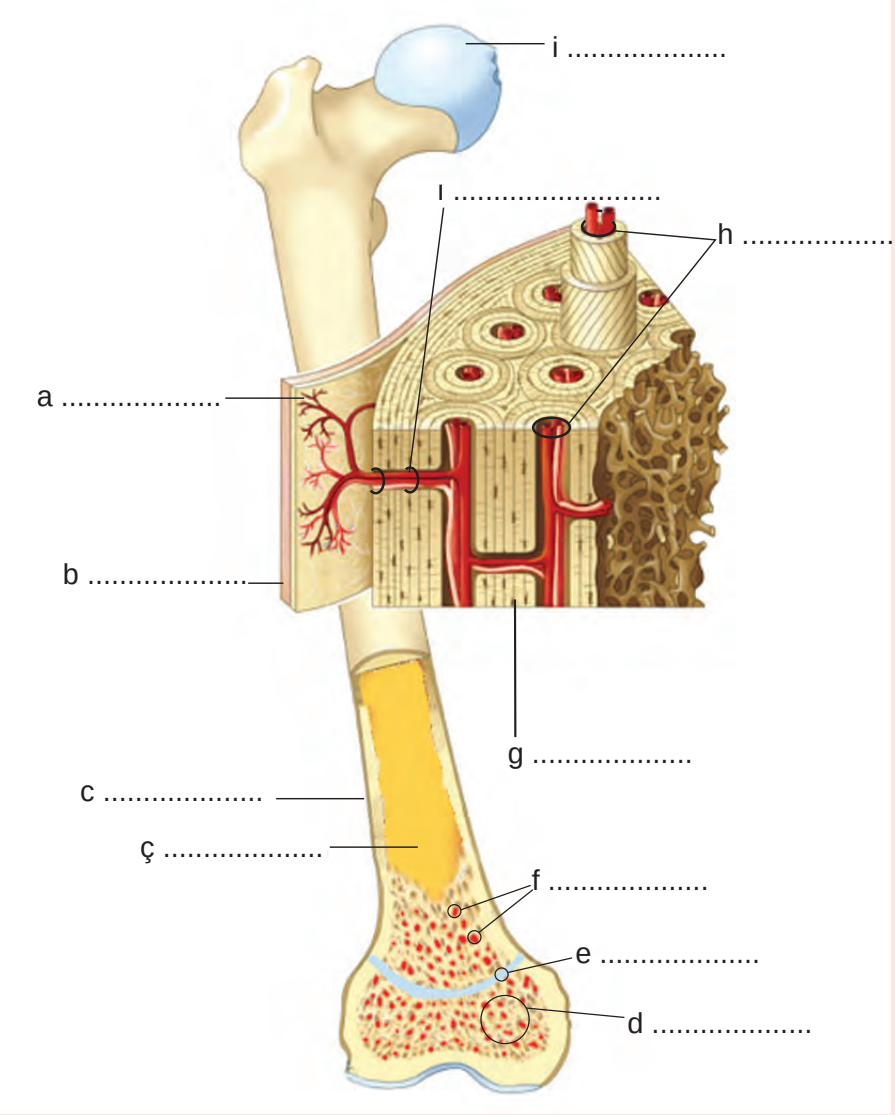
C. Aşağıdaki şemada kemiğin görevi ile ilgili kavramlar verilmiştir. Boş bırakılan yerleri parantez içindeki kavramları kullanarak tamamlayınız (destek ve hareket, kan pulcukları, kan plazması, mineral, iç organlar). Kemiğin görevleri ile ilgili bir paragraf yazınız.



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

Bölüm Sonu Değerlendirme

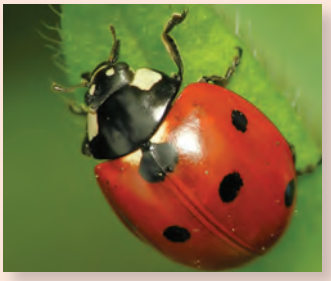
Ç. Aşağıda uzun kemiğin yapısı ile ilgili bir şekil verilmiştir. Şekilde boş bırakılan yerlere kemikte bulunan yapıların isimlerini yazınız. Verilen soruları cevaplayınız.



1. Kemiğin boyca uzamasını sağlayan yapı / yapılar hangileridir?
2. Kemiğin enine büyümesini sağlayan yapı / yapılar hangileridir?
3. Kan üretimini gerçekleştiren yapı / yapılar hangileridir?
4. Kemiğin beslenmesini sağlayan yapı / yapılar hangileridir?
5. Kemiğin onarımını sağlayan yapı / yapılar hangileridir?
6. Uzun kemiklerdeki hangi kısımlar kısa ve yassı kemiklerin yapısında da bulunur?
7. Kemikte bulunan kan damarlarının ve sinirlerin geçtiği yapı / yapılar hangileridir?
8. Kemiğin aşınmasını engelleyen yapı / yapılar hangileridir?

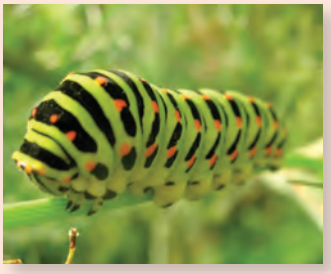
Bölüm Sonu Değerlendirme

D. Destek ve hareket sistemi konusunda öğrendiğiniz bilgiler yardımıyla aşağıdaki resimlerde verilen canlılarla ilgili soruları cevaplayınız.



Uğur böceği
(*Coccinella septempunctata*)

Sibirya kaplanı
(*Panthera tigris altaica*)



Tırtıl
(*Papilio machaon caterpillar*)

Köpek balığı
(*Carcharodon carcharias*)

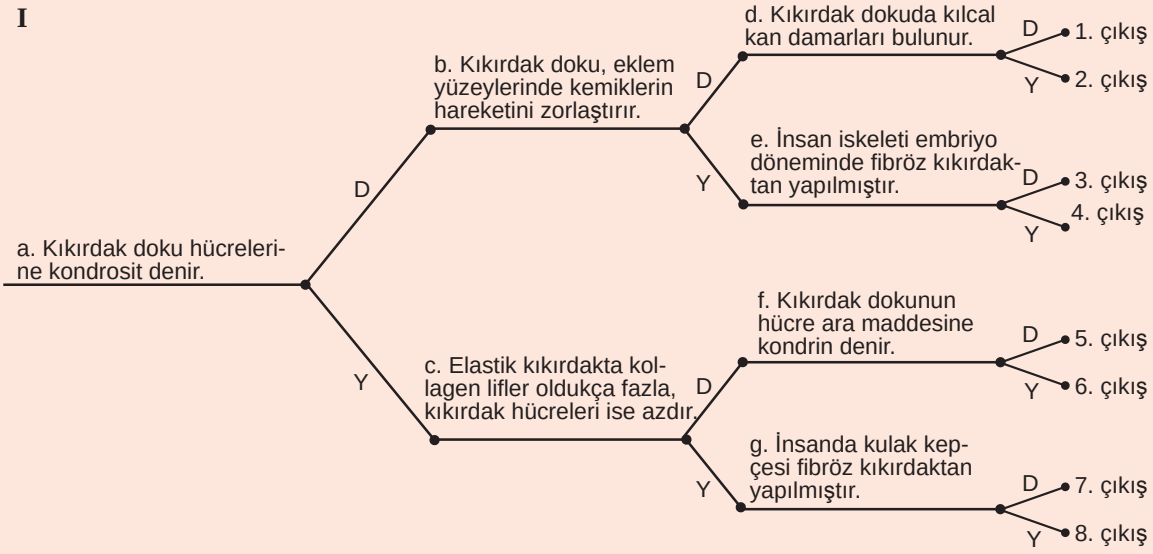
Akdeniz kaplumbağası
(*Testudo graeca*)

1. Verilen görsellerdeki canlılarda hangi çeşit iskelet bulunur?
2. Verilen görsellerdeki canlılardan hangisinde / hangilerinde iskelet, kemikten oluşmuştur?
3. Verilen görsellerdeki canlılardan hangisinde / hangilerinde iskelet, sadece kıkırdaktan oluşmuştur?
4. Verilen görsellerdeki canlılardan hangisinde / hangilerinde kıkırdak ve kemik doku bulunmaz?
5. Tırtıl (*Papilio machaon caterpillar*) nasıl hareket eder? Açıklayınız.

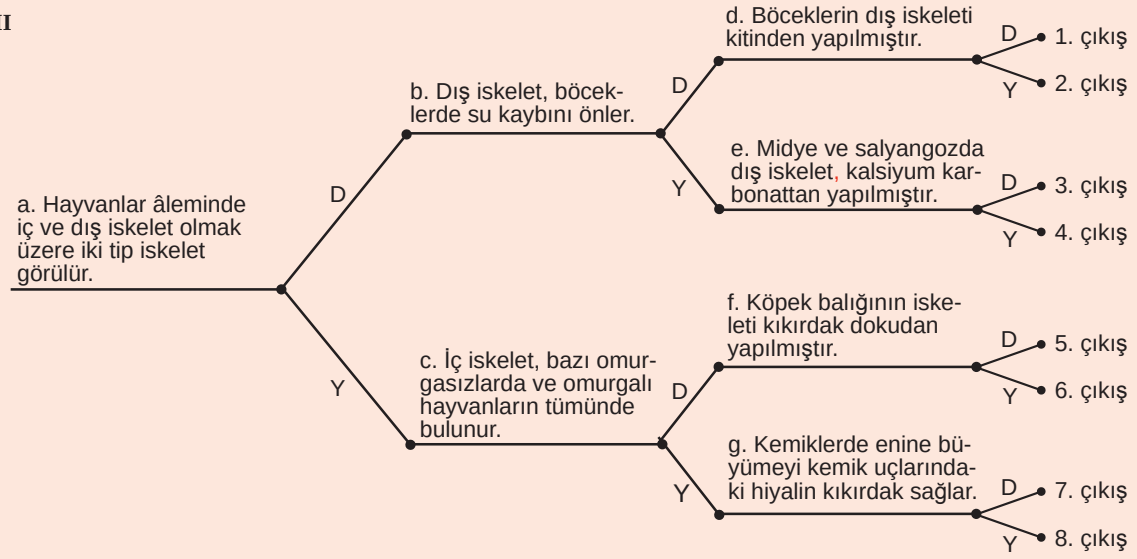
Bölüm Sonu Değerlendirme

E. Aşağıda birbiri ile bağlantılı doğru (D) / yanlış (Y) tipinde ifadeler içeren Tanılayıcı Dallanmış Ağaç Tekniğinde iki soru verilmiştir. "a" ifadesinden başlayarak bu etkinlikteki cümlelerin doğru ya da yanlış olduğuna karar veriniz. İlgili yönde ilerleyiniz. Her bir karar, sonraki kararı etkileyecektir. Vereceğiniz cevaplarla sekiz ayrı çıkış noktasından doğru olanı bulunuz.

I



II



6. Bölüm
DENETLEME VE DÜZENLEME

Tungara kurbağası (Physalaemus pustulosus)

A. DENETLEME VE DÜZENLEME
B. İNSANDA SİNİR SİSTEMİ
C. DUYU ORGANLARI
D. ENDOKRİN SİSTEM

Saçak dudaklı yarasa (Trachops cirrhosus)

Hayvanların hayatını sürdürebilmesi için beslenmesi ve düşmanlarından korunması çok önemlidir. Bir hayvanın besinini ve düşmanını farketmesi sahip olduğu denetleyici ve düzenleyici sistemleri sayesinde gerçekleşir. Fotoğrafta görmüş olduğunuz saçak dudaklı yarasa da (Trachops cirrhosus) Panamada yaşayan Tungara kurbağasının (Physalaemus pustulosus) varlığını farketmiş ve onu yakalamış. Yarasalar gece karanlığında avlarını nasıl fark eder? Yarasalar gece karanlığında uçarken yüksek frekanslı ses dalgaları yayar. Bu dalgaların yankılarını hassas kulaklarıyla algılayıp beyinde değerlendirir , kurbağa, fare, sivrisinek gibi canlıları avlayabilir.

A. DENETLEME VE DÜZENLEME

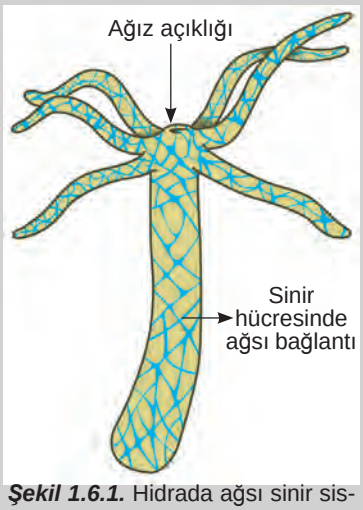
İnsan beyninin yanında en gelişmiş bilgisayar bile ilkel kalır. Şu anda bu kelimeleri okuyup anlarken milyarlarca hücrelerden oluşan beynimizde bir bilgisayardan daha fazla işlem gerçekleşmektedir. Beynimizin bir santimetre küpünde yaklaşık 50 milyon sinir hücresi bulunur. Sinirler birbirleriyle bağlantılar kurarak çevremizde ve vücudumuzda meydana gelen uyarıları algılar ve diğer sistemlerin birlikte uyum içinde çalışmasını sağlayarak canlının hayatsal faaliyetlerini düzenlemede görev alır. Tüm canlılar çevresindeki uyaranlara karşı özelleşmiş hücre, doku ya da organlar yoluyla tepki oluşturur. Bu özelleşmiş yapılar canlıların vücut bütünlüğünü korur, iç ve dış ortamda meydana gelen değişikliklere karşı canlının iç dengesinin korunmasını (homeostasi) sağlar. Homeostasi, sinir sistemi ve endokrin sistem (iç salgı bezleri) denetiminde sağlanır. Bu nedenle sinir sistemi ve endokrin sisteme **denetleyici ve düzenleyici sistemler** adı verilir.

1. Sinir Sistemi

Denetleyici ve düzenleyici sistemin bir bölümünü sinir sistemi oluşturur. Sinir sistemi canlının çevresindeki değişiklikleri algılamasını ve hızlı tepki vermesini sağlar. Canlılarda bu sistemi oluşturan sinir hücrelerinin çalışma biçimleri birbirine çok benzer. Fakat sinir sisteminin yapısı ve işlevi gelişmişlik düzeyine göre farklılıklar gösterir.

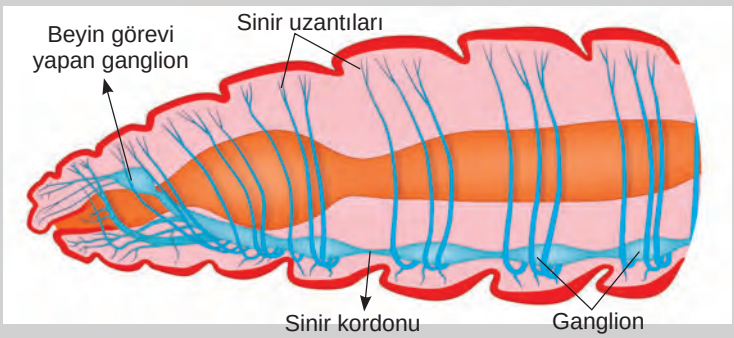
a. Farklı Hayvanlarda Sinirsel Denetim

Hayvanlar âleminde gerçek sinir sisteminin görüldüğü ilk canlı grubu sölenterlerdir. Bu canlılarda merkezî sinir sistemi bulunmaz. Sölenter grubundan olan hidrada sinir hücrelerinin birbirine bağlanması ile bütün vücuda yayılan bir sinir ağı oluşur. Buna **ağsı sinir sistemi** adı verilir (Şekil 1.6.1). Bu yapıda, uyartılar vücudun her bölgesine dalgalar hâlinde ve çok yavaş iletilir. Uyarının, alındığı bölgede oluşan uyartılar güçlüdür. Bu bölgeden uzaklaştıkça gücü azalır. Bu tür iletime **diffuz iletim** denir**.**



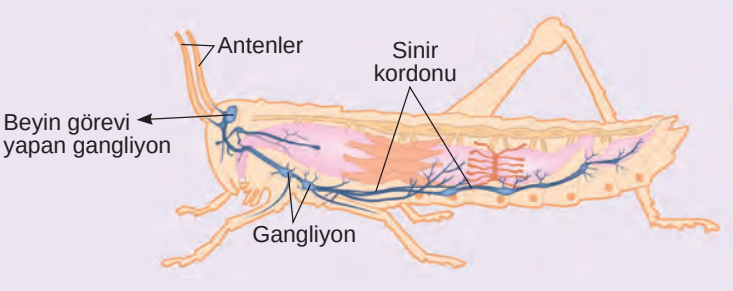
Şekil 1.6.1. Hidrada ağsı sinir sistemi

Sölenterlerden daha gelişmiş olan yassı solucanlarda merkezî sinir sisteminin en ilkel şekli olan **ip merdiven** sinir sistemi bulunur. Bu sistemde vücutta iki taraflı uzanan sinir kordonları enine bağlarla ip merdiven şeklinde birbirine bağlanmıştır. Halkalı solucanlarda ise baş bölgesinde beyin görevi yapan bir çift ganglion (sinir hücresi topluluğu) bulunur. Buradan çıkan bir çift sinir kordonu kaynaşmış şekilde ve her halkada ganglionlar oluşturarak karın bölgesinde uzanır. Her halkadaki gangliondan çıkan sinirler vücuda yayılır (Şekil 1.6.2).

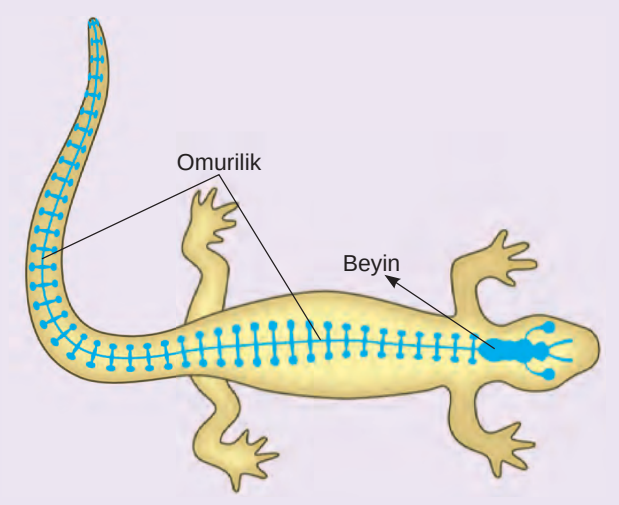


Şekil 1.6.2. Halkalı solucanlarda sinir sistemi

Böceklerdeki sinir sistemi, halkalı solucanlardakine benzemekle birlikte daha gelişmiş bir yapı kazanır. Şekil 1.6.3.'te verilen çekirge örneğinde de görüldüğü gibi bu canlılarda toprak solucanından farklı olarak merkezî sinir sistemi belirginleşmeye başlar ve baş kısmındaki gangliyonlar daha büyük olup beyin görevi yapar. Karın tarafında bulunan sinir kordonu üzerindeki ganglionlar birbirinden bağımsız iş görür. Her segmentte bir ganglion yani bir çeşit sinir merkezi bulur. Alınan uyartılar en yakın gangliona iletilir. Başı kopan sineklerin yürüyebilmesi ya da arının sokması bu sebeptendir. Ayrıca böceklerin ışık, koku, tat, dokunma gibi duyuları algılayan organları gelişmiştir.



Şekil 1.6.3. Çekirge sinir sistemi



Şekil 1.6.4. Kertenkelede sinir sisteminin kısımları beyin ve omurilikten oluşur. Bu canlılarda beynin koklama lobu diğer kısımlara oranla oldukça gelişmiştir.

Omurgasızlara göre gelişmiş sinir sistemine sahip omurgalılardan olan bir kertenkelede sinir sisteminin kısımlarını yandaki şekilde inceleyebilirsiniz (Şekil 1.6.4). Kertenkelelerde sinir kordonu (omurilik), sırt tarafında yer alır. Beyin; baş kısımda, sinir kordonunun ucunda bulunur. Beyin iki yarım küreden oluşmuştur. Çeşitli duyusal merkezleri içerir.

Omurgalılarda sinir sistemi iç ve dış ortamdan gelen uyartıları alır. Canlının çevresinde ses dalgaları, ışık, sıcaklık, basınç ve kimyasal maddeler gibi pek çok uyarıcı etken vardır. Bu etkenlerin oluşturduğu uyarılar duyu organlarında bulunan özel hücreler tarafından algılanır. Bunlara **reseptör (alıcı) hücreler** denir. Uyarılar reseptör hücrede uyartının başlamasına neden olur. Bu uyartılar sinir hücrelerine iletilerek merkezî sinir sistemi organlarına (beyin ve omurilik) taşınır ve burada yorumlanır. Daha sonra kas ve salgı bezi gibi organlara iletilir. **Efektör** adı verilen bu organlar sinirsel uyartıları alır. Sonuç olarak da kasılma, gevşeme ya da salgı üretme gibi tepkiler gösterilir.

Araştıralım Öğrenelim

Miyelin tabakanın çeşitli nedenler ile tahrip olması sonucu oluşan multiple skleroz (MS) hastalığını ortaya çıkaran etkenler hakkında araştırma yaparak bir sunum hazırlayınız. Sunumunuzu sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.

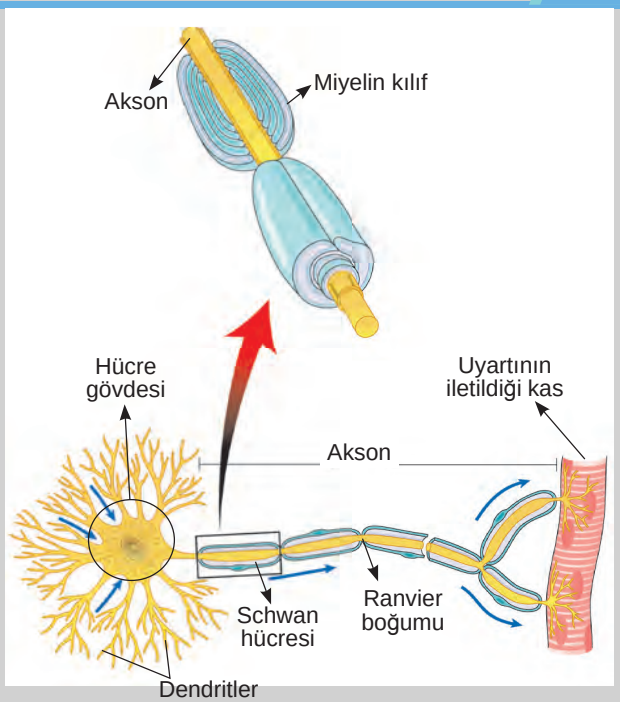
b. Sinir Hücresinin Yapısı ve Çeşitleri

Sinir hücresine **nöron** da denir. Bir sinir hücresinde üç temel kısım bulunur. Bunlar hücre gövdesi, akson ve dendritlerdir (Şekil 1.6.5).

Hücre gövdesi, çekirdek ve organellerin bulunduğu kısımdır. Buradan dendrit ve akson olmak üzere iki tip uzantı çıkar. **Dendritler** çok sayıda, kısa ve dallanmış uzantılardır. Bu yapılar diğer hücrelerden gelen uyartıları alır ve elektrik sinyalleri hâlinde hücre gövdesine doğru iletir. **Aksonlar**, dendritlerden daha uzundur. Aksonların sonlandığı ve dallanarak genişlediği bölge **akson ucu** olarak adlandırılır. Akson

ucundan salgılanan kimyasal maddeler ile uyartılar diğer bir sinir hücresine veya tepki organına iletilir. Aksonların uzunluğu yaklaşık 1cm'den 1 m'ye kadar değişebilir. Örneğin omuriliği ayağa bağlayan aksonlar bir metreden daha uzundur.

Omurgalıların çoğunda bazı aksonların etrafı **Schwan** (şıvan) hücreleri tarafından kaplanmıştır (Şekil 1.6.5). Bu hücreler akson etrafında miyelin kılıf adı verilen bir örtü oluşturur. Etrafında miyelin kılıf bulunan aksonlara **miyelinli aksonlar** denir. Miyelin kılıf aksonun elektriksel izolasyonunu sağlayarak uyartı iletimini hızlandırır. Bu yapı bakır elektrik tellerinin etrafını saran izolasyon tabakasına benzetilebilir. Miyelin kılıf Schwan hücreleri arasında kesintiye uğrayarak boğumlar meydana getirir. Bu boğumlara **Ranvier boğumları** denir.



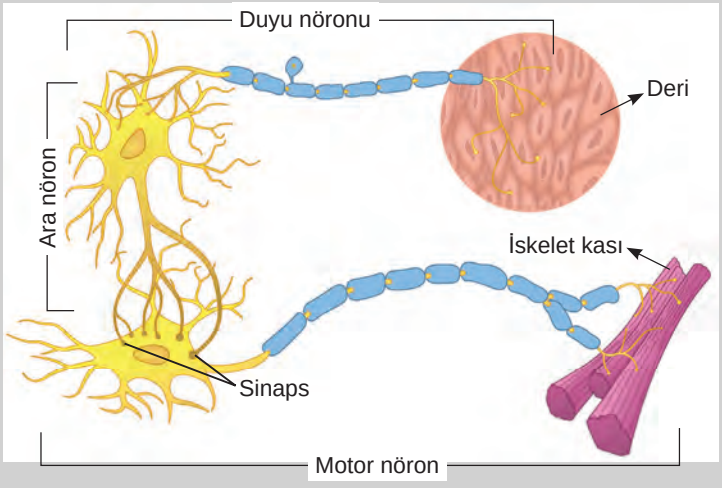
Şekil 1.6.5. Bir nöron hücre gövdesi, dendritler ve aksondan oluşur.

Sinir hücreleri, yaptığı göreve göre duyu nöronu, ara nöron ve motor nöron olarak gruplandırılır (Şekil 1.6.6):

Duyu nöronları, dil, kulak, deri ve kaslar gibi vücudun çeşitli kısımlarında bulunan reseptörlerden aldıkları uyartıları merkezî sinir sistemine taşır. Bunlara getirici sinirler de denir.

Ara nöronlar, merkezî sinir sisteminde bulunur. Duyu nöronları ile motor nöronlar arasındaki bağlantıyı sağlar. Duyu nöronlarından gelen bilgileri değerlendirir ve oluşturduğu cevabı (tepkiyi) motor nöronlara iletir.

Motor nöronlar ise merkezî sinir sisteminden aldığı uyartıyı kas ya da endokrin bez gibi efektör organlara taşır. Bu sebepten bunlara götürücü sinirler adı da verilir.



Şekil 1.6.6. Nöronlar uyarıları alır, merkezî sinir sistemine taşır ve oluşan cevabı tepki organına iletir.

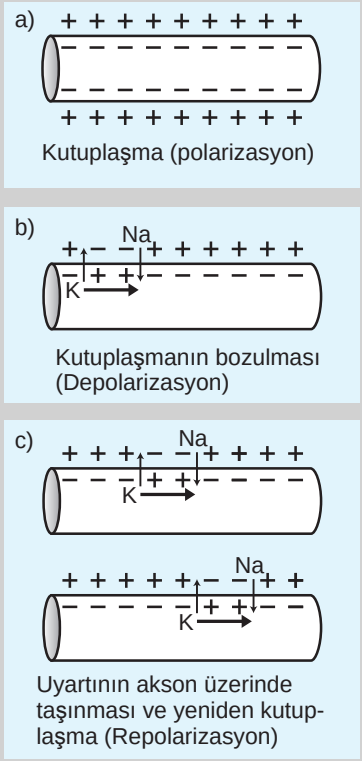
Sinir sisteminde sadece nöronlar bulunmaz. Nöronlardan daha fazla sayıda olan yardımcı hücreler de vardır. Bu hücrelere **nöroglia** ya da kısaca **glia** hücreleri denir. Nöronlardan farklı bir yapıya sahip olan bu hücreler nöronlara desteklik verir ve beslenmelerine yardımcı olur. Ayrıca glia hücreleri ortamdaki iyon konsantrasyonunu kontrol ederek nöronların metabolizmasını ve faaliyetlerini de düzenler. Schwan hücreleri de bir tür glia hücresidir. Bu hücreler miyelin kılıfın yapımından sorumludur.

c. Sinirlerde İmpuls Oluşumu ve İletimi

İç ve dış çevredeki uyarılar, sinir hücresinde impuls (uyartı) adı verilen elektriksel ve kimyasal değişiklikler başlatır. İmpuls oluşabilmesi için uyarı şiddetinin eşik değeri aşması gerekir. Sinir hücresinde impuls oluşmasını sağlayan en düşük uyarı şiddetine **eşik değer (eşik şiddeti)** denir. Sinir hücresi, eşik değerin altındaki uyarılara tepki vermez. Yani uyartı oluşturmaz. Eşik değer ve eşik değerin üzerindeki uyarılara ise maksimum tepki verir. Sinir hücrelerinin uyarılara bu şekilde hiç tepki

Araştıralım Öğrenelim

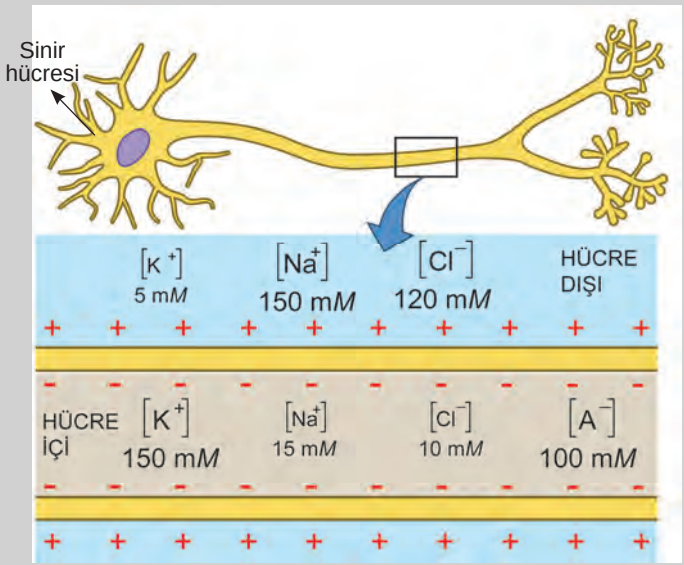
Akson çapı arttıkça impuls iletim hızının da artmasının nedenini araştırınız.



Şekil 1.6.7. Sinirsel uyartı iletimi sırasında aksonlarda meydana gelen iyon değişimi

vermemesine ya da maksimum tepki vermesi durumuna **ya hep ya hiç prensibi** denir.

Normalde hücre dinlenme hâlinde iken hücre içi pozitif (+), hücre dışı negatif (-) yüklüdür. Buna **polarizasyon** denir (Şekil 1.6.7-a). Polarizasyonun nedeni hücre içi ve hücre dışındaki iyonik bileşiklerin derişimlerinin farklı olmasıdır (Şekil 1.6.8). Hücre içinde K^+ derişimi fazla, Na^+ derişimi azdır. Hücre dışında ise tam tersine K^+ az, Na^+ fazladır. Hücre içinin negatif olmasının nedeni derişimi hücre dışına göre fazla olan anyonlardır (A^-). Bunlar proteinler, amino asitler, sülfat, fosfat ve diğer negatif yüklü iyonlardır. Hücre içinde klor (Cl^-) da bulunur. Ancak klor derişimi hücre dışında daha fazladır. İmpulsun iletimi hücre dışı ile hücre içi arasındaki bu yük dağılımının bozulmasıyla gerçekleşir.



Şekil 1.6.8. Nöronda zar potansiyeli oluşturan iyonların dağılımı

Araştıralım Öğrenelim

Bir sinir hücresinin yapısını ve sinirsel iletimi gösteren bilgisayar simülasyonarını araştırınız. Elde ettiğiniz simülasyonları arkadaşlarınızla paylaşınız.

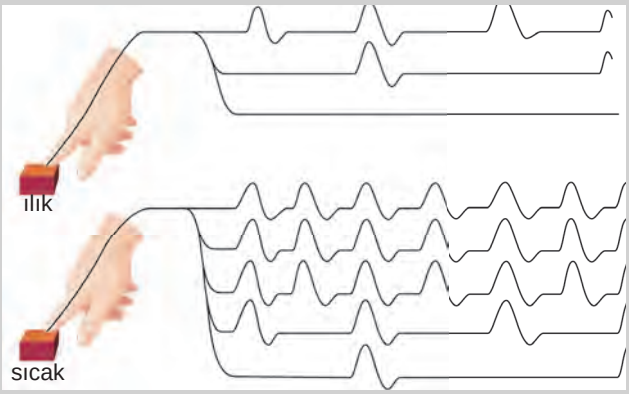
Sinir hücresinin uyarılması Na^+ iyonlarının hücre içine akışına sebep olur. Sonuçta hücre içi (+), hücre dışı (-) yüklü hâle gelir. Bu olaya **depolarizasyon** denir (Şekil 1.6.7-b). Depolarizasyondan sonra Na^+un hücre içine akışı durdurulur. Hücre içinde derişimi fazla olan K^+ hücre dışına hücum eder. Bu iyon geçişi hücre içinin tekrar negatif, hücre dışının ise pozitif yüklü olmasını sağlar. Yük farkının bu şekilde yeniden dengelenmesine **repolarizasyon** denir (Şekil 1.6.7-c). Daha sonra sodyum-potasyum pompası hücreye giren Na^+ iyonlarını dışarı, hücre dışına çıkan K^+ iyonlarını içeri pompalayarak bu iyonların derişimini impuls öncesindeki duruma getirir. Bu olay aktif taşımayla gerçekleşir.

Nöronun uyarılan noktasında başlayan depolarizasyon, bitişiğindeki noktayı uyararak depolarizasyonun nöron boyunca ilerlemesini ve akson ucuna ulaşmasını sağlar.

Buraya kadar yapılan açıklamalar miyelinsiz nöron aksonlarında görülen impuls iletimidir. Miyelinli nöronlarda ise aksonda depolarizasyonu ve repolarizasyonu sağlayan iyon geçişi, miyelin kılıfın kesintiye uğradığı yerler olan Ranvier boğumlarında gerçekleşir. İmpuls iki Ranvier boğumu arasında bir boğumdan diğerine atlayarak iletilir. Buna **atlamalı iletim** denir. Atlamalı iletimde impuls, boğumlardan atlayarak ilerlediğinden miyelinsiz nöronlarda gerçekleşen iletime göre

daha hızlı yol alır ve daha az enerji harcar. Yani miyelinli bir aksonda iletilen impuls saniyede 120 metre yol alabilirken, miyelinsiz aksonda 12 metre yol alır. Ayrıca akson çapının artması ve Ranvier boğum sayısının azalması da impuls iletimini hızlandırır.

Eşik değerin üzerindeki uyarılar nöronlarda aynı şiddette impuls oluşturuyor ve bu impulslar aynı şekilde taşınıyorsa uyarının şiddeti nasıl algılanır? Örneğin bir maddenin ılık ya da sıcak olduğu nasıl ayırt edilir? Reseptöre ulaşan uyarının şiddeti fazla ise nöronda daha sık aralıklarla ve daha fazla sayıda impuls oluşur. Beyindeki duyu merkezleri, gelen impulsların sıklığına ve sayısına göre uyarının şiddetini belirler. Örneğin Şekil 1.6.9'da görüldüğü gibi ılık nesneye dokunulduğunda daha az sıklıkta ve sayıda impuls oluşur ve nesne ılık olarak algılanır. Sıcak nesneye dokunulduğunda daha sık ve fazla sayıda impuls oluşur ve nesne sıcak olarak algılanır.



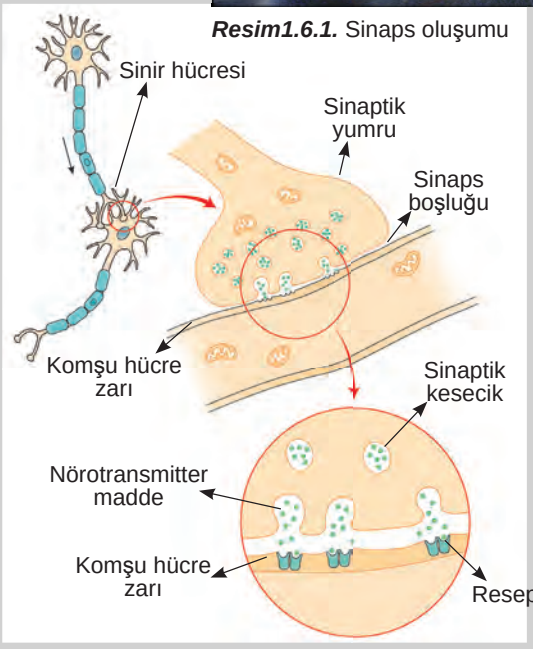
Şekil 1.6.9. Uyarının sık ve fazla olması impuls sayısını arttırır.

Sinir sistemine gelen uyarının çeşidinin belirlenmesi ise uyarıyı alan duyu reseptörüne (alıcının türüne) ve impulsu taşıyan yola bağlıdır. Örneğin gözde ışığı algılayan fotoreseptörler bulunur. Işığın fotoreseptörlerde oluşturduğu uyartı görme sinirleri ile beyindeki ilgili merkeze iletilir ve burada görüntü olarak algılanır. Diğer taraftan ses dalgaları kulaktaki reseptörleri uyarır. İmpulslar işitme sinirleri ile beyindeki işitme merkezine taşınır ve beyinde ses olarak algılanır. Böylece uyarının çeşidi ve kaynağı belirlenir.

Resim1.6.1. Sinaps oluşumu

ç. Sinapslarda İmpuls İletimi ve Hedef Organlarda Tepki Oluşumu

İmpuls bir nörondan diğer nörona veya tepki organına sinaps aracılığı ile aktarılır. Bir nöronun uzantılarının diğer nöronla ya da tepki organlarının hücreleriyle oluşturduğu temas yerlerine **sinaps** denir (Resim1.6.1). Sinapslarda iki hücre arasındaki boşluğa **sinaps boşluğu** denir. Aksonların sinaps boşluğunda sonlanan ucuna **sinaptik yumru** adı verilir. Sinaptik yumruda pek çok sinaptik kesecik bulunur. Bu kesecikler nörotransmitter maddeler içerir. Nörotransmitter madde sinapslarda kimyasal iletiyi sağlayan asetilkolin, adrenalin, noradrenalin,dopamin, histamin gibi maddelerdir. İmpuls, sinaptik yumruya ulaştığında, nörotransmitter maddeler bu keseciklerden sinaps boşluğuna dökülerek (Şekil 1.6.10) komşu hücrenin zarında bulunan reseptörlere bağlanır. Böylece sinaps boşluğundaki komşu hücrenin zar geçirgenliği değişir. Bu değişim sonucu komşu hücre sinir hücresi ise impuls, hedef organa ait hücre ise tepki başlar.



Şekil 1.6.10. İmpuls, sinaptik yumruya ulaştığında buradan nörotransmitter madde salgılanmasını sağlar.

Oluşan impulsların tümü her sinapsdan geçmez. Böylece oluşan her impulsla vücuttaki bütün tepki organlarının uyarılması engellenmiş olur. Sinapslardan geçişi sağlanan impulslar sadece hedef organları uyararak tepki oluşmasını sağlar. Bu durum kolaylaştırıcı ve durdurucu sinapslarla sağlanır. **Kolaylaştırıcı sinapslar**da akson ucun-

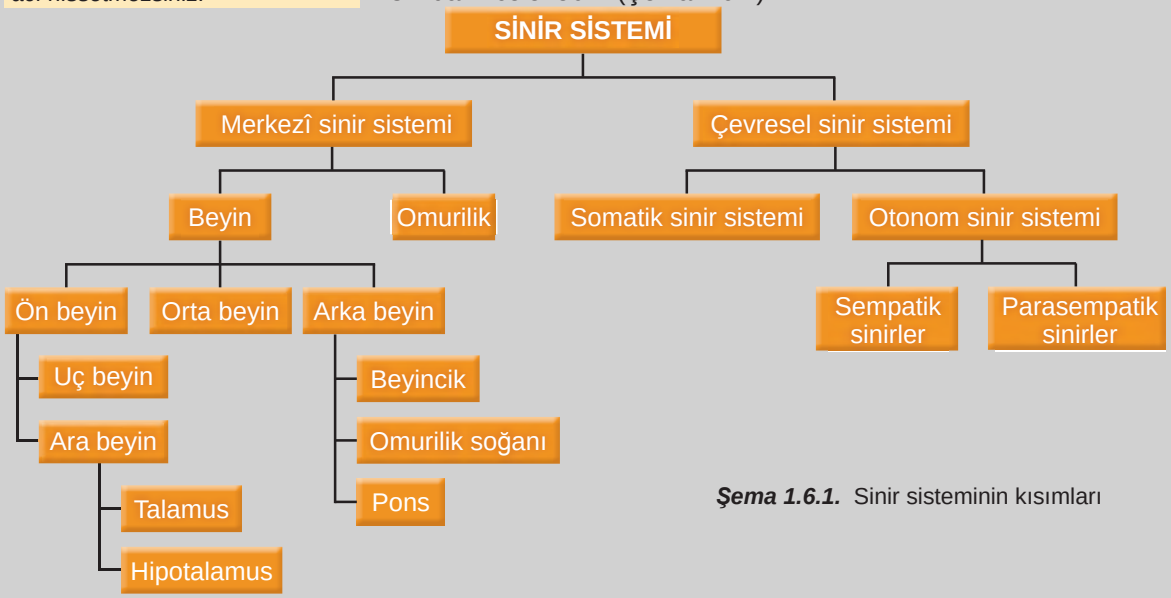
Biliyor musunuz?

Morfin, nörotransmitter madde sentezini geçici olarak durdurur. Böylece sinaptik iletim kesintiye uğrar. Örneğin dişinizin çekilmesi gerektiğinde morfin kullanılarak çekilecek dişin bulunduğu bölgedeki sinirsel iletimin durması sağlanır. Böylece dişiniz çekilirken acı hissetmezsiniz.

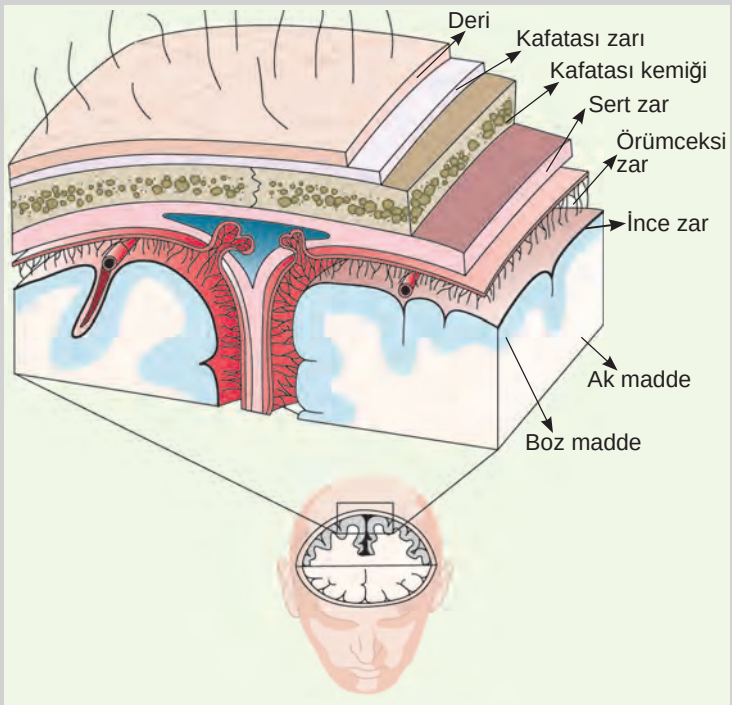
dan salgılanan nörotransmitter maddeler, komşu hücreye ulaşınca burada depolarizasyona neden olur ve impuls sonraki hücreye iletilir. **Durdurucu sinapslar**da ise akson ucundan salgılanan bir nörotransmitter madde, zarın polarizasyonunu artırarak impulsun nörondan geçişini durdurur. Sinaps boşluğuna bırakılan tüm nörotransmitter maddeler görevini tamamladığında sinaps boşluğundaki enzimler tarafından parçalanarak etkisiz hâle getirilir. Böylece ortam yeni bir uyarıya hazır hâle gelir.

B. İNSANDA SİNİR SİSTEMİ

İnsanda sinir sistemi merkezî ve çevresel sinir sistemi olarak iki kısımda incelenebilir (Şema 1.6.1):



Şema 1.6.1. Sinir sisteminin kısımları



Şekil 1.6.11. Beyin; kafatası kemikleri ve bu kemiklerin altında yer alan üç katlı beyin zarı tarafından örtülmüştür.

1. Merkezî Sinir Sistemi

Merkezî sinir sistemi beyin ve omurilikten oluşur. Beyin ve omurilik dış ve iç ortamdan gelen çeşitli uyartıları alır ve değerlendirir. Merkezî sinir sisteminin yapısı motor nöronların hücre gövdeleri ve ara nöronlardan oluşmuştur.

a. Beyin

Bir erişkinin beyni ortalama 1300-1400 gramdır. Kafatası boşluğunda yer alan beyin, yaklaşık 100 milyar sinir hücresinden oluşur. Kafatası kemikleri tarafından korunan beyin, kafatası kemiklerinin altında bulunan ve **meninges** adı verilen üç katlı zarla çevrilidir. Bu zarın tabakaları dıştan içe doğru sert zar, örümceksi zar ve ince zar olarak adlandırılır. (Şekil 1.6.11).

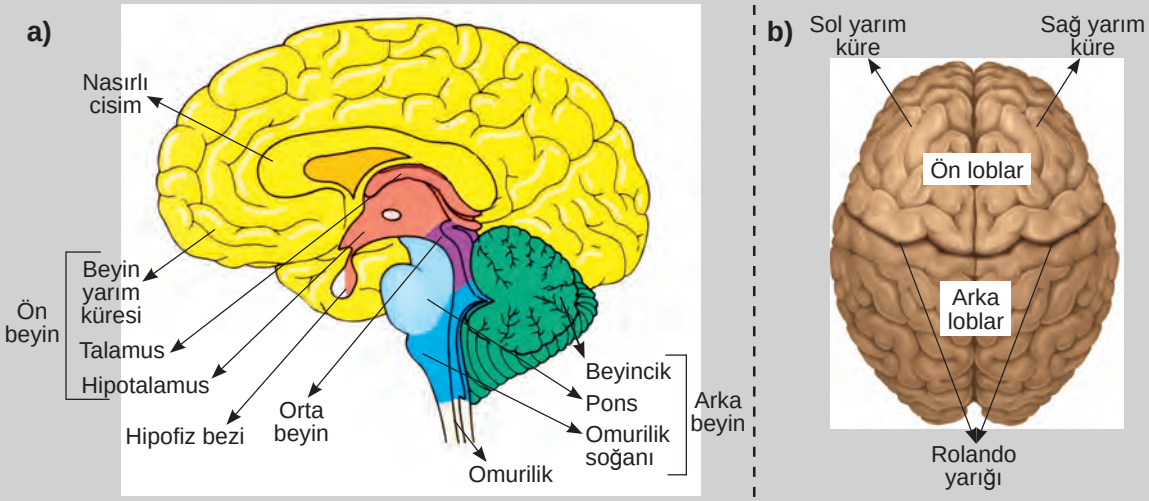
Sert zar kafatası kemiklerinin hemen altında bulunur. Sert zarın hemen altında **örümceksi zar** yer alır.

Bu zar taşıdığı bağ doku lifleri sayesinde içteki ince zar ile dıştaki sert zarı birbirine bağlar. Bu yapının ince zara bakan kısmını, örümceği andıran ve sünger gibi görünen dallanmış çıkıntılar oluşturur. Beyin zarının en içte bulunan tabakası ise **ince zar** adını alır. İnce zar beynin bütün kıvrımlarını örter. Taşıdığı kan damarları sayesinde beynin beslenmesini de sağlar. İnce zar ile örümceksi zarın arası "beyin-omurilik sıvısı" (BOS) ile doludur. **BOS,** kan basıncı etkisi ile kılcal damarlardan çıkan sıvıdan oluşur. Beyni ve omuriliği vurma, çarpma gibi darbelerden korur. Sinir hücreleri ile kan damarları arasında madde alış verişini sağlarken, merkezî sinir sistemindeki iyon değişiminin dengede kalmasında da etkilidir. Bu sayede besinler ve O_2 sinir hücrelerine ulaşırken atık maddeler ve CO_2 de uzaklaştırılır.

İnsan beyni, embriyo bir aylıkken vücudu oluşturacak olan diğer dokulardan farklılaşmaya başlar. Gelişimini tamamlamış bir insan beyni, ön beyin, orta beyin ve arka beyin olarak üç bölümde incelenir. Ancak bu bölümler de kendi içinde farklılaşmalar gösterir. Bu organizasyonu aşağıda verilen Şekil 1.6.12'de ayrıntılı olarak inceleyebilirsiniz.

I. Ön Beyin (Büyük Beyin)

Ön beyin, insan beyninin en büyük kısmıdır (Şekil 1.6.12 a). Diğer beyin kısımlarını üstten örter. Ön beyin, uç beyin ve ara beyin olmak üzere ikiye ayrılır. Uç beyin, beyin yarım kürelerinden; ara beyin ise talamus ve hipotalamustan oluşur.



Şekil 1.6.12. a. İnsan beyninin boyuna kesitinde görünen kısımları b. Beynin üstten görünüşü ve kısımları

Uç Beyin

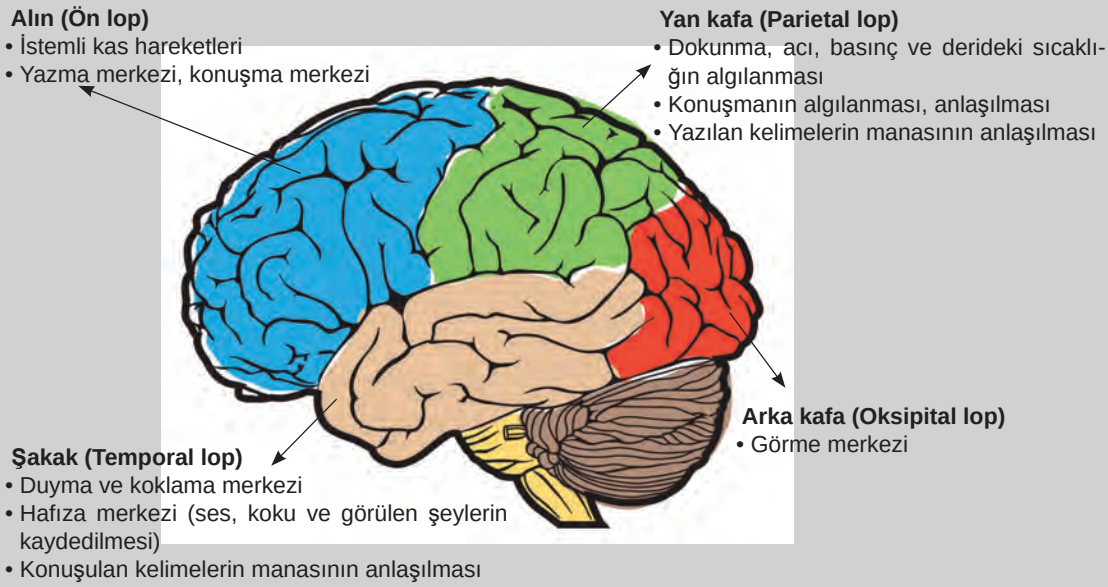
Uç beyin önden arkaya kadar uzanan bir yarıkla sağ ve sol yarım küre olarak ikiye ayrılır. Bu yarım küreler birbirine üstten **nasırlı cisim,** alttan **beyin üçgeni** adı verilen bağlar ile bağlanır. Bu bağlar nöronların aksonlarından oluşur. Beyin yarım kürelerini enine ayıran derin yarığa **Rolando yarığı** adı verilir. (Şekil 1.6.12 b).

Ön beyinden enine bir kesit alındığında dışta boz madde, içte ak madde kısımları bulunur. Boz madde kısmı **kabuk** adını alır. Kabuk kısmının dış yüzeyi çok sayıda kıvrıma sahiptir. Bu kıvrımlar boz maddenin yüzey alanını arttırır. Bu da insan beyninin diğer omurgalı canlılardan daha gelişmiş olmasını sağlar.

Beyin kabuğunu oluşturan boz maddenin altında **ak madde** adı verilen bir tabaka daha bulunur. Ak madde, miyelinli sinirlerin aksonlarından oluşur. Miyelin, beyaz ve yağlı bir tabaka olduğundan bu kısmın beyaz görünmesine neden olur.

Beyin kabuğunda bilinç, hafıza, zekâ, düşünme, yazma, bilerek hareket etme, beş duyunun alınıp değerlendirilmesi gibi çeşitli merkezler vardır. Beyindeki bir bölümün görevi, bu bölümün tahrip edilmesi veya çıkarılması sonucu, canlıda meydana gelen değişikliklerle anlaşılabilir. Bu amaçla yapılan deneylerde, beyin yarım küreleri çıkartılmış bir güvercinin itilirse yürüyebildiği, uyarılmadıkça uçamadığı, havaya atılırsa uçabildiği, açlık hissetmediği, önüne konulan yiyeceği yemediği, ağzına besin verildiğinde yediği, yanına kedi veya köpek yaklaştığında hiçbir tepki göstermediği, dış etkilere karşı duyarlı olmadığı görülmüştür. Bu canlının hareketlerinin tümünün bilinçsiz olduğu gözlemlenmiştir.

Beyin yarım küreleri birbirinden farklı aktiviteleri kontrol eden loplara ayrılmıştır. Örneğin bu loplardan ön lop yazma ve konuşma, parietal lop dokunma, oksipital lop görme, temporal lop duyma ve koklama gibi aktiviteleri kontrol eder (Şekil 1.6.13.).



Şekil 1.6.13. Beyin, birbirinden farklı aktiviteleri kontrol eden merkezlere ayrılmıştır.

Ara Beyin

Ön beyni oluşturan kısımlardan birisi de ara beyindir. Bu kısım beyin yarım küreleri arasında kalan bölge olup talamus ve hipotalamus bölgesini içine alır.

Talamus: Bu bölge koku duyusu hariç bütün duyuların toplanma ve dağılma merkezidir. Duyular burada sınıflandırılarak beyin kabuğundaki duyu merkezlerine iletilir. Omurilikten ve beynin alt kısmından gelen sinirler ile ön beynin duyu merkezlerine giden sinirler buradan geçer. Talamus beynin diğer bölgelerinden gelen impulslarla uyku ve uyanıklık durumunu düzenler.

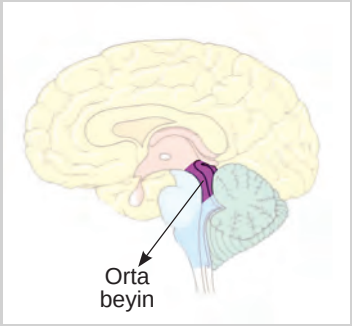
Hipotalamus: Karbonhidrat ve yağ metabolizmasını, vücut sıcaklığını, kan basıncını, su dengesini, uyku ve iştahı düzenler. Heyecanın kontrolüne yardımcı olur. İç organların ve dokuların otomatik kontrol merkezidir. İç salgı bezleri üzerinde etkilidir. Hipotalamusun sinir hücrelerinden salgılanan özel hormonlar (salgılatıcı faktörler - RF) hipofiz bezinin çalışmasını kontrol eder. Hipotalamusun alt kısmında bulunan hipofiz bezi ise iç salgı bezlerinin çalışmasını düzenler. Kısacası vücutta homeostatik dengenin sağlanması bu bölgede yapılır.

Biliyor musunuz?

Beyin aşırı çalıştığında hücrelerde biriken atık maddeleri uzaklaştıramadığı için yorulur. Buna sürmenaj denir. Dinlenmek, uyumak, temiz hava almak beyni dinlendirir.

II. Orta Beyin

Orta beyin, ponsun üzerinde, beyincik ve ara beyin arasında kalan bölgedir (Şekil 1.6.14). Orta beyin; ön beyin, beyincik, pons, omurilik soğanı ve omurilik ile bağlantı kuran sinirlerin geçtiği yerdir. Bundan dolayı, ön ve arka beyin arasında köprü görevi görür. Orta beyin görme ve duyma reflekslerini kontrol eder. Örneğin ışıkta göz bebeklerinin daralması, herhangi bir seste köpeğin kulaklarının dikleşmesi bu merkezler tarafından gerçekleştirilir. Ayrıca kas tonusu adı verilen ve dinlenme hâlinde kasların az da olsa kasılı kalması durumu gibi vücudun duruşunu düzenleyen merkezler de orta beyinde bulunur.



Şekil 1.6.14. Orta beyin, ön beyin ile arka beyin arasındadır.

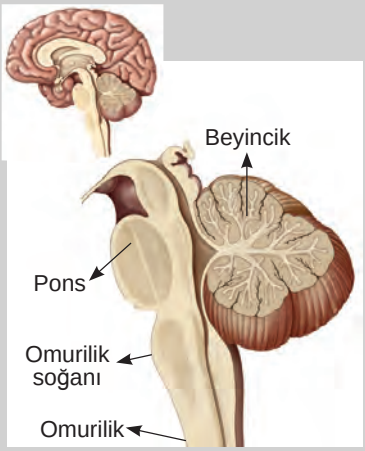
III. Arka Beyin

Arka beyin; beyincik, omurilik soğanı ve ponstan meydana gelir.

Beyincik

Beynin arka alt kısmında, omurilik soğanının üzerinde bulunur. İki yarım küreden oluşur (Şekil 1.6.15). Beyincikten enine kesit alıp incelendiğinde dışta boz, içte ak maddeden oluştuğu görülür. Boz madde sinir hücrelerinin gövdelerinden, ak madde ise aksonlardan oluşur. Ak madde, boz madde içinde dallanmalar yapar. Bu görünüm bir ağacı andırdığı için **hayat ağacı** adını alır.

Beyincik hareket ve denge merkezidir. İç kulaktaki yarım daire kanalları ve gözden gelen uyartılarla birlikte vücudun dengesini sağlar. Görme, işitme ve kas hareketleri arasında koordinasyonu sağlar. İskelet kaslarının düzenli çalışmasını koordine eder. İstemli hareketlerin düzenlenmesinde beyin yarım küreleri ile birlikte çalışır. Örneğin beyincik zarar görürse, yürümede bozukluk, titreme ve denge kaybı ortaya çıkar. Deneysel olarak beyinciği çıkarılan kuşun uçamadığı, köpeğin yürüyemediği gözlenmiştir. Bebekler beyincik gelişimini tamamlamadan oturamaz, ayakta duramaz ve yürüyemezler.



Şekil 1.6.15. Arka beyni oluşturan kısımlar; beyincik, omurilik soğanı ve ponstur.

Omurilik Soğanı

Beyinciğin altında omurilik ile pons arasında yer alır. (Şekil 1.6.15). Omurilik soğanı, ön beyin ve beyinciğin tersine, dışta ak madde, içte boz maddeden oluşur ve omuriliğin devamı niteliğindedir. Beyin yarım kürelerinden çıkıp vücuda giden motor sinirler omurilik soğanında çaprazlanır. Böylece sağ yarım küreden gelen sinirler vücudun sol tarafını, sol yarım küreden gelen sinirler ise vücudun sağ tarafını kontrol eder.

Omurilik soğanı solunum, sindirim, dolaşım, salgılama gibi yaşamsal olayların düzenlenmesini, ayrıca yutma, çiğneme, hapşırma ve öksürük gibi refleksleri kontrol eder. Hayati önemi olan olayların kontrol edildiği merkezlerin bulunması nedeniyle, omurilik soğanına **hayat düğümü** adı da verilir. Çeşitli nedenler ile omurilik soğanı zarar görürse kişi hayatını kaybedebilir.

Pons (Varolii Köprüsü)

Arka beynin bir parçası olan pons, orta beyin ile omurilik soğanı arasında bulunan kalın sinir demetlerinden oluşur (1.6.15). Pons, omurilik soğanı ve orta beyin birlikte **beyin sapı** olarak adlandırılır. Omurgalı canlıların beyin yapıları karşılaştırıldığında ponsun sadece memelilerde bulunduğu görülür. Varolii köprüsü de denilen bu yapı beyinciğin iki yarım küresi arasındaki impuls iletimini sağlar. Vücudun sağ ve sol tarafında yer alan farklı kasların çalışmasını ve solunum merkezlerini düzenler.

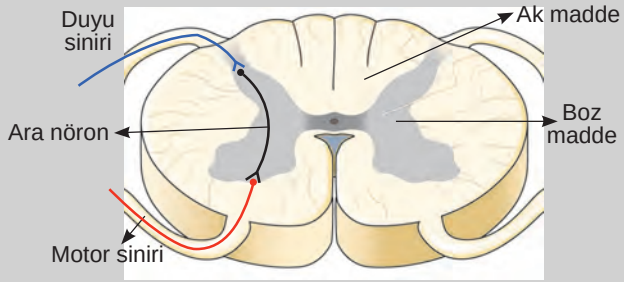
Biyoloji Teknoloji Toplum

Alkol ve uyuşturucuların sinir sistemi üzerindeki baskılayıcı etkileri sağlıklı kararlar vermeyi engeller ve refleksleri yavaşlatır.

♦ *Alkol alışkanlığı beyinde hangi merkezler üzerinde zararlı etkiler yapar? Bu konudaki görüşlerinizi yapılan bilimsel çalışmaları da inceleyerek arkadaşlarınızla tartışınız.*

b. Omurilik

Omurganın içinde bulunan omuriliğin boyu yaklaşık 45 cm'dir. Omurilik, omur kemikleri tarafından korunur. Omuriliğin üzerini beyinde olduğu gibi dıştan içe doğru sert, örümceksi ve ince zar örter. Örümceksi zar ve ince zar arasında omuriliği darbelerden koruyan BOS bulunur. Omurilikten enine bir kesit alınıp incenlediğinde dışta ak madde, içte ise boz madde bulunur (Şekil 1.6.16). Boz madde, ak madde içinde kanatları açık kelebek şeklinde görülür.



Şekil 1.6.16. Omuriliğin enine kesiti

Boz maddeden iki çift sinir çıkar. Sırt tarafından çıkanlar duyu, karın tarafından çıkanlar ise motor nöronları bulunduran sinirlerdir.

Duyu sinirlerinin çoğu beyne ulaşmadan önce omurilik içinde çapraz yapar. Beyinden çıkan motor sinirler ise duyu sinirlerinden farklı olarak, omurilik soğanında çapraz yapar. Böylece beynin sağ tarafı vücudumuzun sol tarafını, beynin sol tarafı da vücudun sağ tarafını yönetir.

Omuriliğin iki önemli görevi vardır:

Uyartıları iletmek: Beyin ile çevresel sinir sistemi arasındaki bağlantıyı kurar. Çevreden gelen uyartılar sonucu oluşan impulsları beyne iletir. Beyinden gelen impulsları da çevresel sinir sistemine ulaştırarak hedef organların uyarılmasını sağlar.

Refleksleri yönetmek ve kontrol etmek: Refleksler, bir uyartı karşısında istemsiz ve otomatik olarak yapılan hareketlerdir.

Pek çok vücut fonksiyonu, refleksler tarafından kontrol edilir. Bunlar göz kırpma, hapşırma, öksürük, solunum hareketleri, peristaltik hareketler, emme refleksi ve diz kapağı refleksi gibi doğuştan var olan reflekslerdir. Bunlara **kalıtsal refleksler** denir.

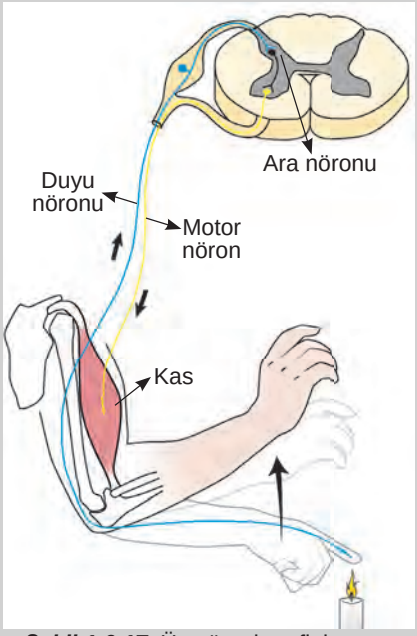
Doğuştan gelen bu kalıtsal reflekslerin dışında öğrenme ile sonradan kazanılan bazı refleksler de vardır. Öğrenilmiş bazı davranışların sürekli yapılması bir süre sonra omurilikte **kazanılmış refleks** oluşmasına neden olur. Yürümek, yüzmek, koşmak, bisiklete binmek, araba kullanmak gibi alışkanlıklar beyin kabuğu tarafından önce öğrenilir. Öğrenildikten sonra kazanılmış refleks hâline gelir ve omuriliğe devredilerek buradan yönetilir. Hata yapıldığında tekrar beyin devreye girer ve hata düzeltilir. Yani davranış omurilik tarafından yönetilse de beyin her zaman bilgilendirilir. Bu tip refleksler uzun süre kullanılmadığında zayıflar.

Biliyor musunuz?

Diz kapağı refleksi ve ışıkta göz bebeğinin büyümesi gibi kalıtsal refleksler tıpta sinir sisteminin durumunu kontrol etmek için kullanılır. Bu refleksler hiç olmadığında ya da yavaş olduğunda sinir sisteminde bir bozukluk olabileceği düşünülür.

Bir refleksin oluşumunda impulsların izlediği yol **refleks yayı** olarak adlandırılır. Bir refleks yayında, iki ya da daha fazla nöron kullanılır. Örneğin Şekil 1.6.17'de refleks yayının, duyu nöronu, ara nöron ve motor nörondan oluştuğu görülmektedir. Sıcak nesneye elimizle dokunduğumuzda hiç düşünmeden hemen elimizi çekmemizi sağlayan bu refleks yayı aşağıda verildiği gibi işlemektedir:

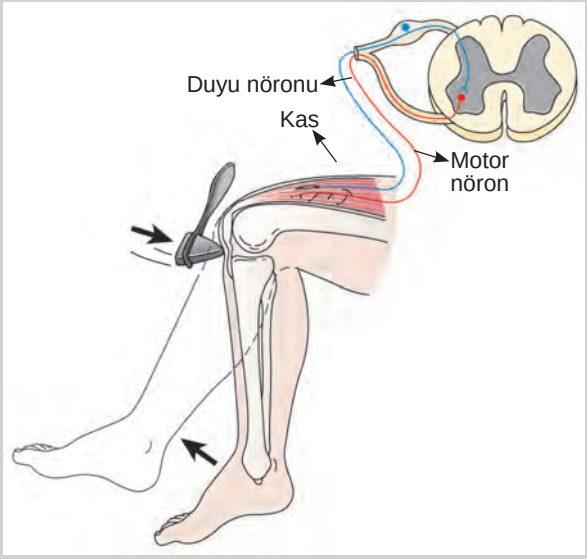
- Derideki reseptör, ısı ile uyarılır.
- Reseptör duyu nöronunda impuls başlatır. Bu nöron da impulsu omuriliğe taşır.
- Duyu nöronu impulsu omurilik içindeki ara nörona aktarır. Ara nöron impulsu motor nörona iletir.
- Motor nöron, impulsu kol kaslarına taşır. Motor nöronla gelen impulslar el ve kolumuzu hareket ettirmemizi sağlar.



Şekil 1.6.17. Üç nöronlu refleks yayı

Yukarıda açıklanan bu refleks hareketi, impuls beyne ulaşmadan gerçekleşir. Sıcaklık ya da acı hissedilmesi omurilikten beyne impuls aktarılması sonucu oluşur. İmpuls sinirlerle beyne iletilerek sıcaklık ve acı hissi olarak yorumlanıp istemli hareketlerin meydana gelmesi sağlanır. Örneğin acının azaltılması için elin soğuk suya tutulması gerektiği düşünülür. Omuriliğin çalışması beyin tarafından kontrol edilir. Örneğin elimize iğne battığında elimizi çekeriz. Ancak parmağımızdan kan alınırken batırılan iğne canımızı acıtsa da elimizi çekmez, bekleriz. Çünkü burada beyin devreye girer, yorum yapar, refleksi baskılar ve istemli hareket etmemizi sağlar.

Üç nörondan oluşan refleks yayının yanında yalnızca iki nöronun faaliyet gösterdiği basit refleks yayları da vardır. Bunlar bir duyu nöronu bir de motor nöronundan oluşur. Diz kapağı refleksi bu tür reflekstir (Şekil 1.6.18).



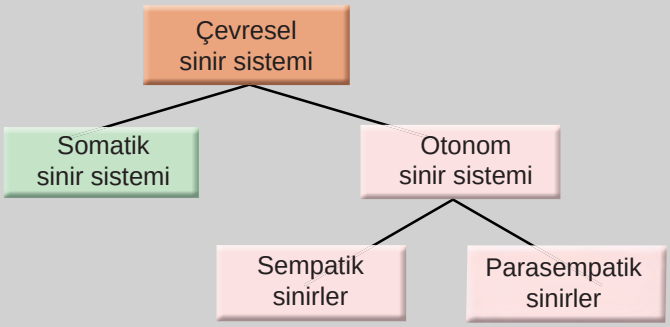
Şekil 1.6.18. İki nöronlu refleks yayı

2. Çevresel Sinir Sistemi

Çevresel sinir sistemi, beyin ve omurilikten çıkarak vücuda dağılan sinirlerden oluşur. Sinirler bağ doku içinde paketlenmiş nöron uzantılarının oluşturduğu lif şeklinde yapılardır. Bu sinirler merkezî sinir sistemi ile vücudun diğer bölümleri arasında uyartıları taşıyan geniş bir sinir ağı meydana getirir. Omurilikten çıkan sinirlere **omurilik sinirleri**, beyinden çıkanlara ise **kafa sinirleri** denir.

Omurilik sinirleri 31 çifttir. Bu sinirler duyu ve motor nöronları içerir. Omurilikten çıkan sinir çiftleri tüm vücuda dağılır. Kafa sinirleri 12 çifttir ve beyinden çıkar. Bu sinirlerin çoğu duyu ve motor nöronları içerir. Kafa sinirleri baştaki ve gövdenin üst kısmındaki organlara dağılır. Bu sinirlerden 10. kafa siniri olan vagus siniri göğüs ve karın boşluğundaki organlara giderek iç organların çalışmasını kontrol eder.

Çevresel sinir sistemi görev ve işleyişleri bakımından iki gruba ayrılır. Bunlar istemli çalışan somatik sinir sistemi ve istemsiz çalışan otonom sinir sistemidir (Şema 1.6.2):



Şema 1.6.2. Çevresel sinir sisteminin sınıflandırılması

a. Somatik Sinir Sistemi

Bilinçli olarak yaptığımız hareketleri bu sinirler kontrol eder. İstemli olarak çalışır. İskelet kaslarını merkezî sinir sistemine bağlayan sinirler, somatik sinirlerdir. Somatik sinirlerin hücre gövdeleri beyin ve omurilikte bulunur. Aksonları ise iskelet kaslarına gider. Bu sinirler konuşmak, koşmak, yazmak gibi istemli vücut hareketlerini kontrol eder.

b. Otonom Sinir Sistemi

Otonom sinir sistemi istemsiz çalışır. Beyinden ve omurilikten gelen motor sinirlerden oluşur. Bu sinirlerin tamamı miyelinsiz sinirlerden oluşur. Bu sebepten impuls, miyelinli motor sinirlere göre daha yavaş ilerler. İç organların çalışmasını düzenler. Boşaltım, kan dolaşımı, üreme, solunum, sindirim sistemi hareketleri ve bazı endokrin bezlerin çalışması gibi önemli vücut fonksiyonlarını kontrol eder.

Otonom sinir sistemi birbirine zıt çalışan **sempatik** ve **parasempatik sinirler**den oluşur. Her bir iç organa hem sempatik hem de parasempatik sinir bağlanır. Her iki tip sinirin de etkisinin birbirine zıt (antogonistik) olmasının nedeni farklı nörotransmitter maddelerin salgılanmasındandır.

Aktiviteyi, sempatik sinirler arttırdığı zaman, parasempatik sinirler yavaşlatır. Örneğin kalp atışı bir sempatik sinir tarafından arttırılır, parasempatik sinir olan vagus siniri tarafından yavaşlatılır (Tablo 1.6.1). Otonom sinirlerin zıt etki yapacak şekilde çalışması, homeostatik dengenin sağlanması ve organların çalışmasının kontrol edilmesine yardımcı olur. Otonom sinirler çalışıyorsa beyin zarar gördüğünde dahi insan, yaşamını sürdürebilir. Bu durumda bilinçli hiçbir davranış yapamayan birey, yaşamını bitkisel hayat dediğimiz şekilde sürdürür.

Tablo 1.6.1. Sempatik ve parasempatik sinirlerin çalışması

Etkilediği yapı	Sempatik sinirler	Parasempatik sinirler
Kalp	Kalp atışını hızlandırır.	Kalp atışını yavaşlatır.
Sindirim sistemi	Sindirim sisteminde aktiviteyi yavaşlatır.	Sindirim sisteminde aktiviteyi arttırır.
Kan damarları	Kan damarlarını daraltır.	Kan damarlarını genişletir.
İdrar torbası	İdrar torbasını gevşetir, idrar birikir.	İdrar torbasını kasar, idrar atılır.
Akciğerler	Bronşları genişletir.	Bronşları daraltır.
Göz	Göz bebeklerini genişletir.	Göz bebeklerini daraltır.

Okuma Metni

Alkol, Sigara ve Uyuşturucu Maddelerin Sinir Sistemine Etkileri

Alkol, sigara, ve uyuşturucu maddelerin kullanımı sinir sistemine zarar vererek bağımlılık yapar. Alkol, vücuttaki sinirsel iletimin azalmasına neden olduğundan reflekslerde azalma görülür. Sinir sistemi organlarından olan beyin ve beyincik alkolden etkilenir. Beyincik, vücudun dengesinden sorumludur. Alkol alanlarda beyincik görevini yeterince yapamadığından alkollü kişiler dengesiz şekilde yürürler. Alkol, beyni de etkilediğinden karar verme yeteneği azalır. Dolayısıyla kişi kendini kontrol edemez duruma gelir. Bazı alkoliklerde Wernicke-Korsakoff Sendromu denen bir nörolojik bozukluk bulunabilir. Hastalığın ilk belirtisi göz kaslarında ani güçsüzlük ve felce bağlı çift görmedir. Zamanla hasta yardımsız ayakta duramaz veya yürüyemez. Wernicke-Korsakoff Sendromunda hasta özellikle yakın geçmişe ait olayları unutur, çok ileri derecede bellek kaybına uğrar, dönem dönem kim olduğunu hatırlayamaz. Ayrıca bu kişilerde kendi kendine konuşma, bulunduğu yerin ve zamanın farkında olmama ve halüsinasyonlar (gerçek olduğu düşünülen hayaller) görülebilir.

Alkol alındıktan hemen sonra mideden emilerek kana geçtiğinden karaciğer ve kaslarda fazla miktarda ısı oluşumuna neden olur. Oluşan ısı biyolojik olaylarda kullanılmaz. Ayrıca kılcal kan damarlarının genişlemesine neden olan alkol kanın bu damarlara akışını artırır. Böylece alkolün etkisiyle oluşan ısı dışarıya verilir. Bu sırada vücut ısısını da kaybeder. Soğukta sıcak hissi kazanmak için alınan alkol aldatıcı olup donmayı hızlandırır.

Tütün ve sigaranın kullanılması kişide alışkanlık, daha sonra da bağımlılık yapar. Sigarada bulunan nikotin çok zehirli bir maddedir. Nikotin, beyindeki dolaşım ve solunum merkezlerini doğrudan etkileyerek, ilgili organların çalışmasını bozar. Beyinde damar tıkanıklığına neden olur. Beyin hücrelerinin ölümüne yol açar. Öğrenme bozuklukları, hafıza zayıflığı ve erken bunama görülür. Kokain, esrar, hint keneviri gibi uyuşturucu maddeler ise merkezi sinir sistemi üzerine yatıştırıcı keyif verici, uyarıcı ya da uyutucu olarak etki eder. Bağımlılarda beliren ilk olgular, akıl ve sinir hastalıklarıdır. Delilik, erken bunama, şuur kaybı, uykusuzluk, felçler, sayıklama, akıl dışı davranışlar, halüsinasyon, zeka ve hafıza kayıplarıdır. Bu maddeler uzun süreli kullanıldığında, şizofreni ve depresyondakine benzer davranışlar görülür. Kişilik bozukluğu ve akli dengenin yitirilmesi meydana gelir. Yüksek dozlarda alındığında bilinç kaybı, koma ve ölüm görülebilir.

Sinir sisteminin sağlığını korumak için alkol, sigara ve uyuşturucu maddeler kesinlikle kullanılmamalıdır.

Yazarlar tarafından derlenmiştir.

C. DUYU ORGANLARI

Duyu organlarınız yaşamınızı nasıl etkiler? Duyu organlarınızın görevi nedir? Bazen varlığını bile unuttuğunuz duyularınızın görevini yapmadığını düşünün. Göremediğinizi, duyamadığınızı, kokuları algılayamadığınızı, yiyeceklerin tadını alamadığınızı düşünün. Hayatınızda ne gibi değişiklikler olurdu?

Duyu organları iç ve dış ortamdan gelen uyarıları alan ve canlıyı çevresindeki değişikliklerden haberdar eden yapılardır. Bu organlar çeşitli uyarıları almak için özelleşmiş duyu reseptörlerini taşır. Bu reseptörler deriye ulaşan mekanik uyarıları, göze gelen ışınları, kulağa gelen ses dalgalarını, dile ve burna gelen kimyasal uyarıları alacak biçimde özelleşmiş yapılara sahiptir. Alınan farklı uyarılar özelleşmiş duyu reseptörleri tarafından impulslara dönüştürülür. İmpulslar nöronlarla beyne iletilir. Burada ilgili merkezlerce değerlendirilir. İnsanın duyu organları göz, kulak, burun, dil ve deridir.

1. Görme Duyusu

İnsan gözü yaklaşık 3500 ile 7500 A° (angstrom) dalga boyundaki ışınları görebilir. Bu dalga boylarından daha kısa olan ultraviyole ışınları ve daha uzun olan kızıl ötesi ışınları göremez. Böcekler bizim göremediğimiz çok kısa dalga boylu ışınları bile algılayabilir.

Gözümüz saniyede yaklaşık 50 defa yanıp sönen ışığı ayırt edebilmektedir. Daha fazla sayıda yanıp sönen ışığı kesintisiz olarak algılar. Bazı böceklerin gözleri ise saniyede 330 defa yanıp sönen ışığı algılar. Böylece en küçük hareketi bile ayırt edebilir. Bu da böceklerin yaşamlarını kolaylaştırır.

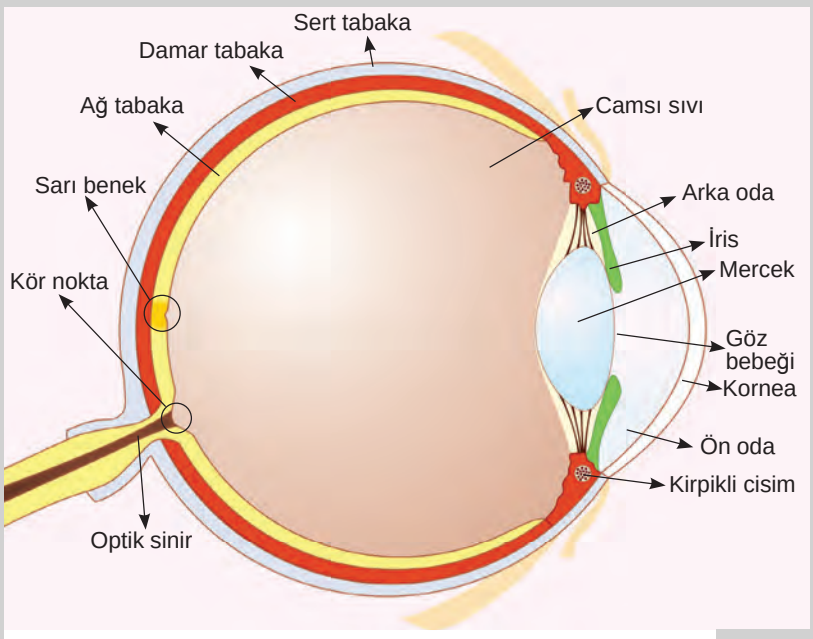
Farklı canlı gruplarında farklı göz yapıları görülmekle birlikte omurgalıların göz yapısı birbirine benzer. Bu konuda örnek olarak insanın göz yapısı incelenecektir:

a. Gözün Yapısı

Göz, ışığı algılayan ve bunu impulslara dönüştüren duyu organımızdır. İnsan gözü, metrelerce uzaktaki nesnelerin görüntülerini algılayabilme ve sayısız rengi ayırt edebilme özelliğine sahiptir. Bu karmaşık olayları saniyenin çok kısa bir diliminde gerçekleştirebilir. Göz, göz küresi ve göze yardımcı yapılardan oluşur:

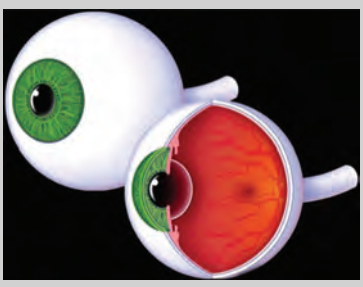
I. Göz Küresi

Göz küresi incelendiğinde dıştan içe doğru üç tabakadan oluştuğu görülür. Bunlar; sert tabaka, damar tabaka ve ağ tabakadır (1.6.19).



Şekil 1.6.19. Göz, farklı yapıların bir araya gelmesi ile oluşan duyu organıdır.

Sert tabaka; gözün en dış tabakasıdır. Bu tabakaya gözün beyazı (akı) da denir (Şekil 1.6.20). Sert tabaka göze şeklini vermeye yardımcı olur, gözün iç kısmını korur. Bu tabaka ön tarafta incelip saydamlaşır ve hafif şişkinleşerek **kornea** adı da verilen **saydam tabakayı** meydana getirir. Kornea göze gelen ışığı kırar ve ışığın göz merceğine ulaşmasını sağlar.



Şekil 1.6.20. Göz, dıştan sert tabaka ile sarılmıştır.

Damar tabaka; sert tabakanın altında yer alır, koyu kahverengi görünür. Bu tabaka gözü besleyen kan damarları bakımından zengindir. İçerdiği pigmentlerden dolayı koyu renkte görünür. Pigmentler göze gelen ışığın çoğunu emer. Bu nedenle gözün içi karanlık bir oda görünümündedir. Işığın bu tabakada emilmesi ile göz içinde ışık yansıması olmaz, bundan dolayı da görüntü bulanıklaşmaz. Damar tabaka gözün ön kısmında farklılaşarak **iris**i oluşturur. İris, gözün renkli kısmıdır. İrisin tam ortasında bir delik bulunur. Bu deliğe **göz bebeği** adı verilir. Göz bebeğinin çalışması kameranın diyaframına benzer. Fazla ışıkta daralır, az ışıkta genişler, böylece göze giren ışık miktarını ayarlar. Örneğin odanızın ışığını kapattığınızda önce hiçbir şey göremezsiniz. Ancak bir süre sonra etraftaki nesneleri az da olsa görmeye başlarsınız. Bunun sebebi

fazla ışığa uyum sağlamış olan göz bebeğinizin aniden karanlıkla karşılaştığında yeterli ışık girecek kadar genişlemesi için belirli bir sürenin geçmesidir. Göz bebeğinin büyüyüp küçülmesini irisin yapısında bulunan düz kaslar sağlar. Bu kaslar otonom sinir sistemi tarafından kontrol edilir. İrisin arkasında **göz merceği** yer alır. Mercek, göze gelen ışınları kırarak ağ tabaka üzerinde bir noktada toplayan saydam bir yapıdır. İris etrafında kalınlaşan damar tabaka, düz kaslarla birlikte **kirpikli cisim** adı verilen yapıyı oluşturur. Uzaktaki ve yakındaki cisimlere bakılırken kirpikli cisim kasları kasılıp gevşeyerek merceğin kalınlığını ayarlar. Böylece cisim hangi uzaklıkta olursa olsun görüntünün retinada bulunan sarı benek üzerine düşmesi sağlanır. Bu şekilde göz, objeler üzerine odaklanabilir. Buna **göz uyumu** denir.

Biliyor musunuz?

Retinada yaklaşık 125 milyon çubuk, 6,5 milyon koni hücresi yer alır. Bunlar vücuttaki reseptörlerin yaklaşık %70'ini oluşturur. Bu da bize çevreyi algılamada görme duyusunun ne kadar önemli olduğunu gösterir.

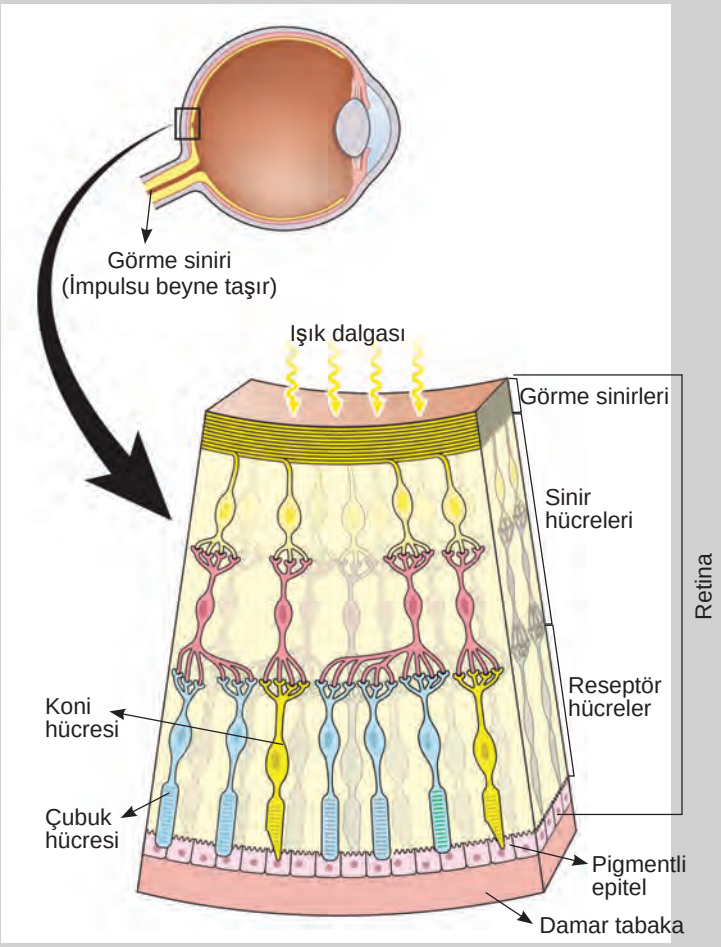
Gözde saydam tabaka ile göz merceği arasında kalan boşluğa **ön oda**, mercekle iris arasında kalan boşluğa da **arka oda** adı verilir. Bu odalar özel bir sıvı ile doludur. Bu sıvı göz şeklinin ve canlılığının korunmasını sağlar. Mercek ile retina arasında kalan kısım gözün en büyük boşluğunu oluşturur. Bu kısım jelimsi bir sıvıyla doludur. Bu sıvı **camsı sıvı** olarak adlandırılır. Camsı sıvı, göz küresinde iç basınç meydana getirerek gözün şeklinin sabit kalmasını sağlar.

Araştıralım Öğrenelim

Üç tip renk konisi bulunmasına rağmen gözün yüzlerce rengi ayırabilmesi nasıl gerçekleşir? Araştırınız.

Retina (ağ tabaka), gözün en iç kısmında bulunan tabakadır. Mercekten kırılan ışınlar retina üzerine düşer. Retinada ışığı algılayan reseptörler ve ağ şeklinde dağılmış sinir hücreleri bulunur. Bu reseptörlere şekillerinden dolayı çubuk ve koni hücreleri adı verilir (Şekil 1.6.21). Retinada çubuk ve koni hücrelerinin en yoğun bulunduğu yere **sarı benek** adı verilir. Burası görme olayı sırasında retinaya ulaşan ışınların toplandığı yerdir. Görme sinirlerinin retinadan çıktığı nokta ise **kör nokta** olarak adlandırılır. Burada çubuk ve koni hücresi bulunmadığından görüntü oluşmaz ve ışık algılanmaz.

Çubuk hücreleri, ışık şiddetinin daha az olduğu durumlarda görmeyi gerçekleştirir. Renkleri algılamaz ve siyah beyaz görmeyi sağlar. **Koni hücreleri** ise yeterli ışık şiddetinde renkli görmeyi sağlar. Retinada üç tip koni hücresi vardır. Bunlar kırmızı, yeşil ve mavi ışığı algılama özelliğine sahip pigmentleri taşıyan koni hücrelerdir. Genlerde meydana gelen kalıtsal bozukluklar nedeniyle koni hücrelerinden bir grubun olmaması renk körlüğüne neden olur. **Renk körlüğü** renklerin algılanamaması durumudur. Renk körlüğünün yaygın olan çeşidinde kişiler kırmızı ve yeşil renkleri birbirinden ayıramaz. Koni hücrelerinin hiç bulunmadığı durumda ise kişi siyah beyaz görür buna da **total renk körlüğü** denir.



Şekil 1.6.21 Göze gelen ışınlar çubuk ve koni hücreleri tarafından algılanır.

Biliyor musunuz?

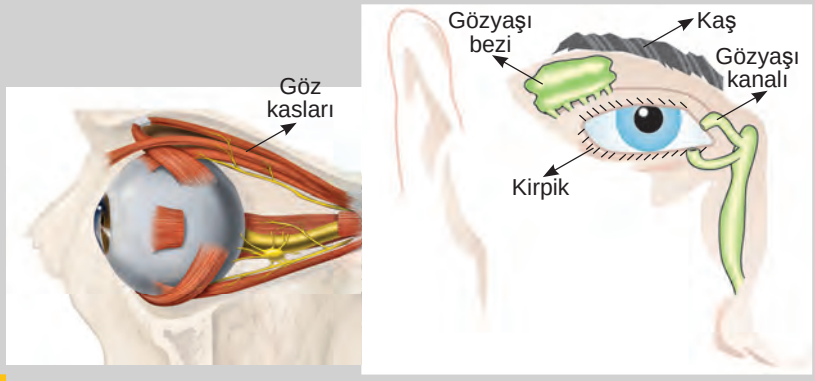
Hayvanların hepsi renkli mi görür?

Hayvanlar âleminde renkli görme olayının çeşitli gruplarda farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Balıkların bir kısmı, kaplumbağalar, kertenkeleler, yılanlar, kuşlar ve primatların renkleri fark ettikleri bilinmektedir. Kuyruklu kurbağalarda ve ilkel balıklarda renk ayırt etme özelliği yoktur.

Işığın algılanmasını ve görmeyi sağlayan pigmentlerin öncül maddesi A vitaminidir. A vitamini eksikliğinde oluşan bozukluğa **gece körlüğü** adı verilir. Gece körü olan insanların retinasında çubuk hücrelerinde bulunan ve düşük ışık şiddetinde görmeyi sağlayan pigmentler azalır. Bu kişiler loş ışıkta göremezler.

II. Göze Yardımcı Yapılar

Kaşlar, göz kapakları, kirpikler, gözyaşı bezleri ve göz kasları göze yardımcı yapılardır. Kaşlar ve kirpikler gözü yoğun güneş ışınlarından korur. Yabancı maddelerin ve alından gelebilecek terin göze kaçmasını engeller (Şekil 1.6.22). İçinde bol kılcal damar bulunan göz kapakları, altta ve üstte bulunan birer deri kıvrımından oluşur. Gözü mekanik olarak koruyan bu yapıların yanında bir de gözyaşı salgılayan bezler vardır. Gözyaşı gözü nemli tutar, kurumaktan korur. Göze ulaşan mikroplar gözyaşında bulunan lizozim enzimi sayesinde yok edilir. Ağlama durumunda gözyaşının fazlası burun boşluğuna akar, bir kısmı da gözden dışarı taşar.



Şekil 1.6.22. Göze yardımcı yapılar göz kapakları, kaşlar, kirpikler, göz kasları ve gözyaşı bezleridir.

Biliyor musunuz?

Görme, bir dizi kimyasal olaylar sonucunda gerçekleşir. Ortam serinledikçe kimyasal reaksiyonlar daha uzun sürede meydana gelir. Bu nedenle soğukkanlı canlılar, eğer hızlı hareket eden nesneleri görmek istiyorlarsa kendilerini ısıtmak zorundadır.

Saatte 60 km hızla yüzen kılıç balığı, avını takip edebilmek için vücut kaslarından gelen ısıyı özel bir ısıtma sistemi ile gözlerine aktarır. Gözlerinin sıcaklığını 20-25 ^{o}C de tutar. Böylece denizin yaklaşık 600 m dibinde, sıcaklığın 5 ^{o}C y e kadar düştüğü yerlerde bile mürekkep balıklarını kovalayabilir.

Göze yardımcı yapılar arasında göz kasları da yer alır. Göz küresinin hareketini sağlayan kaslar, cismin yönüne doğru gözü hareket ettirir. Bu kaslar gözleri aynı yönde hareket ettiremezse çift görme ya da şaşılık dediğimiz sorun ortaya çıkar.

b. Görme Olayı

Görme olayını kamera filmi üzerinde görüntü oluşmasına benzeterek açıklamak mümkün müdür?

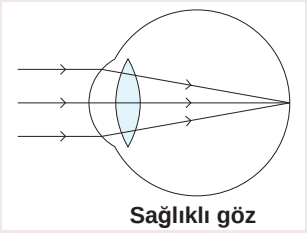
Görme olayının başlangıcında göze gelen ışınlar korneada kırılır ve göz bebeğine ulaşır, buradan merceğe geçer. Mercekte tekrar kırılan ışınlar camsı sıvıya geçer ve buradan retina üzerine düşer ve ters bir görüntü oluşur. Işınlar retinada sarı benek adı verilen bölgede bulunan çubuk ve koni hücrelerini uyarır. Uyarılan hücreler görme sinirlerinde impuls oluşturur. İmpulslar bu sinirler tarafından beynin görme merkezine iletilir. Burada değerlendirildikten sonra net, düz ve renkli görüntü oluşur.

Okuma Metni

Görme Bozuklukları

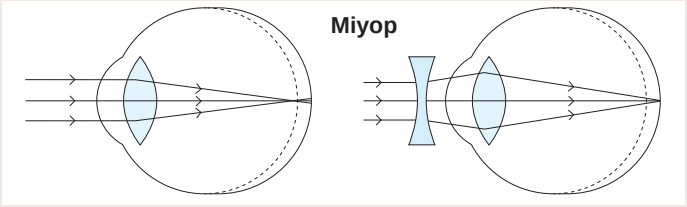
Görme bozuklukları nelerdir ve nasıl ortaya çıkar? Bu bozukluklar nasıl düzeltilir?

İnsanlar gözlerinde meydana gelen çeşitli bozulmalar nedeni ile görme problemleri de yaşarlar. Bu problemler bazı kişilerde doğuştan vardır, bazılarında ise sonradan meydana gelir.



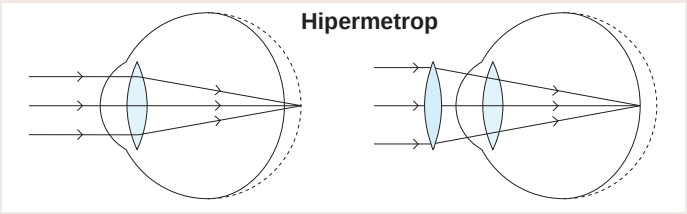
Sağlıklı göz

Uzağı iyi göremeyen kişilerde göz küresinin önden arkaya doğru çapı uzamıştır ya da göz merceği normalden daha şişkindir. Bu durumda görüntü retinanın önünde oluşur. Kişi uzağı net göremez. Bu görme bozukluğuna **miyop** adı verilir. Bu kusur kalın kenarlı mercek kullanılarak giderilebilir.



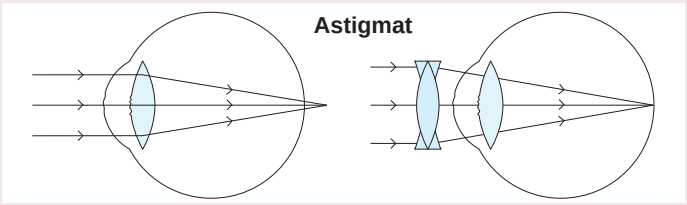
Miyop

Yakını iyi göremeyen kişilerde göz küresinin çapı kısadır ya da göz merceği normalden daha incedir. Bu kişilerde görüntü, retinanın arkasında oluşur. Bunun sonucunda yakındaki objenin görüntüsü bulanık olur. Buna **hipermetrop** göz kusuru denir. Bu kusur ince kenarlı mercek kullanılarak giderilir.



Hipermetrop

Göz merceği ya da korneada oluşan düzensiz kavisler sonucunda nesnelerden gelen ışınlar farklı açılarda kırıldığından retinanın her yerine aynı ulaşmaz. Bu durumda **astigmat** adı verilen göz kusuru ortaya çıkar. Bu kusur silindirik mercek kullanılarak giderilir.



Astigmat

Yaşlandıkça göz merceğinin esnekliğinin bozulması durumunda gözün uyum yapma yeteneği azalır ve **prespitlik** adı verilen göz kusuru ortaya çıkar. Bu durumda ışık az kırılacağından görüntü retinanın arkasında oluşur. Bu kişiler yakını rahat göremezler. Bu kusur da ince kenarlı mercek kullanılarak giderilir.

Göz küresini hareket ettiren kaslar orantısız olarak kasıldığında gözler farklı yönlere bakar. Buna **şaşılık** denir. Bu durum ameliyatla düzeltilebilir.

Renk körlüğü de bir göz bozukluğudur. Renk körü kişiler genelde kırmızı ve yeşil renkleri algılayamazlar. Ancak tüm renkleri algılayamayanlar da vardır. Bu durumun tedavisi yoktur. Renk körü kişilerin araba kullanmaları sakıncalıdır.

Gözün yapısı hakkında bilgi sahibi oldunuz. Gözün yapısını incelemeniz amacıyla verilen etkinliği gerçekleştiriniz.

Etkinlik 1.6.2

Etkinliğin Adı: Memeli Gözünün İncelenmesi

Amaç: Gözün yapısını kavrama

Araç Gereçler:

Sığır ya da koyun gözü, bisturi, gazete kâğıdı, diseksiyon küveti, pens, ince uçlu makas

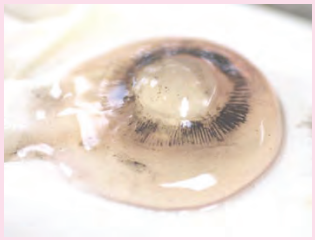
Hazırlanalım

Dört veya beş kişilik gruplar oluşturunuz.

Sınıfa getirdiğiniz gözü sertleşinceye kadar tuzlu suda bekletiniz.

Gözü diseksiyon kuveti üzerine yerleştiriniz.

Uygulayalım



- Gözün arka kısmında bulunan beyaz sinir demetini kesmeden göz küresinin üzerindeki yağ ve bağ dokularını temizleyiniz.
- Gözün dış yapısını ve korneayı inceleyiniz.
- Bisturi veya makas ucu ile göz sinirini keserek kornea aşağı gelecek şekilde diseksiyon küvetine yerleştiriniz. Gözü yatay eksen doğrultusunda keserek ikiye ayırınız. Kesilen üst parçanın iç yapısındaki tabakaları ve görme sinirinin gözden çıkış yerini inceleyiniz.
- Gözün camsı sıvısını ve göz merceğini yapısını bozmadan çıkarınız. Çıkardığınız göz merceğini üzerinde küçük yazı bulunan gazete parçasına koyunuz. Yazının görünümündeki değişikliği gözlemleyiniz.
- Gözün yapısını oluşturan katmanları inceleyiniz.

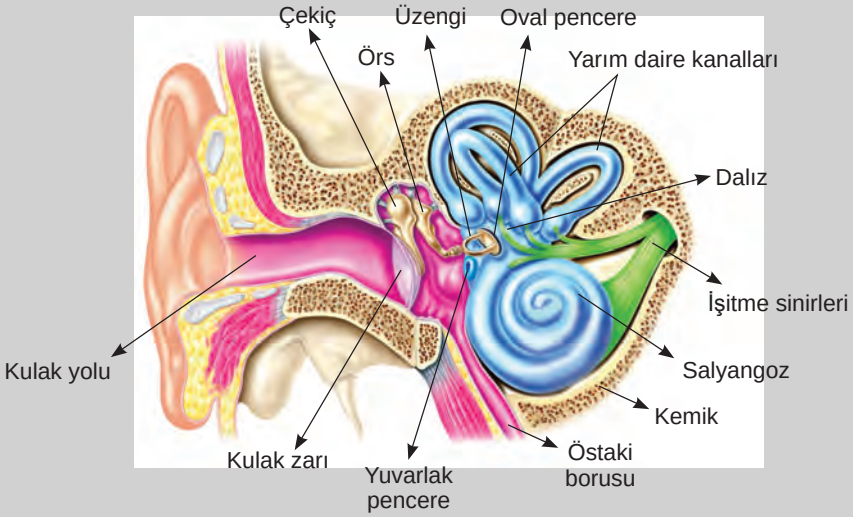
Sonuçlandıralım

1. Gözde dıştan içe doğru hangi yapıları gözlemlediniz?
2. Göz merceğinin şekli nasıldır?
3. Çıkarılan göz merceğini gazete parçası üzerine koyduğunuzda gazetedeki yazıda ne gibi değişiklikler gördünüz? Açıklayınız.

Gerçekçekleştirdiğiniz etkinlikle gözün yapısını incelediniz. Konu işlenişinde öğrendiğiniz kornea, görme sinirleri, camsı sıvı, göz merceği, gözün katmanları vb. yapıları yakından gözlemlediniz. Şimdide kulağın yapısını öğreneceksiniz.

2. İşitme Duyusu

Kulak, işitme ve dengeyi sağlar. Kulağın yapısı dış kulak, orta kulak ve iç kulak olmak üzere üç kısımdan oluşur (Şekil 1.6.23).



Şekil 1.6.23. Kulağın yapısı

a. Dış Kulak

Dış kulakta kulak kepçesi ve kulak kepçesini orta kulağa bağlayan kulak yolu bulunur.

Kulak kepçesi çevreden gelen ses dalgalarını toplar. Kulak yolu ise kulak kepçesinin topladığı ses dalgalarını kulak zarına iletir. Kulak yolunda kulak kiri salgılayan bezler bulunur. Kulak kiri kulağa giren maddeleri tutar. Kulak yolunun sonunda orta kulak ile dış kulağı birbirinden ayıran **kulak zarı** yer alır.

b. Orta Kulak

Orta kulak, kulak zarı ile başlayan ve içi hava ile dolu olan odacıktır. Burada eklemlerle birbirine bağlanmış çekiç, örs ve üzengi kemikleri yer alır. Ses dalgalarının kulak zarında oluşturduğu titreşimler sırası ile çekiç, örs ve üzengi kemiklerinden geçerek oval pencereye ulaşır. **Oval pencere** orta kulağın sonunda yer alır. Burası orta kulağın iç kulağa bağlandığı yerdir. Orta kulak **östaki borusu** ile yutağa bağlanır. Yükseklik, şiddetli ses gibi etkenler ile kulak zarına dıştan uygulanan basınç, östaki borusu sayesinde iç taraftan da uygulanarak denge sağlanır ve kulak zarının zarar görmesi önlenir.

Östaki borusu aynı zamanda burundan ya da ağızdan vücuda giren enfeksiyon yapıcı mikroplar için de geçit oluşturur. Bu şekilde orta kulağa ulaşan mikropların oluşturduğu enfeksiyonlar kulak ağrısına ve kulakta akıntıya neden olabilir. Ayrıca enfeksiyonun ilerlediği durumlarda kulak zarı da yırtılabilir. Bu durum işitme kaybına yol açabilir.

c. İç Kulak

Hem işitmede hem dengenin sağlanmasında iç kulak görevlidir. Şakak kemikleri içine yerleşmiştir. Oldukça iyi korunur. İç kulak, kemik ve zarlardan oluşan karmaşık bir yapıdır. Bu yapıyı oluşturan kısımlar dalız, yarım daire kanalları, tulumcuk, kesecik ve salyangozdur.

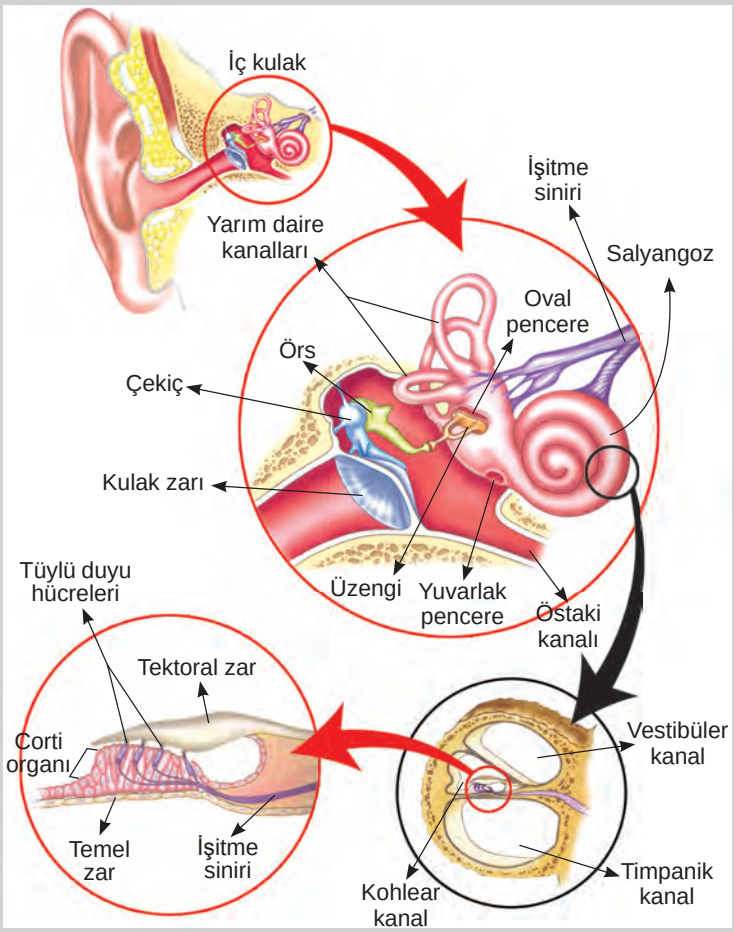
Araştıralım Öğrenelim

Sesin kulak zarında meydana getirdiği titreşimler orta kulağa, buradan da iç kulağa geçer ve salyangoz içindeki sıvıyı titreştirir. İşitme olayı gerçekleştikten sonra salyangozdaki sıvıda meydana gelen titreşimler nasıl yok olur? Araştırınız.

Dalız ve salyangoz işitmeden; yarım daire kanalları, kesecik ve tulumcuk ise dengeden sorumludur.

Orta kulaktan sonraki ilk bölüm **dalız** adını alır. Dalız, iç kulağın oval pencereye bakan kısmındaki boşluktur. Oval pencereden gelen ses dalgalarını salyangoza iletir. Dalız boşluğunun alt kısmında **salyangoz (kohlea)** bulunur. Helezon görünümünde olan salyangoz açılarak incelenirse, birbiri ile bağlantılı üç kanaldan oluştuğu görülür. Bu kanallardan üstte olana **vestibüler kanal**, ortada olana **kohlear kanal**, altta olana ise **timpanik kanal** adı verilir. Vestibular ve timpanik kanallar perilenf, kohlear kanal ise endolenf adı verilen sıvı ile doludur. Vestibular kanal, oval pencere, timpanik kanal ise yuvarlak pencere ile bağlantılıdır. Kohlear kanalın tabanını oluşturan temel zarın yüzeyinde sesin oluşturduğu titreşimlere duyarlı tüylü duyu hücrelerini içeren Corti (Korti) organı bulunur. Tüylü duyu hücreleri Corti organı üzerindeki tektoral zara bağlı durumdadır (Şekil 1.6.24).

İç kulakta bulunan yapılardan biri de yarım daire kanallarıdır. **Yarım daire kanalları,** birbirine dik konumda yerleşmiş olan üç kanaldan meydana gelmiştir. Bu kanalların içi, endolenf sıvısı ile doludur. Yarım daire kanalları birbirine **tulumcuk** adı verilen torba şeklindeki bir yapı ile bağlanır. Tulumcuk ise **kesecik** ile bağlantılıdır. Kesecik, salyangoz kanalına bağlanır. Kesecik ve tulumcuk içinde kalsiyum karbonattan oluşmuş otolitler (denge taşları) ve tüylü duyu hücreleri bulunur. Denge sinirleri tüylü duyu hücrelerine bağlıdır.



Şekil 1.6.24. İç kulak ve Corti organı

ç. İşitme Olayı

Dış kulak tarafından toplanan ses dalgaları kulak zarına iletilerek kulak zarının titreşmesi sağlanır. Titreşim orta kulağa aktarılır. Burada bulunan çekiç, örs, üzengi kemikleri sırası ile titreşir, böylece titreşimler kuvvetlendirilir. Üzengi kemiğine ulaşan titreşimler oval pencereyi titreştirir. Bunun sonucunda salyangoz içindeki sıvı titreşir. Titreşimler sırası ile vestibüler kanal ve timpanik kanaldan geçerek kohlear kanala ulaşır ve bu kanalın tabanında bulunan temel zarı titreştirir. Titreşimler **Corti organı**nda bulunan tüylü duyu hücrelerine ulaşır (Şekil 1.6.24). Bu hücrelerdeki tüylerin titreşimiyle oluşan impulslar işitme sinirlerine aktarılır. İmpulslar beyin kabuğundaki işitme merkezine taşınır ve burada ses olarak algılanır. Salyangozda titreşen hücrelerin sayısı, oluşan impuls sayısını belirler. Böylece sesin şiddeti de algılanmış olur. Ne kadar çok hücre titreşirse o kadar şiddetli ses var demektir.

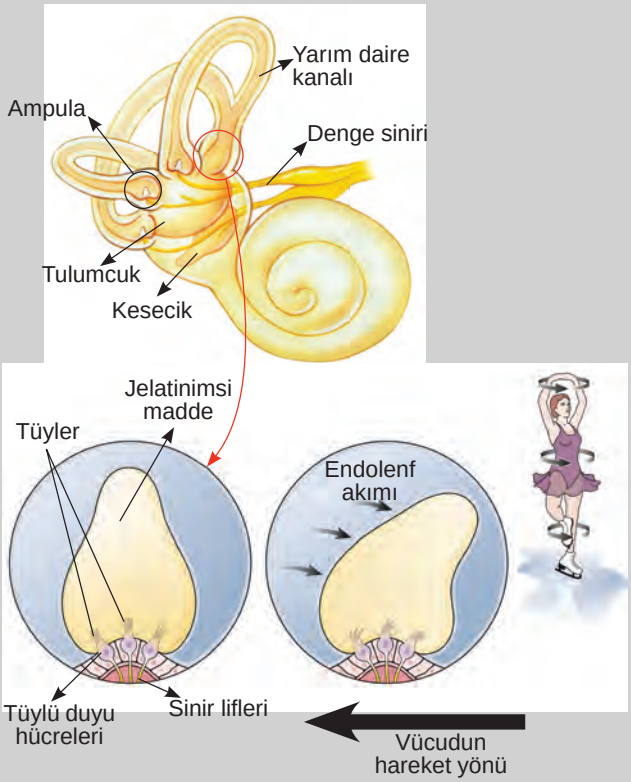
d. Denge Olayı

Kulak sadece işitme ile ilgili bir duyu organı değil aynı zamanda dengeyi de sağlamada görevli organımızdır. Vücudun dengesinin

sağlanmasında iç kulakta bulunan, kesecik, tulumcuk ve yarım daire kanalları adı verilen yapılar etkilidir (Şekil 1.6.25). Kesecik ve tulumcuk yerçekimine karşı yapılan hareketlerde oluşan konum değişikliklerini, yarım daire kanalları ise dönme hareketi ile oluşan konum değişikliklerini algılayan yapılardır. Bu algılama şu şekilde gerçekleşir:

Kesecik ve tulumcuğun tabanında silli duyu hücreleri bulunur Bu hücrelerin tüyleri jelatinimsi bir madde içine doğru uzanır. Ayrıca bu jelatinimsi madde içinde otolit adı verilen denge taşları da bulunur. Vücudun konumu değiştiğinde bu taşlar hareket eder ve duyu hücrelerine basınç yapar. Basınç değişikliği bu hücrelerde impuls başlatır. İmpuls denge sinirleriyle beyne ulaşır. Böylece vücudun konum değişikliği algılanır.

Yarım daire kanallarının tabanında ampula adı verilen şişkin bir bölüm bulunur. Burada bulunan tüylü duyu hücreleri endolenften daha yoğun olan jelatinimsi bir madde içine doğru uzantılar yapmıştır. Başınızı ya da vücudunuzu döndürdüğünüzde yarım daire kanalları da vücutla birlikte hareket eder. Ancak kanallar içindeki endolenf sıvısı yarım daire kanalları ile birlikte hareket etmez, daha yavaş hareket eder. Bu durum ampula içinde bulunan jelatinimsi maddenin hareketine neden olur. Bu maddenin hareketi duyu hücrelerinde basınç değişimine yol açar. Bu durum denge sinirlerinde impuls oluşturur. Oluşan impulslar beyinciğe taşınır. Beyincik, hareketin yönünü algılar ve bunu beyin kabuğuna iletir. Böylece vücuttaki denge (pozisyon) değişiklikleri algılanır.



Şekil 1.6.25. Eğer etrafınızda dönerseniz yarım daire kanalları içindeki endolenfin hareketi ters yönde gerçekleşir.

Eğer etrafınızda dönerseniz yarım daire kanalları içindeki sıvı da hareket eder. Aniden durduğunuzda ise hâlâ kendinizi dönüyormuş gibi hissedersiniz. Çünkü siz durduğunuz hâlde, kanallar içindeki sıvı hâlâ hareket hâlindedir ve denge sinirlerinde impuls oluşturulmaktadır. Bazı insanlarda gemi, uçak ya da araba gibi araçlarla seyahat etmekten dolayı mide bulantısı olması bu sebeptendir.

3. Dokunma Duyusu

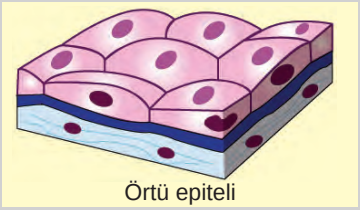
Deri; basınç, sıcaklık, sertlik, yumuşaklık, yüzeylerin pürüzlü veya düzgün oluşu gibi özellikleri algılayan dokunma duyusu organıdır. Ayrıca deri, koruyucu tabaka olarak vücudu sarar. Vücudu dış ortamdaki fiziksel ve kimyasal etkilerden korur. Bağışıklık konusundan da hatırlayacağınız gibi mikropların vücuda girmesini engeller. Vücudun su kaybını önler. Terleme ile vücut sıcaklığının düzenlenmesine ve boşaltıma yardımcı olur.

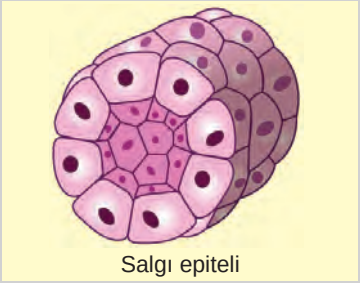
Derinin yapısını iki temel doku oluşturur. Bunlar epitel doku ve temel bağ dokudur:

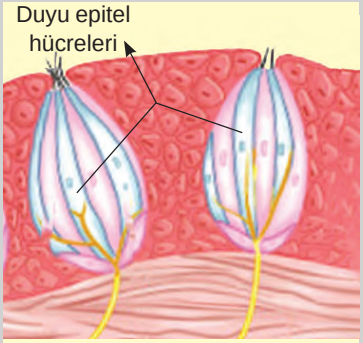
Epitel doku vücudun dışını kaplayan, vücut boşluklarının ve organların içini döşeyen dokudur. Örneğin sindirim, solunum organları ve damarların iç yüzeyinde bulunur. Bu dokunun hücreleri arasında boşluklar yok denecek kadar azdır. Hücreler sıkı bağlantılarla perçinleşmiştir. Epitel dokuda kan damarları ve sinirler bulunmaz.

Biliyor musunuz?

Deri, insan vücudunun en büyük organıdır.


Örtü epiteli


Salgı epiteli



Dildeki duyu epiteli

Şekil 1.6.26. Epitel doku çeşitleri

Hücreleri kübik, silindirik veya yassı şekillerde olan epitel doku, bulunduğu yere göre farklı görevler üstlenir. Bunlar koruma, emilim, salgı yapma ve duyuları algılamadır. Bu görevleri yerine getiren epitel doku, örtü epiteli, salgı epiteli ve duyu epiteli olmak üzere üç bölümde incelenir (Şekil1.6.26).

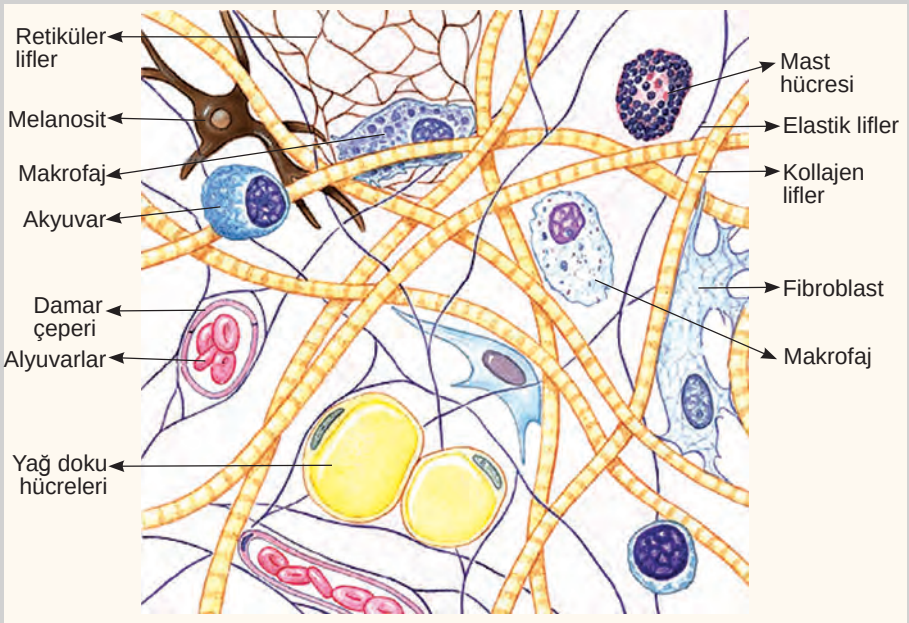
Örtü epiteli derinin dış yüzeyi ile mide, ince bağırsak ve kan damarları gibi yapıların iç yüzeyinde bulunur. Örtü epiteli ayrıca bağırsaklarda emilimi gerçekleştirir. Bu doku bir taban zarı üzerinde bulunur. Bu zar taşıdığı kan damarları vasıtasıyla epitel doku hücrelerinin beslenmesini sağlar.

Salgı epiteli, bezlerde salgı üretir. Örneğin tükürük, ter, gözyaşı gibi dış salgılar, tiroksin ve insülin gibi hormonlar salgı epiteli tarafından salgılanır.

Duyu epiteli duyu organlarının yapısında bulunur. Bu hücreler dış ortamdan gelen fiziksel ve kimyasal uyarıları alan özelleşmiş epitel hücreleridir. Örneğin dildeki tada duyarlı reseptörler epitel hücresidir.

Deriyi oluşturan yapılardan biri olan **temel bağ doku** vücutta geniş bir alana yayılır. Temel bağ doku diğer doku ve organların arasını doldurur, doku ve organlara desteklik sağlar. Bulundurduğu kan damarları sayesinde organların beslenmesinde ve vücudun savunmasında rol oynar. Temel bağ doku birbirinden çok farklı özellikte olan hücrelerden ve yoğun hücreler arası maddeden oluşmuştur. Temel bağ dokuyu oluşturan hücreler fibroblastlar, makrofajlar, mast hücreleri, plazma hücreleri ve melanositlerdir (Şekil 1.6.27).

Fibroblastlar, bağ doku liflerini sentezler. Melanositer, sitoplazmalarında taşıdıkları melanin pigmenti sayesinde dokuya renk verir. Kanın yapısı ve bağışıklık sisteminden hatırlayacağınız gibi makrofajlar vücuda giren mikropların yok edilmesinde, mast hücreleri heparin ve histamin salgılanmasında, plazma hücreleri ise antikor sentezlenmesinde görev yapar.

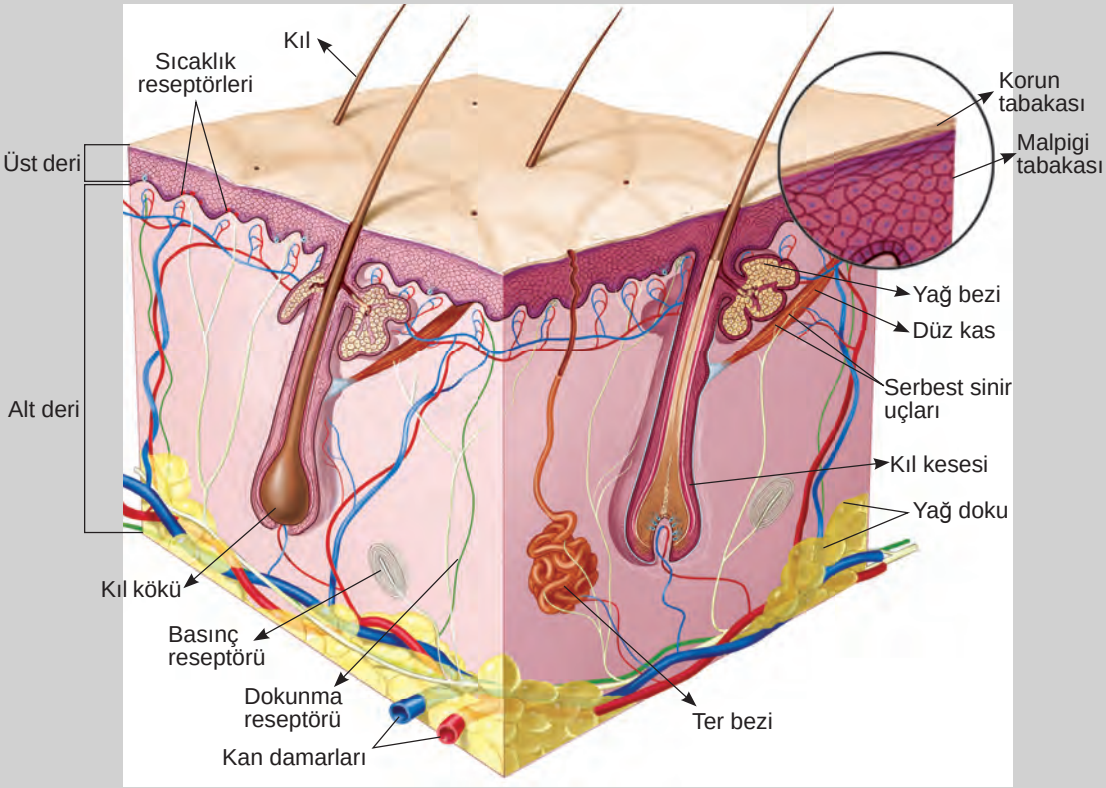


Şekil 1.6.27. Temel bağ dokuda bulunan hücreler ve lifler

Temel bağ dokuda hücreler arası maddede, kollajen lifler, retiküler (ağsı) lifler, elastik lifler ve tüm bu yapıların arasını dolduran jelatinimsi

bir ara madde bulunur. Esneme özellikleri çok az olan kollajen lifler esneme sırasında kolayca kopmaz. Retiküler lifler, ince ve dallanmış olup doku ve organların arasını doldurarak desteklik sağlar. Dalak, lenf düğümü ve karaciğerde fazlaca bulunur. Elastik lifler, lastik gibi uzayabilir. Alveollerin ve damarların yapısına katılır. Deriye esneklik kazandırır.

Deri, üst deri ve alt deri olmak üzere iki kısımda incelenir:



Şekil 1.6.28. Deri, farklı yapıların bir araya gelmesiyle oluşur.

Üst deri (epidermis), örtü epitelinden oluşur. Bu tabakanın üst kısmındaki hücreler, keratinleşmiş ölü hücrelerdir. Bu tabaka **korun tabakası** adını alır (Şekil 1.6.28). Korun tabakası deriyi vurma, çarpmaya karşı ve mikroorganizmaların istilasından korur. Parmak uçlarında korun tabakası kalınlaşarak keratinden yapılmış tırnakları oluşturur. Epidermiste kan damarları ve sinirler yoktur.

Korun tabakasının altında canlı hücrelerden oluşan Malpighi tabakası bulunur. Burada deriye rengini veren melanin pigmenti sentezlenir.

Alt deri (dermis), üst derinin altındaki tabakadır. Burada kan damarları, sinirler, duyu reseptörleri, kıl kökleri, elastik ve kollagen lifler, düz kaslar, ter ve yağ bezleri bulunur (Şekil 1.6.28).

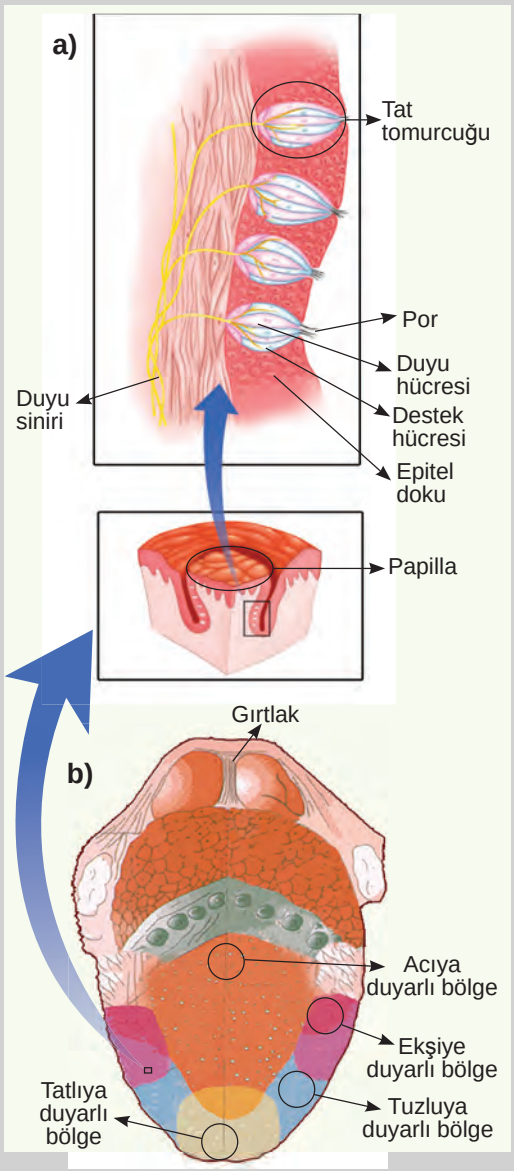
Ter bezleri, dudak hariç tüm vücut yüzeyinde bulunur. Alt deride yer alan bu bezler yumak gibi kıvrılmıştır, gözenekler ile deri yüzeyine açılır. Derinin vücut sıcaklığını düzenlemesi ve boşaltıma yardımcı olması bu bezlerden salgılanan ter sıvısı ile olur.

Yağ bezleri, salgılarını kılı saran keseciğe vererek derinin yumuşak kalmasını sağlar. Alında, başın saçlı kısmı ve burun üzerinde çok sayıda yağ bezi bulunur.

Kıllar, epidermis hücrelerinin farklılaşmasıyla oluşmuş, memeli derisinde bulunan özelleşmiş yapılardır. Üst derinin içeri çökmesiyle oluşan kıl keseciği içinde bulunur. Kılın derideki dermis tabakası içinde kalan kısmı kıl kökü, dıştaki kısmı ise kıl gövdesi adını alır.

Deride bulunan reseptörler, dokunma, basınç, sıcaklık ve ağrı gibi duyuları alır. Bundan dolayı deri duyu organı olarak kabul edilir. Çeşitli duyuları alan reseptörler bütün vücuda dağılmış olmasına rağmen dağılım homojen değildir. Örneğin dokunma reseptörleri parmak uçlarında daha yoğun bulunur. Bu nedenle bir objenin büyüklüğünü görmesek bile dokunarak da belirleyebiliriz. Basınç reseptörleri daha çok el ve ayağın alt derisinde bulunur. Bunlar deriye basınç uygulandığında basınç duyusunu alır. Deriden sıcak ve soğuk hissinin algılanmasında sıcaklık reseptörleri görevlidir. Isı akışı sıcaklık reseptörlerini uyarır ve oluşan uyartıların beyne ulaşmasıyla sıcaklık algılanır. Isı deriden nesneye doğru akıyorsa cisim soğuk, nesneden deriye doğru akıyorsa cisim sıcak olarak algılanır.

Ağrı reseptörleri olarak görev yapan serbest sinir uçları aşırı sıcağa, basınca ve iltihaplanmış dokulardan salgılanan kimyasallara duyarlıdır. Ağrı en önemli algılardan biridir. Çünkü uyarı savunma davranışını oluşturur ve tehlikeden uzaklaşılmasını sağlar.



Şekil 1.6.29. a) Dilin yapısında bulunan tat tomurcuklarında duyu hücreleri, destek hücreleri ve duyu sinirleri b) Dilde farklı tatların daha fazla alındığı bölgeler

4. Tat ve Koku Duyusu

Tat alma organımız olan dil, kimyasal analizlerin yapıldığı laboratuvar gibidir. Bugüne kadar tattığınız yiyecekleri ve içecekleri düşünün. İçtiğiniz limonata veya meyve sularının ve yediğiniz yemeklerin tatlarını hatırlayın. Dilimiz bu tatları nasıl alır? Tat ve koku alma arasında bir benzerlik ve ilişki var mıdır? Tat ve kokunun algılanması çevredeki kimyasalları algılayan reseptörlere bağlıdır. İnsanda ve diğer memelilerde koku ve tat duyuları birbiri ile bağlantılıdır. Her ikisinde de molekülün uyarı oluşturması için reseptöre ulaşması ve sıvıda çözünmesi gerekir. Çözünen molekül, reseptörü uyarır, uyartı sinir hücresi ile beyindeki ilgili merkeze taşınır ve duyu algılanır.

a. Tat Duyusu

İnsanda konuşma, beslenme ve yutmaya yardımcı olan dil aynı zamanda tat alma organıdır. Epitel doku ile örtülü olan dil üzerinde tadı alan **papilla** adı verilen tat alma cisimcikleri yani küçük çıkıntılar bulunur (Şekil 1.6.29-a). Papillalardaki epitel içinde gömülü olarak tat alma tomurcukları bulunur. Tat tomurcukları duyu hücreleri ve destek hücrelerden oluşur. Tat tomurcuklarındaki duyu hücreleri tat alma sinirleriyle bağlantılıdır. Yalnızca sıvı içinde çözünmüş maddeler tat tomurcukları tarafından algılanır. Çiğneme ile birlikte pek çok madde ağızdaki tükürük sıvısı içinde çözünür. Çözünen madde duyu hücresini uyarır. Böylece bu hücrede impuls başlar. Meydana gelen impuls, sinirler ile beyindeki tat duyusunu alan merkeze iletilir ve yiyeceğin tadı algılanır.

Tat tomurcukları dört temel tadı algılayabilir. Bunlar acı, ekşi, tatlı ve tuzludur. Her duyu hücresi belirli bir tada duyarlı olmasına rağmen birçok kimyasal madde tarafından da uyarılabilmektedir. Farklı tatlara duyarlı duyu hücrelerini bulunduran tat tomurcukları algıladığı tada göre dilin üzerinde farklı bölgelere yerleşmiştir. (Şekil 1.6.29-b) Dilin ucu tatlıya, yan ön kısımları tuzluya, yan arka kısımları ekşiye daha duyarlıdır. Dilin arka kısmı ise acıya daha duyarlıdır. Bir insanın dilinde yaklaşık 3-10 bin kadar papilla bulunur. Bu sayı çocuklarda daha fazladır. Besinin görünüşü, kokusu, soğuk ya da sıcak olması da tadın alınmasında etkilidir. Örneğin soğuk çorbanın tadı sıcak çorbaya göre farklı algılanır. Yiyeceklerin kokusu alınamadığında tadı da iyi algılanamaz. Ayrıca yaşlandıkça dildeki tat tomurcukları azaldığı için tat duyusu zayıflar.

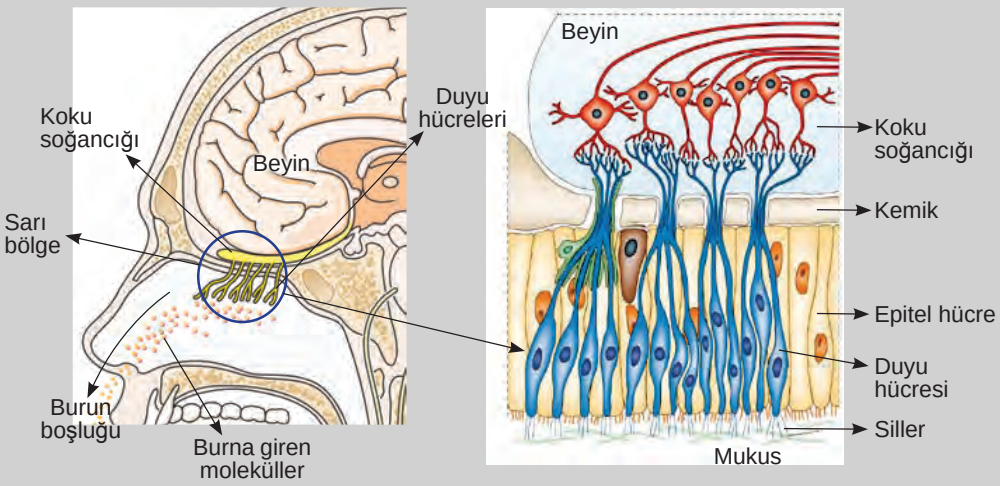
Biliyor musunuz?

Köpek balıklarının hemen hepsi avlarını tespit ederken çok hassas olan koku duyularından faydalanır. Örneğin büyük beyaz köpek balığı 100 litre suyun içindeki bir damla kanın kokusunu algılayarak avının yerini tespit edebilir.

b. Koku Duyusu

Bir çiçekçinin önünden geçerken ya da bir çöp bidonunun önünde dururken havaya karışan moleküller burnunuzda bulunan koku reseptörlerine ulaşır. Siz de güzel ya da kötü kokuyor diye nitelendirirsiniz. Bu kokular nasıl algılanır?

İnsanda koku alma organı burundur. Aynı zamanda solunum organı olarak da görev yapan burun, geniş bir boşluğa sahiptir. Koku bu boşluk içinde en üst bölgede bulunan küçük bir alanda algılanır. Bu alana **sarı bölge** adı verilir. Buradaki duyu hücreleri beyindeki koku soğancığı ile bağlantılıdır (Şekil 1.6.30).



Şekil 1.6.30. Mukus içinde çözünen moleküller duyu hücreleri üzerindeki kimyasal uyarıları alan reseptörler tarafından algılanır. Oluşan uyartılar bu duyu hücreleri tarafından doğrudan koku soğancığına iletilir ve beyinde koku olarak algılanır.

Duyu hücrelerinin yer aldığı sarı bölge üzerinde mukus bulunur. Kokular, burna giren moleküllerin bu mukus tabakası içinde çözünmesi ve duyu hücrelerini uyarması sonucu algılanır. Özelleşmiş birer sinir hücresi olan duyu hücreleri (Şekil 1.6.29) uyarıldığında, oluşan impulslar koku soğancığında bulunan koku sinirleri tarafından beyne taşınır ve orada koku olarak algılanır. Koku duyusunun oluşmasında diğer duyuların algılanmasından farklı bir yol izlenir. Bu olayda reseptörlerden gelen uyarılar talamusa uğramadan beyindeki koku merkezine ulaşır.

Duyu hücreleri 50'den fazla kokuyu ayırabilir. Uzun süre aynı koku alınırsa duyu hücreleri yorulur ve koku hissedilmez. Bu durum koku adaptasyonudur ve merkezî sinir sisteminin öğrenmesi olarak tanımlanır. Bu durumdaki duyu hücreleri ancak ortama yayılan farklı bir kokuyu algılayabilir.

Araştıralım Öğrenelim

Burnumuz tıkalıyken niçin yiyeceklerin tadını tam olarak alamayız? Koku duyusu tat duyusunu algılamamızı nasıl etkiler? Araştırınız. Edindiğiniz bilgilerden bir sözlü sunum oluşturarak sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

İşlediğiniz konu ile tat ve koku alma hakkında bilgi sahibi oldunuz. Aşağıda verilen etkinliği yaparak tat ve koku almanın nasıl gerçekleştiğini inceleyiniz ve edindiğiniz bilgileri pekiştiriniz.

Etkinlik 1.6.2

Etkinliğin Adı: Tat Alma ve Koklama

Amaç: Dil ve burnun işlevini kavrama

Araç Gereçler

Kürdan, steril pamuk ve gazlı bez parçaları; saat camı, toz şeker, parfüm, karanfil yağı, nane yağı, %1 asetik asit çözeltisi, %0,1 kinin sülfat çözeltisi, %0,1 - %0,5 - %5 - %10 - %20'lik şeker çözeltileri, %0,3 - %1,5 - %2,5 - %4 - %6'lık tuz çözeltileri

Hazırlanalım

1. Sınıf mevcuduna göre en az 3 grup oluşturunuz.
2. Her grup için bir takım araç gereç seti ve belirtilen konsantrasyonlarda şeker ve tuz çözeltileri hazırlayınız.

Uygulayalım

1. **Çözülmemiş maddelerin tadı:** Gazlı bez parçasıyla dilinizi silip kurulayınız ve sonra diliniz üzerine bir kaç tane toz şeker koyunuz. Tat alıp almadığınızı belirleyiniz.
2. **Tat almada eşik şiddetini belirleme:** Dilin tatlıya karşı en duyarlı bölgesine %0,1'lik şeker çözeltisinden bir damla koyunuz. Tat alıp almadığınızı not ediniz. Uygulamayı %0,5, %5, %10 ve %20'lik şeker çözeltileriyle de her denemede ağzınızı su ile iyice çalkalayarak tekrarlayınız. Tadını alabildiğiniz konsantrasyonu en düşük çözeltiyi belirleyiniz. Bu sizin için gerekli olan eşik şiddetindeki uyarıdır.

   Dilin tuzluya karşı en duyarlı bölgesinde uygulamayı %0,3, %1,5, %2,5, %4 ve %6'lık tuz çözeltileriyle de yapınız. Her denemeye başlamadan önce ağzınızı su ile iyice çalkalayarak eşik şiddetinizi belirleyiniz
3. **Dilde farklı bölgelerde daha yoğun bulunan tat reseptörlerinin yerlerini belirleme:** Saat camına yaklaşık 1 ml %6'lık tuz çözeltisi koyunuz. Ucuna steril pamuk sarılmış kürdanı çözeltinin içine batırınız. Sonra bunu dilinizin ucuna, yanına ve arka kısmına sırayla dokundurunuz. Dil üzerinde tuzun tadını en iyi aldığınız bölgeyi not ediniz. Aynı işlemi her uygulamadan sonra ağzınızı su ile iyice çalkalayarak %5'lik şeker, %0,1'lik kinin sülfat çözeltisi, %1'lik asetik asit çözeltisiyle tekrarlayınız. Bir dil şeması hazırlayarak tatlı, tuzlu, ekşi, acı gibi tat duyularını en yoğun olarak hissettiğiniz duyu bölgelerini gösteriniz.
4. **Duyu hücresi adaptasyonu veya yorulması:** Burun deliklerinizden birini elinizle tıkayarak diğerinden seçtiğiniz bir parfümü veya karanfil yağını koklayınız ve havayı ağzınızdan dışarı veriniz. (DİKKAT: Kokladığınız maddeler burna çok yakın tutulursa sağlığınıza zarar verebilir.) Koklama işlemine, kokuyu hissetmez duruma gelinceye kadar devam ediniz. Bu süreçte geçen zamanı kaydediniz. Artık karanfil yağı kokusunu hissetmediğiniz zaman nane yağı koklayınız. Bu farklı kokuyu alabiliyor musunuz?

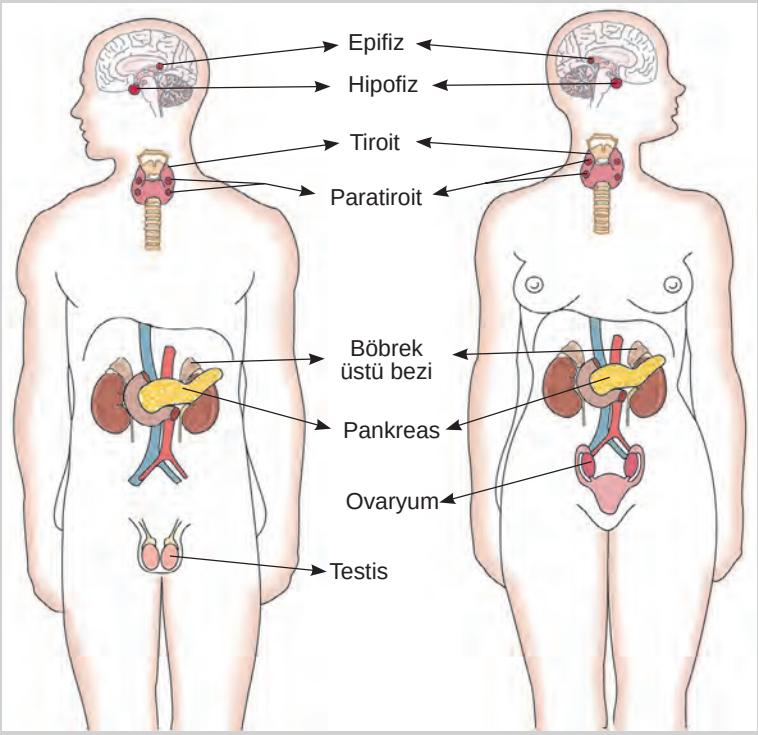
Sonuçlandıralım

1. Birinci basamakta dilinize koyduğunuz şekerin tadını alabildiniz mi? Neden?
2. Bulduğunuz eşik şiddetleri her tat ve kişi için aynı mıdır? Nedenini açıklayınız.
3. Hangi tadı dilinizin hangi bölgesinde daha iyi algıladınız?
4. Burundaki duyu hücrelerinin adaptasyonunun yaşantımızdaki olumlu ve olumsuz etkileri nelerdir?

Gerçekleştirdiğiniz etkinlikte tat ve koku duyularını algılayan dil ve burnun işlevleri hakkında bilgi edindiniz.

Ç. ENDOKRİN SİSTEM

Gelişmiş canlıların tüm doku ve organlarının uyumlu çalışmasında sinir sistemi ve endokrin sistem birlikte görev alır. Endokrin sistem, endokrin bezlerden meydana gelir (Şekil 1.6.31). Ürettiği salgıyı doğrudan kana veren bezlere **endokrin bez** denir. Bu bezlerin yaptığı salgılara da **hormon** adı verilir. Hormonlar tarafından uyarılan yapılara da **hedef organ** adı verilir.



Şekil 1.6.31. İç salgı bezleri vücudun farklı bölgelerinde bulunur.

Bazı hormonlar bir dokuyu bazı hormonlar ise birden fazla doku ve organı etkiler. Örneğin tiroit uyarıcı hormon (TSH) sadece tiroit bezini, oksitosin hormonu ise doğum sırasında döl yatağı kaslarının kasılmasını ve meme bezlerini etkiler. Hedef organlara kan ile ulaşan hormon, dokunun aktivitesini düzenler. Kandaki miktarı az olmasına rağmen hormonların biyolojik etkileri oldukça yüksektir. Metabolizma, büyüme ve gelişme, su ve mineral dengesi, üreme ve davranış gibi pek çok fonksiyonun düzenlenmesinde hormonlar görev alır.

Sinir sistemi ve endokrin sistemin ortak özelliği düzenleyici görevlerini, salgıladıkları kimyasal aracılarla yapmalarıdır. Bu kimyasallar; endokrin sistemde hormonlar, sinir sisteminde nörotransmitter maddelerdir. Sinir hücrelerinde nörotransmitter maddelerle birlikte ve uyartının elektriksel nitelikte olması hedef organın kısa zamanda hızlı tepki vermesini sağlar. Hedef organın hormonlara karşı oluşturduğu tepki ise daha geç ve uzun sürelidir. Çünkü hormonların kanda belirli bir değere ulaşıp etki göstermesi ya da bu değerin altına düşerek etkinin ortadan kalkması için belirli bir süreye ihtiyaç vardır.

1. Endokrin Bezler ve Hormonlar

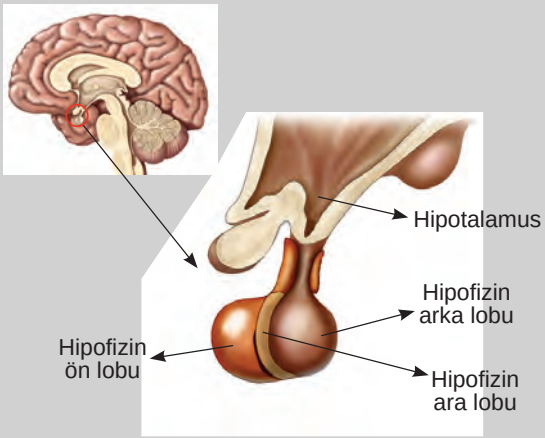
İnsanda bulunan başlıca endokrin bezler; hipofiz, tiroit, paratiroit, böbreküstü bezleri, pankreas ve eşeysel bezlerdir.

Araştıralım Öğrenelim

Hipofiz bezinin endokrin sistem ve sinir sistemi arasında nasıl bir etkileşim oluşturduğunu araştırınız. Sunu hazırlayarak arkadaşlarınızla paylaşınız.

a. Hipofiz Bezi

Hipofiz, nohut büyüklüğünde, beyin tabanında, ince bir sapla hipotalamusa bağlı bir bezdir (Şekil 1.6.32). Bu bez, salgılarıyla bazı endokrin bezlerin çalışmalarını düzenler. Hipofizin hormon salgılamasını da hipotalamus yönetir ve denetler. Hipotalamus tarafından üretilen salgılatıcı faktör RF (Releasing Faktör) salgısı kan yoluyla hipofizin ön lobuna taşınır, RF salgısının çeşidine göre hipofizden hormon salgılanır.



Şekil 1.6.32 . Hipofiz bezi beynin tabanında ve hipotalamusa bağlı olarak bulunur.

Hipofiz bezi ön lob, ara lob ve arka lob olmak üzere üç lobdan meydana gelmiştir. Bu loblardan salgılanan hormonlar aşağıda verilmiştir:

I. Hipofizin Ön Lobundan Salgılanan Hormonlar

- **Tiroit uyarıcı hormon (TSH):** Tiroit bezinin gelişimini ve çalışmasını düzenler.
- **Adrenokortikotropik hormon (ACTH):** Böbrek üstü bezinin kabuk kısmını uyarır ve buradan hormonların salgılanmasını sağlar.
- **Büyüme hormonu (STH):** Bütün vücut hücrelerini uyarır ve büyümeyi sağlar. Bu hormonun etkisiyle kaslar, kemikler büyür ve gelişir. Büyüme evresinde fazla salgılanması devliğe, az salgılanması cüceliğe neden olur. Büyüme evresinden sonra STH hormonu fazla salgılanırsa el, ayak ve kafatası kemiklerinde orantısız büyümeye neden olur. Bu rahatsızlığa akromegali denir.
- **Folikül uyarıcı hormon (FSH):** Yumurtalık ve testisleri uyararak çalışmasını düzenler. Dişide yumurta oluşumunu ve östrojen üretilmesini sağlar. Erkeklerde ise testesteron hormonu salgılanmasını ve sperm üretilmesini sağlar.
- **Lüteinleştirici hormon (LH):** Dişide yumurtanın serbest bırakılmasını sağlar. Yumurtanın serbest kalmasından sonra yumurtanın içinde geliştiği keseciğin **sarı cisim** (korpus luteum) adı verilen yapıya dönüşmesinde görevlidir. LH sarı cisimden östrojen ve progesteron hormonu salgılanmasını da sağlar. Erkekte testislerden testesteron hormonu salgılanmasını uyarır.
- **Prolaktin:** Sadece dişilerde bulunur. Doğumdan sonra süt salgılanmasını uyarır. Analık davranışlarının oluşmasında da rol oynar.

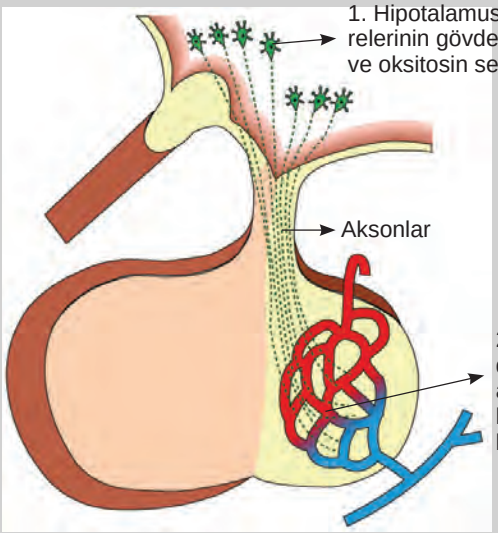
II: Hipofizin Ara Lobundan Salgılanan Hormonlar

- **Melanosit uyarıcı hormon (MSH):** İnsanda çok az salgılanan bu hormon derideki melanosit hücrelerinde melanin pigmenti oluşmasını uyarır. Bazı omurgalılarda daha fazla miktarda

salgılanır. Böylece çevre şartlarının etkisiyle deri renginin değişmesi sağlanır. Bu hormonun insandaki aktivitesi kesinlik kazanmamıştır.

III. Hipofizin Arka Lobundan Salgılanan Hormonlar

Hipofizin arka lobu hipotalamusla doğrudan bağlantılıdır. Bu sayede hipotalamusta sentezlenen oksitosin ve antidiüretik hormon (ADH) aksonlar aracılığı ile hipofizin arka lobuna taşınarak depo edildilir. Gerektiğinde kana verilir (Şekil1.6.33).



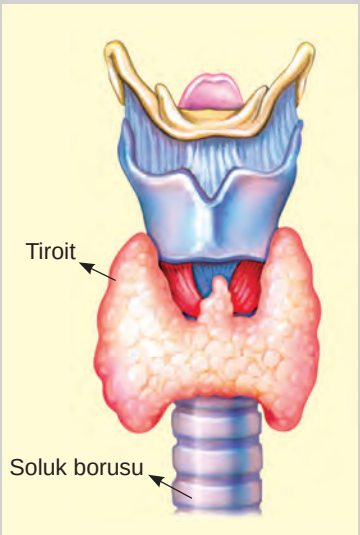
Şekil 1.6.33. ADH ve oksitosin hormonları hipotalamusta sentezlendikten sonra hipofizin arka lobuna geçer.

- **Oksitosin:** Dişilerde doğum sırasında salgılanır. Bu hormon döl yatağındaki düz kasları uyarır ve kasılmalarını arttırarak doğumu kolaylaştırır. Oksitosin, süt bezlerinin uyarılmasını böylece memelerden süt boşaltılmasını sağlar.
- **Antidiüretik hormon (ADH) (vazopressin):** Böbreklerden suyun geri emilimini arttırarak vücudun su dengesini düzenler. Bu hormonun eksikliği böbreklerden su kaybına neden olur. Bu duruma şekersiz şeker hastalığı adı verilir.

b. Tiroit Bezi

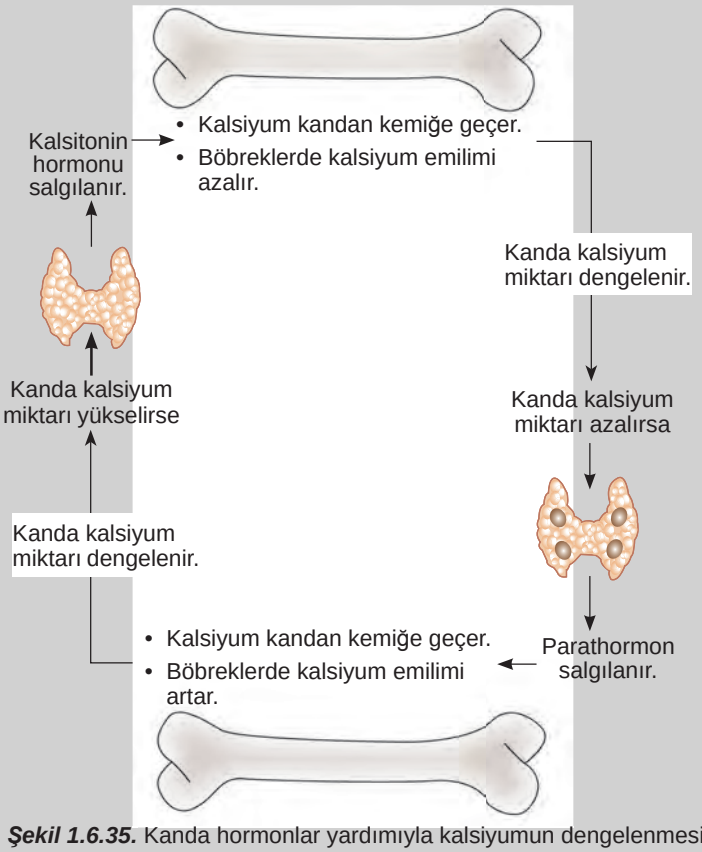
Gırtlağın hemen altında, soluk borusunun sağında ve solunda yer alan iki parçalı bir bezdir (Şekil 1.6.34). Tiroit bezinden tiroksin ve kalsitonin hormonları salgılanır.

- **Tiroksin:** Yapısında iyot içeren protein yapılı bir hormondur. Vücudun enerji üretimi ile ilgili metabolizmasının düzenlenmesini sağlar. Gelişme döneminde tiroksin hormonu az salgılanırsa cücelik ve zekâ geriliğine neden olan **kretinizm** (ahmaklık) hastalığı oluşur. Yetişkinlerde tiroksin hormonu eksikliğinde ise **basit guatr** denilen hastalık ortaya çıkar. Tiroksinin iyotlu bir hormon olmasından dolayı besinlerle yeterli miktarda iyot alınmazsa tiroksin salgısı azalır. Bunun sonucunda hipofiz bezi uyarılır ve TSH salgısı artar. Artan TSH, tiroit bezini uyarır. Bunun sonucunda tiroit bezi büyür, boğazda büyük bir şişkinlik oluşmasına neden olur. Bu rahatsızlıkta; metabolizma yavaşlar, şişmanlık oluşur, uyuşukluk görülür, deri kurur, vücut sıcaklığı düşer. İleri aşamada vücutta şişlikler oluşur ve miksödem denilen tablo ortaya çıkar.

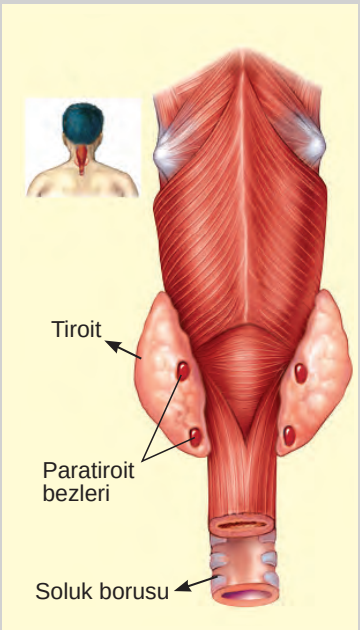


Şekil 1.6.34. Tiroit bezinin önden görünüşü

- Tiroksin hormonu fazla salgılandığında ise eksoftalmik guatr (iç guatr) adı verilen bir rahatsızlık ortaya çıkar. Bu rahatsızlıkta ise metabolizma hızı artar, kan basıncı yükselir, göz küreleri dışarı fırlar, terleme, kilo kaybı, sinirlilik ve sık nefes alma görülür.
- **Kalsitonin:** Paratiroit bezinin parathormonu ile birlikte kalsitonin vücudun kalsiyum miktarının düzenlenmesinde rol oynar. Kanda kalsiyum miktarı arttığı zaman tiroit bezinden kalsitonin hormonu salgılanır ve bu hormonun etkisiyle kandan kemiklere kalsiyum geçişi sağlanır. Ayrıca bu hormon böbreklerden kalsiyumun geri emilimini azaltır. Böylece kandaki kalsiyum düzeyi düşer (Şekil1.6.35).



Şekil 1.6.35. Kanda hormonlar yardımıyla kalsiyumun dengelenmesi



Şekil 1.6.36. Paratiroit bezleri tiroit bezinin arka yüzeyinde bulunur.

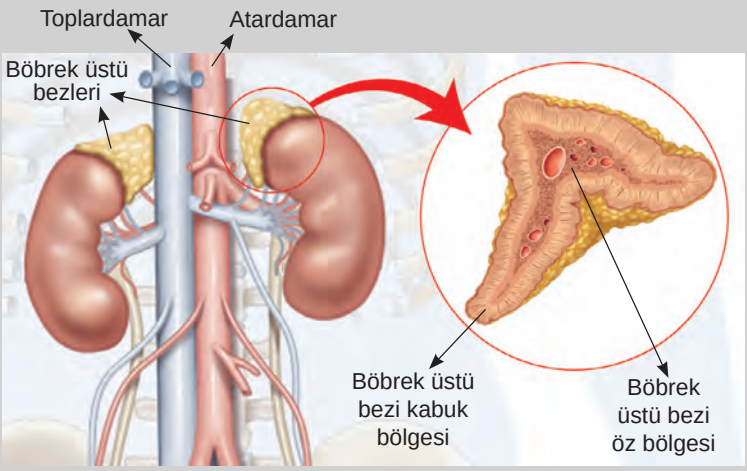
c. Paratiroit Bezi

Tiroit bezinin arka yüzeyinde bulunan oval şekilde ve mercimek büyüklüğünde dört bezdir (Şekil 1.6.36). Paratiroit bezinden parathormon salgılanır.

- **Parathormon (paratirin):** Bu hormon kanda kalsiyum miktarı azaldığında salgılanır. Kemiklerden kana kalsiyum geçişini sağlar. Böbreklerden ve bağırsaklardan kalsiyum emilimini arttırır. Böylece kandaki kalsiyum düzeyi yükseltilir. Az salgılanırsa kanda kalsiyum oranı azalır ve **tetani** adı verilen hastalık oluşur. Bu durumda kaslarda ağrılı kramplar meydana gelir. Çok salgılandığında ise kemikler zayıflar, böbrek taşları oluşur. Kanda kalsiyum miktarının belirli bir düzeyde tutulması zıt yönde çalışan kalsitonin ve parathormon ile gerçekleşir (Şekil1.6.35).

ç. Böbrek Üstü Bezleri

Her bir böbreğin üst kısmında bulunan böbrek üstü bezleri **adrenal bezler** olarak da adlandırılır. Bezlerin böbreklerle doğrudan ilişkisi yoktur, böbreklerden bağımsız olarak çalışır. Bu bezler iki kısımdan meydana gelmiştir. Dışta kabuk (korteks) bölgesi, içte öz (medulla) bölgesi bulunur (Şekil 1.6.37).



Şekil 1.6.37. Böbrek üstü bezlerinin konumu ve kesiti

I. Kabuk Bölgesinden Salgılanan Hormonlar

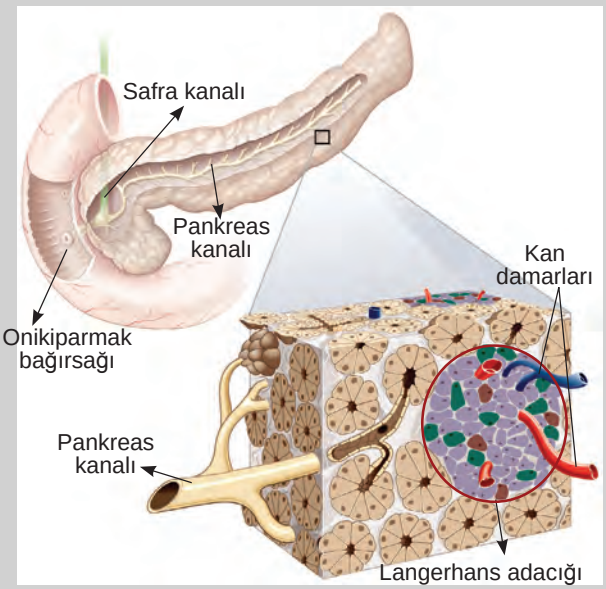
- **Kortizol:** Karbonhidrat, protein ve yağ metabolizmasında etkilidir. Protein ve yağların glikoza dönüşmesini sağlayarak kandaki şeker oranını yükseltir.
- **Aldesteron:** Böbreklerde sodyum ve klorun emilimini arttırırken potasyumun emilimini azaltır. Böylece kanda, hücre içi ve hücre dışı sıvılarda iyon derişimi düzenlenir. Az salgılanmasında kan basıncı düşer, hâlsizlik ve iştahsızlık artar, enfeksiyonlara karşı direnç azalır, deri bronz rengini alır. Bu duruma **Addison hastalığı** denir.
- **Eşey hormonları:** Böbrek üstü bezlerinin kabuk bölgesinden az miktarda eşey hormonları salgılanır. Bunlar testesteron, östrojen ve progesterondur. Bu hormonların rolü eşeysel bezlerde açıklanacaktır.

II. Öz Bölgesinden Salgılanan Hormonlar

- **Adrenalin (Epinefrin):** Heyecan, korku, sinirlenme gibi durumlarda kandaki miktarı artar. Adrenalin, kalp atışını hızlandırır, kan basıncını yükseltir. Glikojenin glikoza dönüşümünü hızlandırarak kandaki glikoz miktarını arttırır. Göz bebeklerinin büyümesine ve tüylerin diken diken olmasına neden olur. Bazı damarların daralmasını bazılarının da genişlemesini sağlayarak kanı kalp, beyin gibi organlara ve iskelet kaslarına yönlendirir. Korktuğumuzda rengimizin sararması deriye giden kanın azalmasından kaynaklanır.
- **Noradrenalin (Norepinefrin):** Görevleri adrenaline benzer olmakla beraber, noradrenalin öncelikli olarak kılcal damar daralmasına ve kan basıncının artmasına neden olur.

d. Pankreas

Midenin alt ve arka tarafında bulunan yaprak şeklinde bir bezdir (Şekil 1.6.38). Pankreas hem dış salgı bezi hem de iç salgı bezi olarak görev yaptığı için karma bez olarak nitelendirilir. Sindirim sisteminden de hatırlayacağınız gibi pankreas, dış salgı bezi olarak sindirim kanalına sindirim enzimleri salgılar. İç salgı bezi (endokrin bez) olarak da hormon üretir. Pankreasta hormon üretimini yapan kümeler dış salgı yapan hücrelerin aralarına yerleşmiş olarak bulunur. Bu hücre kümelerine **Langerhans adacıkları** denir. Bu adacıklarda alfa ve beta hücreleri olmak üzere iki tip hücre bulunur. Alfa hücreleri glukagon, beta hücreleri ise insülin hormonu salgılar. İnsülin ve glukagon kandaki glikoz düzeyini ayarlayan, etkileri birbirine zıt hormonlardır. Metabolik denge için kandaki glikoz düzeyi, insanda ortalama 90 mg/100 mL olması gerekir. Kandaki glikoz seviyesi bu değerlerin üzerine çıktığında pankreas, kana insülin hormonu salgılar. İnsülin, glikozun beyin hariç tüm vücut hücrelerine geçişini uyarır. İnsülin glikozun fazlasının karaciğer ve kaslarda glikojen şeklinde depo edilmesini sağlar. Glikojenin yıkımını azaltır. Böylece kandaki glikoz seviyesi düşürülür ve denge sağlanır. İnsülin ayrıca protein sentezi ve yağ depolanmasını da sağlar. İnsülin hormonunun az salgılanması hâlinde kanda glikoz miktarı artar ve **şeker hastalığı** ortaya çıkar.



Şekil 1.6.38. Pankreasın Langerhans adacıklarından hormon salgılanır.

Glukagon hormonu kanda glikoz seviyesi düştüğünde, glikojenin glikoza yıkılmasında ve glikozun karaciğer hücrelerinden kana geçmesinde etkili olur. Böylece kan şekerini yükselterek dengeyi sağlar.

e. Eşeysel Bezlerden Salgılanan Hormonlar

Eşeysel bezler olan yumurtalık ve testisler ergenlik dönemiyle birlikte aktifleşir. Eşeysel bezler hipofizden salgılanan FSH ve LH hormonu tarafından uyarılarak faaliyet gösterir.

Dişilerde ovaryumlardan salgılanan östrojen ve progesteron hormonları âdet döngüsünü düzenler. **Östrojen** hipofizden salgılanan FSH hormonunun etkisiyle yumurtanın geliştiği keseciklerden ve LH etkisiyle sarı cisim (folikül hücreleri) tarafından salgılanır. Östrojen

hormonu dişilerde mitoz bölünmeyi hızlandırarak döl yatağı duvarının kalınlaşmasını sağlar. Ses tonunun ve vücut yapısının dişi özelliklerini göstermesi gibi ikincil eşeysel özelliklerin oluşmasını sağlar.

Progesteron hormonu, embriyonun tutunması için döl yatağının hazırlanmasını sağlar. Bu hormon yumurtanın folikülden ayrılmasından sonra geriye kalan sarı cisim adı verilen yapıdan ve gebelik süresince plasentadan salgılanır. Progesteron gebelik durumunda döl yatağında kas kasılmasını ve döl yatağı iç duvarının atılmasını önleyerek gebeliğin sürmesini sağlar.

Hipofizden salgılanan FSH ve LH hormonu etkisiyle testislerden **testesteron** hormonu salgılanır. Testesteron hormonu, spermlerin olgunlaşmasını, eşeysel organların gelişmesi ve işlerliğinin sürdürülmesinde görevlidir. Ayrıca erkeklere ait sakal ve bıyık çıkması, sesin kalınlaşması, kemik ve kasların erkeklere özgü biçimde gelişmesi gibi ikincil eşeysel özelliklerin oluşmasını sağlar.

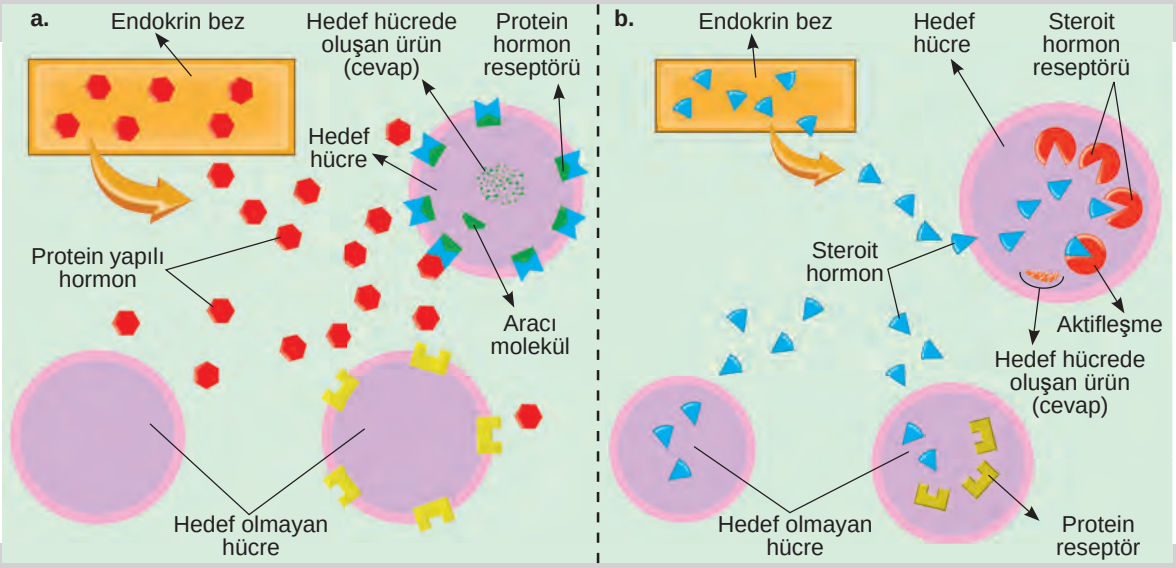
Araştıralım Öğrenelim

Kadınlarda erkeksi, erkeklerde kadınsı özelliklerin ortaya çıkışının böbrek üstü bezlerinden salgılanan eşey hormonları ile ilgisini araştırınız. Edindiğiniz bilgilerden bir sunum hazırlayınız. Sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. Hormonların Çalışma Mekanizması

Hedef dokunun hormonu tanıması dokuyu oluşturan hücrelerin dış yüzeyinde ya da içinde bu hormonun bağlandığı özel reseptör proteinler aracılığıyla gerçekleşir. Her hormonun bağlandığı reseptör ile yüzey uygunluğu vardır. Bu durumu anahtar-kilit uyumuna da benzetebiliriz. Hormonların kan yoluyla bütün vücudu dolaştığı hâlde yalnız belli hücrelerde etki meydana getirmesinin nedeni budur.

Hormonlar çoğunlukla protein ya da steroit yapıdadır. Her ikisinin de hücre üzerinde etki mekanizmaları birbirlerinden farklıdır. **Protein yapıdaki hormonlar** hücre zarının lipit tabakasında çözünemedikleri için hücre içine doğrudan giremez (Şekil 1.6.39-a). Hücre zarında bulunan reseptörlere bağlanarak aracı bir molekülü aktive eder. Aracı molekül de hücresel cevabı tetikler. Hücresel cevap genlerin ya da enzimlerin aktivasyonu şeklinde olabilir. **Steroit yapıda hormonlar** ise zarın lipit tabakasında çözünebildikleri için aracı kullanmadan hücre zarından kolaylıkla geçer ve hücre içinde bulunan hormon reseptörlerine bağlanarak aktivitelerini gerçekleştirir (Şekil 1.6.39-b). Hormonlar hedef olmayan bir hücreye ulaştıklarında ise bağlanacakları reseptör olmadığından etki göstermez.



Şekil 1.6.39. Hormonların etkilediği hedef hücrede bağlanabilecekleri özel reseptör proteinler bulunur.
a) Protein yapıda olan hormonların çalışma mekanizması b) Steroit yapıda olan hormonların çalışma mekanizması

Araştıralım Öğrenelim

Hormonların çalışma mekanizmasını gösteren bilgisayar simülasyonlarını araştırınız. Edindiğiniz bilgilerden bir sunum hazırlayınız. Sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

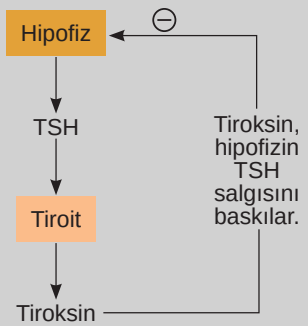
a. Hormon Salgısının Düzenlenmesi

Endokrin bezlerin karşılıklı etkileşimi ile kanda hormon dengesinin sağlanmasına **geri bildirim** (feed-back) denir. Bu olay pozitif geri bildirim ya da negatif geri bildirim şeklinde gerçekleşir.

Pozitif geri bildirim sürekli hormon üretimini sağlar. Negatif geri bildirimde ise hormonun etki ettiği hücrede sentezlenen ürün, hormon salgılayan endokrin bezin aktivitesini baskılar. Örneğin hipofiz bezi, TSH salgılayarak tiroit bezini uyarır. Tiroit bezi kana tiroksin hormonu salgılar. Tiroksin hormonu kanda belli bir seviyeye ulaştığında hipofizi etkileyerek TSH salgısını azaltmasına neden olur (negatif geri bildirim) (Şema 1.6.3). Geri bildirim mekanizması, homeostasiyi sağladığından canlı yaşamı için önemlidir.

Endokrin ve sinir sistemleri homeostasinin sağlanmasında birlikte işlev görür. Vücut işlevlerinin çoğu her iki sistem tarafından geri bildirim mekanizmalarıyla düzenlenir.

Vücut sıcaklığının sabit tutulması buna örnek olarak verilebilir. Vücut sıcaklığı arttığında sinirsel etkiyle derideki damarlar genişler. Terleme artar. Tiroksin salgısı düşürülerek metabolizma yavaşlatılıp ısı üretimi azaltılır. Bu sinirsel ve hormonal düzenlemeler sonucu vücut sıcaklığı düşürülür. Vücut sıcakığı düştüğünde ise sinirsel etkiyle derideki damarlar daralır. Tiroksinin fazla salgılanmasıyla metabolizma hızlandırılarak ve titremeyle ısı üretimi arttırılır. Böylece vücut sıcaklığı artar ve denge sağlanır.



Şema 1.6.3. Hipofiz ve tiroit arasındaki geri bildirim
⊖ Negatif geri bilirim

Bölüm Sonu Değerlendirme

A. Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Uyartı iletimi sırasında sinir hücresinde gerçekleşen polarizasyon, depolarizasyon ve repolarizasyon olayları nasıl gerçekleşir? Şema çizerek açıklayınız.
2. Bir sinir hücresinden diğer sinir hücresine uyartının iletimi nasıl gerçekleşir? Açıklayınız.
3. Havaya atılan kuş uçamayıp düşüyorsa merkezî sinir sisteminde hangi bölüm görev yapamamaktadır? Açıklayınız.
4. Bir yaşından küçük çocuklar niçin dengelerini sağlayamazlar? Açıklayınız.
5. Sıktığınız parfümün kokusunu nasıl algılarsınız? Açıklayınız.
6. Grip ya da nezle olan insanlar yedikleri besinlerin tatlarını tam olarak alamadıklarından şikayetçidirler. Bu durumun sebepleri nelerdir? Açıklayınız.
7. Hormonların sadece hedef organda etki göstermesinin nedeni nedir? Açıklayınız.
8. Korktuğu bir nesneden koşarak uzaklaşan bir kimsenin metabolizmasında ne gibi değişimler meydana gelmiştir? Açıklayınız.
9. Tiroit bezi alınan bir kimse hangi sağlık sorunlarıyla karşılaşır? Açıklayınız.
10. Hormonal düzenlemede geri bildirimi bir örnek vererek açıklayınız.

B. Aşağıda verilen Yapılandırılmış Grid'de numaralandırılmış kutucuklarda denetleyici ve düzenleyici sistemler ile ilgili çeşitli kavramlar verilmiştir. Kutucuk numaralarını kullanarak aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

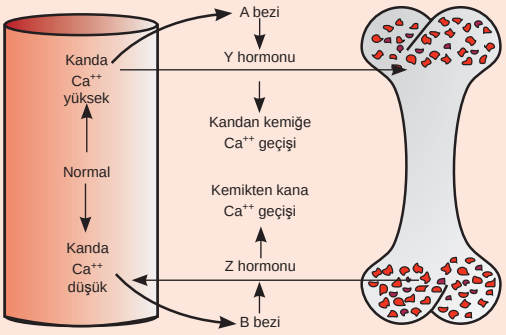
1	İnsülin	**2**	Duyu nöronu	**3**	Glia hücresi	**4**	Beyin
5	Omurilik	**6**	Ara nöron	**7**	Koni hücreleri	**8**	Hidra
9	Çekiç	**10**	Adrenalin	**11**	Motor nöron	**12**	Üzengi
13	Retina	**14**	Örs	**15**	Glukagon	**16**	Kornea

1. Yukarıda verilenlerden hangisinde / hangilerinde ağsı sinir sistemi bulunur?
2. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri bir nöron çeşididir?
3. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri nöronlara desteklik veren ve nöronların beslenmesini sağlayan hücrelerdir?
4. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri merkezî sinir sisteminin kısımlarındandır?
5. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri renkli görmemizi sağlayan yapılardandır?
6. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri şeker metabolizmasını düzenleyen hormonlardır?
7. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri kulağın yapısında yer alır?
8. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri gözün yapısında yer alır?

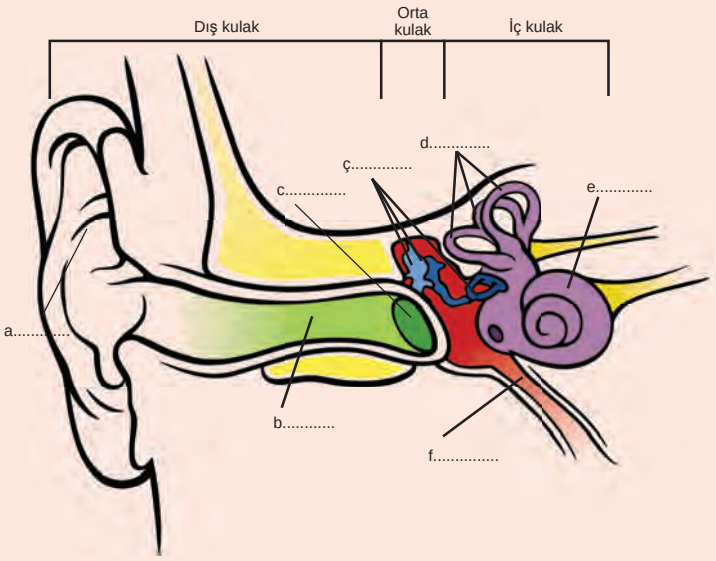
Bölüm Sonu Değerlendirme

C. Aşağıda kalsiyum seviyesinin düzenlenmesini gösteren bir şekil verilmiştir. Bu şekilden yararlanarak soruları cevaplayınız.

1. Kanda kalsiyum seviyesi normalin altına düştüğünde tekrar normal seviyeye gelmesi için gerçekleşen mekanizmayı açıklayınız.
2. Kanda kalsiyum seviyesi normalin üstüne çıktığında tekrar normal seviyeye gelmesi için gerçekleşen mekanizmayı açıklayınız.
3. Bu hormonların geri bildirim mekanizmasını açıklayınız.



Ç. Aşağıda kulağın yapısı ile ilgili bir şekil verilmiştir. Şekilde boş bırakılan yerlere yapıların isimlerini yazınız. Verilen soruları kutucukların içine ilgili harfleri yazarak cevaplayınız.

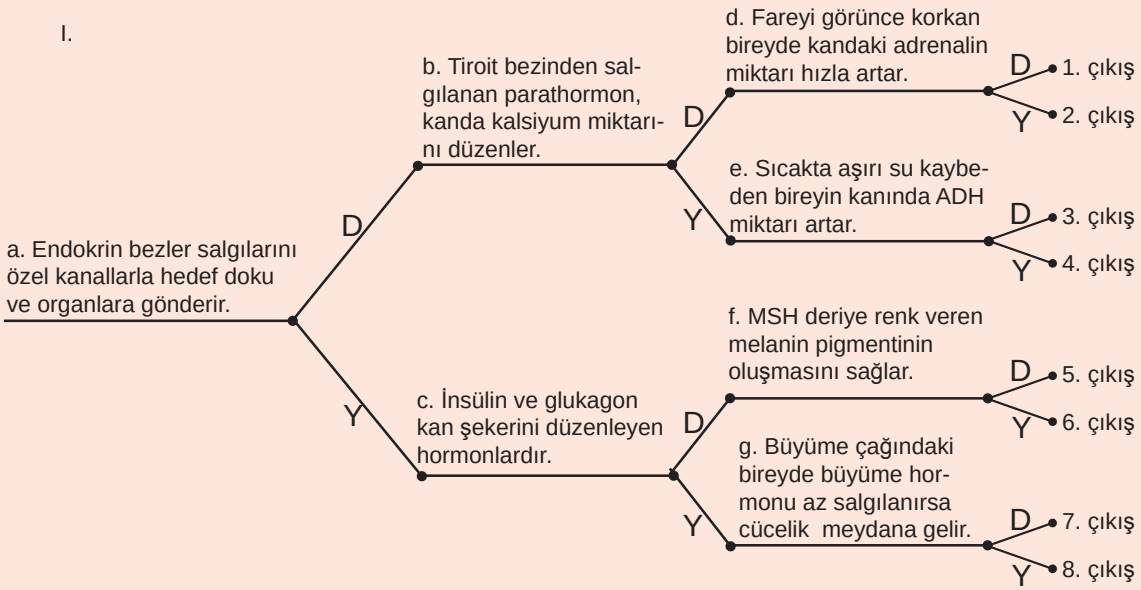


1. İşitmede görev alan yapı / yapılar hangileridir?
2. Dış kulakta bulunan yapı / yapılar hangileridir?
3. Orta kulakta bulunan yapı / yapılar hangileridir?
4. İç kulakta bulunan yapı / yapılar hangileridir?
5. Vücutta dengenin sağlanmasında görev alan yapı / yapılar hangileridir?

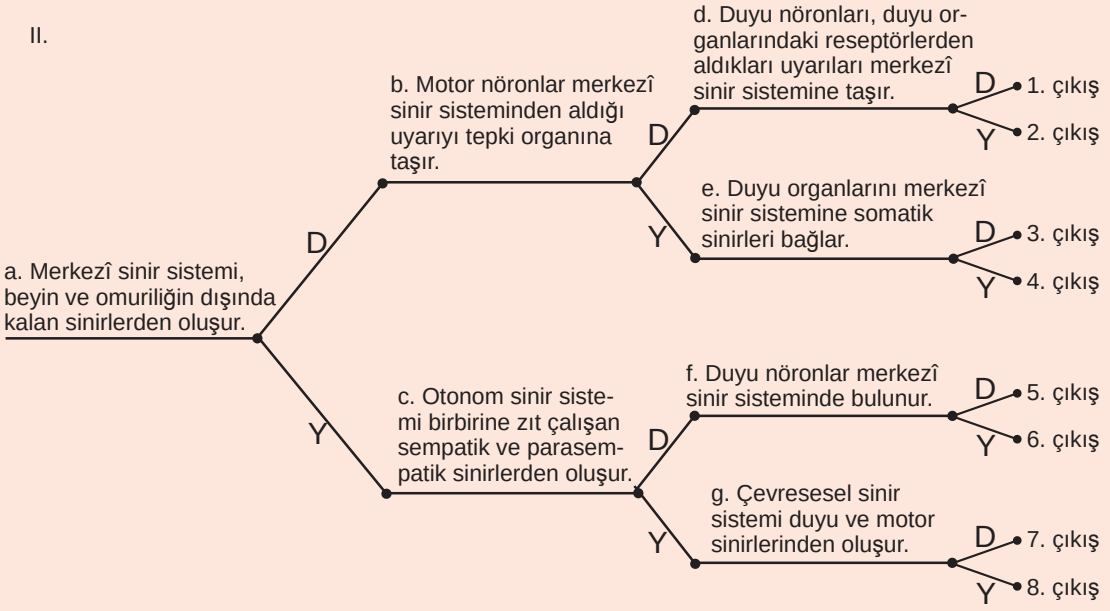
Bölüm Sonu Değerlendirme

D. Aşağıda birbiri ile bağlantılı doğru (D) / yanlış (Y) tipinde ifadeler içeren Tanılayıcı Dallanmış Ağaç Tekniğinde iki soru verilmiştir. "a" ifadesinden başlayarak bu etkinlikteki cümlelerin doğru ya da yanlış olduğuna karar veriniz. İlgili yönde ilerleyiniz. Her bir karar, sonraki kararı etkileyecektir. Vereceğiniz cevaplarla sekiz ayrı çıkış noktasından doğru olanı bulunuz.

I.



II.



7. Bölüm
ÜREME

Kral Kelebeği (Danaus plexippus) 'nin üremesi

A. HAYVANLARDA ÜREME
B. İNSANDA ÜREME SİSTEMİ

Her canlı gibi kelebekler de neslini devam ettirmek için üremek zorundadır. Kelebekler eşeysel olgunluğa ulaştıklarında çiftleşme davranışı gösterir. Erkek bireyler çiftleşme için gereken enerjiyi çiçeklerdeki nektardan, bazı mineralleri de nemli topraktan emerek aldıkları sudan sağlar. Dişi ise bu mineralleri çiftleştiği erkeğin spermlerinden sağlar. Çiftleşme sonrasında dişiler döllenmiş yumurtalarını tırtılların besleneceği bitkilerin üzerine veya yakınına bırakır. Embriyo, kışı "korion" denen sert bir zarla örtülü yumurta kabuğu içinde geçirir. Yumurtanın içinde gelişmeye başlayan embriyo beslenmek için yumurtadaki besini kullanır. İlkbaharda çevre ısındığında larvalar yumurtadan çıkar. Bu larvalara "tırtıl" adı verilir. Zamanla alınan besin sayesinde kanatlar, bacaklar, emme boruları oluşur. Tırtıl, kelebek hâline gelir.

A. HAYVANLARDA ÜREME

Bütün canlılar doğar, yaşar ve ölür. Bu nedenle canlı, yaşamı boyunca yeni döller meydana getirmezse o türün nesli tükenir. Canlıların nesillerini devam ettirebilmeleri için kendilerine benzer yeni canlılar meydana getirmelerine **üreme** denir. Hem canlı sayısını artıran hem de genetik bilginin yeni bireylere aktarılmasını sağlayan üreme, bireyin hayatının devamlılığı için değil neslin devamlılığı için gereklidir. 10. sınıf konularından da hatırlayacağınız gibi canlılarda, **eşeysiz** ve **eşeyli** üreme olarak adlandırılan iki çeşit üreme olayı görülür. Her iki üremenin temeli de hücre bölünmesine dayanır.

Eşeysiz üreme, canlının döllenme olmadan kendine benzer yeni canlılar meydana getirmesidir. Hayvanlar âleminde genellikle eşeyli üreme görülür. Eşeyli üremede yeni bireyin oluşabilmesi için hem dişi hem de erkek bireye gerek vardır. Erkek ve dişi bireyler **gamet** adı verilen üreme hücreleri meydana getirir. Erkek bireyin meydana getirdiği gamete **sperm**, dişi bireyin meydana getirdiği gamete **yumurta** denir. Hatırlayacağınız gibi gametler genellikle mayoz sonucu oluşan n kromozomuna sahip hücrelerdir. Bu gametlerin birleşmesiyle oluşan zigottan yeni bir bireyin meydana gelmesi olayına **eşeyli üreme** denir. Eşeyli üremeye tüm omurgalı canlılarda rastlanır. Eşeyli üremede gametlerin oluşumundan sonra döllenme ve gelişme basamakları birbirini takip eder.

1. Döllenme

Döllenme olayı farklı genetik yapıda bireylerin oluşmasını sağladığından tür içi çeşitliliği arttırır. Sperm ve yumurtanın birleşmesi olayına **döllenme, o**luşan hücreye de **zigot** denir. Hayvanlarda döllenme dış döllenme ve iç döllenme olarak ikiye ayrılır:

a. Dış Döllenme

Suda yaşayan canlılardan denizanası, midye, deniz solucanı vb. omurgasızlarla, kurbağa ve balıkların çoğunda dış döllenme görülür. Bu canlılar sperm ve yumurtalarını suya bırakır. Dış ortama bırakılan gametlerin, canlı vücudunun dışında birleşmesine **dış döllenme** denir. Dış döllenme yapan canlıların çiftleşme organı bulunmaz. Bu canlılar döllenme şansını arttırmak için çok sayıda yumurta ve spermi aynı zamanda aynı yere bırakır (Resim 1.7.1). Örneğin gamet sayısı alabalık gibi bazı balık türlerinde 17 bine, morina balığında 6 milyona kadar çıkabilmektedir.

Resim 1.7.1. Balıklar döllenme şansını arttırmak için çok sayıda gamet oluşturulur.

Dış döllenme sonucu oluşan embriyonun gelişimi yumurta içinde olur. Embriyo, besin ihtiyacını yumurta içinde bulunan besin kesesinden (vitellustan) sağlar. Embriyo, yumurta içindeki gelişimini tamamlarken ihtiyacı olan oksijeni difüzyonla su ortamından alır, atıkları da aynı yolla suya bırakır. Dış döllenmede yavru bakımı yoktur. Oluşan yavrular bakım olmadan gelişimlerini sürdürür.

b. İç Döllenme

Eklem bacaklılar, sürüngenler, kuşlar memeliler ve bazı balıklar gibi canlılarda iç döllenme görülür.

Yumurta ve spermin dişi vücudunda birleşmesine **iç döllenme** denir. İç döllenmeyle gametler dış ortamın zararlı etkilerinden korunmuş olur. Bu nedenle iç döllenme görülen canlılarda oluşturulan yumurta sayısı dış döllenme görülen canlılara göre çok azdır. Ancak sperm sayısı dış döllenmedeki gibi çoktur (Şekil 1.7.1). Döllenme öncesinde yumurta, **fertilizin** adı verilen ve sperm çekici özelliği olan bir madde salgılar.

Şekil 1.7.1. İç döllenmede yumurta sayısı az, sperm sayısı fazladır.

Her türün yumurtasından salgılanan fertilizin değişik olduğu için farklı türler arasında döllenme gerçekleşmez. Sürüngen ve kuşlarda iç döllenme olduğu hâlde embriyonun gelişimi vücut dışında olur. Memelilerde ise hem döllenme hem de gelişme vücut içinde gerçekleşir.

2. Gelişme

Döllenme olayından sonra üst üste mitoz bölünme geçiren zigottan çok hücreli bir embriyo oluşur. Embriyo gelişimini tamamladıktan sonra yeni bir birey meydana getirir. Zigottan başlayıp yeni bir bireyin meydana gelmesiyle sonlanan olayların hepsine birden **gelişme** denir. Embriyonun gelişimi sırasında, bölünme (segmentasyon), hücre göçü, farklılaşma ve organogenez evreleri görülür.

a. Bölünme

Zigot oluşumundan sonra başlayan mitoz bölünme, canlının yaşamı boyunca devam eder. Gelişmenin başlangıcında hızlı ve birbirini takip eden mitoz bölünmeler gerçekleşir. Bu bölünmelere **segmentasyon** denir. Segmentasyon safhasında büyüme meydana gelmez. Zigot, madde miktarını artırmadan gittikçe küçülen hücrelere bölünür. Şekil 1.7.2 de verilen denizkestanesi örneğinde de görüldüğü gibi segmantasyon sonucu oluşan hücrelere **blastomer** adı verilir. Zigotun ilk bölünmesiyle 2 blastomerli yapı oluşur. Oluşan her bir blastomer tekrar ikiye bölünerek ikinin katları şeklinde 4-8-16-32 vb. blastomerlerden oluşmuş hücre topluluğu meydana getirir. Birbiriyle aynı büyüklük ve genetik özelliklere sahip blastomerlerin oluşturduğu dut görünümündeki bu hücre topluluğuna **morula** denir. Morula evresinde embriyo, çok sayıda hücreden oluşmasına rağmen blastomerlerdeki toplam madde miktarı zigottakinden daha azdır. Çünkü zigot büyümeden bölünür ve yapısında bulunan vitellus (besin maddesi) hücre bölünmeleri sırasında enerji sağlamak için harcanır. Embriyonun kütlesi, döl yatağına tutunduktan sonra artmaya başlar.

Araştıralım Öğrenelim

Mitoz bölünme, canlının gençlik, olgunluk ve yaşlılık gibi farklı dönemlerinde değişen hızlarda gerçekleşir. Bunun sebebi ne olabilir? Araştırınız. Edindiğiniz bilgilerden bir sözlü sunum hazırlayarak sınıf ortamında paylaşınız.

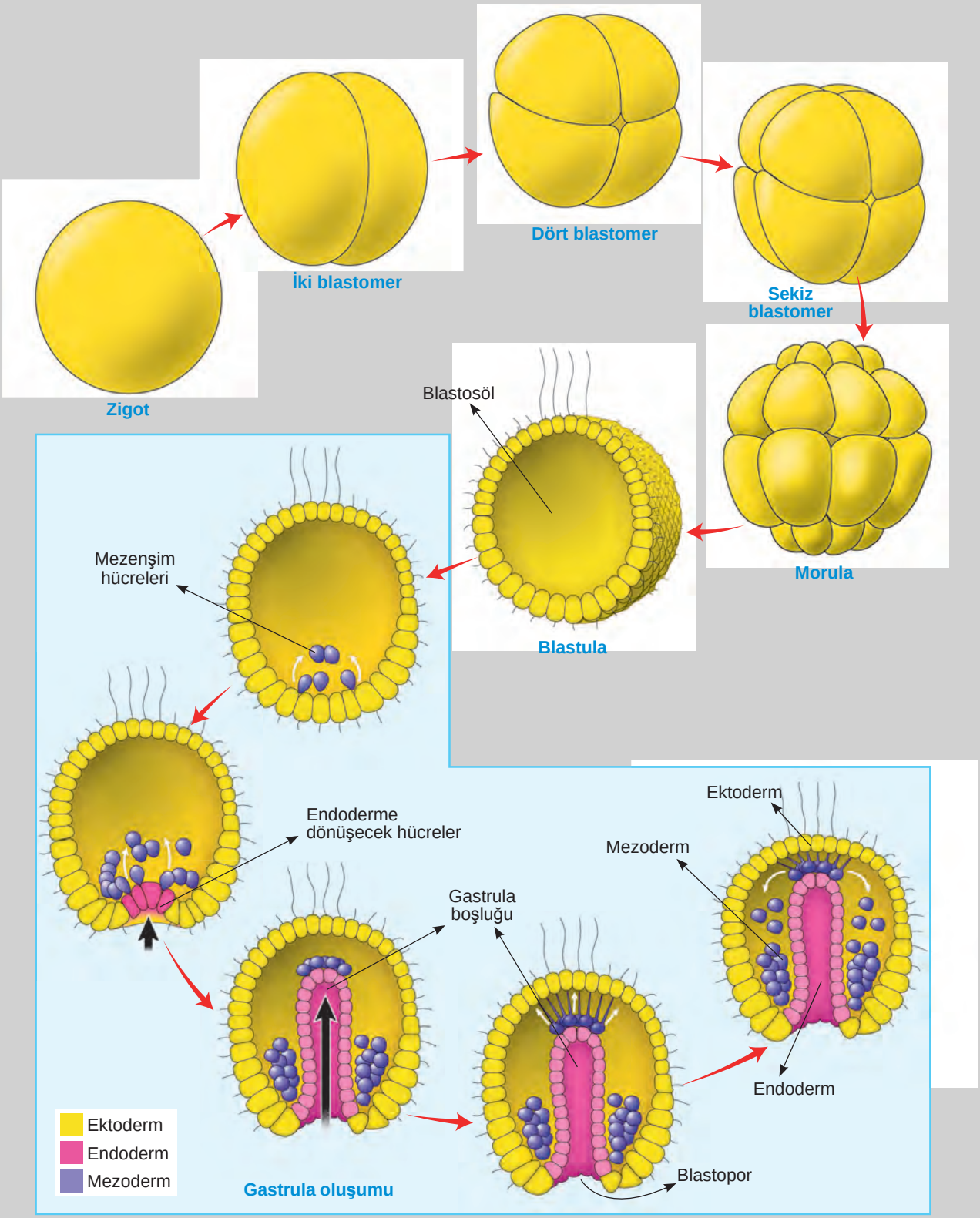
Morula evresinden sonra blastula evresi başlar. Moruladaki hücrelerden iç taraftakiler blastula evresinde kenarlara göç ederek içinde boşluk olan bir yapı oluşturacak şekilde tek sıra hâlinde dizilir. Bu yapıya **blastula** adı verilir. İçteki boşluğa da blastula boşluğu denir (Şekil1.7.2). Blastula boşluğunun içi özel bir sıvı ile doludur. **Blastosöl** (birinci karın boşluğu) adı da verilen blastula boşluğu geçici bir boşluktur. Daha sonraki gelişme evrelerinde bu boşluk kaybolur.

Blastula evresindeki hücrelerin her biri çevreleriyle temas hâlinde oldukları için gaz alış verişini kolayca gerçekleştirir. Bu hücrelerde farklılaşma yoktur.

b. Hücre Göçü

Blastulanın yüzeyine yakın ya da yüzeyinde yer alan hücreler blastula boşluğuna doğru göç etmeye başlar. Bu hücre göçüyle birlikte iki veya üç tabakalı embriyo oluşur. Bu evreye **gastrula evresi** denir. Hücre göçü sonucu oluşan çökmeyle ortaya çıkan boşluğa **gastrula boşluğu** (ilk bağırsak boşluğu) adı verilir (Şekil1.7.2). Gastrula boşluğunun dışa açılan kısmına da **blastopor** denir. Gastrula boşluğu gelişmenin daha sonraki evrelerinde sindirim kanalı hâline gelir. Blastopordan bazı ilkel canlılarda ağız gelişmiş canlılarda ise anüs oluşur. Gastrulada iç kısımda kalan hücreler **endoderm** olarak isimlendirilir. Dışta kalan hücrelere ise **ektoderm** adı verilir. Sünger ve sölenterler gibi basit yapılı hayvanların bütün yapıları gastrula evresinde oluşan endoderm ve ektodermden meydana gelir. Süngerler ve sölenterler dışındaki hayvanlarda ise endoderm ve ektoderm arasında mezoderm adı verilen üçüncü bir embriyonik tabaka oluşur. Gastrula evresinin başlangıcında blastula yüzeyinden ayrılan hücrelerin bir kısmı girintinin her iki yanında

mezenşim adı verilen hücreleri oluşturmaya başlar. Mezenşim hücreleri endoderm ve ekdoderm arasında çoğalarak mezodermi oluşturur (Şekil1.7.2.c). Bu üç tabaka organogenezle farklılaşarak organ ve sistemleri sonuçta yeni bir bireyi oluşturur.



Şekil 1.7.2. Deniz kestanesinde embriyonik tabakaların oluşumu

Biliyor musunuz?

Embriyoloji, zigot oluşumunu, büyümesini ve gelişimini inceleyen biyolojinin alt bilim dalıdır. Hanss Spemann semender embriyolarını kullanarak gelişen embriyodaki tabakaların birbirlerini etkileme şekillerini incelemiştir. Embriyolojinin gelişimine katkıda bulunan çalışmalarından dolayı Spemann, 1935 yılında Nobel Fizyoloji ve Tıp Ödülünü almıştır.

c. Farklılaşma ve Organogenez

Gastrula safhası sonlandığında, organizmanın bütün doku ve organlarını meydana getirecek olan embriyo tabakaları (endoderm, mezoderm, ektoderm) oluşumu tamamlanmıştır. Bu embriyonik tabakaları oluşturan hücreler daha sonra farklılaşarak doku ve organları meydana getirir. Bu olaya **organogenez** denir.

Organogenez ile üç embriyonik tabakanın farklı bölgelerinden organ taslakları gelişmeye başlar. Genlerin kontrolünde gerçekleşen bu olaylar hücre tabakalarının katlanması, yarılarak ayrılması ve hücrelerin yoğun olarak kümeleşmesi şeklinde olur. Bu olaylar organ oluşumunun başlangıcıdır.

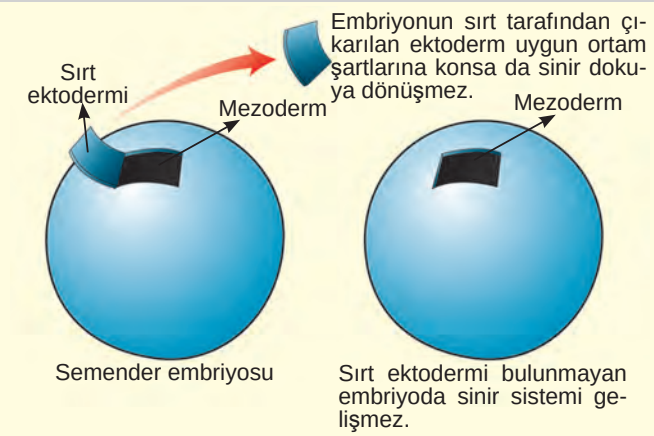
Kurbağalar ve diğer omurgalıların embriyolarında biçimlenen ilk organlar nöral tüp ve notokort (sırt ipliği)tur. Ektodermin kalınlaşıp katlanmasıyla meydana gelen nöral tüp ileride merkezî sinir sistemini oluşturacaktır. Notokort ise omurları oluşturacak olan mezoderm hücrelerinin etrafında kümelendiği bir merkez olarak işlev görecektir. Organogenez ilerledikçe büyüme ve hücre farklılaşması ile üç embriyonik tabakadan organların gelişimi tamamlanır (Tablo 1.7.1).

Tablo 1.7.1. Ektoderm, mezoderm ve endodermden oluşan doku ve organlar

Ektoderm	Mezoderm	Endoderm
• Sinir sistemi • Göz merceği ve kornea • Ağız, burun ve anüsün epitel örtüsü • Üst deri (epidermis), ter bezleri, saç, tırnak • Duyu reseptörleri • Dişin mine tabakası • Adrenal medulla, hipofiz bezi	• Kemik, kıkırdak ve kas dokusu • Kan damarları ve kan dokusu • Üriner sistem • Üreme sistemi • Lenfatik sistem • Alt deri • Adrenal korteks • Karın zarı (periton)	• Sindirim kanalının epitel örtüsü • Trake, bronş ve akciğerlerin epitel örtüsü • Karaciğer, pankreas • Tiroit, paratiroit bezleri • İdrar kesesi • Üretra

Organogenezde organ oluşurken embriyonik indüksiyonun belirleyici bir rolü vardır. Embriyonik indüksiyon embriyodaki bir hücre grubunun diğer hücre grubunu etkileyerek organların oluşumunu yönlendirmesidir. Embriyonik indüksiyon sinyalleri, bir hayvanın organlarının vücudundaki kendine özgü yerinin belirlenmesinde önemli bir role sahiptir.

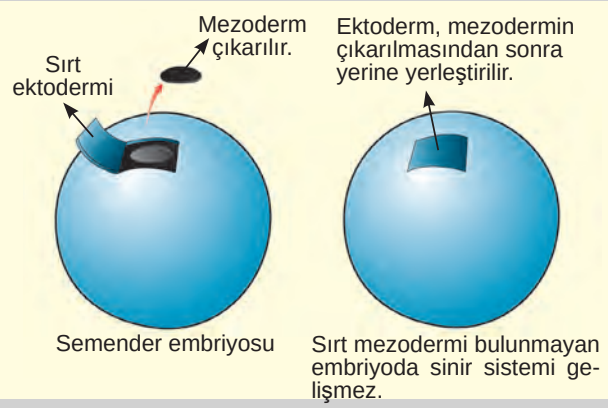
Embriyonik indüksiyon olayı ile sinir sistemi ve göz gibi çeşitli yapıların nasıl meydana geldiğini araştıran çeşitli deneyler yapılmıştır. Bilim insanı Hans Spemann'ın sinir sisteminin farklılaşmasıyla ilgili deneyleri buna örnektir. Spemann semender embriyolarıyla yaptığı deneylerde embriyonik indüksiyon olayını aydınlatmıştır.



Şekil 1.7.3. DENEY-1 Ektodermi çıkarılmış embriyoda sinir sistemi gelişmez.

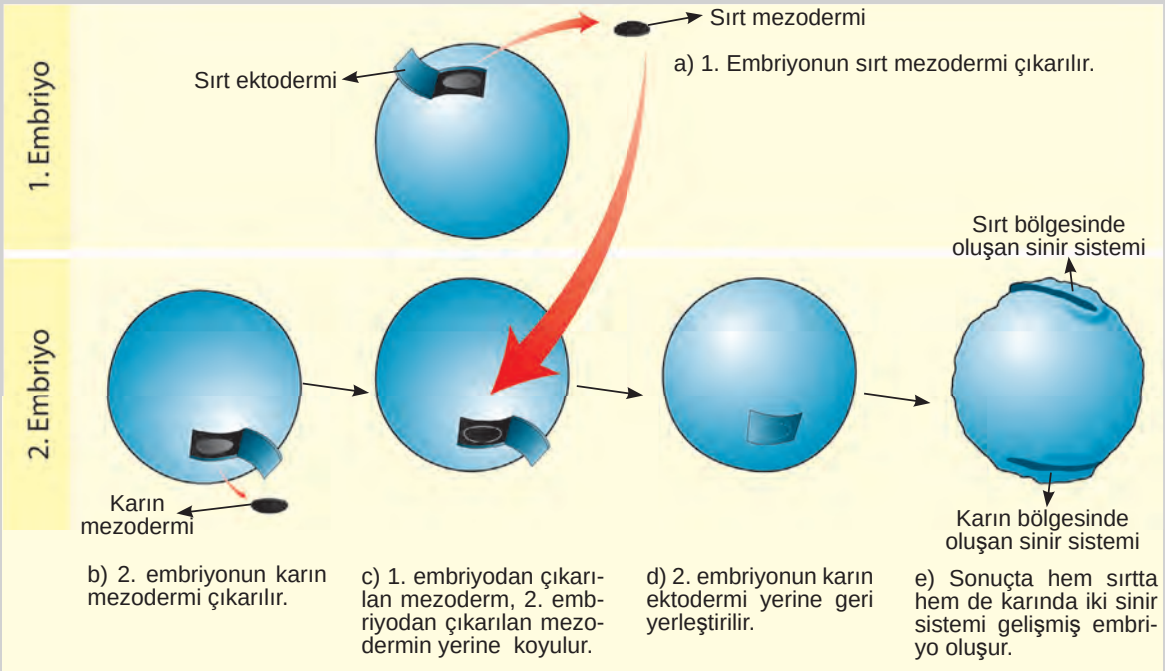
Spemann yaptığı birinci deneyde; semender embriyosunun sırt tarafındaki ektodermi çıkarıp embriyoyu ve çıkardığı parçayı uygun gelişme ortamına bırakmıştır. Ektodermi çıkarılan embriyonun iyileşerek iribaş hâlini aldığı fakat sinir sisteminin oluşmadığını görmüştür. Embriyodan çıkarılan ektoderm parçası da sinir dokusu hâlinde farklılaşmamıştır (Şekil 1.7.3).

İkinci deneyde Spemann, bir semender embriyosunun sırt ektodermini bir ucundan açarak altındaki sırt mezodermini kesip çıkarmıştır. Daha sonra açtığı sırt ektoderm parçasını tekrar yerleştirmiştir. Semender embriyosunun geliştiğini ancak sinir sisteminin meydana gelmediğini görmüştür. Bu deney sonunda sinir sisteminin meydana gelmesi için mezodermin gerekli olduğunu anlamıştır (Şekil 1.7.4).



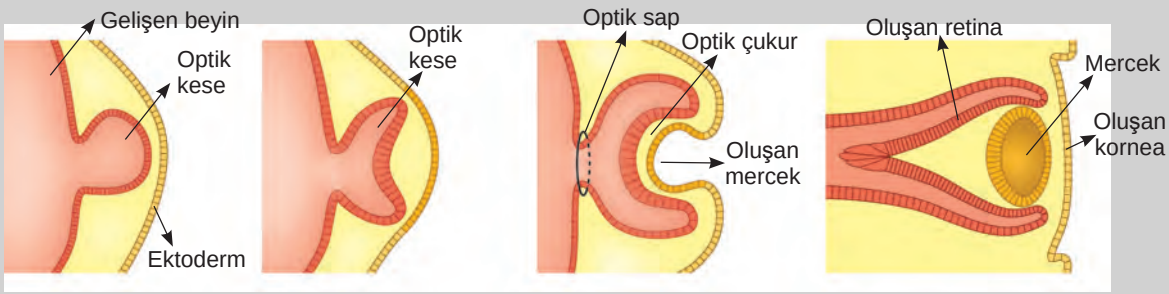
Şekil 1.7.4. DENEY-2 Sinir sisteminin gelişebilmesi için sırt mezoderminin embriyoda kalması gereklidir.

Spemann üçüncü deneyinde, iki semender embriyosu kullanmıştır. Birinci embriyonun sırt mezodermini keserek çıkartmıştır. Kestiği parçayı, ikinci embriyonun karın tarafından çıkardığı mezoderm parçasının yerine yerleştirmiştir. Bu durumda ikinci embriyoda biri normal şekilde sırtta, diğeri ise mezoderm parçasının yerleştirildiği karın bölgesinde olmak üzere iki sinir sisteminin meydana geldiğini görmüştür. Bu deneylerle Spemann, sinir sisteminin meydana gelebilmesi için sırt mezoderminin ektodermi etkilemesi gerektiğini kanıtlamıştır (Şekil 1.7.5).



Şekil 1.7.5. DENEY-3 Sinir sisteminin gelişebilmesi için mezoderminin ektodermi etkilemesi gerekir.

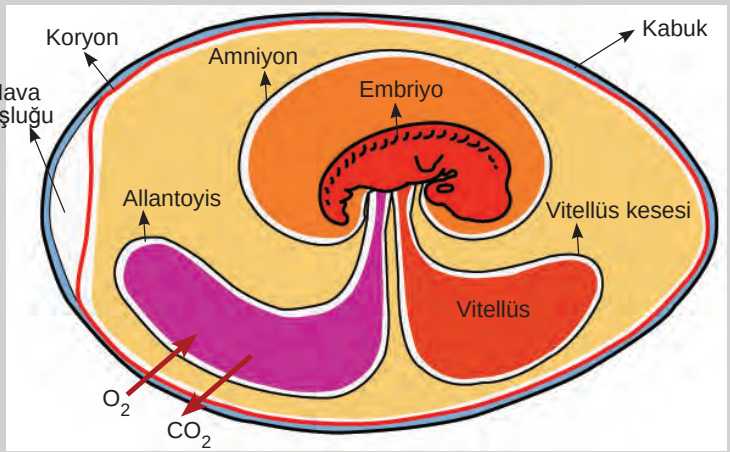
Embriyonik indüksiyona bir başka örnek de gözün gelişmesi olayıdır. Göz oluşurken ilk olarak ön beyinden dışarı doğru optik kese olarak isimlendirilen iki çıkıntı meydana getirir. Bu iki çıkıntı ektoderme doğru büyür ve ektoderme dokunduğu yerlerde içe doğru çöküntü yapar. Bu çöküntülere **optik çukur** (göz kadehi) denir. Optik çukurlar beynin esas gövdesine dar bir (optik sap) sapla bağlıdır. Buradan görme sinirleri oluşur. Optik çukurun kalın olan iç tabakasından gözün ışık enerjisine duyarlı kısmı olan retina oluşur. Dıştaki ince tabakasından da retinanın pigment tabakası oluşur. Optik kesenin ektoderme temas etmesiyle göz mercekleri gelişmeye başlar (Şekil 1.7.6). Bu temas engellenirse göz merceği oluşmaz. Gelişmenin devamında mercekler üzerlerini örten ektoderme temas ederek gözün ön kısmında korneanın oluşmasını başlatır. Optik çukur normal yerinden alınarak embriyonun başka bir yerine yerleştirilecek olursa temas ettiği ektoderm tabakasını mercek dokusu hâline getirebilecek bir etki gösterir.



Şekil 1.7.6. Embriyonik indüksiyon olayıyla gözün gelişimi

ç. Embriyonik Örtüler

Embriyonun gelişmesi sırasında sürüngen, kuş ve memelilerde embriyoyu korumak, gaz alış verişi yapmak, beslenmeyi sağlamak ve atık maddeleri uzaklaştırmak için embriyonik örtüler meydana gelmiştir (Şekil 1.7.7). Bu örtüler ve görevleri şunlardır:



Şekil 1.7.7. Kuş ve sürüngen yumurtasında embriyonik örtüler

I. Amniyon

Embriyoyu saran en içteki zardır. Bu zarın oluşturduğu kese içinde amniyon sıvısı bulunur. Bu sıvı embriyo ve amniyon örtü tarafından salgılanır. Amniyon zarı ve sıvısı embriyonun kurumasını engeller. Ayrıca embriyoyu darbe ve sarsıntılara karşı korur. Dış döllenme yapan balık ve kurbağalarda bu görevi su üstlendiği için bu canlılarda amniyon örtüsü ve sıvısı yoktur.

Biliyor musunuz?

Amniyon sıvısının miktarı fetusun büyümesine bağlı olarak artar, doğuma yakın zamanda ise azalır. Amniyon sıvısı boşaltım ve sindirim sistemini doğumdan sonraya hazırlar. Fetüsün anne karnında rahat hareket etmesini ve fetus için sıcaklığın sabit tutulmasını da sağlar.

II. Vütellus Kesesi

Embriyonun gelişimi için gerekli olan besin maddelerinin (vitellus) depolandığı kesedir. Türün özelliğine göre canlıların bulundurduğu vitellus miktarı da değişir. Sürüngen ve kuşlarda embriyo gelişimini vücut dışında tamamlandığı için bu canlıların yumurtalarında vitellus miktarı fazladır. Kurbağalarda ise vitellus miktarı embriyonun ergin bir birey hâline gelmesini sağlayacak miktarda değildir. Bu sebeple başlangıçta yumurta içinde gelişen embriyo, gelişimin sonraki safhalarını dış ortamda başkalaşım geçirerek tamamlar.

Plasentalı memelilerde de vitellus miktarı azdır. Embriyo besin ihtiyacını plasenta adı verilen yapı ile anneden karşılar. Anne ile embriyo dokularının bir karışımı olan plasenta besinleri, solunum gazlarını ve atık maddeleri embriyo ile anne arasında taşır. Embriyo, plasentaya göbek bağı ile bağlanır.

Biliyor musunuz?

Fetusta 4. aydan itibaren deriyi örten ince ve yumuşak yapılı, Lanugo adı verilen kıllar oluşmaya başlar. Doğuma yakın zamanda bu kılların büyük bir kısmı kaybolur. Bu kıllar bebeğin hassas cildini içinde bulunduğu sıvıdan korur.

III. Allantoyis

Embriyonun metabolik atıklarının depo edildiği yerdir. Balık ve kurbağa gibi dış döllenme yapan canlılar atıklarını suya verdiği için bu canlılarda allantoyis kesesi yoktur. Sürüngen ve kuşlarda allantoyis iyi gelişmiş olup embriyo gelişimi devam ettiği sürece büyüme gösterir. Kan damarları içeren bu zar, koryon ile birlikte embriyonun gaz alış verişinde rol oynar.

Plasentalı memelilerde embriyoda metabolizma sonucu oluşan atık maddeler göbek bağı ve plasenta aracılığıyla uzaklaştırılır. Allantoyis, göbek bağı oluşumuna katılır, körelir ve kaybolur.

Araştıralım Öğrenelim

Embriyolojideki gelişmelerin doku ve organ nakillerinde ne gibi olumlu etkileri olmuştur? Araştırınız. Edindiğiniz bilgileri kullanarak bir sunum ya da sınıf panosu hazırlayınız.

IV. Koryon

Embriyonun bütün örtülerini saran en dıştaki koruyucu zardır. Bu zar, allantoyis ile birlikte gaz alış verişini sağlar. Memelilerde koryon, döl yatağına ince uzantılar yaparak plasentanın yapısına katılır.

Sürüngen ve kuşlarda embriyonik örtülerin üzeri kalsiyum karbonattan ($CaCO_3$) yapılmış cansız kabukla kaplanmıştır. Embriyo gerekli gaz alış verişini, gözenekli yapıya sahip olan kabuktan sağlar. Mikroorganizmalar bu gözeneklerden geçemez.

Bu bölümde embriyonal gelişim sırasında meydana gelen olayları ve embriyoyu saran örtüleri öğrendiniz. Edindiğiniz bilgileri daha iyi kavramak amacıyla aşağıda verilen etkinliği gerçekleştiriniz.

Etkinlik 1.7.1.

Etkinliğin Adı: Tavuk Embriyosunun Gelişim Evreleri

Amaç: Döllenmiş tavuk yumurtasında embriyo, embriyonik örtüler, vitellüs ve diğer oluşumları incelemek

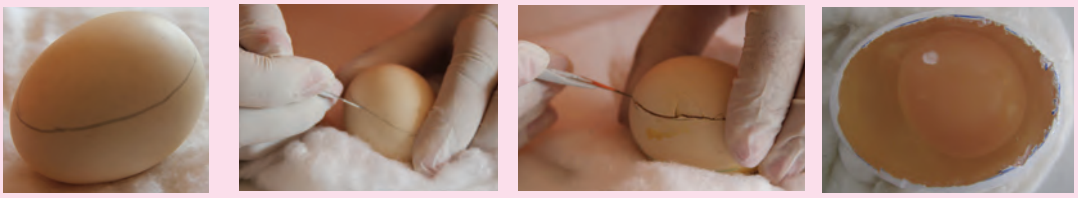
Araç Gereçler:

1 adet döllenmemiş taze yumurta, birer adet 3, 5, 7 günlük döllenmiş yumurta, büyüteç, pamuk, iğne, kuluçka makinesi, makas, pens, 4 adet petri kabı

Hazırlanalım

1. Tavuk çiftliğinden 3, 5 ve 7 günlük döllenmiş yumurta alınız. Bulunduğunuz bölgede tavuk çiftliği yoksa kuluçka makinesine döllenmiş yumurtaları koyunuz. Bu yumurtalardan birini 3 gün, birini 5 gün, birini de 7 gün bekletiniz.
2. 3, 5 ve 7 günlük yumurtaları ve taze yumurtayı, içine pamuk koyduğunuz petri kaplarına yatay şekilde yerleştiriniz.

3. Yumurtaların üst kısma gelen yüzeylerini kurşun kalemle numaralayarak elips şeklinde çiziniz.



Uygulayalım

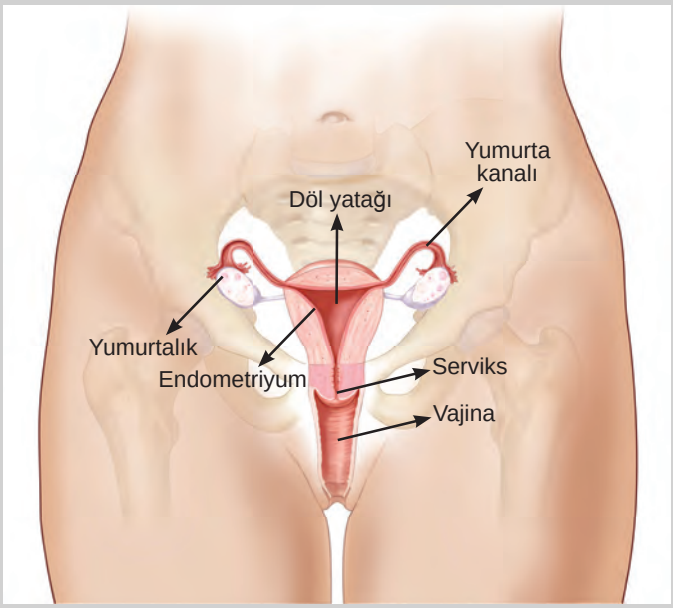
1. Petri kabı içine yerleştirdiğiniz döllenmemiş taze yumurtanın kabuğunu çizdiğiniz yerden kazıyarak makas ucuyla kesip çıkartınız.
2. Aynı işlemleri döllenmiş yumurtalar için de yapınız.
3. Tüm açılmış yumurtaları bir büyüteç yardımıyla teker teker inceleyiniz.
4. Döllenmiş yumurtalarda gelişen embriyoları ve etrafındaki örtüleri inceleyiniz.
5. Döllenmemiş yumurta ile döllenmiş yumurtalar arasındaki farkları gözlemleyiniz.

Sonuçlandıralım

1. Keserek incelediğiniz döllenmemiş ve döllenmiş yumurtalar arasında ne gibi farklar gözlemlediniz? Bu farklılıkların nedeni nedir?
2. Üç, beş ve yedi günlük embriyoda nasıl bir değişim gözlemlediniz?
3. Hangi embriyonik örtüleri gözlemlediniz?

Gerçekçekleştirdiğiniz etkinlikte embriyonun gelişiminde görev alan vitellüs, amnion, allantoyis ve kabuk kısımlarını incelediniz. Ayrıca üç, beş ve yedi günlük embriyoların gelişimini gözlemlediniz. Şimdi de insanda üreme sisteminin yapısını ve işleyişini öğreneceksiniz.

B. İNSANDA ÜREME SİSTEMİ



Şekil 1.7.8. İnsanda dişi üreme sistemi

İnsanda üreme sistemi dişi ve erkeklerde, gamet üretmek gibi ortak görev üstlenmesine rağmen yapısal olarak farklı özelliklere sahiptir. Bundan dolayı dişi ve erkek üreme sistemleri ayrı ayrı incelenecektir.

1. Dişi Üreme Sistemi

Dişi üreme sistemi, dişi gametleri oluşturur, eşey hormonlarını üretir, döllenme ve fetusun gelişimi için uygun ortam sağlar. Bu sistem yumurtalıklar (ovaryumlar), yumurta kanalı (fallopi tüpü), döl yatağı (uterus, rahim), döl yatağı ağzı (serviks) ve vajinadan meydana gelir (Şekil 1.7.8.).

a. Dişi Üreme Sisteminin Bölümleri

I. Yumurtalıklar

Vücudun ön tarafında, karın boşluğunun hemen altında, sağ ve solda yer alan bademşeklinde bir çift organdır. Yumurtalıklar

hem gamet üretir, hem de östrojen ve progesteron gibi hormonları salgılar.

10. sınıftan da hatırlayacağınız gibi bir dişi birey, yumurtalıklarında 300 bin kadar birincil oositle dünyaya gelir. Ergenlik çağından menopoz devresine kadar bu oositlerin ancak 300-500'ü kullanılır, geri kalanlar küçülerek yok olur. Birincil oositler, dişi eşeysel olgunluğa erişinceye kadar yumurtalıklardaki küçük kesecikler içinde bekler. Bu keseciklere **folikül** denir. Her âdet döneminde genellikle bir folikül gelişerek olgunlaşan yumurta hücresini serbest bırakır. Folikül hücreleri aynı zamanda östrojende salgılar.

II. Yumurta Kanalı

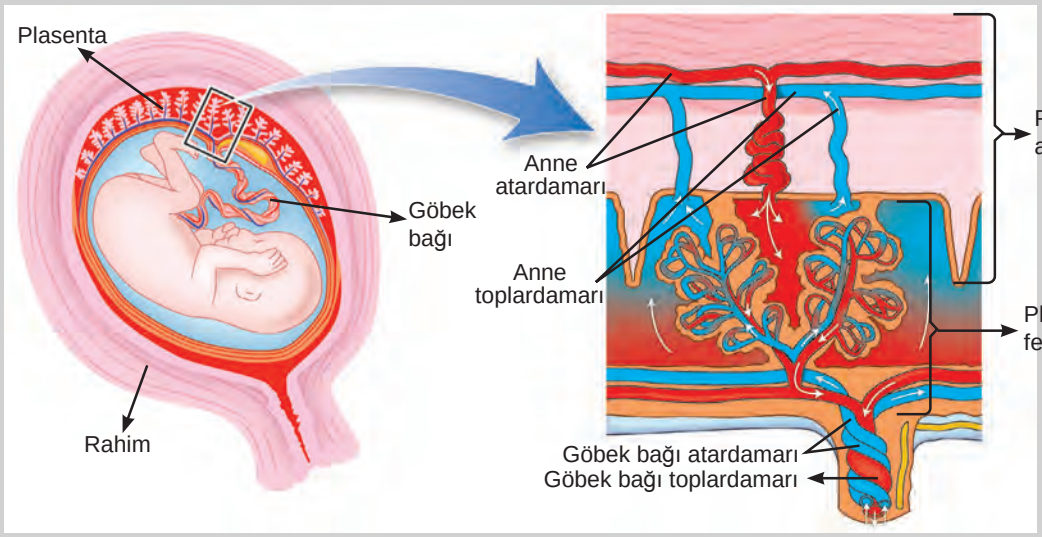
Yaklaşık 12 cm uzunluğunda, yumurtalıkla döl yatağı arasında oluşmuş bir kanaldır. Yumurta kanalının yumurtalığa bakan ucu kirpiksi uzantılardan oluşmuş kirpikli huni şeklinde bir yapılanma gösterir. Bu yapılar, yumurtalıktan serbest bırakılan yumurtanın yumurta kanalına alınmasını sağlar. Yumurtanın döl yatağına taşınması yumurta kanalı ile gerçekleşir. Yumurta kanalının iç yüzeyi titrek sillerle örtülmüştür. Bu sillerin hareketi yumurtanın ya da zigotun döl yatağına ulaşmasını sağlar. Döllenme olayı yumurta kanalında gerçekleşir. Döllenmiş yumurta ilk bölünmelerini yumurta kanalında geçirir ve 3 ile 5 gün içerisinde döl yatağına ulaşır.

III. Döl Yatağı

Döl yatağı, embriyonun doğuma kadar geliştiği bölgedir. Karın bölgesinin alt tarafında, idrar kesesinin arkasında, armut şeklinde, kalın duvarlı ve kaslı bir yapıdır. Döl yatağının iç kısmı mukus salgılayan ve bol kan damarı taşıyan **endometriyum** denilen bir tabaka ile astarlanmıştır. Âdet döngüsüne bağlı olarak mitoz bölünmeyle endometriyum kalınlığı artar. Böylece zigotun gelişimi için uygun ortam hazırlanır. Embriyonun endometriyum dokusunun içerisine gömülmesi (implantasyon) döllenmeden 6 veya 7 gün sonra gerçekleşir. Embriyo, gelişiminin ilk 2-4 haftasında doğrudan endometriyumdan beslenir. Daha sonra embriyonun besin alış verişi **plasentadan** karşılanır (Şekil 1.7.9).

Araştıralım Öğrenelim

Embriyo, döl yatağının dışında başka bir dokuya da yerleşebilir mi? Böyle bir durum anne hayatını nasıl etkiler? Araştırınız. Edindiğiniz bilgileri bilgisayarda sunum hazırlayarak sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.



Şekil 1.7.9. Anne ile fetus arasında madde alış verişini plasenta sağlar.

IV. Vajina ve Serviks

Döllenmemiş yumurtanın atılması, spermlerin dişi vücuduna bırakılması ve doğumun gerçekleşmesi vajina adı verilen üreme organıyla sağlanır. Vajina dişi üreme sisteminin dışa açılan açıklığıdır. Vajinayı döl yatağına bağlayan bölgeye serviks denir. Vajinanın üretra (idrar kan

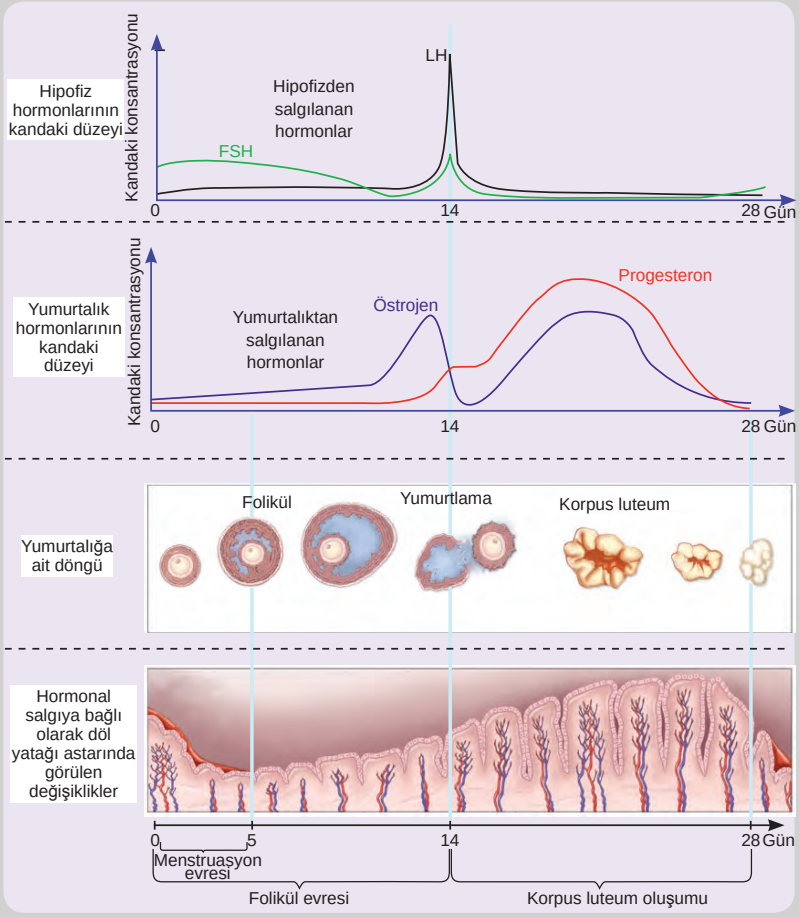
b. Menstrual Döngü (Âdet Döngüsü)

Dişide yumurta hücresinin oluşması, yumurtalıkta ve döl yatağında meydana gelen değişiklikler döngüsel olup belirli periyotlarda gerçekleşir. Dişiden dişiye değişiklik göstermesine rağmen, yaklaşık 28 gün süren bu evreye **menstrual döngü** denir. Menstrual döngü; yumurtanın gelişmesi, serbest bırakılması (ovulasyon) ve döllenme olasılığına karşı döl yatağının hazırlanmasını içine alan olayları kapsar. Menstrual döngü, sıcak ülkelerde yaşayan dişilerde genellikle 13-14 yaş, soğuk ülkelerde yaşayan dişilerde ise 15-17 yaş arasında başlar ve 45-55 yaşına kadar devam eder. Yumurtlama ve menstrual döngünün bitmesine **menopoz** adı verilir.

Menstrual döngü hormonlar tarafından kontrol edilir. Hipotalamustan salgılanan RF hipofizi uyarır, hipofizden FSH, LH salgılanır ve bu hormonlar yumurtalığı etkiler. Yumurtalıktan salgılanan hormonlar, döl yatağını etkileyerek dört evreden oluşan menstural döngüyü meydana getirir (Şekil 1.7.10).

I. Folikül Evresi

Yumurtalık foliküllerinde yeni bir yumurtanın geliştiği evredir. Hipo-



Şekil 1.7.10. Menstrual döngü esnasında hormonlarda, yumurtalık ve döl yatağında görülen değişiklikler

Biliyor musunuz?

Gebeliğin 42 haftadan sonra da devam etmesine gün aşımı denir. Plasenta 41 haftadan sonra kendi hücre ölümüne programlandığı için plasental yetmezlik gelişir. 42. haftaya kadar doğmamış bebekler bu durumdan etkilenir. Normalde doğumu takiben birkaç gün içinde dışarı atılması gereken mekonyum (fetus bağırsaklarında bulunan ve doğumu takiben dışkı şeklinde atılan yeşilimsi siyah madde) doğum gerçekleşmediği için amniyona boşalır. Bebek tarafından alınan mekonyum, akciğerlere ve deriye zarar verir. Derinin koyu yeşil renge boyanmasına neden olur. Geç doğan bebeklerde hipoglisemi, çevre ısısına dayanıksızlık ve mekonyumdan dolayı akciğerde problem görülür.

fizden FSH salgılanır. Bu hormon yumurtalıktaki folikülleri uyarır. Foliküllerden biri gelişir, folikül kılıfı kalınlaşır ve içi sıvı dolar. Foliküldeki yumurta hücresi olgunlaşarak döllenme özelliği kazanır. Bu evrede folikülden östrojen hormonu salgılanır. Kanda östrojen hormonu arttığında hipofizin FSH salgısı azalır. Folikül içinde yumurtanın olgunlaşma süresi ortalama 10-14 gün sürer.

II. Ovulasyon Evresi

Folikülün yırtılıp olgunlaşan yumurtanın serbest hâle geldiği evreye **ovulasyon evresi** (yumurtlama) denir. Bu evrede yumurta, yumurta kanalına geçer. Yumurta burada spermle karşılaşırsa döllenme olur. Ovulasyon hipofizden salgılanan LH hormonunun etkisiyle gerçekleşir. Bu olay menstrual döngünün ortalarına rastlar.

III. Korpus Luteum Evresi

Ovulasyon evresinde yırtılan folikül, sarı renkli yağ damlacıkları taşıyan ve **korpus luteum** (sarı cisim) adı verilen yapıya dönüşür. Korpus luteum, hormon salgılayan bez özelliği taşır ve çok miktarda progesteron hormonu, daha az miktarda da östrojen hormonu salgılar. Progesteron hormonu döl yatağını embriyonun yerleşme olasılığına karşı hazırlar. Endometriyumda kılcal damarlar genişler, kan miktarı ve mukus salgısı artar. Endometriyum kalınlaşarak süngerimsi bir yapı hâlini alır. Böylece döllenme olmuşsa embriyonun tutunup gelişeceği ortam hazırlanır. Döllenen yumurta döl yatağına tutunur. Gebelikte LH'nin etkisiyle korpus luteum bozulmadığı için hamileliğin 5. ayına kadar progesteron hormonu salgılamaya devam eder. Gebeliğin ileri dönemlerinde progesteron hormonu plasentadan salgılanır.

IV. Menstruasyon Evresi

Yumurta döllenmemişse korpus luteumun yapısı bozulur ve progesteron salgısı azalır. Endometriyum dokusu parçalanır. Oluşan doku parçaları döllenmemiş yumurtayla beraber kanamalar hâlinde vajinadan dışarı atılır. Kanamanın ilk günü menstrual döngünün birinci günüdür. Menstruasyon evresi yaklaşık 4-5 gün sürer.

2. Erkek Üreme Sistemi

Erkek üreme sistemi testisler, testis içi ve dışı genital kanallar (epididimis, vas deferens kanalı), yardımcı bezler ve penisten oluşur (Şekil 1.7.11).

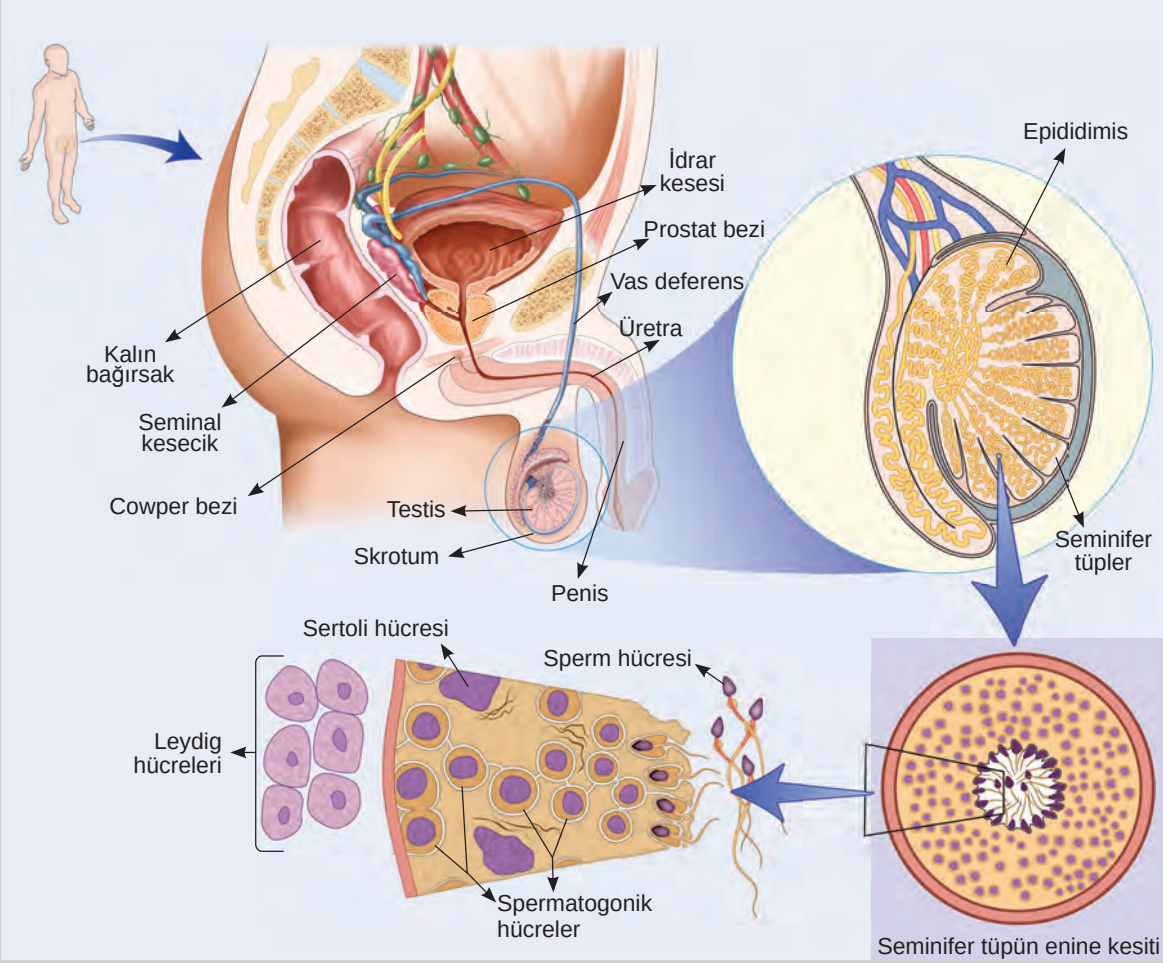
a. Testisler

Erkek eşey bezleri olan testisler bir çifttir ve **skrotum** adı verilen testis torbasında bulunur. Testislerin iki önemli görevi vardır. Bu görevler, hormon salgılamak ve erkek üreme hücrelerini (sperm) üretmektir. Embriyonal gelişim döneminde karın boşluğunda bulunan testisler, doğumdan kısa bir süre önce veya doğumdan hemen sonra skrotuma iner. Normal vücut sıcaklığı sperm oluşumu için uygun değildir. Skrotum içindeki sıcaklığın vücut sıcaklığına göre 3 ^{o}C kadar düşük olması spermlerin meydana gelmesi için gereklidir.

Her testis, **seminifer tüpcük** adı verilen bine yakın kıvrılmış kanaldan oluşur. Seminifer tüpçüklerde iki belirgin hücre grubu bulunur. Bunlar sertoli hücreleri ve spermotogonik hücreler (spermatogonyumlar, spermatositler ve spermatitler)dir. **Sertoli** hücreleri spermlerin beslenmesini ve desteklenmesini sağlar. Tüpçüklerin arasına dağılmış olan **leyding** hücreleri erkek cinsiyet hormonu olan **testosteron** salgılar. Seminifer tüpçüklerde oluşan spermlerin döllenme ve hareket

yetenekleri yoktur. Bu spermler seminifer tüpçüklerden **epididimis** kanallarına geçer.

Epididimis kanalları spermlerin yaklaşık 20 gün tutulduğu, olgunlaştığı, hareket ve dölleme yeteneği kazandığı yerdir. Olgunlaşan spermler epididimisten **vas deferens** denilen sperm kanalına geçer. Vas deferens kanalı idrar kesesi üzerinden dolanarak spermleri üretraya taşır. Spermler üretradan dışarı atılır.



Şekil 1.7.11. *İnsanda erkek üreme sistemi*

b. Erkek Üreme Sistemindeki Yardımcı Bezler

Erkek üreme sistemindeki yardımcı bezler **seminal kesecik**, **prostat bezi** ve **Cowper bezi**dir (Şekil 1.7.11). Bu yardımcı bezler spermlerin hareketini kolaylaştıran ve beslenmesini sağlayan **seminal sıvı** adı verilen salgıyı meydana getirir. Prostat bezinin hafif bazik özellikte olan sıvısı spermlerin bulunduğu ortamın nötralleşmesini sağlar. Böylece prostat sıvısı spermin yumurtayı döllemesi için uygun ortam hazırlar. Prostat bezi idrar kesesinin hemen dibinde üretrayı saracak şekilde yerleşmiştir. Spermin atılması sırasında prostatı çevreleyen kaslar istemsiz olarak kasılıp spermi üretraya boşaltırken idrarın da üretraya geçişini engeller. Böylece prostat bezi sperm ve idrarın aynı anda çıkışını önlemiş olur.

Biliyor musunuz?

Sperm ve seminal sıvının karışımına semen denir. 1mL semen içinde yaklaşık 50-150 milyon arası sperm bulunur.

Bölüm Sonu Değerlendirme

A. Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Segmentasyon nedir? Açıklayınız.
2. Yumurtanın folikül içinden başlayıp vücuttan atılıncaya kadar izlediği yolu yazınız.
3. Menstrual döngü boyunca yumurtalıkta meydana gelen değişiklikler nelerdir?
4. Uterusu etkileyen hormonlar nelerdir? Bu hormonların görevlerini yazınız.
5. Testislerin vücut dışında olmasının nedeni nedir? Açıklayınız.
6. Spermler dölleme yeteneğini nerede kazanır? Açıklayınız.
7. Spermin testisten başlayıp vücuttan atılıncaya kadar takip ettiği yolu yazınız.

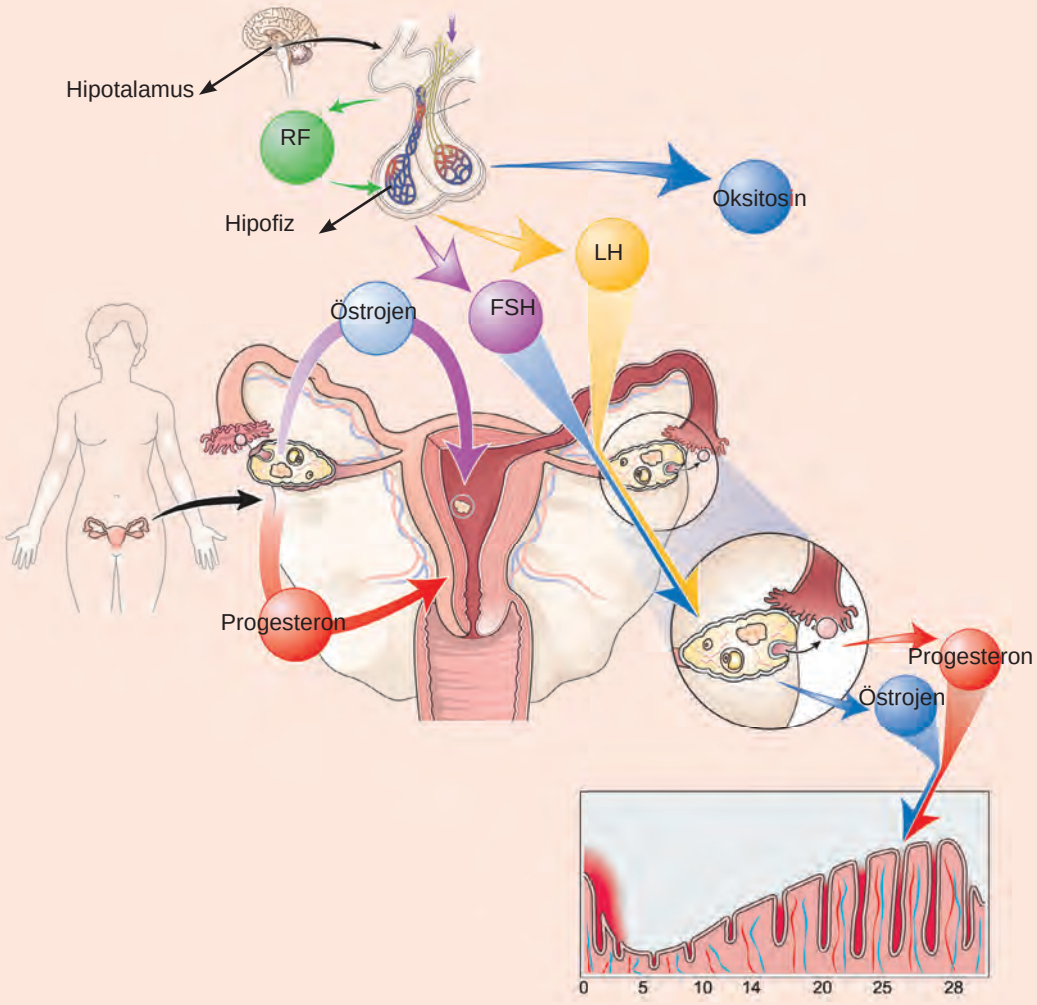
B. Aşağıdaki Yapılandırılmış Grid'de numaralandırılmış kutucuklar bulunmaktadır. Bu kutucuklarda hayvanların üreme sistemi ile ilgili kavramlar verilmiştir. Kutucukların numaralarını kullanarak aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

1	Progesteron	**2**	Epididimis	**3**	Vas deferens	**4**	Testosteron
5	Korpus luteum	**6**	Cowper bezi	**7**	Oksitosin	**8**	Prostat
9	FSH	**10**	Uterus	**11**	Yumurta kanalı	**12**	LH
13	Östrojen	**14**	Vitellus	**15**	Plasenta	**16**	Seminal kesecik

1. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri hipofizden salgılanan yumurtalıkları etkileyen hormonlardır?
2. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri yumurtalıktan salgılanan hormonlardır?
3. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri testislerden salgılanan hormonlardır?
4. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri dişi üreme sistemi ile ilgili yapılardır?
5. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri erkek üreme sistemi ile ilgili yapılardır?
6. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri erkek üreme sisteminin yardımcı bezleridir?
7. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri spermlerin hareket ve dölleme yeteneği kazandığı yapılardır?
8. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri embriyonun beslenmesinde görev alan yapılardır?
9. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri döllenmenin gerçekleştiği yapılardır?

Bölüm Sonu Değerlendirme

C. Aşağıda dişi üreme sistemine ait şekilde verilen boşluklara hipofizden ve yumurtalıklardan salgılanan hormonlar verilmiştir. Şekilden yararlanarak aşağıda verilen soruları cevaplayınız.

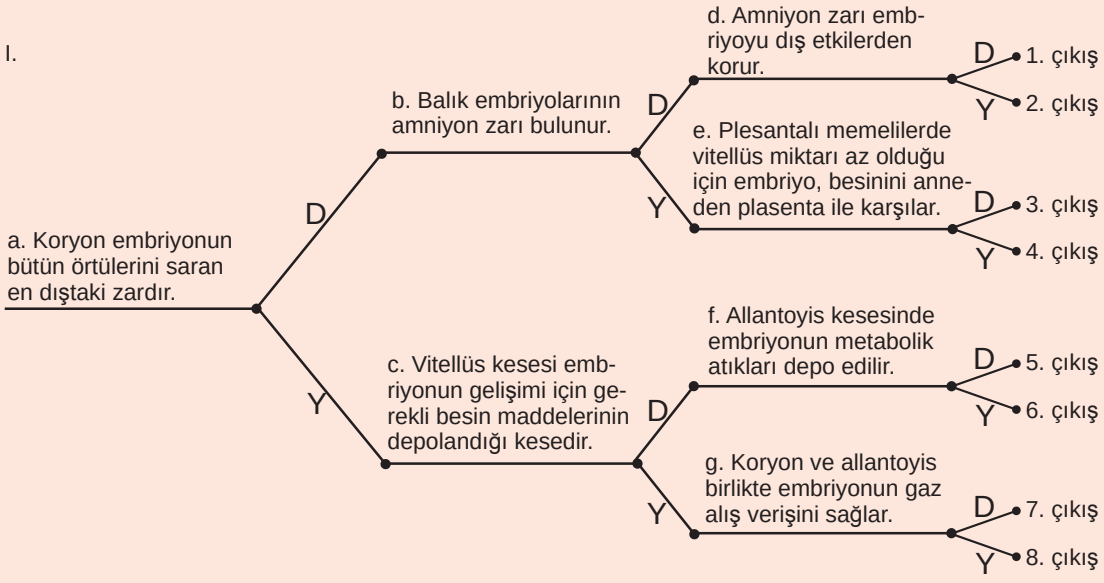


1. Dişilerde eşey karekterlerin ortaya çıkmasını ve döl yatağı duvarının kalınlaşmasını sağlayan hormon hangisidir?
2. Doğum sırasında döl yatağı kaslarını uyararak doğumun gerçekleşmesini sağlayan hormon hangisidir?
3. Yumurtalıktaki folikülleri uyararak folikül içinde yumurtanın olgunlaşmasını sağlayan hormon hangisidir?
4. Folikülün yırtılıp yumurtanın serbest hâle geçmesini (ovulasyon) ve korpus luteumun oluşmasını sağlayan hormon hangisidir?
5. Yukarıda verilen hormonlardan hangisi döl yatağını embriyonun tutunması için hazırlar?

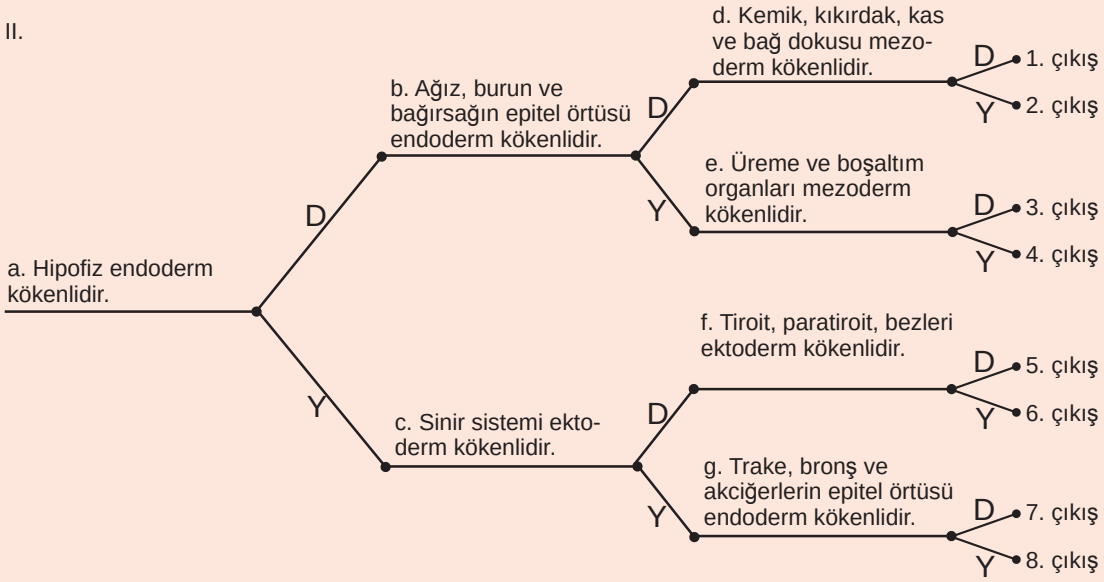
Bölüm Sonu Değerlendirme

Ç. Aşağıda birbiri ile bağlantılı doğru (D) / yanlış (Y) tipinde ifadeler içeren Tanılayıcı Dallanmış Ağaç Tekniğinde iki soru verilmiştir. "a" ifadesinden başlayarak bu etkinlikteki cümlelerin doğru ya da yanlış olduğuna karar veriniz. İlgili yönde ilerleyiniz. Her bir karar, sonraki kararı etkileyecektir. Vereceğiniz cevaplarla sekiz ayrı çıkış noktasından doğru olanı bulunuz.

I.



II.



8. Bölüm
DAVRANIŞ

A. DAVRANIŞ VE UYARILMA

Yavrularına süt veren bir köpek ya da kedi gördüğümüzde hiç şaşırmayız. Ancak bir keçi yavrusunun ineği emmesine şaşırırız. Fotoğrafta gördüğünüz keçi yavrusu annesi olmadığından kendini besleyecek başka bir anne bulmuş.

Yeni doğmuş yavrular, kendilerini besleyen ve sıcaklık veren varlıkları anne olarak kabul eder. Fotoğraftaki inek ve keçi yavrusu da beslenme ilişkisiyle birbirine bağlanmıştır. Bu tip davranışların sebebi ne olabilir?

A. DAVRANIŞ VE UYARILMA

Canlılar bulundukları çevre ile uyum içerisinde yaşarlar. Acaba bir organizma, çevresindeki değişimler karşısında nasıl davranır? Bir hayvan kendi türünden olan diğer bir hayvanla karşılaştığında nasıl tepki gösterir? Hayvanlar kalıplaşmış davranışlarla mı doğar yoksa bu davranışlar sonradan mı kazanılır? Bu tür soruları arttırmak mümkündür. Canlılardaki davranışları inceleyerek bu sorulara cevap arayan bilim dalına **etoloji** ya da davranış bilimi adı verilir.

Araştıralım Öğrenelim

Aç, uykusuz ya da yorgun olduğunuzda davranışlarınızda ne gibi farklılıklar gözlemlersiniz? Bu farkılığın sebebi ne olabilir araştırınız. Edindiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız. Farklılığın sebeplerini tartışınız.

Davranış, organizmanın iç ve dış ortamdan gelen uyarılar karşısında meydana getirdiği aktivitelerin tamamıdır. İç ya da dış ortamda meydana gelen ve canlıda tepki oluşturabilecek fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişiklikler **uyarı** olarak adlandırılır. Uyarılara karşı efektör organların verdiği cevaba da **tepki** denir. Davranış uyarı ve tepkinin bir sonucudur. Davranışlar canlıya su, besin ve barınacak ortam bulmada ya da olumsuz çevre şartlarından uzaklaşmada yardımcı olur. Örneğin aç bir köpek için besin kokusu uyarıdır. Köpek besin kokusunu duyduğunda tükürük salgısı artar. Tükürük salgısının artması fizyolojik bir tepkidir. Bu tepkiyle birlikte kasların hareketi sonucu köpeğin besini bulmaya çalışması ise bir davranıştır. Bu duruma verilebilecek başka bir örnek de terleme olayıdır. Terleme vücudun aşırı ısınmasını önleyen ve homeostasiyi sağlayan fizyolojik bir tepkidir. Terlediğimizde üzerimizdeki kalın giyisileri çıkarmak, daha serin bir yer aramak ya da ılık duş almak ise davranışsal bir yanıttır.

Bir hayvanın tüm vücut özelliklerinin yanında davranışların da genetik ve çevresel bileşenleri bulunmaktadır. Davranışlar bu iki faktörün etkisinde gelişir. Bazı davranışlarda genetik bazılarında ise çevresel faktör daha ağır basar. Örneğin yeni yumurtadan çıkmış henüz gözleri açılmamış kuş türlerinin çoğu başlarını yukarı kaldırıp ağızlarını açarak ve öterek yiyecek istediklerini belirtebilir. Bu tür davranışlar doğuştan gelen yani genetik yönü etkili olan davranışlardır. Ancak bir davranışın sadece genlere bağlı olarak ortaya çıktığı söylenemez. Bazı davranışlarda da çevresel faktörler daha fazla etkilidir. Örneğin insanda dil öğrenme o dilin konuşulduğu çevresel ortamda gelişen bir davranıştır.

Davranış; doğuştan gelen davranış, öğrenilmiş davranış ve sosyal davranış olarak üç grupta incelenir.

1. Doğuştan Gelen Davranışlar

Canlının doğuştan itibaren yaptığı, öğrenilmemiş davranışlara **doğal** ya da **doğuştan gelen davranışlar** denir. Doğuştan gelen davranışlar kalıtsal olarak kazanılır. Çevresel etkilerin bu davranışlar üzerindeki etkisi çok azdır. Bir türün tüm bireylerinde çevresel etkenlere bağlı olmaksızın doğuştan gelen davranışlar kabaca aynıdır. Avlanmak ya da üremek için yapılan pek çok davranış doğuştan gelen davranışlara örnek olarak verilebilir.

Doğuştan gelen davranışlar, refleksler ve içgüdüler olarak iki grupta incelenir:

a. Refleksler

Hayvanlarda çeşitli uyarılara karşı oluşan ani ve değişmez tepkilere **refleks** dendiğini denetleyici ve düzenleyici sistemler konusunda öğrendiniz. Refleksler sinir sistemine sahip tüm canlılarda görülür. Örneğin elektrik şoku verilen bir solucanın otomatik olarak büzülmesi, yeni doğan bebeğin emmesi, kedinin fareyi görünce saldırması, yumurtadan yeni çıkan balıkların yüzebilmesi birer reflekstir.

b. İçgüdüler

Doğuştan gelen davranışlardan birisi de içgüdülerdir. İçgüdüler bireyin yaşamını sürdürmesinde önemli role sahiptir. Üreme, yuva yapma, yavru bakımı gibi davranışlar içgüdüsel olarak gerçekleşir. İçgüdüler kalıtsaldır ve öğrenmeyle oluşmaz ancak bilinçli olarak gerçekleştirilir.

Resim 1.8.1. Kazların belirli bir düzende uçmaları içgüdüseldir.

Resim 1.8.2. Örümcekler türe özel ağlarını içgüdüleri sayesinde yapar.

Hayvanlar âleminde pek çok canlıda içgüdüsel davranışlar görülür. Her türün bireyleri, türe ait tipik içgüdüsel davranışlar gösterir. Örneğin arıların buldukları besinin yerini diğer arılara bildirmek için yaptıkları dans, kazların göçleri sırasındaki dizilimleri (Resim 1.8.1) birer içgüdüsel davranıştır. Örümcekler ağlarını içgüdüleri ile yapar (Resim 1.8.2). Örümceklerin yaptığı ağın şekli farklı türlerin teşhisinin yapılmasında kullanılır. Böceklerde yaşamın farklı evrelerinde gösterilen davranışlar da içgüdüseldir. Örneğin mayıs böceği larvaları (Resim 1.8.3) içgüdüsel olarak ışıktan kaçar ancak erginleri ışığa doğru hareket eder. Tırtıllar pupa evresine girmeden hemen önce içgüdüsel olarak etraflarına koza örer.

Resim 1.8.3. Mayıs böceği larvası

Hayvanlarda yuva yapımı da içgüdüseldir. Örneğin kuşlarda yuva yapılacak malzemenin bulunması, taşınması ve yuvaya özel şeklinin verilmesi içgüdüsel olarak gerçekleştirilir. Balıklar da tıpkı kuşlar gibi yuvalarını içgüdüleri ile yapar. Örneğin erkek güneş balığı (Resim 1.8.4) gölün tabanına yuva yapar. Dişi balık ise yuvaya yumurtalarını bırakır. Erkek balık, yumurtaları döller. Yumurta bakımı sadece erkeğe aittir. Erkek balık, kuyruk yüzgeci ile yumurtaları oksijenlendirir ve yumurtaları açılıncaya kadar korur.

Resim 1.8.4. Güneş balığı (Lepomis gibbosus)

Kuşlardaki göç etme davranışları da içgüdüler ile kontrol edilir. Pek çok kuş türü kışı daha uygun yaşam şartlarında geçirmek için yılın belirli zamanlarında sıcak bölgelere göç eder. Bu kuşlar her yıl aynı rotayı izler. Örneğin Norveç'te yapılan bir araştırmada daha yavruyken ayağına halka takılan bir grup kutup deniz kırlangıcı uzun süre izlenmiştir (Resim 1.8.5). Kırlangıçların, Kuzey Kanada, Grönland, Kuzey Avrupa, Sibirya ve Alaska'da üredikleri, daha sonra güneye göç ettikleri ve buradan Güney Kutbu'na gidip yazı burada geçirdikleri belirlenmiştir. Kırlangıçların sekiz ay süren ve yaklaşık 35 bin km'lik yolculuktan sonra tekrar üredikleri yere döndükeri gözlenmiştir. Uzun yıllar süren araştırmanın sonunda 27 yıl önce Norveç'te ayağına halka takılan bir kutup deniz kırlangıcı 27 yıl sonra yine aynı bölgede görülmüştür.

Resim 1.8.5. Kutup deniz kırlangıcı (Sterna paradisaea)

Araştırmalar pek çok göçmen kuşun güneşi ya da yıldızları kılavuz alarak yollarını bulduklarını göstermiştir. Bazı göçmen kuş ve balıkların ise dünyanın manyetik alanını algılayarak göç ettikleri düşünülmektedir.

I. İçgüdülerin Kontrolü

Beyinde hipotalamus bölgesi içgüdüsel davranışların kontrol merkezi olarak bilinir. Hipotalamus aynı zamanda, yeme, içme, üreme, uyku, yavru bakımı ve sıcaklık değişimlerinde de etkili olan bir yapıdır.

Organizmada açlık, susuzluk ve çeşitli aktiviteleri kontrol eden hormonlar gibi pek çok fizyolojik uyarı da içgüdüleri tetikler. Ayrıca içgüdüsel davranışların başlamasında canlıda iç dengenin bozulması da önemli bir etkendir. Örneğin keçiler üzerinde yapılan bir deneyde, su içme ve su arama içgüdüsünün hipotalamus tarafından kontrol edildiği ve bu davranışın başlamasına da kandaki ozmotik dengenin bozulmasının neden olduğu gösterilmiştir. Kandaki su miktarı düşerse keçide su içme isteği ve su arama içgüdüsü başlar. Bu durumda hipotalamus, hipofiz bezini uyarır. Hipofiz bezi antidiüretik hormon salgılar. Bu hormonun etkisi ile böbreklerden daha fazla su geri emilir.

Hipotalamus ve hipofiz ayrıca salgıladıkları hormonlar ile üreme ve yavru bakımı davranışlarını da kontrol eder. Örneğin mevsimsel olarak artan güneş ışığı miktarı hipotalamusu etkiler. Uyarıyı alan hipotalamus, hipofiz bezini uyarır. Hipofiz bezi de üreme organlarında hormon salgılanmasını böylece üreme ve yavru bakımı davranışlarının düzenlenmesini sağlar. Örneğin prolaktin hormonu güvercinlerde yavru besleme davranışını başlatır. Güvercinler yavrularını kursaklarında ürettikleri güvercin sütü adı verilen beyaz renkli bir sıvı ile besler. Bu sıvı, yavruların yumurtadan çıkmasına yakın bir zamanda prolaktin hormonunun etkisi ile üretilir. Böylece yavruyu besleme davranışı gerçekleşir. Ayrıca kuşların göç etmeleri de hipotalamustan salgılanan hormonlarla kontrol edilir. Böylece yavruların daha uygun şartlarda büyüyebileceği bölgelere göç başlar.

Araştıralım Öğrenelim

Yeni doğan bir bebekte hangi davranışlar içgüdüsel olabilir? Araştırınız. Edindiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. Öğrenilmiş Davranışlar

Pek çok canlı, öğrenme ile ortaya çıkan davranışlar sergiler. Bu davranışlar aynı türe ait bireyler arasında bile bazı farklılıklar gösterebilir. Sonradan kazanılan bu davranışların ortaya çıkmasında en önemli etken öğrenmedir. Deneyimler sonucu değişen davranışlar **öğrenilmiş davranışlar** olarak adlandırılır. Deneyimler beyinde kayıt edilerek saklanır ve ihtiyaç duyulduğunda tekrar hatırlanır. Buna **hafıza** adı verilir. Hatırlanan olaylar yeni bir durum karşısında davranışların düzenlenmesinde kullanılır. Doğuştan gelen davranışların aksine öğrenilmiş davranışlar yeni bir uyarı karşısında hayvanın uygun davranışı göstermesine yardımcı olur. Sonuç olarak öğrenme, hayvanı değişikliklere karşı adapte eder.

Doğuştan gelen davranışlar doğrudan genlerle kontrol edilirken, öğrenilmiş davranışlarda genlerin kontrolü dolaylı yoldan gerçekleşir. Yani kalıtım, sinir sisteminin yapısını ve öğrenme özelliklerini belirler. Bu da canlının uyarılara karşı gösterdiği davranışı etkiler. Örneğin susamış bir hayvanda su arama davranışı içgüdüseldir. Ancak suyun bulunduğu yeri bir defa öğrenen hayvanın her susadığında aynı yere gitmesi öğrenilmiş bir davranıştır.

Gelişmiş sinir sistemlerine sahip olan hayvanların öğrenme kapasitesi diğerlerine göre daha fazladır. Örneğin maymun, fare ve kaplumbağa türlerini kıyasladığımızda, en gelişmiş sinir sistemine sahip olan maymunun öğrenmesinin kaplumbağanın öğrenmesinden çok daha hızlı gerçekleştiğini söyleyebiliriz

Yaşam süreleri uzun ve yavru bakımı olan hayvanlar çoğunlukla davranışlarını ebeveynlerinden öğrenir (Resim.1.8.6). Örneğin aslanlar avlanmayı ailesinden öğrenir.

Öğrenmenin çeşitli şekilleri vardır. Bunlar alışmayla öğrenme, şartlanma yoluyla öğrenme, izlenim yoluyla öğrenme ve kavramadır.

Resim 1.8.6. Aslanlarda yavru bakımı vardır.

a. Alışma

Öğrenmenin en basit şekli alışmadır. Alışmayla öğrenme durumunda, hayvan art arda aynı uyarıyla karşılaştığında gösterdiği tepkinin çeşidi ve şiddeti bir süre sonra azalır. Sonunda tepki tamamen ortadan kalkar. Örneğin bir örümceğin ağına dokunursanız, başlangıçta hayvan hızla dokunulan yere doğru hareket eder. Aynı hareket belirli aralıklarla tekrarlandığında örümceğin tepkisinin giderek azaldığı ve bir süre sonra hiç tepki vermediği görülür. Belirli bir uyarıya karşı tepkinin bir süre sonra kararlı bir şekilde azalması ve zamanla ortadan kalkmasına **alışma** denir.

Çevremizde alışmayla ilgili çok sayıda örnek gözleyebiliriz. Hayvanat bahçesindeki bazı maymunlar insanlara alışkındır. Bu hayvanlar kafeslerin yanına yaklaşıldığında kaçmaz, verilen yiyecekleri alıp yer. Ancak aynı türün ormanda yaşayan bir bireyinde bu tür bir davranış gözlenmez. Bir başka örnek ise tarlaya konulan bostan korkuluklarıdır. Başlangıçta korkuluktan kaçan kargalar, bir süre sonra bostan korkuluğunun bir zararı olmadığını öğrenir ve kaçmaz. Fazla sayıda aracın geçtiği yol kenarlarında yaşayan bazı kuşların ise zamanla gürültüye karşı tepkileri azalır ve araba geldiğinde kaçmaz. Alışma durumunda hayvanlar kendileri için zararlı olmayan uyaranlara karşı tepki göstermemeyi öğrenir. Bu da canlıya bir uyarı karşısında gereksiz davranışlar göstermesini önler.

Biliyor musunuz?

Pavlov, 1904 yılında köpekler üzerinde şartlanma ile ilgili yaptığı deneyleri ile Nobel Fizyoloji ve Tıp Ödülünü kazanmıştır.

b. Şartlanma

Refleksler canlının doğuştan sahip olduğu davranışlardır. Bu davranışlardan bazıları sonradan değiştirilebilir. Şartlanma adı verilen bu olay ile ilgili ilk çalışmayı Rus bilim insanı Ivan Pavlov (İvan Pavlof) yapmıştır. Pavlov'un deneyinde bir köpeğin ağzına besin konulduğunda içgüdü davranışı olarak salya salgıladığı görülmüştür. Bu durum hayvanın dili üzerinde bulunan tat keseciklerindeki reseptör hücrelerin uyarılmasıyla oluşan uyartının beyne iletilmesi ve beyinden tükürük salgısını başlatan uyartının tükürük bezine iletilmesi sonucu salya salgılanması şeklinde açıklanmıştır. Pavlov köpeğe et verirken her defasında zil çalmış ve bunu pek çok kez tekrarlamıştır. Başlangıçta zil çaldığında salya salgılamayan köpeğin bu uygulama sonucunda, zil çaldığında et verilmese bile salya salgıladığını gözlemiştir (Resim 1.8.7). Böylece araştırıcı, doğuştan gelen reflekslerin doğal uyaranlarının değiştirilebileceğini kanıtlamıştır. Yani bir uyaranın yerini bir başka uyaran almıştır. Pavlov'un bu çalışması şartlı refleks ya da **şartlanma** olarak tanımlanmıştır.

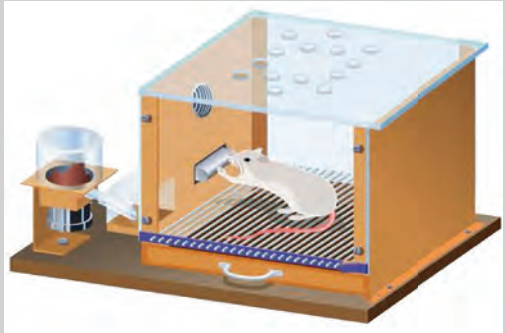
Resim 1.8.7. Pavlov'un deneyindeki gibi eğitilen bir köpeğin, zil çaldığında salya salgısının arttığını ölçmek amacıyla ağzına takılmış düzenek

Araştıralım Öğrenelim

Şartlanma ile öğrendiğiniz bir davranışa örnek veriniz. Bunun alışkanlık ile öğrenmeden farklı olan yönlerini tartışınız.

Şartlanma iki şekilde olur. Birincisi **klasik şartlanma**dır. Bu şartlanmada Pavlov'un örneğindeki gibi basit bir uyaran başka bir uyaran ile aynı anda verilir, bu durumda uyaranlar eşleşir ve basit bir refleks olur.

Klasik şartlandırmanın dışında bir de **işlevsel (operant) şartlanma** vardır. Bu durumda bir uyaranı bir ödül ya da ceza ile birleştirme sonucu öğrenme davranışı gerçekleşir. Yani canlıya ödül veya ceza verilerek bir davranışı yapması ya da yapmaması öğretilir. Örneğin B. F. Skinner (Sikinır) yaptığı deneyde farenin yaşadığı kafesin içine bir pedal koymuş, fare pedala bastıkça yiyecek düşmesini sağlamıştır. Fare bu şekilde pedala basmayı öğrenmiştir (Resim 1.8.8). Bu yöntemle hayvanların çeşitli davranışları yapmaları ve eğitilmeleri sağlanır. Örneğin atların eğitimi sırasında istenilen davranış gerçekleştiğinde atlara şeker ya da havuç verilir.



Resim 1.8.8. B. F. Skinner'ın fare deneyinde olduğu gibi bazı canlılara istenilen davranışlar ödül veya ceza ile kazandırılabilir.

c. İzlenim Yoluyla Öğrenme

1935 yılında Avustralyalı bir biyolog olan Konrad Lorenz (Konred Lorenz) bazı canlılarda genç bireylerin izlenimle öğrendiklerini fark etmiştir. Lorenz'in bu çalışmasından önce yumurtadan çıkan ördek ve kaz yavrularının annelerini takip etmelerinin içgüdü olduğu düşünülmekteydi (Resim 1.8.9). Araştırmacı, yaptığı çalışmada kuluçka makinesinden çıkan ördek yavrularını gözlemlemiştir. Lorenz, ördek yumurtalarını iki gruba ayırmıştır. Bir grubu anneleri ile bırakmış diğer grubu kuluçka makinesine yerleştirmiştir. Anneleri tarafından yetiştirilen bireyler normal davranışlar göstermiştir.

Resim 1.8.9. Annelerini takip eden ördek yavruları

Kuluçka makinesinden çıkanlar ilk saatlerini Lorenz ile geçirmiş ve kararlılıkla onu izlemişlerdir. Annelerine ya da aynı türden başka bireylere karşı tepki göstermemişlerdir. Lorenz, canlıların bu şekilde gördükleri objeleri taklit ederek öğrenmelerine **izlenim yoluyla öğrenme** adını vermiştir.

İzlenim, basit bir öğrenme şeklidir. Buna yaparak, yaşayarak öğrenme de denir. Özellikle yeni doğmuş ya da yumurtadan çıkmış yavrularda görülür. Bazı hayvanların yavruları, annelerinin arkasında yürümeyi, avlanmayı, saklanmayı izleyerek öğrenirler.

ç. Kavrama Yoluyla Öğrenme

Öğrenmenin en ileri şekli olarak kabul edilen bu davranışa gelişmiş omurgalılarda rastlanır. Bu canlılar yeni bir sorunla karşılaştıklarında önceki deneyimlerinden yararlanarak sorunu çözme yeteneğine sahiptir. Buna **kavrama yoluyla öğrenme** ya da iç yüzüyle öğrenme adı verilir.

Kavrama yoluyla öğrenme yeteneğine sahip bir hayvanın yiyeceğine giden yol kapatılırsa, hayvan önceki deneyimlerinden yararlanarak, uygun başka bir yol seçer ve yiyeceğe ulaşır. Yapılan araştırmalar, böyle bir durumda yalnızca maymunların ve şempanzelerin yiyeceğe ilk aşamada ulaştıklarını göstermiştir. Örneğin şempanzenin (Resim 1.8.10) denek olarak kullanıldığı bir çalışmada, tavandan aşağıya bir ip sarkıtılmış ve ucuna muz bağlanmıştır. Aç şempanzenin etraftaki sandıkları kullanarak muzlara ulaştığı görülmüştür. Şempanzeler ve maymunlar problem çözmede oldukça başarılıdır.

Resim 1.8.10. Beyaz omuzlu kapuçin (Cebus capucinus) problem çözme becerisi gösterir.

Hayvanların bireysel olarak gerçekleştirdiği davranışlarının yanında bir de bazı hayvan gruplarında gözlenen sosyal davranışlar vardır.

3. Sosyal Davranışlar

Hayvanlar tek başlarına ya da gruplar hâlinde yaşar. Pek çok çevresel faktör çeşitli hayvanları bir araya getirir. Örneğin Afrika'nın zengin otlakları zebra, antilop gibi canlıların bir araya geldikleri yaşam alanlarıdır. Bir sokak lambası da pek çok böceği kendine çeker. Bu şekilde bir araya gelmiş canlılara **topluluk** adı verilir. Bu canlılar organize olmuş gruplar değildir.

Bazı hayvanlar sosyal grup adı verilen organize olmuş gruplar oluşturur. Bir sosyal grup belirli görevleri yerine getirmek için özelleşmiş üyelerden meydana gelen ve kendi kendine yeterli olan bir populasyondur. Grubun hayatta kalması özelleşmiş olan üyelerin yakın iş birliğine bağlıdır. Bundan dolayı bir sosyal grubu çok hücreli bir organizmaya benzetebiliriz. Farklı görevleri üstlenen hücrelerden meydana gelen organizma bir bütün hâlinde çalışır. Bir sosyal grubu oluşturan birey-

Araştıralım Öğrenelim

Çevrenizi inceleyiniz. Sosyal grup oluşturmuş, topluluk hâlinde yaşayan canlılara üçer örnek veriniz. Aralarındaki farklılıkları ve bunun sebeplerini tartışınız.

ler de özel görevleri yerine getirmek için farklılaşmışlardır. Çevremizi incelediğimizde çok çeşitli sosyal grup örnekleri ile karşılaşırız. Bu tür grupları oluşturan bireylerin sergiledikleri davranışlar sosyal davranışlar olarak adlandırılır. **Sosyal davranış**lar iş birliğine dayalı davranışlar, çatışma davranışları ve iletişim davranışları şeklinde gruplandırılarak incelenebilir.

Resim 1.8.11. Erkek misk öküzleri tehlike karşısında halka oluşturarak yavrularını korumaya çalışır.

a. İş Birliğine Dayalı Davranışlar

Bir topluluğu oluşturan bireyler, avlanma, savunma, yaşam alanı bulma, çiftleşme ve yavruları koruyarak soylarını devam ettirme gibi karşılıklı iş birliğine dayalı olan çeşitli davranışlar sergiler.

Bu davranışları, balık sürüleri, kuş sürüleri, misk öküzleri, aslanlar, vahşi köpekler gibi pek çok canlı grubunda görebiliriz. Grubu oluşturan bireylerin hayatta kalabilmesi iletişime dayanır. Grup üyeleri arasında iletişim sesle, görsel ya da kimyasal uyarıcılar ile sağlanır. Örneğin grup üyelerinden birisi bir tehlike olduğunu hissettiğinde diğer bireylere de haber verir ve bütün grubu uyarır. Böylece grup, tehlikeden kaçma davranışı gösterir. Gruplar ayrıca iş birliği yaparak avcılara karşı savunma davranışı sergiler. Örneğin erkek misk öküzleri tehlike karşısında halka oluşturur ve yavruları bu halkanın ortasına alır. Böylece hem yavrularını hem de kendilerini korumaya çalışır (Resim 1.8.11). Küçük kuşlar ise iş birliği yaparak karga ve atmacalara saldırır, av olmaktan kurtulur. Bu davranış çete davranışı olarak da adlandırılır. Grup hâlinde iş birliği yaparak avlanma davranışı ise kurtlar, aslanlar ve vahşi köpeklerde görülür (Resim 1.8.12).

Resim 1.8.12. Aslanlar grup halinde avlanır.

Aile içi ilişkiler ebeveyn ve yavru arasındaki iş birliğine dayalı davranışları içerir. Bu ilişkiler hem bir ailede genç bireylerin besin bulma, savunma ve korunmasını sağlamada hem de ebeveynlerin soyunu sürdürmesinde oldukça önemlidir.

b. Çatışma ve Baskınlık Davranışları

Sosyal gruplar hâlinde yaşayan hayvanlarda bazen karşılıklı iş birliği yerine çatışma davranışları da görülür. Çünkü organizmalar kalabalıklaştıkça besin yaşam alanı ve eş için rekabet çoğalır. Rekabet ise grup içindeki çatışmayı arttırır. Bu durum grubu oluşturan hayvanlar arasında sosyal hiyerarşinin ortaya çıkmasına neden olur. Sosyal hiyerarşi bireylerin üstünlüklerine göre derece derece sıralanması ve birbirlerini kontrol etmesidir.

Üstünlük hiyerarşisi ya da tecrübeli birey üstünlüğü kavgalar sonucu kurulur. Üstünlüğünü ispatlayan bireyler gereksinimlerini diğerlerinden önce karşılama hakkına sahip olur ve sembolik tehdit davranışları gösterir. Bunlar grubun diğer bireyleri tarafından açıkça anlaşılan ve galibiyeti gösteren davranışlardır. Örneğin kızıl gergedanlarda çatışmayı kazanan bireyin memelerinin kırmızı olması, bazı balıklarda vücudun renklenmesi ve şişmesi bu galibiyet davranışlarındandır (Resim 1.8.13). Kavgayı kaybeden ve galibiyet davranışları ile karşı karşıya kalan hayvan ise ya ortamdan uzaklaşır ya da yenilgiyi kabul ettiğini sergileyen davranışlar gösterir. Örneğin kurt ve köpeklerde kaybedenin yenilgiyi kabul etmesi, kazananın önünde boyun eğilerek gösterilir. Bu durumda kazananın saldırgan davranışı son bulur ve üstünlük pozisyonu korunmuş olur. Tavuk, ördek ve hindilerde ise üstünlük, gagalama davranışı ile sağlanır. Hiyerarşik olarak üst düzeyde bulunan en tecrübeli birey, ihtiyaçlarını en önce karşılar. Besin, su ve tüneklere ilk önce sahip olur ve diğer bireyler tarafından da kabul görür. Böylece

Resim 1.8.13. Bazı balık türleri, çatışma sırasında baskınlık davranışı olarak vücutlarını renklendirir.

oluşan ast-üst düzenlenmesi toplulukta kimin neyi alacağı konusundaki kargaşayı ortadan kaldırır (Resim 1.8.14). Bu durumda topluluğun alt düzeyindeki bireyler yemek ve su için beklemek zorunda kalır. En alt düzeydeki bireylerin yaşaması zordur. Bu şekilde güçlü olanların hayatta kalma şansı daha fazla olur.

Resim 1.8.14. Kümes hayvanlarında üstünlük sağlayan bireyler yeme ve suya daha önce sahip olur.

c. Hayvanlarda Yurt Savunması

Hayvanlar yaşadıkları ortamda varlıklarını sürdürmek ve nesillerini devam ettirmek için beslenmek ve üremek zorundadır. Bir bireyin beslenme, eşleşme ve yavru büyütme amacıyla kendi türünden başka bireylere karşı koruduğu alana **yurt** (territoryum, savunak, egemenlik alanı) denir. Yurt savunması, kuşlarda kolayca anlaşılabilmiştir. Erkek kuş, çiftleşme mevsiminin başında bir alan seçer. Komşu alanların sahibi olan erkek kuşlarla sınırlar tamamen belirleninceye kadar kavga ederek yurtlarını savunur. Örneğin sumsuk kuşları, aralarında boyunlarını uzatıp birbirlerini gagalayabilecek kadar küçük mesafeler bırakacak şekilde yuva yapar, yurtlarını bağırıp çağırarak ve birbirlerini gagalayarak savunur (Resim 1.8.15). Bazı hayvanlarda ise aslanlarda olduğu gibi yurt çok daha büyük alana sahiptir.

Resim 1.8.15. Sumsuk kuşları aralarında boyunlarını uzatıp birbirlerini gagalayabilecek kadar küçük mesafeler olan yerlere yuvalanır. Bulundukları alanı farklı sesler çıkararak ve birbirlerini gagalayarak savunur.

Hayvanlar arasındaki yurt edinme eğilimi, canlıların yaşadığı ortamı en verimli şekilde kullanmaya yöneliktir. Çünkü yurt savunması bireyler arasındaki çekişmeyi azaltır, popülasyon büyümesini kontrol altında tutar ve bireylerin habitatları içinde eşit olarak dağılmasını sağlar. Eşit dağılımdan dolayı da çevresel kaynaklar en iyi şekilde kullanılır.

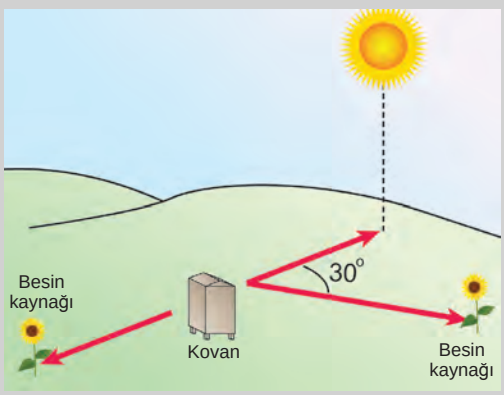
ç. Sosyal Gruplarda İletişim

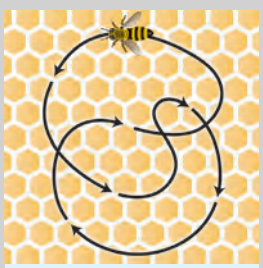
İletişim, sosyal davranışların gerçekleşmesinde önemli bir yere sahiptir. Bu sebepten sosyal grubu oluşturan bireyler aralarında iletişimi sağlayan çok çeşitli mesajlar oluşturur. Bu mesajlar kimyasal salgılar, sesli ya da görsel uyarılar şeklinde olabilir.

Birçok hayvan tarafından haberleşmede kullanılan kimyasal salgılara **feromon** denir. Feromonlar eşeysel çekim için kullanılabilir ve aynı türe ait bireylerin davranışlarını etkiler. Örneğin dişi ipek böceği, o kadar güçlü feromon salgılar ki 3 km'den daha uzaktaki erkeği uyarabilir. Ağaç güvesi, hamam böceği ve diğer birçok böcek, karşı eşeyi çekici feromonlar salgılar.

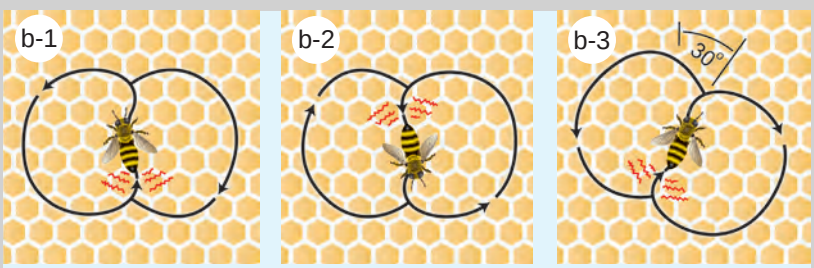
Sesli mesajlar böcekler, kurbağalar, kuşlar, balinalar gibi pek çok hayvan grubu arasında önemlidir. Erkek cırcır böcekleri (*Gryllus campestris*), oluşturdukları sesle dişileri cezbeder. Balinalar 10 km'den fazla mesafe boyunca kendi aralarında su altı şarkılarıyla iletişim kurar.

Görsel mesajlar arılar arasındaki iletişimi sağlamada önemlidir. Arılar iletişimlerini özgün vücut hareketlerinden oluşan bir çeşit dans ile sağlar. Örneğin bir arı nektarca zengin bir alan bulduğunda, bu alanın yönünü ve kovana uzaklığını diğer arılara haber verir. Arılardaki iletişim davranışlarını inceleyen K. V. Frisch (Friş), arıların haberleşme için iki çeşit dans yaptıklarını bulmuştur. Bunlardan birincisi halka dansıdır. Bu dans, besin kovana yakın olduğunda yapılır. İkincisi ise sallanma dansıdır. Bu dans da besin, kovana uzaktaysa yapılır. Ayrıca besinin yönü de sallanma dansı ile gösterilir (Şekil 1.8.1). Arılar, yönlendirme işleminde, besinin yerini anlatırken güneşin konumunu ve yiyeceğin bu konuma olan açısını esas alır.





a- Halka dansı



b- Sallanma dansı

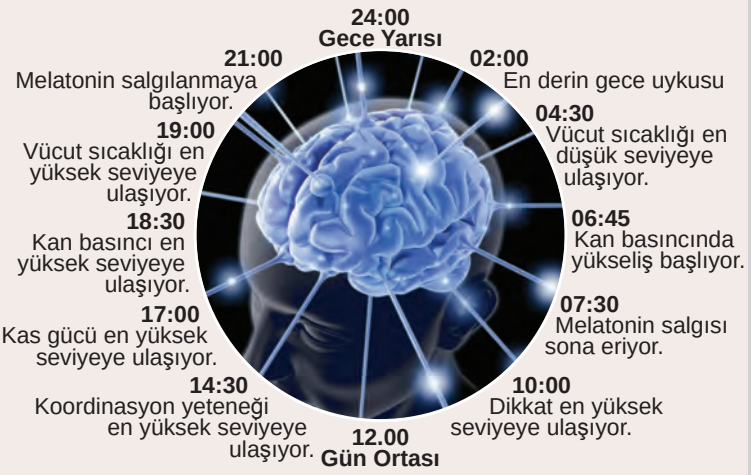
Şekil 1.8.1.

- a- Halka dansı, besin kovana yakın olduğunda arının yaptığı harekettir. Yön konusunda özel bilgi vermez.
- b- Sallanma dansı, besin kovana uzak olduğunda arının yaptığı harekettir. Mesafe ve yön ile ilgili bilgi verir.
  1- Dans yukarı doğru ise bu besinin güneş ile aynı yönde olduğunu ifade eder.
  2- Dans aşağıya doğru ise bu durumda besin güneş ile tam zıt yöndedir.
  3- Dans düşeyde 30^o sağda ise bu durumda besin, güneşin izdüşümüne göre 30^o sağda anlamına gelir. Ayrıca salgılanan kokular ve ses, besinin yeri ve kalitesi konusunda bilgi verir.

Biyolojik Ritim

Fizyolojik ve davranışsal tepkilerin belirli periyotlar içinde tekrarlanmasına biyolojik ritim (devirsel ritim) denir. Biyolojik ritimler, canlı yaşadığı sürece tekrar eden ve onun dış ortama adaptasyonunu sağlayan fizyolojik olaylardır. Kalbin elektriksel aktivitesi, uyku ya da uyanıklık hâli, hormonların salgılanması gibi birçok biyolojik olay belirli bir ritimde gerçekleşir. Biyolojik ritimleri ve bu ritimlerin mekanizmalarını inceleyen bilim dalına **kronobiyoloji** denir.

Canlılarda görülen bazı biyolojik ritimler günlük periyotlarla tekrarlanırken bazılarının periyotları aylık ya da yıllık olabilir. Biyolojik ritimler canlının sahip olduğu biyolojik saat tarafından kontrol edilir. Biyolojik saat canlının iç saatidir. Çevresel uyarılardan faydalanılarak gerekli tepkilerin doğru zamanda verilmesini sağlar. Örneğin göç dönemleri ilgi ile izlenen imparator kelebekleri, her yıl sonbaharda Kuzey Amerika'nın orta ve doğu bölgelerinden kalkarak, kışı geçirmek üzere Meksika'nın ortalarında küçük bir bölgeye giderler. Massachusetts Üniversitesinden Steven Reppert'in araştırma sonuçlarına göre,imparator kelebeklerinin göç sırasında Güneş'in gökyüzündeki konumundan yararlandıkları ve biyolojik saatlerini kullandıkları belirlenmiştir. Araştırmacılar, imparator kelebeklerinin biyolojik saatlerinde "dep" adlı bir genin rol oynadığını belirlemişlerdir. Bu genin aktivitesinin sürekli ışık alan bir ortamda baskılandığını tespit etmişlerdir. Reppert ve ekibi, günlük aydınlık-karanlık döngüsünü bozarak bunun kelebekler üzerindeki etkilerini, gözlemişlerdir. Sonbaharda laboratuvar ortamında sabah 7'den akşam 7'ye kadar aydınlıkta tutulduktan sonra "Güneş'e çıkarılan kelebekler güneybatıya, yani kışlayacakları Meksika'ya doğru yönelmişlerdir. 01:00–13:00 saatleri arasında aydınlıkta tutulan kelebekler de güneydoğuya yönelmişlerdir. Laboratuvarda sürekli ışığa maruz kalan kelebeklerin ise, zaman duyusunu yitirdiğinden doğrudan güneşi gördükleri tarafa yöneldikleri gözlenmiştir. Bu canlıların biyolojik saati şaşınca yönlerini bulamadıkları ve göçü tamamlayamadıkları gözlenmiştir. Bu tür yıllık ritimlerin yanı sıra canlılarda aylık ve günlük ritimler de vardır. Örneğin insanda yumurta oluşumu ve atılması yaklaşık bir aylık periyotlarda gerçekleşir. İnsanın vücut sıcaklığı ise biyolojik saate bağlı olarak günlük periyotta değişir. Örneğin insanda vücut sıcaklığı bir günde yaklaşık bir derece iner ve çıkar.



Memelilerde biyolojik saati düzenleyen etkenlerden biri beyindeki epifiz bezidir. Epifiz bezi bu düzenlemeyi salgıladığı "melatonin" hormonu ile gerçekleştirir. Melatonin salgısının miktarı, gece ve gündüz uzunluğuna göre ayarlanır. Göze ışık girmesi melatonin salgılanmasını önler. Bu nedenle melatonin gece salgılanır. Melatonin, hipotalamusu etkileyerek günlük döngülerin düzenlenmesinde rol oynar. Yapılan deneylerde epifiz bezi çıkartılan çeşitli hayvanların biyolojik saatlerini yitirdikleri, günlük yaşam ritimlerini düzenleyemedikleri tespit edilmiştir. Bunun dışında kedi, köpek, koyun gibi birçok hayvanın mevsiminde doğurma özelliklerini yitirdikleri de gözlenmiştir.

İnsanların saat farkı olan ülkelere gitmeleri de günlük ritimlerinin bozulmasına sebep olur. Bu durumdaki kişilerin melatonin salgısının düzenlenmesi ve biyolojik saatinin yeni zaman dilimine uyum sağlaması birkaç gün alır. Buna **jetlag** adı verilir. Kış mevsimine girerken gündüz saatlerinin kısalmasıyla bazı insanlarda, biyolojik ritim bozularak fiziksel ve psikolojik sorunlar ortaya çıkabilir.

Kaynak: Bilim Teknik Dergisi, Sayı 418, Eylül 2002

http://www.antalyasm.gov.tr/document/dergi/7.pdf

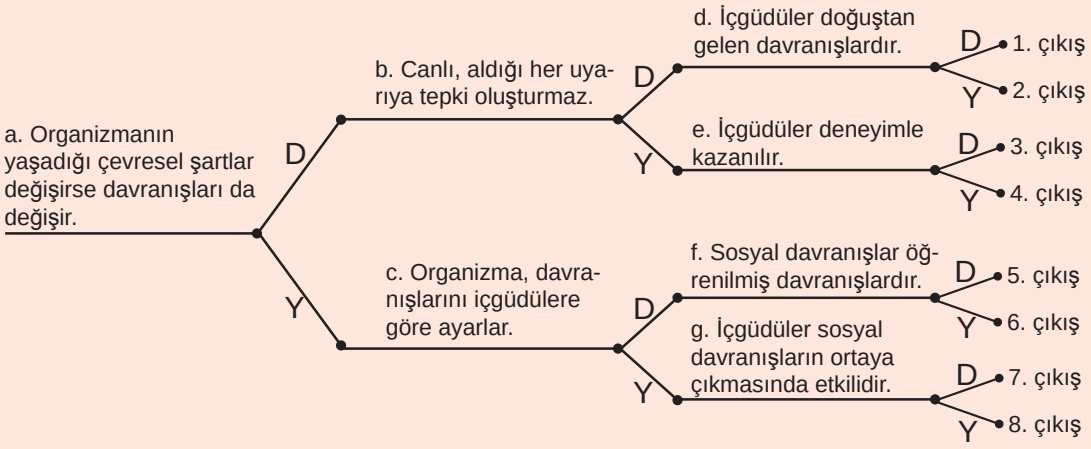
Yazarlar tarafından bu kitap için derlenmiştir.

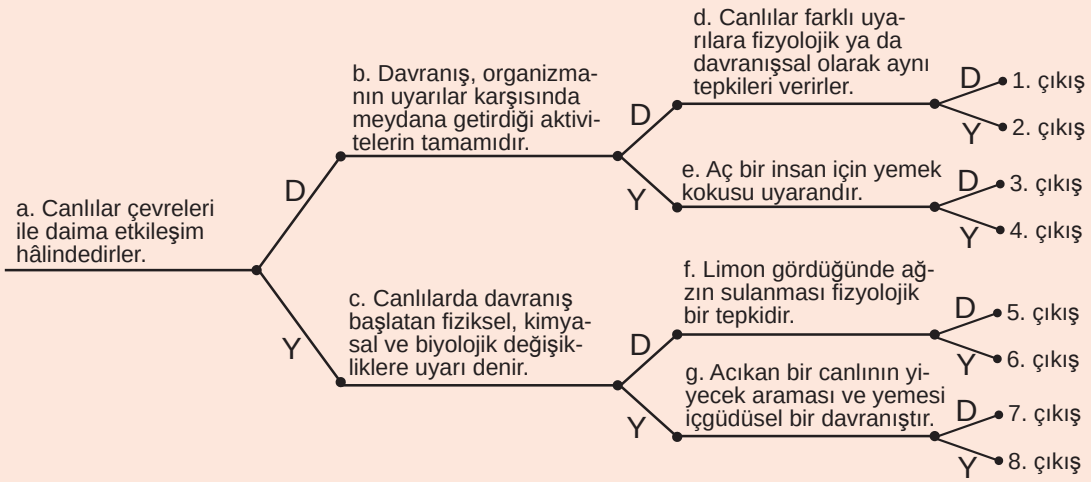
Bölüm Sonu Değerlendirme

A. Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Doğuştan gelen davranışları örnek vererek açıklayınız.
2. Üst düzeyde öğrenme canlının hangi özelliği ile ilgilidir? Açıklayınız.
3. Sosyal davranış nedir? Örnek vererek açıklayınız.
4. İş birliğine dayalı davranışları örnek vererek açıklayınız.
5. Çatışma ve baskınlık davranışlarının yarar ve zararları nelerdir? Açıklayınız.
6. Kavrama yoluyla öğrenmenin diğer öğrenme davranışlarından farkı nedir? Açıklayınız.
7. Deneme ve yanılma yoluyla öğrenilen davranışları örnekler vererek açıklayınız.
8. Hayvanlarda izlenim yoluyla öğrenme nasıl gerçekleşir? Açıklayınız.

B. Aşağıda birbiri ile bağlantılı doğru (D) / yanlış (Y) tipinde ifadeler içeren Tanılayıcı Dallanmış Ağaç Tekniğinde iki soru verilmiştir. "a" ifadesinden başlayarak bu etkinlikteki cümlelerin doğru ya da yanlış olduğuna karar veriniz. İlgili yönde ilerleyiniz. Her bir karar, sonraki kararı etkileyecektir. Vereceğiniz cevaplarla sekiz ayrı çıkış noktasından doğru olanı bulunuz.





Ünite Sonu Değerlendirme

A. Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. İnce bağırsağın iç yüzeyinin villuslara sahip olmasının sağladığı avantajlar nelerdir? Açıklayınız.
2. Vücut sıcaklığının kontrolünde hangi sistemler rol oynar?
3. Vücutta homeostasinin sağlanmasında ACTH, kalsitonin ve parathormon böbrek fonksiyonlarını nasıl düzenler? Açıklayınız.
4. Soluk alıp verme hızını etkileyen faktörler nelerdir? Açıklayınız.
5. Açık ve kapalı kan dolaşımlarını karşılaştırarak açıklayınız.
6. Nefronlarda salgılama işleminin önemi nedir? Açıklayınız.
7. Çizgili kasların düz kaslardan yapı ve işlev bakımından farkları nedir? Açıklayınız.
8. Beyin omurilik sıvısının (BOS) görevi nedir? Açıklayınız.
9. Öğrenilmiş davranış nedir? Örnek vererek açıklayınız.

B. Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri verilen ifadelerle doğru ve anlamlı şekilde tamamlayınız.

(beyin, ürik asit, amilaz, lipaz, omurilik, alveol, antagonist, kan basıncı, segmantasyon)

1. Tükürük içinde bulunan ..... enzimi ile karbonhidratların sindirimi ağızda başlar.
2. Omurgalılardan sadece memeli akciğerinde ..... bulunur.
3. Kılcal damarlarda ..... besin ve oksijenin doku sıvısına geçmesini sağlayan kuvvettir.
4. Sürüngen ve kuşların azotlu boşaltım atığı .....
5. Biri kasılırken diğeri gevşeyen kas çiftine ..... kaslar denir.
6. Merkezî sinir sistemi ..... ve ..... olmak üzere iki kısımdan meydana gelir.
7. Gelişmenin ilk evrelerinde zigotun art arda ve hızlı mitoz bölünmeler geçirmesine ..... denir.

C . Aşağıdaki açıklamayı okuyunuz ve soruları bu açıklamaya göre yanıtlayınız.

Bir kişinin kanındaki glikoz miktarı yemek yemeden önce ve mantı, su böreği, tatlıdan oluşan öğle yemeğinden sonra ölçülmüştür.

1. Bu kişinin yemekten önce ve sonra kanındaki glikoz düzeyi hakkında ne söylenebilir?
2. Bu kişinin kanındaki glikoz düzeyinin normal değerler arasında kalmasında, böylece homeostasinin sağlanmasında görev alan organlar ve gerçekleşen olayları bir şema çizerek gösteriniz. Şemanın açıklamasını aşağıdaki noktalı boşluklara yazınız.

Kandaki glikoz düzeyinin dengelenmesi

.....

.....

.....

.....

Ünite Sonu Değerlendirme

Ç. Aşağıda verilenleri dikkatlice okuyunuz. İfade doğru ise "D" harfini, yanlış ise "Y" harfini işaretleyerek doğrusunu yandaki kutucuğa yazınız.

1.	Pankreasın salgıladığı tripsinojen enzimi hidroklorik asitle aktifleştirilir.	(D) (Y)	
2.	Safra sıvısı yağları, yağ asidi ve gliserole parçalar.	(D) (Y)	
3.	Akciğer iki katlı bir zarla çevrilidir.	(D) (Y)	
4.	Trake solunumu böceklerde görülen solunum çeşididir.	(D) (Y)	
5.	Balıkların solungaçlarında oksijence zengin kan önce kalbe gelir sonra vücuda pompalanır.	(D) (Y)	
6.	Koroner damarlar kalbi besler.	(D) (Y)	
7.	Glomerulus kılcallarında kan basıncı, doku kılcallarına göre daha yüksektir.	(D) (Y)	
8.	Eklem bacaklıların dış iskeleti kitinden yapılmıştır.	(D) (Y)	
9.	Kemiklerde bulunan Havers kanallarından sinirler ve kan damarları geçer.	(D) (Y)	
10.	İnsanın dil ve burnunda kimyasal uyarıları alan reseptörler bulunur.	(D) (Y)	
11.	Nöronların uzun ve tek olan uzantısına dentrit denir.	(D) (Y)	
12.	Oksitosin ve prolaktin hormonları sadece dişilere özgüdür.	(D) (Y)	
13	Canlıların gördüklerini taklit ederek öğrenmeleri izlenim yoluyla öğrenmedir.	(D) (Y)	
14	Bazı canlıların deneyimlerinden yararlanarak sorunu çözmesi şartlı reflekstir.	(D) (Y)	

D. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

1. Aşağıdakilerden hangisi bir sindirim olayı **değildir?**

A) Maltozun glikoz moleküllerine dönüşmesi
B) Proteinlerden amino asitlerin oluşması
C) Glikozdan pürüvik asit oluşması
D) Nişastadan glikoz moleküllerinin oluşması
E) Yağlardan yağ asitleri ve gliserolün oluşması

2. **Diyafram kası kasıldığında**

I. Göğüs boşluğunun hacminin artması
II. Akciğerlerdeki havanın dışarı verilmesi
III. Akciğerlere hava dolması

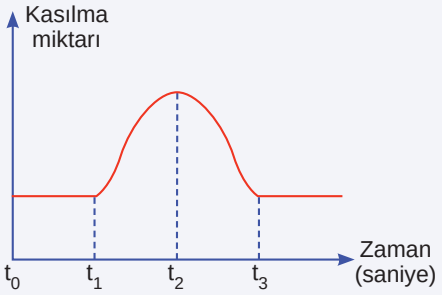
olaylarından hangisi ya da hangileri gerçekleşir?

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

3. **Yandaki grafikte, bir çizgili kasın kasılma mekanizmasındaki evreler gösterilmiştir.**

Buna göre;

I. Kas t_0 anında eşik şiddeti veya eşik şiddetinin üzerindeki bir uyaranla uyarılmıştır.
II. t_1 - t_2 zaman aralığında kasın boyu kısalır, hacmi değişmez.
III. t_1 - t_2 zaman aralığında, kasta ATP harcaması olmaz.
IV. t_1 - t_2 zaman aralığında, kas hücrelerinin sarkoplazma kısmında kalsiyum iyonlarının miktarı artar.
V. t_2 - t_3 zaman aralığında, kas hücrelerinin sarkoplazma kısmında kalsiyum iyonlarının miktarı azalır.



Buna göre yukarıdaki maddelerden hangileri doğrudur?

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

4. Aşağıdakilerden hangisi doğrudan dolaşım sistemi ile ilgili **değildir?**

A) Sindirilmiş besinlerin tüm vücut hücrelerine ulaştırılması
B) Solunum sonucu oluşan solunum artıklarının taşınması
C) Merkezî sinir sisteminde oluşan uyartıların hücrelere ulaştırılması
D) Azotlu artıkların boşaltım organlarına taşınması
E) Kan plazması içindeki hormonların hedef organlara iletilmesi

5. Aşağıdaki seçeneklerden hangisinde göze gelen ışığın kırılmasını sağlayan yapılar verilmiştir?

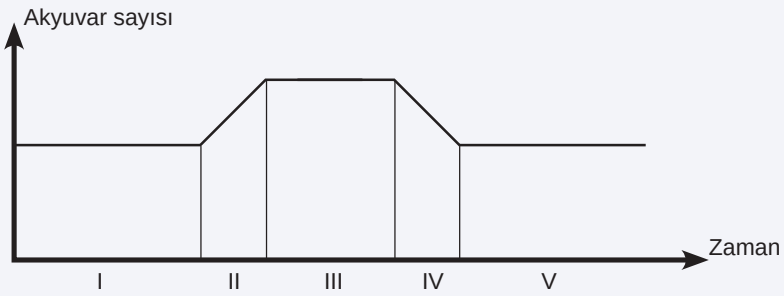
A) Göz bebeği - mercek
B) İris - kornea
C) İris - camsı cisim
D) Göz bebeği - camsı cisim
E) Kornea - mercek

Ünite Sonu Değerlendirme

6. **Memelilerde, atardamarları toplardamarlara bağlayan kılcal damarlar boyunca, kan basıncı azalmayıp sabit kalsaydı,**
   I. Çözünen maddelerin kılcal damardan doku sıvısına daha kolay geçmesi
   II. Metabolizma atıklarının kılcal damarlara daha kolay geçmesi
   III. Doku sıvısının kılcal damarlara daha kolay geçmesi
   IV. Doku sıvısı miktarının azalması
   durumlarından hangilerinin gerçekleşmesi beklenir? (2000-ÖSS)
   A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) III ve IV E) II, III ve IV

7. **İnsan vücudunda gerçekleşen hormonal olaylardan bazıları şunlardır:**
   I. Glukagon hormonu miktarının artırılarak kanda glukoz miktarının artırılması
   II. Aldosteron hormonu miktarının azaltılarak vücuttan sıvı kaybının sağlanması
   III. Vazopressin hormonu miktarının artırılarak vücutta su tutulmasının sağlanması
   Bu olaylardan hangilerinin gerçekleşmesi, yüksek kan basıncının normal düzeyine geri dönmesini sağlar? (ÖSS 2009 Fen-2)
   A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

8. Aşağıda verilen grafik, bir insanda hastalık öncesi, hastalık anında ve hastalık sonrası akyuvar sayılarındaki değişimi göstermektedir.

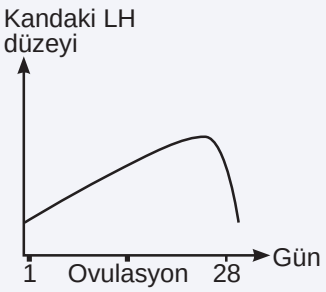


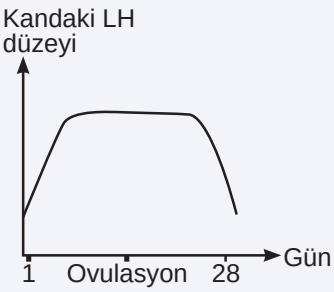
   Bu grafiğin hangi aralığında kişi tamamıyla iyileşmiştir?
   A) I B) II C) III D) IV E) V

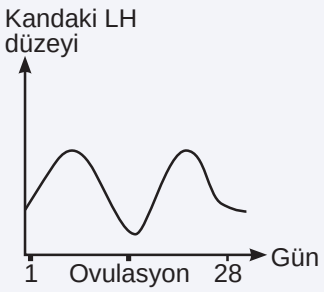
9. Omurgalılarda aşağıdaki sistemlerden hangisi dış ortama **açılmaz?** (ÖSS 2007-Fen1)
   A) Üreme B) Boşaltım C) Sindirim D) Solunum E) Dolaşım

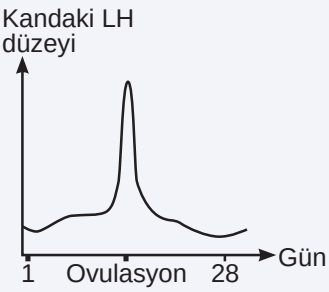
10. Aşağıdakilerden hangisi solunum sisteminin sinirsel denetimine örnek olarak gösterilebilir? (ÖSS 2009 Fen-2)
   A) Sigara dumanında bulunan karbon monoksitin alyuvarların oksijen bağlama kapasitesini düşürmesi
   B) Dalgıçların hızla yüzeye çıkmaları sonucunda kanda erimiş hâldeki azotun gaz hâline geçmesi
   C) Kandaki karbon dioksit miktarının artışına bağlı olarak soluk alıp vermenin hızlanması
   D) Astım hastalarının alveollerinin daralması sonucu soluk alıp vermelerinin güçleşmesi
   E) Yüksek yerlerde yaşayan insanların kanındaki alyuvar sayısının fazla olması

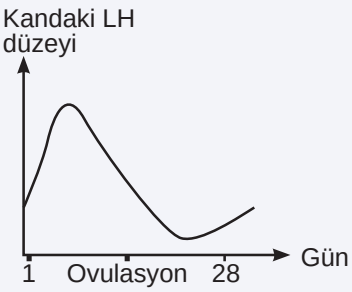
11. İnsanda dişi bireyde, normal bir menstrual döngü sırasında, kandaki LH hormonunun miktarındaki değişimi, aşağıdaki grafiklerden hangisi gösterir? (ÖSS 2007-Fen2)

A)


B)


C)


D)


E)


12. Normal bir insanda yoğun bir egzersiz sonucunda aşağıdakilerden hangisi **gerçekleşmez?** (ÖSS 2007-Fen2)

A) Kandaki karbon dioksit miktarının artması
B) Kan pH'sının yükselmesi (Kanın bazikleşmesi)
C) Soluk alıp verme hızının artması
D) Dokulardaki oksijen miktarının azalması
E) Hücrelerdeki ADP miktarının artması

13. **Bir insana,**

I. Kızamık aşısı yapıldıktan bir süre sonra kızamık etkeninin verilmesi,
II. Suçiçeği hastalığı geçirmeden suçiçeği etkeninin verilmesi,
III. Kabakulak hastalığı geçirdikten sonra kabakulak etkeninin verilmesi

uygulamalarından hangilerinin sonucunda o insanın hastalanması beklenir? (ÖSS 2008-Fen1)

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

14. **İnsanlarda kan proteinleri,**

I. Kanın pıhtılaşmasında rol oynama
II. Sindirilmiş besin maddelerini taşıma
III. Kan plazmasının ozmotik basıncını dengelemede rol oynama
IV. Vücudun bağışıklık tepkisinde rol oynama

işlevlerinden hangilerini gerçekleştirir? (2001-ÖSS)

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

Ünite Sonu Değerlendirme

15. Aşağıdaki damarlardan hangisi, herhangi bir değişime uğramadan aorta geçecek olan kanı taşır? (1999-ÖSS)

A) Akciğer toplardamarı B) Karaciğer toplardamarı C) Üst ana toplardamar
D) Bağırsak toplardamarı E) Alt ana toplardamar

16. Memeli hayvanlarda mide öz suyu salgılanması konusunda, aşağıdaki deneyler yapılmış ve belirtilen sonuçlar alınmıştır:

1. Deney: Aynı türe ait iki memeli hayvanın uygun iki damarı arasına konan özel bir boruyla dolaşım sistemleri birbirine bağlanmıştır. Birbirini görmesi engellenen bu iki hayvadan birincisine ağzından besin verildikten sonra midesinde mide öz suyu salgılandığı; ikinci hayvana besin verilmediği hâlde onun midesinde de mide öz suyu salgılandığı saptanmıştır.

2. Deney: Birinci deneydeki aynı türe ait başka bir memeli hayvanın yemek borusu enine kesilmiş ve kesik uçlar dışarıda olacak şekilde boyun bölgesine tutturulmuştur. Bu deney hayvanına ağızdan besin verildiğinde, besinin kesik uçtan dışarı çıkmasına ve hayvanın midesine ulaşmamasına karşın, midesinde mide öz suyu salgılandığı saptanmıştır.

Bu iki deneyden alınan sonuçlar, bu memeli hayvanlarda mide öz suyu salgılanmasının,

I. sinirsel,
II. hormonal,
III. mekanik

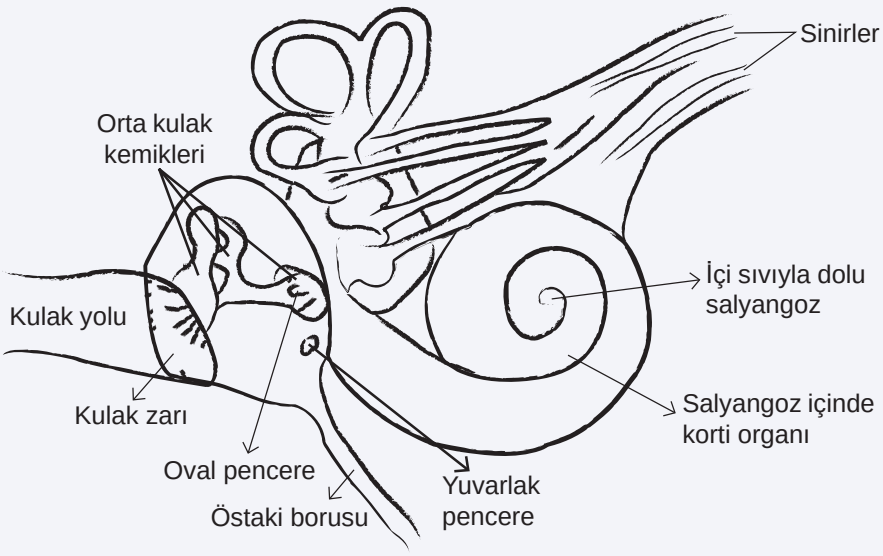
yollardan hangileriyle uyarıldığını destekler? (2003-ÖSS)

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

17. Aşağıdaki hayvanların hangisi gaz alış verişinin tamamını deri ile gerçekleştirir?

A) Midye B) Toprak solucanı C) Tavuk D) Kurbağa E) Fare

18. **Aşağıdaki şemada, insan kulağında sesin işitilmesini sağlayan yapılar gösterilmiştir.**



Şemada verilen yapılardan hangisinin gerçekleştirdiği görev doğru olarak verilmiştir?

A) Salyangoz - Orta kulak ile dış ortam arasında hava basıncını dengeleme
B) Corti organı - Ses dalgalarını impulsa çevirme
C) Östaki borusu - Ses dalgalarının şiddetini artırma
D) Kulak zarı - Havada yayılan ses dalgalarını sıvıda yayılan dalgalara çevirme
E) Orta kulak kemikleri - Ses dalgalarını beyne iletme

19. Bir tehlike ile karşılaşan hayvanda etkin hâle gelen organ ve sistemler aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru sırayla verilmiştir?

A) Duyu organları - kas sistemi - iç salgı bezleri - sinir sistemi
B) Kas sistemi - sinir sistemi - duyu organları - iç salgı bezleri
C) Duyu organları - sinir sistemi - iç salgı bezleri - kas sistemi
D) Sinir sistemi - duyu organları - kas sistemi - iç salgı bezleri
E) Duyu organları - kas sistemi - sinir sistemi - iç salgı bezleri

20. İnsanlarda kan gruplarını, alyuvarlarda bulunan özel proteinler belirler. Kan gruplarının plazmalarında ise alyuvarlarındaki proteinlerle ilgili anti maddeler bulunabilir. A kan grubunun plazmasında Anti B, B kan grubunun plazmasında Anti A bulunur. AB kan grubunun plazmasında bu anti maddelerin hiçbiri bulunmazken, 0 kan grubunun plazmasında her iki anti madde de bulunur. Bu anti maddeler, karşı oldukları proteinleri içeren kan grubundaki alyuvarların çökelmesine neden olur.

Bir deneyde hangisinin Anti A, hangisinin Anti B olduğu bilinmediği için Anti X ve Anti Y olarak adlandırılan bu maddeler, I, II, III ve IV numaralı kan örneklerine ayrı ayrı uygulanmış ve aşağıdaki tabloda belirtilen çökelme reaksiyonları alınmıştır.

Kan örneği numarası	Çökelme reaksiyonları	
	Anti X	Anti Y
I	Çökelme var	Çökelme yok
II	Çökelme yok	Çökelme var
III	Çökelme var	Çökelme var
IV	Çökelme yok	Çökelme yok

Bu bilgilere dayanarak, kaç numaralı kan örneklerinin, hangi kan grubundan olduğu **belirlenemez?** (2003-ÖSS)

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

21. Bir araştırmacı, insanda, karaciğere giren ve çıkan damarlardaki kanda glikoz yoğunluğunu yemekten hemen önce ve bol karbonhidratlı yemekten bir süre sonra ölçmüş ve aşağıdaki bulguları saptamıştır:

Yemekten hemen önce yapılan ölçüm

Karaciğere giren damardaki kanda glikoz yoğunluğu $<$ (Küçüktür) Karaciğere çıkan damardaki kanda glikoz yoğunluğu

Yemekten bir süre sonra yapılan ölçüm

Karaciğere giren damardaki kanda glikoz yoğunluğu $>$ (Büyüktür) Karaciğere çıkan damardaki kanda glikoz yoğunluğu

Bu bulgular, karaciğerin,

I. Fazla glikozu depolama
II. Glikojenden glikoz oluşturma
III. Gerektiğinde, kandaki glikoz miktarını yükseltme

işlevlerinden hangilerine doğrudan kanıt sağlar? (2000-ÖSS)

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

Ünite Sonu Değerlendirme

E. 1. Aşağıda insanın sindirim sisteminde bulunan yapılar ve bu yapıların salgıları verilmiştir. Bu salgıların başında verilen numarayı salgılandıkları yapının yanındaki boşluklara yazınız (Her boşluğa bir ya da birden fazla numara yazılabilir).

Sidirim sistemi yapıları	Salgılar
Tükürük bezleri (----------) Kalın bağırsak (----------) İnce bağırsak (----------) Karaciğer (----------) Pankreas (----------) Mide (----------)	1. Sekretin 2. Amilaz 3. Tripsinojen 4. HCl 5. Kolesistokinin 6. Kimotripsinojen 7. Gastrin 8. Mukus 9. Lipaz 10. Safra 11. Maltaz

2. Aşağıdaki tabloda insanda sinir sistemi ve duyu organları ile ilgili bazı kavramlar ve bu kavramlarla ilgili açıklamalar verilmiştir. Kavramları verilen açıklamalarla eşleştirerek parantez içinde verilen boşluklara numaraları yazınız.

Kavramlar	Açıklamalar
(----) Sarı bölge (----) Corti organı (----) Korun tabakası (----) Sarı benek (----) Motor sinir (----) Sinaps boşluğu (----) Eşik şiddeti (----) Kör nokta (----) Duyu nöronu (----) Nörotransmitter (----) Ara Nöron	1. Sinir hücresi tarafından sinaps boşluğuna salgılanan ve impuls iletimini sağlayan kimyasal maddeler 2. Vücuttaki reseptörlerden aldıkları uyartıları merkezî sinir sistemine taşıyan sinir 3. Bir nöronun aksonu ile diğer nöronun karşılaştığı bölgede iki hücre arasındaki boşluk 4. Gözün retinasında görüntünün en net oluştuğu bölge 5. Merkezî sinir sisteminin emirlerini ilgili organlara taşıyan sinir hücreleri 6. Bir sinir hücresinde impuls meydana getirebilecek en düşük uyartı şiddeti 7. Deride keratinleşmiş hücrelerden oluşmuş yapı 8. Görme sinirlerinin gözden çıktığı nokta 9. Kohlear kanalın içerisinde bulunan işitmeden sorumlu kısım 10. Burun boşluğunun üst kısmında kokunun algılandığı alan

3. Aşağıdaki tabloda beynin bölümleri ve görevleri verilmiştir. Beynin bölümlerinden her birini uygun iki görev ile eşleştirerek parantez içinde verilen boşluklara numaraları yazınız.

Beynin bölümleri	Görevleri
(…..,…..) Omirilik soğanı (…..,…...) Beyincik (…..,……) Beyin yarım küreleri	1. Hareketleri kontrol etme 2. İç organlarla ilgili refleksleri kontrol etme 3. Dengenin sağlanması 4. Dolaşım, solunum vb. olayları düzenleme 5. Konuşma ve anlamayı sağlama 6. Resim ve müzik gibi yetenekleri kontrol etme

F. Aşağıdaki tabloda endokrin bez, salgıladığı hormon ve bu hormonun fizyolojik etkileri ile ilgili bölümler verilmiştir. Boşlukları doldurarak tabloyu tamamlayınız.

Endokrin Bez (Organ)	Salgıladığı Hormon	Hormonun Fizyolojik Etkisi
……	……	Erkek eşey karakterlerinin gelişmesini uyarır.
……	Östrojen	……
……	……	Gebeliğin devamı için önemlidir.

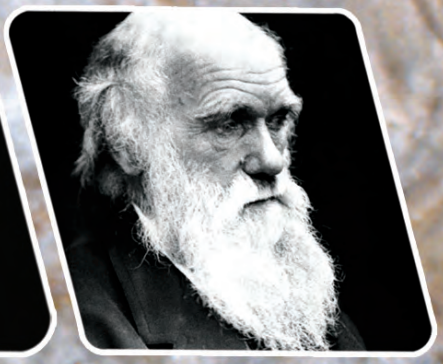
G. Aşağıda verilen Yapılandırılmış Grid'de numaralandırılmış kutucuklarda hayvan biyolojisi ve insan ünitesinde öğrendiğiniz bazı kavramlar verilmiştir. Kutucuk numaralarını kullanarak aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

1	Gözyaşı	2	Trake	3	Villus	4	Böbrek
5	Pankreas	6	Hemoglobin	7	Mide öz suyu	8	İdrar kesesi
9	Tükürük	10	Solungaç	11	Antijen	12	Üreter
13	Nabız	14	Diyafram	15	Mukus	16	Akyuvar

1. Yukarıdaki kavramlardan hangisi / hangileri vücut savunması ile ilgilidir?
2. Yukarıdaki kavramlardan hangisi / hangileri solunum ile ilgilidir?
3. Yukarıdaki kavramlardan hangisi / hangileri üriner sisteme ait yapıdır?
4. Yukarıdaki kavramlardan hangisi / hangileri dolaşım ile ilgilidir?
5. Yukarıdaki kavramlardan hangisi / hangileri sindirim ile ilgilidir?

II. Ünite

Hayatın Başlangıcı ve Evrim



Fosiller eski çağlarda toprak altına gömülüp kalmış, yapı ve görünüş alarak taşlaşmış hayvan ve bitki kalıntılarıdır. Fotoğrafta gördüğünüz 50 milyon yıllık balık fosiline (Genus priscacara), Amerika Birleşik Devletleri'nin Wyoming Eyaleti'nde dünyanın en ünlü fosil oluşumlarının bulunduğu Green River bölgesinde rastlanmıştır. Bu balık fosilinde olduğu gibi bölgede bulunan farklı türlere ait fosillerde de yumuşak dokuların büyük bir kısmı aynen korunmuştur. Bilim insanları canlı türlerinde zamana bağlı olarak meydana gelen değişimleri fosilleri inceleyerek tespit edebilmektedirler. Fosiller bize; yeryüzünde canlıların nasıl ortaya çıktığı, yeryüzünde nerelere ve nasıl yayıldığı, yayılırken ne gibi değişimler geçirdiği konusunda ipuçları sunmaktadır. Fosillerden ve birçok bilim dalının araştırmalarından elde edilen bilgiler yardımıyla, hayatın başlangıcı ve evrim anlaşılmaya çalışılmaktadır.

A. HAYATIN BAŞLANGICI
B. EVRİM

Bilim insanları yeryüzündeki değişim sürecinin anlaşılmasını kolaylaştırmak amacıyla dünya tarihini resimde gösterildiği gibi dönemlere ayırarak incelemişlerdir. Bilim insanları; ilk canlının oluşumunu, farklı canlı türlerinin ortaya çıkmasını, türlerin doğal gelişim süreçlerini ve bugünkü hâle nasıl geldiklerini, bazı türlerin soyunun nasıl tükendiğini, jeolojik devirlerde meydana gelen değişimleri inceleyerek açıklamaya çalışmışlardır.

A. HAYATIN BAŞLANGICI

Asırlardır yeryüzünde hayatın nasıl başladığını düşünen insanoğlu hayatın başlangıcına açıklık getirmek için çeşitli görüşler ileri sürmüştür.

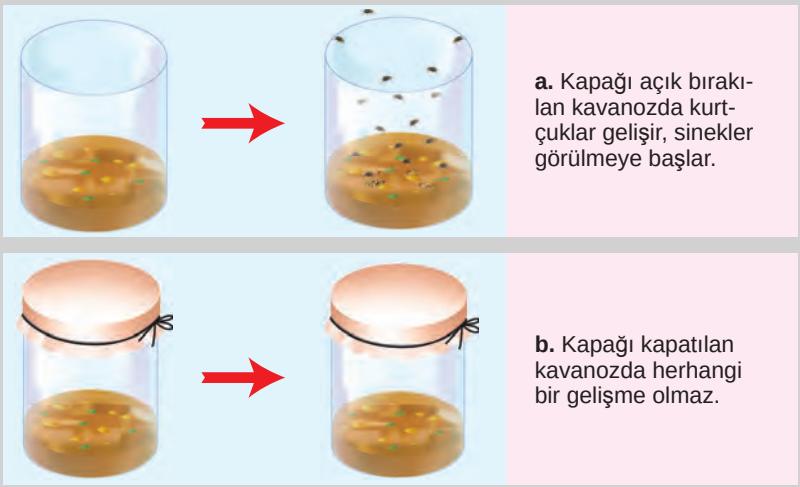
1. Abiyogenez ve Biyogenez Görüşleri

Geçmişte insanlar, böceklerin yemek artıklarından, güvelerin yünden, farelerin buğdaydan oluştuğuna yaygın olarak inanırlardı. Hatta Doğu'dan gelen bazı seyyahlar içinde kuzu bulunan, kavuna benzer meyveleri olan ağaçların bulunduğunu söylerlerdi.

Aristo (MÖ 384-322) canlıların oluşumu hakkında ilk görüşü ortaya atan araştırıcıdır. Abiyogenez olarak adlandırılan bu görüşe göre canlılar, cansız maddelerden kendiliğinden oluşmuştur. Bu hipoteze göre cansız maddeler içinde aktif öz denen bir şey vardır. Bu aktif öz yeni bir canlıyı oluşturma yeteneğine sahiptir.

Aristo, aktif özü bir madde gibi düşünmeyip iş yapma yeteneği olarak kabul etmiştir. Doğanın basitten karmaşığa doğru değişim gösterdiği fikrini savunmuştur.

İnsanlar hiçbir bilimsel kaynağa dayanmayan, kontrollü deneylerle ispatlanamayan bu görüşe yıllarca inanmışlardır. Örneğin 17. yüzyılda yaşayan Belçikalı J. B.Van Helmont (Van Helmont), kirli insan gömleği ve buğday taneleri bir araya koyulduğunda farelerin oluştuğunu düşünmüştür. Daha sonra İtalyan biyoloğu F. Redi (Redi) 1668 yılında abiyogenez görüşünü çürüten kontrollü deneyler yapmıştır (Şekil 2.1.1).



a. Kapağı açık bırakılan kavanozda kurtçuklar gelişir, sinekler görülmeye başlar.

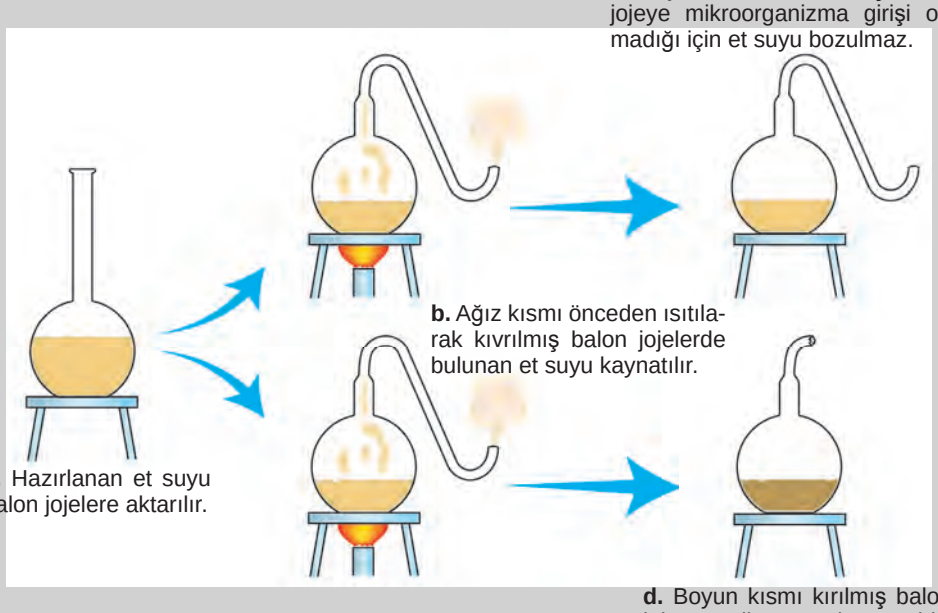
b. Kapağı kapatılan kavanozda herhangi bir gelişme olmaz.

Şekil 2.1.1. Redi'nin deneyi

Redi, deneyinde et kullanmıştır. Etleri iki kavanoza eşit miktarda yerleştirerek kavanozlardan birinin ağzını açık bırakmış, diğerinin ağzını sıkıca kapatmıştır. Birkaç gün sonra ağzı açık kavonozdaki içeriğin kurtlandığını ve sineklerin de kavanoza girip çıktığını gözlemlemiştir. Ancak birkaç gün geçmesine rağmen ağzı kapalı kavanozda bir tek kurtçuğun dahi görülmediğini tespit etmiştir. Bunun sonucunda Redi, aynı ortamda bulunan cansız maddelerin bir araya gelerek bir canlı oluşturmadığını, sineklerin açık kavanozda kurtlanmaya sebep olduğunu, kurtçukların da sineğe dönüştüğünü gözlemiştir. Böylece canlıların yine kendine benzer canlılardan oluştuğu görüşünü ortaya atmıştır. Daha sonra yapılan çalışmalarda da Redi'yi destekleyen sonuçlar alınmıştır.

Fransız bilim adamı Pasteur (Pastör), mikroorganizmaların kendi kendine mi oluştuğunu, yoksa daha önce var olan mikroorganizmaların çoğalmasıyla mı meydana geldiğini kanıtlamak için çeşitli deneyler yapmıştır (Şekil 2.1.2). Deneylerinde hazırladığı et suyu karışımını iki adet kuğu boyunlu balon jojeye aktarmıştır. Her ikisini de ocak üstüne yerleştirerek steril etmek amacı ile kaynatmıştır. Daha sonra balon jojelerden birinin boyun kısmını kırmıştır. Kaynatma işleminden bir kaç gün sonra Pasteur, boyun kısmı kırılmış olan balon joje içindeki sıvıda mikroorganizmaların üredığini gözlemiş, bu mikroorganizmaların ha-

vada bulunan sporlardan kaynaklandığı sonucuna varmıştır. Pasteur, boyun kısmı kırılmamış balon joje içindeki sıvının steril kaldığını defalarca gözlemiştir. Bunun nedeni balon jojenin boyun kısmının yapısından dolayı mikroorganizmalar ve bunların sporlarının et suyu karışımına ulaşamamasıdır (Şekil 2.1.2). Abiyogenez görüşü, Redi'den sonra Pasteur'ün yaptığı çalışmalar ile tamamen çürütülmüştür. Yapılan bu bilimsel çalışmalar sonucunda canlının, canlıdan oluştuğu **biyogenez görüşü** ortaya çıkmıştır. Bu görüşe göre canlılar kendiliğinden değil, önceki atalarından türemiştir.



Şekil 2.1.2. Pasteur'ün deneyi

Biyogenez görüşü canlıların nasıl oluştuğunu açıklar. Ancak "İlk organizmalar nasıl oluştu?" sorusuna cevap veremez. Bu soruya cevap bulmak için başka görüşler ortaya atılmıştır:

2. Panspermia Görüşü

Bu görüşe göre, hayat yeryüzüne başka gezegenlerden gelmiştir. Panspermia görüşü olarak bilinen bu görüşü savunanlar, bilinmeyen bir zamanda uzaya dağılmış olan spor veya tohumların, daha sonra dünyamıza gelerek hayatı başlattığını kabul etmektedirler. Ancak başka gezegenlerden dünyamıza geldiği iddia edilen bu spor ve tohumların, uzun yolculukları sırasında çok yüksek ve düşük sıcaklıklara, öldürücü radyasyonlara nasıl dayanabildiği açıklanamamıştır. Uzay hakkındaki mevcut bilgilerimize göre bu spor ve tohumların uzaydan dünyamıza canlı olarak gelebilmesi imkânsızdır (Resim 2.1.1).

Bu görüşle yeryüzüne hayatın başka bir gezegenden geldiği kabul edilse bile o gezegende hayatın nasıl başladığına yönelik bir açıklama getirilememiştir.

Resim 2.1.1. Son yıllarda yapılan uzay araştırmalarına göre uzay şartlarında canlı tohumların ya da sporların dünyamıza taşınabilmesi imkânsızdır.

3. Ototrof Görüşü

Ototrof görüşü, canlıların temel özelliklerinden biri olan beslenmeyi ön plana çıkararak canlılığın nasıl başladığı sorusunu açıklamaya çalışan bir görüştür. Bu görüşe göre ilk canlının inorganik maddelerden organik besinleri üretebilmesi gerekir. Dünyamızda ilk meydana gelen canlı ototrof bir canlıdır. Ototroflar organik besinleri üretebildiğine göre kompleks yapıya sahip organizmalardır. Bazı biyologlar, ilk meydana gelen canlının, bu kompleks yapıyı kazanabilmesi için milyonlarca yıllık değişmeler geçirmesi gerektiğini savunmuştur. Bu sorular karşısında ilk ototrof canlının nasıl meydana geldiğini açıklayamayan ototrof görüşü fazla destek bulamamıştır. Ototrof görüşü canlının oluşumunu açıklamaktan ziyade ilk canlının nasıl beslendiğini açıklayan bir görüştür.

4. Heterotrof Görüşü

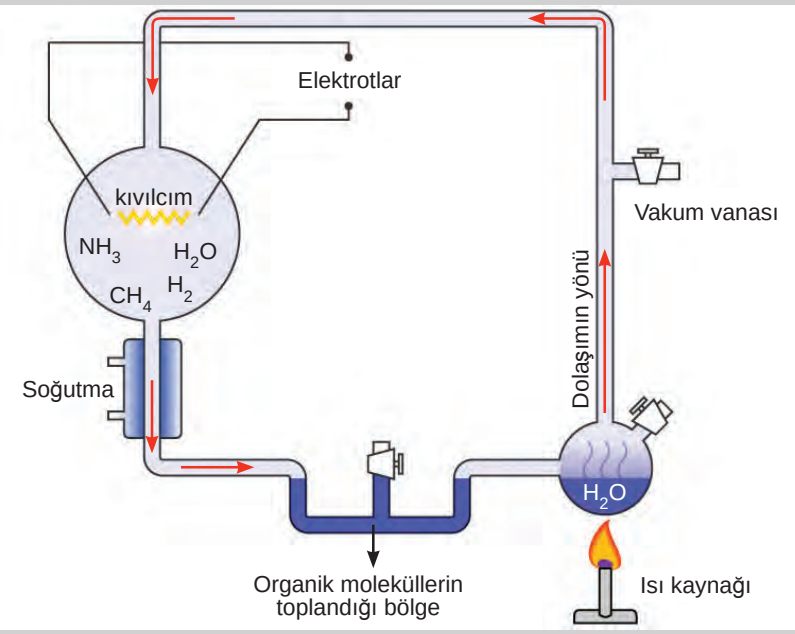
Bu görüşe göre ilk canlı basit yapılı heterotrof bir organizmadır. Bu görüş canlıların, cansız maddelerin uzun bir "kimyasal evrim" geçirmesiyle meydana geldiğini varsayar.

Oparin (Opırin) ve Haldane (Helden) 1929 yılında yaptıkları çalışmalarda cansız maddelerin bir araya gelerek canlıları nasıl oluşturduğunu açıklamaya çalışmışlardır. İlk atmosferde serbest oksijenin bulunmadığını, oksijenin su ve oksitlere bağlı olabileceğini, ayrıca ilk atmosferde metan (CH_4), amonyak(NH_3), hidrojen (H_2) ve su (H_2O) buharının da bulunabileceğini söylemişlerdir. İlkel atmosfer ve denizlerde bulunan bu öncül moleküllerden mor ötesi ışınların etkisi ile organik moleküllerin sentezlendiğini ileri sürmüşlerdir.

Yaşam başlamadan önce hangi organik bileşiklerin ortaya çıktığı sorusuna Chicago (Şikago) Üniversitesinde Harold Urey (Herıld Yuriy) cevap bulmak için ilkel yerkürenin koşullarına benzer koşullar oluşturmayı düşünmüştür. 1953 yılında Urey'in öğrencisi Stanley Miller (Stenli Milır) ise bunu bir deneyle açıklamaya çalışmıştır.

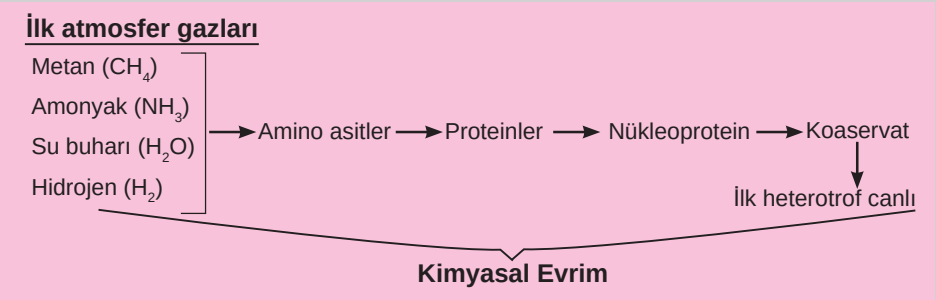
Miller, kapalı bir deney düzeneği kurarak düzeneğe amonyak, metan, hidrojen ve su koymuştur. Bu düzeneği bir taraftan ısıtmış, diğer taraftan da karışım üzerine çok yüksek enerjili elektrik kıvılcımları uygulamıştır. 7 gün süren deneyin sonunda, toplama kabında bazı amino asitlerin de aralarında bulunduğu çeşitli organik maddelerin oluştuğunu görmüştür (Şekil 2.1.3).

Miller'ın deneyinde bazı organik maddelerin meydana gelmesi, bilim insanlarına ilk canlı moleküllerinin de buna benzer bir olayla meydana geldiğini düşündürmektedir. Bilim insanlarına göre; su birikintilerinde, denizlerde ve okyanuslarda oluşan amino asitler birbirleri ile reaksiyona girerek proteinlere dönüşmüştür. Proteinlerin bir kısmı enzim olarak



Şekil 2.1.3. Miller, deneyinde çeşitli inorganik maddelerden organik moleküllerin oluşabileceğini göstermeye çalışmıştır.

iş görmüş ve bu enzimler nükleik asit ve polisakkaritler gibi diğer moleküllerin oluşumunu hızlandırmıştır. Böylece ortamdaki nükleik asitler proteinlerle kümeler oluşturarak "nükleoproteinleri" meydana getirmiştir. Nükleoproteinler de önce koaservat adı verilen ön hücrelere, sonra da basit yapılı ilk heterotrof canlılara dönüşmüştür (Şema 2.1.1).



Şema 2.1.1. Heterotrof hipotezine göre ilk canlının oluşumu

Heterotrof görüşü ile igili çalışmalar hâlâ devam etmektedir. Ancak bugüne kadar yapılan çok sayıdaki deneyde, bazı özel koşullar altında amino asitlerden proteinlerin meydana geldiği gösterilmiş olmasına rağmen cansız maddelerden canlı organizmaların meydana geldiğini gösteren kesin bir sonuç alınamamıştır. Bu da gösteriyor ki hayatın yeryüzünde nasıl başladığını açıklamak, oldukça karmaşık bir problemdir.

5. Yaratılış Görüşü

Yaratılış görüşüne göre canlılar nasıl oluşmuştur? Yaratılış, türden türe değişimi kabul eder mi?

Kutsal kitaplara göre evrendeki bütün canlı ve cansız varlıklar Tanrı tarafından yaratılmış olup bu yaratma bir anda olabileceği gibi yavaş yavaş da olabilmektedir. Bu kitaplar, Tanrı'nın hiç bir aracı olmadan evrende bulunan atomdan galaksilere kadar her şeyi düzenli, planlı ve programlı yarattığını belirtir.

Yaratılış görüşüne göre; türler, birbirleri ile bağlantıları olmaksızın yaratılmışlardır ve yeryüzüne dağılmışlardır. Bu canlılar ilk yaratıldıkları günden beri tür içinde bazı değişmeler geçirmiş olmakla birlikte tamamen başka türlere dönüşmemiştir. Çevre şartlarında meydana gelen değişimler var olan türleri etkilemektedir. Bu değişimler yeni türlerin meydana gelmesinde herhangi bir rol oynamamaktadır.

Sonuç olarak yaratılış görüşü, evrenin Tanrı'nın koyduğu kurallar çerçevesinde belirli bir düzene göre işlediğini ve bu düzenin tesadüfen, kendiliğinden oluşamayacağını belirtir. Bu görüşe göre evrendeki her bir varlık bir amaca yönelik yaratılmıştır. Bu amacı belirleyen de Tanrı'dır.

B. EVRİM

Yeryüzü geçmişten günümüze çevresel değişimler geçirmektedir. Bu çevresel değişimler pek çok canlı türünde de zamanla değişimlere neden olmuştur. Canlıların başlangıçtaki durumlarından günümüzdeki çeşitliliğin ortaya çıkmasına kadar geçirdiği değişimlerin tümü **evrim** olarak tanımlanır. Evrim ile ilgili yapılan kapsamlı çalışmalar 18. yüzyılda başlamıştır. Bu döneme kadar doğa bilimciler yerkürenin yaşının genç olduğunu ve türlerin değişmediğini düşünmüşlerdir. Bu yıllarda jeoloji bilimindeki önemli ilerlemeler sayesinde tortul kayaçların tabakalar hâlinde yerleştiği belirlenmiştir. Bu kayaçların içinde bulunan fosillerin incelenmeye başlanması ile de **paleontoloji** bilimi adı verilen yeni bir bilim dalı ortaya çıkmıştır. Paleontolojik çalışmalar sonucunda bu tabakalar arasında birbirinden farklı fosiller bulunduğu ve tabakaların

yaşı arttıkça burada bulunan fosillerin günümüzdeki canlılara daha az benzediği gözlenmiştir. Fosillerin araştırılması ile elde edilen sonuçlar günümüzden milyonlarca yıl önce yaşamış bazı türlerin zamanla değiştiğini veya yok olduğunu göstermiştir (Resim 2.1.2). Örneğin dinozorlar yeryüzünde yaklaşık 215 milyon yıl önce ortaya çıkmıştır. Bu canlıların yaklaşık 65 milyon yıl önce soyu tükenmiştir. Yine bugünkü fillerin atası olan mamutlar ise yaklaşık 32-33 bin yıl önce yaşamış, 10 bin yıl önce de soyu tükenmiştir. Dinozor ve mamutlar hakkında sahip olduğumuz bilgiler fosil kayıtlardan sağlanmıştır. Evrim araştırmaları yapan bilim insanlarına göre canlılarda küçük değişimlerin oluşması asırlarca sürebilir, bu da insan hayatı için oldukça uzun bir süredir. Bu nedenle bir türün geçirdiği evrimsel sürecin belirlenmesi, türler arası benzerliklerin gözlenmesine ve bu türe benzerlik gösteren fosillerin incelenmesine dayanır.

Resim 2.1.2. Yaklaşık 32-33 bin yıl önce Avrupa'da ve Asya'da yaşamış, 10 bin yıl önce soyu tükenmiş mamutun (*Mammuthus primigenius)* Kanada'da bir müzede sergilenen iskeleti ve maketi

18. yüzyıldan sonraki dönemlerde bilim insanları türlerin değişebileceği fikrini savunmuşlardır. Bu konuda çalışma yapan pek çok bilim insanı vardır. Ancak günümüzde de adından en çok söz edilen, evrim ile ilgili gözlemler yapan ve bunları bir kitap olarak yayımlayan ilk araştırmacılar Lamarck ve Darwin'dir.

1. Lamarck'ın Görüşleri

Lamarck, 1809'da "Zoolojinin Felsefesi" adlı bir eser yayımlamıştır. Bu kitap Lamarck'ın evrim hakkındaki görüşlerini açıklamaktadır. Lamarck'ın görüşüne göre türler, sonradan kazanılan karakterlerin yeni nesillere aktarılması ile değişmekte ve evrimleşmektedir. Çevredeki değişiklikler, bu alanda yaşayan hayvan türlerini etkileyerek bazı değişimler meydana getirir. Lamarck, bu değişimin içten gelen uyarılarla olduğunu, böylece hayvanın yeni özellikler kazanarak çevreye uyum sağladığını söylemiştir.

Lamarck, düşüncelerini ispatlamak için doğayı incelemiş ve iki görüş ortaya atmıştır: Bunlardan birincisi, kullanılan organların geliştiği, kullanılmayanların ise köreldiği görüşüdür. Lamarck'ın ikinci görüşü ise sonradan kazanılan karakterlerin kalıtımıdır. Lamarck'a göre herhangi bir hayvan, hayatı boyunca kazanmış olduğu karakterleri yavru döllere aktarmıştır. Lamarck fikrini açıklamak için kitabında zürafaları örnek olarak vermiştir (Resim 2.1.3). Lamarck'a göre bugünkü zürafaların atalarının boyunları daha kısaydı. Bu hayvanlar ağaçlardaki yapraklara uzanabilmek için sürekli boyunlarını gerip uzatmak zorunda kaldılar. Böylece bireylerin boynu uzadı ve kazandıkları uzun boyunluluk karakterini yavru döllere aktardılar. Sonuçta uzun boyunlu zürafalar evrimleşmiş oldu.

Resim 2.1.3. Lamarck'ın görüşüne göre zürafa, taze yapraklara ulaşmak için boynunu gerip uzanmak zorunda olduğundan, zamanla kazandığı bu karekteri yavru döllere aktarmıştır.

Daha sonraki bilimsel çalışmalar, Lamarck'ın "Sonradan kazanılan karakterler kalıtımla yavru döllere aktarılır." görüşünün doğru olmadığını ortaya koymuştur. Örneğin Weismann (Vaysmın) fareler ile yaptığı deneyde 20 döl boyunca ebeveynlerin kuyruğu kesilmesine rağmen 21. dölde meydana gelen yavruların yine kuyruklu doğduğunu saptamıştır. Bu da sonradan kazanılan karakterlerin yavrulara aktarılmadığını göstermiştir. Eğer Lamarck'ın ikinci görüşü doğru olsaydı bizler anne ve babalarımızın sonradan kazandığı özelliklere sahip olabilirdik. Örneğin iyi bir yüzücünün çocuğu da ebeveyninin spor yaparak kazandığı kaslara sahip iyi bir yüzücü olurdu.

Lamarck evrim hakkında öne sürdüğü her iki görüşünü de kanıtlayamamıştır. Canlıların nasıl evrimleştiği sorusuna da yeterli kanıtlar bulamayan Lamarck'tan elli yıl sonra Charles Darwin (Çarls Darwin) , evrim teorisi için kanıtlar ortaya sürerek evrimin meydana gelişini açıklamaya çalışmış, Batı dünyasında büyük ilgi toplamıştır.

2. Darwin'in Görüşleri

Resim 2.1.4. Darwin, evrim görüşünü bilimsel veriler ile desteklemeye çalışmıştır.

Charles Darwin (Resim 2.1.4) genç yaşta dünya çevresinde biyolojik ve jeolojik araştırma gezileri yapan Beagle (Bigıl) adında bir gemi ile 5 yıllık bir araştırma turuna katılmıştır Bu gezi ile Atlas Okyanusu'ndaki adalarda, Güney Amerika'da, Galapagos Adaları'nda, Yeni Zellanda'da, Avustralya'da ve Güney Afrika'da gözlemler yapmıştır. Bu çalışmaları sırasında ispinoz kuşlarını ve kaplumbağa kabuklarını incelemiştir. Sonuç olarak türlerin belirli sayıda ve değişmez olmayıp zaman içinde farklılaşabildiği ve bu farklılaşmanın doğal seçilim yolu ile ortaya çıktığı görüşünü ileri sürmüştür. Günümüzde **evrim teorisi** olarak bilinen bu görüş hakkında araştırmalar ve tartışmalar hâlâ sürmektedir.

Darwin, görüşünü desteklemek için, Beagle gemisi ile katıldığı araştırma gezisinden elde ettiği verilerden yararlanmıştır. Ayrıca bitki ve hayvan yetiştiricilerinin daha iyi ırklar elde etmek için seçerek üretim yapmalarından (yapay seleksiyon) yola çıkarak, bu olayın birkaç kuşak sonra evcil hayvan türlerinde önemli değişikliklere yol açtığını gözlemiştir. Darwin bir tür içinde belirli özelliklere sahip bireylerin seçilerek çoğaltılmasının ve diğer bireylerin popülasyondan ayıklanmasının evrimsel değişimin temeli olduğu sonucuna varmıştır.

Darwin, araştırmaları sırasında Thomas Malthus (Tamıs Maltıs)'ın insan popülasyonu üzerine yazdığı bir makaleyi okumuştur. Bu makalede insan nüfusunun kontrol edilmediği takdirde her 25 yılda bir geometrik katlanarak artacağı anlatılmaktadır. Ancak nüfus artışı üzerinde savaşlar, kıtlık, doğal afetler, bulaşıcı hastalıklar gibi çevresel faktörlerin kontrolü olduğu da belirtilmiştir. Darwin, Malthus'un makalesinde bahsettiği bu faktörlerin doğadaki bütün türler üzerinde de etkili olduğunu düşünmüştür. Darwin'e göre eğer nüfus artışı kontrol edilmezse bütün türlerde birey sayısı artacak ve çevre şartları yaşam için yetersiz kalacaktır. Ancak durum böyle değildir. Denge hâlindeki bir popülasyonda birey sayısı değişmez. Çünkü her kuşakta bazı bireyler salgın hastalıklar ve avlanma gibi çeşitli nedenlerden dolayı üreme çağına gelmeden ölür. Ölen bireylerin hangileri olacağı ise tesadüflere bağlı değil, bireyin yaşadığı ortama, adaptasyonuna bağlıdır. **Adaptasyon** bir bireyin yaşadığı ortam şartlarında yaşama ve üreyebilme şansını arttıran kalıtsal özelliklere sahip olmasıdır. Böylece değişen çevre şartlarında bir popülasyondaki bireylerden ortama uyum sağlayabilen güçlü bireyler hayatta kalır ve soyunu sürdürür. Zayıf olanlar ise ortadan kaybolur. Bu durum **doğal seçilim (doğal seleksiyon)** olarak tanımlanır.

Darwin uzun yıllar yaptığı araştırmalar ve gözlemlerinden çıkardığı sonuçlara dayanarak Evrim Teorisi'nin temelini atmıştır.Darwin araştır-

Araştıralım Öğrenelim

Darwin evrim görüşünü açıklamak için yapay seçilime uğramış güvercin ve çilek türleri üzerine çalışmalar yapmıştır. Bu çalışmaları araştırınız. Sözlü sunum ya da poster hazırlayarak çalışmalarınızı sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

ma gezisinden döndükten sonra 20 yıl boyunca Evrim Teorisi'ni destekleyecek verileri toplamaya devam etmiştir. Çalışmalarını tamamlayan Darwin, 1859 yılında Türlerin Kökeni adlı kitabını yayımlamıştır.

Darwin'in o yıllarda öne sürdüğü görüşleri ve bulguları günümüzde de hâlâ araştırılmakta ve yapılan bilimsel çalışmalar ışığında yeni yorumlara köken oluşturmaktadır. Çünkü bilimsel çalışmalar hemen bitirilmesi gereken bir görevi değil, durmadan devam eden bir süreci kapsamaktadır.

Araştıralım Öğrenelim

Çevresel değişikliklerin, varyasyonların ortaya çıkması ve türlerin evrimleşmesi üzerine nasıl bir etkisi vardır? Araştırınız. Edindiğiniz bilgileri sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

a. Darwin'in Gözlemleri Sonucu Ulaştığı Sonuçlar

Darwin'in Beagle (Bigıl) gemisi ile katıldığı gezi sırasında yaptığı gözlemler ve elde ettiği sonuçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Her türün bireyleri ergin hâle ulaştığında çok sayıda gamet üretir. Örneğin bir deniz kaplumbağası yüzlerce yumurta yapar. Ancak hiç bir zaman yumurtalardan çıkan yavruların tamamı hayatta kalmaz. Aynı kural bütün bitki ve hayvanlar için de geçerlidir. Çünkü yiyecek, su ve barınma şartlarının sınırlı olduğu durumlarda ortaya çıkan rekabet, yırtıcıların varlığı, hastalıklar, yavruların tümünün hayatta kalmasını engeller. Sonuç olarak popülasyondaki bireyler sınırlı kaynaklar için rekabet eder.

2. Aynı popülasyonda bile bireylerin taşıdıkları karekterler birbirinden farklı olabilir. Bireyler arasındaki bu genetik faklılığa **varyasyon** (kalıtsal farklılık) adı verilir (Resim 2.1.5). Varyasyonlar dölden döle aktarılır. Böylece populasyonda zor şartlara dayanıklı nitelikte olan bireylerin meydana gelme şansı olur. Örneğin bazı karakterleri taşıyan bireyler yiyecek bulma, yırtıcılardan kurtulma, aşırı sıcak ya da soğuğa dayanabilme gibi özellikleri sayesinde tür içindeki diğer bireylere göre üreme ve yaşama şansına daha fazla sahip olurlar. Bu özellikler canlıların çeşitli ortam şartlarına adaptasyon kazanmasını sağlar. Darwin'e göre doğal seleksiyon ile bir çevrenin en güçlü bireyleri seçilirken, güçsüz olanların popülasyondan elenmesi sağlanır. Bu şekilde önceki nesiller ile sonrakiler arasında zamanla farklar oluşmaya başlar. Farklılaşma yüzlerce veya binlerce kuşak boyunca devam eder ve farklılaşan bireyler arasında gen alış verişi meydana gelmezse birbirine akraba yeni türler ortaya çıkar.

Resim 2.1.5. Deniz kabuklarında (Liguus fasciatus) varyasyon

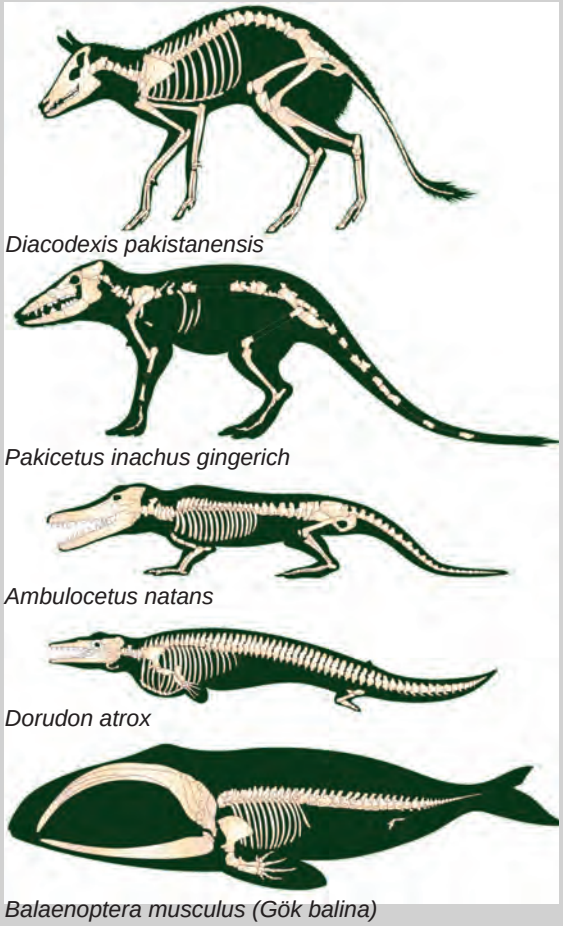
3. Fosillerin Araştırılmasından Elde Edilen Bilgilerin Yaşamın Anlaşılmasına Sağladığı Katkılar

Fosiller evrimin en güçlü kanıtlarıdır. Canlıların geçmiş zaman diliminde yaşadığı çevresel şartları ve biyolojik özelliklerini gösteren, günümüze kadar korunmuş olan kalıntılardır.

Araştıralım Öğrenelim

Fosilerin ve kayaçların yaşı nasıl hesaplanır? Araştırınız. Edindiğiniz bilgilerden bir sunum hazırlayarak sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Fosiller canlının sadece kemik, diş, kabuk vb. sert kalıntılarını değil aynı zamanda bıraktığı izleri de içerir. Fosiller eski çağlarda yaşamış canlılar ile günümüzde var olan canlılar arasındaki benzerlik ve farklılıkları kıyaslamayı sağlar ve canlılarda ne gibi değişimlerin oldu-



Resim 2.1.6. Günümüzde yaşayan balinaların ilk ataları olarak kabul edilen canlılara ait fosil çizimleri

ğunu gösterir. Örneğin Resim 2.1.6'da gördüğümüz fosillere bakılarak iskelet yapılarındaki benzerlik ve değişikliklerden dolayı bu canlıların balinanın ataları olduğu düşünülmektedir. Fosil oluşumu için özel koşullara gerek vardır. Çünkü bir organizma öldüğünde yumuşak dokular, bakteri ve mantarlar tarafından çürütülür. Sadece kemik ve kabuk gibi sert yapılar korunur. Havasız ortamda ve çok soğuk çevre şartlarında ise organizmanın bütün dokuları korunabilir. Bazen de yüksek oranda mineral içeren su içinde bulunan dokular, ortamın mineral özelliğinden dolayı taşlaşır. Ayrıca canlıların çamurda bıraktığı izler de uygun çevresel şartlar oluştuğunda taşlaşarak fosil hâline gelebilir. Bu sebepten çamur bakımından zengin olan okyanus tabanları ve sığ denizler fosiller bakımından en zengin kaynaklardır. Okyanus tabanında gömülmüş olan bu kalıntılar yeryüzü şekillerinin zamanla değişmesi sonucu tekrar yeryüzüne çıkabilir.

Fosiller bize hayatın yavaş yavaş ve milyonlarca yıl boyunca nasıl değiştiğini gösterir. Bir fosil bulunduğunda çene yapısına bakılarak nasıl beslendiği; ayak ve omurga yapısına bakılarak nasıl hareket ettiği öğrenilebilir. Kemik şekilleri ve üzerindeki kas bağlantılarından hayvanın duruşu belirlenebilir. Tüm bu bilgiler ışığında fosillin ve ona akraba türlerin geçmişten günümüze nasıl bir değişim geçirdiğini belirleyebilir, soyu tükenen canlıların yok olma sebepleri hakkında fikir sahibi olabiliriz. Örneğin fosil kayıtlarına göre yaklaşık 200 milyon yıl önce var olduğu bilinen dinozorların bir dönem sonra kitlesel olarak ortadan kalktıkları tespit edilmiştir. Bu ortadan kalkışın nedeninin dünyaya çarpan meteorlar olduğu tahmin edilmektedir.

Araştıralım Öğrenelim

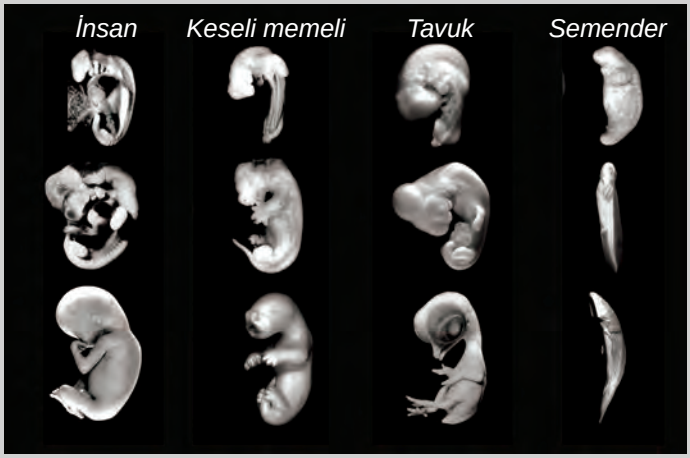
Günümüzde, çeşitli nedenlerden dolayı soyu tükenme tehlikesi olan canlılar var mı? Bu canlıların soylarının tükenme tehlikesi ile karşı karşıya olma nedenleri nelerdir? Araştırınız.

4. Canlıların Embriyolojik, Biyokimyasal, Anatomik, Genetik Yapılarındaki Benzerlik ve Farklılıkların Evrimsel İlişkisi

Darwin'in düşüncelerini açıkladığı dönemden günümüze kadar canlılardaki değişimleri, benzerlikleri ve farklılıkları açıklayabilmek için pek çok araştırma yapılmıştır. Embriyoloji, biyokimya, anatomi ve genetik bilimi üzerine yapılan bu bilimsel araştırmalardan elde edilen bilgiler evrimin açıklanmasına ışık tutmaktadır.

Farklı türlere ait embriyoların gelişim basamaklarının karşılaştırılması evrimsel akrabalıkların ve farklılıkların açıklanmasında önemli bilgiler vermektedir. Bu konudaki çalışmalardan birisi Ernest Haeckel (Ernest Hekıl) tarafından yapılmıştır. Haeckel çeşitli embriyo örnekleri ve bunların gelişim süreçlerini incelemiştir. Bu embriyoların başlangıçtaki şekillerinin birbirine çok benzediğini tesbit etmiştir. Haeckel tarafından ortaya atılan kurama göre, her canlı embriyolojik gelişimi sırasında, evrimsel olarak geçirdiği farklılaşma basamaklarını kısaltılmış şekilde tekrar eder. Buna **embriyonik gelişimde evrimin tekrarı** da denir. Daha sonraki çalışmalar Haeckel'in bu görüşünün nadiren gerçekleştiğini ortaya koymuştur. Embriyonun gelişim aşamaları türlerin evrimsel kökenini bütünüyle açıklayamaz. Ancak embriyonik gelişimdeki benzerlikler evrimin anlaşılmasına bazı önemli katkılar sağlamaktadır. Türler genellikle embriyolojik gelişimin ilk evrelerinde birbirine daha

çok benzemektedir. Örneğin omurgalıların çoğunda embriyoların ilk evrelerinde solungaç yarıkları, notokort gibi yapılar ortaktır. Gelişimin sonraki aşamalarında benzerlikler azalır ve türe özgü özellikler ortaya çıkar (Resim 2.1.6).



Resim 2.1.6. Çeşitli omurgalı embriyoları, gelişimin farklı evrelerinde başlangıçta birbirine benzediği hâlde gelişimin daha sonraki evrelerinde farklılaşır.

Canlıların biyokimyasal yapıları incelendiğinde de aralarında benzerlikler olduğu gözlenir. Çok sayıda canlı üzerinde araştırma yapan bilim insanları biyokimyasal yapının birbirine yakın akraba olan türler arasında daha fazla benzerlik gösterdiğini saptamışlardır. Bütün canlılar birçok enzim, hormon ve kimyasal yapı bakımından temelde büyük benzerliklere sahiptir. Örneğin insan plasentasından salgılanan bir hormon atların plasentasında da bulunur. İnsan ve tavşanın kanında bulunan globulin proteininin moleküler ağırlıkları aynıdır. Hemoglobin yapısı ise insan, fare ve atta yakın benzerlik gösterir.

Karşılaştırmalı anatomi farklı canlı türlerinde bulunan organların yapısal ayrıntılarını karşılaştıran ve inceleyen bir bilim dalıdır. 9. sınıfta sınıflandırma ünitesinden hatırlayacağınız gibi, canlılarda bulunan homolog organlar aynı embriyolojik kökenden gelir. Ortak ataya sahip olan türler homolog organlara sahip olmalıdır. Homolog organlara örnek olarak yarasanın kanadı, balinanın ön yüzgeci ve insanın kolunu verebiliriz. Bu organların görevleri farklı olmasına rağmen benzer iskelet yapısına sahiptir. Homolog organlar günümüzde bilimsel araştırmalarda canlıların akrabalık derecesinin belirlenmesinde kullanılır.

Karşılaştırmalı anatominin incelediği bir diğer yapı ise analog organlardır. Birbirine akraba olmayan, farklı kökenden gelen türler aynı çevre şartlarında yaşıyorlarsa, doğal seleksiyon zamanla benzer yapıların ortaya çıkmasına sebep olabilir. Bu yapılar analog yapılardır. Örneğin bezelye bitkisinin sarılıcı kolları yapraklardan, asma bitkisinin sarılıcı kolları ise değişime uğramış gövdeden gelişmiştir. Sonuçta ikisi de aynı görevi yerine getiren analog yapılardır. Analog organlar birbiri ile ilişkili olmayan canlılarda farklı yapıların benzer görevleri yapmak üzere nasıl evrimleştiğini gösterir. Bu duruma bir diğer örnek de Asya çöllerinde yaşayan sütleğengiller ve Amerika çöllerinde yaşayan kaktüs familyasına ait bitkiler arasında görülür. Bu bitkilerde su depolayan kalın ve etli gövdeler, dikensi yapraklar bulunur. Bu bitkiler akraba türler olmamalarına rağmen aynı görevleri üstlenecek şekilde evrimleşmiş benzer, gövde ve yapraklara sahiptir. Bu olay çevre şartlarının etkisi ile ortaya çıkan bir durumdur ve evrim araştırmalarında aynı noktada birleşen (konvergent) evrim olarak adlandırılır.

Evrimin anlaşılmasına katkıda bulunan bilim dallarından biri de genetiktir. Genetik bilimi 18. yüzyıldan sonra gelişmeye başlamıştır. Darwin'in yaşadığı dönemde genetik bilimine ait çalışmalar çok yetersizdi. Bu sebepten Darwin, sahip olduğu bilgilerle, türler arasındaki çeşitliliğin kaynağını ve karakterlerin kuşaktan kuşağa nasıl aktarıldığını açıklayamamıştır. Çünkü bunun açıklanabilmesi için kromozomların, genlerin ve DNA'nın bilinmesi gerekliydi. Bu konu ile ilgili çalışmalar ancak 20. yüzyılda tamamlanabildi. Bugün bilinmektedir ki bir popülasyon içinde bireyler arasındaki çeşitliliğin ana kaynağı genetik mutasyonlardır. Mutasyon canlının DNA'sında meydana gelen değişimdir. Mutasyonla bir canlının gen yapısı, kromozom yapısı ya

Biyoloji Teknoloji Toplum

Huntington hastalığı insanlarda görülen genetik kökenli bir hastalıktır. Bu hastalığı taşıyan kişilerde sinir hücrelerinin işlevi bozulur ve ölüm görülür. Venezuella'nın Maracaibo Gölü çevresindeki balıkçı köylerinde yaşayan insanlarda bu hastalık dünyanın başka yerlerine oranla daha sık görülür. Bazı köylerde insanların yarısından fazlasında bu hastalık vardır.

♦ *Doğal seçilimin genetik bozuklukları popülasyonlarından ayıkladığı düşünülürse, ölümcül olan bu genetik hastalığın bazı popülasyonlarda çok yaygın olmasının nedeni ne olabilir? Ülkemizde de buna benzer hastalıklar var mı?*

Araştıralım Öğrenelim

Bakterilerin antibiyotiklere, böceklerin DDT'ye karşı direnç kazanması evrimi destekleyen kanıtlar olabilir mi? Araştırınız. Edindiğiniz bilgilerden sözlü sunum hazırlayınız. Sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

da kromozom sayısı değişebilir. Mutasyonların büyük çoğunluğu öldürücüdür. Faydalı ve nötr mutasyonlar ise bireyler arasında genetik çeşitlilik oluşturur.

5. Doğadaki Değişiklikler Evrimi Nasıl Etkiler?

Geçmişten günümüze kadar çok sayıda canlı türünün nesli tükenmiştir. Bilim insanları gelecek birkaç yüzyıl içinde, doğadaki çeşitliliğin daha önce hiç görülmediği kadar hızlı bir şekilde kaybolacağını söylemektedirler. Bu değişimin evrim süreci üzerindeki etkileri neler olabilir?

Doğa var olduğu günden bu yana sürekli bir değişim içindedir. Ancak bu değişim oldukça yavaştır. Milyonlarca yıl içinde meydana gelen değişimlerden dolayı dinozorlar, mamutlar gibi bazı canlıların soyu tükense de bu tükeniş canlılığı tehlikeye sokacak kadar hızlı değildi. Ancak günümüzde doğal dengeler hızla değişmektedir. Bu değişimin ve buna bağlı olarak bir çok türün ortadan kalkmasının en büyük nedenlerinden birisi kuşkusuz insanlığın gerçekleştirmiş olduğu faaliyetlerdir. İnsanlar çevreyi hızla değiştirme gücüne sahiptir. Bundan dolayı birçok tür artık yaşam ortamı bulamamaktadır. Örneğin Hint Okyanusu'ndaki Mauritus (maritus) Adası'nda bir zamanlar yaşayan dodo kuşlarının soyu günümüzde tükenmiştir. Çünkü bu kuş iyi uçamayan ve üreme yeteneği az olan bir kuştu. Ancak düşmanları yok denecek kadar az olduğundan popülasyon büyüklüğü sabit kalıyordu. Bu nedenle düşmanlarından korunma içgüdüleri de gelişmemişti. İngiliz denizcileri bu adaya ulaştıklarında bu hayvanları hem etleri için hem de spor olsun diye sorumsuzca öldürmeye başlamışlardır. Yaklaşık 100 yıl içinde bu canlıların soyu tükenmiştir. Buna benzer örnekleri arttırmak mümkündür. İnsanların yeni keşfettiği kara parçalarında yaşayan pek çok hayvanın soyu dodo kuşu örneğine benzer şekilde tükenmiştir.

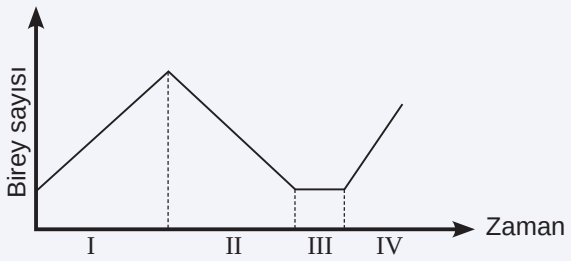
Günümüzde küresel ısınmayla birlikte ortaya çıkan iklim değişiklikleri görülmektedir. Bu değişiklikler, geçmişteki değişikliklerden çok hızlı seyretmektedir. Bu hızlı değişim sonucu bazı türler genetik değişikliklerle duruma uyum gösterebilse de şimdiden pek çok türün dağılım alanlarını değiştireceği ya da türlerin çoğunun yok olacağı yönünde kanıtlar vardır. Bu değişimler, dirençli bazı istilacı türlerin ortaya çıkmasına da neden olabilecektir. Bazı hastalık etkeni bakteriler, virüsler ve istilacı böceklerde insanlık açısından zararlı olabilecek değişiklikler ortaya çıkabilecektir. Bazı bilim insanlarına göre çevrenin hızla tahrip edilmesi ve iklimsel değişikliklerden dolayı, gelecek 50 yıl içinde türlerin %18-35 yok olacaktır. Yani geriye dönüşün olmadığı bir ekolojik değişiklik ortaya çıkacaktır.

İnsan aktiviteleri sonucu hızla değişen ekolojik koşullar nedeniyle geçmişte birçok tür yok olduğu gibi, gelecekte de şu an yaşayan bazı türlerin çoğu yok olacaktır. Türlerin bir kısmı ise ortam şartlarına yeni adaptasyonlar kazanarak yaşamını sürdürecektir. Ancak bu yok oluş nedeni ile kopan yaşam halkalarının yerini neyin dolduracağı ve dengenin nasıl kurulacağı endişe vericidir. Milyarlarca yılın görkemli bir ürünü olan bugünkü canlı türlerini korumak insanlığın en büyük görevidir.

Ünite Sonu Değerlendirme

A. Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Evrimin anlaşılmasında embriyolojinin, genetiğin ve biyokimyanın katkıları nelerdir?
2. Fosiller evrimin anlaşılmasına nasıl katkıda bulunur?
3. Homolog ve analog yapıların incelenmesi evrimin anlaşılmasına nasıl katkı sağlar?
4. Evrim teorisine göre canlılardaki değişmelerin uzun zamanda ve yavaş yavaş gerçekleşmesi bu konuda araştırma yapan biyologlar için ne gibi sorunlar ortaya çıkarır?
5. İnsan nüfusunun artması sonucu doğada meydana gelen olumsuz etkiler nelerdir? Bunlar evrim sürecini ve yaşamı nasıl etkiler?
6. Son yıllarda ekolojik dengenin bozulması türlerin yok olma ve yeni türlerin ortaya çıkma ihtimalini nasıl etkileyebilir? Bir senaryo oluşturunuz?
7. Heteretrof hipotezine göre, dünyanın ilk oluştuğu dönemde organik bileşikler nasıl meydana gelmiştir?
8. Hayatın başlangıcı ile ilgili olarak öne sürülen ototrof ve heteretrof görüşünü kıyaslayınız. Her bir görüşün bilimsel ve bilimsel olmayan yönlerini belirtiniz.
9. Darwin'in evrim hakkındaki görüşleri nelerdir? Açıklayınız.
10. Doğal seçilim ne demektir? Evrime katkısı nedir?
11. Lamarck'ın görüşlerinin evrim araştırmalarına katkısı nasıl olmuştur?
12. Bir tarlada, ürünlere zarar veren bir böcek türüne karşı zirai ilaçlama yapılmıştır. Böcek türünün ilaçlamadan önceki ve sonraki birey sayısına ait grafik aşağıda verilmiştir. I, II, III ve IV. zamanlarda birey sayısındaki değişim ve bunun sebepleri nelerdir? Doğal seçilim açısından yorumlayınız.



B. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

1. Bir türün evrimleşmesi sırasında,

I. Adaptasyon
II. Kalıtsal varyasyon
III. Doğal seleksiyon

olaylarının oluş sırası aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?

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

2. **Heterotrof hipotezine göre,**

I. İlk canlı, cansız maddelerin çok uzun süren evrimi sonunda oluşmuştur.
II. İlk atmosferde bulunan gazlardan organik maddeler sentezlenmiştir.
III. İlk hücre denizlerdeki organik maddelerle beslenmiştir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

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

Ünite Sonu Değerlendirme

3. Aşağıdakilerden hangisi ilk atmosferde bulunan ve amino asitlerin yapısına katılan gazlardan birisidir?
   A) Karbon dioksit B) Amonyak C) Oksijen
   D) Karbon monoksit E) Hidrojen sülfür

4. Aşağıdakilerden hangisi Darwin'in "doğal seçilim" hipotezi ile açıklanabilir?
   A) Kullanma ile yeni karakterlerin kazanılması
   B) Kullanmama ile bazı karakterlerin kaybolması
   C) Adaptasyonların kazanılması
   D) Bireylerin geometrik dizi şeklinde artması
   E) Sonradan kazanılan karakterlerin kalıtımı

5. Heterotrof hipotezine göre, ilk canlının oluşumu sırasında meydana gelen organik moleküller şemada gösterilmiştir:

   İlk atmosfer gazı ⟶ I ⟶ II ⟶ III ⟶ IV ⟶ İlk heterotrof canlı

   Şemada I, II, III ve IV ile gösterilen moleküller aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

	I	II	III	IV
A)	Amino asit	Protein	Nükleoprotein	Koaservat
B)	Koaservat	Protein	Amino asit	Nükleoprotein
C)	Koaservat	Amino asit	Protein	Nükleoprotein
D)	Protein	Nükleoprotein	Koaservat	Amino asit
E)	Amino asit	Nükleoprotein	Protein	Koaservat

C. Aşağıda verilen Yapılandırılmış Grid'de numaralandırılmış kutucuklarda evrim ile ilgili çalışma yapan bazı bilim insanlarının isimleri ve çeşitli kavramlar verilmiştir. Kutucuk numaralarını kullanarak aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

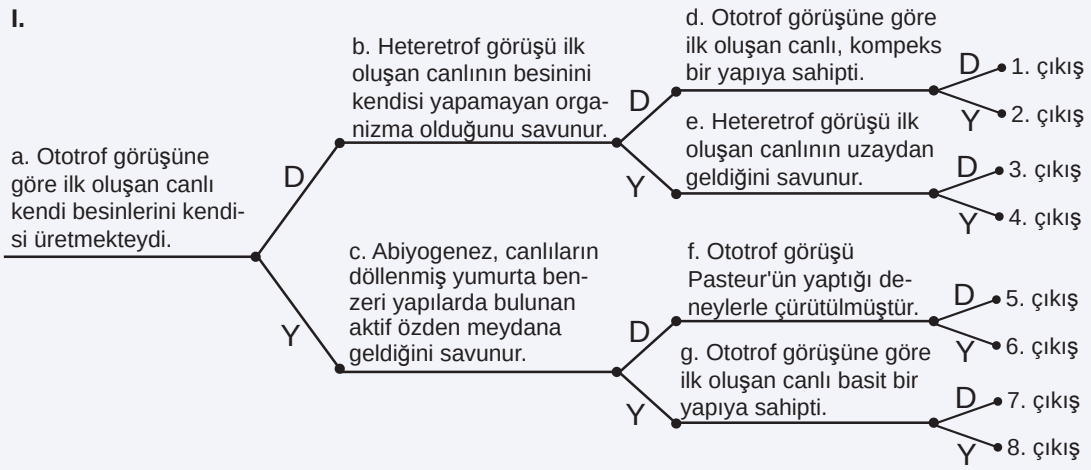
1	Yaratılış görüşü	**2**	Ototrof görüşü	**3**	Genetik	**4**	Abiyogenez
5	Panspermia görüşü	**6**	Embriyoloji	**7**	Biyogenez	**8**	Heteretrof görüşü
9	Karşılaştırmalı anatomi	**10**	Paleontoloji	**11**	Fosil Bilimi	**12**	Homolog organlar
13	Varyasyon	**14**	Doğal seleksiyon	**15**	Adaptasyon	**16**	Biyokimya

1. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri "canlının, cansız maddelerden kendiliğinden oluştuğu"nu ortaya atan görüştür?
2. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri "canlının başka bir canlıdan oluştuğu"nu ortaya atan görüştür?
3. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri bir bireyin yaşadığı ortam şartlarına uyum sağlayabilmesini ifade eden kavramdır?
4. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri aynı kökenden gelen canlıların akrabalık derecesinin belirlenmesinde kullanılır?
5. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri canlıların nasıl evrimleştiğine katkıda bulunan bilim dallarındandır?
6. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri "hayatın yeryüzüne başka gezegenlerden geldiği"ni ortaya atan görüştür?
7. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri "ilk canlının kendi besinini kendisi yaptığı"nı ortaya atan görüştür?

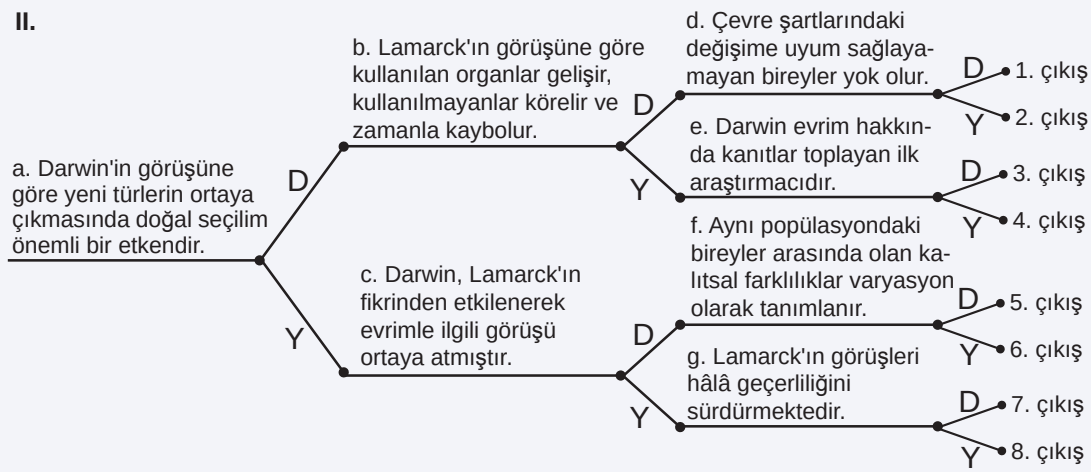
8. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri "ilk canlının hazır besin alan bir basit mikroorganizma olduğu"nu ortaya atan görüştür?
9. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri aynı tür içerisinde bulunan canlılarda meydana gelen kalıtsal farklılaşmayı ifade eder?
10. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri kayaçların içerisinde bulunan fosillerin incelenmeye başlaması ile ortaya çıkan bilim dalıdır?
11. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri canlının ilk ortaya çıkışı ile ilgili farklı görüşleri ifade eder?
12. Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri ortama uyum sağlayan bireylerin hayatta kalabileceğini belirtir?

Ç. Aşağıda birbiri ile bağlantılı doğru (D) / yanlış (Y) tipinde ifadeler içeren Tanılayıcı Dallanmış Ağaç Tekniğinde iki soru verilmiştir. "a" ifadesinden başlayarak bu etkinlikteki cümlelerin doğru ya da yanlış olduğuna karar veriniz. İlgili yönde ilerleyiniz. Her bir karar, sonraki kararı etkileyecektir. Vereceğiniz cevaplarla sekiz ayrı çıkış noktasından doğru olanı bulunuz.

I.



II.



III. Ünite

Çevrenin Korunması ve Rehabilitasyonu

Birçok ülkede çevrenin korunması, madde ve besin kaynaklarının sürdürülebilirliğinin sağlanması için "güvenilir atık yönetimi" planlanmaktadır. Güvenilir atık yönetimi; yeniden kullanım, geri dönüşüm ve hiçbir şekilde değerlendirilemeyen atıkların da çevreye zarar vermeden yok edilmesi gibi çalışmaları kapsamaktadır. Atık yönetiminde öncelikle atık oluşumunun önlenmesi, bu sağlanamıyorsa atığın en aza indirilmesi amaçlanmaktadır.

Fotoğrafta gördüğünüz "Çöp Yakma Tesisi" atıkların yok edilmesi ve enerjinin geri kazanımını sağlamak amacıyla Viyana'nın merkezinde kurulmuştur. Viyana'daki geri dönüşümü olmayan çöplerin yakıldığı bu tesis, 1972'de inşa edilmiştir. Meşhur Avusturyalı ressam Friedensreich Hundertwasser (Fridensrayğ Hundertvasser)'ın tasarladığı tesis ilginç yapısından dolayı sanat merkezi görünümündedir. Uluslararası çevrelerde de ilgi toplayan tesisin yakma kapasitesi günde 750 tondur (yıllık 270 000 ton). Tesisin bacasında gördüğünüz yuvarlak çıkıntılarda zehirli gazların tutulmasını sağlayan filtre sistemi bulunmaktadır. Bu sistem, çevre koruma standartlarına uymak ve yanma sonucu oluşan zararlı gazların havayı kirletmesini önlemek amacıyla sürekli geliştirilmektedir.

Viyana, "Çöp Yakma Tesisi" sayesinde ısınma sorunu ile birlikte hava kirliliğinden de kurtulmuştur. Nasıl mı? Burada yakılan çöplerle ısıtılan su evlere, ofislere dağıtılarak.

Doğayı korursak doğa da bizi korur.

A. MADDE VE BESİN KAYNAKLARININ SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİNİN YAŞAM İÇİN ÖNEMİ

B. BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASI

C. ÇEVRENİN REHABİLİTASYONU VE ÇEVRE DUYARLILIĞININ OLUŞTURULMASI

Plastiklerden kurtuluyor muyuz?

Petrol yerine patates nişastası kullanılarak biyoplastik üretiliyor. Özellikle pet şişe yapımında kullanılması düşünülen biyoplastiklere İngiltere ve Japonya büyük ilgi gösteriyor. Üstelik fermente edilmiş mısır ile kenaf bitkisinin liflerinden de üretilebilen biyoplastikler, sağlığa zararlı toksik maddeler de içermiyor. Geri dönüşümleri çok kolay sağlanabiliyor ve biyolojik olarak da parçalanabiliyor. Doğada mevcut kirliliği ortadan kaldıracak çözümleri içine alan ve yeni bir akım olan "yeşil kimya" adına yapılan bu çalışmaları, hem ekonomistler hem çevreciler heyecanla karşılıyor.

A. MADDE VE BESİN KAYNAKLARININ SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİNİN YAŞAM İÇİN ÖNEMİ

Araştıralım Öğrenelim

Çevrenizde doğal kaynakların verimliliğini arttırma ve sürdürülebilirliğini sağlamaya yönelik yapılan çalışmalar var mı? Bu çalışmalara nasıl katkıda bulunabilirsiniz? Araştırınız. Edindiğiniz bilgileri sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.

Çevre sorunları, toplumların çevreyi dikkate almadan sürdürdükleri faaliyetler sonucunda ortaya çıkar. Bunlar teknolojik gelişmeler, sanayileşme, kentleşme, hızlı nüfus artışı ve buna bağlı olarak da insanların belirli bölgelerde kalabalık yerleşim merkezleri kurması gibi faaliyetlerdir. Bu faaliyetler, bir yandan doğal kaynaklardan yararlanarak ekonomik büyümeyi hızlandırırken, diğer yandan aşırı tüketim nedeniyle doğal kaynakların süratle tükenmelerine veya bozulmalarına neden olmaktadır. Tükenen bu kaynakları çoğu zaman geri elde etmek mümkün değildir. Doğal kaynakların bir kısmı yenilenebilirken bir kısmı da yenilenemez niteliktedir.

Yenilenemez nitelikteki doğal kaynaklar, kullanıldıktan sonra yenilerinin oluşması için çok uzun zaman geçmesi gereken kaynaklardır. Diğer bir açıdan bu doğal kaynaklar zaman içinde kullanıldıkça tükenen ve kullanım hızlarıyla orantılı bir biçimde oluşmaları söz konusu olmayan kaynaklardır. Petrol, doğal gaz, kömür, linyit, nükleer santral yakıtı olarak kullanılan uranyum, gübre ham maddesi olarak kullanılan fosfatlı kayaçlar, bakır, demir, cıva ve altın gibi madenler yenilenemez nitelikteki doğal kaynaklardır (Resim 3.1).

Resim 3.1. Sanayide birçok alanda kullanılan madenlerden biri olan bakır yenilenemez nitelikte doğal kaynaklardandır.

Yenilenebilir nitelikteki doğal kaynaklar, doğadaki dengeler bozulmadığı sürece kendi kendini yenileyebilen kaynaklardır. Güneş ve rüzgâr enerjisi gibi bazı kaynaklar insan faaliyetlerinden etkilenmeyen yenilenebilir doğal kaynaklardır. İnsan faaliyetlerinden çeşitli derecelerde etkilenen doğal kaynaklar ise toprak, su, besinler, meralar ve ormanlardır. Bunlar bizim için madde ve besin kaynaklarıdır. Ancak aşırı ve düzensiz kullanım bu kaynakların zamanla kendi kendini yenilemesini engeller. Bu durum hızla tükenmeye ve bozulmaya yol açar. Sağlıklı bir çevre için bu kaynakların korunması gerekir.

Peki topraklarımızı ve su kaynaklarımızı kirletmeden, mera ve ormanlarımızın doğal yapısını bozmadan madde ve besin ihtiyacımızı karşılayabilir miyiz? Bu ve benzeri pek çok soruya çözüm bulabilmek için öncelikle çevresel sorunlara karşı duyarlı olmalıyız. Ayrıca toprak, su, meralar, ormanlar ve besin kaynaklarının sürdürülebilirliği hakkında da yeterli bilgi sahibi olmalıyız.

Şimdi sırayla bu kaynakların yaşam için önemi ve sürdürülebilirliği hakkında kısaca bilgi edinelim:

1. Toprağın Sürdürülebilirliğinin Yaşam İçin Önemi

Toprak, bir ülkenin korunması gereken önemli doğal kaynaklarından biridir. Ekosistemdeki dengeler bozulmadığı sürece toprak, bitkilerin ve hayvanların yaşamını sürdürdüğü kaynaktır. Ayrıca bitkiler topraktan aldığı su ve mineralleri kullanarak kendileri ve hayvanlar için gerekli organik besinleri üretir.

Son yıllarda artan bazı yanlış tarım uygulamaları, arazilerin amaç dışı kullanımı, kanalizasyon suyu ile sulama yapılması, asit yağmurları, madenlerin aşırı tüketimi, maden işlemede kullanılan suların atıklarının arıtılmadan çevreye bırakılması ve çeşitli fabrika atıkları toprağın yapısını bozmaya başlamıştır. Ayrıca depremler, yanardağ patlamaları (Resim 3.2), seller, kuraklık, kasırgalar, fırtınalar ve iklim değişiklikleri ekosistemin yapısını, dolayısıyla da toprağın yapısını bozar (Resim 3.3). Toprak yapısının bozulması, biyolojik aktivitenin bozulmasına ve buna bağlı olarak bitki örtüsünün bozulmasına neden olur. Bu durum başka kaynakların sürdürülebilirliği üzerinde olumsuz etkiler yapar. Örneğin II. Dünya Savaşı'ndan sonra tarım sektöründe yüksek teknolojinin kullanılması, gübre ve kimyasal ilaç kullanımının artması tarımsal üretim miktarında önemli artışlar meydana getirmiştir. Ancak bir süre sonra toprak yapısı kirlenmiş, dolaylı olarak yeraltı ve yeryüzü sularının da kirlenmesiyle tarımsal üretim azalmış ve besinlerin niteliği bozulmuştur.

Biliyor musunuz?

Dünyadaki tüm besin maddelerinin %78'ini bitkisel besin maddeleri oluşturmaktadır. Bitkilerin bu besinleri üretmesi için toprak önemli bir kaynaktır.

Resim 3.2. Yanardağ patlamasıyla çıkan lavlar toprağın yapısını değiştirir.

Resim 3.3. Kuraklık, toprağın yapısını değiştirir.

Tüm bunların yanında sürdürülebilir toprak yönetiminin olmaması da toprak yapısının bozulmasında etkili olan nedenlerden biridir. Sürdürülebilir toprak yönetimi toprak kalitesinin yükseltilmesi ve bu kalitenin uzun dönemde korunması için yapılan faaliyetlerdir. Toprak sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi ve çevrenin korunması için öncelikle kamuoyunun bilinçlendirilmesi, konuyla ilgili yürürlükteki yasaların uygulanması, yetersiz yasaların ise gözden geçirilerek yeniden düzenlenmesi ve arazi kullanım planlarının doğal dengeyi bozmayacak şekilde hazırlanması gerekir. Ayrıca toprakta yaşayan bitki örtüsü ve hayvan popülasyonları korunmalıdır. Endüstriyel ve tarımsal üretimde kullanılan zararlı kimyasalların ve besin maddelerinin toksik etkileri önlenmelidir. Erozyon, çölleşme, tuzlanma ve kumullaşma gibi toprak yapısını bozan etkenler için tedbirler alınmalıdır.

2. Su Kaynaklarının Sürdürülebilirliğinin Yaşam İçin Önemi

Yaşamın vazgeçilmez madde ve besin kaynaklarından biri olan su kaynaklarının sürdürülebilirliğinin önemi oldukça büyüktür. Çünkü su kaynaklarından, içme ve temizik suyu ihtiyacımızı karşılamak, tarım alanlarını sulamak, suda yaşayan çeşitli canlıları besin olarak kullanmak vb. pek çok alanda yararlanırız. Bu yararlanma yüzyıllar boyunca su kaynaklarının kendini yenilemesi ve sürdürülebilir olması nedeni ile sorunsuz bir şekilde devam etmiştir. Ancak son yıllarda su kaynakları da toprak gibi, hızla kirlenmeye ve sürdürülebilirliğini yitirmeye başlamıştır. Çünkü artan nüfusa bağlı olarak su talebi de artmıştır. Aşırı su kullanımı ve kirlilik nedeni ile su kaynaklarının kalitesi düşmüş ve miktarı azalmıştır. Birleşmiş Milletler verilerine göre günümüzde 40 ülkede iki milyardan fazla insan su kıtlığı yaşamaktadır. 1,1 milyar insan yeterli içme suyuna ulaşamamakta; 2,4 milyar insan ise atık su hizmetinden faydalanamamaktadır. Bu durumun sonucu olarak hastalıklar artmakta, gıda güvenliği tehlikeye girmekte, ülke ve bölgeler arası paylaşım sorunları ortaya çıkmaktadır. Dünya Meteoroloji Örgütünün verilerine göre 2025 yılından itibaren üç milyardan fazla insan susuzlukla karşı karşıya kalacaktır. Tüm bunlar artan su tüketimi ve su kaynaklarının sürdürülebilirliğinin sağlanamamasından kaynaklanmaktadır. Su kaynaklarının sürdürülebilirliğinin sağlanamamasının nedenlerinin başında ise aşırı su kirliliği gelmektedir. Su kaynakları; evsel atıklar, endüstri atıkları, termik santraller, tarım ve hayvancılıktan kaynaklanan atıklar, nükleer santrallerden çıkan sıcak sular ile her geçen gün daha da kirlenmektedir (Resim 3.4). Bu kirli sular içerisindeki zararlı atıklar sulamayla toprağa ve burada yetişen ürünlere geçmektedir. Ayrıca zararlı atıklar içme suyu kaynaklarına karıştığında bu suları içen hayvanlardan elde edilen et, süt, yumurta gibi ürünlere geçebilmektedir. Bu durum besin kaynaklarının da sürdürülebilirliğine olumsuz etkiler yapmaktadır.

Biliyor musunuz?

Bir litre motor yağının yaklaşık 800.000 litre suyu kirlettiğini biliyor musunuz?

Araştıralım Öğrenelim

Bulunduğunuz coğrafi bölgede meydana gelen erozyonun boyutları ve ekosisteme verdiği zararlar nelerdir? Bu konuda bireysel ve kurumsal olarak ne gibi önlemler alınabilir? Araştırınız. Edindiğiniz bilgileri ve çözüm önerilerinizi sınıfta arkadaşınızla paylaşınız.

Resim 3.4. Sanayi atıkları sulara karıştığında kirlilik oluşturur. Kirli suda yaşayan bitki ve hayvanlarda ağır metal birikimi sonucu ölüm oranı artar.

Diğer taraftan yanlış uygulamalar kadar küresel ısınma ve bilinçsiz avlanma da su kaynaklarının buna bağlı olarak da besin kaynaklarının sürdürülebilirliği açısından sorun oluşturmaktadır. Örneğin denizlerde küresel ısınma sonucu sıcaklığın artışına paralel olarak buharlaşma

Resim 3.5. Damla sulama yöntemi, su kaynaklarından tasarruf sağlar, tarımsal üretimde verimliliği arttırır.

Resim 3.6. Ülkeler su kaynaklarından verimli bir şekilde yararlanmak için barajlarla suyu yönetir.

hızı da artabilir. Böylece deniz suyundaki tuzluluk oranını yükselebilir. Bu değişim suda yaşayan bazı canlı çeşitlerinin yok olmasına ve balık sürülerinin azalmasına neden olabilir. Tüm bu zincirleme olaylar bizleri ve diğer canlıları olumsuz etkilemektedir.

Mevcut su kaynaklarımızın kirlenmesini önlemek ve sürdürülebilirliğini sağlamak için çeşitli tedbirler alınabilir. mak gerekir? Bunlar;

- Tarımda az su gerektiren sulama yöntemlerini geliştirmek, yer altı sularının aşırı derecede kullanımına yasal önlemler getirmek, erozyonu önleyici çalışmalar yapmak (Resim 3.5),
- Barajlarda su biriktirmek, baraj, göl, gölet ve nehirlerden alınacak su miktarının, geride kalan suyun ekolojik işlevlerini yerine getirebilecek ölçüde olmasına dikkat etmek (Resim 3.6),
- Deniz suyundan tatlı su elde etme yöntemlerini ve sanayi sektöründe az su kullanan üretim teknolojilerini geliştirmek,
- Deniz, göl ve akarsularda avlanan balıkları ve diğer su ürünlerini mevsiminde avlanmak ve avlanma kurallarına uymak,
- Suyu tasarruflu kullanmak, bu amaçla evde kullandığımız musluklara, duş başlıklarına su tasarrufunu sağlayan aparatlar takmak, tuvalet rezervuarlarının hacimlerini küçülten aparatlar kullanmak vb.
- Eğitim ile halkı bilinçlendirmek, suyun değerini ve israf etmeden su kullanmanın önemini anlayabilecek bireyler yetiştirmektir.

3. Meraların Sürdürülebilirliğinin Yaşam İçin Önemi

Hayvancılıkta önemli bir yere sahip olan meralar, biyolojik çeşitliliğin zengin olduğu alanlardır. Hayvan otlatılmasında kullanılan bu alanlarda yetişen bitkiler, havadaki karbon dioksitin kullanılmasını sağlar. Hayvancılık için yem alanı olan meralar, dolayısıyla bizim için de temel besin kaynağıdır. Ayrıca meralar toprağın korunması ve su kaynaklarının oluşumunu da olumlu yönde etkiler (Resim 3.7). Meralardaki bitki örtüsü, yağış sularının yüzeyden akıp gitmesini engellediği için suyun toprağın alt yüzeyine geçmesini kolaylaştırır. Bu alanlardaki bitki örtüsünün iyi olması toprağın su ve rüzgâr erozyonuna karşı korunmasını sağlar.

Resim 3.7. Meralar, hayvanlar için beslenme alanlarıdır.

Ülkemizde meraların çoğu işlevlerini yerine getiremeyecek duruma gelmiş ve kendini yenileyebilme özelliğini yitirmeye başlamıştır. Ucuz yem kaynağı olan meralar, dünyada ve ülkemizde tarım alanı, yerleşim yeri ve sanayi alanı olarak farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Bu durumda mera alanları her geçen gün azalmaktadır. Meraların azalması hayvan yetiştiricilerini daha pahalı yem kaynakları bulmak zorunda bırakmaktadır. Madde ve besin kaynağı olan meraların sürdürülebilir verimliliğini ve yararlılığını artırmak için arazi kullanımı planlanmalı, meralarda otlatma zamanı iyi ayarlanmalı ve erken otlatmadan kaçınılmalıdır. Meralarda, bitkiden yoksun alanlarda rehabilitasyon çalışmaları yapılarak bu alanlar yeniden otlatmaya açılmalıdır. Ayrıca otlatmada değerlendirilmeyen mera alanlarından yararlanmak amacıyla başta av hayvanları olmak üzere yabani hayatın canlandırılması sağlamalıdır.

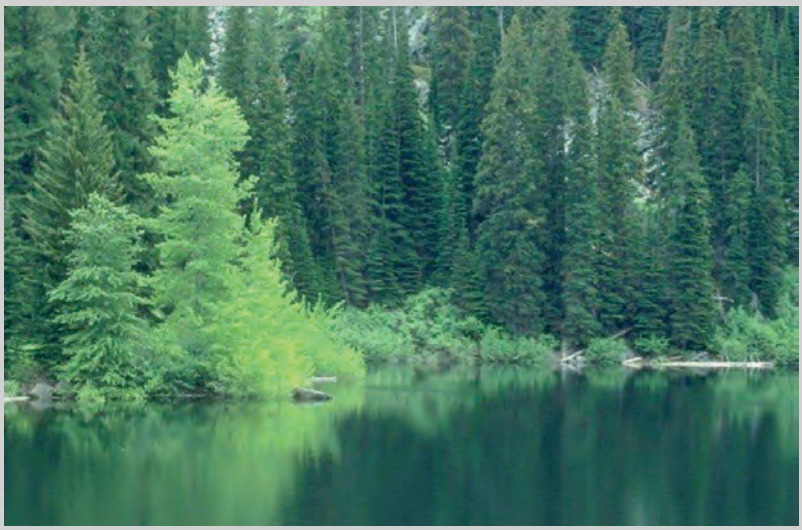
4. Ormanların Sürdürülebilirliğinin Yaşam İçin Önemi

Ormanlar, çok sayıda bitki ve hayvan popülasyonunu bünyesinde barındıran ekosistemlerdir. Bu nedenle bilim insanları orman sözcüğü yerine daha çok "orman ekosistemi" terimi kullanmaktadır. Orman ekosistemi, bitkiler, hayvanlar ve toprakta yaşayan mikroorganizmalar gibi canlılar ile hava, su, toprak, ısı, ışık gibi cansız etmenlerin karşılıklı etkileşim içinde olduğu bir doğa parçasıdır. İdeal bir "yaşam birliği" olarak niteleyebileceğimiz ormanlar uygun koşullarda kendi kendini yenileyebilen madde ve besin kaynaklarındandır.

Araştıralım Öğrenelim

Yakın çevrenizde ormanları koruma ve ağaçlandırma amacı ile yapılan ne tür çalışmalar vardır? Araştırınız. Bilgilerinizi sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Doğal kaynaklardan olan ormanlar (Resim 3.8.) bir yılda 93 milyar ton oksijen üretir. Bu miktar karada yaşayan tüm bitkilerin ürettikleri oksijen miktarının % 66'sı kadardır. Bu nedenle, ormanların tahribi, nefes alınacak havanın yok edilmesi anlamına gelir. Dünya genelinde tropik ormanların bir milyardan çok insan için tatlı su kaynağı olduğu bilinmektedir. Amazon ormanları içinde akan Amazon nehri, dünya tatlı su miktarının beşte birini taşımaktadır. Kısacası önemli madde ve besin kaynaklarından olan ormanlar ekolojik, ekonomik ve sosyal açıdan son derece önemli alanlardır.



Resim 3.8. Ormanlar, canlıların besin ve oksijen kaynaklarıdır.

Ormanların görevlerini aşağıdaki gibi özetleyebiliriz:

- Ormanlar, besin, tohum ve kereste kaynağıdır. Ayrıca ormandan elde edilen odun, yakacak olarak da kullanılır.

Biliyor musunuz?

Yeryüzündeki tüm tropik yağmur ormanlarının yok olma hızı, 1991-1994 yılları arasında %34 oranında artmıştır. Amazon Yağmur Ormanları'nda kayıp son 4-5 yıl içinde %12-15 civarındadır.

Biliyor musunuz?

Büyük bir ağaç senede ortalama 12 kg karbon dioksit emer.

- Ormanlar, bitkiler ve hayvanlar için doğal bir su kaynağıdır. Ormandaki bitkilerin yaprakları, dalları, gövdesi ve kökleri kar ve yağmur biçimindeki yağışı tutarak selleri ve taşkınları önler. Ayrıca yer altı sularının oluşmasına yardım eder.
- Ormanlar, yaban hayatı ve av kaynaklarını korur. Nesli tükenmekte olan hayvanların çoğalması, korunması ve barınması için alan oluşturur. Bu alanlar milyonlarca canlının yuvasıdır.
- Ormanlar bulundukları yerin iklimini, karasal iklim tipinden ılıman iklime çevirir. Bu sayede don, kuraklık, aşırı sıcaklık, fırtına gibi olumsuz doğa olaylarının azalmasını sağlar.
- Ormanlar su buharını yoğunlaştırarak yağmur hâline gelmesini sağlar. Böylece su döngüsüne katkıda bulunur. Rüzgârın hızını azaltarak kurutucu etkisini yok eder. Açık alanlara oranla ormanlarda gündüzler serin, geceler ise sıcaktır.
- Ormanlar yerleşim alanları çevresindeki hava kirliliğini ve gürültüyü önlediği için insan sağlığı bakımından büyük önem taşır.
- Ormanlar, toprak kayması ve erozyon gibi doğal afetleri önler. Erozyonun önlenmesi ile toprağın verimli tabakası korunur.

Resim 3.9. Keçiler ağaç filizlerini ve yapraklarını yiyerek ormana zarar verir.

Nüfus artışı ve buna bağlı olarak da sanayi ve tarımsal faaliyetlerin artması, ormansızlaşmanın başlıca nedenlerindendir. 2005 yılında kereste ve yakacak için kesilen ormanların toplamı 3 milyar 100 milyon m^3 tür. Dünyada bu ve buna benzer sebeplerle her yıl ortalama 13 milyon hektar orman yok olmaktadır. Ormanların korunması ve sürdürülebilirliğin sağlanması için yok olan ağaçların yerine yenilerinin dikilmesi, hayvanlara mera olarak kullanımın önlenmesi (Resim 3.9.) ve orman biyoçeşitliliğinin korunması bu konuda yapılması gereken çalışmaların önemli bir bölümünü oluşturur. Yok olan ormanların hızlı bir şekilde tekrar yerine getirilmesini amaçlayan ağaçlandırma çalışmaları ve ormanlardaki bitki ve hayvan türlerinin korunması ile ilgili çalışmalar, dünyada ve ülkemizde sürdürülmektedir. Örneğin Çevre ve Orman Bakanlığınca açıklanan verilere göre 1972 yılında yurdumuzda bulunan 20,2 milyon hektarlık orman alanı, yapılan ağaçlandırma, erozyon kontrolü ve iyileştirme çalışmaları sonucu 2008 yılında 21,2 milyon hektara ulaşmıştır. Gelecekte ormanlardan ve orman ürünlerinden madde ve besin kaynağı olarak daha fazla yararlanmak ve ekonomik kalkınma için bu tür çalışmaların aralıksız sürdürülmesi ve etkin koruma önlemlerinin alınması kaçınılmazdır. Madde ve besin kaynaklarının sürdürülebilirliğini kaybetmesi sadece insalığın değil yeryüzünde yaşayan diğer canlıların da yaşamını tehlikeye atacaktır.

Biyoloji Teknoloji Toplum

Ülkemizde gelecekleri tehlike altında olan çok sayıda tür olduğu bildirilmektedir. Örneğin 1950'li yıllarda sahip olduğumuz çok sayıdaki üzüm çeşidinden, bugün elimizde sadece birkaçı kalmıştır. Aynı sonuç diğer meyve çeşitleri için de geçerlidir.

♦ Yaşadığınız bölgede bulunan ve ana vatanı Türkiye olan kaç meyve türü vardır? Bu konu ile ilgili bir çalışma yapınız.

B. BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASI

Birçok kişi, biyolojik çeşitlilik deyince yalnızca tür çeşitliliğini anlar. Oysa biyolojik çeşitlilik 9. sınıf biyoloji derslerinden de hatırlayacağınız gibi, bir bölgedeki genlerin (genetik çeşitlilik), bu genleri taşıyan türlerin (tür çeşitliliği), bu türleri barındıran ekosistemlerin (ekosistem çeşitliliği) ve bunları birbirine bağlayan olayların (ekolojik olaylar çeşitliliği) tamamını kapsar.

Biyolojik çeşitliliğin, ekosistemlerin doğal dengesinin korunmasına ve ülke ekonomisine katkısı büyüktür. Biyolojik çeşitlilik ekosistemlerin yapısını oluşturan ögelerdendir ve ekosistemlerin devamlılığını sağlar. Biyolojik çeşitlilik olmazsa madde döngüleri ve enerji akışı kesintiye uğrar. Ekolojik dengeler bozulur.

Gelecekte karşılaşılabilecek amansız bir hastalığın ilacının biyolojik çeşitlilik içinde saklı olabileceği ve geleceğin besinlerinin genetik çeşitliliğin ambarında depolandığı söylenmektedir. Biyolojik çeşitliliğin ekonomiye katkıları ise besin maddesi, ilaç ham maddesi ve turizm gelirleri şeklinde olabilir. Örneğin bitki türlerinin üçte biri yenilen besinlerdir. Reçete ile satılan ilaçların %25'i bitkilerden elde edilen maddeleri içermektedir. Millî parklar, doğal koruma alanları gibi biyoçeşitliliğin fazla olduğu yerler turizm geliri sağlama yanında ülkenin tanıtımında da önemli role sahiptir (Resim 3.10.).

Resim 3.10. Ormanlar, biyolojik çeşitliliğin en iyi gözlendiği yerlerdir.

Ekosistemlerin hızla bozulduğunun ve biyolojik çeşitlilikteki azalmanın ileride büyük boyutlara ulaşacağının farkına varan dünya milletleri 1992 yılında, Rio de Janeiro'da Birleşmiş Milletler tarafından, (UNEP çerçevesinde) "Dünya Zirvesi" adı verilen bir çevre toplantısı düzenlenmiştir. Rio Konferansı sonunda, 150'den fazla ülke, yasal olarak bağlayıcı olan "Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi"ni imzalamıştır. Ülkemiz de bu sözleşmeyi, 27 Aralık 1996 tarihinde kabul etmiştir. Bu sözleşme ile biyolojik kaynakların korunması ve sürdürülebilirliği için ulusal stratejilerin belirlenmesi ya da programların geliştirilip uygulanması istenmektedir.

Peki çok sayıda ülke için bu kadar önemli olan biyolojik çeşitliliğin ögelerinden olan karasal ve sucul biyoçeşitliliğin korunması ve sürdürülebilirliğine yönelik alınması gereken önlemler nelerdir? Tarım ve hayvancılıkta kullanılan yerel türlerin korunmasının önemi nedir?

1. Karasal ve Sucul Biyolojik Çeşitliliğin Korunması ve Sürdürülebilirliğine Yönelik Alınması Gereken Önlemler

Doğada ekosistemleri oluşturan biyolojik çeşitliliğin her bir üyesi sistemin dengeli çalışması için önemli görevler üstlenir. Biyolojik çeşitliliği oluşturan türlerin zarar görmesi durumunda yeryüzünde canlıları barındıran karasal ve sucul ekosistemlerde dengeler bozulur. Sistemde bulunan diğer canlıların varlığı da tehlikeye girer. Örneğin küresel ısınma nedeniyle denizlerdeki planktonlar yok olursa onlarla beslenen balıkların varlığı da tehlikeye girer. Bundan balıklarla beslenen diğer canlılar da etkilenir. Besin zincirindeki halkaların kopması ise doğadaki dengelerin bozulmasına yol açar. Sonuçta diğer canlılarla birlikte insan da bu süreçten etkilenir.

Sanayi ve teknolojinin ilerlemesi ile ortaya çıkan bazı faaliyetler karasal ve sucul ekosistemlerdeki biyolojik çeşitliliğe zarar vermeye başlamıştır. Örneğin son 13 yıl içinde dünyada yaklaşık 1000 türün

Araştıralım Öğrenelim

Tohum kirliliği nedir? Tarım ve hayvancılıkta kullanılan yerli türlerin korunması neden önemlidir? Araştırınız. Edindiğiniz bilgilerden yararlanarak bilgisayarda bir sunum hazırlayınız. Sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

Araştıralım Öğrenelim

Nijerya'nın bir bölgesinde, mısır tarlalarına zarar veren gergedanlar sürüler hâlinde avlanarak ortadan kaldırılmıştır. Bunun sonucunda birkaç yıl arka arkaya tarlalardan bol mısır alınmış ancak bu defa da akarsu ve göllerde balık nesli birden bire tükenmiştir. Bu durumun ortaya çıkış nedenini araştırınız.

Elde ettiğiniz sonuçlardan yararlanarak karasal ve sucul ekosistemlerde biyolojik çeşitliliğin korunmasının neden önemli olduğunu sözlü sunum hazırlayarak arkadaşlarınızla paylaşınız.

Araştıralım Öğrenelim

Ükemizde tarım ve hayvancılığın korunması amacıyla gen kaynaklarının korunması ve ıslahıyla ilgili hangi çalışmalar yapılmaktadır? Araştırınız ve bilgilerinizi sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

ortadan kalktığı tahmin edilmektedir. Ayrıca dünyanın en önemli 15 balık yatağından 11'i ve önemli balık türlerinden %70'i aşırı derecede tüketilmiştir. Çünkü son yıllarda avlanan balık miktarı üreyen balık miktarına göre oldukça fazladır. Dünyada incelenen balık türlerinden 734'ünün nesli tehlike altındadır. Sadece denizlerde değil karalarda da pek çok bitki ve hayvan türü farklı sebeplerden dolayı yok olmak üzeredir. Örneğin ülkemizdeki 9000 bitki türünden yaklaşık 1900'ünün nesli tükenme tehlikesi altındadır. Bu örnekler son yıllarda zarar gören karasal ve sucul biyoçeşitliliğin korunmasını gerektiren durumlardan sadece birkaçıdır.

Biyolojik çeşitliliğin yok oluşunda önemli etkiye sahip olan insanoğlunun, türlerin korunmasına yönelik önlemler alması gerekmektedir. Bunlar kısaca aşağıdaki gibi özetlenebilir:

Yasal ve teknik önlemler alınması: Günümüzde hızla artan avlanma, tarla açma, düzensiz yapılaşma, kontrolsüz ağaç kesimi ve daha pek çok etken, bitki ve hayvan türlerinin yaşamını tehlike altında bırakmaktadır. Bu sebepten avlanma, ağaç kesimi, bitkilerin doğal ortamlarından bilinçsizce toplanılarak yurt dışına çıkışı, yabancı tohum ithali gibi durumlar kanunla düzenlenmelidir:

Resim 3.11. Botanik bahçeleri, canlı bitki örneklerinin topluca sergilendiği yapay koruma alanlarıdır.

Biyolojik çeşitliliğin yapay ve doğal koşullarda korunması: Madde ve besin kaynaklarının sürdürülebilirliğinin sağlanması için bitkiler, hayvanlar ve bunların sahip olduğu gen kaynaklarının korunması oldukça önemlidir. Karasal ve sucul ekosistemlerde yaşayan yabani türlerin korunması, gelecekte yapılacak olan ıslah çalışmaları için gereklidir. Günümüzde canlılar yapay koruma (ex situ) (Resim 3.11) ve doğal koruma (in situ) olarak bilinen teknikler ile korunmaktadır.

Doğal koruma, canlıların habitatlarında yapılır. Millî parklar, tabiatı koruma alanları, özel çevre koruma bölgeleri doğal koruma alanlarındandır. Örneğin Kuş Cenneti ve Ilgaz Dağı millî parktır. Sultan Sazlığı ve Yumurtalık Lagünü tabiatı koruma alanlarıdır. Mogan Gölü, Gölbaşı ve Tuz Gölü Havzası özel çevre koruma bölgeleridir. Yapay koruma ise canlıların doğal olarak yaşadıkları ortam dışında hazırlanmış özel alanlarda yapılır. Hayvanat bahçeleri, tohum bankaları ve botanik bahçeleri yapay korumanın yapıldığı yerlerdir. Canlıları doğal ortamları dışında saklamayı sağlayan diğer bir yapay koruma şekli de özel saklama koşullarında dondurarak gamet, embriyo, doku, hücre ya da DNA'larını koruma altına almaktır. Dondurarak saklama, örneklerin uzun süre korunmasını sağlar. Soğuk saklama yöntemi hızla gelişen teknoloji ile günümüzde pek çok canlı türüne uygulanabilmektedir. Ayrıca tohumları kurutulmayan ve soğukta depolanamayan hassas türlerin korunmasında doku kültürü tekniklerinden yararlanılmaktadır (Resim 3.12). Bu da bitkilerin çeşitli dokularının, dokularından elde edilen fidelerin ya da bu bitkilere ilişkin çiçek tozlarının kültür ortamında saklanması ile sağlanır.

Resim 3.12. Tohumları kurutulmaya ve soğukta depolanmaya uygun olmayan hassas türler, doku kültürü tekniklerinden yararlanılarak korunur.

Yapay koruma tekniğinin en yaygın biçimi gen bankalarında (Resim 3.13) türlerin saklanmasıdır. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de önemli hâle gelen gen bankaları ileride çıkabilecek sorunlar karşısında birçok genetik materyali koruma altına alan gen depolarıdır. Ancak türlerin sadece gen bankalarında saklanması değil doğal ve yapay yöntemlerin birlikte kullanılması, gen kaynaklarının çoğalmasına ve değişen koşullara ayak uyduracak şekilde gelişmesine olanak verebilir. Bu nedenle, her iki yöntemin birbirlerini tamamlayıcı niteliklerinin olduğu ve birlikte uygulanmasının daha etkin ve yararlı olacağı bilinmelidir.

Resim 3.13. Bitki çeşitliliğinin korunması için kurulmuş gen bankası

Eğitim ile biyolojik çeşitliliğin yararlarının öğretilmesi ve halkın bu konuda bilinçlendirilmesi: Biyolojik kaynakların sürdürülebilir kullanımı konusunda başta çiftçiler olmak üzere toplumun her kesimi bilgilendirilmeli ve bilinçlendirilmelidir. Özellikle kırsal alanda yaşayan halk orman, çayır, mera ve yaylalardan nasıl yararlanacağı, yaban hayatının önemi gibi biyolojik çeşitliliğin korunmasını sağlayacak konularda bilgilendirilmelidir. Türlerin korunmasında sivil toplum kuruluşları tarafından yapılacak çalışmalar halka duyurulmalı, nesli tehlikede olan türlerle ilgili posterler, kartpostallar, pullar, tişörtler ve takvimler hazırlanıp dağıtılmalıdır. Daha ilköğretim çağlarında öğrencilere biyolojik çeşitlilik ve biyolojik kaynakların sürdürülebilir kullanımı konusunda eğitim verilmelidir. Bu konuda en büyük görev bilim insanlarına, kamu kurum ve kuruluşlarına, yazılı ve görsel basına ve sivil toplum örgütlerine düşmektedir.

Okuma Metni

Gen Kaynaklarımız

Dünyada çevreyle ilgili yaşanan olumsuz gelişmelere rağmen ülkemiz doğal yapısını koruyabilmiş, zengin biyoçeşitliliğe sahip nadir ülkelerden biridir. Birçok ülkede, özel önlemlerle yapay olarak varlığını sürdürebilen pek çok yabani canlı türü, bugün Anadolu'da yaşamını tüm güzelliği ve doğallığı ile sürdürmektedir. Ülkemizin farklı iklimlere ve habitatlara sahip olması biyoçeşitliliğimizin zengin olmasının nedenlerindendir.

Dünyada bilinen 8 gen merkezinden 3'ü Türkiye'de bulunmaktadır. Kaybedildiğinde yerine konulması mümkün olmayan gen kaynaklarımız, büyük bir gen kütüphanesidir. Ekosistemlerdeki canlı ve cansız ögeler arasındaki tüm ilişkileri kapsayan doğal dengelerin devamı biyolojik çeşitlilik ve gen kaynaklarının korunması için gereklidir. Çevre şartlarında meydana gelen yoğun tahribat sonucu bu kaynaklar tükenme tehlikesi altındadır. Ülkemizde gen kaynaklarının korunması için tarım eğitimi ve hizmeti veren kurumların personeli tarafından halkın ilgili kesimlerine konferans, seminer vb. etkinlikler düzenlenmelidir. Ayrıca sürdürülebilir kalkınma için gen kaynaklarının korunması, iyi yönetimi ve izlenmesi şarttır. Bu nedenle gen kaynaklarının korunması ekonomik, bilimsel ve kültürel açıdan oldukça önemlidir.

Tür içerisindeki aynı karakterin farklı özellilikleri “Genetik Çeşitlilik” olarak ifade edilmektedir. Belli bir türdeki genetik çeşitlilik, popülasyon, varyete, alt tür ya da ırk içindeki gen kaynaklarının çeşitliliği ile ölçülür. Canlıların olumsuz çevre koşullarına uyumu, gen çeşitliliğine bağlıdır. Bir popülasyondaki bireylerin genetik çeşitliliğinin bulunmaması olumsuz ortam şartlarında popülasyonu yok olma tehlikesiyle karşı karşıya getirebilir. Genetik çeşitlilik göstermeyen bir türde genetik çalışma olanağı da yoktur. Bu nedenle ulusal gen merkezleri ve bilgi bankaları oluşturulmalıdır.

Gen kaynakları miras değil bir emanettir. Bu nedenle gen kaynaklarına sahip çıkılmalıdır. Biyolojik çeşitliliği korumak için ülkemizde yerli gen kaynaklarının detaylı kayıtları çıkarılmalı, popülasyonlardaki hangi ırkların ve varyetelerin risk altında olduğu saptanmalıdır.

Yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

Araştıralım Öğrenelim

Verimi arttırmak amacıyla yapılan ıslah çalışmaları ile genetik kaynakların korunması arasında bir denge oluşturulması neden önemlidir? Edindiğiniz bilgileri bir sunum hazırlayarak arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. Tarım ve Hayvancılıkta Kullanılan Yerel Türlerin Korunmasının Önemi

"Kirlenme" son yıllarda adını çok sık duyduğumuz bir sözcüktür. Çevremizde hava, su, toprak kirlenmesi gibi pek çok kirlilik çeşidi oluşmuş durumdadır. Ancak bu çeşit kirlenmelerin dışında, gözle göremediğimiz bir kirlenme şekli daha vardır ki bu, genetik kirlenme olarak adlandırılır. Genetik kirlenme, bir bölgede yaşayan canlıların oluşturduğu popülasyonların "gen havuzunda" oluşan ve canlının soyunun bozulmasına yol açan bir kirlenme şeklidir. Genetik kirlenme bir bölgede yaşayan ve milyonlarca yılda o yöreye uyum sağlamış olan yerli ırklar yerine melez türlerin yetiştirilmesi ile ortaya çıkar. Daha fazla verimliliğe sahip, ıslah edilmiş ya da melezlenmiş bu türler yetiştirildikleri bölgede bulunan yerli ırklar ile eşleşerek taşıdıkları genleri yavrulara aktarır. Bu durum zaman içinde yerli ırkların genetik yapısının değişmesine ve özelliklerini kaybetmesine yol açar.

Biliyor musunuz?

Belirli genetik yapıya sahip sürülerin oluşturulması da genetik bilgi kaybına neden olmaktadır. Örneğin gıda güvenliği çerçevesinde deli dana hastalığı nedeniyle İngiltere, Fransa, İsveç ve Hollanda'da koyun sürüleri belirli bir genotipe göre seçilmekte ve bu esnada ayıklanan genotip ile birlikte bazı genlerin frekansları da yok olmaktadır.

Dünyada, birçok bitki ve hayvan ırkı yüksek verim özellikleri yönünden seçilerek tek tip üretime doğru gidilmektedir. Kültür ırkı olarak isimlendirilen bu ırklar, sadece verim özellikleri iyileştirilmiş canlılardır. Ancak bu ırkların çevre koşullarına dayanıklılıkları ve hastalıklara dirençleri düşüktür. Oysa genetik varyasyonu hâlâ muhafaza eden yerli türler, genetik kaynak olmaları bakımından geleceğin sigortaları olarak kabul edilmektedir. Ülkemiz bu yönden oldukça zengindir. Türkiye florası, kültürü yapılmış önemli tarımsal bitki türlerinin yabani akrabalarını kapsar. Örneğin buğdayın ve arpanın gen merkezi Anadolu'dur. Ülkemizde buğdayın hâlen 30 yabani türü bulunmaktadır. Anadolu; kiraz, vişne, incir, fındık, badem, nohut mercimek, kayısı gibi pek çok kültür bitkisinin de ana vatanıdır. Ayrıca yabani üzüm asması *(Vitis sylvestris)* ve Anadolu üzüm asmasının *(Vitis vinifera)* da gen merkezidir (Resim 3.14).

Resim 3.14. Yabani asma türü *(Vitis sylvestris)* ve Anadolu üzüm asması *(Vitis vinifera)* da gen kaynaklarımızdandır.

Yerli çiftlik hayvanı türleri açısından da zengin bir genetik çeşitliliğe sahip olan Türkiye'de yerli hayvan ırklarının yabancı ırklarla çiftleşmesi genetik aşınmaya yol açmaktadır. Gerek moleküler gerekse arkeolojik çalışmalar birçok evcil hayvan türünün Anadolu'da ya da Anadolu'ya yakın bölgelerde evcilleştirildiğini göstermektedir. Bu bölgelerde yaşayan yerli sığır, koyun ve keçi ırkları, sahip oldukları yüksek genetik

çeşitlilikleri nedeni ile korunmada öncelikli yere sahiptir. Ancak son yıllardaki melezleme çalışmaları nedeni ile bu ırklar ve ırklara ait bilgiler ciddi tehdit altındadır. Örneğin Avrupa Birliği için hazırlanan 2004 raporunda son 30 yılda koyun popülasyonunun %50 oranında azaldığı bildirilmektedir. Yetiştiricilikte özellikle kültür ırklarının tercih edilmesi, yerli ırkları olumsuz yönde etkilemektedir.

Yeryüzünün en önemli genetik kaynaklarına sahip olan ülkemiz, biyolojik çeşitliliğini ve yerli ırklarını korumak zorundadır. Çünkü bir ülkenin biyolojik çeşitliği ve bu çeşitlilik içinde bulunan yerli ırklar ekonomik ve genetik zenginliğin bir göstergesidir. Bu sebepten topraklarımızda mevcut doğal mirası korumak hepimizin en önemli görevidir.

Yerel bitki türlerinin korunmasında önemli uygulamalardan biri organik tarımdır. Organik tarım; tarımsal üretimde kimyasal madde kullanmadan üretilen ürünlerin, üretimden tüketime kadar her aşamasının denetlendiği kontrollü ve sertifikalı üretim biçimidir. Organik tarımın amacı; insana ve çevreye dost üretim sistemlerini kullanarak toprağı, su kaynaklarını ve havayı kirletmeden çevre, bitki, hayvan ve insan sağlığını korumak ve ekosistemde kaybolan doğal dengeyi yeniden kurmaktır.

Bu çerçevede farklı bitkisel ve hayvansal ürünler için farklı üretim yöntemleri bulunan organik tarımın temel ilkeleri şunlardır:

- Organik tarım yapan tarım işletmelerinde toprağın sürdürülebilirliğine katkıda bulunan doğal kökenli ham maddeler kullanılarak üretim yapılmalıdır. Ham maddelerin ve diğer işletme girdilerinin çevreyi tehdit eden her türlü etkisi azaltılmalı veya bunlardan tamamen kaçınılmalıdır. Örneğin organik tarımda kullanılacak fide, tohum, fidan vb. ilaçsız olmalıdır.
- Sentetik kimyasal gübreler ve sentetik ilaçlar, hasattan sonra olgunlaşmayı teşvik eden kimyasal maddeler, bitki ve hayvan yetiştirmede kullanılan hormonlar ve büyüme düzenleyici maddelerin organik tarımda kullanımı yasaktır. Bunlar yerine çiftlik gübresi, kanatlı gübresi, saman, mantar üretim artığı, organik ev artıkları kompostu, deniz yosunları ve yosun ürünleri, talaş, ağaç kabuğu, odun artıkları, tabii fosfat kayaları gübre olarak kullanılmalıdır. Bitki koruma açısından ise kükürt, bordo bulamacı, Arap sabunu kullanılmalıdır.
- Üretim yapılan ortamın ekolojik özelliklerine uygun bitkiler seçilerek nöbetleşe ekim yapılmalı, seçilen bitkiler arasında baklagillere ağırlık verilmelidir.
- Zararlılarla mücadelede pestisit kullanılmamalı, biyolojik mücadele yöntemlerine başvurulmalıdır.
- Organik tarımda genetik yapısı değiştirilmiş organizmalar kullanılmamalıdır.
- Organik tarımda yeterli miktarda ve yüksek kalitede gıda üretmek, maksimum verimden önce gelmelidir.
- Hayvansal üretimde ise ağıl ve ahırlar uygun şartlara sahip olmalı, hayvanların beslendiği yemlere kimyasal maddeler (antibiyotikler, hormon ve kilo artırıcı katkı maddeleri vs.) katılmamalıdır.
- Enerji kaynağı olarak güneş enerjisi ve rüzgâr enerjisi gibi doğal enerji kaynakları olabildiğince tercih edilmelidir.

Biliyor musunuz?

Ülkemizde 1994 yılından önce organik tarım faaliyetlerini düzenleyen herhangi bir yasa yoktu. Üretim, ithalatçı ülkelerin bu konudaki mevzuatına uygun olarak yapılmaktaydı. 1994 yılında Avrupa Topluluğundaki gelişmelere uyum sağlamak amacıyla, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından hazırlanan "Bitkisel ve Hayvansal Ürünlerin Ekolojik Metotlarla Üretilmesine İlişkin Yönetmelik" ile organik tarım faaliyetlerine yasal düzenleme getirilmiştir.

Okuma Metni

Tarım ve Biyolojik Mücadele

Çevre dostu bir üretim tarzı olan organik tarım ve biyolojik mücadele uygulamaları, çevre kirliliğinin önlenmesi, kaynakların geri dönüşümle kazanımı, temiz ve kaliteli gıda üretimi açısından oldukça önemlidir. Kimyasal ilaçlarla yapılan mücadeleye göre çevreye zarar vermeyen, etkili bir çözümdür. Biyolojik mücadele programlarının hazırlanabileceği bölgelerdeki bitkilere zarar veren canlıların ve bu zararlı canlıların doğal düşmanlarının saptanması gerekmektedir. Söz konusu doğal düşmanların birbirleriyle ilgilerinin çok iyi bilinmesi gerekir. Ayrıca bu doğal düşmanların konukçularına hangi şartlarda ne oranda etkili oldukları da ortaya konmalıdır.

Biyolojik mücadele yöntemi, tarım alanı ve civarında salgın oluşturan zararlının o yörede bulunmayan doğal düşmanlarının o alana yerleştirilmesi esasına dayanır.

Örneğin, torbalı koşnil (Icerya purchasi) turunçgil bahçelerinin en önemli zararlısıdır. Bir dişi koşnil 300 den fazla yumurta bırakır. İlkbahar, yaz ve sonbahar olmak üzere yılda 3 döl verir. En uygun çoğalma dönemi ilkbahar başlangıcı ve sonbahardır. Torbalı koşnil larvaları hareketlidir. Yaprakların arka yüzünde ve sürgünler üzerinde sıralanırlar. Hareketsiz olan erginleri bitkinin özsuyunu emerek gelişmesini durdurur, yaprakların sararmasına ve erken dökülmesine neden olur. Eğer zararlı sayısı artarsa bütün ağaç kuruyabilir. Bu zararlıyla ilgili ilk biyolojik mücadelede uygulaması ABD'nin Kaliforniya eyaletinde yapılmıştır. Bu mücadelede torbalı koşnil larvalarıyla beslenen, halk arasında gelin böceği olarak bilinen *Rodolia cardinali* kullanılmıştır. Ülkemize de Kaliforniya'dan getirilen bu faydalı böcek turunçgil alanlarımıza yerleştirilmiş, böylece ilaçlı mücadeleye gerek kalmadan torbalı koşnilin turunçgil bahçelerine zarar vermesi engellenmiştir.

İlk defa torbalı koşnile karşı yapılan biyolojik mücadele günümüzde de devam etmektedir. Örneğin son yıllarda Sakarya'da biyolojik mücadele çalışmaları kapsamında üretilen ve halk arasında "Terminatör" adı verilen böcekler *(calosoma)*, çam ağaçlarının kalitesini bozan çam kese tırtıllarını avlamaları amacıyla Pamukova ilçesine bağlı Gökgöz köyü Akasyalık mevkisindeki çam ormanına bırakılmıştır. Çam kese tırtıllarını avlayarak yaşamını sürdüren terminatör böcekler, gün içinde 7-10 adet tırtıl yiyerek bu orman zararlılarını doğal yollardan yok etmektedir. Buna benzer örnekleri artırmak mümkündür. Turunçgil unlu biti, beyaz sinek, kırmızı örümcek, yaprak biti, akar ve mısır kurduna karşı yapılan biyolojik mücadele çalışmaları ülkemizde uygulanan diğer çalışmalardandır.

Kaynak: http://ziraat.gop.edu.tr/dergiyayinlar/DERGI-2008-2/19-27.pdf
http://www.biocontrol.ucr.edu/rodolia/rodolia_icerya_biocontrol_galapagos.html
Yazarlar tarafından bu kitap için derlenmiştir.

C. ÇEVRENİN REHABİLİTASYONU VE ÇEVRE DUYARLILIĞININ OLUŞTURULMASI

19. yüzyılın sonlarına doğru kentlerde nüfus yoğunluğunun artması, aşırı üretim, bilinçsiz tüketim gibi nedenler madde ve enerji kaynaklarını azaltmış, doğal kaynakların sürdürülebilirliğini engellemiştir. Plansız sanayileşme ve doğal kaynakların amaç dışı kullanımı nedeniyle doğal ekosistemler kendini yenileme özelliğini kaybetmiştir. Bu durum bazı ekosistemlerin bozulmasına neden olmuş ve doğal zenginliklerimiz her geçen gün azalmaya başlamıştır. Örneğin çevre kirlenmesi, ozon tabakasının delinmesi, küresel ısınma ve iklim farklılıklarının oluşması birbirlerini tetikleyen çevre problemlerindendir. Bu çevre problemleri nedeniyle birçok canlı türünün nesli tükenmeye başlamış, ormanlar azalmış, yaban hayatı tehlikeye girmiştir (Resim 3.15-16). Tüm bunlar bozulan çevrenin korunmaması ve bozulan ekosistemlerin eski hâline getirilememesinden kaynaklanmaktadır.

Resim 3.15. Sevgi çiçeği (*Centaurea tchihatcheffii*) Türkiye'de nesli tükenme tehlikesi altında olan bitki türlerindendir.

Resim 3.16. Telli turna *(Anthropoides virgo)* Türkiye'de nesli tükenme tehlikesi altında olan hayvan türlerindendir.

Çevredeki olumsuz değişimlerin insan yaşamını da tehlikeye sokabileceğinin farkına varan ülkeler doğal çevrenin korunması ve rehabilitasyonu amacı ile 1972 yılında İsveç'in Stockholm (Stokolm) kentinde Birleşmiş Milletler Çevre Konferansı'nda toplanmışlardır. Bu toplantıda çevre sorunları ele alınmış, çevre kirlenmesine karşı üye ülkeler ortak çözüm yolları aramışlardır. Birleşmiş Milletler Çevre Konferansı'nda 5 Haziranın Dünya Çevre Günü olması kararlaştırılmıştır. Ayrıca çevrenin korunması için bu konferansa katılan tüm ülkelerde uygulanmak üzere bir öneri paketi hazırlanmıştır. Bu öneriler şunlardır:

- Çevreyi korumanın hem toplumsal hem de bireysel sorumluluk olduğu bilinci daima hatırlatılmalıdır.
- Çevre sorunları ile ilgili oluşabilecek problemler belirlenerek basın ve medya tarafından daima gündemde tutulmalı ve olası çözüm yolları aranmalı ve uygulanmalıdır.
- Çevreyle ilgili yasal düzenlemeler yapılmalı, okullarda çevreyle ilgili eğitimler verilmelidir. Bir toplumu oluşturan bireylerin çevreyi korumaya yönelik olarak neler yapabilecekleri hakkında rehberler oluşturulmalıdır.
- Çevreyi koruma konusunda çalışan gönüllü bir kuruma kişilerin üye olması özendirilmelidir. Çevreyle ilgili önemli çalışmalar yapmış kişiler ödüllendirilmelidir.
- Kuraklık konusunda duyarlılık arttırılmalı ve ağaç dikme çalışmalarına destek verilmelidir.
- Motorlu araçların çevreye verdiği zarar anlatılmalıdır.

Ülkemizde de Birleşmiş Milletlerin bu önerilerinin uygulanması amacıyla 1978 yılında "Türkiye Çevre Sorunları Vakfı", daha sonra "Çevre Müsteşarlığı" kurulmuştur. Çevre Müsteşarlığı haziran ayının ikinci haftasını "Çevre Koruma Haftası" olarak kabul etmiştir.

Son yıllarda yapılan çalışmalarla ülkemizde de çevresel sorunlara gösterilen hassasiyet ve bozulan çevrenin rehabilitasyonu ile ilgili çalışmalar artmıştır. Çevrenin korunması ve sürdürülebilirliğin sağlan-

masının ne kadar önemli olduğu her geçen gün daha iyi anlaşılmaktadır. Ayrıca içinde yaşadığımız çevrenin doğal kaynaklarının sınırsız olmadığı, bu kaynakları israf etmeden kullanmanın ve gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakmanın son derece önemli olduğu vurgulanmaktadır. Çünkü doğal dengenin korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanmasının maliyeti, çevrenin rehabilitasyonundan daha ucuzdur. Unutmamak gerekir ki bu dünya bize geçmişin bıraktığı bir miras değil gelecek kuşaklardan aldığımız bir emanettir.

1. Çevre Etiği, Çevrenin Korunması ve Sürdürülebilir Kalkınma Arasındaki İlişki

İnsan, hayatı boyunca içinde yaşadığı çevreyle ve burada yaşayan başka canlılarla çeşitli ilişkiler içindedir. Çevre etiği, insanın doğaya karşı davranışlarının ahlakî olarak değerlendirilmesidir.

Ekolojik düşüncenin oluşmasında çevre etiği önemli bir yere sahiptir. Çünkü toplum ile çevre arasında bir etkileşim vardır ve bu etkileşimde etik davranışlar önemli yer tutar. Çevrenin günümüzde sahip olduğu sorunlar insanları çevre üzerinde daha ciddi düşünmeye zorlamıştır. Bunun sonucu olarak da çevreye ilişkin etik değerler anlayışı gelişmeye başlamıştır. Bu anlayışa göre doğadaki tüm türler ekosistemin bir parçasıdır ve varlıklarını sürdürmeye hakları vardır. Bu hak o canlıların bize yararı olmasından değil ekosistemin bir parçası olmasından doğar. Yani sadece insanın yararlandıkları değil tüm türlerin korunmasının gerektiği konusunda bir ortak yaklaşım vardır. İnsanlar, daha rahat yaşamak için oluşturdukları yapay yaşam alanlarında diğer türlerin tükenmesine neden olmamalıdır.

Son yıllarda gözlenen pek çok çevre sorununun sebebi insandır ve bu sorunlar nedeni ile diğer canlılarla birlikte insan da zarar görecektir. Bunun için insanın doğada neden olduğu çöküşü durdurmak amacıyla doğayı ve doğal kaynakları koruma ve bozulan alanları rehabilite etme düşüncesi, son zamanlarda tüm dünyada hızla yayılmaya başlamıştır. Dünya Tabiatı Koruma Birliği (IUCN) verilerine göre son yıllarda, dünya yüzeyinin % 5-10'u korunan alan olarak ilan edilmiştir. Ülkemizde ise 58 tabiat anıtı, 33 millî park, 16 tabiat parkı ve 35 tabiatı koruma alanı bulunmaktadır. Bu alanları korumaya yönelik yapılan bireysel ve resmî çalışmaların başlaması oldukça yenidir.

Yaşadığımız çevredeki kaynakları tüketmeden gelecek nesillere taşımak için sadece korumak yeterli değildir. Aynı zamanda doğal kaynakların sürdürülebilirliğini sağlamak da gereklidir. Bu kaynaklardan kendilerini yenileyebilme süresine uygun olarak yararlanılırsa kaynaklar uzun yıllar varlığını sürdürebilir. Ancak son yıllarda karşılaştığımız pek çok örnekte olduğu gibi çevre etiğini hiçe sayarak, aşırı kaynak kullanımı bu kaynakların hızla tükenmesine neden olmaktadır. Örneğin Konya Ovası, etrafı dağlarla çevrilmiş çanak şeklinde bir bölgedir. Bu dağlar nedeniyle çevresindeki alanlardan izole olmuştur. Bu sayede bu havzada kendine özgü iklim ve bitki örtüsü oluşmuştur. Bu havza, ülkenin buğday deposu olduğu için ticari öneme sahiptir. Konya Ovası Anadolu'nun soğuk ve kuru iklimini seven ünlü "Durum" buğdayının yetiştiği ender yerlerdendir. Ancak son yıllada buğdayın yerini hızla şeker pancarı almıştır. Şeker pancarı fazla suya ihtiyaç duyan bir bitkidir. Bu durum toprağın alt katmanlarında bekleyen tuzun aşırı sulama ile birlikte toprak yüzeyine çıkmasına ve tuzlanmaya neden olmuştur. Ayrıca yer altı suları ve sınırlı tatlı su kaynakları azalmıştır. Bu nedenle bir zamanlar üzerinde balık avlanan yemyeşil sazlarla kaplı, binlerce hayvanın otladığı sulak alanlar kısa sürede çöl olmuştur. Görüldüğü gibi

Araştıralım Öğrenelim

Çevre ile ilgili Türkiye'nin imzaladığı anlaşma ve protokolleri araştırınız ve bilgilerinizi sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

çevrenin korunmaması ve kaynakların yanlış kullanımı kalkınmanın sürdürülebilirliliğini engellemektedir. Sonuç olarak sürdürülebilir kalkınma için çevrenin korunması, çevrenin korunması için de çevre etiğinin topluma kazandırılması gereklidir.

Ülkemizde madde ve besin kaynaklarının sürdürülebilirliğinin sağlaması, çevrenin korunması ve rehabilitasyonunda resmî kurum ve kuruluşlara da büyük görevler düşmektedir. Bu kuruluşlar ve bu kuruluşların yasalar ile belirlenen aktiviteleri nelerdir? Bunlara kısaca değinelim:

Çevre ve Orman Bakanlığı: Çevrenin korunması, kirliliğinin önlenmesi ve iyileştirilmesi için politikalar tespit etmek, ülke şartlarına uygun olan teknolojiyi belirlemek, programlar hazırlamak, uygulanmasını sağlayacak tedbirleri almak. Ekolojik dengeyi bozan, havada, suda ve toprakta kalıcı özellik gösteren kirleticilerin çevreye zarar vermeyecek şekilde yok edilmesi için denetimler yapmak, atık yönetimi politikasını belirlemek. Sürdürülebilir kalkınma ilkesi çerçevesinde, çevreye olumsuz etki yapabilecek her türlü çalışmayı denetlemek. Doğal kaynakların doğru kullanımını sağlamak, ormanların korunması, imarı, ıslahı ve bakımını sağlamak, erozyonu önleyici tedbir almak, ağaçlandırma yapmak, fidanlıklar kurmak.

Tarım ve Köy işleri Bakanlığı: Toprak, su, bitki, hayvan varlığı ve benzeri tabii kaynakların korunması ve geliştirilmesi için araştırma, inceleme, plan, program ve projeler yapmak ve yaptırmak. Devletin koruması altındaki alanları ve bazı türleri korumak ve verimliliği arttırmak amacıyla çalışmalar yapmak. Zirai mücadele ilaçlarının insan, hayvan ve çevreye zarar vermeyecek şekilde kullanılmasını sağlamak ve kullanımını denetlemek.

Okuma Metni

Atatürk ve Tarım

Ulu Önder Gazi Mustafa Kemal Paşa, yaptığı büyük inkılaplara bir de ziraat inkılabını katmak ve Türk milletinin efendisi olan köylü ve çiftçiyi bilinçlendirmek çağın yeniliklerinden haberdar etmek ve refaha kavuşturmak için bizzat çiftçilik yaparak onlara rehber olmak istiyordu. Bu nedenle, Ankara civarında örnek bir çiftlik kurmak istedi. Fakat ilgililer, Atatürk'e: "Ankara yazları kurak geçen son derece değişik bir iklime sahiptir. Toprağı kireçli, çorak, verimsizdir. Gıda kuvveti zayıf olan bu topraklar, başarılı bir ziraat yapmaya ve her çeşit bitki yetiştirmeye elverişli değildir. Burada asla ideal bir çiftlik işletmek mümkün olmaz. Siz İzmir veya Aydın bölgesinde toprağı verimli bir yere bu çiftliği kurarsanız daha iyi edersiniz." diyorlardı.

Mustafa Kemal Atatürk tasarladığı, aklına koyduğu her iyi şeyi muhakkak yapardı. Onun için zor mühim değildi ve o zoru severdi. Söylenenlere ehemmiyet vermeyerek 1925 yılının başlangıcında Ankara'ya beş kilometre mesafede, ortasından Ankara - Eskişehir tren yolu geçen bir bozkır olan çıplak, ağaçsız, içerisinde bataklık ve sazlık bulunan 20.000 dönümlük araziyi satın aldı. Satın alınan yerin Ankara'nın merkezine yakın olması ve geniş sahasının bulunmasından dolayı, örnek çiftliğin burada kurulmasına karar verdi. Atatürk 1925 yılının 5 Mayısında bu yerin "Karanlık Dere Altı" denilen, iki tepenin geniş eteklerindeki mevkide iki büyük çadır kurarak, iki traktörle çiftlik işine başladı.

Günümüzde hâlen zengin bir biyolojik çeşitliliğe sahip örnek çiftliği kurarken Atatürk çiftlikte ziraat inkılabı ile ilgili hedeflediklerini gerçekleştirmek istiyordu.

Gazi Mustafa Kemal'in hedefleri şunlardı:

- Bu arazide bulunan ve Ankara'nın havasını bozan bataklığı kurutarak burada ağaç yetiştirip havayı güzelleştirmek,
- Ankara ikliminde yetiştirmek imkânı olduğu hâlde göreneksizlikten ekilmeyen bazı ziraat bitkilerini bu çiftlikte tecrübe ederek yetiştirip halka, çiftçiye gösterip yaymak,
- Çiftçinin elinde bulunan tohumları ıslah etmek,
- Çıplak ve ağaçsız olan Ankara ilinin her yerini ağaçlandırmak için burada meyveli ve meyvesiz fidan yetiştirerek halka dağıtmak,
- O zamana kadar o muhitte bulunmayan bazı verimli iyi cins hayvanları yetiştirip çoğaltarak köylüye damızlık olarak vermek,
- Geniş ve fennî bir ziraat yapabilmek için makineli ziraatın nasıl yapıldığını köylüye göstermek, faydalarını anlatarak köylüyü makineli ziraata teşvik etmek ve her sahada kurslar açarak köylüye bilgi vermek,
- Çiftlikte ziraatın, arıcılık, sütçülük, tavukçuluk, sebzecilik, meyvecilik ve bağcılık gibi her şubesinin kurularak üretilen çeşitli mahsulün şehirde açılacak mağazalarda satılıp halka ucuz ve iyi vasıflı gıda sağlamak,
- Ankara halkının temiz hava alma ihtiyaçlarını karşılamak üzere mesire, piknik ve eğlence yeri olarak geniş bir koruluk ve orman alanı yapmak,
- Ankara'da açılan Yüksek Ziraat Okuluna girecek lise mezunu gençlerin bir sene bu çiftlikte fiilen çalışarak staj görmelerini sağlamaktır.

Gazi Mutafa Kemal, çiftçilerin iktisaden yükselmesi ve ürettiği mallarının korunması ve değerinde satılması için kooperatiflerin kurulmasını istemiş, kendisini de teşvik olsun diye Tarım Kredi Kooperatifine aza kaydettirmiştir.

Atatürk, diğer inkılaplarında olduğu gibi çiftlik işleri üzerinde de hassasiyetle durarak ziraat alanında birçok yeni çalışmaya da öncülük etmiştir. Bu çalışmalar şunlardır;

- Çiftlikte yetiştirilen meyveli ve meyvesiz çeşitli fidanlarla bu ortamda yetişebilecek ıslah edilmiş hububat tohumları elde edilerek çiftçiye dağıtılmış, Hollanda, Jersey, Simental gibi çok süt veren ineklerle, Karaman, Merinos, Kıvırcık, Türkistan Karagül koyun cinsleri ve çok yumurta veren Legorn, Faverol, Rodeylant tavukları yetiştirilip üretilerek damızlık olarak çiftçiye verilmiştir.
- Çiftlikte üretilen ürünlerden elde edilen pastörize süt, peynir, yoğurt, tereyağı, yumurta, bal, üzüm, gibi çeşitli ürünler Ankara'da açılan mağazalarda satışa çıkarılmış, bu suretle halka ucuz ve temiz gıda sağlanmıştır.
- Ankara Yüksek Ziraat Fakültesine okumak için gelen ve ileride memleketin çeşitli ziraat işlerinde çalışacak lise mezunu gençler, çiftlik tatbikatını ve stajlarını Orman Çiftliğinde yapmışlardır.
- Atatürk, yazın Ankara'nın sıcak havasından bunalarak çiftliğe piknik yapmaya gelen halkın serinlemesi ve plaj ihtiyacının karşılanması için çiftlikte Marmara ve Karadeniz isimlerinde iki havuz yaptırmış ve yine halkın yemek yemesini temin için gazino ve lokantalar açtırmıştır. Ayrıca çiftlikte çocukların eğlenmesi ve hayvanları tanıması için de bir hayvanat bahçesi kurulmuştur.

En son iktisadî işletme usullerine dayanarak kurulan çiftlikte yapılan ziraat sistemi Orta Anadolu çiftçisine örnek olmuştur.

Atatürk'ün kurduğu Orman Çiftliğinin inkâr edilmeyen bugünkü varlığına bakacak olursak, geçmiş zamanda yapılan çalışmaların ve gayretlerin büyüklüğünü ve kıymetini daha iyi anlarız.

(Atatürk Araştırma Merkezi Dergisi, Sayı 11, Cilt IV, Mart 1988'de yayımlanan Fazıl Dalay'ın yazısından derlenmiştir.)

Yurdumuzda doğal çevreyi korumaya yönelik çeşitli önlemler alınmakta, bunlarla ilgili proje çalışmaları yapılmaktadır. Bunların en dikkat çekicilerinden biri de sulak alanlar ile ilgili hazırlanan projelerdir. Örneğin Avlan Gölü ile ilgili uygulanan proje bunlardan biridir. Bu projeyi tanıtmadan önce sulak alanlarla ilgili bazı özellikleri birlikte inceleyelim:

Etkinlik 3.3.

Etkinliğin Adı: Avlan Gölü

Amaç: Bozulan bir çevrenin rehabilite edilme yollarını kavramak

Uygulayalım: Verilen metni okuyarak siz de yakınınızda tahrip edilmiş doğal bir alanın rahebilitasyonunun nasıl yapılabileceğini tartışınız.

Avlan Gölü

Avlan Gölü, Antalya'nın Elmalı ilçesinin güney kesiminde aynı isimle anılan Elmalı Ovası'nda yer alan iki gölden (diğer göl Karagöl'dür) biridir. Avlan Gölü tarım arazisi oluşturulmak amacıyla 1970'li yıllarda kurutulmuş ve bu çalışma 10 yıl sürmüştür. Karagöl'ün suları bir kurutma kanalı ile Büyük Düdene ve Avlan Gölü'ne aktarılmış, Karagöl kurutulmuştur. Daha sonra Avlan Gölü'nün sularını Başgöz Deresi'ne boşaltabilmek için Toroslar'dan Finike'ye doğru 5,5 km uzunluğunda bir tünel açılmıştır. Boşaltılan göl suları Başgöz Vadisi'nde taşkınlara sebep olmaması için vadi ıslah edilmiş ve taşkın önleme tesisleri yapılmıştır. Bu arada Göğü Çayı ve Akçay'ın aşağı kesimleri kanallara alınarak kurutma işlemi tamamlanmıştır. Binlerce yıldır çevresinde yaşayan insanları balığıyla ve kuşuyla besleyen, çevresindeki çayırlara, meralara, tarım alanlarına bereket katan Avlan Gölü ve Karagöl artık kurutulmuştur. Akdeniz iklimi ile karasal iklim arasında geçiş noktasında bulunan Elmalı Ovası'nda göllerin kurumasıyla karasal iklim lehine değişimler yaşamıştır. Yazlar daha sıcak, kışlar ise daha soğuk geçmeye başlamış, yağışlar azalmıştır. Özellikle kış ve ilkbahar aylarında görülen çiğ ve sis olayları göller kurutulduktan sonra görülmez olduğu için elmaların çiçeklenme döneminde sık sık don olayları meydana gelmiştir. Elma verimi düşen yüz binlerce elma ağacı kesilmiştir. Göllerin kurutulması sadece elmaları etkilememiş diğer tarımsal ürünlerde (nohut, şeker pancarı ve kavun vb.) de verim düşmüştür. Bu arada kuyularda 5-6 metreden su çekilirken göllerin kurutulmasından sonra 70-80 metreden dahi su çekilemez olmuştur. Topraklar çoraklaşmaya başlamıştır. Çoğu yerde oluşan derin çatlaklar yüzünden toprak sulanamaz hâle gelmiştir. Avlan Gölü'nün kurutulması alt havzayı da olumsuz etkilemiştir. Alt havzada bulunan Başgöz Deresi de tamamen kurumuştur. Aykırı ve Badız çaylarının suları yarı yarıya azalmıştır. Elmalı Ovası'nı çevreleyen dağlar, pek çok alanda yararlanılan sedir ağacının en iyi yetiştiği topraklara sahiptir. Ne yazık ki göllerin kurutulması sedir ağaçlarını da etkilemiştir. Kuşların yöreyi terk etmesiyle önemli bir sedir ağacı zararlısı olan sedir bitinin (*Acleris undulana*) popülasyonu hızla artmış ve bu yüzden binlerce sedir ağacı kurumuştur.

Yaşanan bu olumsuzluklar sonucunda 2001 yılında gölün sularını boşaltan kanalların kapatılması ve gölde su tutulmasıyla Avlan Gölü'nün yeniden oluşturma süreci başlatılmıştır.

Yeni oluşturulan Avlan Gölü yine yer altı suyunu besleyecek, yörenin iklimini yumuşatacak, çevresindeki meralara ve tarım alanlarına bereket saçacak; farklı canlıları ile yeni bir sulak alan ekosistemi oluşacak; yine göle gelen kuşlar geçmişte olduğu gibi sedir bitleriyle beslenerek tüm Akdeniz'in en güzel sedir ormanlarının yaşamasına destek olacaktır.

Sonuçlandıralım

1. Belirlediğiniz alanda yapılacak rehabilitasyonun biyolojik çeşitliliğe katkısı neler olabilir?
2. Belirlediğiniz alanda yapılacak rehabilitasyonun bölge halkına ne gibi katkıları olacaktır?

Proje

Etkinliğin Adı: Yaşadığımız Çevrenin Rehabilitasyonu

Amaç: Çevrenin korunması ve rehabilitasyonuna katkıda bulunma

Aşağıda bir projenin hazırlama basamakları ve değerlendirme ölçeği örnek olarak verilmiştir.

İçerik	Süre	Beklenen Beceriler	Araç ve Gereç	Değerlendirme
• Çevrenin korunması ve rehabilitasyonu	1 ay	• Araştırma • İnceleme • Karar verme • Bilgi teknolojisini kullanma • Dili etkili kullanabilme becerilerini artırma	• Yazılı ve görsel yayınlar • Kitle iletişim araçları • Fotoğraf makinesi • Not defteri, kalem	Proje değerlendirme ve derecelendirme ölçeği

Proje Konusu, Araştırma ve Uygulama Aşamaları

- Bu çalışmayı yaparken öğretmeninizden, yakın çevredeki diğer kişi ve kuruluşlardan (Çevre ve Orman Bakanlığı, TÜBİTAK vb.) yararlanabilirsiniz.
- Projenizi belirlenen süre içerisinde tamamlayınız.

1. Proje çalışması yapmak amacıyla sınıf mevcuduna göre altışar veya yedişer kişilik gruplar oluşturunuz. Araştırmanın verimli olması ve zamanında tamamlanması için çalışma grubunuzdaki arkadaşlarınızla görev paylaşımı yapınız.
2. Yaşadığınız bölgede tahrip edilmiş bir doğal alanı belirleyiniz.
3. Koruma altına alınmasını veya rehabilite edilmesini istediğiniz tahrip edilmiş alanda daha önce çevre koruma veya rehabilitasyonu ile ilgili hangi çalışmaların yapıldığını araştırınız.
4. Belirlediğiniz tahrip edilmiş alanla ilgili çevre koruması ve rehabilitasyonuna yönelik hangi çalışmalarının yapılması gerektiğini belirleyiniz.
5. Çevre koruma veya rehabilitasyon çalışmalarının tahrip edilmiş alanda nasıl gerçekleştirileceğine yönelik bir uygulama planı hazırlayınız.
6. Çevre koruma veya rehabilitasyon ile ilgili çalışmalar gerçekleştirildiği takdirde bu alandaki ekosistemin yapısında olabilecek değişimleri ve yöre halkına sağlayabileceği faydaları belirleyiniz.
7. Çalışmalarınızı, ilgili alanın rehabilitasyonuna ilişkin önerilerinizi poster veya bilgisayarda 15 dakikalık bir sunum hazırlayarak arkadaşlarınızla paylaşınız.
8. Yaptığız çalışmaya ait rapor hazırlayarak ilgili kişi ve kuruluşlarla paylaşınız.

Yandaki ölçek, ödevinizin hangi ölçütlere göre değerlendirileceği konusunda sizlere bilgi vermek için hazırlanmıştır. Bu puanlama anahtarınız öğretmen tarafından doldurulacağından üzerinde herhangi bir işaretleme yapmamanız gerekir.

Puanlama Ölçeği

Ölçütler					
A. PROJE HAZIRLAMA SÜRECİ	**4**	**3**	**2**	**1**	**Puan**
1. Plan oluşturma ve uygulama	Araştırma öncesinde araştırma sürecini etkili şekilde planladı ve planını öğretmeniyle paylaştı. Yapmış olduğu plana tam anlamıyla uydu. Araştırma raporunu tam zamanında teslim etti.	Araştırma öncesinde araştırma sürecine ilişkin plan yaptı. Yapmış olduğu plana çoğunlukla uydu. Araştırma raporunu zamanında teslim etti.	Araştırma sürecine ilişkin planlama yaptı, ancak plana tam anlamıyla uymadı. Araştırma raporunu bitiş tarihinden bir-iki gün sonra teslim etti.	Araştırma süreci öncesinde bir plan yapmadı. Araştırma raporunu oldukça geç teslim etti.	
2. Kaynak kullanma	Konuya ilişkin çok fazla ve çeşitli kaynaklar kullandı. Toplamış olduğu kaynakları pratik bir şekilde düzenledi. Kullandığı kaynaklar konuyla ilişkiliydi.	Konuya ilişkin yeterli sayıda kaynak kullandı. Kaynakların çoğunluğu konuyla ilişkiliydi. Kaynaklarını düzenledi.	Konuya ilişkin kaynak kullandı, ancak kaynaklardan bir kısmı konuyla tam anlamıyla ilişkili değildi.	Konuyla ilgili olarak yeteri kadar kaynak kullanmadı. Kullandığı kaynaklar ders kitabı ile sınırlıydı.	
3. İş birliği yapma	Araştırma sürecinde zorlandığı yerlerde öğretmeninden, arkadaşlarından ve etrafındaki diğer kişilerden yardım istedi. Gerekli olduğunda arkadaşlarıyla iş birliği yaptı. Arkadaşlarını kendi araştırmaları konusunda teşvik etti.	Araştırma sürecinde zorlandığı yerlerde öğretmeninden yardım istedi. Gerekli durumlarda arkadaşlarıyla iş birliği yaptı.	Araştırma sürecinde sadece bir iki kez öğretmeninden yardım istedi. Arkadaşlarıyla pek fazla iş birliği yapmadı.	Araştırma sürecinde zorlandığı konularda hiç kimseden yardım istemedi ve arkadaşlarıyla gerekli durumlarda iş birliğinde bulunmadı.	
B. PROJENİN İÇERİĞİ					
1. Kavrama	Konuya ilişkin kavram, olgu ve prensipleri doğru ve yerinde kullandı. Konuya kendi yorumlarını da kattı.	Konuya ilişkin kavram, olgu ve prensipleri doğru şekilde kullandı. Bazı yerlerde kendi yorumlarını kattı.	Konuya ilişkin kavram, olgu ve prensipleri kullanırken bazı hatalar yaptı.	Konuya ilişkin kavram, olgu ve prensipleri kullanırken önemli hatalar yaptı. Tamamen kitaptan aldıklarını aktardı.	
2. Dil kullanımı	Türkçeyi doğru, güzel ve etkili kullandı.	Türkçeyi kullanırken az sayıda önemsiz hata yaptı.	Türkçeyi kullanırken bazı önemli hatalar yaptı.	Çok sayıda ve önemli dil ve yazım hatası yaptı.	
C. SUNUM					
1. Dil kullanımı	Türkçeyi doğru, güzel ve etkili kullandı.	Türkçeyi kullanırken az sayıda önemsiz hata yaptı.	Türkçeyi kullanırken bazı önemli hatalar yaptı.	Çok sayıda ve önemli hata yaptı.	
2. Akıcılık ve ilgi çekme	Sunum ilgi çekici, amaca uygun materyallerle desteklendi, sorulara doğru cevaplar verdi.	Sunum ilgi çekici, materyaller dolaylı olarak amaca uygundu, sorulara doğru cevaplar verdi.	Sunum kısmen ilgi çekiciydi, materyaller dolaylı olarak amaca uygundu, sorulara cevap vermekte zorlandı.	Sunum ilgi çekici değildi, materyaller amaca uygun değil, sorulara cevap veremedi.	
3. Sunma	Öz güvene sahipti, beden dilini etkin kullandı, sunuyu severek ve isteyerek yaptı.	Öz güvene sahipti, beden dilini yeterince kullanmadı, sunuyu severek ve isteyerek yaptı.	Yeterince öz güvene sahip değildi, beden dilini çok az kullandı, sunuyu yapmakta az istekliydi.	Öz güveni yeterli değildi, beden dilini kullanamadı, sunuyu yapmakta isteksizdi.	

Ünite Sonu Değerlendirme

A. Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Biyolojik çeşitliliğin ekosistem için önemi nedir? Açıklayınız.
2. Biyolojik çeşitliliğin ülke kalkınmasına katkıları nelerdir? Açıklayınız.
3. Tür içerisinde genetik çeşitliliğin azalması türün devamını nasıl etkiler?
4. Yaşadığınız bölgede biyolojik çeşitliliğin korunması için yapılan çalışmalara bir örnek veriniz.
5. Ekosistemin korunması için su kirliliği ile ilgili alınması gereken tedbirler nelerdir? Açıklayınız.
6. Ekosistemlerin bozulması, biyolojik çeşitliliği nasıl etkiler? Açıklayınız.
7. Doğal afetlerin meydana gelmesinde ekolojik dengenin bozulmasının rolü nedir? Açıklayınız.
8. Bitkiler, mantarlar, yılanlar, kurbağalar, koyunlar, sivrisinekler ve insanlar bir ekosistemde yer alan bazı canlılardır. Ekosistemin içerisinde sadece belirtilen popülasyonların olduğunu varsayarak aşağıda verilen soruları cevaplayınız.
   I. Verilen ekosistemde kurbağalar yok olursa diğer canlılar bu durumdan nasıl etkilenir? Açıklayınız.
   II. Verilen ekosistemdeki bitkiler yok olursa diğer canlılar bu durumdan nasıl etkilenir? Açıklayınız.
   III. Verilen ekosistemdeki yılanlar yok olursa diğer canlılar bu durumdan nasıl etkilenir? Açıklayınız.
   IV. Verilen ekosistemde koyunlar yok olursa diğer canlılar bu durumdan nasıl etkilenir?

B. Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri verilen ifadelerle doğru ve anlamlı şekilde tamamlayınız.

(su ekosistemi, millî park, botanik bahçesi, biyolojik mücadele, oksijen, biyolojik çeşitlilik, ormanlar, sürdürülebilir kalkınma)

1. Doğal koruma alanlarına ....., yapay koruma alanlarına ..... örnek verilebilir.
2. Organik tarım yapılırken pestisitler kullanılmamalı ..... yöntemlerine başvurulmalıdır.
3. Çevre korumada en önemli etken .... korunmasıdır.
4. ....., çok sayıda bitki ve hayvan populasyonunu da bünyesinde barındıran ekosistemlerdir.
5. Ülkemizde ...., genetik çeşitliliği, canlı türlerini, onların yaşadığı habitat ve ekosistemler korunarak sağlanabilir.

C. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

1. Doğanın korunmasıyla ilgili aşağıdaki önlemlerden hangisi **<u>en dar</u>** kapsamlıdır?
   A) Ormanların sürekliliğinin korunması
   B) Zehirli fabrika artıklarının arıtılması
   C) Tarım ilaçları kullanımının en aza indirgenmesi
   D) Bir tür hayvanın avlanmasının yasaklanması
   E) Arıtılmamış atıkların denizlere atılmasının yasaklanması

2. Aşağıdakilerden hangisi su kirliliğinin azaltılması için alınması gereken önlemlerden **<u>değildir?</u>**
   A) Tarımda pestisitlerin kullanılması
   B) Arıtma tesislerinin kurulması
   C) Hava kirliliğinin önlenmesi
   D) Tarımda organik gübre kullanılması
   E) Kimyasal atıkların suya karışmasının engellenmesi

3. Aşağıda verilenlerden hangisi çevrenin korunması ve rehabilitasyonu ile ilgili yapılabilecek çalışmalardan biri **değildir?**

A) Çevreyle ilgili yasal düzenlemeler yapılmalı

B) Okullarda çevreyle ilgili eğitimler verilmeli

C) Kuraklık konusunda duyarlılık arttırılmalı

D) Ağaç dikme çalışmalarına destek verilmeli

E) Tarımda verimi arttırmak için GDO kullanılmalı

4.

I. Tarım arazilerinin gereğinden fazla sulanması

II. Kullanılan gübre miktarının fazla olması

III. Asit yağmurlarının artması

Toprakların tuzluluk problemi ile karşı karşıya olmasının nedeni yukarıdakilerden hangisidir?

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

5. Aşağıdaki uygulamalardan hangisi toprağın insan sağlığı için zararlı olmasına neden **olmaz?**

A) Tarımda ilaç kullanılması

B) Sanayi kuruluşlarından atıkların bırakılması

C) Çöplerin toprağa gömülmesi

D) Organik tarım uygulamalarının yapılması

E) Yapay gübrelerin bilinçsiz kullanılması

6. Aşağıda verilen olaylardan hangisi erozyona doğrudan neden olan olaylardan biridir?

A) Aşırı otlatma yapılması

B) Eğimli alanların tarıma açılması

C) Sel sularının toprağı taşıması

D) Toprağın kirlenmesi

E) Ormanların yok edilmesi

7. Biyolojik çeşitlilik için en büyük tehlike aşağıdakilerden hangisidir?

A) Ticari açıdan önemli olan türlerin aşırı tüketilmesi

B) Ortama konulan türlerin, yerli türlerle rekabet etmesi ya da bu türlerle beslenmesi

C) Tropikal yağmur ormanlarının yüksek bir hızda tahrip edilmesi

D) Besin zincirinin bozulması, av olan türlerin gittikçe ortadan kalkması

E) Karasal ve sucul habitatların bölünmesi ve tahribata uğratılması

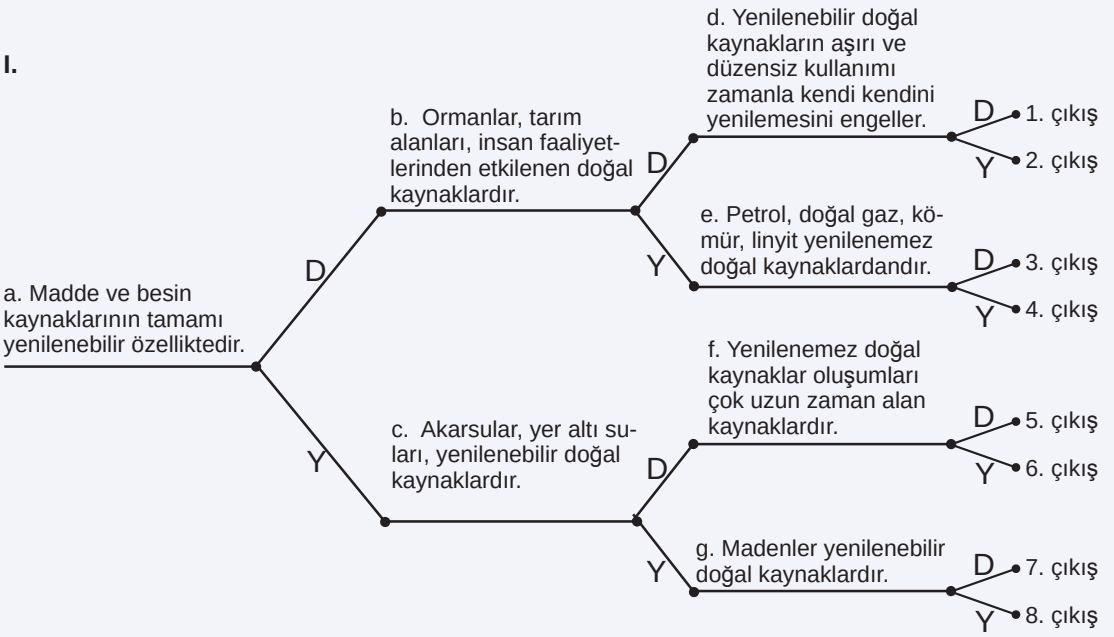
Ünite Sonu Değerlendirme

Ç. Aşağıdaki verilenleri dikkatlice okuyunuz. İfade doğru ise "D" harfini işaretleyiniz, yanlış ise "Y" harfini işaretleyerek doğrusunu yandaki kutucuğa yazınız.

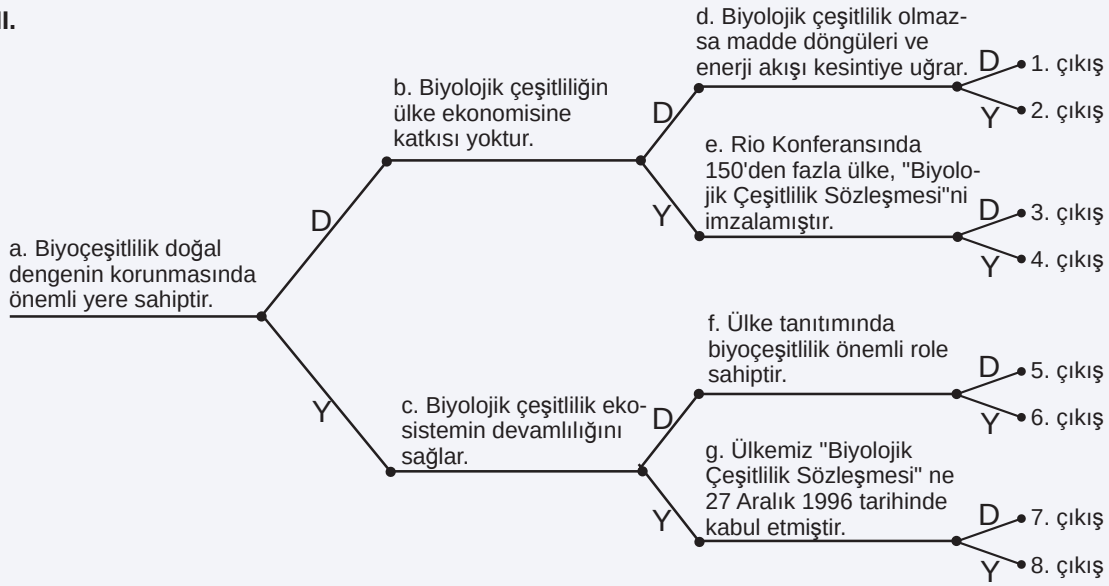
1.	Ormanlar, besin, tohum ve ham madde kaynağıdır.	(D) (Y)	
2.	Habitatların bazı özelliklerinin bozulmaya başlaması, türün üreme gücünü ve birey sayısını arttırır.	(D) (Y)	
3.	Biyolojik çeşitliliği korumanın asıl amacı "sürdürülebilir kalkınma"yı sağlamaktır.	(D) (Y)	
4.	Ormanların korunması, imarı, ıslahı ve bakımı Çevre Orman Bakanlığının görevidir.	(D) (Y)	
5.	Yapay koruma yöntemi biyolojik çeşitliliğin korunmasında etkili değildir.	(D) (Y)	
6.	Millî parklar, tabiat parkları, tabiat anıtları, tabiatı koruma alanları yapay koruma alanlarıdır.	(D) (Y)	
7.	Çevre etiği, insanın doğaya karşı ahlâki yaklaşımıdır.	(D) (Y)	
8.	Aşırı sulama toprakta tuzlanmaya neden olur.	(D) (Y)	
9.	Çayır, mera ve yaylalarda yanlış otlatma erozyonla mücadeleyi kolaylaştırır.	(D) (Y)	
10.	Toprak, üzerinde bulunan bitkiler ve hayvanlar ile birikte bir doğal zenginlik kaynağıdır.	(D) (Y)	

D. Aşağıda birbiri ile bağlantılı doğru (D) / yanlış (Y) tipinde ifadeler içeren Tanılayıcı Dallanmış Ağaç Tekniğinde iki soru verilmiştir. "a" ifadesinden başlayarak bu etkinlikteki cümlelerin doğru ya da yanlış olduğuna karar veriniz. İlgili yönde ilerleyiniz. Her bir karar, sonraki kararı etkileyecektir. Vereceğiniz cevaplarla sekiz ayrı çıkış noktasından doğru olanı bulunuz.

I.



II.



1. Ünite Cevap Anahtarı

I. BÖLÜM: Sindirim

B
6. Çıkış

C									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5, 11, 14, 15	14, 15	11	1, 3, 4, 6, 7, 10, 12	1, 10	3, 6	8, 9, 13	2, 16	1, 4, 7, 10, 12	3

Ç												
a	b	c	ç	d	e	f	1	2	3	4	5	6
Ağız	Karaciğer	Safra	İnce bağırsak	Mide	Pankreas	Kalın bağırsak	a,ç, d	a, b, c	e, d	ç, d	e, c	c, ç, d

II. BÖLÜM: Hayvanlarda Gaz Alış Verişi

A.				
I	II	III	IV	V
D	D	D	Y	Y

B	
I	II
1. Çıkış	5. Çıkış

C							
1	2	3	4	5	6	7	8
1, 2, 6, 16	3, 5, 10	9	7, 8, 11, 14	4, 13	8	15	12

III. BÖLÜM: Hayvanlarda Taşıma ve Dolaşım Sistemleri

Virüs adı		Yaptığı hastalık adı	
1		1	
2	HIV	2	
3		4	Kırım kongo kanamalı ateşi
4	H1N1	5	

C									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10, 13, 15	3, 8	9, 14	2, 5, 7	1,2,4,5,7,16	6, 11	1, 16	3, 14	8, 9, 12	4

Ç				
1	2	3	4	5
Akciğer atardamarı	Temiz kan	Sol kulakçık	Aort	Sağ kulakçık

F	
I	II
1. Çıkış	2. Çıkış

1. Ünite Cevap Anahtarı

IV. BÖLÜM: Hayvanlarda Boşaltım Sistemi

B									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1, 6, 16	15	2	3, 6, 10, 16	5, 7, 11, 14	8	9	4	12	13

Ç	
I	II
2. Çıkış	5. Çıkış

V. BÖLÜM: Hayvanlarda Destek ve Hareket Sistemi

B									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	16	2, 8, 14	12, 14	1, 6	5	3, 4	9,11	9,11,15	7, 13

C			
1	2	3	4
mineral	kan pulcukları	iç organlar	destek ve hareket

Ç			
a	Kılcal damarlar	1	e
b	Periost	2	b
c	Sıkı kemik doku	3	f
ç	Sarı kemik iliği	4	a, b
d	Süngerimsi kemik doku	5	b
e	Epifiz plağı (Kıkırdak büyüme bölgesi)	6	a, b, c, d, f, g
f	Kırmızı kemik iliği	7	h, ı
g	Osteosit	8	i
h	Havers kanalı		
ı	Volkmann kanalı		
i	Eklem kıkırdağı		

D	
I	II
4. Çıkış	5. Çıkış

VI. BÖLÜM: Düzenleyici ve Denetleyici Sistemler

B							
1	2	3	4	5	6	7	8
8	2, 6, 11	3	4, 5	7	1, 10, 15	9, 12, 14	7, 13, 16

D			
a	Kulak kepçesi	1	a, b, c, ç, e
b	Kulak yolu	2	a, b, c
c	Kulak zarı	3	ç, f
ç	Çekiç, örs, üzengi	4	d, e
d	Yarım daire kanalları	5	d
e	Salyangoz		
f	Östaki borusu		

E	
I	II
5. Çıkış	6. Çıkış

1. Ünite Cevap Anahtarı

VII. BÖLÜM: Hayvanlarda Üreme Sistemi

B								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
7, 9, 12	1, 13	4	5, 10, 11	2, 3, 8, 16	6, 8, 16	2	14, 15	11

C					Ç	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**I**	**II**
Östrojen	Oksitosin	FSH	LH	Progesteron	3. Çıkış	6. Çıkış

VIII. BÖLÜM: Hayvanlarda Davranış

B			
I	1. Çıkış	**II**	2. Çıkış

ÜNİTE SONU DEĞERLENDİRME

B							
1	amilaz	2	alveol	3	kan basıncı	4	ürik asit
5	antagonist	6	beyin-omurilik	7	segmentasyon		

Ç		D			
1	Y- Enterokinaz ile aktifleşir.	1	C	12	B
2	Y- Mekanik sindiriminde görev alır.	2	E	13	B
3	D	3	E	14	E
4	D	4	C	15	A
5	Y- Oksijence zengin kan kalbe dönmeden vücuda, oksijence fakir kan kalbe pompalanır.	5	E	16	C
6	D	6	A	17	B
7	D	7	B	18	B
8	D	8	E	19	C
9	D	9	E	20	A
10	D	10	C	21	E
11	Y- Nöronların uzun ve tek olan uzantısına akson denir.	11	D		
12	D				
13	D				
14	Y- Kavrama yoluyla öğrenmedir.				

E1		E2		E3	
Tükürük bezi	2,8	Sarı bölge	10	Omurilik soğanı	2, 4
Kalın bağırsak	8	Korti organı	9	Beyincik	1, 3
İnce bağırsak	1, 5, 8, 11	Korun tabakası	7	Beyin yarım küreleri	6, 5
Karaciğer	10	Sarı benek	4		
Pankreas	2, 3, 6, 9	Motor sinir	5		
Mide	4, 7, 8	Sinaps boşluğu	3		
		Eşik şiddeti	6		
		Kör nokta	8		
		Duyu nöronu	2		
		Nörotransmitter	1		

1. Ünite Cevap Anahtarı

Endokrin Bez (Organ)	Salgıladığı Hormon	Hormonun Fizyolojik Etkisi
Testis	***Testesteron***	Erkek eşey karakterlerinin gelişmesini uyarır.
Yumurtalık	Östrojen	***Dişi eşey karakterlerinin gelişmesini uyarır.***
Korpus luteum	***Progesteron***	Gebeliğin devamı için önemlidir.

F			
1	Testis	4	Testesteron
2	Yumurtalık	5	Progesteron
3	Korpus luteum	6	Dişi eşey karakterlerinin gelişmesini uyarır.

G				
1	2	3	4	5
1, 9, 11, 16	2, 10, 14, 15	4, 8, 12	6, 13	3, 5, 7,15

2. Ünite Cevap Anahtarı

B	
1	D
2	E
3	B
4	C
5	A

C											
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
4	7	15	12	3, 6, 9, 10, 11, 16	5	2	8	13	10	1, 2, 4, 5, 7, 8	14

Ç	
I	**II**
1. Çıkış	1. Çıkış

3. Ünite Cevap Anahtarı

B	
1	Millî park, botanik bahçesi
2	Biyolojik mücadele
3	Biyolojik çeşitliliğin
4	Ormanlar
5	Sürdürülebilir kalkınma

Ç	
1	D
2	A
3	E
4	E
5	E
6	C
7	E

C	
1	D
2	Y- Üreme gücü ve birey sayısı azalır.
3	D
4	D
5	Y- Biyolojik çeşitliliğin korunmasında etkilidir.
6	Y- Doğal koruma alanlarıdır
7	D
8	D
9	Y- Erozyona neden olur.
10	D

D	
I	I
5. Çıkış	3. Çıkış

-EKLER-

AKRAN DEĞERLENDİRME FORMU

Yönerge:

Bu form grup çalışmalarınızı değerlendirmek üzere hazırlanmıştır. Aşağıdaki bütün ifadeleri okuyunuz. Bu ifadelere göre önce gruptaki arkadaşlarınızı, son sütunda ise kendinizi değerlendiriniz.

(Derecelendirme: 5=Çok iyi, 4= İyi, 3= Orta, 2= Kabul edilebilir, 1= Kabul edilemez)

Değerlendiren öğrencinin;
Adı Soyadı : .....
Sınıfı : .....
Grubun Adı : .....

1. Arkadaşımın adı soyadı : .....
2. Arkadaşımın adı soyadı : .....
3. Arkadaşımın adı soyadı : .....
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						

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. Grupla 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.			
TOPLAM			

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 ne?

ÖĞRENCİ ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU

Bu form kendinizi değerlendirmeniz amacıyla hazırlanmıştır. Çalışmalarınızı en doğru yansıtan seçeneğe (x) işareti koyunuz.

Öğrencinin,

Adı ve Soyadı :

Sınıfı :

Nu. :

ÖĞRENCİLERİN DEĞERLENDİRECEĞİ 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 işler:

_____

_____

_____

PROJE DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

Projenin Adı :

Öğrencinin Adı ve soyadı :

Sınıf-Nu. :

BECERİLER	DERECELER				
	Çok iyi	İyi	Orta	Geçer	Yetersiz
	5	4	3	2	1
I. PROJE HAZIRLAMA SÜRECİ					
Projenin amacını belirleme					
Projeye uygun çalışma planı yapma					
Grup içinde görev dağılımı yapma					
İhtiyaçları belirleme					
Farklı kaynaklardan bilgi toplama					
Projeyi plana göre gerçekleştirme					
TOPLAM					
II. PROJENİN İÇERİĞİ					
Dili doğru ve düzgün kullanma					
Bilgilerin doğruluğu					
Toplanan bilgilerin analiz edilmesi					
Elde edilen bilgilerden çıkarımda bulunma					
Toplanan bilgileri düzenlenme					
Kritik düşünme becerisini gösterme					
TOPLAM					
III. SUNU YAPMA					
Dili doğru ve düzgün kullanma					
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 sırasındaki öz güvene sahip olma					
Severek sunu yapma					
TOPLAM					
GENEL TOPLAM					

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 planlayınız.
2. Konuya ilişkin çeşitli kaynaklardan yararlanınız.
3. Araştırma sürecinde iş birliğine önem veriniz.
4. 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, sunu, yazılı, poster vb.) sunacağınıza karar veriniz.

RAPOR HAZIRLAMADA BULUNMASI GEREKENLER:

1- Kapak

2- Giriş

3- Süreç (Planlanan çalışmaların plana uygun gidip gitmediği ve nedenleri)

4- Sonuçların analizi

5- Ekler (sunu, poster, resim vb.)

ARAŞTIRMA RAPORU DEĞERLENDİRME FORMU

ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI :

GRUP ADI :

ARAŞTIRMA KONUSU :

TARİH :

Sevgili öğrenciler,

Aşağıdaki derecelendirme ölçeği, biyoloji ile ilgili bir konuda araştırma yaparken göstermiş olduğunuz performansın öğretmeniniz tarafından gözlenmesi ve 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 kuralları 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 birim sistemini) kullanırlar. Laboratuvarda yaptığınız ölçme çalışmalarında SI birimlerini sıkça kullanacaksınız.

SI ondalık sistemidir. Bir başka deyişle SI birimleri arasındaki ilişki 10'un katları şeklindedir. Örneğin SI'da uzunluk için temel birim metredir. Bir metre 100 santimetreye 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	μ	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^2
Hacim	metre küp	m^3
Yoğunluk	kilogram/metre küp	kg/m^3
Hız	metre/saniye	m/s
Celsius sıcaklığı	derece celsius	^0C

Laboratuvarda genellikle hacmi santimetre küp (cm^3) cinsinden ifade edeceksiniz. Dereceli silindirler mililitre ya da santimetre küp ile derecelendirilmiştir. Bir metre kare 10.000 cm^2ye eşittir. Büyük alanların ölçümü genellikle hektar (ha) cinsinden ifade edilir. Bir hektar 10.000 m^2ye 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'de listelenmiştir.

Tablo 4. SI İle 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^3
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 cm=0,01 ya da 1m=100 cm'dir.

15,5 santimetrelik 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 km= 1000 m

1m= temel uzunluk ölçüsü birimi

1 cm= 0,01 m

1 mm= 0,001 m

1 mikrometre (μm)= 0,000001 m

ALAN

1 km^2= 100 ha

1 ha= 10000 m^2

1 m^2= 10000 cm^2

1 cm^2= 100 mm^2

KÜTLE

1 kg= temel kütle ölçü birimi

1kg= 1000 gram (g)

1 g= 0,001 kg

1 miligram (mg)= 0,001 g

1 mikrogram (μg)= 0,000001 g

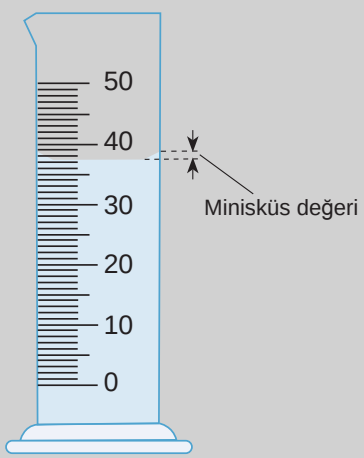
SIVI HACMİ

1 kilolitre (kL)= 100m L

1 litre (L)= temel sıvı hacim birimi

1 mililitre (mL)= 0,001 L

1 mililitre (mL)= 1 cm^3



NOT: Dereceli silindirde sıvı hacmini ölçerken sıvı yüzeyinin oluşturduğu eğrinin alt kısmındaki (minisküs) değeri okuyunuz.

SÖZLÜK

-A-

absorbsiyon: Emilim, sindirilmiş besinlerin sindirim kanalındaki epitel hücreler tarafından emilmesi.

abiyogenez: Canlıların cansız maddelerden meydana geldiğini savunan görüş.

açık dolaşım: Kanın atardamarlardan dokular arasındaki özel boşluklara yayılıp madde alış verişi olduktan sonra kalbe dönmesi.

adaptasyon: Canlının yaşama ve üreme şansını artıran, çevreye uyumunu sağlayan ve kalıtsal olan özellikleri.

aerob organizma: Metabolizmasında oksijen kullanan, oksijen varlığında yaşayabilen canlı.

aglutinasyon: Antijen ve antikorların tepkimesi sonucunda kan hücrelerinin kümeleşmesi.

aktif taşıma: Maddelerin ATP harcanarak kofullar yardımıyla veya taşıyıcı proteinler aracılığıyla derişimlerinin az olduğu ortamdan çok olduğu ortama doğru zardan taşınması.

amebosit hücre: Belirgin bir şekli olmayan, amip benzeri hücreler, ameboid.

amilaz: Nişastayı parçalayarak glikoza çeviren enzim, pityalin.

amino asit: Birbirlerine bağlanarak proteinleri oluşturan azotlu organik moleküller, proteinlerin yapı taşı.

amonyak: Protein metabolizması sonucu oluşan azot ve hidrojen bileşimi olan keskin kokulu bileşik, NH_3.

anaerob: Yaşamı için oksijen varlığına gereksinim duymayan.

analog organ: Kökenleri farklı olan ancak aynı görevi gören organlar.

antijen: Vücuda girince bağışıklık sistemini uyararak antikor oluşturan yabancı madde ve mikroplar.

antikor: Kan ya da dokularda bulunan bazı yabancı maddeleri yok etmek için vücudun ürettiği protein yapısındaki savunma maddesi.

asetilkolin: Sinir uçlarından salgılanan bir tür nörotransmitter madde.

asimetri: Herhangi bir simetri tipine sahip olmama durumu.

-B-

bağışıklık: Bir organizmada, mikroorganizmalara ve bunların ürettiği maddelere karşı korunmayı sağlayan doğal ya da sonradan kazanılmış direnç.

bakteri: Prokaryot canlılar grubunda sınıflandırılan bir hücreli mikroorganizmalar.

biyom: Yeryüzünde geniş bir coğrafik bölge işgal eden, belirli iklim koşulları ve bitki örtüsüne sahip büyük ekosistem.

biyosfer: Dünyada canlıların yaşadığı 16-20 km kalınlığında hava, su ve kayaç katmanlarından oluşan yeryüzü örtüsü.

blastasöl: Emriyonik gelişme sırasında, blastula safhasında küresel yapı oluşurken hücrelerin kenarlara göç ederek oluşturduğu boşluk, birinci karın boşluğu.

blastomer: Emriyonik gelişme sırasında, blastula safhasında zigotun segmentasyonu sonucu oluşan aynı büyüklük ve genetik özelliklere sahip hücreler.

blastopor: Emriyonik gelişmenin gastrula safhasında dış tabakada bulunan hücrelerin içeri çökmesiyle oluşan ilkin girintinin açıklık kısmı.

blastula: Zigotun bölünmeler sonucu oluşturduğu ortası sıvıyla dolu tek katlı hücre tabakasından oluşan küresel yapı.

-C, Ç-

çomak hücreleri: Gözün retina tabakasında bulunan, düşük ışık şiddetlerine duyarlı, siyah beyaz görmeyi sağlayan, çubuk şeklindeki reseptör hücreler.

-D-

dentin: Kollagen ve kalsiyum tuzlarından oluşan, diş ya da ilkel balık pullarının yapısında bulunan sert madde.

dermis: Hayvanlarda derinin alt tabakasına verilen ad.

dış döllenme: Erkek ve dişi eşey hücrelerinin vücut dışında birleşmesi ile meydana gelen döllenme.

difüzyon: Molekül ya da iyonların, çok yoğun oldukları ortamdan, daha az yoğun oldukları ortama doğru yaptıkları geçiş hareketi.

diploid: İki kromozom takımının sahip olan (2n kromozomlu) hücre ya da organizma.

dorsal: Sırt kısım.

döl değişimi: Eşeyli ve eşeysiz üremenin birbirini takip ettiği üreme sistemi, döl almaşı, metagenez.

-E-

effektör organlar: Sinir hücrelerinin bağlı olduğu ve sinirsel uyarılara karşı verilen cevabın yerine getirildiği bez, kas, hücre veya organlar, sonuçlandırıcı organlar.

ekoloji: Çevre bilimi, canlıların birbirleri ve çevreleri ile olan ilişkilerini inceleyen bilim dalı.

ekosistem: Belirli bir alanda bulunan canlılar ile bunların bulunduğu cansız çevrelerinin karşılıklı ilişkileri ile meydana gelen ve süreklilik arz eden ekolojik sistem.

ektoderm: Embriyo gelişimi sırasında oluşan 3 tabakadan en dışta olanı, dış deri.

ekzositoz: Ökaryotik hücrelerde kofulların hücre zarı ile kaynaşarak içerdikleri salgı, atık, vb. maddeleri hücre dışına vermesi.

embriyo: Bir organizmanın gelişmesinin erken evresinde, döllenmiş yumurtanın gelişimi ile oluşan canlı taslağı.

endemik tür: Dünyanın yalnızca belirli bir bölgesinde bulunan bir bölgeye özgü olan canlı türü.

endoderm: Embriyo gelişimi sırasında oluşan 3 tabakadan, en içte olanı, iç deri.

endotel tabaka: Kan damarlarının için döşeyen tek katlı yassı epitel.

enfeksiyon: Bakteri, virüs, mantar ya da protozoonların organizmaya girerek çoğalması, hastalık yapma durumu.

epidermal: Epidermisten köken alan, epidermis yapısından olan.

epidermis: 1. Bitkilerde kök, gövde ve yaprakların dış epitel örtüsü. 2. Hayvanların vücudunu kaplayan derinin üst tabakası, üst deri.

epifiz: Omurgalılarda beyinde bulunan ve melatonin hormonu salgılayan iç salgı bezi.

epitel doku: Hayvanlarda organizmanın vücut dışını, iç organların içini ve vücut boşluklarını astarlayan doku.

eşey hücresi: Üremeden sorumlu hücre, gamet.

eşeyli üreme: Erkek ve dişi üreme hücrelerinin birleşmesiyle meydana gelen üreme.

eşeysiz üreme: Tomurcuklanma, bir hücrenin bölünmesi veya yenilenme gibi yollarla gerçekleşen, genetik olarak birbirinin aynı olan yavruların meydana geldiği, sadece tek bir ebeveynin yer aldığı üreme şekli.

-F-

fagositoz: Ökaryot yapıya sahip bazı bir hücrelilerde ve bazı hayvansal hücrelerde büyük moleküllü katı (besinlerin veya yok edilecek yabancı) maddelerin, yalancı ayaklar yardımıyla hücre zarından koful oluşturarak hücre içerisine alması.

fallopi tüpü: Yumurtalığı döl yatağına bağlayan, döllenmenin gerçekleştiği kanal.

farinks: Ağız ve burun boşluklarıyla, gırtlak ve yemek borusu arasındaki boşluk, yutak.

femur: Uyluk kemiği.

feromon: Alan belirlenmesi, topluluk içinde hiyerarşik düzenin sağlanması ve üreme döneminde eşlerin birbirini bulması gibi durumlarda etkili olan, "dış hormon" olarak da adlandırılabilen kimyasallar.

fitoplankton: Suda pasif olarak hareket eden (yer değiştiren) ve bitkisel özellik gösteren organizmalar.

flora: Belirli bir alanda bulunan bitki veya bakteri türlerinin tümü.

folikül: Dişinin yumurtalıklarında bulunan yumurta hücrelerinin oluştuğu küçük kese şeklindeki yapıların genel adı.

fosil: Geçmişte yaşamış bir organizmanın taş ya da kayaçlar içerisinde korunmuş kalıntıları ya da izleri.

fotoototrof: Işık enerjisini kullanarak ihtiyacı olan organik besin maddelerini üretebilen canlılar.

fotosentez: Klorofil taşıyan canlılarda ışık enerjisi kullanılarak organik bileşiklerin üretilmesi olayı.

fotoreseptör: Işığa duyarlı almaçlar.

-G-

gamet: Eşey hücresi, birleşerek zigotu oluşturacak dişi ya da erkek üreme hücresi.

gen: DNA molekülünün (bazı virüslerde RNA'nın) özgül bir nükleotit dizisinden oluşmuş, canlının kalıtsal özelliklerinin belirlenmesini ve sonraki nesle aktarılmasını sağlayan parçası.

genom: Bir organizmanın genetik materyalinin tamamı.

gonat: Eşey hücrelerinin üretildiği organlar, eşey organları.

-H-

habitat: Bir canlı türünün ya da popülasyonunun doğal olarak yaşadığı ve üreyebildiği, kendine özgü özellikler gösteren ortam.

haploit: Tek kromozom takımına sahip olan hücre ya da organizma.

hemoglobin: Alyuvarlarda bulunan, kana kırmızı rengini veren, yapısında demir bulunan, oksijen ve karbon dioksit taşınmasında görev alan solunum pigmenti.

hemolenf: Açık dolaşım sistemine sahip omurgasızlarda bulunan vücut sıvısı.

hemolitik: Kan hücrelerini parçalama özelliği olan.

hemosiyanin: Eklem bacaklıların ve yumuşakçaların hemolenfinde bulunan, oksijeni bağlayan eleman olarak bakır içeren, mavi-yeşil renkli solunum pigmenti.

hermafrodit: Çift eşeyli, her iki eşeyin organlarını birlikte taşıyan canlılar, erdişi.

heterotrof: Kendi organik besinini üretemediği için bu besinleri dışardan almak zorunda olan canlılar.

hipofiz: Vücuttaki çeşitli fonksiyonları düzenleyen birçok hormonu üreten ve salgılayan, beyin tabanında hipotalamusun hemen altında yerleşmiş olan endokrin bez.

hipotalamus: Görme, su dengesi, sıcaklık, uyku gibi çeşitli kontrol merkezlerini içeren, bazı organ ve bezlerin çalışmasını düzenleyen ön beynin alt bölgesi.

homolog organ: Farklı türlerde bulunan, benzer görevi yapmasalar bile, embriyonik dönemde aynı tabakadan köken alarak gelişmiş organlar.

humus: Toprak üzerindeki ve içindeki organik atıkların ayrışması sonucu oluşan kütle.

hücre dışı sindirim Hücre dışına salgılanan enzimlerle büyük moleküllü besinlerin yapı taşlarına ayrıldıktan sonra hücre içine alınması.

hücre içi sindirim: Büyük moleküllü besinlerin hücre içerisine alınarak yapı taşlarına ayrılması.

-İ-

iç döllenme: Erkek ve dişi eşey hücrelerinin vücut içinde birleşmesi ile meydana gelen döllenme tipi.

izotonik: Aynı ozmotik basınca sahip olan ortamlar.

-K-

kapsit: Virüs genomunu saran protein kılıf.

kardia: Midenin yemek borusu ile birleştiği genişlemiş kısmı, mide kapısı.

karnivor: Hayvansal besinler ile beslenen canlılar.

kemoreseptör: Kimyasal maddelere karşı duyarlı olan almaçlar.

kemosentez: Güneş enerjisi yerine, kimyasal enerjiden faydalanılarak inorganik maddelerden organik madde yapılması olayı.

kitin: Eklem bacaklıların dış iskeletini ve birçok mantarda hücre çeperini oluşturan glikozdan meydana gelmiş azot içeren polisakkarit çeşidi.

kloak: Bazı canlı gruplarında, sindirim, boşaltım ve üreme sistemlerinin son ürünlerinin dışarı bırakıldığı ortak tek açıklık.

koni hücreleri: Gözün retina tabakasında yer alan, koni şeklindeki, ışığa son derece hassas olan ve renkli görüntünün algılanmasından sorumlu olan hücreler.

kontraktil koful: Tatlı sularda yaşayan bir hücrelilerde, açılıp büzülerek, fazla suyu hücre dışına atmada görevli olan organel.

kompost: Mikroorganizmaların yaprak, kâğıt ve yiyecek artıkları gibi organik maddeleri ayrıştırması sonucu oluşan toprağımsı madde.

kornea: Gözün en dışta bulunan sert tabakasının yaklaşık 1/6'sını oluşturan saydam ön bölgesi, saydam tabaka.

kursak: 1. Kuşların sindirim sisteminde kese şeklinde genişlemiş ve besin depo edilen organ. 2. Böceklerin ve solucanların sindirim kanallarında bulunan yapı.

-L-

larva: Bazı hayvanların yaşam döngüsünde görülen ve metamorfoz sonucunda ergin hâle gelecek olan genç birey.

lenf: Omurgalı hayvanların lenf sisteminde dolaşan renksiz sıvı, ak kan.

lipaz: Yağ moleküllerini yağ asitleri ve gliserole parçalayan sindirim enzimi.

lökosit: Fagositoz yapan veya antikor üreten, renksiz kan hücresi, akyuvar.

-M-

mayoz: Döl değişimi görülen diploit canlılarda spor oluşumu ya da eşeyli üreyen diploit canlıların eşey organlarında üreme hücrelerinin oluşumu sırasında diploit kromozom sayısının yarıya indiği hücre bölünmesi.

mercek: Göze gelen ışığı kırarak retina üzerinde odaklanmasını sağlayan yapı.

metabolizma: Canlı organizmalarda meydana gelen ve enzimlerle kontrol edilen kimyasal olayların tamamı.

metamorfoz: Canlının yumurtadan çıktıktan sonra, tam bir ergin görünümüne erişinceye kadar geçirdiği evrelerin bütünü, başkalaşım.

mezenşim: Embriyoda mezoderm tabakasını oluşturacak olan farklılaşmamış hücreler.

mezoderm: Embriyo gelişimi sırasında oluşan 3 tabakadan ortada olanı, orta deri.

mikrotübül: Tüm ökaryot hücrelerin sitoplazmasında yer alan hücre iskeletinin, kamçı ve sillerin yapısına katılan, tübülin proteininden oluşmuş içi boş tüpçükler.

millî parklar: Bilimsel ve estetik bakımdan ulusal ve uluslar arası önemi bulunan doğal ve kültürel kaynak değerleri ile koruma, dinlenme ve turizm alanlarına sahip bölgeler.

mitoz: Bölünme yeteneği olan tüm ökaryot hücrelerin çekirdeğinde görülen, aynı kalıtsal özelliklere sahip iki çekirdek oluşmasını sağlayan bölünme.

monomer: Büyük moleküllerin hidrolizi sonucu oluşan en küçük yapı birimi.

monosakkarit: Genel formülü $(CH_2O)_n$ olan en basit şeker molekülü.

morfoloji: Biçim bilimi. Canlıların şekil ve yapısını inceleyen bilim dalı.

morula: Emriyonal gelişmin başlangıcında meydana gelen, birbiriyle aynı büyüklük ve genetik özelliklere sahip blastomerlerin oluşturduğu hücre topluluğu.

mukus: Burun, nefes borusu, mide gibi yapıların iç yüzeyinde bulunan mukozada yer alan goblet hücreleri tarafından salgılanan kaygan, yumurta akı kıvamında yarı akışkan, glikoprotein yapısında koruyucu madde.

mutasyon: Genlerde kendiliğinden ya da çevre (radyasyon, zararlı kimyasal maddeler vb.) şartlarının etkisiyle meydana gelen, dölden döle aktarılan, kalıtsal olan değişim.

-N-

nefridyum: Toprak solucanı, yumuşakçalar gibi omurgasızlarda bulunan boşaltım organı.

notokort: Kordalılarda görülen ilk destek organı. Embriyoda ilk bağırsağın üzerinde gelişen, yüksek yapılı hayvanlarda embriyo gelişimi tamamlarken yerini omurgaya bırakan yapı. Sırt ipi.

nöron: Sinir hücresi. sinir sisteminin elektriksel impulsları taşımak için özelleşmiş temel hücreleri.

nörotoksik madde: Sinir sistemi üzerinde etkisi olan zehirli madde.

nötr: Elektriksel yükü sıfıra eşit olan.

-O, Ö-

oosit: Yumurta ana hücresi, dişi yumurtalığında bulunan mayoz bölünme geçirerek eşey hücrelerini oluşturan hücre.

osteosit: Kemik dokuyu oluşturan hücreler.

osmoz: Suyun seçici geçirgen bir zardan enerji harcanmadan hipotonik ortamdan hipertonik ortama geçişi.

ototrof: Işık enerjisi veya kimyasal enerji kullanarak inorganik maddelerden kendi organik besinini üretebilen canlılar.

ovaryum: Bazı eşeysel hormonların üretilerek salgılandığı, üreme hücrelerinin meydana geldiği dişi eşey organı, yumurtalık.

ödem: Hücreler arasında normalden fazla miktarda sıvı toplanması.

özel çevre koruma bölgeleri: Tarihi, doğal, kültürel vb. değerler açısından bütünlük gösteren ve gerek ülke gerek dünya ölçeğinde ekolojik önemi olan alanlardır.

-P-

patojen: Enfeksiyona neden olabilme yeteneğine sahip olan, zararlı, hastalık yapıcı.

periton zarı: Karnın iç kısmını astarlayan zar, iki katlı karın zarı.

peyzaj: Bir arazi parçasının ekolojik, biyolojik, yapısal ve tüm doğal özelliklerinin topluca anlatımı.

pinositoz: Ökaryot yapıya sahip bazı bir hücrelilerde ve bazı hayvansal hücrelerde büyük moleküllü sıvı (besinlerin veya yok edilecek yabancı) maddelerin, hücre zarından koful oluşturarak hücre içerisine alması.

plankton: Suyun hareketiyle pasif olarak sürüklenen küçük canlıların genel adı.

plasenta: Memelilerde anne ve yavru arasında, döl yatağı içerisinde kurulan ve madde alış verişine olanak tanıyan, damarlı ve süngerimsi yapı.

polipeptit: Çok sayıda amino asidin birleşmesiyle oluşan organik molekül.

polisakkarit: Çok sayıda monosakkaritten meydana gelen organik bileşik.

popülasyon: Belli bir alanda yaşayan aynı türden bireylerin oluşturduğu topluluk.

por: Açıklık, delik.

predatör: Besin olarak diğer hayvanları yakalayıp yiyen canlı, avcı.

primat: Memeliler sınıfının maymun, şempanze ve benzeri canlıları içeren alt grubu.

primer: Birinci derecedeki, ilkin, esas.

proteaz: Proteinlerin peptit bağlarını koparark yıkılmasından sorumlu olan enzim, proteinaz.

-R-

radyal simetri: Merkezden geçen düzlemlerin vücudu eşit parça böldüğü simetri tipi, ışınsal simetri.

rejenerasyon: Canlılarda eksilen, bozulan bir yapının tamamlanması, onarımı.

reseptör hücre: Çeşitli uyarıları alabilen ve duyu organlarının yapısında bulunan özelleşmiş hücre, hücre grupları veya sinir uçları, almaç .

retina: Göz küresinin en içte bulunan, ışığa duyarlı hücreler ile sinir liflerini içeren tabakası, ağ tabaka.

-S-

saprofit: Ölü organizmaları veya organik atıkları inorganik maddelere ayrıştırarak beslenen canlı, çürükçül, ayrıştırıcı.

segmentasyon: Zigotta, sitoplazma büyümesi olmadan art arda görülen mitoz sonucunda, birbirine benzer hücrelerin oluşması.

sekonder: İkincil, ikinci derecede önemli olan.

selüloz: Glikoz monomerlerinin birbirine bağlanmasıyla meydana gelen ve hücre duvarının yapısında bulunan bir yapısal polisakkarit.

serolojik test: Belirli bir mikroorganizmaya karşı üretilmiş antikorların varlığını saptayan bir kan testi.

sıcakkanlı canlı: Vücut sıcaklığı ortam sıcaklığına göre değişmeyen, hep aynı kalan hayvanlar.

sil: Bazı ökaryotik hücrelerin yüzeyinden dışarı doğru uzanmış, mikrotübüllerden oluşmuş, hareket etme yeteneğine sahip yapı.

sinaps: Bir nöronun diğer nöronlarla ya da kas ve salgı bezi hücreleri ile temas.

sperm: Erkek eşey hücresi.

spikül: Bazı omurgasız hayvanlarda bulunan, silis ya da kalkerden oluşan, iskelet görevi yapan, iğne şeklindeki yapı.

stigma: 1. Eklem bacaklılardan böceklerde trakelerin gaz alış verişini sağlayan açıklıklar.
2. Çiçeklerde, dişi üreme organının ucunda bulunan poleni yakalayan yapışkan bölge.

-T-

tabiatı koruma alanları: Bilimsel çalışmalar ve eğitim açısından önem taşıyan, nadir, tehlike altında veya kaybolmaya yüz tutmuş ekosistemleri ve türleri içeren alanlardır.

termofil: Yüksek sıcaklık seven.

tentakül: Omurgasız hayvanların hareket etmesini ve çevresini algılamasını sağlayan uzantılar.

testis: Erkeklerde üreme hücrelerini oluşturan, aynı zamanda eşey hormonları salgılayan bir bez niteliği de taşıyan organ, er bezi.

-Ü-

üre: Memeli ve diğer bazı hayvanlarda amino asitlerin yıkımı ile oluşan atık madde.

üretici canlı: Işık enerjisini veya kimyasal bağ enerjisini kullanarak inorganik maddelerden kendi besinini kendisi üreten canlı, ototrof.

-V-

ventral: Bir organizmanın karın kısmı.

-Y-

yumurta: Dişi eşey hücresi.

-Z-

zigot: Dişi ve erkek eşey hücrelerinin birleşmesiyle oluşan döllenmiş yumurta hücresi.

zooplankton: Suyun hareketiyle pasif olarak sürüklenen hayvansal özellik gösteren planktonlar.

DİZİN

abiyogenez 201, 202, 212, 213
açık dolaşım 57, 58, 61
adaptasyon 20, 43, 91, 92, 94, 102, 149, 150, 187, 206, 210
aglutinasyon 72, 73, 74
aglutinojen 73
akciğer solunumu 43, 45, 46
aktif bağışıklık 80, 81
aktif taşıma 93, 98, 118, 128
albumin 69, 70, 75
alerji 84
alev hücreleri 91, 102
allantoyis 169, 170
alveol 46, 48, 52
amilaz 27, 30, 31
amino asit 22, 31, 70, 75, 98, 99
amniyon 168
antikor70, 73, 79, 80, 82, 84, 146
amonyak 91, 92, 93, 97, 99, 203
analog 209
antagonist kas 119
antijen 73, 74, 79, 80, 83
antikor 70, 73, 79, 80, 82, 146
antiseptik 30
anüs 23, 29, 164
apandisit 29
artriventriküler (AV) düğüm 64
asetilkolin 66, 129
atardamar 62, 64, 66, 67, 75, 76, 97
atrium 62
bağışıklık 77, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 145, 146
bakteri 71, 77, 80, 82, 208
bakteriyofaj 85
bazofil 71
biküsbit 68
bilurubin 82
biyogenez 201, 202
biyolojik çeşitlilik 222, 225
biyolojik saat 187
blastomer 164
blastopor 164
blastula 164
bowman kapsülü 97
bronş 48
bronşçuk 48
çevre etiği 230
davranış 134, 136, 151, 178, 179, 182, 184
dekstrin 31
dentin 26, 37
deri solunumu 43, 58, 59
dermis 147, 148
dış döllenme 163, 168, 169
diastol 64
difüzyon 51, 111
distal tüp 96, 97, 98
diş minesi 26
diyafram 46, 49
doğal koruma 223, 224
doğal seleksiyon 206, 207, 209
eklem kapsülü 113
ekosistem 222
ektoderm 164, 166, 167, 168
embriyo 64, 112, 131, 163, 164, 166, 169, 208, 224
embriyonik indüksiyon 166
endoderm 164, 166
endokart 62
endometriyum 171, 173
endotel tabaka 66
enfeksiyon 70, 77, 80, 84, 143
enterogastrin 29
enterokinaz 32
eozinofil 71
epidermis 147, 148
epididimis 173, 174
epifiz 110, 111
epitel doku 29, 66, 78, 80, 145, 148
eritrosit 70
eşeyli üreme 163
eşeysiz üreme 163
fagositoz 23, 70, 71, 75, 79, 80
feromon 186
fertilizin 163, 164
fetus 79
fibrin 74, 75
fibrinojen 69, 70, 75, 79
folikül 152, 156, 171, 173
fosil 199, 205, 208
fotosentez 21,
FSH 152, 156, 157, 172, 193
galaktoz 31
gamet 163, 170, 171, 207, 224
gastrin 28, 29
gastrula 164, 165
gaz alış verişi 40, 41, 43, 44, 46, 49, 58, 168
gen 207, 210, 224, 225, 226
gen bankası 225
genom 84, 85
gırtlak 27, 47
gliserol 20, 21, 33, 35, 99
globülin 69, 70, 75, 209
glomerulus 96, 97
göbek bağı 169, 175
hafıza 75, 79, 80, 81, 132, 181
Havers kanalı 109
hemoglobin 50, 51, 70, 209
hemolenf 57
hemosiyanin 50
hemoeritrin 50
henle kulpu 96, 97
heterotrof 21, 203, 204
hidrostatik iskelet 105
hipofiz 131, 132, 151, 152, 153, 158, 181
hipotalamus 95, 130, 132, 152, 180, 181
hücre dışı sindirim 21, 22, 23
hücre içi sindirim 21, 22

iç döllenme 163, 164
interferon 79, 84
kalın bağırsak 24, 26, 28, 29, 34, 174
kalp 37, 57, 58, 59, 60, 62, 64, 77
kan 57, 58, 62, 67, 68, 69, 70, 72
kan basıncı 56, 75, 76, 97
kapalı dolaşım 57, 58
kapsit 84
karaciğer 30, 34, 70, 101, 156
karbonik anhidraz 51
karbonik asit 51
kardia 27
karıncık 58, 59, 60, 62
kazein 31
kılcal damar 35, 57, 67, 71, 26, 140, 155
kimotripsinojen 30, 32
kimyasal sindirim 21, 27, 30
kitin 106
kloak 24
klorokrüorin 50
knidosit 23
koledok kanalı 30
kolesistokinin 29, 30
kolesterol 30
kondrin 111
kondrosit 111
koni hücreleri 139
kornea 138, 166
koroner 62
korpus luteum 152, 173
koryon 169, 170
kör bağırsak 28, 29
kulakçık 28, 59, 60, 62
kursak 23, 24
laktaz 29, 31
lakün 109
lenf 29, 76, 147
lenf kılcalları 29, 96
LH 152, 156, 157, 172, 173
ligament 113
lipaz 28, 30, 33
lökosit 70
malpighi cisimciği 97
malpighi tüpleri 92
maltaz 29, 31
maltoz 31
mayoz 163
mekanik sindirim 21
menopoz 171, 172
menstrual döngü 172
mercek 138, 139
mesane 96
metabolizma 52, 57, 91, 96, 101, 153, 169
mezenşim 165
mezoderm 164, 166, 177
mide 21, 23, 25, 27, 28, 31, 145
mikrovillus 129
mitoz 157, 164, 171
miyofibril 115
miyokart 62
monosit 71
morula 164
mukus 27, 28, 63, 47, 149, 171, 173
mutasyon 85, 209
nabız 64
nefridyum 92
nefron 96, 97, 98, 99
notokort 166, 209
nöron 126, 127, 128, 135
oksihemoglobin 50
oksitosin 151, 152
optik çukur 168,
organogenez 164, 166
osein 109
osteosit 109
osmoz 93
ototrof 217, 203
ovaryum 151
ovulasyon 172, 173
ödem 71, 79, 91, 100
östrojen 152, 155, 156, 171, 173
paleontoloji 204
pankreas 24, 30, 151, 156
panspermia 202
pasif bağışıklık 81, 82
patojen 79, 84
peke sarnıcı 35
pepsin 28, 31
pepsinojen 28, 31
perikart 62
plasenta 80, 82, 169
pleura 48, 49
polipeptit 31, 32
polisakkarit 31, 106
popülasyon 185, 209
por 148
progesteron 152, 156, 157, 173
proksimal tüp 96, 97
prostat bezi 174
protrombin 75
pulpa 26
purkinje lifleri 64
raşitizm 111
refleks 134, 135, 179, 182
rektum 29
renin 28
retina 139, 140, 168
RF 132, 152, 172
safra kesesi 29, 30
sarkolemma 115
sarkomer 117
sarkoplazma 115
segmentasyon 164
sekretin 29, 30
selüloz 25
seminal kesecik 174
seminifer tüpçük 173
sertoli hücreleri 173
sil 47
sinaps 129, 130
sinoatrial (SA) düğüm 64
sistol 64
skrotum173
soluk alma 49
soluk verme 49

solunum 41, 43, 45, 46, 47, 49, 50, 60, 75, 78, 80, 101, 116
solungaç solunumu 43
sperm 152, 153, 173, 174
spikül 107
stigma 45
şilomikron 35
tansiyon 64
tentakül 23
testesteron 152, 155, 157
testis 151, 153
tiroksin 52, 56, 146, 153
toplardamar 62, 67
trake 45
trakeol 45
triküsbit 68
tripsin 32
tripsinojen 30, 32
trombin 75
trombosit 70, 75
TSH 151, 152, 153
üre 70, 91, 96, 97
üreter 96, 99
üretra 96, 99, 172
ürik asit 70, 92, 96, 99, 101
varyasyon 207
ventrikül 62
villus 29
virsung kanalı 30
virüs 77, 80, 83, 84, 85
vitellüs kesesi 168
yapay koruma 224
yaratılış görüşü 204
yaşam alanı 184
yemek borusu 23, 24, 27
yumurta 83, 152, 163, 170, 171
yutak 23, 24
zigot 27
water (vatır) kabarcığı

KAYNAKÇA

APPLIN, D., **Key Science for GCSE Biology**, New Edition Stonly Thornes.

ANONİM., **Çevre Eğitiminde Temel Kavramlar**, ÇEV-KOR Çevre Eğitim Hizmetleri Yayınları, İzmir, 1998.

AYIK, Ş., (Muzaffer. Çil. Andolu. Lisesi) Fotoğraf Kolleksiyonu

BICKEL, H., **Natura**, Klett, 2007.

BOŞGELMEZ, A.; KAYNAŞ, S. ; PASLI, N.; SAVAŞÇI, S. **Ekoloji I-II**, Ankara, 2000.

BROOKER, R. J.; WIDMAIER, E. P. ; GRAHAM, L. E. ; STILING, P. D., **Biology**, Mc Graw-Hill (International Edition) Higner Education.

CAMPLE, N.A.; J. B. REECE, **Biyoloji**, (6. Baskıdan Çeviri) Çeviri Editörleri: E. GÜNDÜZ, A. DEMİRSOY, İ. TÜRKAN, Palme Yay., Ankara, 2006.

CAMPBELL, N. A.; REECE, J.B. ; TAYLOR, M. R.; SIMON, E. J. **Biology Concepts & Connections**, Fifth Edition, Benjamin Cummings, San Francisco, 2005.

DEMİRSOY, A., **Yaşamın Temel Kuralları** (Genel Biyoloji), Cilt I/Kısım I, Metaksan A.Ş., 20. Baskı, Ankara, 2006.

DEMİRSOY, A., **Yaşamın Temel Kuralları** (Genel Biyoloji), Cilt I/Kısım II, Metaksan A.Ş., 15. Baskı, Ankara, 2007.

DEMİRSOY, A., **Kalıtım ve Evrim**, Metaksan A.Ş., 13. Baskı, Ankara, 2005.

DOĞAN, Y., **Farklı Sistemler ve Çevre Eğitimi**, ÇEV-KOR Çevre Eğitimi Hizmetleri Yayınları, 2007.

Doğa, Çevre ve Kültür Dergisi **Ekoloji Magazin**, Sayı: 5-19, 2005-2008.

DUCA, A., **Sciences De La Vie Et De La Terre 1,** Belin, Paris, 2005.

DUCA, A., **Sciences De La Vie Et De La Terre 2,** Belin, Paris, 2009.

DUCA, A., **Sciences De La Vie Et De La Terre Terms,** Belin, Paris, 2007.

ERCAN AKKAYA, S., Eskişehir Anadolu Lisesi) Fotoğraf Kolleksiyonu

ERGENE, E., (Anadolu Üniv. Biy. Böl.) Fotoğraf Koleksiyonu, 2008.

EUGENE, P. O.; BARRET, G., **Ekolojinin Temel İlkeleri** (5. Baskıdan Çeviri), Çeviri Editörü: K. IŞIK, Palme Yay., Ankara, 2008.

FREEMAN, S.; **Biological Science**, Third edition, University of Washington, 2008.

FREEMAN, SCOTT, **Biological Science**, Second Edition, Prentice Hall, 2003.

FUTUYMA, D. J., **Evrim**, Çeviri Editörleri: A. KENCE, A. N. BOZCUK, Palme Yay., Ankara, 2008.

GÖKMEN, S.; **Genel Ekoloji**, Nobel Yayınevi, Ankara, 2007.

GRAHAM, L. E.; GRAHAM, J. M., WILCOX, L. W., **Bitki Biyolojisi**, Çeviri Editörü: K., IŞIK, Palme Yay., Ankara, 2004.

GÜLBANDILAR, A., (Kütahya İl Sağlık Müdürlüğü) Fotoğraf Koleksiyonu, 2011.

GÜNEY, E.; **Türkiye Çevre Sorunları**, Nobel Yayınevi, Ankara, 2004.

HOFER, H., **Biologie 5**, E. DORNER GmbH, Wien, 2005.

İLHAN, A., (Viyana Tıp Fakültesi) Fotoğraf Kolleksiyonu, 2009.

İLHAN, F., (Fatih Anadolu Lisesi) Fotoğraf Kolleksiyonu, 2009.

İLHAN, S (OGÜ. Biyoloji Böl.) Fotoğraf Koleksiyonu. 2011.

KEETON., GOULD, **Genel Biyoloji** (5. Baskıdan Çeviri), Çeviri Editörleri: A. DEMİRSOY, İ. TÜRKAN, E. GÜNDÜZ, Palme Yay., Ankara, 1999.

KILINÇ, M.; KUTBAY, G., **Bitki Ekolojisi**, Palme Yay., Ankara, 2004.

KIŞLALIOĞLU,M.; BERKES, F., **Ekoloji ve Çevre Bilimleri**, Remzi Kitapevi, 2003.

KLUG, W.; CUMMINGS, M., **Genetik Kavramlar** (6. Baskıdan Çeviri), Çeviri Editörü: C. ÖNER, Palme Yay., Ankara, 2005.

MILANI, J., **Biological Science A Molecular Approach**, Sisxth Edition, D. C. Heath and Company Lexington, Massachusetts, 1990.

MADIGAN, M.; MICHAEL T.; MARTINKO, J., **Mikroorganizmaların Biyolojisi**, (11. Baskıdan Çeviri) Çeviri Editörü: C. ÇÖKMÜŞ, Palme Yay., 2010.

MADER, S., **Biology**, Fifth Edition, Mc Graw Hill, 1996.

Nature, No 413 p: 259-260, 2001.

PARKER, M. M.; **Brock Biology of Microorganisms**, Nineth Edition.

ROGAEV, E. I. ; MOLIAKA, Y. K. ; MALYARCHUK, B. A. ; KONDRASHOV, F. ; DERENKO, M. V. ; CHUMAKOV, I. ; GRIGORENKO. A. P., **Complete Mitochondrial Genome and Phylogeny of Pleistocene Mammoth Mammuthus**

primigenius. Philos Biology, Volume 4, Issue 3, p73. 2006.

SADAVA, D.; HELLER, H. C.; ORIANS, G. H.; PURVES, W. K.; HILLIS, D. M., **Life The Science of Biology**, Eighth Edition, US, 2007.

SCHRAER, W. D.; STOLTZE, H. J., **Biology The Study of Life**, Sixth Edition, Printice Hall, Massachusetts.

WRIGHT, J.C.; COBLE, R. ; HORKINS, J. ; JOHNSON, S. ; LAHORT, D., **Life Science**, Prentice Hall, US, 1993.

VILLEE, C. A., **Genel Biyoloji**, Çeviri Editörleri: M. N. ŞİŞLİ, A. N. BOZCUK, S. BOZCUK, A. BOŞGELMEZ, Devlet Yayınları, Ankara, 1983.

YÜKSEL, E., (OGÜ) Fotoğraf Kolleksiyonu

YILMAZ, İ.; BALCI, A.; NOYAN, F.; UZUNOĞLU, S.; BAŞLAR, S.; GÖKALP, M.; DOĞAN, F.; SEMENDEROĞLU, Y. **Çevre Eğitiminde Temel Kavramlar**. ÇEV-KOR Çevre Eğitimi Hizmetleri Yayınları, iZMİR, 1998

WELCH, C. A.; ARNAN. D. T.; COCHRAN H. T. **Biological Science Molecules to Man**, Third Edition, Houghton Mifflin Company, Boston, 1976.

WEB KAYNAKÇA

www.aksaray.gov.tr/.../cevre_koruma_timi.html 21 Mayıs 2010 saat 9.05

http://cygm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/meslekigelisim/moduller/cevre_koruma.pdf 21 Mayıs 2010 saat 9.15

http://www.cevreorman.gov.tr/BakanliginGorevleri.html 25 Mayıs 2010 saat 10.00

http://eab.ege.edu.tr/pdf/2_1/C2-S1-M1.pdf 21 Mayıs 2010 saat 9.03

http://www.jandarma.gov.tr/asayis/cev.ks/Cevre_Koruma_Faaliyetleri.htm 21 Mayıs 2010 saat 9.00

http://www.mevzuat.adalet.gov.tr/html/10043.html 25 Mayıs 2010 saat 10.15

http://www.osym.gov.tr/belge/1-4128/ogrenci-secme-ve-yerlestirme-sistemi-osys.html 21 Ekim 2010 saat 9.00

http://www.ockkb.gov.tr/TR/Icerik.ASP?ID=276 21 Mayıs 2010 saat 9.20

http://www.ockkb.gov.tr/TR/Default.ASP 21 Mayıs 2010 saat 10.00

http://www.tarim.gov.tr/E_kutuphane,E_Kutuphane.html 25 Mayıs 2010 saat 11.15

http://www.tarim.gov.tr/uretim/Organik_Tarim,Organik_Tarim.html 25 Mayıs 2010 saat 11.10

http://zootekni.comu.edu.tr/class/cevredavranis/Hayvan%20Ekolojisi.pdf 26 Mayıs 2010 saat 11.00