

## 6

# HAYVANLARDA BESLENME, DOLAŞIM, SOLUNUM, BOŞALTIM VE HAREKET

## BESLENME İŞLEMİ

### 6-1.1 Besinler

Bütün canlı organizmaların besine ihtiyacı vardır. **Enerji, büyüme, gelişme ve onarım** materyalleri, besinlerden sağlanır. **Beslenme**, organizmaların canlılık işlemlerini yürütmek için kullanacakları kendi protein, yağ, polisakkarit ve nükleik asitlerine dönüştürecekleri besinleri sağlamaları işlemidir.

Tüm yiyecekler, metabolizmada kullanılacak **besin maddeleri** içerir. Bazı besinler basit inorganik bileşiklerdir. Diğerleri daha karmaşık organik bileşiklerdir. Bazıları organizma içinde sentezlenebilir, bazılarının mutlaka çevreden alınması gerekir. **Canlı organizmaların gerek duyduğu besin maddeleri proteinler, karbonhidratlar, yağlar, vitaminler**, mineraller ve **suyu** kapsar. Bu besin maddelerinin kaynakları ve işlevleri Tablo 6-1 'de verilmiştir.

Bu besin maddelerine ek olarak, pek çok yiyecek **lifli gıdalar** denilen sert, sindirilmez materyaller içerir. Yiyeceklerimizde, lifli gıdaların başlıca çeşidi selülozdur. Selüloz meyvelerin hücre duvarlarında, sebzelerde ve tahıllarda bulunan sindirilmez bir materyaldir. Lifli gıdalar sindirim borusunun kaslarını uyarır ve böylece besinlerin içinde hareketini sağlar.

### 6-1.2 Besinlerin Enerji İçerikleri

Canlı organizmalar canlılık işlemlerini yürütmek için enerjiye ihtiyaçları vardır. Bu enerji, pek çok durumda, besinlerden sağlanan karbonhidrat, yağ ve proteinlerin kimyasal yıkımından elde edilir. Hücresel solunumun değerlendirilmesinde açıklandığı/AÇIKLANACAĞI gibi, enerji bir dizi küçük adımlarda açığa çıkarılır ve daha sonraki kullanım için ATP moleküllerinde depolanır.

Hücresel solunumla besinin belirli bir miktarının kademeli yıkımı ile açığa çıkarılan toplam enerji miktarı, hızlı bir işlem olan yanmayla açığa çıkarılabilecek enerjiye eşdeğerdir. Bir besin örneğinin enerji içeriği, bu örneğin tamamının yıkımının vereceği enerji miktarıdır. Bu, bir besin örneğinin tamamen yakılması ve verdiği ısı miktarının ölçülmesiyle belirlenir. Bir besin örneğinin enerji içeriğini ölçmede kullanılan cihaza *kalorimetre* denir.

**Besinin enerji içeriğini ölçmede kullanılan birim kalori**dir. Bu 1 gram suyun sıcaklığını 1 °C yükseltmek için gerekli ısı miktarıdır. Kalori, besinin enerji içeriğini saptamak için

kullanışlı olmayan çok küçük bir birimdir. Besinlerin enerji içeriklerini ölçmek için kullanılması tercih edilen birim **kilokalori**dir. Bir kilokalori bin kaloridir ve 1 kilogram suyun sıcaklığını 1 °C yükseltmek için gerekli ısı miktarıdır.

**Tablo 6-1.1. İnsan Metabolizması İçin Önemli Besinler**

Besin	İşlevleri	Kaynakları
Karbonhidratlar (şeker & nişasta)	Vücut işlemlerine enerji sağlar	<i>Şeker:</i> meyve ve çay şekeri, tatlılar, şuruplar, pelte <i>Nişasta:</i> ekmek, tahıl, patates, pirinç, mısır, bakla, makarna
Katı yağlar ve Sıvı yağlar	Enerji sağlar; vücutta yakıt olarak depolanır	Margarin, tereyağı, pişirme yağları, et yağı, kabuklu mey.
Proteinler	Büyüme ve vücut dokularının onarımı; enerji sağlayabilir	Et, süt, balık, yumurta, fasulye, bezelye
Su	Kimyasal tepkimeler için çözücü, materyallerin taşınımı	İçme suyu ve diğer içecekler; çoğu yiyecekler; metabolik su
Mineraller	Vücudun yapımı; metabolizmanın düzenlenmesi	Et, süt, sebzeler, meyve
Kalsiyum	Kemikleri ve dişleri yapar; normal kas hareketi ve kanın pıhtılaşması için gerekli	Süt ve süt ürünleri, yapraklı sebzeler, meyveler
Fosfor	ATP, ADP v.b.'nin yapısal parçaları; kemikleri yapar	Süt ve süt ürünleri, yapraklı sebzeler, meyveler
Demir	Hemoglobinin bileşeni	Karaciğer, kırmızı et, yumurta, yeşil yapraklı sebzeler
İyot	Tiroid hormonunun bileşeni	Deniz ürünleri, iyotlu sofrata tuzu
Vitaminler	Çoğu metabolik reaksiyonlarda koenzim olarak ödev yapar. Hastalıklara yenik düşmeyi önler	Değişik besinler
A	Büyüme, gece görme yeteneği	Sebzeler, meyve
D	Sağlıklı kemik ve dişler için, raşitizmi önler	Yumurta, et, süt
C	Vücut dokularını sağlıklı tutar, iskorbütü önler	Narenciyeler, domates
B (bileşik)	Hücre metabolizmasında koenzimler	Karaciğer, yumurta, süt, katkılı ekmek, tahıl ürünleri

Bir kalorimetrenin kullanılmasıyla, 1 gram karbonhidrat veya 1 gram proteinin serbest bıraktığı ısı miktarı yaklaşık 4 kilokalori olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan, 1 gram yağ 9 kilokalori ısı salar. Yağ, aynı ağırlıktaki karbonhidrat veya proteinden iki kattan daha fazla kalori içerir. Kilo kaybetme perhizlerinin çoğunda yağ tüketiminin kısıtlanması bundandır.

Bireylerin günlük kalori gereksinimleri değişiktir. Genel olarak gençler yaşlılardan, erkekler kadınlardan, faal olanlar faal olmayanlardan daha fazla kaloriye gereksinim duyarlar. Yiyecekleri, ihtiyacından çok kalori içerenler kilo alır, az olanlar kilo kaybeder.

### 6-1.3 Beslenme Türleri

Organizmaların ihtiyaç duydukları besinleri sağlamalarının iki temel yolu vardır. Bazı organizmalar bu besinleri basit inorganik maddelerden yapma ya da sentezleme yeteneğindedir. Bu organizmalar **ototroflardır**. Yeşil bitkiler, yeşil algler ve değişik diğer mikroorganizma çeşitleri ototroftur. Ototrofların pek çoğu, kendi organik bileşiklerini yapmak için ışık enerjisi ile çevrenin karbondioksit ve suyunu kullandıklarından fotosentetiklerdir. Bu organizmalara *fotoetroflar* denir. Bununla birlikte, bazı ototrof bakteri çeşitleri, enerji kaynağı olarak ışık kullanmazlar. Bunlar kemosentetiklerdir, enerjiyi, özel kimyasal tepkime çeşitlerinden sağlarlar. Bu organizmalara *kemotroflar* denir. Kendi organik besinlerini sentezleyemeyen organizmalar **heterotroflardır**. Bütün hayvanlar ve belirli mikroorganizma çeşitleri heterotroftur. Bu tür organizmalar besin içeriklerini diğer bitki veya hayvanların hazırladığı besinlerden almak veya yemek zorundadırlar.

### 6-1.4 Sindirim

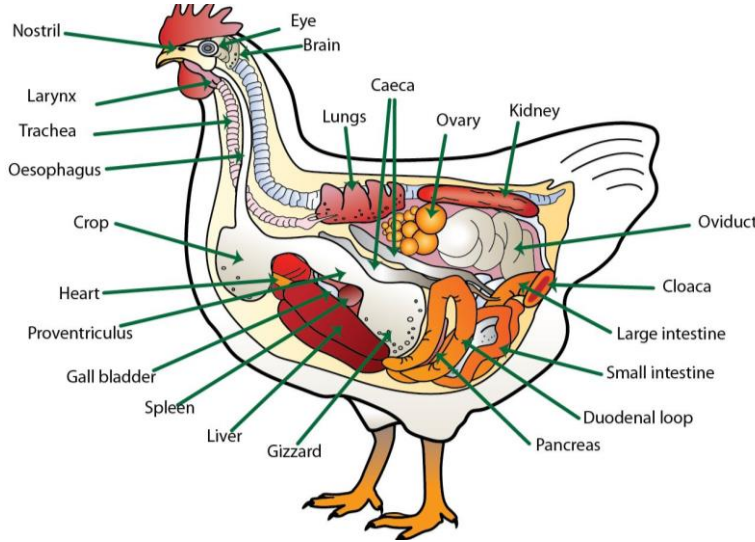
Bir organizmada hücrelerin kullanacağı bir besinin, mutlaka **hücre zarlarından geçmesi gerekir**. Yiyeceklerdeki besin molekülleri, çoğunlukla hücre zarlarından geçemeyecek büyüklüktedir. Bu yüzden, hücrelerin kullanacağı besin moleküllerinin çoğunun daha küçük ve basit yapılara parçalanması gerekir. **Besin moleküllerinin daha küçük yapılara parçalandığı bu işleme sindirim denir**.

*Sindirim* terimi çoğunlukla, besinlerin basit bileşiklere kimyasal parçalanmasını ifade eder. Pek çok organizmada, besin parçaları kimyasal değişikliğe uğramadan, önce kesilir, ezilir ya da küçük parçalara ayrılır. Bu işlem besinlerin mekanik parçalanmasını sağlar. **Kimyasal sindirim, besin taneciklerinin yüzeyinde görev yapan, sadece sindirim enzimleri tarafından yürütülür**. Böylece, mekanik parçalanma, daha fazla besin yüzeyini sindirim enzimlerinin işleyişi ile karşı karşıya getirerek, besinleri, daha hızlı bir kimyasal sindirim için hazırlar. Kimyasal sindirim, mekanik sindirim gibi değişik evrelerde meydana gelir. Büyük moleküller daha küçük moleküllere bölünür, arkasından bunlar daha da basit şekillere parçalanır. Kullanılabilir en basit sindirim ürünleri, sindirimin son ürünleridir.

Omurgalı hayvanların sindirim organları omurgasızlara göre daha fazla farklılık gösterir. Omurgalılar, kullandıkları besin çeşidine göre **otçullar (herbivor), etçiller (karnivor) ve otçul-etçiller (omnivor)** olmak üzere üç grupta incelenirler. Bu canlılarda kullanılan **besinin sindirimine uygun olarak** ağız, dil, diş, mide ve bağırsak yapılarında farklılık görülür.

Kuşlarda ağız, keratinden oluşan gaga şeklinde farklılaşmıştır. Gaga ile yakalanan ve tutulan besinler hiçbir sindirime uğratılmadan yutak ve yemek borusundan kursağa

iletilir. Kursakta ıslatılan ve biriktirilen besinler, belirli aralıklarla yine yemek borusu ile bezli mideye aktarılır. Bezli midede, mide özsuları ile yumuşatılan besinler, taşlığa gönderilir. Kuvvetli kas yapısına sahip olan taşlıkta, besinler taş parçaları gibi sert cisimlerin etkisiyle fiziksel sindirime uğratılır. İnce bağırsağa ulaşan besinler pankreas ve karaciğerin salgılarıyla kimyasal olarak sindirilir (Şekil 6-1.1).



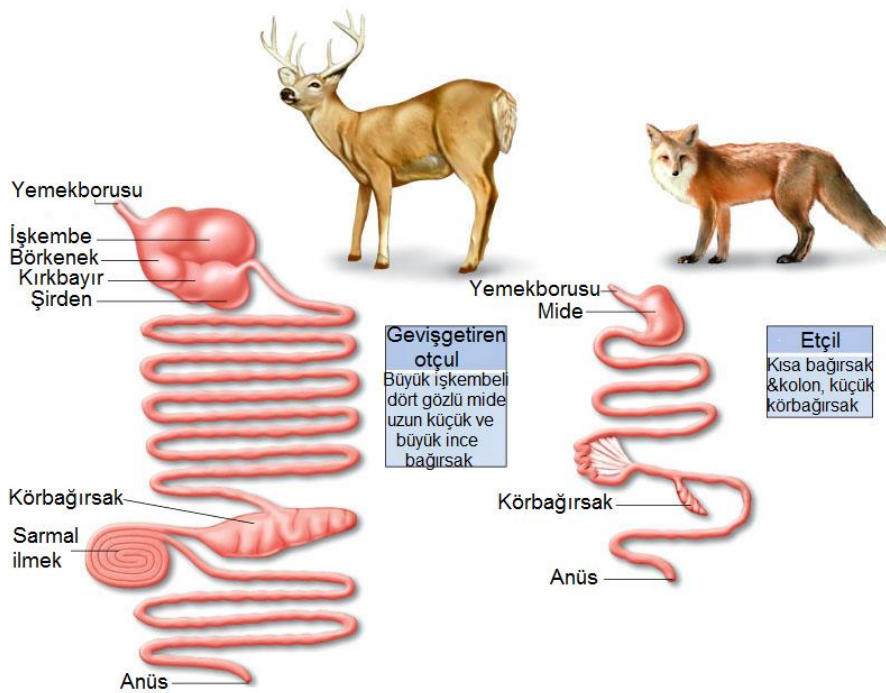
### Şekil 6-1.1. Kuşlarda sindirim sistemi

Ayrıca körbağırsakta bazı bakterilerin yardımıyla selülozun da sindirimi gerçekleştirilir. Meydana gelen besin monomerleri ince bağırsaktan kılcal damarlara emilerek kana geçer. Sindirim sonucu oluşan artıklar ise kalınbağırsağa geçer. Kalınbağırsakta suyun son emilimi de yapıldıktan sonra sindirim artıkları **kloaktan** vücut dışına atılır.

Memelilerde, kullanılan besin çeşidine göre sindirim organlarında bazı farklılıklar görülür. Etçil memelilerde kesici olan ön dişler, otçul memelilerde ise öğütücü olan azı dişler daha iyi gelişmiştir. Otçulların sindirim kanalı etçillere göre daha uzundur (Şekil 6-1.2). Geviş getirmeyen otçul memelilerin mideleri tek bölmeli olmasına rağmen geviş getiren otçulların mideleri dört bölmelidir. Bu bölmeler yemek borusundan sonra sırasıyla **işkembe, börkenek, kırkbayır** ve **şirden** olarak isimlendirilir.

Geviş getiren memelilerde ağızdan alınan besinler, az çiğnenmiş olarak önce işkembe ve börkenekte geçici olarak depolanır. Bu bölümlerde simbiyotik yaşayan bazı bir hücreli mikroorganizmaların salgıladığı enzimlerle kısmen selülozun sindirimi gerçekleştirilir. Daha sonra ağıza geri getirilen besinler, dişler yardımıyla mekanik parçalanmaya uğrar. Geviş getirme denilen bu olayın sonucunda ikinci kez yutulan besinler doğrudan kırkbayır ve şirdene iletilerek kimyasal olarak sindirilir. Buradan ince bağırsağa geçen besinler daha sonra kana emilerek hücrelere taşınır.

Otçullarda, bağırsakların etçillere göre daha uzun olması ve geviş getirenlerde midenin dört bölmeli olması bitkisel besinlerdeki **selülozun sindirimi** ile ilgili özelliklerdir.



**Şekil 6-1.2. Memelilerde, besin çeşidine göre sindirim organlarındaki farklılıklar**

## TAŞINIM İŞLEMİ

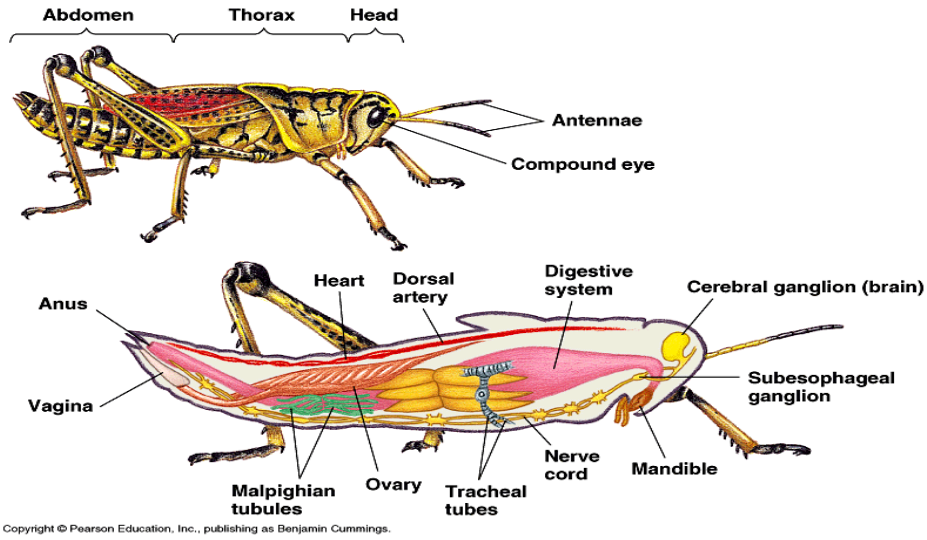
### 6-2.1 Emilim ve Dolaşım

Her hücre canlılık işlemlerini yürütmek için çevresindeki maddelere gereksinim duyar. Bu maddeler, hücreye girmek için, *emilim* denilen işlemle hücre zarından geçmek zorundadır. Hücre içinde, maddeler önce kullanılacakları veya depo edilecekleri yere hareket ettirilir. Çok hücreli organizmalarda, materyaller ayrıca organizmanın bir parçasından diğerine taşınırlar. Bir hücre içinde veya bir organizmanın parçaları arasında materyallerin hareketine **dolaşım** denir. Taşınım terimi, maddelerin hücreye girip-çıktığı ve organizma içinde hareket ettiği dolaşım ve diğer işlemleri ifade eder.

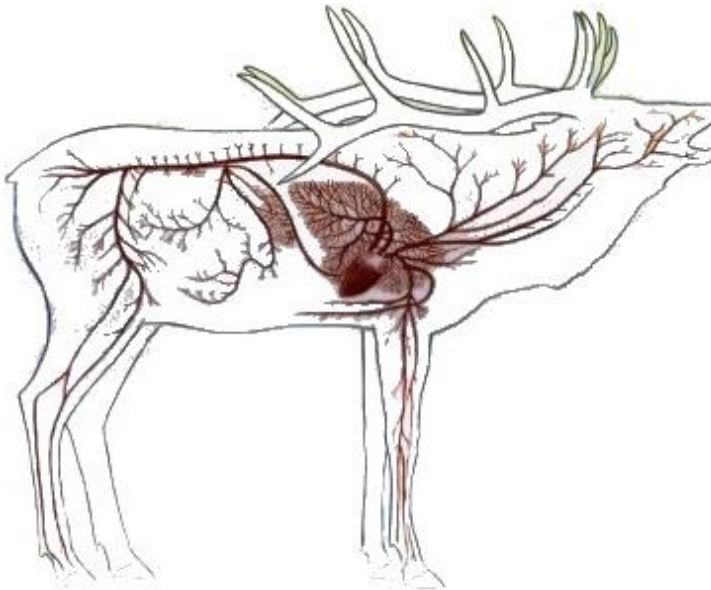
Basit organizmalarda, difüzyon, aktif taşıma ve sitoplazmik akıntı işlemleri, materyallerin hücre içinde ve hücreler arasındaki dolaşımı için yeterlidir. Bununla birlikte, büyük ya da karmaşık organizmalarda, pek çok hücre dış çevreden uzaktır. Bu tür organizmaların, materyalleri organizmanın tüm kısımlarına hareket ettirecek özel bir dolaşım sistemine ihtiyacı vardır. Dolaşım sistemi organizmanın hücrelerini çevresiyle birleştirir.

Bir dolaşım sisteminin üç bileşeni vardır. Bunlar: (1) taşınan materyallerin içinde çözüldüğü bir sıvı, (2) bu sıvının, içinde aktığı borular ağı veya vücut boşluğu ve (3) bu sıvıyı bu borularda veya boşluklarda yürüten bir araçtır. Hayvanlarda, dolaşım sıvısı

çoğunlukla *kan* adını alır. Bu sistem içinde kanı pompalayan organa *kalp* denir. Dolaşım, farklı şekilleri olan, açık ve kapalı dolaşım sistemleri ile sağlanır (Şekil 6-2.1 ve 2).



**Şekil 6-2.1. Çekirgede açık dolaşım**



**Şekil 6-2.2. Memeli bir türde kapalı dolaşım**

## KANIN BİLEŞİMİ

### 6-2.2 Kanın İşlevleri ve Bileşenleri

Kan, insan ve diğer omurgalılarda sıvı, taşıma dokusudur. Kan sıvı olduğu için, çözülmüş ve asılı materyalleri taşıyabilir. **Solunum gazları**, **besin maddeleri**, **hücresel atıklar** ile **enzim** ve **hormonlar** gibi düzenleyici maddeleri taşır.

**Kan, tüm vücut işlevlerinin düzenlenmesini destekler.** Kimyasal durumu, pH'yı, hücrelerin ve vücut sıvılarının su içeriğini korur ve düzenler. Kan ayrıca vücut sıcaklığının düzenlenmesine katılır.

Kan vücudu korur. Beyaz kan hücreleri ve kanda bulunan belirli maddeler vücudu hastalık yapan mikroorganizmalara karşı korur. Kanın pıhtılaşma yeteneği, dolaşım sistemini, bir yaradaki sıvı kaybının neden olabileceği yıkımdan korur.

Ortalama insan vücudu yaklaşık 5.5 litre kan içerir. Kan, **plazma** adı verilen bir sıvı içinde asılı hücrelerden yapılmış yegâne dokudur. Kanın **toplam hacminin yaklaşık %55'ni plazma**, yaklaşık **%45'ini de hücreler ya da şekillenmiş elementler** oluşturur. Şekillenmiş elementler **kırmızı kan hücreleri**, **beyaz kan hücreleri** ve **trombositleri** kapsar. Şekillenmiş element hacminin çoğu kırmızı kan hücreleridir.

### 6-2.3 Plazma

Plazma berrak, saman renkli bir sıvıdır. Esas olarak su (%90 dolayında) ve çözülmüş proteinlerden (%7 dolayında) ibarettir. Ayrıca, tuzlar, glikoz, aminoasitler, yağ asitleri, vitaminler, hormonlar ve hücresele atıklar içerir.

Kan plazmasında bulunan üç çeşit protein *albümin*, *globulinler* ve *fibrinojen*dir. Plazma proteinlerinin en bolu olan albümin, hücrelerarası boşluklarda, plazmanın kılcal damarların dışına difüzyonunu düzenleyen bir ozmotik eğime neden olur. Globulinler belli sayıda farklı işlevlere hizmet derler. Bazı globulinler proteinler ve diğer maddelerin vücudun bir kısmından diğerine taşınmasına katılırlar. Diğer globulinler, özellikle gamma globulinler, enfeksiyonlara karşı vücudun savunulmasında büyük bir rol oynarlar. Fibrinojen kanın pıhtılaşmasında önemlidir.

### 6-2.4 Kırmızı Kan Hücreleri

Kırmızı kan hücreleri ya da **eritrositler**, büyük bir farkla kandaki en çok sayıdaki hücrelerdir (kanın her milimetre küpünde yaklaşık 5 milyon). Esas işlevleri, oksijenin akciğerlerden organ dokularına ve karbondioksitin dokulardan akciğerlere taşınmasıdır. Kırmızı kan hücreleri, merkezleri, etrafındaki kenardan daha ince olan, disk şeklinde hücrelerdir. Bununla birlikte, kolaylıkla şekil değiştirirler. Kanan karakteristik kırmızı rengini veren demir içerikli pigment, *hemoglobin* ile doludurlar. **Hemoglobin oksijen ve karbondioksitin taşınmasında işlev görür.**

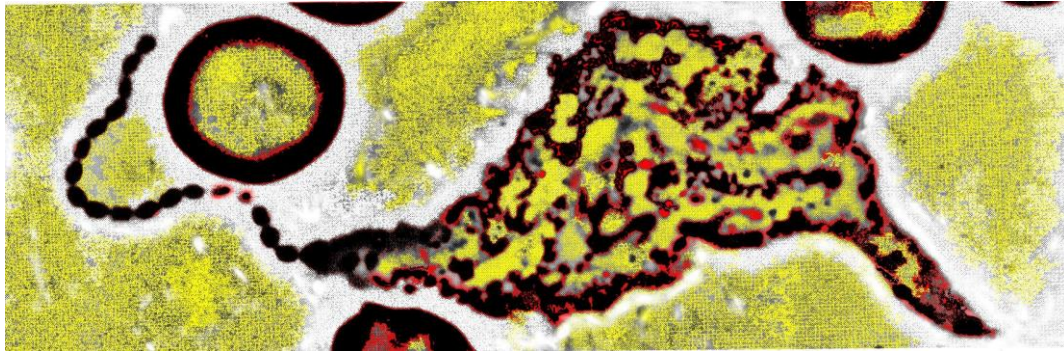
Memelilerde embriyo gelişimi sırasında, kırmızı kan hücreleri karaciğer, dalak ve lenf düğümlerini içeren çeşitli organlar tarafından meydana getirilir. Ancak, doğumdan sonra, normal olarak sadece kemik iliği tarafından üretilirler. Olgun kırmızı kan hücreleri çekirdek içermez. Yaklaşık 120 gün canlı kalırlar. Eskimiş kırmızı kan hücreleri karaciğer ve dalak tarafından dolaşımdan uzaklaştırılır ve yıkılır. Hemoglobin molekülünün demiri vücut tarafından yeniden kullanılır.

Anemi bir ferдин çok az kırmızı kan hücresine veya yetersiz hemoglobine sahip olması durumudur. Anemide, vücut hücreleri yeterli miktarda oksijen alamazlar. Bazı anemi şekilleri, vitamin B<sub>12</sub> enjeksiyonu veya demiri bol besinlerin alınması ile tedavi edilebilir.

### 6-2.5 Beyaz Kan Hücreleri

*Beyaz kan hücreleri ya da lökositler, vücudu bakteri ve diğer mikroorganizma enfeksiyonlarına karşı korur.* Beyaz hücreler kırmızı hücrelerden daha büyüktür ve kırmızı hücrelerin aksine bir veya daha fazla çekirdek içerirler. *Lökositler kemik iliği ve lenfal dokular tarafından meydana getirilir.* Olgun lökositler kan dolaşımına girer. Kılcal damar çeper hücrelerinin arasından sıkışabilir ve vücut dokularına geçebilirler. *Vücudun belirli bir yerinde bir enfeksiyon olduğunda, lökositler orada toplanır.*

Yapısal olarak, beyaz kan hücrelerinin birkaç farklı çeşidi vardır. Bununla birlikte, işlevleri bakımından, lökositler iki grup altında toplanır. Bir çeşidi, mikroorganizma ve diğer maddeleri yutan *fagosit* olarak rol oynar (Şekil 6-2.3). İkinci çeşit, vücuda giren yabancı maddeler veya mikroorganizmalara saldıran protein molekülleri olan *antikorların* üretimine katılırlar.



**Şekil 6-2.3. Beyaz Kan Hücresinin Bir Bakteri Zincirini Yutması**

Normal olarak, kanın her milimetreküpünde sadece 6,000 ile 8,000 arasında beyaz kan hücresi vardır. Ancak, vücutta bir enfeksiyon olduğu zaman, bu sayı milimetreküpte 30,000 'e kadar çıkabilir. Fagositik lökositler arasında, çoğu ölmeden önce 5 ile 25 arasında bakteri yutabilir. Enfekte olmuş bir yara yerinde meydana gelen ince sarımsı sıvı, aslında bakterileri yuttuktan sonra ölen beyaz kan hücrelerinden ibarettir.

*Lösemi*, beyaz kan hücreleri sayısının kontrolsüz artışı olan bir kan kanseri şeklidir. Günümüzde, bazı kan kanseri formları kontrol edilebilmekte hatta ilaçla tedavi edilebilmektedir.

### 6-2.6 Trombositler

**Trombositler**, kemik iliğinde oluşturulan, küçük, yuvarlak veya oval bir çeşit kan hücresi parçacıklarıdır. Çekirdeği olmayan trombosit, hücre zarıyla çevrili bir sitoplazma



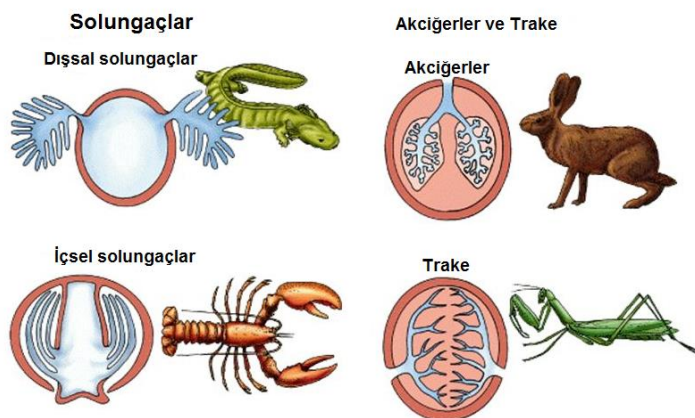
kırıntısından ibarettir. Kanın her milimetreküpünde, çoğunlukla 200,000 ile 400,000 arasında trombosit vardır. Trombositler, kanın pıhtılaşma işlemini başlatır.

## SOLUNUM İŞLEMİ

*Hücresel solunum* işleminde besinler yıkılır ve enerji açığa çıkarılır. Bazı mikroorganizmalar dışında, hücre solunumu oksijen gerektiren aerobik solunumdur. **Aerobik hücre solunumunun son ürünleri karbondioksit ve sudur.** Bu yüzden, aerobik solunum yapan tüm organizmaların, çevreden oksijen alma ve karbondioksiti dışarı atma sorunları vardır. Bir canlı organizmanın, çevresiyle oksijen ve karbondioksit değişimi yaptığı işleme **solunum** denir.

### 6-3.1 Solunum Yüzeyi

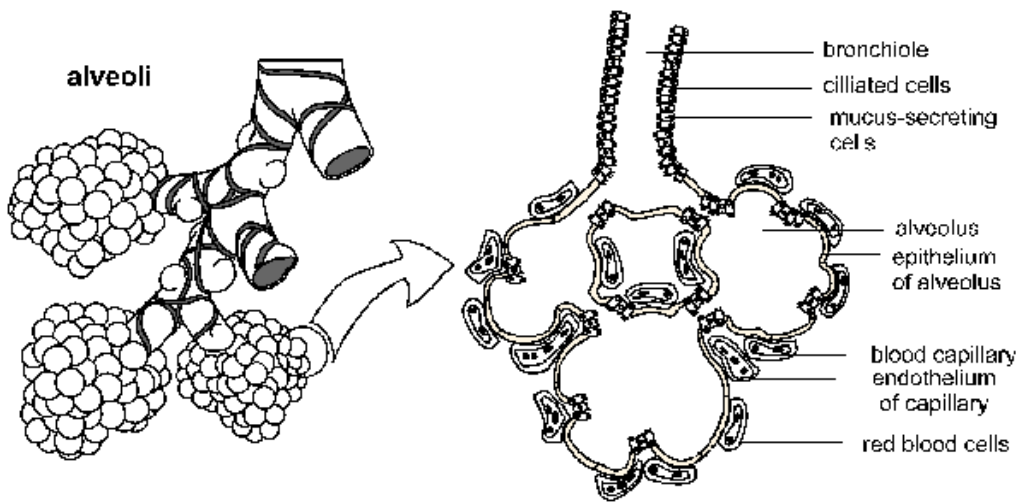
Bir organizma ile çevresi arasındaki oksijen ve karbondioksit değişimi, bu gazların bir sınır yüzeyden geçişini kapsar. Gaz değişiminin meydana geldiği bu yüzeye **solunum yüzeyi** denir (Şekil 6-3.1). Bir solunum yüzeyi şu karakteristiklere sahip olmalıdır: (1) İçinden hızlı difüzyon olması için, ince çeperli olmalıdır. (2) Oksijen ve karbondioksit çözelti içinde bulunacağından, ıslak olmalıdır. (3) Bir oksijen kaynağı ile temasta olmalıdır. (4) Çok hücreli organizmaların **çoğunda**, çözünmüş materyalleri organizmanın hücrelerine götürüp getiren taşıma sistemi ile yakın temasta olmalıdır.



### Şekil 6-3.1. Bazı hayvanlarda solunum yüzeyleri

Solunum yüzeyinde gaz değişimi difüzyonla meydana gelir. Gaz değişiminin yönü, solunum yüzeyinin her iki tarafındaki gazların konsantrasyon eğimleri tarafından belirlenir. Oksijen, organizmaların dokularında tüketildikçe, daha çok oksijen içeri difüze olur. Dokulardaki karbondioksit konsantrasyonu yükseldiğinde, bu gaz dışarı difüze olur. Solunum yüzeyi ne kadar büyükse, belirli bir zaman diliminde meydana gelen gaz değişim miktarı o kadar fazladır.

Protistler ve çok küçük çokhücreli hayvanlarda, solunum gazlarının difüzyonu, hücre ile çevresi arasında doğrudan meydana gelir. Ancak, daha büyük hayvanlarda, vücut hücrelerinin pek çoğunun dış çevre ile temasları yoktur ve bu yüzden doğrudan difüzyon, bir gaz değişim mekanizması olarak görev yapamaz. Ek olarak, büyük hayvanlar, önemli ölçüde bir gaz alışverişini önleyen pul, kürk veya deri gibi koruyucu bir dış katmana sahiptirler. Bu yüzden, çokhücreli büyük hayvanların, özelleşmiş organ veya organ sistemleri içinde solunum yüzeyleri vardır. **İnsanda akciğerlerin, toplam alanı yaklaşık 70 metre karedir ve bu alan insan derisinin yüzey alanınının 40 katıdır. Bu alanın yaklaşık 300 milyon alveol içerdiği tahmin edilmektedir (Şekil 6-3.2). Alveoller,** akciğerlerin içindeki sayısız bronşların ucundaki hava odacıklarıdır.



**Şekil 6-3.2. Akciğer solunum yüzeyi**

## SOLUNUM UYUMLARI

Çeşitli tür hayvanlar arasında genelde solunum faaliyetindeki büyük farklılıklar çevreleri ile oksijen ve karbondioksit değiştirme yöntemlerindedir. Protistler ve hayvanlar çevreleriyle solunum gazlarının değişimi için değişik uyumlar gösterirler.

Protozoada solunum nispeten basittir. Çevre ile gaz değişimi doğrudan vücut yüzeyinde, hücre zarında meydana gelir. Amip ve paramesyumda, çevrelerindeki suda çözülmüş oksijen, difüzyonla hücre zarından sitoplazmaya geçer. Hücresel solunumda oluşturulan karbondioksit, sitoplazmadan çevrelerindeki suya difüze olur.

Hidrasyonun vücudunu yapan iki hücre katmanı, su ile doğrudan temastadır. Küçük boyutu ve basit yapısından dolayı, hidrada solunum gazları değişimini, vücut hücreleri ile çevresi arasında, doğrudan difüzyonla meydana gelebilmektedir. Hidrada gaz değişimi için özel yapılar yoktur.

### 6-3.2 Çok hücreli Büyük Hayvanlarda Solunum

Çok hücreli büyük hayvanlar, oransal olarak, solunum yüzeyinden büyük miktarda gaz değiştirmek zorundadırlar. Suya batmış olarak yaşayan hayvanlar, açık havada soluyan hayvanlardan farklı problemlere sahiptir. Birincisi, havadaki oksijen konsantrasyonu %21 iken, suda çözülmüş oksijen konsantrasyonu nadir olarak %0.5 'den daha yüksektir. Oksijenin difüzyonu, havaya oranla suda çok daha yavaş meydana gelir. Kısacası, suda yaşayan ve yalnızca serbest çözülmüş oksijen kullanılabilen bir hayvan, yeterli miktarda oksijen alabilmek için, çok büyük bir su hacmini solunum yüzeyinden sürekli olarak geçirmek zorundadır.

Gazların canlı zarlardan difüze olabilmesi, çözelti içinde olmalarını gerektirir. Bu nedenle, havayla solunum yapan hayvanlar, **solunum yüzeylerini ıslak tutma sorunu** ile karşılaşır. Havayla solunum yapan hayvanların pek çoğunda, organizmanın içerisine doğru uzanan solunum sistemleri vardır. Bu, solunum yüzeyini korur ve solunum yüzeyinden buharlaşma ile su kaybı oranını en aza indirir.

### 6-3.3 Solunum Pigmentleri

Çok hücreli hayvanların pek çoğunun kanlarında, solunum yüzeyleri ile vücut hücreleri arasında oksijen ve karbondioksit taşıyan protein pigmentleri vardır. Bu pigmentler kana, suyun yalnız başına taşıyabileceğinden daha fazla oksijen ve karbondioksit taşıma olanağını verirler. Örneğin, 100 mililitre su yaklaşık 0.2 mililitre oksijen ve 0.3 mililitre karbondioksit taşıyabilir. En yaygın solunum pigmenti olan hemoglobin, solunum gazlarının en etkili taşıyıcısıdır. İnsan kanının 100 mililitresi yaklaşık 20 mililitre oksijen ve 30 ile 60 mililitre arasında karbondioksit taşıma yeteneğindedir. (Bu değerler, bu gazların çözelti içindeki hacimleri değil, havadaki gazlar olarak eşdeğer hacimleridir.)

### 6-3.4 Solungaç Solunumu

Solungaçlar, balık, midye, istiridye, istakoz'u içeren pek çok sucül hayvanın solunum organlarıdır. Solungaçlar çoğunlukla vücutun dışında gelişen ince, deri filamentleridir. İnce bir hücre tabakası ile kaplıdırlar ve çok sayıdaki kan damarı ile desteklenirler. Gaz değişimi için çok geniş bir yüzey alanı sağlarlar. Su, solungaçların arasından geçtikçe, çözülmüş oksijen, suyun içinden ince zarın diğer tarafına ve vücutun bütün kısımlarına taşınacağı kana difüze olur. Karbondioksit kandan, solungaçların dışına difüze olarak suya geçer. Solungaçların üzerinden sürekli bir su akışı olması gerekir. Eğer su akışı durursa, hayvan oksijen yokluğundan ölür. Solungaçlar, suyun dışında, gaz değişimi önlenerek şekilde, kurur ve birbirine yapışır.

### 6-3.5 Dalıcı Memeliler ve Vurgun

Balinalar, yunuslar, beyaz balinalar, foklar, denizaslanlarını kapsayan deniz memelileri, hava solumak zorundadırlar, fakat yiyecek aramak için deniz yüzeyinden yüzlerce metre derine dalarlar. Fokların 600 metre derine daldıkları ve suyun altında 70 dakika kaldıkları gözlenmiştir. Balinalar 1000 metre dolayındaki derinliklerde görülmüş ve suyun altında 75 dakika kaldıkları gözlenmiştir.

Deniz hayvanları, vücut şekillerinden dolayı çevrelerine iyi uyum sağlamışlardır. Vücutları kaygan ve akış çizgisi biçimindedir. Kuvvetli kuyruk hareketiyle su içinde ileriye doğru itilirler. Değişikliğe uğramış ön üyeleri, yüzme kolları dengeyi ve yönelmeyi destekler. Dolaşım ve solunum sistemleri deniz hayatına uyuştur. Zamanlarını kıyıda veya buzlar üzerinde geçiren foklar ve denizaslanlarında baş, köpeklerinkine benzer ve burun açıklıkları başın ön tarafındadır. Yaşamları suyun içinde geçiren balinalar, yunuslar ve domuzbalıklarının üfleme deliği başın üst kısmında yer alır. Hayvan soluduğunda üfleme deliği mutlaka suyun dışındadır. Üfleme deliğinin başın üstünde yer alması, hayvanın soluk almak için vücudunu su yüzeyinden fazla yukarıya kaldırması gerektiği demektir. Hayvan soluk verdiği zaman, bir hava ve sıvı karışımı püskürüğü üfleme deliğinden dışarı fışkırtılır. **Deniz memelilerinin geniz geçitleri kara memelilerinininkinden çok daha karmaşıktır. Suyu, solunum yüzeylerinden, akciğerlerin bronşlarından uzak tutan çeşitli uyumlar içerirler.**

Araştırmalar, deniz memelilerinin akciğerlerinin, oransal olarak, karada yaşayan memelilerle aynı büyüklükte olduğunu ve uzun süreli bir derin dalış için gerekli havanın akciğerlerde depolanmadığını göstermiştir. Aksine, dalıcı memelilerin pek çoğunda, hayvan dalmadan önce veya kısa bir süre sonra nefes verir. Bazılarında, akciğer bir dalış sırasında tamamen katlanır. Solunum sistemleri, dalış için bazı değişiklikler gösterir. Dalıcı memelilerin kalbi, oransal olarak karada yaşayan memelilerle aynı büyüklüktedir, ancak **aort** ve **atardamarların** büyüklük ve şekilleri farklıdır. Damar büyüklüğü arttıkça, özellikle vücuttaki kanın hacmi artmaktadır. Ek olarak, deniz memelilerinde kanın her milimetre küpündeki kırmızı kan hücrelerinin sayısı, karada yaşayanlardan daha yüksektir ve kırmızı hücrelerdeki hemoglobinin konsantrasyonu da çok daha fazladır. Bu uyumlar, kanın oksijen taşıma kapasitesini büyük oranda arttırmaktadır. Bu hayvanların, vücutta kanın dolaşım şeklini değiştiren bir *dalma tepkileri* vardır. Dalma tepkisinde, kan akışı kalp ve beyine yöneltilir ve vücudun daha az duyarlı dokularından uzak tutulur. Kalp atışı oranı dalma sırasında oldukça yavaşlar ve diğer metabolik işlemler en aza indirilir. Bu uyumlar, hayvanın uzun bir zaman süresinde suyun altına kalmasına izin verir.

Dalgıç olarak insan, su yüzeyinden derine daldığında, basınç aşırı derecede artar. Dalgıç soluk alabilmek için basınçlı hava solumak zorundadır.

Bir dalgıç basınç tüpündeki havayı uzun bir süre soluduğunda, soluduğu havadaki azot vücut sıvısı ve dokularında çözünür. Eğer dalgıç, basıncın çok daha az olduğu yüzeye aniden dönüş yaparsa, azot, vücut sıvısı ve dokularında kabarcıklar oluşturarak çözeltiden

açığa çıkar. Bu durum, *vurgun* ya da *dekompresyon* rahatsızlığı olarak adlandırılır. Çok ağrı vericidir ve öldürücü olabilir.

Eğer dekompresyon kademeli olursa, dalgıçlar bundan sakınabilirler. Dalgıçlar, yaklaşık 12 metreden daha fazla olan derinliklerden yüze dönuşü, belirli derinliklerde değışen sürelerde bekleyerek, çok kademeli olarak yaparlar. Bu duraklar vücuda, fazla azottan kurtulma şansı verir.

Derin bir dalıştan çabucak yüze dönen dalıcı memelilerde vurgun gelişmez. Bunun nedeni, büyük oranda, suyun altında yüksek basınçlı gaz solumadıklarındandır. Daldıklarında, vücutları sadece akciğerlerinde kalan havayı içerir.

### 6-3.6 Solunumun Aşamaları

Dış ve iç solunum.

Dış solunum akciğerlerde hava ile kan arasında oksijen ve karbondioksit değışimidir. Soluk aldıktan sonra, alveolide oksijen konsantrasyonu kandaki oksijen konsantrasyonundan yüksektir. Oksijen alveolinin nemli çeperinde çözünür ve yüksek konsantrasyonlu bölgeden (alveoliden) düşük konsantrasyonlu bölgeye (kana) difüze olur. Bağımsız olarak, karbondioksit kandan alveoliye, zıt yöne difüze olur.

Kalbin çarpmasıyla vücudun bütün damarlarına kanın pompalanmasıyla, oksijence zengin kan akciğerlerden vücut dokularına taşınır ve oksijence fakir kan dokulardan akciğerlere geri getirilir.

İç solunum, kan ile vücut hücreleri arasında oksijen ve karbondioksit değışimidir. Vücut dokularının kılcallarında, oksijen, kandan hücrelerarası sıvıya, oradan vücut hücrelerine difüze olur; karbondioksit, hücrelerden hücrelerarası sıvıya oradan kana difüze olur. Her gaz konsantrasyon eğiminde, örneğin yüksek konsantrasyonlu alandan düşük konsantrasyonlu alana difüze olur.

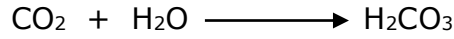
Oksijen taşınımı. Oksijenin çoğu akciğerlerden vücut dokularına kırmızı kan hücreleri içindeki hemoglobinle taşınır. Plazma içinde büyük boyutta çözünmüş değildir. Hemoglobin demir içerikli yegane proteindir. En önemli karakteristiği oksijenle kolaylıkla birleşmesidir. Ancak, oksijen zayıf olarak tutulur ve oksijen konsantrasyonuna bağlı olarak tepkime geri dönüşümlüdür. Oksijen konsantrasyonunun yüksek olduğu akciğerlerde, hemoglobin (Hb) oksihemoglobin (HbO<sub>2</sub>) oluşturmak için oksijenle (O<sub>2</sub>) birleşir. Kan, çevre dokularda oksijen konsantrasyonunun düşük olduğu vücut dokularının kılcallarına ulaştığında, oksihemoglobin oksijen ve hemoglobine yıkılır. Oksijen, kandan, hücresel solunumda kullanıldığı vücut hücrelerinde difüze olur.

Düşük oksijenli kan, hemoglobinden dolayı koyu kırmızı veya donuk mor renktedir. Oksijence zengin kan oksihemoglobinden dolayı parlak kırmızı renktedir.

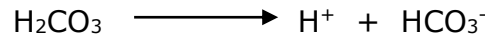
Karbondioksit taşınımı. Hücresel solunum karbondioksit üretir. Bu nedenle karbondioksit konsantrasyonu vücut hücrelerinde, kılcallardaki kandan daha yüksektir. Bu yüzden, karbondioksit hücrelerden kana difüze olur. Karbondioksitin kanla akciğerlere

taşınması birkaç yolla olur. Karbondioksit kanda üç yolla; plazmada çözülmüş olarak, karbonik asit olarak su ile tampon çözelti oluşturarak ve proteinlere, özellikle hemoglobine bağlanarak taşınır.

Karbondioksit kana difüze olduğunda, **karbonik anhidraz (carbonic anhydrase)** enziminin etkinliğinde su ile birleşerek **karbonik asit** meydana getirir.

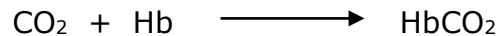


Karbonik asit,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , hidrojen iyonları ve **bikarbonat** iyonları oluşturarak, hızla yıkılır.



Bu tepkimeler, karbonik anhidraz enziminin bulunduğu kırmızı kan hücrelerinde hızlandırılır. Karbondioksitin çoğu (yaklaşık %70) bikarbonat iyonları halinde plazmada taşınır. **Görüldüğü gibi karbondioksitin sadece küçük bir miktarı kan plazmasında çözülmüş olarak akciğerlere taşınır. Gerçekte toplam karbondioksitin sadece %7'si kanda normal yolla, yani plazmada çözülmüş olarak taşınır. Karbondioksitin geri kalan %93'ü kırmızı kan hücrelerine difüze olur ve bu miktarın %70'i karbonik asit oluşturmak için burada su ile tepkimeye girer. Karbonik anhidraz adlı protein enzim karbondioksit ile su arasındaki tepkimeyi hızlandırır. Bu tepkime, karbonik anhidraz enziminin yokluğunda herhangi bir fizyolojik değerden çok daha düşük bir hızda meydana gelebilir. Karbonik anhidraz göz, beyin, kas hücreleri ve özellikle kırmızı kan hücrelerinde bol ve yoğun halde bulunur.**

Karbondioksitin bir kısmı (yaklaşık %20) karboksihemoglobin olarak kırmızı kan hücrelerinde taşınır.



Karbondioksitin az bir miktarı (yaklaşık %10) plazmada çözülmüş olarak taşınır. Tüm bu tepkimeler geri dönüşümlüdür ve akciğerlerden karbondioksit uzaklaştırılır.

## **BOŞALTIM İŞLEMİ**

Organizmalar, iç sıvılarının kimyasal koşulları belirli aralıklar içinde dural tutulduğunda ancak canlılık işlemlerini yürütebilirler. Bununla birlikte, hücreler canlılık işlemlerini yürütürken, atıklar üretilirler. Bu atıklar metabolizmanın son ürünleridir. Örneğin, hücre solunumunda besinler okside olur ve açığa çıkan enerji ATP şeklinde depolanır. Ancak, karbondioksit ve su da üretilir ve bu son ürünler organizmadan uzaklaştırılması gereken atıklardır. **Hücre metabolizması atıklarının organizmadan uzaklaştırılması işlemine boşaltım denir.**

Boşaltım organları metabolik atıkları ve fazla materyalleri uzaklaştırarak kan ve diğer vücut sıvılarının kimyasal yapısını düzenler. Boşaltım organları, değişmez bir iç çevrenin sürdürülmesinde, yani homeostasisin sağlanmasında dolaşım, sinir ve endokrin sistemleri ile birlikte işlev yapar.

#### 6-4.1 Temel Metabolik Atıklar

En önemli hücresel atıklar **karbondioksit, su, azotlu atıklar ve mineral tuzlardır**. Karbondioksit ve su, hücre solunumu sırasında meydana gelir. Su ayrıca dehidratasyon sentezlerinde de üretilir. **Amonyak, üre ya da ürik asit şeklindeki azotlu atıklar** amino asitlerin yıkımından meydana gelir. **Sodyum klor ve potasyum sülfat** gibi mineral tuzlar, metabolizma sırasında birikir. Bütün bu atıkların yüksek konsantrasyonları zehirlidir.

Boşaltım sistemi, metabolizma atıklarına ek olarak, organizma içinde biriken fazla suyu, tuzları ve diğer maddeleri de uzaklaştırmak zorundadır.

Çok kimse dışarı atma ile boşaltımı karıştırır. Dışarı atma ya da *dışkı çıkarma*, absorbe edilmeyen ve sindirilmeyen besinlerin, *dışkı* şeklinde sindirim alanından uzaklaştırılmasıdır. Bu materyaller hiç bir zaman vücut hücrelerine girmediğinden, bunlar metabolik atıklar değildir.

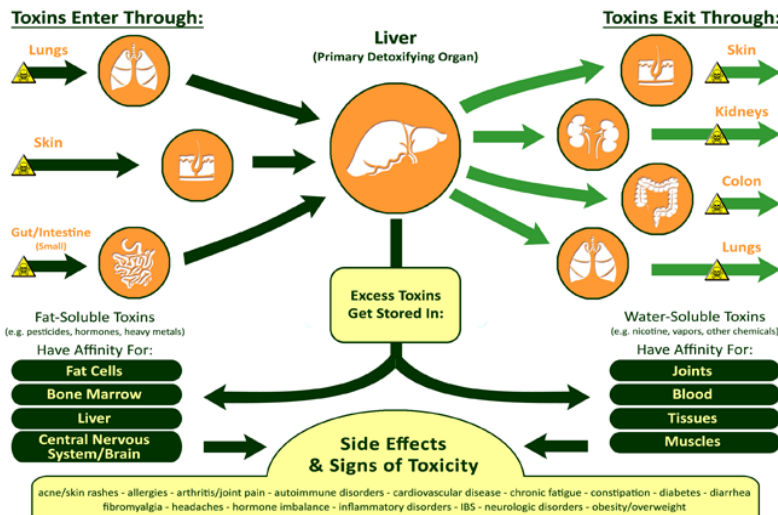
Memelilerin karmaşık ve ileri derecede gelişmiş boşaltım sistemi homeostasisin sağlanmasında temel bir role sahiptir. İnsanların ana metabolik atıkları karbon dioksit, üre, su ve mineral tuzlardır. Boşaltım organları karaciğer, böbrekler, akciğerler ve deridir.

#### 6-4.2 Boşaltımda Karaciğerin Rolü

Boşaltım organı olarak karaciğer vücut sıvılarının düzenini ayarlayan bir dizi işlev yerine getirir.

**Detoksifikasyon.** Karaciğerin temel bir işlevi zararlı veya zehirli maddelerin kandan uzaklaştırılmasıdır. Bu maddeler karaciğerde pasifleştirilir veya daha az zehirli formlara dönüştürülür. Böylece karaciğer kanı temizler veya zehirli maddelerden arındırır. Karaciğerin ürettiği aktif olmayan maddeler kan dolaşımına karışır ve sonunda böbrekler tarafından dışarı atılır (**Şekil 6-4.1**).

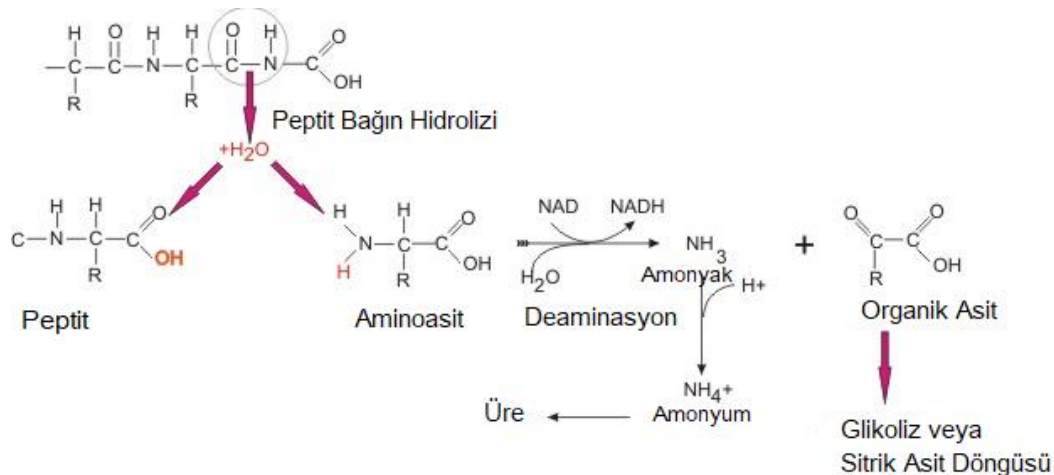
**Safranin atılması.** Safra karaciğer hücreleri tarafından sentezlenir. Safra tuzları, kolesterol ve yıpranmış kırmızı kan hücrelerinin hemoglobin molekülü parçasından oluşur. Safra bileşenlerinin bazıları metabolik atıklar olduğundan, safra bir boşaltım ürünü olarak düşünülür. Safra, safra kesesinde toplanır ve safra kanalıyla yağların sindirimi ve emiliminde görev alacağı incebağırsağa geçer. İncebağırsağın son bölümünde neredeyse tüm safra tuzları tekrar kana emilir ve karaciğere geri döner. Karaciğerden tekrar incebağırsağa geçerler. Böylece, safra tuzları yeniden kullanılır. Safranin geriye kalanı kalınbağırsağa geçer ve dışkıyla vücuttan çıkarılır.



**Şekil 6-4.1. Detoksifikasyon ve eliminasyon işlemi**

**Üre oluşumu.** Aminoasitler proteinlerin hem yapıtaşı hem de yıkım ürünüdür. Fakat fazla aminoasitler vücutta depolanamaz. Bunun yerine **amino grubu** ( $\text{NH}_2$ ) karaciğerde uzaklaştırılır, bu sürece **deaminasyon** denir. Aminoasit molekülünün kalan kısmı ya pürivik aside dönüştürülerek hücresel solunumda enerji kaynağı olarak kullanılır ya da depolanmak üzere glikojen veya yağa dönüştürülürken, amino grubu **amonyak** ( $\text{NH}_3$ ) **dönüştürülür** (Şekil 6-4.2).

Amonyak yüksek derecede zehirli bir maddedir ve enzimin katalize ettiği bir dizi reaksiyonla çabuk bir şekilde daha az zehirli bir maddeye dönüştürülür. Üre karaciğerden kan dolaşımına geçerek böbreklere taşınır. Böbrekler üreyi kandan süzer ve sonra idrarla vücuttan dışarı atar.



**Şekil 6-4.2. Protein yıkımı ve yıkım ürünleri**

### 6-4.3 Üriner Sistem

Üriner sistem böbrekleri, idrar torbasını ve ilişkili tüpleri içerir. Böbrekler 10 cm büyüklüğünde fasulye şeklinde organlardır. Karında arka kaslara karşı diyaframın hemen



altında yer alır. Böbrekler iki temel işlev görür. Birincisi, hücrel metabolizma atıklarını kandan temizlerler. İkincisi, vücut sıvılarında bulunan çeşitli maddelerin yoğunluğunu kontrol ederler. Bu yollarla böbrekler homeostasisin sürdürülmesinde çok önemlidir. Böbrekler metabolik atıkları ve çeşitli diğer maddeleri kandan süzer, idrar üretirler. İki tüp, ureterler, idrarı geçici olarak depolandığı idrar torbasına taşır. Diğer bir tüp, uretra, idrarı idrar torbasından vücudun dışına taşır.

Böbreklerin yapısı. Boyuna kesit böbreğin belirgin üç bölgeye ayrıldığını göstermektedir. En dıştaki bölge korteks, ortadaki bölge medula ve içteki bölge pelvis'tir. Kanın süzülmesi kortekste meydana gelir; medula idrar taşıyan toplanma kanallarından oluşur; pelvis, idrarın içine aktığı üretere bağlı bir çukurdur. Böbreklerin işlevsel birimleri nefronlardır. Her böbrek 1,25 milyon nefron içerir. Nefron, fincan şeklindeki çift zarlı Bowman kapsülü ile çevrelenmiş olan glomerulus adında bir küme kılcal damarla başlar. Bowman kapsülünden gelerek, aşağı doğru inip kıvrılan ve sonra da uzun bir ilmik oluşturan uzun tüpe Henle ilmiği denir. Tüp toplama kanalına açılmadan önce yeniden yükselir ve kıvrılır. Toplama kanalı birçok nefrondan atık sıvı alır.

Kan böbreklere böbrek atardamarlarıyla girer. Böbrek damarlarıyla böbreklere terk etmeden önce iki kılcal damar kümesinden geçer. Bir nefrona kan taşıyan arteriol Bowman kapsülüne girer ve glomerulus olarak adlandırılan bir kılcal damar ağına bölünür. Glomerulusu terk eden kan, nefron tüpünü saran başka bir kılcal damar ağı oluşturmak için bölünen ikinci bir arteriole akar. Bu kılcal damarlar bir venule oluşturmak için birleşirler.

İdrar oluşumu. İdrarın nefronlar tarafından oluşturulması iki basamakta gerçekleşir - süzme ve yeniden emilim. Süzmede, maddeler kandan nefronlara geçer. Yeniden emilimde, maddeler nefronlardan kana geri geçerler.

Süzülüm, kan Bowman kapsülü içinde glomerulusta akarken meydana gelir. Glomerulusa giren kan basınç altındadır. Bu basınç, su ve tuz, üre, glukoz ve amino asitler gibi birçok küçük moleküle glomerulusun ince duvarlarından dışarı doğru çevresindeki kapsüle doğru baskı uygular. Kan hücreleri ve kan proteinleri glomerulusun duvarlarından geçmek için çok büyüktür ve kanda kalırlar. Bowman kapsülü içindeki sıvıya süzüntü denir. Proteinlerin olmaması dışında temelde plazma ile aynıdır. Süzüntü Bowman kapsülünden nefron tüpüne geçer.

24 saatte böbreklerde yaklaşık 180 litre süzüntü oluşturulur. Eğer tüm bu süzüntü dışarı atılsaydı, vücut sürekli besinleri, tuzları ve büyük miktarda su kaybedecekti. Fakat böbrekler 24 saatte sadece 1-1,5 litre idrar üretir. Süzüntünün miktarını azaltan ve önemli maddeleri kana geri çeviren işlemin adı yeniden emilimdir. Normalde süzüntü nefron tüplerinden geçerken suyun %99'u, tüm glukoz ve aminoasitler ve tuz iyonlarının çoğu yeniden emilir. Bu maddeler tüpleri saran kılcaldamar ağına kana geri döner. Suyun tüplerde geri emilimi, memelilerde su koruması açısından

önemlidir. Suyun çoğu yeniden geri emildiğinden, süzüntüde kalan maddeler çok yoğundur.

Su pasif şekilde ozmozla geri emilirken, glukoz, aminoasitler ve tuz iyonlarının geri emilimi aktif taşımayla olur. Aktif taşıma için gerekli olan ATP şeklindeki enerji, tüp hücrelerinde bulunan çok sayıdaki mitokondriden sağlanır. Tüplerde sıralanan hücrelerde, yüzey alanını büyük ölçüde artıran ve böylece suyun ve diğer maddelerin büyük miktarda geri emilimini sağlayan mikrovilli vardır.

Birçok maddede böbrek eşik seviyesi vardır. Kandaki bir maddenin yoğunluğu belli bir seviyeyi aşarsa, fazlalık kısım geri emilmez. İdrarda kalır ve vücuttan dışarı atılır. Şeker hastası olan bir kişide, kan şekeri oranı o kadar yüksektir ki süzüntüdeki glukozun hepsi kana dönmez. Sonuç olarak idrarda glukoz görülür.

Geri emilimden sonra, nefronlarda kalan sıvı çoğunlukla su, üre ve çeşitli tuzları içerir ve idrar olarak bilinir. İdrar, tüplerden toplama kanalına akar. Üreterlerle böbreklerden idrar torbasına geçer ve buradan üretra ile periyodik olarak çıkarılır.

Akciğerler. Vücudu karbondioksit ve sudan (su buharı şeklinde) temizleyen boşaltım organlarıdır. Bu maddelerin her ikisi de oksijenli hücresel solunumun son ürünüdür.

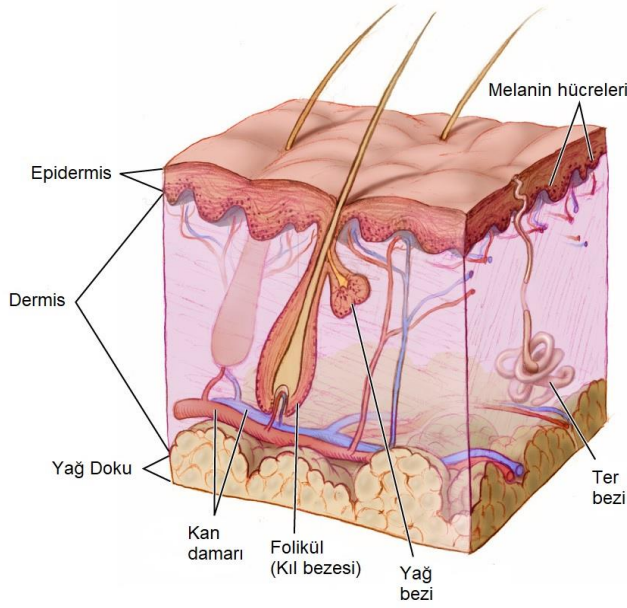
#### 6-4.4 Deri

Deri vücudun dış çevreyle etkileşim halinde olduğu kısımdır. Birçok farklı doku içerir ve atıkların atılmasını da içeren çeşitli görevler yerine getirir (**Şekil 6-4.1**).

**Derinin yapısı.** Deri, dışta epidermis ve içte dermis olmak üzere iki katmandan oluşur. Epidermis, sıkıca kaplanmış epitel hücre katmanlarından oluşmuştur. Epidermisin en alt kısmı hızlı bölünen hücrelerden oluşmuştur. Bu hücreler dermisten uzağa itildikçe, daha az nem alırlar ve ölürlür. Ölmeden önce, keratin olarak adlandırılan büyük miktarlarda sert ve su geçirmeyen bir protein üretirler. Epidermisin dış kısmı bu sert ölü hücrelerden oluşur. Sürekli aşınır ve bölünme olan katmandaki hücrelerle yer değiştirir. Sert ve su geçirmeyen epidermisin görevi deriyi korumaktır.

Dermis, epidermisin altındadır ve elastik bağ dokudan oluşur. Deriyi destekleyen kalın bir katmandır ve deriyi alttaki kas ve kemiğe bağlar. Dermis içinde kan damarları, lenf damarları, sinirler, duyu reseptörleri, yağ bezleri ve kıl folikülleri vardır. Dermisin altında yağ veya adipoz dokusu vardır. Zayıf insanlarda bu katmanda az yağ varken, kilolu insanlarda bu tabaka çok kalındır.

Yağ bezleri, deriyi ve kılları yumuşak ve esnek tutan ve koruyucu bir tabaka sağlayan yağlı salgılar üretirler. Ter bezleri, deri yüzeyine por adı verilen deliklerle açılan ince kıvrımlı tüplerden oluşur. Ter, bu bezlerden çıkar ve çoğunlukla su (%99), biraz tuz - NaCl gibi - ve az miktarda üre içerir.



### Şekil 6-4.1. Deri

Derinin görevleri: Deri bazı önemli görevler yerine getirir.

Vücudun iç dokularını zarar görmekten korur ve mikroorganizmaların ve diğer yabancı maddelerin girişini engeller. Ayrıca vücudu kurumaktan korur.

Deri terlemeyle küçük miktarda üre ve tuz atar. Fakat derinin boşaltım işlevi gerçekte çok küçüktür.

Derideki sinir uçları acı, dokunma, baskı, sıcak ve soğuğu hissedir.

Deri vücut sıcaklığının ayarlanmasına katılır. Vücut çok sıcak olduğunda, fazla ısı iki şekilde kaybedilir. Derideki kan damarları genişler, derideki kılcıl damarlara gelen kan artar (yüzün kızarmasına neden olur) ve ısı havaya yayılır. Ayrıca artan terleme de vardır. Terin buharlaşması için gerekli enerji vücut ısısından alınır. Böylece ter buharlaştığında vücudu serinletir. Vücut çok soğuk olduğunda, tersi meydana gelir. Derideki kan damarları daralır, derideki kılcıl damarlara gelen kan miktarı düşer, terleme azalır ve vücutta daha az ısı kaybedilir. Soğuk havada titreme ve kas gerginliği kasların ısı üretimini artırır ve vücut ısınır. Vücudun sabit bir sıcaklığı sağladığı mekanizma homeostatik kontrolün iyi bir örneğidir.

## HAREKET İŞLEMİ

Canlıların pek çok çeşidi, kendinden yer değiştirme yeteneğine sahiptir. Bu kendinden devinime hareket denir. Hareket yeteneğindeki organizmalara kendinden hareketli denir. Pek çok hayvan ve protist'in temel bir karakteristiği kendinden hareketli olmalarıdır. Diğer yanda, bitkilerin temel bir karakteristiği kendinden hareketli olmamalarıdır.

Hayvanların tümü kendinden hareketli değildir. Mercanlar, barnacles ve süngerler gibi bazı sucul hayvanlar, kendi kendilerine bir yerden bir yere hareket edemezler. Bunlar deniz tabanına veya bazı nesnelere ilişik olarak yaşar. Bu hayvanlar durağan ya da yerleşiktir. Diğer yandan, vücutlarının çeşitli kısımlarının hareketi ile besin ve oksijen sağlamalarına ve canlılık işlemlerini sürdürmelerine olanak veren su akıntıları yaratırlar.

Bir yerden bir yere hareket etme yeteneği bir organizmaya bazı üstünlükler sağlar.

1. Hareket organizmaların besin sağlama fırsatlarını artırır (Şekil 6-5.1). Örneğin, bir jaguar 160 kilometre kareden daha büyük bir alanda avlanır.

2. Hareket organizmalara yaşayacakları uygun yerler bulma ve çevrenin zararlı etkilerinden uzaklaşma olanağı sağlar. Balık oksijeni az, ılık sulardan bol oksijen bulacağı daha soğuk sulara doğru yüzme eğilimindedir.

3. Hareket organizmalara düşmanlarından kaçma ve barınak bulma olanağı verir. Tavşanlar ve geyikler hızlı hareket yeteneklerinden dolayı hayatta kalabilirler.

4. Hareket organizmalara eş bulma ve üreme imkanı verir. Dişi ve erkek salmon üreme yerlerine erişmek için binlerce kilometre yüzerler.

### 6-5.1 Kaslar ve İskeletler

Basit grupların çoğu dışında tüm hayvanlarda, hareket kaslar ve bu kasların bağlı olduğu bir iskelet içerir. Kaslar kasıldıklarında ya da kısaldıklarında güç kullanabilirler. Kasıldıklarında, bağlı oldukları kısımları hareket ettirirler.



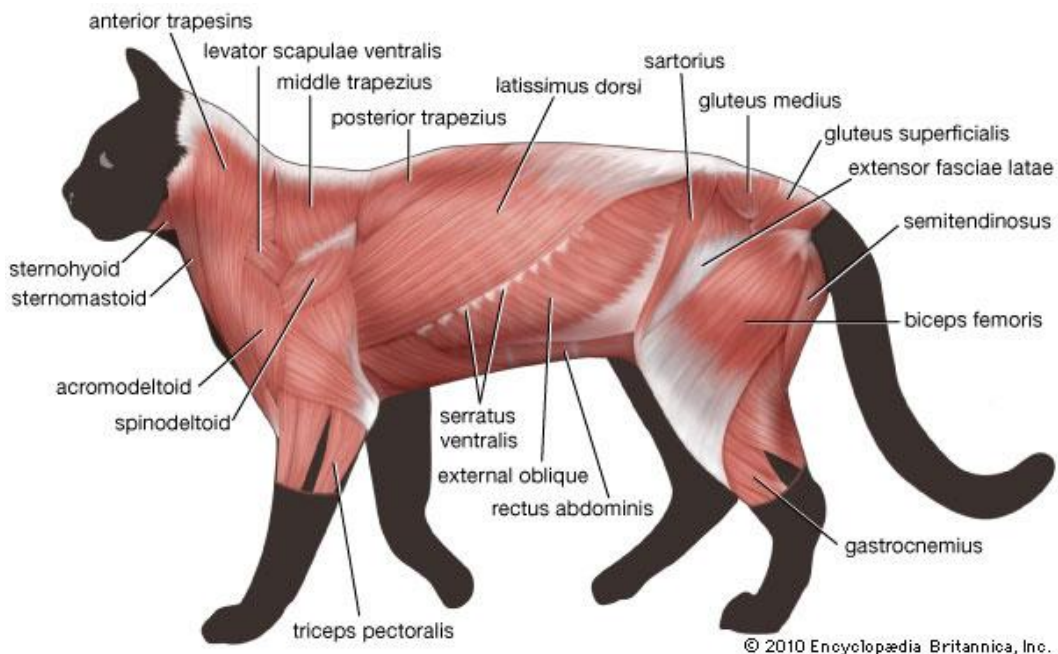
**Şekil 6-5.1. Av kovalayan bir çita. Kısa avlanma koşusunda kara hayvanlarının en hızlısıdır.**

İskeletlerin çoğu sert materyallerden oluşur. Yumuşak kısımların bağlı olduğu iskelet, vücudun dışında ise, dış iskelet adını alır. Bazı birhücreliler ve omurgasızların çoğunda

iskelet sert, dış örtüdür. Midye, istiridye ve diğer kabukluların kalsiyum bileşiklerinden oluşan sert kabukları vardır. Hayvan kavkı içinde yaşar ve hareketi çok sınırlıdır. Yengeçler, örümcekler, böcekler ve diğer eklembacaklıların, yumuşakçaların kavkisından daha ince, sert bir materyal olan kitinden meydana gelmiş dış iskeletleri vardır. Dış iskeletler kasların bağlanma yeri olarak görev yapar. Eklembacaklılarda dış iskelet kendisine esneklik veren ve çok çeşitli hareketlere izin veren eklemlere ayrılmıştır. Dış iskeletler vücudun yumuşak kısımları için iyi bir koruma sağlar. Ancak, canlı hücrelerden meydana gelmediklerinden, büyüyemezler. Eklembacaklılarda, dış iskeletler belirli aralıklarla değiştirilir ya da atılır ve daha geniş, yeni bir örtü yerine getirilir. Eskisinin atılıp yeni iskeletin geliştiği sırada, hayvan çok duyarlı ve korumasız bir durumdadır.

Omurgalılarda, iskelet kemik ve kırıldaktan meydana gelir ve vücut örtüsünün içinde bulunur. Vücudun içindeki bu tür iskelede, iç iskelet denir. Bir iç iskelet dış iskelet gibi hayvanı tam korumaz. Bununla birlikte, kemikler ve kırıldak canlı hücreler içerir ve büyüyebilirler. İskelet hayvanın diğer kısımları ile birlikte büyüyebilir. İç iskeletin kemikleri, vücut kısımlarının hareketine olanak veren iskelet kaslarının bağlanma yerleri olarak görev yapar (Şekil 6-5.2). İç iskeletler balıklarda, amfibilerde, sürüngenlerde, kuşlarda ve memelilerde bulunur.

Canlılar çok çeşitli hareket adaptasyonları gösterirler. Tek hücreli organizmalarda, örneğin protozoa, hareket yalancı ayakları veya çeşitli hücre yapılarını içerebilir. Çok hücreli hayvanlarda, hareket her zaman özelleşmiş kas dokusunu içerir. Hareket yöntemi her ne olursa olsun, hemen hemen tüm tek hücreliler ve hayvanların hareketinin temeli, uzunluğunu değiştirme kapasitesine sahip proteinler olan kontraktıl proteinlerdir.



**Şekil 6-5.2. Kedide vücut kaslarının iskelet yapısına bağlı düzeni.**