

Zooloji

ders notu



Prof.Dr.Mahmut EROĞLU

KTÜ Orman Fakóltesi
Orman Mühendisliği Bölümü

1 GİRİŞ

CANLILIĞIN TANIMI

1-1 Canlılığın Karakteristikleri

Biyoloji canlıları araştıran bilim dalıdır. Gözlemleyebildiğiniz farklı türlerden canlıları kısa bir süre için aklınızdan geçirin. Şu ana kadar, tanıdığımız canlılar, mevcut olanların çok küçük bir bölümüdür. Gerçekten, bu bölümün birkaç sayfasını okuyarak canlıların her biri hakkında çok şey öğreneceksiniz. Bunun nedeni, canlılığın çok büyük çeşitliliği yanında, çok büyük bir birliğin olmasıdır. Bütün canlılar pek çok yönden birbirine benzerler. Zooloji öğrenimine bu benzerliklerden söz ederek başlıyoruz.

Bir şeyin canlı olduğunu söylerken tam olarak ne demek isteriz. Her duruma uyan, hayatın basit bir tanımı üzerinde düşünce birliğine varılabilmiş değildir. Ancak, "canlılık belirtileri"nin neler olduğu konusunda tam bir fikir birliği mevcuttur. Bu karakteristiklerin veya etkinliklerin bir araya getirilmesi, canlılığın tanımı olmaktadır.

Canlıların her bir bireyine **organizma** adı verilir. Tüm organizmalar şu karakterlere sahiptirler: Yüksek organizasyonludurlar ve pek çok karmaşık kimyasal maddeler içerirler. Canlı kabul edilen en küçük birimler olan, bir veya daha fazla **hücre**'den yapılmışlardır. Enerji kullanırlar. Belli bir şekle ve sınırlı bir büyüklüğe sahiptirler. Sınırlı bir hayat dönemleri vardır. Büyüme gösterirler. Çevredeki değişikliklere tepki gösterirler. Ürerler. Canlı grupları zamanla gelişir ya da değişirler. Cansız varlıklar bu karakteristiklerden birini veya birkaçını sergileyebilir, fakat hapsini asla gösteremezler.

Her ne kadar canlılığın özellikleri belirgin gibi görünüyorsa da, canlı ve cansız arasındaki çizgi çok hassastır. Yaptığımız tanım ve sınıflandırmalar çoğunlukla belirsiz sınırlara sahip olup; kısmen bir kategoriye ve kısmen de diğer bir kategoriye uyan şüpheli durumlar vardır. Gerçekten dünyada, kesin olarak "canlı" veya "cansız" olduğuna karar veremeyeceğimiz şeyler vardır.

Buna bir örnek, bir şişe içinde bir kimyasal madde gibi saklanabilen, ancak canlı bir hücre içinde kendilerini çoğaltabilen objeler olan *virüsler*dir. Gerçekten, virüsler uygun koşullarda canlı karakteri, uygun olmayan şartlarda kristal halinde cansız bir yapı gösterirler. Virüsler çoğalabilirler, fakat bunun dışında canlılığın herhangi bir sürecini devam ettirmezler.

Canlıların bazı genel karakteristikleri yukarıda belirtilmiştir. Canlılar, yine hayatın karakteristikleri olan belli faaliyetleri sürdürürler. Bu kısımda, organizmaların canlı kalmak için düzenli olarak yürüttükleri işlev veya işlemler kısaca tanıtılacaktır. Bu canlılık

işlemleri beslenme, taşıyım, solunum, sentez ve özümleme, büyüme, boşaltım, uyum ve üremedir. Canlıları öğrenmeye devam ederken karşımıza çıkacak her şey, bu hayat işlemleri ile bir şekilde ilişkili olacaktır. Ne kadar farklı özel organizmalar olursa olsun, hepsi bu faaliyetleri yürütmek zorundadır. Bu, canlıları birbirine bağlayan ve temelde birbirine benzer kılan ortak bir bağıdır.

Canlılık için gerekli tüm işlemler hücreler tarafından yürütülür. Canlılık karakteristiklerini gösteren en küçük birim olan hücre, tek başına veya pek çok hücreden yapılmış büyük bir organizmanın parçası olabilir. Bağımsız bir hücre, bir hücreli organizma kabul edilir. Çok hücreli organizmalar yüzlerce, binlerce, milyonlarca ya da milyarlarca hücreden yapılmıştır.

1-2 Canlılık İşlemleri

Her organizma çevresinden maddeler alır ve kullanabileceği şekillere çevirir. Bu faaliyete **beslenme** adı verilir. Bir organizmanın enerji, büyüme, onarım, ya da varlığını sürdürmesi için ihtiyaç duyduğu maddelere **besinler** denir.

İki temel beslenme tipi vardır. Birinci beslenme tipinde, organizma kendi karmaşık besinlerini çevresindeki basit maddelerden üretebilmektedir. Tüm yeşil bitkiler ve bazı bakteriler ile diğer bir hücreli organizmalar kendi besinlerini bu yolla yapabilmektedirler. Kendi besinlerini yapamayan organizmalar, bunları çevreden yiyecek şeklinde almak zorundadırlar. Tüm hayvanlar, besinlerini çevrelerinde hazır halde bulmak zorundadırlar.

Yiyeceğin çevreden alınmasına **beslenme** denir. Çoğunlukla, yiyeceklerdeki besinler organizmaların doğrudan kullanabilecekleri şekillerde değildir. Bu besinler kimyasal olarak çok karmaşıktır; organizmanın bunları daha basit şekillere parçalaması gerekir. Karmaşık besinlerin organizma tarafından kullanılacak basit şekillere dönüştürülmesine **sindirim** denir.

Maddelerin organizmaya alınması veya organizma içinde üretilenlerin organizmanın her tarafına dağıtılması işlemine "transport" "taşıyım" denir. Besinler, atıklar ve hayat olaylarını diğer ürünleri organizma içinde bir yerden diğerine taşıyıcılar. Çok küçük organizmalarda gerçek bir taşıyım sistemi yoktur. Kullanılabilir maddeler çevreden doğrudan organizma içine alınırlar. Atıklar, organizmadan doğrudan çevreye geri verilirler. Hayvanların çoğunda gerekli maddeleri organizmanın tüm parçalarına taşıyan ve atıkları uzaklaştıran özel dolaşım sistemleri vardır.

Tüm canlılık işlemleri sürekli bir enerji temini gerektirir. Organizmalar enerjilerini belli besinlerde depolanmış kimyasal enerjinin serbest kalmasından sağlarlar. Bunun başarıldığı işleme **solunum** denir. Solunum, karmaşık bir kimyasal tepkimeler dizisini içerir. Şekerin su ve karbondioksit meydana getirecek şekilde yıkılması, bir solunum tipidir. Bu tepkime, havanın oksijenine ihtiyaç duyduğundan buna **oksijenli solunum** denir. Bazı basit organizmalar, özellikle mayalar ve bazı endoparazitler oksijene gerek olmayan **oksijensiz solunum** yaparlar.

Hücrelerde meydana gelen tüm kimyasal tepkimeler toplamına **metabolizma** denir. Metabolizma, basit maddelerden daha karmaşıklarının yapılması ve karmaşık maddelerin daha basitlerine yıkılması işlemlerini kapsar. Devamlı enerji salma ve kullanma da metabolik faaliyettir. Metabolik faaliyet, çoğunlukla hayatın tek başına en önemli karakteristiği olarak kabul edilir.

Organizmalar, basit maddeleri daha karmaşık maddeler oluşturmak için kimyasal olarak birleştirebilirler. Bu işleme **sentez** denir. Sentezde kullanılan maddeler, çoğunlukla karmaşık besin materyallerinin sindirim ürünleridir.

Sentezin sonuçlarından biri, organizmanın yapısal bir parçası olabilecek materyallerin üretilmesidir. Bu yolla, organizma, yaralı kısımlarını onarabilir veya değiştirebilir ve de büyüyebilir. Organizmanın vücudunda materyallerin birleştirilmesine asimilasyon denir.

Her organizmada, özellikle metabolizma ile, kullanılamayacak ve vücutta birikmesine izin verilmesi halinde zararlı olabilecek atık maddeler üretilir. Bu atıkların dışarı atılmasına **boşaltım** denir.

Uyum, bir organizmada, sürekli değişen bir dış çevrede, dengeli bir iç çevrenin sürdürülmesi işlemidir. Değişmez bir iç denge haline **homeostatis** denir. Hayvanlarda, uyum öncelikle *sinir sistemi*, *endokrin* ve *eksokrin* sistemleri ile başarılmaktadır. Sinir sistemi, organizmanın her yerine mesaj ya da impulsları taşıyan özelleşmiş hücreler ağından meydana gelmiştir. Endokrin sistemi, *hormon* denilen kimyasal maddeleri salgılayan birtakım salgı bezlerini içerir. Hormonlar kimyasal haberciler olarak rol oynarlar. Sinir impulsları ve hormonlar iç ve dış çevredeki değişikliklere tepki vermede, organizmada değişmelere neden olabilirler.

Üreme, canlıların kendi türlerinden yeni organizmalar meydana getirmeleri işlemidir. Diğer hayat olaylarının aksine, üreme bir organizma bireyinin hayatını sürdürmesi için gerekli değildir. Ancak, bu organizma türünün varlığını sürdürmesi için gereklidir. İki çeşit üreme vardır, **eşeyli üreme** ve **eşeysiz üreme**. Eşeysiz üremede sadece bir ata vardır ve tüm döller cetleri ile özdeşirler. Eşeyli üremede iki ebeveyn vardır ve döller anne veya babaları ile özdeş değildir.

Canlı organizmaların hacimlerini arttırma işlemine, **büyüme** denir. Büyüme, besinlerin organizma vücuduna dahil edilmesinin yani asimilasyonunun bir sonucudur. Bir hücreli organizmalarda, büyüme sadece hücre hacmindeki bir artıştır. Çok sayıda hücreden meydana gelmiş organizmalarda, büyüme çoğunlukla, hücrelerin hacim ve sayılarındaki artışın bir sonucudur. Çok hücreli organizmalarda büyümeye, başlangıçta benzer olan ve özelleşmemiş hücrelerin belli görevler için özelleşmesinin sonucu olan **farklılaşma** işlemi eşlik etmektedir. Hayvanlarda, büyüme çoğunlukla belirli bir modeli izler ve belli bir zaman devresinden, türün kendine özgü şekil ve büyüklüğe ulaşmasından sonra sona erer. Çok yıllık bitkilerde kural olarak sınırsız bir büyüme görülür.

1-3 Canlıların Çeşitliliği

Bugün, yaklaşık 1.5 milyon farklı organizma çeşidinin var olduğu bilinmekte ve her yıl birkaç bini daha teşhis edilmektedir. Bazı uzmanlar 10 milyon kadar farklı organizma türünün var olduğunu kabul etmektedir. Bu çok büyük çeşitlilikteki organizma sayısı ile uğraşmak için, bilim adamları, uluslararası geçerli bir sisteme göre, organizmaları tanırlar ve adlandırır. Bu, çeşitli canlılar ve bunların özellikleri hakkında birbiriyle iletişim kuran bilim adamlarının işini kolaylaştırır.

Canlıların sınıflandırılması ve adlandırılması ile ilgili biyoloji dalına **taksonomi** adı verilir. Eski sınıflandırma girişimlerinin hepsinde, canlılar, **bitkiler alemi** ve **hayvanlar alemi** olarak iki büyük gruba ayrılmıştır.

İsveçli botanikçi Carolus Linnaeus çoğunlukla çağdaş taksonominin kurucusu olarak bilinir. Linnaeus, halen kullanılan, organizmaları sınıflandırma ve isimlendirme yöntemlerini kurmuştur.

Linnaeus ile günümüz arasındaki zamanda, taksonomistler sınıflandırma sistemine bazı kategoriler eklemişlerdir. En geniş ve en kapsamlı kategori alemdir. Canlıların sınıflandırılmasında, çoğunlukla kullanılan kategoriler şunlardır: Alem, şube, sınıf, takım, familya, cins ve tür. Tür, doğada kendi içinde üreyimli döl verebilen benzer organizmaların doğal bir grubu ya da popülasyonu olarak tanımlanmaktadır. Popülasyon, belirli bir bölgede birlikte yaşayan ve kendi içinde üreyebilen aynı türden organizmaların bir grubudur.

Günümüz biyolojisinde, her bir organizma çeşidinin **bilimsel adı** olan, iki kelimeli bir Latince adı vardır. İlk kelime cins ismidir, ikincisi cins içinde bu türü tanırlar.

Tüm eski sınıflandırma girişimlerinde, canlılar, bitkiler alemi ve hayvanlar alemi olarak büyük gruba ayrılmıştır. Bu sistem büyük organizmalar için iyi işlemektedir. Ancak, bazı organizmalar bitki ve hayvanların her ikisine de benzer özellikler gösterir. Açıkça hayvan veya bitki olmayan organizmaları sınıflandırma problemini çözmek için, taksonomistler modern sınıflandırma sistemlerine yeni alemler eklemektedirler. Bununla birlikte, kaç tane ek aleme ihtiyaç olduğu ve bu alemlere hangi organizmaların yerleştirileceği üzerinde evrensel bir birlik yoktur.

Biz beş alemlili bir sınıflandırma sistemini kullanacağız. Bu beş alem Monera, Protista, Fungi, Plantae ve Animalia 'dır. Bu sistem büyük organizma grupları arasındaki belirli çok temel farkları vurgulamaktadır. Aynı zamanda, bir dereceye kadar alemler içindeki sınıflandırmayı da kolaylaştırmaktadır. Bu beş alemin genel özellikleri aşağıda kısaca tanıtılmıştır.

Monera aleminin üyeleri çoğunlukla birhücreliler olmakla, bazı çeşitleri zincirler, salkımlar veya birbirine tutunmuş hücre kolonileri oluştururlar. Moneran hücreler diğer hücrelerden temelde farklıdır. Bu hücrelerin zarlı, organize olmuş bir çekirdekleri yoktur. Monera aleminin sadece iki şubesi vardır, bakteriler ve mavi-yeşil

alglerdir. Ancak önceden Monera (Bakteriler ve Mavi-Yeşil Algler/Bakteriler) alemi içinde değerlendirilen **Arkebakteriler** (Archaeobacteria) bazı özellikleri nedeniyle ayrı bir grup olarak ele alınmaktadır. Arkebakteriler, Monera içinde gerçek peptidoglikan yapıları olmayan ve bazı özellikleri bakımından bakterilerden ayrı bir grup olarak tanımlanan, aşırı sıcak, aşırı tuzlu ortamlarda yaşayabilen mikroorganizmalardır. Arkebakteriler, Hücre duvarlarında peptidoglikan katman bulunmayan ve karakteristik ribozomal RNA baz sırasıyla gerçek bakterilerden ayrılan, yoğun tuz içeren sıvı ortamda, yüksek ısıda, aerob, anaerob veya fakültatif koşullarda yaşayabilen prokaryot organizmalardır.

Protista aleminin üyeleri ya birhücreliler veya çok basit çokhücreli organizmalardır. Protist hücreler daha karmaşık organizmaların hücreleri gibi organize olurlar. Bu hücreler, bir zarla kuşatılmış çekirdek ve farklı çeşitlerde hücre organellerini içerirler. Farklı protosit çeşitleri vardır. Bazıları, hücre duvarları ve kloroplastlarda klorofili olan bitki hücrelerini andıran alglerdir. Bazısı hücreleri klorofil ve hücre duvarından yoksun olan, hayvan hücrelerine benzer, kendiliğinden hareket edebilen **protozoalardır**.

Geçmişte, **fungi** (tekil, fungus) aleminin üyeleri, hayvanlardan çok bitkileri andırdığı için bitkiler alemine dahil edilmiştir. Ancak, mantarlarla bitkiler arasındaki büyük farklar, pek çok biyologu, mantarları ayrı bir aleme koymaya yöneltmiştir. Mantarlar klorofil içermezler ve besin sentezi yapamazlar.

Bitkiler, yeşil, kahverengi ve kırmızı algleri, yosunları, kızılıyaprakları ciğerotlarını ve damarlı bitkileri içeren **plantae** aleminin üyeleridir. Bitkiler, algler dışında gerçek bir doku ve organ organizasyon düzeyi gösterirler. Bitkiler, kendi kendine yer değiştirecek hareket yapamazlar. Yaklaşık tüm bitkiler fotosentez yürütürler. Bitki hücrelerindeki klorofil kloroplastlarda bulunur.

Hayvanlar çoğunlukla organ ve organ sistemi organizasyon düzeyi gösteren **animalia** aleminin üyeleridir. Hayvanların çoğu, hayat devresinin en az bir kısmı sırasında kendi kendilerine yer değiştirerek hareket edebilirler. Hayvanlar fotosentez yürütemezler böylece besinlerini çevreden sağlamak zorundadırlar. Hayvanların çoğu besinlerini aktif olarak arar. Duyu organları, beyin ve vücudun bir ucunda toplanmış ağız ile, vücut düzenleri bu faaliyeti destekler. Hayvanların pek çok çeşidinin çok özelleşmiş duyu sistemleri, iyi gelişmiş beyinleri ve karmaşık türdeki hareketlere izin veren sinir-kas sistemleri vardır. Hayvanlarda, eşeyli üreme eşeysiz üremeden çok daha yaygındır. Bazı türlerde özelleşmiş kur yapma davranışı vardır ve anne-babanın yavrularına bakması yaygın olabilmektedir.

Hayvanlar alemi beş alemin en büyüğüdür. Hayvanlar çevreden besin almak zorunda olan çok hücreli organizmalardır. Pek çoğu hareket etmelerine olanak veren sinir ve kas sistemlerine sahiptir. Hayvanların çoğu eşeyli olarak ürer, fakat bazı basit formlar eşeysiz olarak da ürer. Bazı hayvanlarda yavru erginle aynı temel özelliklere sahiptir, ancak diğerlerinde, yavru erginden çok farklıdır. Bu durumdakilerde, yavru formlar **larva** olarak

bilinir. Larva, ergin formu meydana getiren bir dizi gelişim değişiklikleri geçirir.

Biyolojinin hayvanları inceleyen dalına **zooloji** ve hayvanları araştıran bilim adamlarına da **zoolog** adı verilir. Zoologlar hayvanlar alemini 30 büyük gruba ya da şubeye ayırırlar. En büyük dokuz şube, hayvan türlerinin çoğunluğunu içerir. Bu şubeler *süngerler, haşlamlılar, yassı solucanlar, yuvarlak solucanlar, halkalı yuvarlak solucanlar, yumuşakçalar, eklembacaklılar, derisi dikenliler ve sırt iplikliler'* dir. Tüm hayvan grupları içinde, eklembacaklılar, biyolojik olarak en başarılı ve en kalabalık gruptur. Eklembacaklılar, diğer tüm canlı türlerinin toplamından çok daha fazladır. Eklembacaklıların böcekler sınıfının bilinen tür sayısı 900 binden fazladır.

Bir omurganın bulunup bulunmaması esasına göre, hayvanlar iki gruba ayrılır. Bunlar, **omurgalı hayvanlar** ve **omurgasız hayvanlardır**.

ZOOLOJİ BİLİMİ

1-4 Bilimsel Yöntem

Her bilim, en geniş anlamda yaşadığımız dünyayı bir anlama girişimidir. Bunun anlamı, bilimin, varlıkları ve olayları basit olarak gözleme ve tanımlamanın çok daha ötesine geçtiğidir. Bilim, varlıkların niçin böyle olduklarını ve niçin, nasıl oluştuklarını açıklayan temel ilkeleri bulmaya çalışır. Çok farklı türden açıklanacak olguların ve çok sayıda cevaplanacak soruların olması, bilim adamlarının fizikçi, kimyacı, biyolog, yerbilimci, uzay bilimci vb. gibi uzmanlaşmasına neden olmuştur. Belli başlı araştırma alanlarının her birinin kendi içinde de çok sayıda alt bölümleri vardır. Günümüzde çok az bilim adamı sınırlı ilgi alanının ötesinde inceleme yapacak bilgi ya da zamana sahiptir.

Ancak, tüm araştırma alanlarındaki bilim adamları mevcut problemlere aynı şekilde yaklaşım gösterirler. Bir bilim adamı bir buluşu açıkladığında veya yeni bir fikir önerdiğinde, diğer bilim adamları aynı çalışmanın sonuçlarını tekrarlar veya test edebilirler. Bilimsel problemlere olan bu evrensel yaklaşıma **bilimsel yöntem** denir. Bilimsel yöntemin temel özellikleri tüm bilim alanlarında aynıdır.

Problem tanımlama. Bilimsel yöntem, bir araştırmacının belirli bir olgu ya da gerçekler dizisini, araştırmak için seçmesiyle başlar. Konu, çok az bilinen ya da çok iyi anlaşılan olabilir. Her iki durumda da, araştırmacı bilinçli olarak, araştıracağı özel bir problem tanımlar.

Bu kararı, çoğunlukla başlıkla ilgili bilgiler için baştan sona bir kaynak taraması izler. Bilgilerin çoğu diğer bilim adamları tarafından gerçekleştirilmiş ve bilimsel dergilerde yayınlanmış deneysel verilerinden sağlanır. Bilim adamı, bir olgu ile ilgili mevcut bilgilere

erişmekle, daha önce tamamlanmış bir çalışmanın tekrarından kaçınmanın yanında, probleme en iyi yaklaşımı da tasarlayabilir.

Varsayım oluşturma. Bir problemin analizinde, araştırmacı, mevcut verilerden olayların özel bir modelini ya da belirli etmenler arasındaki bazı kesin ilişkileri sezebilir. Ancak bu yaklaşım yalnız başına herhangi bir şey açıklamaz. Bilim adamlarının gerçekte öğrenmek istedikleri, ele alınan özel bir modelin niçin ileri sürüldüğü, örneğin, modeli neyin doğruladığıdır. Usavurma, tahmin yürütme ve sezgi burada başlar. Bilimsel yöntemin bu aşamasında, bilim adamı, ileri sürülen gerçekler dizisinin bir açıklaması olan bir **varsayım** oluşturur. Bu, bilimsel yöntemde eleştiriye açık bir adımdır.

Varsayımın sınanması—Deneme. Bir varsayım, belirli bir problemle ilgili bilinenlerin tamamının teorik bir açıklamasını sunabilir, ancak yeni deneylerle sınanıncaya kadar sadece bir varsayım, mantıksal bir yaklaşım olarak kalır. Bir varsayım, sadece aynı türden çok sayıdaki deneyin yürütülmesi ile denenemez. Bu, varsayımla sunulan açıklamanın doğrulanmasından çok, bilinen modelin doğrulanması olur. Ancak, iyi bir varsayım başka çeşit modelleri ya da henüz gözlemlenmemiş ilişkileri önceden kestirdiği için, bilim adamı, bir varsayımın önceden kestirdiklerini doğrulayan ya da çürüten deneyler planlayarak varsayımını sınamalıdır. Bir varsayım, olası doğruların tahmin edilen bütün etkileri deneylerde gözlemlenir ve bu etkiler tekrarlanabilirse doğru kabul edilebilir. Bir varsayım asla tamamen kanıtlanamaz. Bununla birlikte, herhangi bir zamanda bir tek deneyle aksi kanıtlanabilir. Kuşkusuz, diğerleri gibi, bu deneyin sonuçlarının doğruluğundan emin olmak için tekrarlanmaları ve test edilmeleri gerekir.

Bir deneyin tasarlanması, bir araştırmanın başarısında belirleyici etkiye sahiptir. Deneyde araştırmacı belirli gözlemlerin yapılabildiği özel bir deney düzeni kurar. Araştırmacı düzende belirli değişiklikler yapar ve sonuçlarını gözler. Zoolojik araştırmalarda çoğunlukla **kontrollü deneylerin** kullanılması yoluna gidilir. Bir kontrollü deneyde, bir durum iki kez tekrarlanır. Bir tek etmen her bir düzenlemede değiştirilir, diğerleri aynı kalır. İki düzenlemenin sonuçlarındaki herhangi bir farkın, değiştirilen etmenden kaynaklandığı kabul edilir. Değişiklik yapılmayan ve referans olarak ödev gören deney düzeni *kontrol* olarak adlandırılır.

Bilimin amacı gözlenen şeyin açıklanması olduğundan, her araştırmada gözlemlere yer verilir. Çağdaş bilimin özü doğru ölçüm ve sonuçların rakamsal ya da nicel şekilde açıklanmasıdır. Bilim adamları kesin, nicel sonuçlar sağlamak için pek çok özel araç ve gereçler kullanırlar.

1-5 Bilimsel Ölçüm

Bilimsel araştırma ölçüleri çoğunlukla metrik sistem birimleri ile ifade edilirler. Bu sistemde, temel uzunluk birimi metre (m); kütle ya da ağırlık birimi gram (g); hacim birimi litre (L); zaman birimi saniye (s) ve sıcaklık birimi santigrat derece (°C) veya

Kelvin'dir. Metrik sistemde, uygun büyüklükte birimlerin oluşturulmasında daha yalın bir yöntem izlenmektedir. Temel birimi büyütmek ya da küçültmek için adına bir ön ek eklenir.

Canlı hücre yapılarının küçük boyutlarından dolayı zoolojide küçük birimlere gereksinim duyulur. Bu yapıların birçoğu boy ve çapta metrenin milyonda birinden (mikrometre) çok az büyüktürler. Zoolojide çok fazla ölçüm bu alanda olduğundan, mikrometre yerine çoğunlukla daha kısa bir ad, mikron kullanılır. Bir mikron (μ) bir mikrometre ya da milyonda bir metre ile aynıdır. Milimetrenin binde birine (0.001 mm) eşittir.

Hücre yapıları için bazen kullanılan diğer bir küçük uzunluk birimi Angström birim ($\text{\AA}$)'dir. Bir angström birim bir mikronun on binde biridir.

Gözlem ve ölçüm bilimsel araştırmanın omurgasıdır. Yalnız başına duyularla yapılabilen gözlemler oldukça sınırlıdır. Bu yüzden, bilimin her dalı, insan duyularının erim ve doğruluğunu arttıran aletler kullanır. Bu, tıpkı günlük hayatımızda duyularımıza yardımcı olan araçlar, örneğin gözlük kullanmamız gibidir. Kullandığımız termometreler, ölçü kapları, ölçek ve cetvellerin bilimsel araçlar olduklarını çoğu kez aklımızdan geçirmeyiz. Mikroskoplar biyolojik araştırmalarda kullanılan en önemli aletlerdendir.

ZOOLOJİ ARAÇLARI

1-6 Optik Mikroskop

Bir **mikroskop**, bir objenin görünüşünü büyüterek, küçük ayrıntılarını görmemizi sağlayan herhangi bir araçtır. Bir objeyi incelemek için mikroskop kullanarak gördüğümüze *görüntü* denir. Görüntü boyutunun nesnenin boyutuna oranına **büyütme** ya da aletin *büyütme gücü* denir. Büyütülmüş görüntü elde etmek için ışık kullanan mikroskoplara optik mikroskoplar denir. Optik mikroskoplar ışık ışınlarının saydam bir ortamdan diğerine geçerken yön değiştirmeleri gerçeğine dayanır. Optik mikroskoplar bükülmüş yüzeyli cam parçaları olan mercekler içerir. Mercekler ışık ışınlarının bir objeden kırılmasına neden olarak büyütülmüş bir görüntü meydana getirir.

En basit mikroskop, bildiğimiz büyüteçtir. Bir tek mercekten ibarettir. Bu tür mercekler en erken onuncu yüzyılda kullanılmıştır. Bunlar biyologlar tarafından arazide örneklerin tanınmasında ve bir laboratuvar araçlarının yüksek büyütmelemlerinin gerekmediği hızlı gözlemler için hala kullanılmaktadır.

1-7 Bileşik Mikroskop

Bileşik mikroskop iki mercek kullanır. Merceklerden biri, ikinci mercek tarafından daha fazla büyütülen, büyütülmüş bir görüntü meydana getirir. Bileşik bir mikroskop bir optik

sistem, bir mekanik sistem ve bir ışık sistemine sahiptir. Kullanımı, bilimin hemen tüm alanlarında çok büyük gelişmelere götürmüştür.

Optik sistem. Mercekler bileşik mikroskobun optik sistemini meydana getirir. Optik sistemin iki merceği objektif ve okülerdir. Modern mikroskoplarda, objektif ve oküler, her biri arzulanan optik özellikleri vermek için birleştirilmiş birkaç mercekten ibarettir. Aletin işleyişine göre, her bir mercek takımı tek bir mercek gibi rol oynar.

Bir bileşik mikroskobun çoğunlukla farklı büyütme güçleri olan iki ya da daha fazla objektif merceği vardır. *Düşük büyütme gücü* olan objektif önce, incelenecek örneğin yerini saptamak için kullanılır. Daha fazla bir büyütme istendiği zaman daha *yüksek büyütme gücüne* sahip bir objektif görüntü konumuna getirilir. Oküler, çoğunlukla farklı büyütmeli bir diğerine döndürülür ya da değiştirilir.

Mekanik sistem. Mekanik sistem incelenecek örnek ve mercekleri taşıyan ve görüntünün odaklanmasına yarayan yapısal parçalardan meydana gelir. Mikroskobun üzerinde durduğu kısım taban ya da ayaktır. Diğer mekanik parçaların çoğu mikroskop koluna eklidir. Kola dayalı tablada örneğin konduğu yuvarlak bir açıklık vardır. Örnek, gözlem için çoğunlukla bir cam ya da plastik lam-lamel arasına yerleştirilir. Tablaya ekli ataçlar lamı yerinde tutar. Mercekleri taşıyan silindirik gövde borusu kolun üstündedir. Mikroskop kullanırken gözümüzü yaklaştırdığımız oküler, bu gövdenin en üst kısmındadır. Alttaki gövde borusu objektif merceklerini taşıyan döner bir parçadır. Bu parçanın döndürülmesi ile objektifler değiştirilir.

Mikroskobu odaklamak için iki ayrı ayar topuzu kullanılır. Büyük topuz, düşük büyütmeli objektifin yaklaşık odaklanmasında kullanılan kaba ayar düğmesidir. Daha küçük olan topuz ise düşük büyütmeli objektifin son odaklanması ve yüksek büyütmeli objektifin tüm odaklanmasında kullanılan *ince ayar* düğmesidir. Her iki ayar topuzu, tabla veya gövde borusunun hareketi ile objektifle örnek arasındaki uzaklığı değiştirir. Görüntü, gözlemci için en belirgin olduğu zaman obje odaklanmıştır. Yüksek büyütmeli objektif konumunda, objektif çoğunlukla lam-lamele çok yaklaşır. Bu nedenle, yüksek büyütmeli objektifin odaklanmasında sadece ince ayar düğmesi kullanılmalıdır.

Işık sistemi. Işık sistemi temelde bir ayna ve bir diyaframdan oluşur. Bazı mikroskoplarda alt konumda bir aydınlatıcı ve bir kondansatör bulunur. Tabla açıklığının altındaki ayna ışığı doğrudan örnekten objektife aktarabilir. Bazı mikroskoplarda ışık, doğrudan küçük bir elektrik ışığı olan alt konumlu bir aydınlatıcıdan sağlanır. Objektife ulaşan ışık miktarı tablanın altındaki katmanlı diyaframla düzenlenir.

1-8 Büyütme

Büyütme, alan ya da "hacim"de bir değişme değil, uzunluk gibi tek bir yöndeki büyültmeye dayanır. Eğer bir mikroskobun 100X büyütmesi varsa, 1 mm uzunluğundaki bir çizginin görüntüsü 100 mm uzunlukta belirecektir. Bir görüntünün alanı, büyütmenin karesiyle artmaktadır. Örneğin, 1mm X 1 mm karelik bir görüntü 100 mm X 100 mm olacaktır. Yani bir mm² alana sahip karenin görüntüsü 10.000 mm²'dir.

Bileşik bir mikroskopta toplam büyütme, objektifin büyütme gücü ile okülerin büyütme gücünün çarpımı ile bulunur. Öğrenci mikroskoplarında, yüksek büyütmeli objektifin büyütme gücü çoğunlukla 43X ve okülerinki de 10X'dir. Yüksek büyütmeli objektifin kullanılmasıyla mikroskobun toplam büyütme gücü 43X10 ya da 430X'dir.

1-9 Çözünürlük

Mikroskop objelere ayrıntı katmaz, sadece var olan ayrıntıları insan gözünün seçebileceği kadar birbirinden ayırır. Birbirine çok yakın iki ince nokta yalın gözle bir tek nokta gibi görünür. Bu iki nokta, mikroskop altında birbirinden uzakta, bağıntısız olarak görünür.

Bir mikroskobun birbirine çok yakın iki noktayı ayrı görüntüler olarak gösterme yeteneğine **çözünürlük** ya da *çözme gücü* denir. Çözünürlük, bir görüntünün keskinliği için başka bir terimdir. Bir mikroskobun büyütme gücü, çözme gücünden bağımsız arttırılmaz. Yalnız büyütme arttırılırsa, görüntü büyür ancak daha fazla ayrıntı yakalanamaz. Sonuçta küçük karışmış noktalar, yalın olarak büyük karışmış noktalar olur.

Bir mikroskobun çözme gücü, bir noktaya kadar merceklerin duyarlılığı ve niteliğine bağlı olmaktadır. Bununla birlikte, herhangi bir optik mercek sisteminin çözme gücünün bir sınırı vardır. Bir optik mikroskop uzaklıkları 0.2 mikrometreden daha az olan iki noktayı birbirinden ayıramaz. Çözme gücünün bu sınırı ışık özelliklerinin bir sonucudur. Işık bu kadar küçük bir aralıkla değiştirilmez ve bu aralıkla ilgili hiçbir bilgi taşımaz. Bu iki nokta tam bir nokta kadardır. Işığın bu özelliği, optik mikroskoplarla yeni hücre yapılarının bulunmasına bir sınırlandırma getirir. Bu sınırlandırma, elektron mikroskobunun geliştirildiği 1930'lu yıllara kadar var olmuştur.

1-10 Fiksasyon, Gömme, Kesme ve Boyama

Bileşik mikroskop altında incelenecek bir örnek ışığı geçirecek kadar ince olmalıdır. Biyolojik materyallerin çoğu ışığı geçirmeyecek kadar kalındır. Bu nedenle bu materyaller önce fikse edilir, parafine gömülür ve daha sonra ince bölümlere dilimlenirler. Fiksasyon, önce materyallerin oransal olarak küçük parçalara kesilmesi ve daha sonra formalin gibi bir fiksatif içinde yıkanmaları ile yapılır. Fikse edilmiş materyaller daha sonra sertleştiren sıvı bir mum ya da plastik içine gömülürler. Mum ya da plastik materyalleri kesilebilecek ya da kesit alınacak yerde tutar. İnce kesit alma işlemi için kullanılan alete *mikrotom* denir.

İnce kesitler daha sonra çoğunlukla bir cam lama tutturulur ve boyanır. Biyolojik objelerin oransal olarak küçük yapısal ayrıntıları, boyamadan bileşik mikroskopla incelenebilirler. Bununla birlikte, kesitte sadece belirli yapıların tuttuğu bir veya daha çok renkli boyaların kullanılmasıyla, ayrıntılar görülebilir. Bu boyalar, dokuyu öldürmeden içine alınır ve yapısal ayrıntılar mikroskopta görülebilir.

1-11 Steromikroskop

Steromikroskopun her bir göz için bir oküler ve bir objektifi vardır. İncelenen örneğin üç boyutlu görüntüsünü sağlar. Steromikroskopların büyütme güçleri 6X ile yaklaşık 50X arasında değişir. Bu tip mikroskop esas olarak örneklerin dış veya yüzey yapılarının araştırılmasında kullanılır. Laboratuarlarda, parçalara ayırma steromikroskop altında yapılabilmektedir. Entomoloji dersi uygulamalarında, böcek morfoloji ve anatomi çalışmalarında kolaylıkla kullanılmaktadırlar.

1-12 Faz-Kontrast Mikroskop

Bir objenin diğerinden ayırt edilmesinde gözlerimizi kullanabilmemizin nedeni, objelerin ışık dalgalarını farklı yönlerde değiştirmesindendir. Böylece gözler ve beyin iki objeyi ayrı görmek için, ışık dalgalarındaki farklılıkları kullanır. Sıradan bir optik mikroskop kullanmanın bir güçlüğü, canlı hücredeki farklı yapıların ışığa yaklaşık aynı derecede geçirgen olmalarıdır. Bu yapılar içlerinden geçen ışığın parlaklık ya da rengi üzerinde aynı etkiye sahiptirler. Bunun bir sonucu, bu yapıları birbirinden ayırt edemeyiz.

Bu problemin bir çözümü, yukarıda değinilen boyamadır. Fakat boyama çoğunlukla yaşayan organizmaları öldürür. Bu problemin bir başka çözümü vardır. Yapılar renk ve parlaklık üzerinde aynı etkiye sahip olabilirler, ancak içlerinden geçen ışığın hızı üzerinde farklı etkiye sahiptirler. Bu fark ışık dalgalarında faz farkı meydana getirir. Göz ışık dalgalarındaki bir faz farkını algılayamaz, ancak bu farklılıkları görülebilir yapacak bir optik sistem oluşturulabilmektedir. Faz-kontrast mikroskopun temeli budur. Bu alet oldukça karmaşıktır, ancak sıradan bir ışık mikroskobu ile görülemeyecek canlı hücre yapılarını görülebilir yapar.

1-13 Elektron Mikroskobu

Elektron mikroskop iletimi ile, kullanılır çözünürlükte, 250.000 kattan daha fazla büyütme sağlama olanağı vardır. Işık mikroskopunun ışık ışınları ve optik mercekleri yerine, elektron mikroskopunun bir elektron ışını ve elektromagnetik mercekleri vardır. Elektron ışını, elektron ışınının odaklanmasında mercek olarak ödev gören bir dizi elektromagnetler içeren bir vakum odacık içine yönlendirilir. Elektronlar örneğe çarptığında, bir kısmı içinden geçer, bir kısmı absorbe edilir ve bir kısmı saçılır. Örneğin içinden iletilenler görüntü için televizyon ekranına benzer bir ekran üzerine odaklanır. Örneğin daha yoğun kısımları, daha az yoğun kısımlardan daha fazla elektron soğuracak ve görüntü ekranında daha koyu belirecektir. Elektron mikroskoplar, örneğin görüntüsünü çekebilen fotoğraf makineleri de içerirler.

Bir elektron mikroskopunda incelenen örnekler tamamen kuru, plastik içinde gömülü ve bir mikrondan kalın olmayacak çok ince kesitler halinde kesilmiş olmalıdır. Bu kesitler

ince taşıyıcılara yerleştirilir. Örnek, yüksek kontrast sağlamak için, çoğunlukla çok ince bir ağır metal katmanla kaplanır.

Tarayıcı elektron mikroskobun bir dereceye kadar farklı bir işleyiş şekli vardır. Bu mikroskop ince bir noktaya odaklanan bir elektron ışını kullanır. Bu ışın daha sonra geriye geçer ve örneğin yüzeyinden dışarı taşar. Yüzeyden yansıtılan ya da fırlatılan elektronlar toplanır ve büyük derinlikte bir görüntü oluşturmada kullanılır. Tarayıcı elektron mikroskobu yüksek bir büyütme gücüne sahip değildir. Bununla birlikte, örneğin tamamının yüzey yapısının çok ince ayrıntılarını açığa çıkarabilmektedir. Tarayıcı elektron mikroskopla böceklerin vücut kısımlarının ve iç organlarının çok ince ayrıntılarını görüntüleme olanağı vardır.

1-14 Diğer Özel Teknikler

Santrifüj farklı yoğunluklardaki materyallerin birbirinden ayrılabilmesi için bir işlemdir. Bunu yapan alete santrifüj denir. Bileşenlerine ayrılacak olan materyal, santrifüje konan bir test tüpünün içindeki sıvıda eritilir. Santrifüj tüpü çok büyük bir hızla döndürür. Sıvı içindeki en ağır parçacıklar dibe en hızlı çökecekler. Tüp içindeki parçacıklar ağırlıklarına göre üst üste katmanlar oluştururlar. Her bir katman veya parça, daha sonra ayrı olarak tüpten alınabilir.

Ultrasantrifüj bilinen santrifüjden çok daha güçlüdür. Dakikada dönme hızı 40,000 devirden 100,000 devire kadar çıkar. Çeşitli hücre kısımlarını içeren çok hafif tanecikleri birbirinden ayırmada kullanılır.

Doku kültürü canlı hücre veya dokuları vücut dışında bir kültür ortamında canlı tutmak için kullanılan bir tekniktir. Canlı organizmadan alınan hücreler, bir kültür tüpüne konur ve tüm gerekli besinleri, oksijen ve benzerleri maddeleri içeren bir sıvıya daldırılırlar. Doku kültürü içinde gelişen hücreler, çok çeşitli biyolojik ve sağlıkla ilgili araştırmalarda kullanılır.

Kromatografi ve **elektroforesis** kimyasal madde karışımlarını ayırmak ve analiz etmek için kullanılan iki duyarlı yöntemdir. Kromatografide ayrılacak olan karışım, tutunacağı katı bir materyal üzerine konur. Daha sonra çözücü ile muamele edilir. Katı materyale en gevşek tutunan maddeler çözücüde ilk önce taşınırlar. Daha sıkı tutunan maddeler en son taşınırlar. Bu yolla karışımdaki farklı maddeler ayrılmış olur. Deney maddeleri renkliyse, renkli kuşaklar ya da benekler oluştururlar. Eğer renksizseler, kendilerine renk veren kimyasallarla ayrılabilirler. Belirli bir maddenin belirli bir çözücüdeki hızı o madde için karakteristiktir. Çözücü içinde, deney maddelerinin gittiği uzaklık bilinen maddelere ait örneklerle karşılaştırılarak, test maddeleri tanınabilir.

Elektroforesis tanecikleri elektriksel bir yüke sahip olan maddeleri ayırmada kullanılan bir tekniktir. Elektrik akımı deney karışımını içeren bir sıvı katmanından geçer. Farklı maddeler elektriksel alanda farklı hızlarda hareket ederler. Bu yolla deney karışımını oluşturan maddeler ayrılırlar. Ayrıca, her bir maddenin hareket oranları o

madde için karakteristiktir.

Spektrofotometri maddeleri tanımak ve ölçmek için bilim adamları tarafından düzenli olarak kullanılan bir yöntemdir. Bir madde tarafından absorbe edilen farklı dalga boylarındaki ışık miktarı, örneğin renkler, bir aletle ölçülür. Her maddenin kendine özgü absorpsiyon modeli olduğu için, ışık absorpsiyon modelinden madde tanınabilir. Mevcut madde miktarı da, herhangi bir dalga boyunda absorbe edilen ışık miktarından belirlenebilir.

2

TEMEL KİMYA

ATOM TEORİSİ

Geçen yüzyılda, canlılıkla ilgili işlemlerin anlaşılmasında çok büyük bir ilerleme sağlanmıştır. Canlı sistemleri, cansız sistemlerde bulunan aynı atomlardan yapılmıştır. Bir canlı sistemdeki çeşitli maddeler, diğer maddelerin uyduğu aynı kimyasal kurallara göre tepkimeye girerler. Bu bölümde tekrarlanan kimya bilgisi, temel canlılık işlemlerinin kavranmasını sağlayacaktır.

2-1 Elementler ve Bileşikler

Etrafımıza baktığımızda, dünyanın pek çok değişik maddeden yapılmış olduğunu görürüz. Bugün yüz binlerce değişik madde bilinmektedir. Büyük olasılıkla daha yüz binlercesi daha mevcuttur. Bu madde çeşitlerinin hepsi çeşitli şekillerde birleşmiş atomlardan yapılmıştır.

Dünyada çok fazla sayıda değişik madde bulunmasına karşın, sadece 94'ü doğal, 24 kadarı yapay olmak üzere toplam 118 değişik atom çeşidi bilinmektedir. Bazı maddeler tamamen bir çeşit atomdan yapılmıştır. Bu maddelere **element** denir. Örneğin, demir bir elementtir. Oksijen, tamamen oksijen atomlarından oluşmuş bir elementtir.

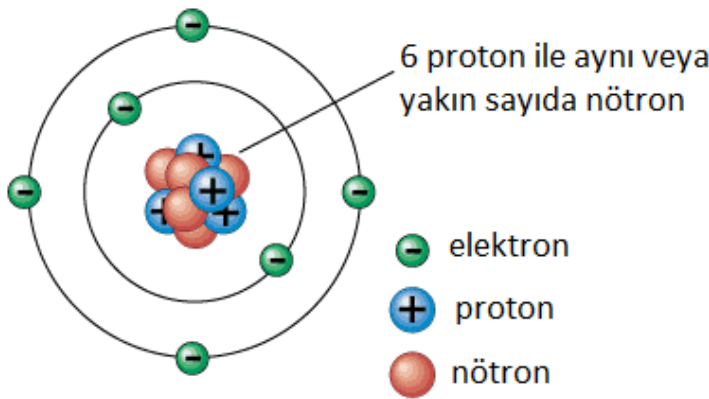
Group→ ↓Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Uub	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo
Lanthanides			57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	
Actinides			89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	

Periyodik cetvel kimyasal elementlerin sınıflandırılmasına yarayan tablodur. Bu tablo bilinen bütün elementlerin artan atom numaralarına (proton sayısına) göre bir sıralanıştır.

Maddelerin çoğu **bileşik** halindedir. Bir bileşikte, belirli oranlarda bir araya gelmiş iki veya daha fazla atom çeşidi vardır. Örneğin, su, ikiye bir oranında hidrojen ve oksijen atomlarından yapılmış bir bileşiktir. Bileşikler kendilerini meydana getiren elementlere ayrılabilirler. Örneğin, karbondioksit karbon ve oksijene ayrılabilir.

2-2 Atomların Yapısı

Her atomun **çekirdek** adı verilen çok küçük, merkezi bir kısmı vardır. Çekirdek **protonlar** ve **nötronlar** denilen tanecikler içerir. Çekirdek dışındaki diğer alanda **elektronlar** denilen diğer tanecikler vardır.



Karbon Atomu

Elektronlar. Elektronlar bir atomun kimyasal özelliklerini belirleyen parçalarıdır. Atomlar, bazı elektronlarının yer değiştirmesi ile, bileşik oluşturmak üzere birleşirler. Bir elektronun en önemli özelliği, elektriksel bir yük taşımasıdır. İki tür, pozitif ve negatif elektriksel yük vardır. Elektron negatif bir yüke sahiptir. Bütün elektronlar, genellikle bir birim yük denilen aynı miktarda elektriksel yüke sahiptirler.

Protonlar. Her atomun çekirdeği bir veya daha fazla proton içerir. Bir protonun bir birim pozitif yükü vardır. Yani, elektronla aynı miktarda, ancak zıt işaretli yüke sahiptir. Bununla birlikte, bir proton bir elektrondan yaklaşık 2000 (1836) kat daha fazla kütleye veya ağırlığa sahiptir.

Nötronlar. Hidrojen dışında, her atom çekirdeği nötronlar da içerir. Bir nötron bir protonla hemen tam olarak aynı kütleye sahiptir, ancak elektriksel yükü yoktur.

2-3 Atom Numarası ve Atomik Kütle

Bir atom çekirdeğindeki protonların sayısına, o atomun **atom numarası** denir. Her bir farklı atom numarası ayrı bir elementi temsil eder. Örneğin, bir hidrojen atomunun çekirdeğinde 1 proton vardır. Bu yüzden hidrojenin atom numarası 1 'dir. Bir oksijen atomunun çekirdeğinde 8 proton vardır. Oksijenin atom numarası 8 'dir. Her atomun aynı

sayıda elektron ve protonu vardır. Hidrojen atomunun 1, oksijen atomunun 8 elektronu vardır. Her bir atomda, protonların pozitif elektriksel yükü, elektronlarının eşit miktardaki negatif yükleri ile dengelenmektedir. Bu yüzden, bir atom, doğal olarak elektriksel olarak nötrdür.

Proton ve nötronlar çekirdekte toplandıklarından, bir atomun kütesinin yaklaşık tamamı çekirdeğindedir. Her bir proton ve nötronun bir birim kütleyle sahip olduğunu düşünürsek, bir atomun kütlesi, proton ve nötronların toplamına eşittir. Bu toplama, bir atomun *atom kütlesi* ya da **kütle numarası** denir. Dokuz protonlu ve 10 nötronlu bir atomun kütle numarası 19 'dur. Aynı elementin izotopları aynı atom numarasına, fakat farklı kütle numaralarına sahiptirler.

2-4 İzotoplar

Bir atomun nötron sayısının, atomun numarası ile kesin bir ilişkisi yoktur. Bir elementin atomlarının farklı sayılarda nötronları olabilir. Örneğin, hidrojen atomlarının çoğunun nötronları yoktur. Çekirdek sadece tek bir protondur. Bununla birlikte, çekirdeklerinde 1 ve hatta 2 nötron olan hidrojen atomları vardır. Bu atomlar tam olarak benzemeseler de, kimyasal olarak aynı davranırlar. Bu doğrudur, çünkü bu atomların hepsi, kimyasal özelliklerini belirleyen, sadece birer elektrona sahiptirler. Bu yüzden, bu üç çeşit atomun hepsi hidrojen elementinin atomları kabul edilirler. İşte, sadece atom çekirdeklerindeki nötron sayıları farklı olan bu hidrojen çeşitlerine, hidrojenin **izotopları** denir.

Tüm elementlerin izotopları vardır. Örneğin, oksijen atomunun en yaygın çeşidinin çekirdeğinde 8 nötron vardır. Ancak, doğal olarak bulunan, 9 ve 10 nötronlu başka çeşitler de vardır. Oksijenin 6, 7 ve 11 nötronlu diğer çeşitleri yapay olarak üretilmektedir.

Bir izotopun kütle numarası göstermek için, kimyasal sembolünün yanına küçük bir sayı yerleştirilir. Üs olarak yazılan veya O^{18} , 18 kütleli oksijen izotopunu temsil etmektedir. Son zamanlarda bu sayı, sembolün sağ veya solunda, biraz yukarıya yazılır. Örneğin, ^{18}O o zamanlarda üssü, sembolün soluna koymak tercih edilmektedir. Elementin adı tam ifade edildiği zaman izotop, tire işareti ve kütle numarası ile tanımlanır. Örneğin, ^{18}O 'in açık ifadesi oksijen-18 olmaktadır.

2-5 Radyoaktif İzotoplar

Pek çok izotopun çekirdekleri kararlı değildir. Çekirdekteki proton ve nötronların sayısı ansızın değişir ve çekirdek yüklü tanecikler ve radyasyon yayar. Bu işlemde atom, başka bir izotopa, çoğunlukla farklı bir elementin izotopuna dönüşür. Bu işleme **radyoaktivite** denir. 1896 yılında, uranyum elementi içeren minerallerle deneyler yapılırken keşfedilmiştir.

Bütün ağır elementlerin izotopları (atom numaraları 83 'den büyük olanlar) radyoaktiftirler. Bu elementlerin kararlı formları yoktur. Ancak, kararlı izotoplara sahip elementlerin de radyoaktif izotopları vardır. Bunların pek çoğu, nükleer reaktörlerde veya elementlerin yüksek hızlı atomik taneciklerle bombardımanında yapay olarak yapılmaktadır.

Alfa saçan radyoaktif maddelere örnek olarak; Radium (Ra-226), Radon (Rn-222), Plütonyum (Pu-238) gösterilebilir. Beta saçanlara; Potasyum (K-40), Stronsiyum (Sr-90), Karbon (C-14) gösterilebilir. Gamma saçan elementlere örnek olarak; Kobalt-60 (^{60}Co), Kripton-88 (^{88}Kr) ve Sezyum-137 (^{137}Cs) gösterilebilir.

Radyoaktivite kimyasal bir işlem değildir. Biyolojik işlemlerin araştırılmasında, radyoaktivite önemli bir araçtır. Radyoaktif izotoplar ya da **radyoizotoplar** keşfedilebilmekte ve yaydıkları radyasyonlara hassas aletlerle miktarları ölçülebilmektedir. Böylece canlı bünyesinde maddelerin izlenmesinde ve organların büyüklük, şekil veya işlevsel bozukluklarının ortaya çıkarılmasında kullanılabilirler. Canlı organizmalarda biyokimyasal tepkimelerin araştırılmasında da kullanılabilirler. Radyoizotop atomları *iz sürücü* veya *fişleyici* atomlar olarak rol oynarlar. Bir bileşikten diğerine geçmeleri belirlenebilir ve izlenebilir. Böylece bir işlemin ayrıntılı kimyasal adımları belirlenebilir. İz sürücü olarak kullanılacak izotopların radyoaktif olmaları gerekmez. Değişik kütleleri sayesinde, kütle spektrometresi denilen bir alette belirlenebilirler. Kararlı bir izotop olan oksijen-18, fotosentez işleminin bu yolla araştırılmasında kullanılmaktadır.

2-6 Atomların Elektron Yapısı

Bir atomun elektronları çekirdek etrafındaki alanda bulunur. Çekirdekten, farklı uzaklıklardaki **enerji düzeylerinde** dizilmişlerdir. Atom teorisi bir atomun elektronlarının dağılımının kesin kurallarını açıklar. Bunun ayrıntılarına girmeye gerek yoktur. Ancak, birinci enerji düzeyinin sadece 2 elektron tutabileceğini bilmemiz gerekir. Bu düzey iki elektronu olduğunda, doludur denir. İki den fazla elektronu olan atomların birden çok enerji düzeyleri vardır. Bu atomların tümünde dış taraftaki düzey sadece 8 elektron tutabilir. Eğer dıştaki düzeyin 8 'den daha az elektronu varsa, dolu değildir.

Dolu bir dış enerji düzeyi çok kararlı bir düzendir. Dolu dış düzeye sahip elementler kimyasal olarak aktif değildirler. Birkaç özel durum dışında, diğer elementlerle kimyasal bileşikler yapmazlar. Olağan koşullar altında bunların hepsi gazdır. Örnekleri helyum, neon ve argon 'dur.

Dış enerji düzeyleri dolu olmayan atomlar diğer elementlerle bileşikler oluşturabilirler. Atomlar, bileşik oluşturmak için bir araya geldiklerinde, en dıştaki elektronları, her bir atoma dolu bir dış düzey vererek yeniden düzenlenir.

KİMYASAL BAĞLAR

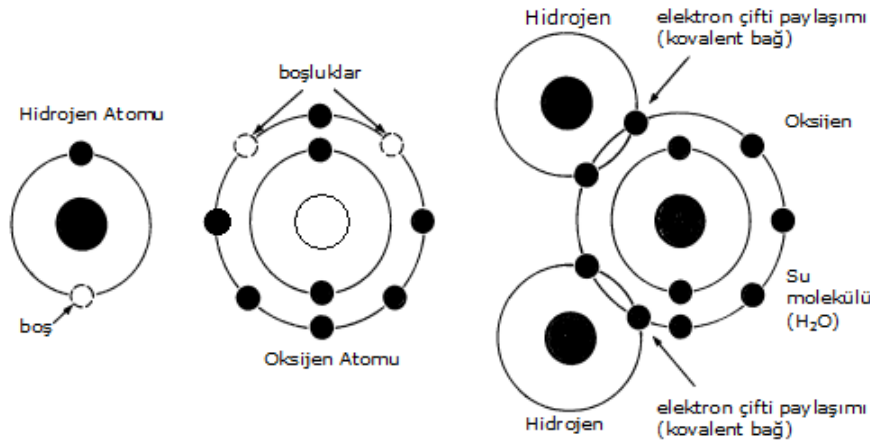
2-7 Kovalent Bağlar

Su, hidrojen ve oksijen elementlerinin bir bileşiğidir. İki atom hidrojenin ve bir atom oksijenle birleştiği kimyasal birimlerden oluşur. İki veya daha fazla atomun birleşerek tek bir tanecik halinde davrandığı bu yeni çeşidin bir birimine bir **molekül** denir.

Hidrojen ve oksijen atomunun yapısı Şekil 2-1 'de gösterilmiştir. Hidrojen atomunun 1 elektronu vardır. Bu elektron 1 numaralı enerji düzeyini işgal eder. Bu düzey 2 elektron taşıyabilir. Dolması için 1 elektron daha eklenebilir. Oksijen atomunun 8 elektronu vardır. Elektronlardan ikisi 1 numaralı enerji düzeyindedir ve bu nedenle doludur. Diğer 6 elektron 2 numaralı enerji düzeyindedir. Bu düzey, dıştaki enerji düzeyi olduğundan, 8 elektron taşıyabilir.

Şekil 2-1, iki hidrojen atomunun bir oksijen atomu ile birleşmesini gösteren, bir su molekülü şemasını içermektedir. Her bir hidrojen atomu, elektronunu bir oksijen atomu ile paylaşır. Aynı zamanda, oksijen atomu birer elektronunu hidrojen atomlarının her biri ile paylaşır. Bu düzenlemede, üç atomun hepsinin dıştaki düzeyleri doldurulur.

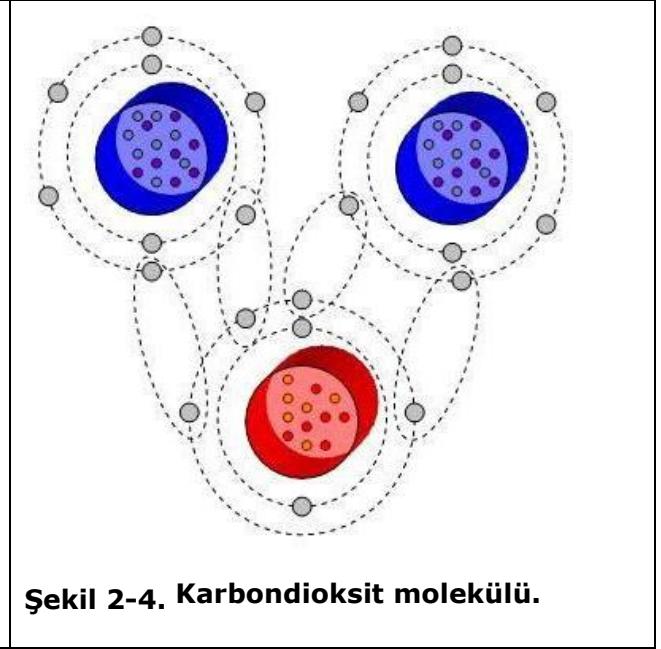
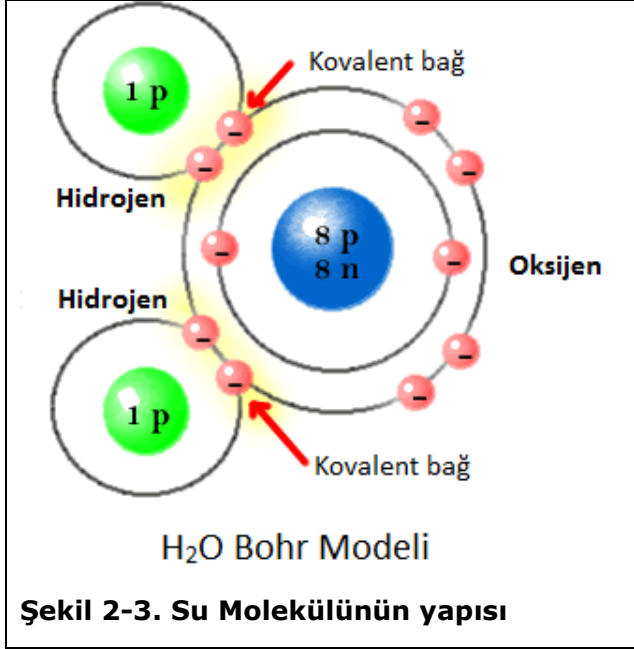
İki atom tarafından bir çift elektronun paylaşılması, atomları bir arada tutan bir çekim kuvveti meydana getirir. Bu çekim kuvvetine **kimyasal bağ** denir. Elektronların paylaşılması ile oluşturulan kimyasal bağa **kovalent bağ** denir. Bir su molekülünde, molekülü bir arada tutan iki kovalent bağ vardır.



Şekil 2-2. İki hidrojen atomunun bir oksijen atomu ile kovalent bağla birleşmesi.

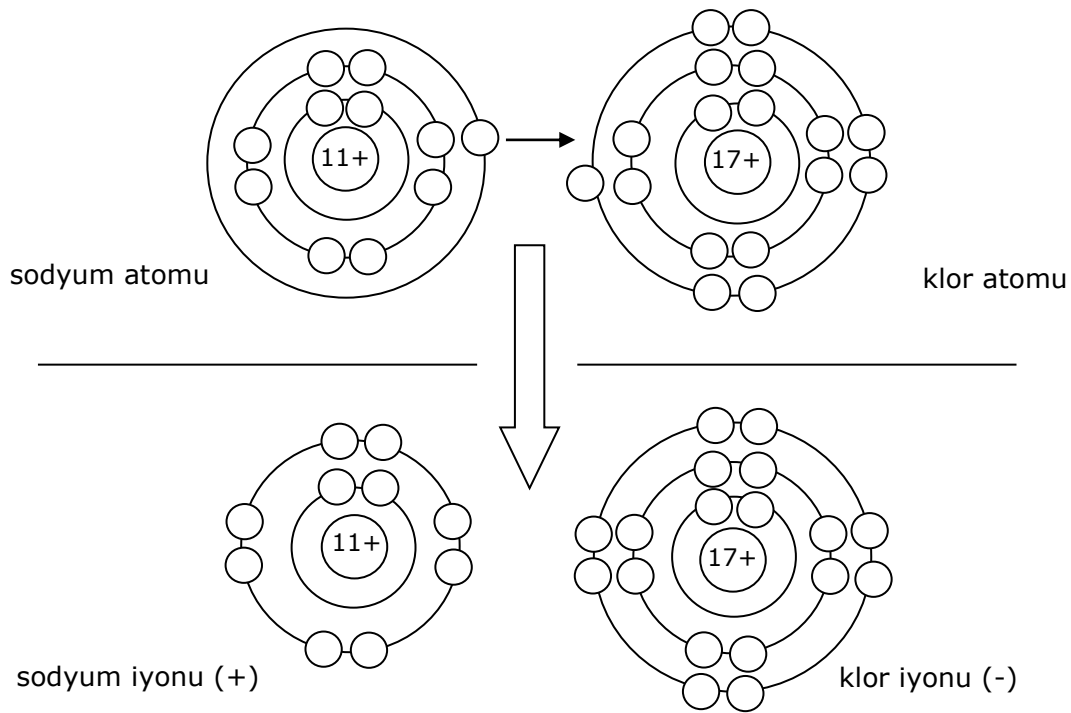
Klor atomunun dıştaki enerji düzeyinde 7 elektron vardır. Klor atomunun dış düzeyini doldurmak için bir elektrona daha gerek vardır. Bir çift elektronu hidrojen atomu ile paylaşarak bu düzeyi doldurur. Bu olduğunda, bir molekül hidroklorik asit meydana getirilir. Bu molekül, klor ve hidrojen atomu arasındaki bir kovalent bağla bir arada tutulur.

Bazen aynı elementin atomları, iki atomdan ibaret moleküller oluşturarak, birbirleriyle kovalent bağlar yaparlar. Bunlara **diatomik moleküller** denir. Diatomik moleküller oluşturan elementlerin çoğu, doğal koşullarda gazlardır. Bunlar, hidrojen, oksijen, azot ve klor gazlarını içerir.



2-8 İyonik Bağlar

Bir sodyum ve bir klor atomunun elektron yapıları Şekil 2-5 'te gösterilmiştir.



Şekil 2-5. İyonik Bağ Oluşumu

Sodyum atomunun dıştaki enerji düzeyinde 1 elektron vardır. Bu düzeyi doldurmak için, 7 elektrona daha ihtiyaç duyulmaktadır. Bununla birlikte, sodyum atomu dıştaki elektronunu, tamamen bir klor atomuna aktarabilir. Bu, klor atomunun dış enerji düzeyini dolduracaktır. Aynı zamanda, dıştaki bir elektronun kaybedilmesi, sodyum atomuna 8 elektronlu yeni bir dış enerji düzeyi bırakmaktadır. Böylece, sodyum atomunun dıştaki düzeyi, dolu bir enerji düzeyi olacaktır Şekil 2-2.

Klor atomu sodyum atomundan fazladan bir elektron aldığından, fazladan 1 birim negatif yük edinir. Bu yolla fazladan bir yük edinen atoma **iyon** denir. Klor atomu 1 birim negatif yükü **klor iyonu** olmaktadır. Klor iyonu Cl^- simgesi ile gösterilir. Sodyum atomu bir elektron verdiğinde fazladan 1 birim pozitif yükü kalır ve Na^+ ile gösterilen **sodyum iyonu** olur.

Bir sodyum atomunun bir klor atomuna bir elektron vermesiyle oluşan bu iki iyon birbirlerini çekerler. İki iyon arasındaki çekim gücüne **iyonik bağ** denir. İyonik bağlarla bir arada tutulan, sodyum ve klor iyonlarından meydana gelen, sodyum ve klorun bu bileşiği sodyumklorür 'dür. Bununla birlikte, sodyum ve klor iyonlarının moleküller oluşturmadığına dikkat etmek gerekir. Moleküller, sadece atomlar elektronlarını paylaştıklarında ve kovalent bağlar meydana geldiğinde oluşturulur. Sodyum klorürde iyonlar ayrı kalırlar. Her sodyum iyonu etrafındaki birkaç klor iyonuna çekilir. Her klor iyonu da etrafındaki birkaç sodyum iyonuna çekilir. Bu yapı türündeki maddelere **kristaller** denir. Kristallerde bağımsız moleküller yoktur.

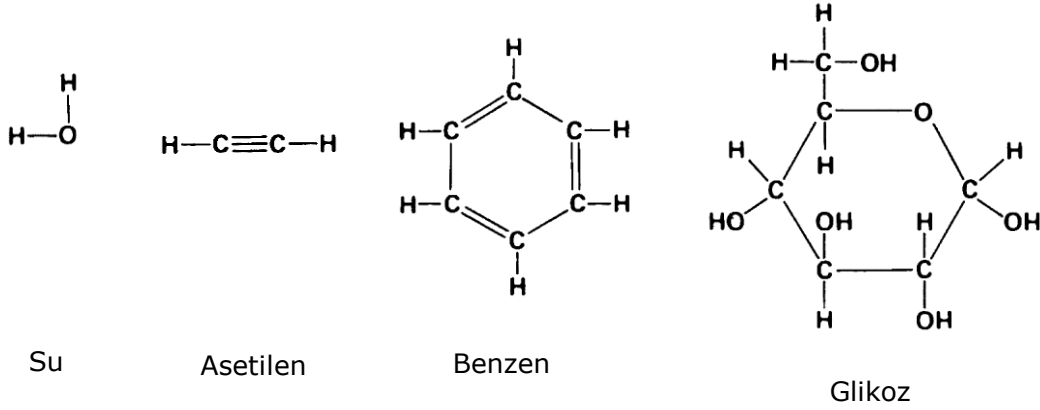
2-9 Kimyasal ve Yapısal Formüller

Her bileşik belirli oranlarda birleşmiş atomlardan meydana gelmiştir. Bileşikteki atomların en yalın oranlarını gösteren formüle **ampirik formül** denir. Bir bileşikteki bir molekülün bileşimini gösteren formüle bileşiğin **moleküler formülü** denir. Pek çok durumda moleküler formül, ampirik formülle aynıdır. Örneğin, H_2O suyun hem ampirik hem de moleküler formülüdür.

Bunun yanında, ampirik formülleri aynı olup, kimyasal olarak farklı olan pek çok bileşik vardır. Bu özellikle karbon bileşikleri için geçerlidir. Karbon atomu başka karbon atomlarını içeren, diğer atomlarla dört kovalent bağ oluşturabilir. Sonuç olarak, karbon pek çok karmaşık molekülün temel yapıtaşısıdır. Bu moleküllerin pek çoğu aynı oranlarda atomlara sahiptir, fakat bu atomlar tamamen farklı şekil ve sayılarda düzenlenmiştir. Basit bir örnek olarak, asetilen ve benzen moleküllerini değerlendirelim. Bu bileşiklerin her biri 1:1 oranında karbon ve hidrojen atomlarından ibarettir. Her iki bileşiğin ampirik formülü CH 'dir. Bununla birlikte, asetilenin moleküler formülü C_2H_2 iken, benzeninki C_6H_6 'dir.

Bir **yapısal formül**, bir moleküldeki atomların sadece sayısı ve türünü değil, aynı zamanda birbirlerine nasıl bağlandıklarını da gösteren bir moleküler formül çeşididir. Bir

yapısal formülde, paylaşılan her bir elektron çifti -her bir kovalent bağ için- bu bağla bağlanan atomları birleştiren kısa bir çizgi ile gösterilir. Su, asetilen ve benzenin yapısal formülleri ile glikozun yapısal formülü Şekil 2-6 'da gösterilmiştir.



Şekil 2-6. Yapısal Formüller

Glikoz formülünün içerdiği OH simgelerinde, O ve H arasındaki kovalent bağ atlanmıştır. Bu, bilinen ortak atom gruplarını içeren yapısal formülleri sadeleştirmek için yapılır.

ÇÖZELTİ VE SÜSPANSİYONLAR

2-10 Karışımlar

Bir karışımda maddeler herhangi bir oranda bulunabilirler ve bu oranlar maddelerden birinden karışıma katılması veya alınması ile her zaman değiştirilebilir. Karışımların diğer bir özelliği, karışımdaki maddelerin kendi olağan özelliklerini korumalarıdır.

Bir karışımdaki maddeler yeknesak olarak dağılıbilirler. Bu şekildeki bir karışım *homojen* kabul edilir. Örneğin, hava azot, oksijen, karbondioksit, su buharı ve diğerlerini içeren birkaç farklı gazın homojen bir karışımıdır.

2-11 Çözeltiler

Çok geniş anlamıyla, herhangi bir homojen karışım **çözelti** olarak adlandırılabilir. Bununla birlikte, bu terim çoğunlukla sıvı karışımlar için kullanılır. Çözeltinin çoğunu meydana getiren sıvı maddeye **çözücü** denir. Çözücüde, çözünen diğer maddelere

çözünenler denir. Çözünenler çözücüde erimeden önce katı, sıvı ya da gaz olabilirler. En yaygın çözücü sudur ve çözeltilerin çoğu su ile yapılır.

Moleküler maddeler bir sıvıda çözündüklerinde, madde bağımsız moleküller şeklinde çözücüde dağılır. İyonik maddeler çözüldüğünde, bileşik iyonlarına ayrılır. Bu yüzden, sodyumklorür suda çözüldüğünde, sodyum ve klor iyonlarına ayrılır. Bu işleme *çözüşme* denir. Bu, aşağıdaki eşitlikle gösterilebilir:



Canlı hücre ve dokularında pek çok önemli işlem, iyonların varlığına bağlıdır.

2-12 Süspansiyonlar

Bilindiği gibi, fark edilebilir herhangi bir oranda, suda çözünmeyen pek çok madde vardır. Örneğin, dere kumu suda çözünmez. Eğer bir kova suya bir miktar kum koyup, kuvvetlice karıştırırsak, kum, su ile, bulanık bir karışım meydana getirecektir. Bu karışımı bekletirsek, kum, toz ve kil tanecikleri zaman içinde kovanın dibine çökecektir. Asılı olarak ayrılan karışıma **süspansiyon** denir.

2-13 Kollooidal Dağılımlar

Gerçek bir çözeltilde, çözeltinin tanecikleri molekül veya iyonlardır. Çözücüde süresiz dağılı kalırlar. Bir süspansiyonda, tanecikler suya bulanık bir görüntü verecek kadar büyüktür ve yer çekimi kuvveti zamanla çökmelerine neden olur. Bu ikisinin arasında olan, bir karışım çeşidi daha vardır ve buna **kolloidal dağılım** denir. Bir kolloidal dağılımda, tanecikler molekül veya iyonlardan daha büyük, ancak çökmeyecek kadar da küçüktür.

Bir kolloidal dağılımı yapan ortamın mutlaka sıvı olması gerekmez. Bu bir gaz veya katı da olabilir. Dağılan madde de keza katı, sıvı veya gaz olabilir. Örneğin, duman, havadaki karbon taneciklerinin bir kolloidal dağılımıdır. Süt ve mayonez çeşitli sıvıların kolloidal dağılımlarıdır. Çırpılmış kaymak bir gazın (havanın) bir sıvıdaki kolloidal dağılımıdır.

Çözeltiler, süspansiyonlar ve kolloidal dağılımların hepsi canlı hücre ve dokularında mevcuttur. Canlılık işlemlerinde, bu farklı türdeki karışımların kendilerine özgü özelliklerine gereksinim duyulur.

İNORGANİK BİLEŞİKLER, ASİTLER, BAZLAR VE TUZLAR

Canlıların yapısında bulunan bileşikler inorganik ve organik olmak üzere iki gruba ayrılır. Canlı hücreler çevreden aldıkları inorganik maddeleri doğrudan kullanabildiği gibi bu

maddelerin yapısını değiştirerek kendine özgü yapıya da dönüştürebilirler. Diğer yandan, sadece canlıların bünyesinde sentezlenen bileşiklere doğal organik bileşikler diyoruz. Belirli canlılar doğadan aldıkları inorganik bileşikleri organik bileşiklere dönüştürebilirler. Diğer canlılar ise bu organik bileşikleri diğer canlılardan hazır olarak alırlar. Bütün organik bileşikler temel olarak karbon atomu içeren bileşiklerdir.

İnorganik bileşikler genellikle karbon atomu iğermeyen maddelerdir. Bununla birlikte, karbondioksit (CO_2) ve kalsiyum karbonat (CaCO_3) gibi karbon içeren inorganik bileşikler mevcuttur. Canlılar inorganik maddeleri çevreden alırlar. Küçük yapı, yani organik bileşiklere kıyasla çok az sayıda atomlardan meydana gelen bileşiklerdir. Herhangi bir kimyasal yıkıma uğramadan hücre zarından kolaylıkla geçebilirler. Enerji kaynağı olarak kullanılamazlar. İnorganik maddeler hücrelerin yapısına katılabildiği gibi metabolik faaliyetlerin düzenlenmesi ve yıpranan dokuların onarılması gibi olaylarda da görev alırlar.

2-14 Su

Suyun yaşam açısından önemi "susuz hayat olmaz" veciz deyişiyle en anlamlı şekilde açıklanmaktadır. Gerçekten de susuz bir yaşam asla mümkün değildir. Canlılığı oluşturan organik maddeler klorofil bulunduran canlı dokularında fotosentezle su ile karbondioksitten üretilir. Canlıların ve canlılığın en temel maddelerinden olan su, canlı hücrelerinin büyük bir kısmını oluşturur. Su miktarı canlıdan canlıya değişebileceği gibi aynı canlının farklı dokularında da farklılık gösterir. Omurgalılarda kan dokusunun sıvı kısmı, plazmanın %90'ı sudan oluşurken, kemik dokuda bu oran %20'lere kadar düşebilir.

Su molekülleri hidrojen bağları ile birbirine bağlanarak bir arada kalırlar. Bu durum kohezyon olarak adlandırılır. Suyun farklı bir moleküle tutunmasına adezyon denir. Suyun bitkilerin iletim borularının çeperlerine tutunması bir adezyon örneğidir. Bitkiler suyun bu iki özelliğinden yararlanarak topraktan aldıkları suyu yerçekimine zıt yönde taşıyarak yapraklarına ulaştırır. Suyun boylu bitkilerde metrelerce yükseğe taşınmasında yüzey geriliminin önemli rolü vardır. Deterjanlar gibi bazı maddeler suyun yüzey gerilimi azaltırlar. Suyun yüzeyindeki birimleri arasında oluşan kuvvete yüzey gerilimi denir. Bazı böcekler suyun yüzey geriliminden yararlanarak su yüzeyinde yürüeyebilirler.

Su sıcak havadaki ısıyı soğurur ve kendi içinde depolanmış ısıyı daha soğuk olan havaya verir. Bu özelliği sayesinde su, hava sıcaklıklarını kararlı hale getirir ve bir ısı bankası olarak ödev görür. Değişmez vücut sıcaklığına sahip hayvanlarda vücut sıcaklığının belirli sınırlar içinde sabit kalmasında suyun bu özelliğinin önemli bir rolü

vardır.

Suyun sıvı halden gaz haline geçmesine buharlaşma denir. Suyun buharlaşabilmesi için belirli bir miktarda ısı soğurması gerekir. Bu nedenle sıcak günlerde ve ağır faaliyetlerde, terleme, vücuttan su kaybı yanında bir miktar ısı kaybına da neden olur. Böylece vücut ısısının yükselmesi engellenmiş olur.

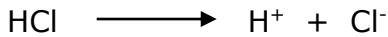
Su, canlı bünyesinde çok çeşitli türden metabolik tepkimelerde çözücü olarak görev yapar. Su bu tepkimeler için çözelti oluşturma yanında aynı zamanda bu tepkimelerin ana bileşenlerinden biri olmaktadır. Su çözücü özelliği ve kaldırma gücü ile kanda madde taşınımı, metabolik atıkların seyreltilmesi, atılımı ve besinlerin sindirimi gibi birçok işlemin yürütülmesini sağlar.

Suyun hacmi +4C°'de en düşüktür. Bu sıcaklığın altında ve üstünde her iki yöndeki sıcaklıklarda suyun hacmi artar. Sıfır santigrat derece sıcaklıkta su sıvı halden katı hale geçer. Soğuk günlerde 0C°'nin altındaki düşük sıcaklıklarda göl gibi durgun ve bazı akarsuların yüzeyleri donar. Buzun yoğunluğu sıvı suyunkinden az olduğundan buz dibe batmaz ve yüzeyde kalır. Yüzeydeki buz kütlesi alttaki suyu yalıtarak onun donmasını önler. Böylece donan su yüzeyinin altında su canlılarının yaşaması mümkün olur.

2-15 Asitler

Susuz durumda moleküler, fakat suda çözündüklerinde iyonlar oluşturan pek çok bileşik vardır. Bu bileşiklerin önemli bir grubu **asitler**dir. Bütün asitler diğer bir atom veya atom grubuna kovalentsel bağlanmış hidrojen içerirler. Bu bileşikler suda çözündüklerinde, bu hidrojen bir hidrojen iyonu, H⁺ halinde serbest olarak ayrılır. Molekülün geri kalanı, bir negatif iyon oluşturur.

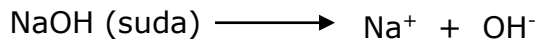
Asitlere basit bir örnek, canlılık işlemlerinde önemli olan hidroklorik asit, HCl 'dir. Bu bileşik kuru halde HCl moleküllerinin oluşturduğu bir gazdır. Bununla birlikte, suda çözüldüğünde, H⁺ ve Cl⁻ iyonlarına ayrılır:



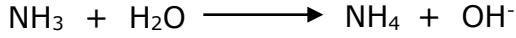
Çözeltiye hidrojen iyonları veren bir maddeye asit denir. Hidrojen iyonlarının varlığı onlara özel asit özelliğini vermektedir.

2-16 Bazlar

Suda çözüldüğünde hidroksil iyonları (OH⁻) veren bileşiğe **baz** denir. Pek çok baz kuru halde iyonik bileşiklerdir. Sodyumhidroksit (NaOH) buna bir örnektir. Bu, sodyum ve hidroksil iyonlarından ibaret katı bir bileşiktir. Suda çözüldüğünde iyonlarına ayrılır:



Birkaç baz kuru halde iyonik bileşik değildir, fakat suda çözündüklerinde yine hidroksil iyonları verirler. Örneğin, amonyak, NH_3 bir moleküler gazdır. Suda çözündüğünde, su ile tepkimeye girerek OH^- iyonları verir:



Pozitif iyon, NH_4^+ , amonyum iyonudur. Sudaki amonyum çözeltisine amonyumlu su ya da amonyumhidroksit denir.

2-17 Nötralizasyon

Bir asit ve bir baz çözeltisi karıştırıldığında, bir tepkime meydana gelir. Asitten gelen hidrojen iyonları ile bazdan gelen hidroksil iyonları bir molekül su meydana getirecek şekilde birleşir:



Eğer asit ve baz miktarları tam uygunsa, tüm H^+ ve OH^- iyonları birleşecek ve çözeltide hiçbirinden fazlalık kalmayacaktır. Çözelti ne bir asit ne de bir baz olacak, nötrdür denecektir. Nötr bir çözelti vermek için bir asit ile bir bazın tepkimeye girmesi işlemine **nötralizasyon** denir.

Asitler ve bazlar her ikisi de yakıcıdır, yoğun çözeltileri canlı dokular kadar cansız maddelere de zarar verebilir. Bir asit veya bir baz istenmeden dökülürse, zararı azaltmanın veya önlemenin en iyi yolu, bu maddeyi zıttı ile nötralize etmektir. Bir asit bir bazla, bir baz da bir asitle nötralize edilebilir.

2-18 Tuzlar

Bir asitle bir baz tepkimeye girdiğinde, hidrojen ve hidroksil iyonları, su molekülleri oluşturarak birleşir. Böylece, bu iki iyon, artık bağımsız birer iyon olarak bulunmadıkları çözeltiden çekilir. Ancak, asidin negatif iyonları ile bazın pozitif iyonları bu halde kalırlar. Örneğin, hidroklorik asit, sodyumhidroksitle tepkimeye girdiğinde, sodyum ve klor atomları çözeltide kalır. Diğer bir deyimle, bu nötralizasyon tepkimesi bir sodyumklor çözeltisi oluşturur.



Sodyumklorür, su buharlaştırılarak çözeltiden alınabilir. Bir asit ve bir baz arasındaki nötralizasyon tepkimesi ile meydana gelen bileşiğe **tuz** denir. Sodyumklorür ya da sofratuzu, meydana gelebilecek pek çok değişik tuzdan gerçekten sadece bir tanesidir. Besinlerdeki mineral dediğimiz maddelerin çoğu tuzlardır. Tuzlar vücuttaki işlemler için gerekli, pek çok iyonu sağlarlar.

2-19 pH Ölçeği

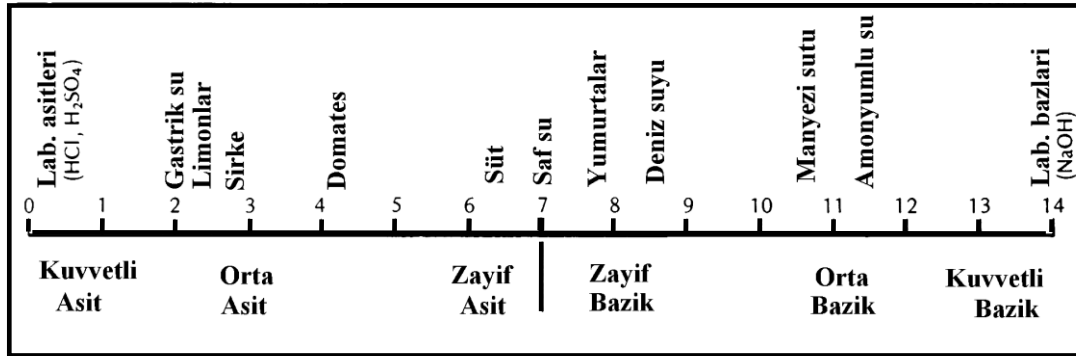
Suyun moleküler bir bileşik olduğunu biliyoruz. Bununla birlikte, herhangi bir anda, su moleküllerinin çok küçük bir kısmı hidrojen ve hidroksil iyonlarına çözüşür:



Her bir su molekülü bir hidrojen iyonu ve bir hidroksil iyonu sağladığından, saf suda bu iyonların her bir çeşidinin sayıları eşittir. Bu yüzden su nötrdür; H^+ veya OH^- iyonları fazlalığı yoktur. Bununla birlikte, su, H^+ iyonlarının belirli bir konsantrasyonuna ve aynı konsantrasyonda OH^- iyonlarına sahiptir.

Bir asit suda çözündüğünde, H^+ iyonlarının konsantrasyonu artar. Aynı zamanda, OH^- iyonlarının konsantrasyonu azalır. Çünkü, fazla H^+ iyonları ile OH^- iyonları birleşip, çözünmemiş su molekülleri meydana getirir. Bir baz suda çözündüğünde ise, OH^- iyonlarının konsantrasyonu artar. Bu da hidrojen iyonlarında bir azalmaya neden olur. Sonuçta, asit çözeltilerde H^+ konsantrasyonu saf sudakinden fazla, bazik çözeltilerde, H^+ konsantrasyonu daha azdır.

Hidrojen iyonu (H^+) konsantrasyonu **pH** denilen bir birimle gösterilir. pH ölçeği, H^+ 'nın yüksek konsantrasyonları (asit çözeltiler), düşük pH değerlerine karşılık gelecek şekilde düzenlenmiştir. Düşük konsantrasyonlar (bazik çözeltiler) yüksek pH değerlerine karşılık gelmektedir. pH ölçeği 0 'dan (yüksek derecede asit) 14 'e (yüksek derecede baz) kadar uzanmaktadır. Nötr bir çözeltinin pH 'sı 7 'dir. Bu, saf suyun pH 'sıdır (Şekil 2-4). Bu ölçekte bir birimlik her bir değişme, asitlik derecesinin on kat değişmesi demektir.

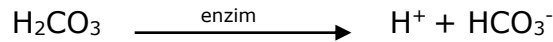


Şekil 2-4. pH Ölçeği

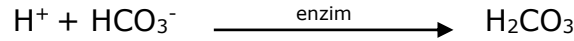
İndikatör, pH'nın belli bir değere yükseldiği veya düştüğü zaman rengi değişen bir maddedir. İndikatörler bir çözeltinin asit veya baz olup olmadığını gösterir, fakat gerçek pH değerini vermezler. pH 'yı daha yakın olarak bulmak için kullanılan özel indikatör kağıtları vardır. Bu kağıtlarla pH 'a bir birimin bir kaç ondalığı içinde belirlenir. Daha doğru ölçümler, çözeltinin elektriksel özelliklerinin ölçülmesi ile çalışan pH metrelerle yapılabilir.

Vücut dokularının pH düzeyleri de vücut faaliyetleri için önemlidir. Örneğin, mide içerikleri, uygun bir sindirimin yürütülmesi için az asit olmalıdır. Vücudun farklı kısımlarında uygun pH düzeylerinin sağlanması homeostasisin rolüdür.

Canlı bünyesinde hücre içi ve dışı sıvıların pH'sının belirli sınırlar içinde kalması çok önemlidir. Biyolojik moleküller (örneğin, enzim molekülleri) pH değişmelerinden çok çabuk etkilenirler. Bu nedenle canlı bünyesinde pH'nın değişmez kalmasını dengeleyen tampon çözeltiler gibi mekanizmalar gelişmiştir. Asit karşısında baz, baz karşısında asit gibi davranarak çözeltilerin pH değerinin değişmesini önleyen çözeltilere **tampon çözelti** denir. İnsan kanının pH'sı 7,4 civarındadır. Kan pH'sı 7'ye düşen veya 7,8'e yükselen bir insan birkaç dakikadan fazla hayatta kalamaz. Kandaki karbonik asit (H_2CO_3) gibi tamponlar pH'daki dalgalanmaları önler. Kan pH'sı yükseldiğinde (asitlik azaldığında) karbonik asit, hidrojen (H^+) ve bikarbonat (HCO_3^-) iyonlarına ayrışır. Artan H^+ iyonları kandaki asitliği arttırarak kan pH'sının normal değerler arasında kalmasını sağlar.



Kan pH'sı düştüğünde (asitlik arttığında) bikarbonat iyonları fazla olan hidrojen iyonlarını kendine bağlar ve asitlik azalarak normale döner.



2-20 Mineraller

Organizmanın bünyesinde az bulunmasına rağmen, canlılığın sürdürülmesi için gerekli olan maddelerdir. Mineraller hücrenin yapısına katılabildiği gibi düzenleyici olarak da görev yapabilirler. Canlı vücudunda sentezlenemedikleri için tüm canlılar mineral ihtiyacını doğadan karşılar. Mineral eksikliği bitki ve hayvanlarda ve diğer tüm canlılarda belirli hastalıkların oluşmasına neden olur.

CANLILARDAKİ

3 ORGANİK KİMYASAL BİLEŞİKLER

ORGANİK BİLEŞİKLER

Hücre içinde olup biten hiç bir şey yoktur ki bir test tüpündeki kimyasal olaylara uygulanan aynı kurallarla açıklanamayabilsin. En belirgin fark, canlı hücrelerdeki bileşiklerin pek çoğunun aşırı derecede karmaşık olmalarıdır. Bu bileşikler arasındaki tepkimeler de çok karışıktır.

Organik bileşikler, doğal olarak, sadece canlı organizmaların vücudunda ya da ürünlerinde ve kalıntılarında bulunan karbon bileşikleridir. Pek çok organik bileşik kimya laboratuvarlarında da üretilebilir. Organik bileşikler, karbonun yanında hemen her zaman hidrojen ve çoğunlukla oksijen ve azot içerirler. Fosfor ve kükürt ile küçük miktarlarda demir, kalsiyum, sodyum, klor ve potasyum içerebilirler.

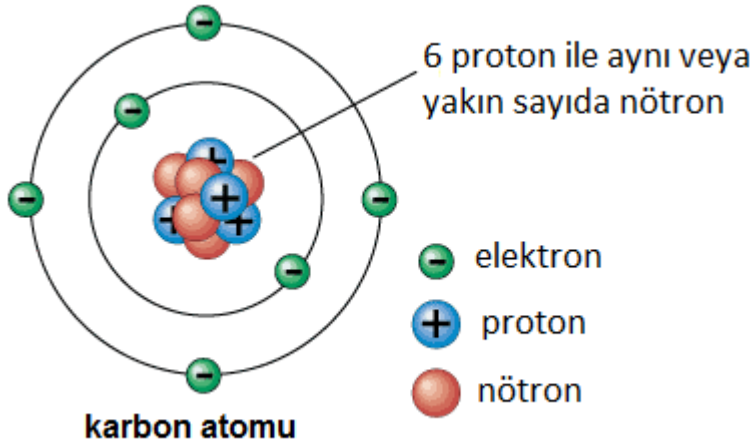
Canlı organizmalar, inorganik bileşikler de içerirler. İnorganik bileşikler çoğunlukla karbon içermezler. Karbondioksit, CO_2 ve kalsiyum karbonat, CaCO_3 benzeri karbonat bileşikler bunların dışındadır. Organizmalardaki bazı yaygın inorganik bileşikler, daha önce açıklanan su, karbondioksit, çeşitli tuzlar, inorganik bazlar ve hidroklorik asit gibi inorganik asitlerdir.

3-1 Organik Bileşiklerin Yapısı ve Çeşitleri

Canlı organizmaların organik bileşikler ile cansız dünyada bulunan inorganik bileşikler arasındaki en büyük fark, pek çok organik molekülün büyüklük ve karmaşıklığıdır. Bunun nedeni karbon atomunun elektron yapısında yatmaktadır. Karbon atomunun 6 elektronu vardır. Bunlardan ikisi birinci enerji düzeyini doldurur ve geri kalan 4 elektron ikinci enerji düzeyindedir (Şekil 3-1). Bunun anlamı, karbon atomu diğer atomlarla 4 kovalent bağ yaparak dış enerji düzeyini 8 elektronla doldurabilir. Her bir bağ, karbon atomunun bir elektronu ile karbon atomuna bağlanan diğer atomun bir elektronunun paylaşılmasından ibarettir. Karbon atomları, yan dalları olan ya da diğer halkalarla birleşik olan halkalara bağlanabilmektedir. Bu düzenlemenin olası büyüklük ve çeşitliliği sınırsızdır.

Organik bileşiklerde, her karbon atomu diğer atomlarla dört bağ oluşturur. Pek çok durumda aynı atom çiftleri arasında iki bağ olduğundan, bağ ikilidir. Bazı durumlarda bir karbon atomu çifti üçlü bir bağla birleşir.

Organik bileşiklerin toplam sayısı çok fazla olmakla, oldukça az sayıdaki çeşide bölünebilirler. Organik bileşiklerin bu dört çeşidi; karbonhidratlar, lipidler, proteinler ve çekirdek asitleridir.

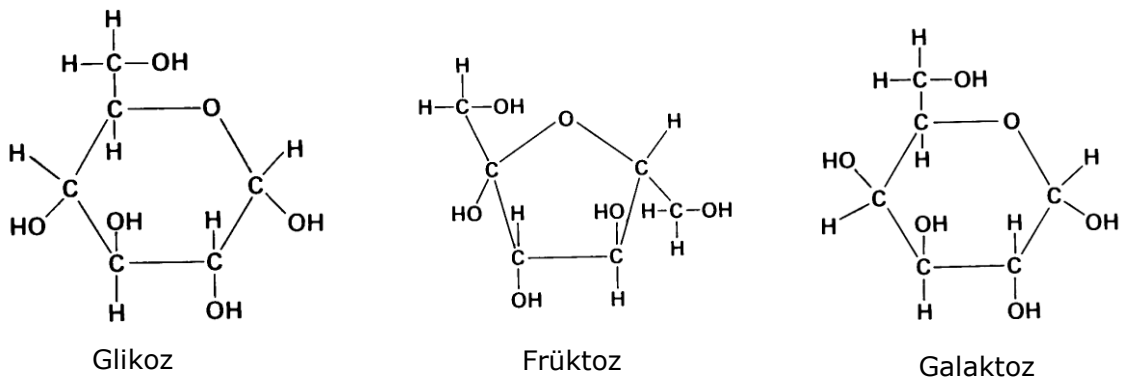


Şekil 3-1. Karbon atomunun elektron yapısı.

KARBONHİDRATLAR

3-2 Karbonhidratların Özellikleri

Karbonhidratlar, hidrojenin oksijene oranı sudaki ile aynı olan, karbon, hidrojen ve oksijen bileşikleridir. En basit karbonhidratlar *basit şekerler* ya da **monosakkaritler**dir. Ampirik formülleri CH_2O 'dur, fakat hiç bir şeker molekülü gerçekten bu kadar basit değildir. En yaygın monosakkaritlerin moleküler formülü $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 'dır. Bununla birlikte, molekülün atomları, her biri farklı bir şekere uyan, birkaç değişik yapıda düzenlenebilir. Şekil 3-2 bu şekerlerden üçünün, glikoz, früktoz ve galaktoz'un yapısal formüllerini göstermektedir. Beş karbonlu ($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$) ve dört karbonlu ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_4$) basit şekerler de vardır. Şekerlerin adı -oz eki ile biter.



Şekil 3-2. En yaygın üç monosakkarit izomeri

Şekerler büyük miktarlarda enerji içerdiklerinden organizmalar için önemlidirler. Bu enerji, şekerlerin, oksijenin varlığında, karbondioksit ve suya yıkılmaları ile serbest hale geçebilir. Yaklaşık tüm organizmalar, glikozu enerji kaynağı olarak kullanırlar.

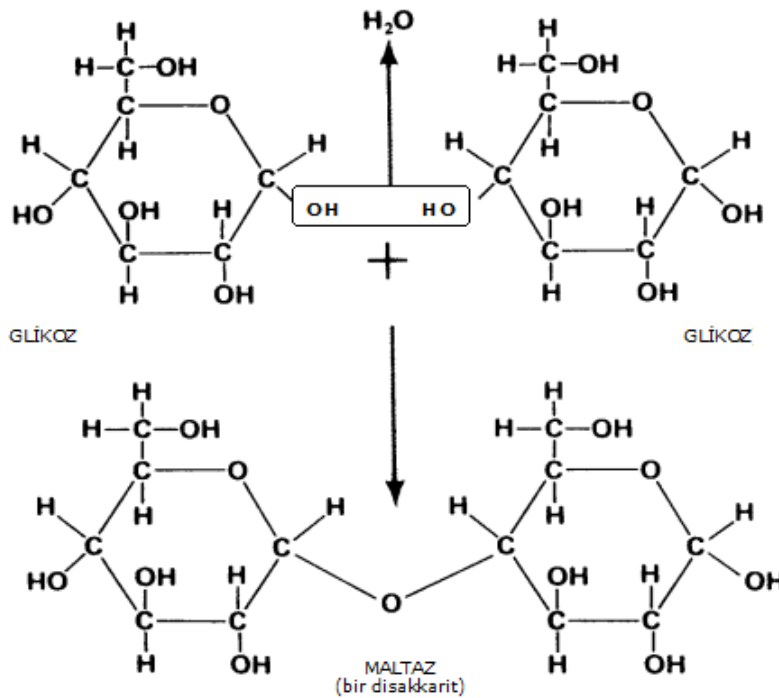
Canlılar metabolizma için gerekli enerjiyi öncelikli olarak karbonhidratlardan sağlar. Karbonhidratların enerji içeriği yağlar ve proteinlerden az olmasına rağmen, yıkımları daha kolay olduğundan enerji elde etmek için hücresel solunumda öncelikli olarak kullanılırlar.

Karbonhidratlar enerji kaynağı olmalarının dışında hücrelerde yapı maddesi olarak da kullanılırlar. Yaygın enerji kaynağı glikoz, protein ve yağlarla birleşip glikoprotein ve glikolipit olarak hücre zarının yapısına katılır. Beş karbonlu şeker deoksiriboz DNA'nın, riboz ise RNA ve ATP moleküllerinin yapısına katılır. Azot içerikli bir polisakkarit olan *kitin* böceklerin vücut örtüsünü, selüloz ise bitkilerin hücre duvarını oluşturur.

3-3 Dehidratasyon Sentezi

Basit şekerler olarak adlandırılan monosakkaritler, karbonhidratların monomerleridir. Basit ya da birli şekerlerin karbon sayıları üç ile sekiz arasında değişir. Hücrelerde en fazla bulunanları beş karbonlu (pentoz) ve altı karbonlu (heksoz) olanlarıdır.

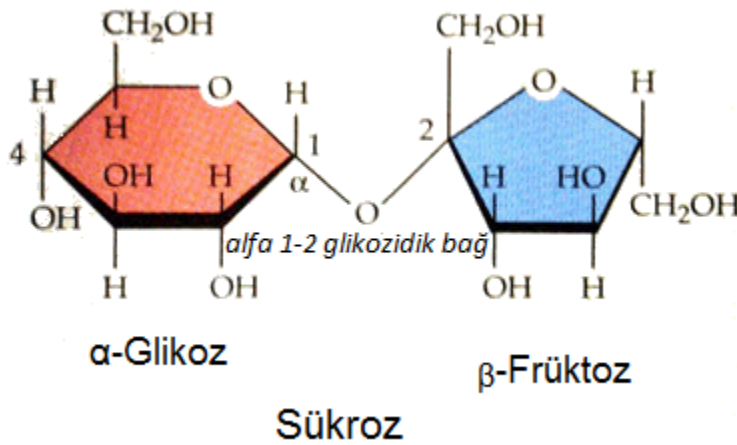
Basit şeker molekülleri, **dehidratasyon sentezi** adı verilen bir işlemle birbirine bağlanabilmektedir. Bu bağ, her bir molekülde bir OH grubunun bulunduğu yerde meydana gelir. Bir OH diğer bir OH 'ın H ile bir molekül su oluşturarak birleşir ve iki şeker molekülü geride kalan O aracılığı ile birbirine bağlanır (Şekil 3-3).



Şekil 3-3. Dehidratasyon Sentezi

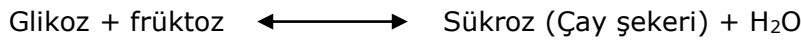
Sentez "bir araya getirmek" ve *dehidratasyon* da "su kaybetmek" olduğuna göre; *dehidratasyon sentezi* "su kaybederek birleşme" demektir. Canlı hücrelerde dehidratasyon sentezi enzimlerin etkisi ile sağlanmaktadır. Bu, organizmaların ihtiyacı olan pek çok organik bileşiğin yapıldığı önemli bir işlemdir.

İki basit şekerin birleşmesinden meydana gelen moleküle, ikili şeker ya da bir **disakkarit** denir. **Şekil 3-3** 'te gösterilen dehidratasyon sentezi ile oluşan disakkarit, maltoz'dur. Benzer şekilde, bir glikoz molekülü ile bir früktoz molekülü dehidratasyon sentezi ile yine bir ikili şeker olan sükrozu oluşur (**Şekil 3-4**). Sükrozun moleküler formülü $C_{12}H_{22}O_{11}$ 'dir.



Şekil 3-4. Dehidratasyon sentezi ile sükroz oluşumu.

Canlılardaki en önemli disakkaritler maltoz (arpa şekeri), laktoz (süt şekeri) ve sükroz (çay şekeri)'dur. Maltoz glikoz+glikoz, sükroz glikoz+früktoz ve laktoz glikoz+galaktoz molekülünün dehidratasyon sentezi ile birleşmesiyle meydana gelir. Bu tepkimeler iki yönlüdür, dehidratasyonla oluşan bu ikili şekerler *hidrolizle* tekrar birli şekerlere yıkılabilmektedir.



3-4 Polisakkaritler

Basit şekerler, **polisakkaritleri**, yani tekrarlanan uzun şeker birimi zincirlerini oluşturmak için dehidratasyon sentezi ile birbirine bağlanabilir. Tekrarlanan birimlerin (monomerlerin) zincirleri olan bu büyük moleküllere **polimerler** denir. Polisakkaritler şeker polimerlerinin örnekleridir.

Organizmalar artan şekeri, polisakkaritler şeklinde biriktirirler. Bitkilerde, depolanmış şekerin bu şekline **nişasta** denir. Nişasta, tohumlarda ve köklerde, ayrıca besin depolamak için özelleşmiş gövdelerde biriktirilir. İnsanlarda, artan şeker bazen "hayvansal nişasta" da denilen bir polisakkarit olan **glikojen** olarak karaciğerde

biriktirilir. Diğer polisakkaritler organizmaların değişmez yapısal kısımlarını meydana getirir. Örneğin, bir polisakkarit olan *selüloz* bitkilerde bulunur. Yine bir polisakkarit olan *Kitin*, böceklerin vücut duvarını oluşturur.

Nişasta, glikozun bitki hücrelerindeki depo formudur. Pirinç, arpa, ve mısır gibi bitkilerin tohumlarında, papates ve havuç gibi bitkilerin ise köklerinde depo edilir. Bitkiler, fotosentez ile ürettikleri glikozun fazlasını plastidlerinde (lökoplast) nişasta olarak depo ederler. Nişasta moleküllerini oluşturan glikoz molekülleri polimer zincirden hidrolizle ayrılarak enerji kaynağı olarak kullanılır. Nişasta molekülünün ayracı iyottur. Nişasta ve iyot mavi-mor renk oluşturur.

Glikojen, glikozun hayvan hücrelerindeki depo edilmiş şeklidir. Besinlerden elde edilen glikozun fazlası karaciğer ve kas hücrelerinde glikojen olarak depolanır. Kandaki glikoz miktarı azaldığında karaciğerdeki glikojen glikoza dönüştürülüp kana verilir. Kas hücreleri biriktirdikleri glikojeni kendi faaliyetleri için kullanır. Glikojen stoku canlıya uzun süre yetecek miktarda değildir. Örneğin, insandaki glikojen desteklenmediği takdirde bir günde tükenir.

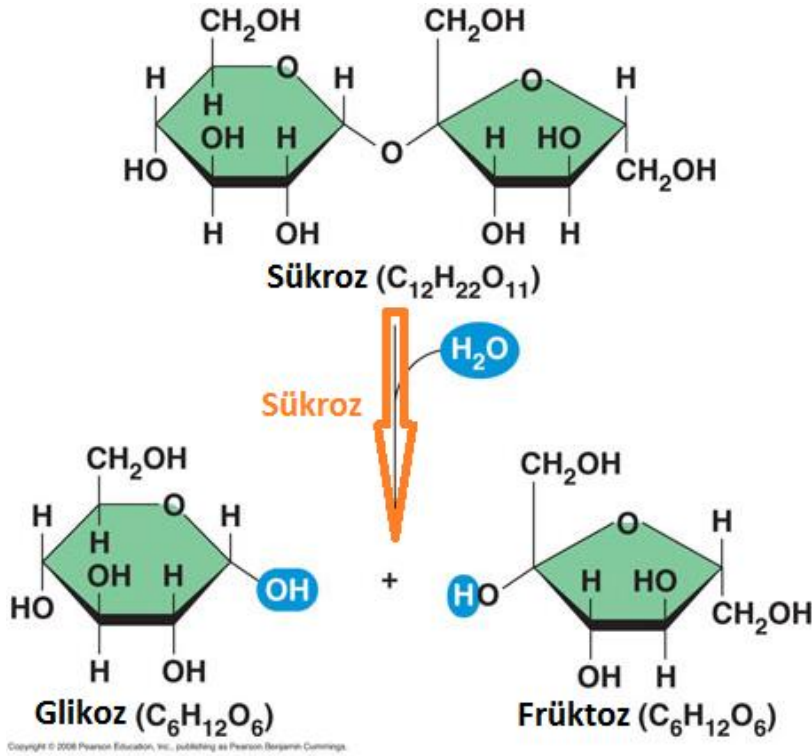
Kitin böcekler ve örümcekler gibi eklembacaklıların dış iskeletinde (vücut örtüsü) bulunan azot içerikli bir polisakkarittir. Ayrıca mantarların (fungi) hücre duvarında da bulunur. Saf kitin salgılandığında deri gibi yumuşak olmakla birlikte, yapısına kalsiyum karbonat ve çeşitli tuzların katılmasıyla sertleşir ve son derece dayanıklı hale gelir.

Selüloz bitkilerin hücre duvarında bulunan bir polisakkarittir. Suda çözünmez. Polimer zincirde glikoz moleküllerini birbirine bağlayan glikozit bağları farklı olduğundan birçok hayvan selülozu sindiremez. Bu yüzden besinlerle alınan selüloz sindirilmeden, yani kimyasal yıkıma uğratılmadan vücuttan atılır. Otçul hayvanların ve odundan beslenen bazı böceklerin sindirim sisteminde yaşayan bazı mutualist bakteriler selülozu sindiren enzimlere (selülaz) sahiptir. Bu nedenle bu hayvanlar selülozdan besin ve dolayısıyla enerji kaynağı olarak yararlanabilirler.

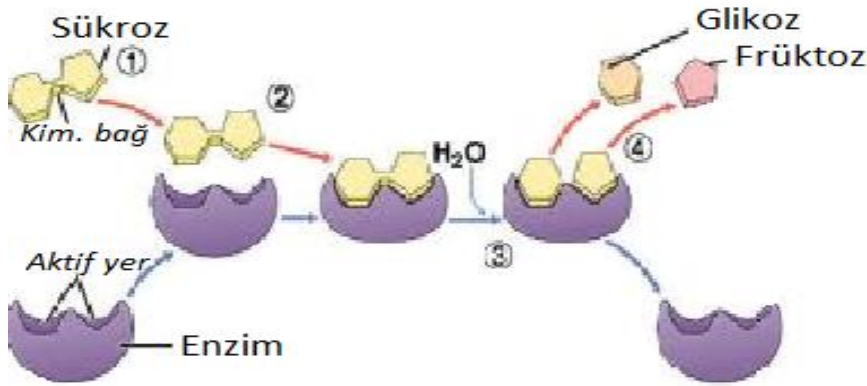
3-5 Hidroliz

Şeker molekülleri zinciri, **hidroliz** adı verilen işlemle bağımsız olarak yıkılabilir. Bu tür tepkimede, bir su molekülü dehidratasyon sentezinde ayrıldığı yere geri döner (**Şekil 3-5**). İki molekül arasındaki bağ yıkılır ve orijinal OH grupları yeniden oluşturulur. Hidroliz, çoklu şekerin tamamı basit şekerlerine ayrılncaya kadar, uzun zincirler boyunca tekrarlanabilir. Hayvanların besinlerdeki ikili ve çoklu şeker molekülleri sindirimde hidrolizle birli şekerlere (monomere) yıkılarak hücre zarlarından geçebilirler.

Dehidratasyon ve hidroliz tepkimelerinin her ikisi de belirli bir enzimin etkinliğinde meydana gelir. Dehidratasyonda iki adet birli şekerin bir molekül suyun ayrılması ile birleşmesi ve hidrolizde bu su molekülünün H ve OH olarak tekrar önceki yerlerine getirilmesi enzim etkinliğinde meydana gelir (**Şekil 3-6**).



Şekil 3-5. Sükrozun hidrolizi, Glukoz ve Früktoza yıkılması.



Şekil 3-6. Sükrozun hidrolizinde enzim etkinliği

LİPİDLER

3-6 Lipidlerin Kimyasal Bileşimi

Lipidler, çoğunlukla katı yağlar, sıvı yağlar ve mum adı verilen maddeleri içerirler. Karbonhidratlar gibi karbon, hidrojen ve oksijenden yapılmışlardır. Bununla birlikte, lipidlerde, karbonhidratlara oranla daha az oksijen vardır. [Hidrojenin oksijene oranı](#)

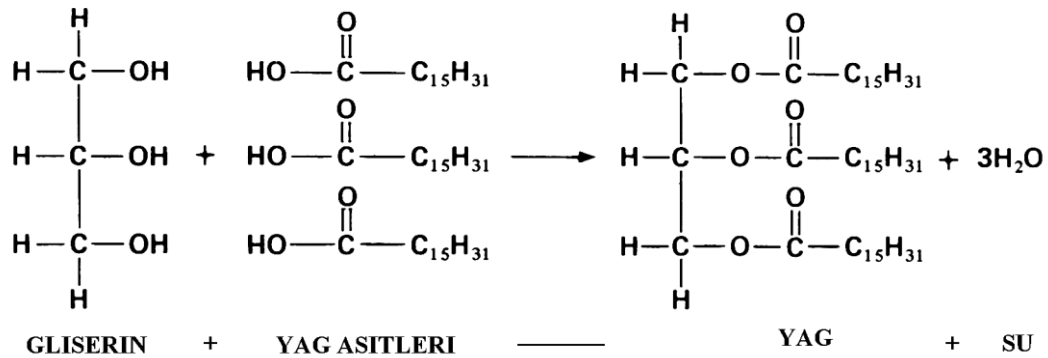
karbonhidrat ve proteinlere göre daha yüksektir. Bu farkın bir sonucu, yağlar yıkıldıklarında aynı ağırlıktaki karbonhidratlardan daha fazla enerji verirler. Bazı yağlarda fosfor (P) ve azot (N) gibi atomlar da bulunabilir.

Katı ve sıvı yağlar yağ asitleri ile gliserin'in birleşmesinden meydana gelir. Bir **yağ asidi** molekülü, hidrojen atomlarının bağlandığı karbon atomları zincirinden meydana gelir. Zincirin bir ucunda bir **karboksil grubu, COOH** vardır. Karboksil gruplar içeren yağ asitlerine ve diğer bileşiklere *organik asitler* denir. Bu asitler de, inorganik asitler gibi çözeltiye hidrojen iyonları verirler. Bununla birlikte, organik asitler inorganik asitlerden çok zayıftır.

Alkoller, moleküllerinde bir veya daha fazla OH grupları bulunan **baz benzeri** organik bileşiklerdir. Bununla birlikte, alkoller OH^- iyonları vermezler ve bu nedenle gerçek baz değildirler. **Gliserin**, molekülünde üç OH grubu bulunan bir alkoldür.

Bir gerçek yağ molekülü, bir molekül gliserin ile üç molekül yağ asidinin birleşmesinden meydana gelir (**Şekil 3-3**). Her bir yağ asidi molekülü, dehidratasyon sentezi ile OH gruplarının birinden gliserine bağlanmıştır. Oluşturulan her yağ molekülüne karşılık, üç molekül su serbest bırakılır.

Doğal olarak bulunan yağların hemen tamamı, iki veya üç yağ asidi ile gliserinin birleşimidir. Bazı yağlar olağan sıcaklıklarda sıvıdır. Bunlara çoğunlukla (hayvansal veya bitkisel kaynaklı) *sıvı yağlar* denir. Mumlar, yağ asitlerinin gliserinden başka alkollerle birleşmesinden meydana gelen lipidlerdir.

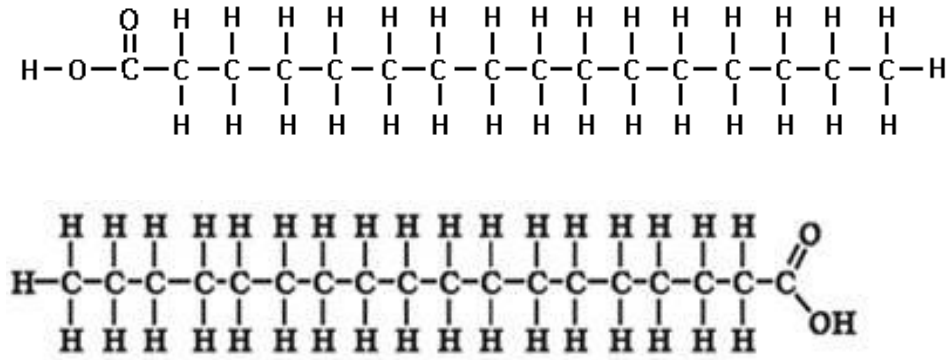


Şekil 3-7. Bir yağın (bir trigliserit) sentezi

Diğer organik moleküllerde farklı olarak yağların ortak bir monomer çeşidi yoktur. Bu moleküllerin en önemli ortak özelliği suda çözünmemeleri ya da çok az çözünmeleridir. Yalnızca kloroform, benzen, eter ve aseton gibi organik çözücülerde çözünürler. Biyolojik açıdan önemli olan yağlar trigliseritler, fosfolipidler ve steroitlerdir. Trigliseritler ve fosfolipidlerin değişmez temel bileşenlerinden biri yağ asitleridir. Yağ asitleri molekül uzunlukları ve moleküllerindeki karbon atomları arasındaki bağların birli ya da ikili veya üçlü olmasına göre doymuş ve doymamış yağ asitleri olmak üzere iki gruba ayrılırlar.

3-7 Yağ Asitleri, Doymuş ve Doymamış Yağlar

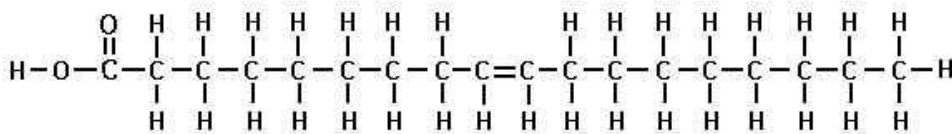
Yağ asitleri molekül uzunlukları ve moleküllerindeki karbon atomları arasındaki bağların birli ya da ikili veya üçlü olmasına göre doymuş ve doymamış yağ asitleri olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Bir yağ asidinde, eğer tüm karbon-karbon bağları birli ise, bu aside doymuş asit denir. Bu asitlerden meydana gelen yağlara **doymuş yağlar** denir. Bu moleküldeki karbon atomları hidrojene tamamen doymuştur. Doymuş yağ asitleri ikili bağ içermediğinden düz zincirler halindedir. Palmitik asit ve stearik asit doymuş yağ asitlerine örnek olarak verilebilir.



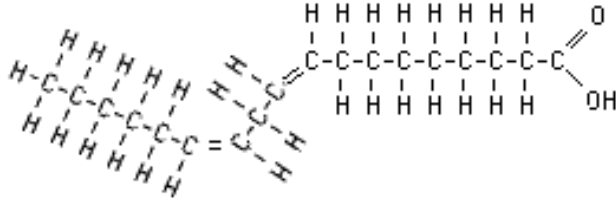
Şekil 3-8. Doymuş yağ asitleri - palmitik ve stearik asit

Doymamış yağlarda, yağ asidi moleküllerindeki karbon atomu çiftlerinden bir veya daha fazlası ikili veya bazen üçlü bir bağla birleşmiştir. Molekülünde sadece bir doymamış bağ bulunan bir yağa birli doymamış denir. Molekül zincirinde birden çok, ikili veya üçlü karbon bağı bulunan bir yağa, çoklu doymamış denir. Doymuş bir yağ asidinde, zincirdeki her bir karbon atomuna iki (zincirin başındakine üç) hidrojen atomu bağlanmıştır. Aynı uzunluktaki doymamış bir yağ asidinde daha az hidrojen atomları vardır. Doymamış yağlar, hidrojen eklenerek doymuş yağlara çevrilebilirler. Bu işleme *hidrogenasyon* denir.

Doymamış yağ asitleri ikili bağ içerdiğinden düz zincir yerine dallanmış bir yapı gösterir. Bazılarının yapısında bir tane ikili bağ bulunurken (oleik asit), bazılarının yapısında iki tane ikili bağ bulunur (linoleik asit).



Şekil 3-9. Birli doymamış yağ asidi, oleik asit



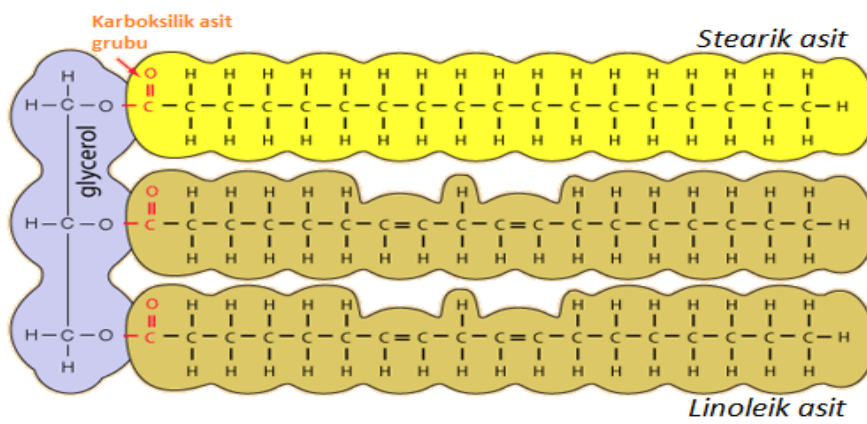
Şekil 3-10. Çoklu doymamış yağ asidi, linoleik asit

İnsan vücudunda sentezlenemeyip, besinlerle beraber alınması zorunlu olan yağ asitlerine temel (esansiyel) yağ asitleri denir. Omega 3 ve omega 6 temel yağ çeşitleridir.

3-8 Trigliseritler (Nötr Yağlar)

Canlılarda en fazla bulunan yağ çeşididir. Üç molekül yağ asidinin, bir molekül gliserol (gliserin) ester bağları ile bağlanması sonucu oluşur. Bu tepkimede dehidratasyonla üç su molekülü açığa çıkar.

Nötr yağlar içerdikleri yağ asidi çeşidine göre doymuş ve doymamış yağlar olmak üzere ikiye ayrılırlar. Doymuş yağlar hayvansal kaynaklı olup oda sıcaklığında katıdır. Tereyağı, kuyruk yağı ve iç yağı doymuş yağlardır. Doymamış yağlar bitkisel kaynaklı olup oda sıcaklığında sıvı halde bulunurlar. Zeytinyağı, Ayçiçek yağı, soya yağı doymamış yağlardır.

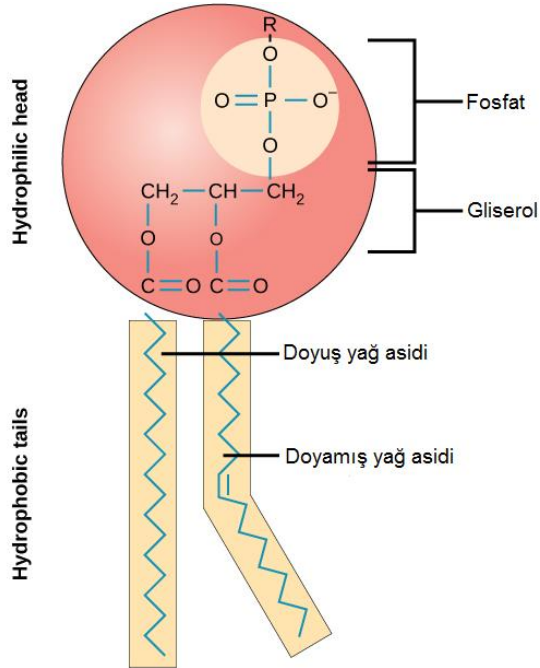


Bir lipid (bir trigliserit)

Şekil 3-11. Bir yağ (bir trigliserit) molekülü

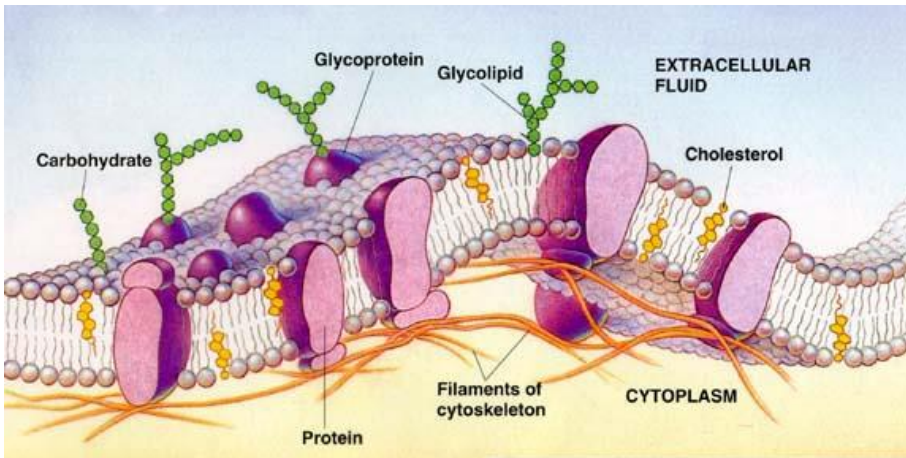
3-9 Fosfolipitler

Hücre zarının temel bileşenleridir. Proteinlerle beraber hücre zarını oluştururlar. Trigliseritlerden farklı olarak bir gliserol molekülüne iki yağ asidi bağlanmıştır. Gliserole bağlanan üçüncü grup negatif yüke sahip bir fosfat (PO_4^-) ve azot içeren bir bazdan oluşur.

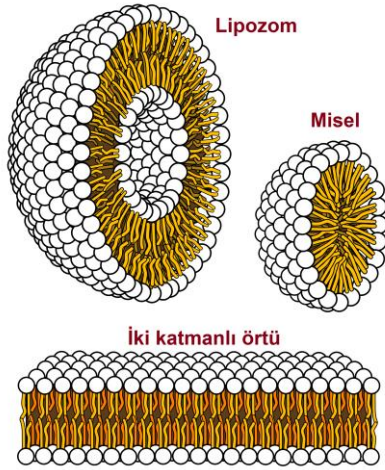


Şekil 3-12. Fosfolipit yapısı

Bir fosfolipid molekülü suyu seven (hidrofilik) bir baş ile suyu sevmeyen (hidrofobik) iki kuyruktan oluşur. Bu yüzden suya bırakılan fosfolipidler kendiliğinden bir araya gelerek farklı yapılar oluşturabilirler. Miseller ve hücre zarındaki iki katmanlı fosfolipidler bu duruma örnek olarak verilebilir.



Şekil 3-13. Hücre zarı yapısında fosfolipit dizilimi

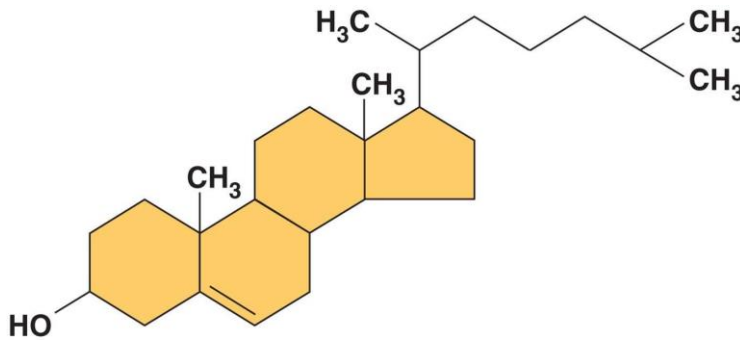


Şekil 3-14. Lipozom ve misel yapısında fosfolipitler

3-10 Stereoitler

Stereoitlerin yapısında dört karbon halkası ve onlara bağlı çeşitli işlevsel yan gruplar bulunur. Hücre zarının yapısında bulunan stereoitler hücre zarının geçirgenliğini ve dayanıklılığını artırır. Sinir hücrelerinin zarlarında yalıtımı sağlar. Bazı hormonların yapısına katılır. Dişi eşey hormonu olan östrojen ile erkek eşey hormonu olan testosteron stereoit yapıdadır. Ayrıca böbreküstü bezinin korteks hormonları (kortizol) da stereoit yapıdadır. Stereoitler vücut tarafından D vitamini yapımında kullanılır. Kolesterol hayvan hücrelerinin zar yapısına katılan bir stereoit olup, bitkisel hücrelerde bulunmaz.

Kolesterol pek çok hayvan dokusunda bulunan gerekli bir maddedir. En önemli stereoitlerden biridir. Hayvan hücrelerinin zar yapısına katılır. Omurgalı havanlarda eşey hormonları dahil bir çok stereoit, kolesterol molekülünden sentezlenir. Diğer yandan, atardamarları sertleştiren ve daraltan birikimlerin desteklenmesinde önemli bir role sahiptir. Bu durum çarpıntı ve enfarktüslere neden olabilmektedir. Tereyağı ve ette bulunan doymuş yağların, vücutta üretilen kolesterol miktarını arttırmaya eğilimli oldukları kanısı vardır. Bu yüzden sağlık uzmanları, kandaki kolesterol düzeyini düşürmek için, doymuş yağların tüketiminin azaltılmasını salık vermektedirler.



Şekil 3-15. Kolesterol molekülü

3-11 Yağların İşlevleri

Yağlar pek çok hayatsal faaliyet için önemlidir. Steroit hormon ve vitaminlerin yapısına katılarak düzenleyici görev görürler. Hücre yapılarının, özellikle hücre zarının bir bileşenidirler. Hücre zarında glikoipit ve fosfolipit gibi yağlar bulunur. Birikmiş bir enerji maddesi olarak da hizmet görürler. Aynı miktardaki karbonhidratlardan yaklaşık iki kat daha fazla enerji sağlarlar. Hücrelerde oksijenli solunumla parçalandıklarında bol miktarda enerji ile birlikte metabolik su açığa çıkar. Kış uykusuna yatan memeli hayvanlar (ayı), uzun mesafeleri aşmak zorunda olan göçmen kuşlar (bıldırcın, kaz, ördek) ve uzun süre susuzluğa dayanabilen çöl memelileri (deve) yağ depolarlar.

Bitkiler sıvı yağları, tohumlarında biriktirirler. Memeliler yağı, vücudu darbelere karşı korunduğu ve ısı kaybına karşı yalıtımın sağladığı, derinin altına biriktirirler. Soğuk bölgelerde yaşayan hayvanlarda (balina ve kutup ayısı gibi) deri altında kalın bir katman oluşturacak şekilde birikerek ısı kaybını engellerler. İç organların etrafında biriken yağlar, organları mekanik darbelere karşı korur. Hayvanlarda yağlar depolama ürünü olmakla birlikte, uzun süreler için saklanmazlar. Tam aksine, hazırlar sürekli yıkılarak yerlerine yenisi konur. Araştırmalar, örneğin, farelerin her hafta biriktirdikleri yağın yaklaşık yarısını yenilediklerini göstermiştir.

PROTEİNLER

3-12 Proteinlerin elementer yapısı

Proteinler karbon (C), hidrojen (H) ve oksijene (O) ek olarak azot (N) da içeren bileşiklerdir. Canlıların yapısına en fazla katılan bileşiklerdir. Bazı proteinlerde yan gruplarda kükürt (S), ve fosfor (P) atomları da bulunur. Hemoglobin demir (Fe) içerikli bir proteindir. Kabuklularda (kerevitte) oksijen taşınımına yardım eden solunum pigmenti *hemosiyenin* iki bakır (Cu) atomu içeren bir proteindir. Proteinler hücrelerin yapı ve metabolik faaliyetlerinde görev aldığı gibi zorunlu durumlarda enerji verici olarak da kullanılabilirler. Proteinlerin olası sayısı gerçekte sonsuzdur ve şaşırtıcı bir özellikler dizisine sahiptirler. Bu çeşitliliğin nedenleri, proteinlerin nasıl yapıldığı incelendiğinde açıklık kazanmaktadır.

3-13 Aminoasitler

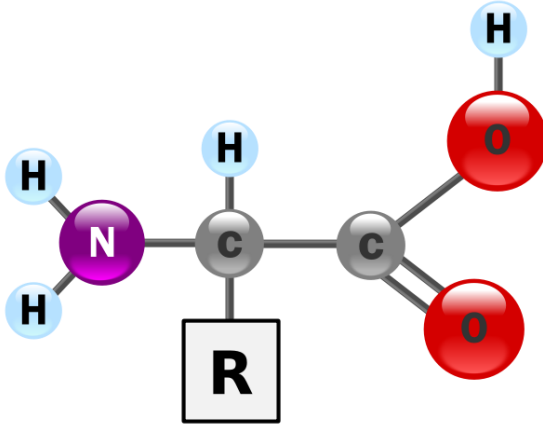
Aminoasitler proteinlerin yapısal birimleridir. Bir aminoasit nispeten basit bir bileşiktir. Bir amino asit, **merkezi bir karbon atomu (C)**'na bağlı:

1. Bir karboksil grup, COOH.

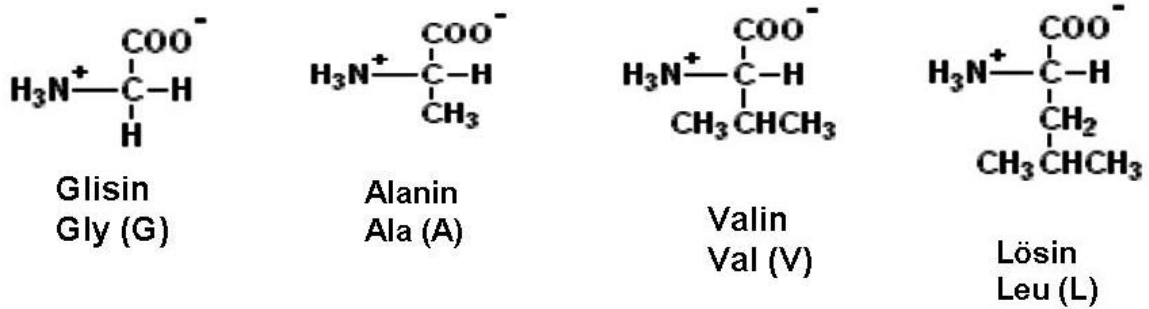
2. Bir amino grup, NH_2 .

3. Bir tek hidrojen atomu, H.

4. Her bir aminoasitte farklı olan, R harfi ile simgelenen bir **yan zincirden** meydana gelir. En basit aminoasit, glisin'de yan zincir sadece diğer bir H 'dir. Alanin'de bu bir CH_3 grubudur. Diğer yan gruplar daha karmaşıktır ve bazıları kükürt ve fosfor içerirler. Fakat aminoasit moleküllerinin hiçbiri özellikle büyük değildir. Proteinlerin temel yapı birimi olarak bulunan 20 farklı aminoasit vardır.



Şekil 3-16. Bir alfa aminoasidin genel yapısı.



Şekil 3-17. Bazı aminoasitlerin yapısı ve değişken grupları

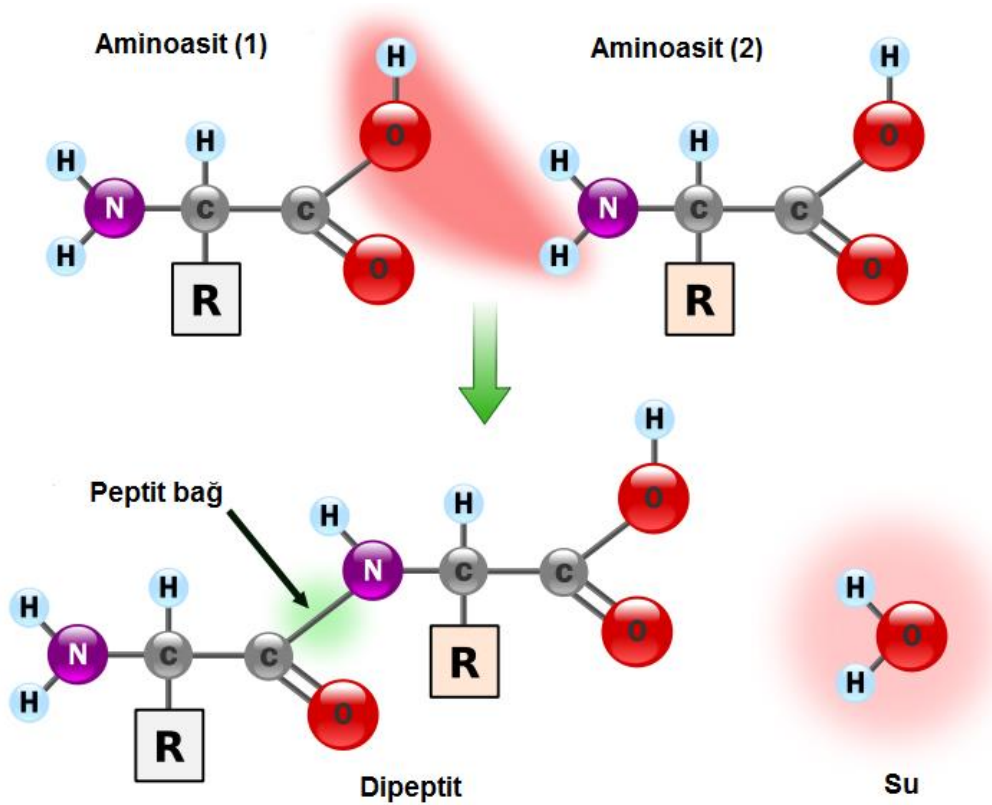
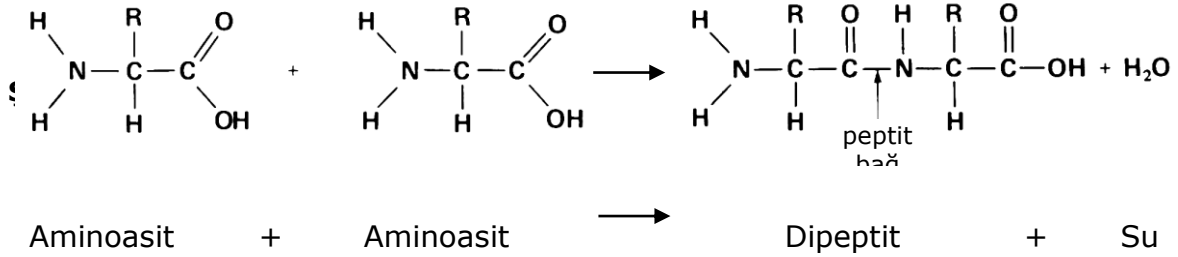
Aminoasitler, kuvvetli bazlar karşısında asit, kuvvetli asitler karşısında baz gibi davranırlar. Bu yüzden amfoter özellik gösterirler. Aminoasitlerin bu özellikleri sayesinde hücrelerdeki pH belirli sınırlar içinde tutulup homeostasis sağlanır.

3-14 Peptit Bağ

Aminoasitler arasında peptit bağları kurularak proteinler sentezlenir. İki aminoasit dehidratasyon sentezi ile birbirine bağlanabilir. Bu bağ, bir molekül suyun kaybedilmesiyle, bir aminoasidin amino grubu ile diğerinin karboksil grubu arasında

meydana gelir. Bu bağa **peptit bağ** ve meydana gelen moleküle **dipeptit** denir. Bir dipeptit oluşumu **Şekil 3-4** 'de gösterilmiştir.

Aminoasitler, aynı yolla, bir aminoasit zinciri oluşturmak üzere, bir dipeptidin sonuna da eklenebilirler. Bu tür bir zincire **polipeptit** denir. Bütün proteinler polipeptitlerden yapılmıştır.



Şekil 3-18. Peptit bağ oluşumunda iki aminoasidin su kaybederek birleşmesi

İki aminoasidin birleşmesi ile dipeptit, üç aminoasidin birleşmesi ile tripeptit, çok sayıda aminoasidin birleşmesi ile polipeptit molekülü sentezlenir. Protein sentezi DNA'nın denetiminde ribozom adı verilen organelde gerçekleşir. Bu yüzden her bir canlının protein yapısı kendine özgüdür. Yakın akrabaların kalıtsal benzerlikleri fazla olduğundan, protein benzerlikleri de fazla olur. Bundan dolayı akrabalar arasında yapılan doku ve organ nakillerinde başarı şansı fazla olur. Her proteinin aminoasit dizilimi kendine özgüdür. Bazen bir aminoasidin sıralamadaki yerinin değişmesi proteinin yapısını değişmesine

neden olur. Örneğin, kırmızı kan hücrelerinde bulunan hemoglobin proteinindeki altıncı aminoasit olan glutamik asit yerine kalıtsal bir bozukluk sonucu valin aminoasidi gelirse kırmızı kan hücrelerinin şekli değişir ve orak hücre hastalığı oluşur.

3-15 Proteinlerin yapısı ve işlevleri

Tüm canlılarda 20 çeşit aminoasit bulunmasına rağmen canlılarda bulunan proteinler büyük bir çeşitlilik gösterir. Bunu nedeni protein yapısına katılan aminoasitlerin dizilişi, sayısı ve çeşidinin farklı olmasıdır. Aminoasitler, herhangi bir ardıllıkta ve değişik zincir boylarında birbirine bağlanabilirler. Her bir farklı düzenleme ayrı bir protein oluşturur. Zincirler, ayrıca uzayda çok farklı şekillerde yapılar yapmak üzere katlanabilir ve bükülebilirler. Protein moleküllerinin tipik şekilleri sarmal veya heliks, pilili katman ve küreciklerdir. Katlanan zincirin bitişik kısımları, sık sık çapraz-halkalarla birbirine bağlanır. Çapraz-halkaların şekil ve düzenindeki değişimler, proteinlerin aşırı çeşitlenmesini sağlar.

Proteinler primer, sekonder, tersiyer ve kuarternier olmak üzere dört farklı yapıda olabilirler. Bunlardan ilk üçü tek bir polipeptit zincirden oluşurken, kuarternier proteinler iki ya da daha fazla polipeptit zincirin birlemesiyle oluşurlar. Örneğin, kollojen proteini üç polipeptit zincirden oluşurken, hemoglobinde dört polipeptit zinciri vardır. Proteinler yapısına göre basit ve bileşik olmak üzere ikiye ayrılır. Basit proteinlerin yapısında sadece aminoasitler bulunur. Bileşik proteilerin yapısında aminoasitlerin dışında farklı moleküllere bulunur. Örneğin glikoprotein, lipoprotein ve nükleoprotein bileşik proteinlerdir.

Canlılığın mevcut karmaşıklığı derecesinde karmaşık proteinlerin bulunması, canlılığa olanak vermektedir. Proteinlerin sayısız işlevleri vardır. Hayvan vücudunda yapıya en fazla katılan organik moleküller proteinlerdir. Saç, tırnaklar, kıkırdak ve bağ dokunun dayanıklı malzemeleri gibi hücrelerin ve vücut dokularının yapısal kısımları proteinlerdir.

Hayvan kanında, derisinden, gözlerinde ve yeşil bitkilerin klorofilindeki pigmentler proteinlerdir. Kırmızı kan hücrelerinin yapısında bulunan hemoglobin protein yapılı bir moleküldür. Bu molekül kanın oksijen ve karbondioksit taşıma kapasitesini 100-200 kat arttırabilir. Kanın pıhtılaşmasında görev alan trombojen ve fibrinojen molekülleri protein yapılıdır. Kan plazmasında bulunan albümin ve globülin proteinleri kanın ozmotik basıncını oluşturarak kan ve doku hücreleri arasında madde alışverişini düzenler.

Proteinler enzim ve hormon gibi metabolik olayları düzenleyen moleküllerin yapısına katılırlar. Hayvan ve bitkilerde vücut işlevlerini düzenleyen kimyasal haberciler olan hormonların çoğu protein yapısındadır. Karmaşık kimyasal tepkimelerde dakiklik ve hızlilik sağlayan enzimler protein yapılıdır.

Proteinler kas kasılmasında görev yaparlar. Kas dokularındaki kontraktıl materyal protein yapıdadır. Uzun süreli açlıklarda karbohidrat ve depolarının tükenmesi durumunda proteinler enerji kaynağı olarak da kullanılırlar.

Hayvanlarda vücudu yabancı maddelere ve hastalık yapan organizmalara karşı koruyan *antikorlar* protein yapılıdır.

Besinlerle yeterli miktarda alınmadığında protein yetersizliği belirtileri ortaya çıkar. Protein yetersizliğinde, enzim ve hormon üretiminin yavaşlamasına bağlı olarak birçok metabolik olay aksar ve büyüme bozuklukları oluşur. Bağışıklık sistemi zayıflar. Kırmızı kan hücrelerinin üretimi azalır, kansızlık ortaya çıkar. Zihinsel gelişme yavaşlar. Yaralar geç iyileşir. Dokularda hücreler arasında sıvı birikimi olur (ödem oluşur). Kaslarda zayıflama meydana gelir.

Sıcaklık, pH, tuz derişimi ve basınç gibi etkenler protein yapısını bozar. Bu olaya denatürasyon denir. Denatüre olan proteinlerde lifleri bir arada tutan bağlar kopar ve lifler çözülür. Yumurtanı pişirilmesi denatürasyona örnek olarak verilebilir. Denatürasyon sonucu yapısı bozulan protein artık aktif değildir. Çünkü denatürasyona neden olan tepkimeler geri dönüşümlü değildir.

Tüm protein molekülleri, içerdikleri atom ve aminoasit sayısı bakımından zengindirler. En küçük protein molekülleri yaklaşık 50 aminoasit ya da yaklaşık 1000 atoma sahiptir. En büyük olanların 100.000 dolayında aminoasidi ve milyonlarca atomu vardır.

Bitkiler protein sentezi için gerekli olan 20 çeşit aminoasidi kendileri sentezleyebilirler. Hayvanlar ihtiyaç duydukları aminoasitlerden bazılarını kendileri üretirken, bazılarını besinlerle beraber hazır olarak almak zorundadırlar. Vücutta üretilmeyip, besin yoluyla alınması zorunlu aminoasitlere temel (esansiyel) aminoasitler denir. İnsanlarda on iki aminoasit vücutta sentezlenebilir. Geri kalan sekiz çeşit aminoasit temel aminoasittir.

Belirli bir proteindeki aminoasitlerin mevcut sırasının belirlenmesi, açıkça zor bir iştir. Yapısı ilk belirlenen protein insulin'dir. Bu, 1954 yılında, İngiltere'de Cambridge Üniversitesinde, Frederick Sanger tarafından başarılmıştır. Sanger, daha sonra bu çalışmasından dolayı Nobel Ödülü almıştır. Bu tarihten sonra, birkaç yüz proteinin moleküler yapıları çok titiz yöntemlerle çalışılmıştır. Bu yöntemler, molekülün kimyasal olarak sıra ile daha küçük parçalara ayrılması ve her ayrılan parçanın sonundaki aminoasidin tanımlanmasını kapsamaktadır. Günümüzde bir proteinin otomatik olarak analizini yapan ve aminoasit dizilimini yazıya döken cihazlar geliştirilmiştir.

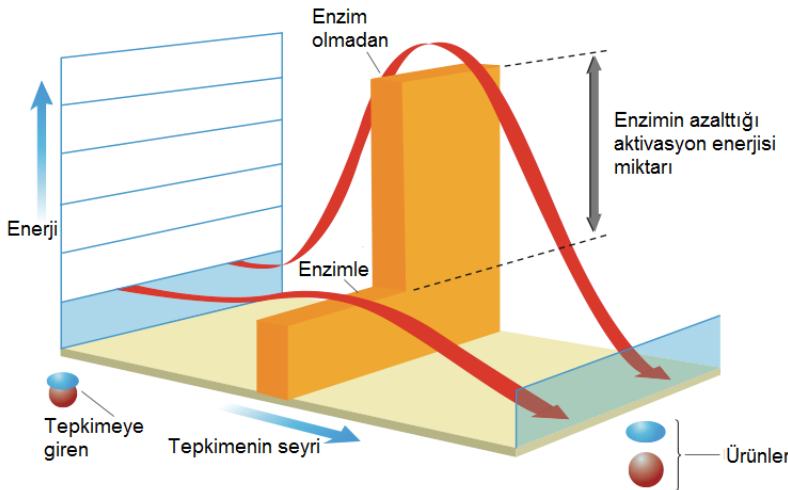
ENZİMLER

3-16 Enzimlerin yapısı ve önemi

Enzimler, canlı hücrelerde sürdürülen canlılıkla ilgili kimyasal tepkimelerin yürütülmesine olanak veren protein maddeleridir. İnorganik maddelerin kimyasal tepkimeleri ile canlılardaki organik bileşiklerin tepkimeleri arasında çok büyük fark vardır.

Canlılardaki kimyasal tepkimeler farklıdır. Bazen, glikozun, enerji vermek için hücre içinde "yandığını" söylüyoruz. Fakat, bu "yanma" onlarca küçük kademede meydana gelir. Bu basamaklardan bazısında bir molekülün küçük bir parçası harcanır. Diğerinde, atomların küçük bir grubu katılır. Bir diğerinde, sadece atomlar molekül içinde yeniden düzenlenir. Bu basamaklar, son derece dakik ve doğru düzen içinde olmalıdır. Bunlar aynı zamanda hücre içindeki olağan sıcaklıkta meydana gelmeli ve büyük miktarlarda ısı oluşmamalıdır. Aksi halde hücre tahrip olur.

Enzimler, canlı hücrelerde bu işlemlerin tamamına olanak verir. Tepkimenin her bir basamağına neden olan belirli bir enzim vardır. Enzimler bir kimyasal tepkimeye, sadece meydana gelmesine yetecek uzunlukta, geçici olarak katılırlar. Enzimler tepkime ile değişmezler. Diğer moleküllerle aynı kimyasal basamakta defalarca kullanılmak üzere oldukları gibi kalırlar. Kendisi değişmeden, bir tepkimeye etki eden bir maddeye **katalizör** denir. Enzimler canlı hücrelerde kullanılan organik katalizörlerdir. Enzimler kimyasal tepkimenin başlaması için gerekli olan en düşük enerji miktarı olan **aktivasyon enerjisi**ni azaltarak tepkime hızını artıran biyolojik katalizörlerdir (Şekil 3-19).

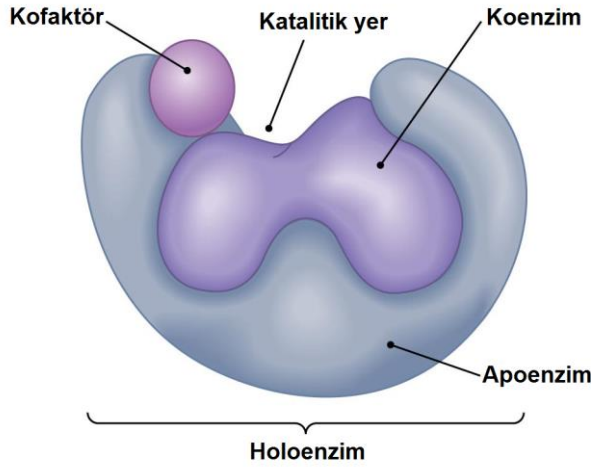


Şekil 3-19. Enzimin aktivasyon enerjisini azaltması

Enzimler protein yapılı organik moleküllerdir. Canlı hücrelerde, DNA'daki kalıtsal bilgiye göre sentezlenirler. Enzimler yapısına göre basit ve bileşik enzimler olarak ayrılabilirler. Basit enzimler sadece proteinden yapılmış olan enzimlerdir. Pepsin ve üreaz bu tür enzimlerdir. Protein molekülü yanında yardımcı bir kısımdan oluşan enzimler bileşik enzimlerdir. Proteinden oluşan kısım apoenzim adını alırken, yardımcı kısım kofaktör olarak adlandırılır. Kofaktör organik ya da inorganik yapılı olabilir. Enzim etkinliğinde görev yapan Fe^{+2} , Mg^{+2} ve Zn^{+2} gibi iyonlar inorganik kofaktörlerdir. Kofaktörler organik yapılı ise koenzim adını alır. B grubu vitaminlerin çoğu koenzim olarak görev yapar. Bileşik enzimlerde, apoenzim etki edeceği maddeyi (substrat) belirlerken, koenzim ya da kofaktör kısmı enzimlerin esas iş yapan bölümünü oluşturur. Bu kısım enzimin protein

olan bölümünden daha küçüktür (**Şekil 3-20**). Bir apoenzim, belirli bir koenzim ya da kofaktörle çalışır. Fakat bir koenzim ya da kofaktör birden fazla apoenzimle çalışabilir. Bu nedenle hücrelerde bulunan apoenzim çeşidi, koenzim yada kofaktör çeşidinden fazladır. Besinlerle beraber yeterli oranda vitamin ya da mineral alınmazsa, bazı enzimler iş göremeyeceğinden metabolik aksaklıklar sonucunda bazı hastalıklar ortaya çıkar.

Enzimin etki ettiği maddeye, enzimin **substrat**'ı denir. Enzimlerin adları çoğunlukla -az son eki ile biter. Adlarını çoğu kez substratın adından alırlar. Örneğin, maltoz'un iki glikoz molekülüne parçalanmasında rol oynayan enzime maltaz denir. Proteinleri daha kısa polipeptitlere veya ayrı amino asitlere yıkan enzimlere proteaz'lar denir. Lipidleri yıkan enzimlere lipaz'lar denir.



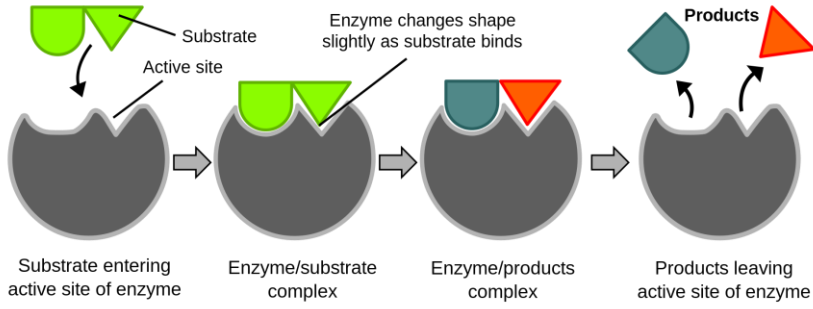
Şekil 3-20. Bir holoenzimde apoenzim ve koenzim

3-17 Enzimlerin Çalışması

Deneyler, enzimlerin katalizörler olarak davranmadaki yeteneklerinin şekillerine bağlı olduğunu göstermiştir. Her bir enzimin yüzeyinin bir yerinde **aktif yer** denilen bir bölge vardır. Substrat molekülleri aktif yerin şekline uyarlar (**Şekil 3-21**).

Substrat molekülü, enzimin aktif yeri ile temas ettiğinde, onunla geçici bir birleşme oluşturur. Buna *enzim-substrat kompleksi* denir. Bu sırada, enzim substrat molekülündeki bağları yıkarak onu daha küçük iki moleküle ayırabilir. Bir enzim, iki molekülün birleşmesine de neden olabilir. Bu durumda iki substrat vardır. Her biri yakın temasa gelecek şekilde aktif yere yerleşirler. Bu, iki substrat molekülünün birleşip, bağ oluşturmaya olanak verir.

Bir aktif yerde enzim ve substratın birbirine uyduğunu kabul eden enzim etkinlik kuramına, *kilit-ve-anahtar örneği* adı verilir. Anahtarın çıkıntılı yüzü sadece bir kilidi açabilir. Benzer şekilde, bir enzimin aktif yerinin şekli sadece belirli bir sustratın şekline uyar. Böylece, her bir enzim ortamdaki substratlardan sadece birinin tepkimesini katalizleyebilir.



Şekil 3-21. Enzim çalışmasında kilit-anahtar modeli

Enzimler hiçbir değişime uğramadan tepkimelerden ayrılırlar. Bu nedenle aynı tepkime çeşidinde defalarca kullanılabilirler. Yapısı bozulan enzimler yıkılır ve yeniden sentezlenir. Enzimler genelde belirli bir tepkimeye özgüdür. Bu nedenle her hücrede tepkime çeşidi kadar enzim çeşidi bulunur. Enzimlerin çoğu tersinirdir. Tepkimeleri iki yönlü gerçekleştirirler. Kırmızı kan hücrelerinde karbondioksit taşınımında görev alan karbonik anhidraz enzimi tersinir çalışan enzimlere örnektir (Şekil 3-22). Sindirim enzimleri tersinir değildir. Tepkimeleri tek yönlü gerçekleştirirler.

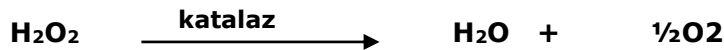


Şekil 3-22. Karbonik anhidraz enziminin çalışması

3-18 Enzim İşleyişinin Özellikleri

Aşağıdaki ifadeler, enzim faaliyeti için çoğunlukla geçerlidir.

Az miktarda enzim, çok miktarda substratın tepkimesine neden olabilir. Bir enzim-substrat kompleksinin oluşması ve tepkimenin meydana gelmesi için gerekli zaman çok kısadır. **Enzimler çok hızlı çalışırlar.** Tek bir enzim molekülü, her bir saniyede binlerce substrat tepkimesini katalizleyebilir. Örneğin, hücresel solunum sonucu zehirli bir molekül olan hidrojen peroksit (H_2O_2) oluşur. Karaciğer hücrelerinde katalaz enziminin varlığında saniyede beş milyon H_2O_2 , su oksijene yıkılabilir. Katalaz enziminin yokluğunda aynı miktarda H_2O_2 'nin yıkımı üç yüz yıl alır. Bu yüzden, herhangi bir enzimin, belirli bir anda sadece küçük bir miktarının hücre içinde bulunmasına gereksinim duyulur.



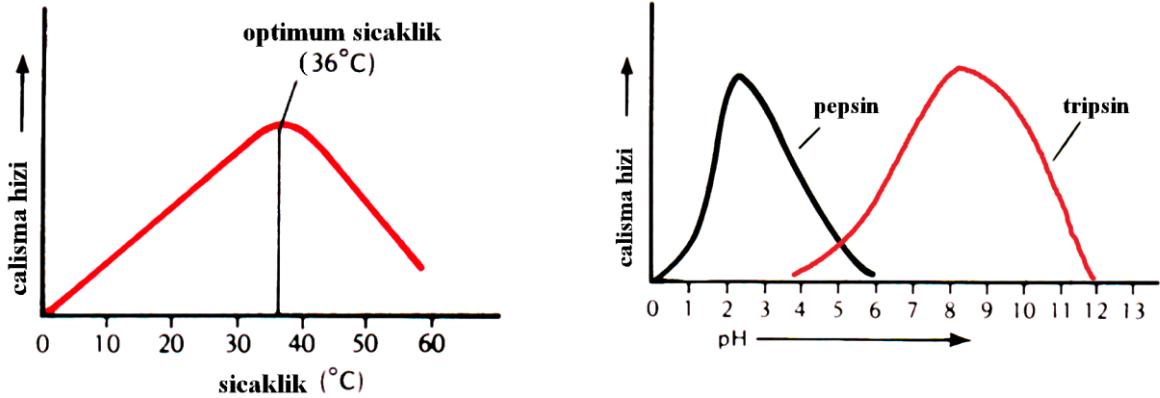
Enzimler, hücre tepkimelerinin uygun sıcaklıklarda yürütülmesine olanak verir. Olağan sıcaklıklarda çok yavaş oluşan pek çok kimyasal tepkime, sıcaklığın artırılması ile hızlandırılabilir. Ancak, yüksek sıcaklıklar canlı hücreleri yok edebilir. Enzimler, yüksek sıcaklıklara gerek olmadan hücredeki tepkimeleri hızlandırabilir.

Enzimler belirli sıcaklıklarda en iyi çalışırlar. Enzim faaliyeti, substratları enzimle temasa getiren, moleküllerin rasgele hareketine bağlıdır. Bu rasgele hareket, sıcaklık yükseldikçe artar. Eğer sıcaklık düşükse, enzim-substrat kompleksinin oluşum oranı

düşük olacaktır (Şekil 3-23). Bu yüzden, enzimin etkisi azalacaktır. Biraz daha yüksek sıcaklıklarda, kompleks daha hızlı bir oranda oluşacağından, enzim daha etkin olur. Ancak, daha da yüksek sıcaklıklarda, enzim proteini yıkılmaya başlar, bu işleme denaturasyon denir. Enzim molekülünün şekli değişir, aktif yeri artık substrat molekülüne bağlanamaz ve etkinliğini yitirir. Bu yüzden, enzim etkinliğinin en yüksek olduğu belirli bir sıcaklık -optimum sıcaklık- vardır. Canlı hücrelerde enzimler için optimum sıcaklıklar, çoğunlukla doğal hücre sıcaklığına yakındır.

Her enzim belirli bir pH 'da en iyi çalışır. Bir enzimin etkinliği çevre ortamın pH 'sına bağlıdır (Şekil 3-24). Örneğin, insan midesinin içeriğinin pH 'sı az asittir. Midede, proteinlerin sindirimini başlatan pepsin enzimi bu pH düzeyinde en çok etkilidir. Bağırsak pH 'sı az baziktir. Burada proteinlerin sindirimini devam ettiren tripsin enzimi en iyi çalışır.

Bir enzimin denetlediği tepkimenin oranı, enzim ve substratın konsantrasyonlarına bağlıdır. Eğer nispeten az enzim varsa, belirli bir sürede etki edeceği substrat molekülü sayısı sınırlıdır. Enzim miktarının artması, meydana gelecek tepkime ürünlerinin oranını arttıracaktır (Şekil 3-25). Bununla birlikte, bütün substrat molekülleri faal hale getirildiğinde, enzim konsantrasyonunun biraz daha arttırılmasının son ürün üzerinde çok az veya hiç etkisi olmayacaktır. Aynı şekilde, tüm enzim ve substrat moleküllerinin tepkimede oldukları anda, daha fazla substratın katılmasının da ürün oranı üzerinde etkisi olmayacaktır (Şekil 26).



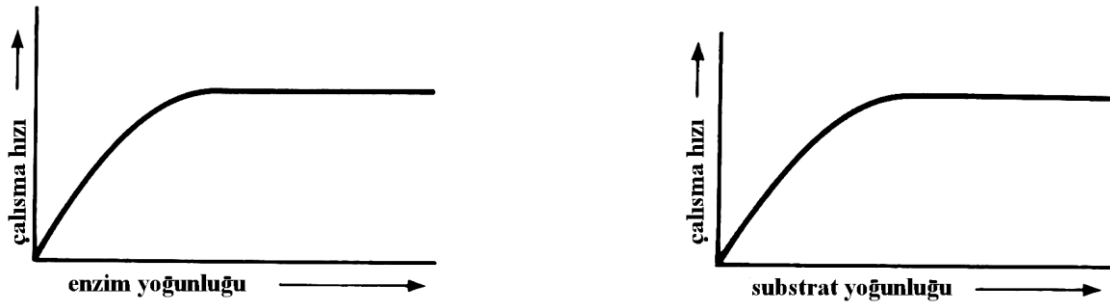
Şekil 3-23. ve 3-24. Sıcaklık ve pH'nın enzim çalışma hızına etkisi

Enzimler substratı dış yüzeylerinden başlayarak etkiler. Substrat yüzey alanı arttıkça enzim etkinliği de artar ve tepkime hızlanır. Besinlerin mekanik olarak parçalanması enzimin etki edeceği yüzey alanını artırarak enzim etkinliğinin artmasına ve sindirimin daha kısa ürede tamamlanmasına neden olur.

Enzimlerin etkinlik gösterebilmeleri için ortamda belirli oranda suyun bulunması gerekir. Genellikle suyun derişiminin %15'in altında olduğu ortamlarda enzimler görev yapamazlar. Besinlerin kurutulularak saklanması ve reçel ve marmelatların bozulmadan kalabilmesi su içeriklerinin belirli oranın altında olması ile ilgilidir. Bu yollarla besinlerin su

içeriği %15'in altına düşürüldüğünden mikroorganizmaların bozulmaya neden olan enzimleri iş göremez. Böylece besinler uzun süre bozulmadan saklanabilir.

Enzimlerin etkinliğini arttıran maddelere aktivatör adı verilir. Aktivatör, kimyasal bir madde ya da başka bir enzim olabilir. Kalsiyum ve magnezyum gibi bazı iyonlar aktivatör maddelere örnektir. Enzim etkinliğini azaltan veya durduran maddelere inhibitör adı verilir. Siyanür, kurşun ve cıva gibi ağır metal iyonları inhibitör maddelerdir. **Bazı zehirler inhibitör olarak etki ederler.** Doğrudan enzimin aktif yerine bağlanarak enzim ile substratın birleşmesini engelleyen maddeler kompetatif inhibitörlerdir. Enzimin başka bir bölgesine bağlanarak aktif yerin şeklinin değişmesine ve enzimin substrata bağlanamamasına neden olan maddeler kompetatif olmayan inhibitörlerdir.



Şekil 3-25, 26. Enzim ve Substrat Yoğunluğunun Enzimin Çalışma Hızına Etkileri

Bazı enzimler, görev yapmak için **koenzim** denilen maddelere gereksinim duyarlar. **Koenzimler**, enzimlerin katalitik işlevlerini yapmalarına olanak veren, **protein olmayan organik maddelerdir**. Bazı koenzimler enzim yapısına katılır. Diğerleri başka moleküllerdir. Enzim-substrat kompleksinin oluşması sırasında, koenzim tepkimeye yardım edecek şekilde değişmektedir. Koenzim, tepkimeden sonra orijinal şeklini yenilemektedir. Bazı vitaminlerin koenzim oldukları veya koenzimlerin hücre içinde onlardan yapıldığı için vücutta gerekli oldukları artık bilinmektedir.

Bazı enzimler hücre içinde işlev görür, diğer bazıları hücre dışında görev yapar. Bir canlı organizmadaki tüm enzimler, organizmanın hücreleri tarafından yapılır. Bu enzimlerin pek çoğu yapıldıkları hücre içinde kullanılır. Bunun yanında, bazı enzimler hücre dışındaki tepkimeleri katalizlemek için hücre dışına gönderilirler. İnsanın sindirim sisteminde üretilen bütün sindirim enzimleri bu çeşittir. Örneğin, pepsin mide duvarındaki salgı hücrelerinin içinde yapılır. Daha sonra hücreden dışarı salınır ve midedeki besinlere karıştırılır. Burada besinlerdeki proteinler daha sonra hücre zarından absorbe edilebilecek ve kan dolaşımına geçebilecek daha basit moleküllere parçalanır. Hücre dışı enzim faaliyetinin diğer bir örneği, mantarların sindirimidir.

3-18 Vitaminler

Temel besin maddelerinden olan vitaminler sağlıklı olmak için gereklidirler (Şekil 3-27). Küçük molekül yapısında olduklarından hücre zarından geçebilirler. Düzenleyici olarak görev yapan ve hastalıklara karşı vücut direncini arttıran organik moleküllerdir. Vitaminler koenzimdirler veya koenzimlere dönüştürülürler ve hücrelerde metabolik tepkimeleri katalizlemek için belirli enzimlerle birlikte işlev görürler. Belirli bir vitaminin eksikliği, besin yetersizliğinden kaynaklanan belirli bir hastalığın gelişmesine öncülük eder.



Şekil 3-27. Vitaminler

Bitkiler ihtiyaç duydukları vitaminleri sentezleyebilirler. Hayvanlar vitamin ihtiyaçlarını yedikleri besinlerden karşılarlar. Bazı vitaminler provitamin olarak alınıp karaciğer, bağırsak ya da deride, vücudun kullanabileceği vitaminlere dönüştürülür. Vitaminler hücre yapısına katılmazlar. Birçok vitamin koenzim olarak kullanıldığından, bazı vitaminlerin eksikliğinde belirli enzimler görev yapamaz. Buna bağlı olarak bazı metabolik aksaklıklar ve hastalıklar ortaya çıkar.

Vitaminlerin, en azından belirli miktarlarının vücut için gerekli olduğu saptanmıştır. Bunun yanında, daha yüksek günlük dozların sağlık için daha yararlı olabildiği savı da bir tartışma başlatmıştır. ABD 'de Besin ve İlaç İdaresi (FDA) her bir vitamin için "önerilen günlük bir değer" belirlemiştir. Belirlenen bu miktarlar, normal bir insanda vitamin eksikliğinden bir hastalığın doğmasını önleyecek kadardır.

Diğer yandan, bazı beslenme uzmanları FDA'nın bu değerlerini çok düşük bulmaktadırlar. Hatta vitaminlerin daha yüksek düzeylerinin güvenli olduğu kadar, yararlı olduğunu da savunmaktadırlar. Diğer bir grup beslenme uzmanı, vitamin tedavisinin-bir

veya daha çok vitaminin yüksek dozları verilerek- vücut için çok çeşitli yararlar sağladığına inanmaktadır.

Ancak, vitaminlerin küçük dozlarının yararlı olduğu yerde, büyük dozlarının daha da yararlı olacağı, mutlaka doğru kabul edilmemektedir. Bazı vitaminler (**B** vitaminleri ve **C** vitamini) suda çözünür. Bu vitaminler yüksek dozlarda alındıklarında, fazlalıkları böbrekler tarafından vücuttan atılır. Vitamin terapistleri, suda çözünen vitaminlerin, fazlalıkları vücuttan atılabildiği sürece herhangi bir miktarlarının güvenli olduğunu savunmaktadırlar. Bu, **B** vitaminleri (B_1 , B_2 , $B_3=PP$, B_5 , B_6 , B_7 , B_9 , B_{12}) için doğru olabilir, ancak **C** vitamininin yüksek doz fazlalığının vücuttan atılabilmesinden önce bazı hastalık etkileri meydana getirdiğinin bir hayli kanıtları vardır.

A, **D**, **E** ve **K** vitaminleri yağda çözünürler. Yağda çözünen vitaminlerin fazlalıkları vücuttan basit şekilde atılmazlar. Aksine, yağ dokularında depolanır ve toksik düzeylere kadar biriktirilebilirler. **A** vitamini fazlalığı baş ağrılarına, mide bulantısına, ishal ve bitkinliğe neden olabilir. Sürekli yüksek dozlar beyin omurilik sıvısında basıncın artmasına ve beynin zarar görmesine neden olabilmektedir. İleri dozlarda **D** vitamini çocuklarda gelişmenin yavaşlamasına ve kalsiyum birikimine, yetişkinlerde ise çok ciddi böbrek hasarlarına neden olabilmektedir. Bazı araştırmacılar, herhangi bir miktarı zararlı görülen çok yüksek dozlardaki **E** vitamininin kanın pıhtılaşmasını kapsayan toksik etkilere de sahip olabildiğini kabul etmektedirler.

Sonuçta, sağlıklı kalmak için yüksek dozlarda vitaminler almamız gerekiyor mu sorusuna, pek çok hekim ve beslenme uzmanı, iyi ve dengeli beslenmenin, ihtiyacımız olan tüm vitaminleri sağladığı karşılığını vermektedirler. Dengeli besin alınmadığında, FDA'nın vitamin düzeylerini içeren günlük vitamin desteği önermektedirler. Bazı uzmanların, belli vitaminlerin yüksek dozlarının, iyi beslenen sağlıklı insanların durumu gibi yararlı olabileceği şeklindeki beyanları şüpheli bulunmaktadır. Suda çözünenler dahil, vitaminlerin böyle yüksek dozları zararlı olabilmektedir.

ÇEKİRDEK ASİTLERİ

3-19 DNA ve RNA'nın Yapısı

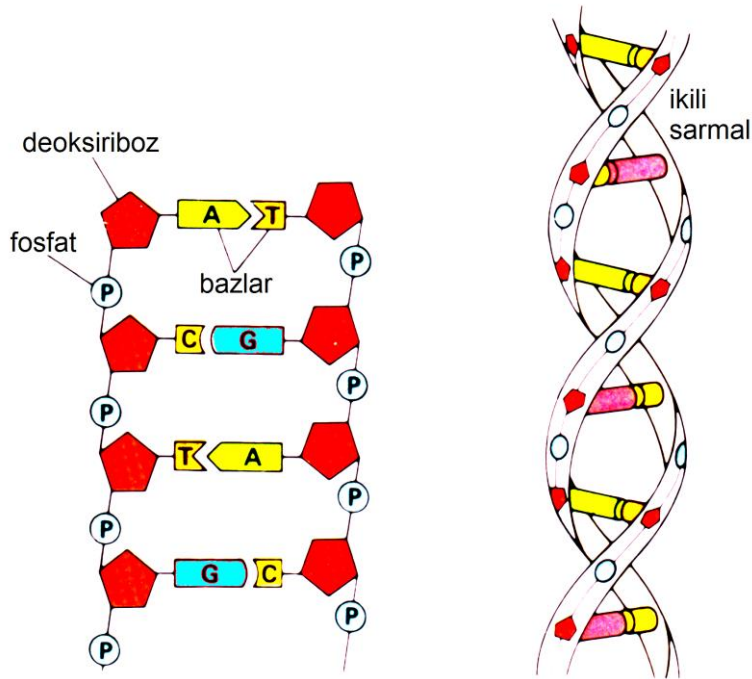
İki çeşit çekirdek asidi vardır. Birincisi **DNA**, *deoksiribonükleik asit*, diğeri **RNA**, *ribonükleik asittir*. Bu maddeler ilk olarak nükleus (çekirdek) adı verilen hücre kısmında bulunmuştur. Genel adları da buradan gelmektedir. DNA üreme sırasında bir dölden bir sonrakine aktarılan kalıtsal materyaldir. RNA ile birlikte çalışarak, bir organizmanın tüm hücrelerindeki gelişme ve faaliyetleri yönetir ve denetler. Bunun hangi yolla yapıldığı ileride ele alınacaktır.

Bir nükleik asit molekülünün genel yapısı, tekrarlanan birimlerin çok uzun bir zinciridir. Zincirin omurgası, bir biri ardına gelen iki kimyasal birimden meydana gelir. Bu birimlerden biri, 5-karbonlu şeker (DNA 'da deoksiriboz, RNA 'da riboz)'dir. Diğeri ise fosfat grubu, PO_4^- 'dur. İnsan hücrelerinde, bir tek DNA molekülü, bu birimlerden 3 milyar kadarına sahip olabilir.

Zincirin bir tarafı boyunca, şeker gruplarına ilişik, azotlu bazlar denilen kimyasal gruplar bulunur. DNA 'da zincire bağlanabilen yalnızca dört ayrı baz vardır. Bunlar adenin, timin, sitozin ve guanin'dir. Amino asitlerin bir polipeptit zincirde herhangi bir ardılıktaki sıralandığı gibi, bu dört çeşit baz DNA molekülü boyunca herhangi bir düzende ilişik olabilirler.

Bir DNA molekülü, ters zincirleri birbirine bağlayan bazların bulunduğu yan yana iki zincirden meydana gelir. Bu bağlanmada, bir adenin her zaman bir timine ve bir sitozin her zaman bir guanin'e bağlıdır (Şekil 3-28). Molekülün tamamı iki katlı heliks denilen sarmal şeklindedir. İki katlı heliks kendi etrafında pek çok defa sarmal yapmıştır. Bir insan DNA molekülü düz bir hat boyunca uzatıldığında yaklaşık 4 cm uzunlukta olabilmektedir. Tekrarlanan sarmallarla hücre içerisindeki çok küçük yapılara uyabilmektedir.

Bir RNA molekülü kimyasal bileşimi bakımından DNA 'ya benzer, fakat belirli farklılıkları vardır. RNA molekülü bazların sadece bir zincirinden, ya da örgünün bir kolundan ibarettir. RNA 'daki şeker, deoksiriboz değil, riboz'dur ve timin bazının yerini urasil almıştır. RNA protein sentezine katılmaktadır.



Şekil 3-28. DNA Molekülü

4 HÜCRE

HÜCRENİN YAPISI VE İŞLEVLERİ

4-1 Hücre Teorisini Özeti

Bütün canlılar hücre adı verilen küçük bağımsız birimlerden yapılmıştır. Bazı organizmalar sadece bir hücreden ibarettir. Diğerler bazıları milyarlarca hücre içerir. Kısaca, her durumda, organizmanın canlılık işlemleri doğrudan doğruya onun hücreleri tarafından yürütülmektedir. Canlılardaki işleyişi anlamak için, önce hücre içinde olanları anlamak gerekir.

Hücre teorisi olarak adlandırılan düşünceler şunlardır:

1. *Bütün organizmalar bir veya daha fazla hücreden ve bu hücrelerin ürünlerinden meydana gelir.* Bir organizma bir tek hücre olabilir. Bunun örnekleri amip, paramesyum ve bakterilerdir. Çok hücreli organizmalarda, hücreler tarafından yapılan hücreler arası materyal bulunabilir.
2. *Bütün hücreler canlılık işlemlerini kendileri yürütürler.* Çok hücreli bir organizmanın canlılık işlemleri, ayrı hücrelerin etkinliklerinin toplam sonucudur.
3. *Yeni hücreler, hücre bölünmesi ya da üreme işlemi ile ancak diğer canlı hücrelerden oluşabilirler.* Çok hücreli bir organizmanın üremesi, belirli hücrelerinin üremesi ile yerine getirilir.

4-2 Hücrelerin Genel Özellikleri

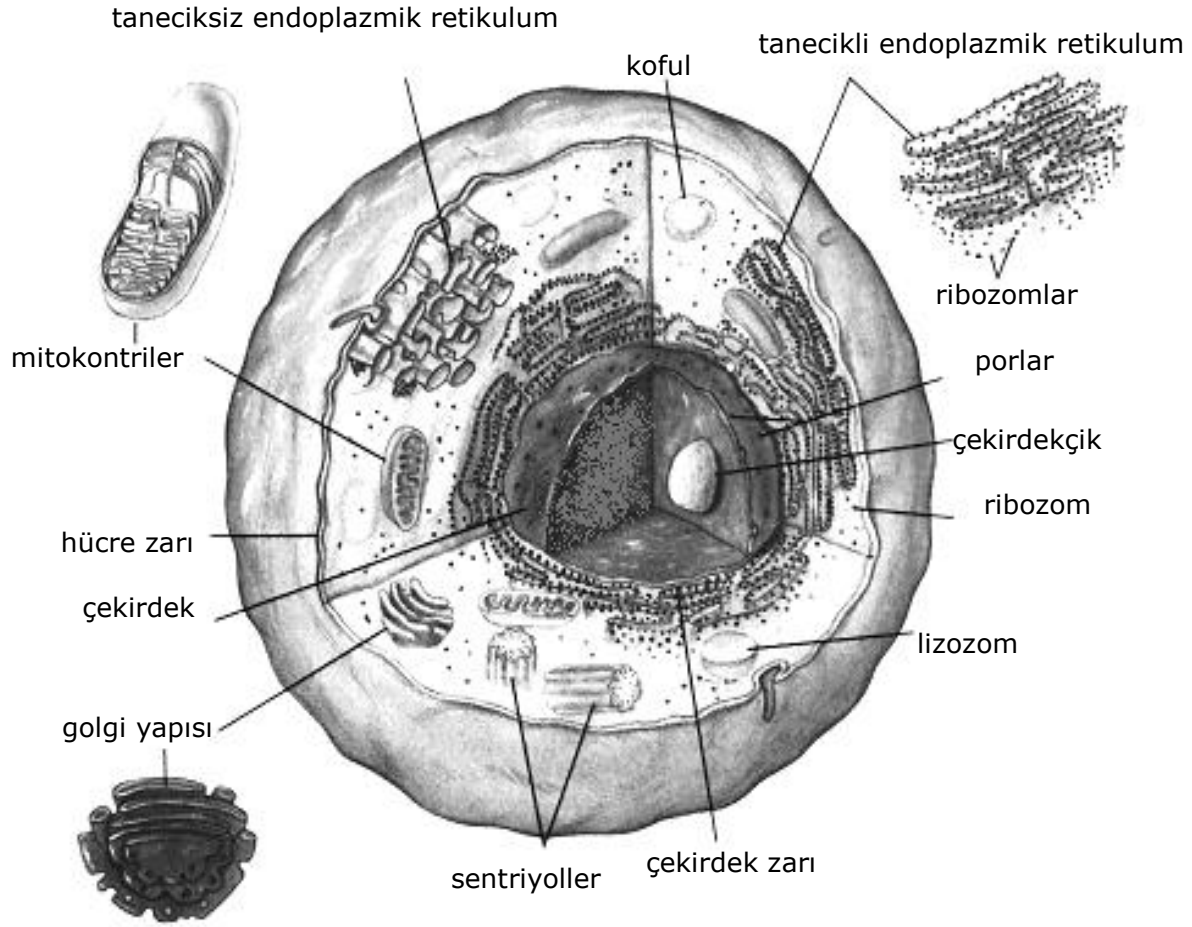
Canlılık için gerekli bütün işlemler hücreler tarafından yürütülür. Ayrıca, çok hücreli organizmaların hücreleri, genellikle belirli işlevler görmek üzere çok özelleşmiştir. Mesajları taşıyabilen sinir hücreleri, kasılabilen kas hücreleri, belirli maddeleri üretebilen salgıbezi hücreleri gibi çeşitleri mevcuttur. Bir hayvan hücresinin genel yapısı [Şekil 4-1'de](#) gösterilmiştir.

Hücreler, içyapıları kadar büyüklük ve şekil bakımından da değişiktir. Hücrelerin çapı, çoğunlukla 10 ile 30 mikron arasındadır. Diğer yandan, tavuk yumurta hücreleri uçtan uca 6 cm olabilmekte ve bazı sinir hücreleri 1 metreden uzun uzantılara sahip olabilmektedir.

Bütün hücreler, hücre içeriğini çevresinden ayıran bir hücre zarı ile kuşatılmıştır. Bakteriler ve mavi-yeşil algler dışında, bütün hücreler zarla sınırlı bir çekirdek içerirler. Hücre zarı ile çekirdek arasındaki boşluğu dolduran akıcı materyale **sitoplazma** denir.

Bitkilerin ve çeşitli mikroorganizmaların hücreleri, hücre zarının dış tarafındaki bükülmez bir hücre duvarı ile çevrilidir. Hücre duvarı, hücreye şeklini verir ve mekanik koruma da sağlar. Bitkilerde **hücre çeperi** adı verilen bu duvar çoğunlukla selülozdan

meydana gelmiştir. Diğer organizmalarda başka bileşikler içerebilir. Hayvan hücrelerinin hücre duvarı yoktur.



Şekil 4-1. Bir Hayvan Hücresinin Genel Yapısı

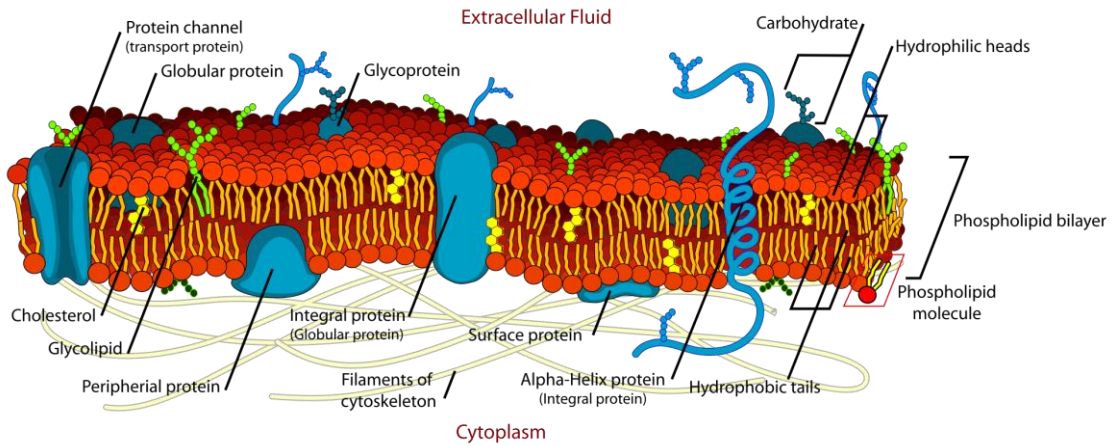
4-3 Hücre Zarı

Hücre ya da plazma zarı, hücreyi, onu kuşatan çevreden ayırır. Hücreye giren ve çıkan materyallerin hareketini denetleyerek, hücre içeriğinin kimyasal olarak çevreden farklı olmasını sağlar. Homeostasis'i sürdürmek için, hücrenin iç koşullarını korumak da onun işlevidir.

Hücre zarının geçirgenliği. Hücre zarı seçici geçirgen ya da yarı geçirgendir. Şöyle ki, bazı maddeler içinden serbestçe geçer. Diğer maddeler sadece çok az bir kapsamda ve yalnız belirli zamanlarda geçebilirler. Diğer bazı maddeler ise, bu zardan asla geçemezler. Seçici geçirgenliğinden dolayı, hücre zarı, hücrenin kimyasal bileşimini düzenler. Zarın yarı geçirgen yapısı moleküllerinin kimyasal ve elektriksel özelliklerinin sonucudur. Hücre zarından materyallerin geçişi bu bölümün sonunda tartışılacaktır.

Hücre zarının yapısı. Hücre zarı asıl bileşenler olan lipidler ve proteinler ile karbonhidratlardan meydana gelen iki katmanlı bir yapıdır. Bu iki katman, lipidler ve onların içine gömülü olan proteinlerdir (Şekil 4-2). Zarda en fazla bulunan lipidler,

fosfolipitlerdir. Hücre zarının yapısını açıklayan en geçerli model akıcı mozaik zar modelidir. Bu modele göre fosfolipitler iki sıralı olup hareket halindedir. Proteinlerin bazıları, iki katlı zarın dıştaki, bazıları içteki yüzündedir ve bazıları da iki katman arasında uzanarak zardan taşar. Hücre zarının elektron mikroskopisinde ortada ince bir katman görünür. Bu orta katman lipid moleküllerinin son kısımlarından meydana gelir. Fosfolipitlerin kuyruk kısımları, molekülün geri kalan kısmından kimyasal olarak farklıdır. Farklı boyalı olduklarından, bir orta katman görünüşü meydana getirirler. Fosfolipitlerin hidrofilik baş kısımları su ile temas ederken, hidrofobik kuyruk kısımları su ile temasta değildir. Bu nedenle iki fosfolipit katmanı arasında su yoktur.



Şekil 4-2. Hücre Zarının Yapısı

Zar proteinlerinin, zardan madde geçişinin denetlenmesinde önemli oldukları kabul edilmektedir. Bazı hücrelerde zar proteinleri, çeşitli iyonların hücre içine ve dışına pompalanmasına katılır. Sinir hücrelerinde, hücre zarları boyunca ileti ya da impulsların iletimine katılırlar. Karbonhidratlar proteinlere bağlanarak glikoproteinleri, lipitlere bağlanarak glikolipitleri oluşturur. Glikoproteinler hücrelerin birbirini tanımada, hücre zarının seçici geçirgenliğinde ve hormonların tanınmasında görev alır.

Hücre zarındaki glikoprotein ve glikolipit moleküllerinin farklı dağılımı ve sayısı hücrenin özgünlüğünü sağlar. Bu nedenle farklı canlıların hücre zarları farklı yapıda olduğu gibi, aynı canlının farklı dokularında bulunan hücrelerin zarları da farklı yapıda olabilir. Örneğin hipofiz bezinin ürettiği tiroit uyarıcı hormonu (TSH), kanla tüm vücuda dağıldığı halde sadece, tiroksin hormonu salgılayan tiroit bezindeki hücrelerin zarlarındaki reseptörler tarafından tanınır.

4-4 Çekirdek

Hücre çekirdeği, **nükleus** (çoğul, nuclei) iki kat bir zarla çevrili, yuvarlak, yoğun bir yapıdır. Çekirdek, hücre metabolizması ve üremesinin idare merkezi olarak hizmet görür. Yerinden çıkarılırsa hücre ölür.

Çekirdek zarı, hücre zarı gibi, seçici geçirgendir. Hücre zarından farklı, çekirdek zarı iki kat bir zardır ve elektron mikroskopisinde görülebilecek iyice ayrılmış porları vardır. Porlar belirli maddelerin nükleus içine giriş ve çıkışını denetler. Çekirdek zarının seçici geçirgenliği çekirdek içeriği, nukleoplazmanın, hücrenin diğer kısmından kimyasal olarak farklı kalmasına izin verir.

Çekirdek içinde bir veya daha fazla çekirdekçikler, **nucleoli** (tekil, nucleolus) vardır. Bunlar hücre bölünmesinin başında kaybolan ve sonunda yeniden beliren yoğun, granüler yapılardır. DNA, RNA ve proteinden yapılırlar. Çekirdekçikler ribozomların üretilme yerleridir.

Hücre bölünmeleri arasındaki dönemler süresince, çekirdek plazmasının çoğu kromatin'den ibarettir. *Kromatin*, uzun, çok ince lifler şeklinde *kromozom* materyalidir. Hücre bölünmesi sırasında, kromatin iplikçikleri sarılarak kısalır ve ayrı kromozomlar olarak açıkça görülebilecek kadar kalınlaşır. Kromozomlar hücrenin kalıtsal materyalini içerirler. Çekirdekçikler yoğunlukla özel bir kromozomun belirli bir yerinde meydana gelirler. Bu alana *nucleolar organizier* denir.

4-5 Sitoplazma

Hücre zarı ile çekirdek arasında, hücre içindeki tüm materyaller **sitoplazma**dır. Sitoplazma, hücre metabolizmasına katılan pek çok maddenin çözündüğü sulu bir materyaldir. Hücre metabolizmasının kimyasal tepkimelerinin pek çoğu, sitoplazma içinde meydana gelir. **Organeler** denilen bir çeşit özelleşmiş yapılar da sitoplazmada bulunur (Şekil 4-3). Her çeşit organel hücre metabolizmasında özel bir işlevi yürütür.

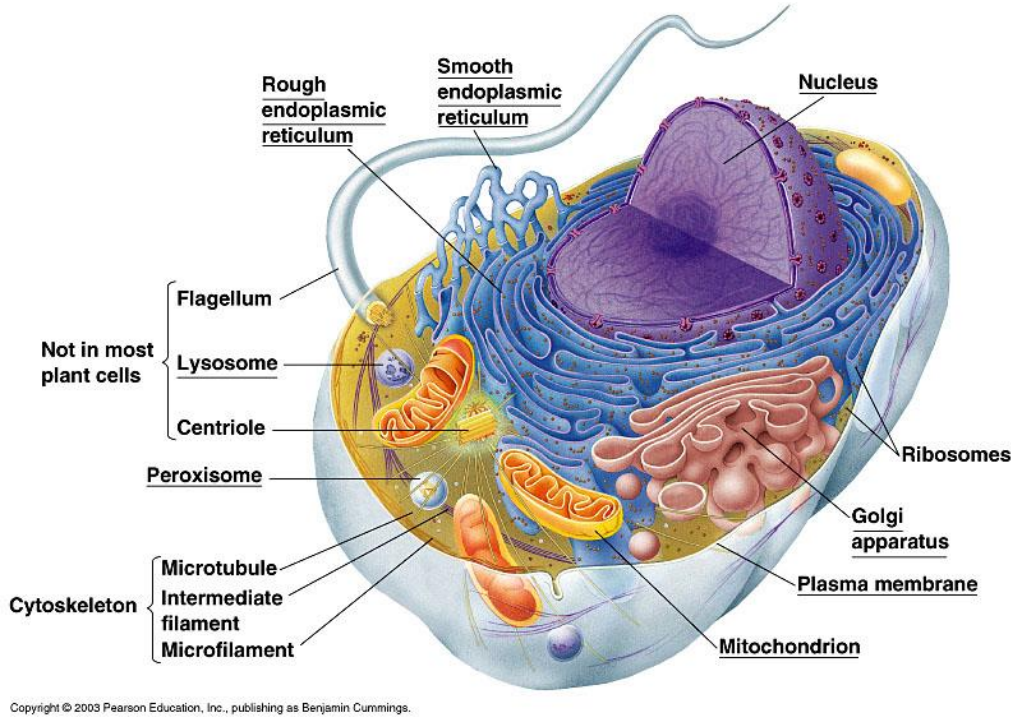
4-6 Endoplazmik Retikulum ve Ribozomlar

Endoplazmik retikulum, akışkan dolu kanallar veya zarlarla kuşatılmış kanallar sisteminden meydana gelmiştir. Endoplazmik retikulumun kanalları, hücre içinde materyallerin taşınması için bir yol olarak hizmet görür. Ağ örgüsünün zarları, pek çok biyokimyasal tepkimenin meydana geldiği geniş bir yüzey alanı sağlar. Ayrıca, endoplazmik retikulum hücreyi, bir takım kimyasal tepkimelerin aynı anda yürütmesine olanak veren bölmelere ayırır veya böler.

Endoplazmik retikulumun zarları, hücre zarı ve çekirdek zarına benzer yapıdadır. Endoplazmik retikulum zarları, gözleendiği yerlerde çekirdek zarının dış kısmına kadar süreklidir. Elektron mikroskopisinde endoplazmik retikulumun pürüzlü veya düzgün bir görünüme sahiptir. Pürüzlü endoplazmik retikulumda, zarların dış yüzeylerine ribozom denilen küçük tanecikler dizilidir. Ribozomlar, zara, tanecikli (granüllü) bir görünüş verir. Pürüzsüz endoplazmik retikulumda ribozomlar yoktur.

Ribozomlar, hücrede protein sentez yerleridir. Ribozomlar, sitoplazmada serbest olarak ve endoplazmik retikulumun zarlarına dizili olarak bulunur. Hücre dışına gönderilecek proteinlerin sentezine katılan hücrelerde, ribozomların başlıca bağlanma

yeri, endoplazmik retikulumun zarlarıdır. Bu proteinler, kendilerini hücre zarına ve hücrenin dışına taşıyan bu zarların arasından kanalların içine geçerler. Protein sentezi ürünlerinin hücre içinde kullanılacağı yerlerde, ribozomlar genellikle sitoplazma içinde serbest olarak bulunurlar. Serbest ribozomlarda sentezlenen proteinler, çoğunlukla hücre sitoplazmasında görev yapan enzimlerdir.

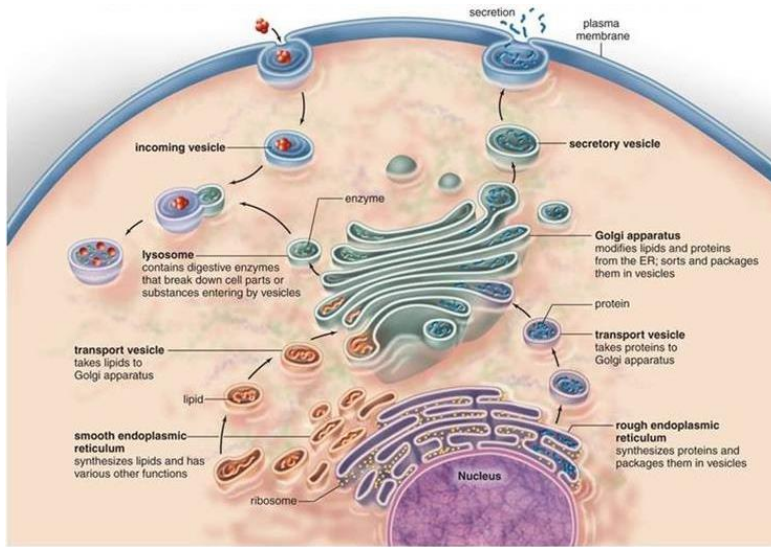


Şekil 4-3. Genel hücre organelleri, endoplazmik retikulum ve ribozomlar

4-7 Golgi Aygıtı

Golgi yapıları, yassı kesecikler ve küçücük küresel torbacıklar veya kabarcıklardan ibaret bir zar yığınının meydana gelmiştir. Golgi yapıları, hücrenin salgısal ürünlerini işleyen, hazırlayan ve depolayan merkezler olarak hizmet görürler. Hayvan hücrelerinin, çoğunlukla çekirdeğin yakınına yerleşmiş, yalnız bir Golgi aygıtı bulunur. Bitki hücrelerinin birkaç yüz Golgi yapısı bulunabilir.

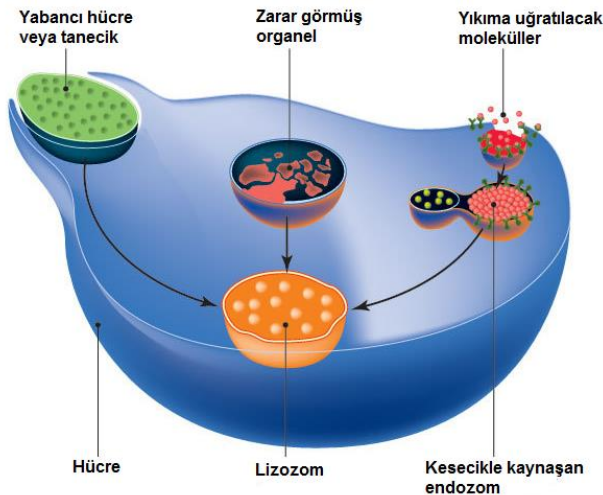
Araştırmalarda, Golgi yapısı ile endoplazmik retikulum arasında ilişkiler saptanmıştır. Endoplazmik retikuluma bağlı ribozomlarda sentezlenen proteinlerin endoplazmik retikulumun kanallarından Golgi yapılarına geçtiklerinin kanıtı vardır. Öyle ki, endoplazmik retikulum üzerinde sentezlenen protein, bazı birimlerin eklenmesiyle bu keseciklerde toplanır. Kesecikler, zarlarının eriyip hücre zarı ile kaynaştığı hücre yüzeyine göç ederler. Kesecik içindeki materyaller daha sonra hücre dışına verilirler. Proteinlerden başka hücre salgı ürünleri de Golgi yapısında toplanabilir (şekil 4-4). Bitki hücrelerinde, Golgi yapıları hücre duvarı materyalinin bir araya getirilmesi ile ilgili oldukları düşünülmektedir.



Şekil 4-4. Golgi aygıtının görevleri

4-8 Lizozomlar

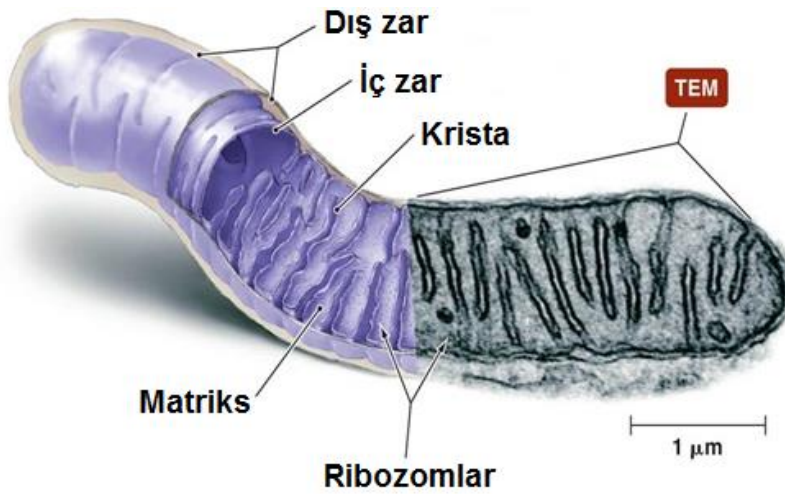
Lizozomlar tek bir zarla çevrilmiş, küçük kesecik şeklinde yapılardır. Bu organeller kuvvetli sindirici ya da hidrolitik enzimler içerirler. Lizozomların Golgi yapıları tarafından meydana getirildiği düşünülmektedir. Pek çok hayvan hücresinde ve bazı bitki hücrelerinde bulunurlar. Birhücreli organizmalarda, lizozomlar hücre içinde besinlerin sindirimine katılırlar. Çok hücreli organizmalarda, lizozomlar farklı bazı işlevleri yerine getirirler (Şekil 4-5). Çok eskimiş hücre organellerini parçalarlar. Bazı hayvanlarda vücudu hastalıklara karşı savunan yapıların parçasıdır. Lizozomlar, hastalık etmeni bakterileri fagositoz ile yutan beyaz kan hücrelerinde bulunurlar. Akyuvarlar içindeki lizozomlar bakterileri yıkarak etkisiz hale getirirler. Lizozomlar gelişme ile ilgili bazı işlemlere de katılırlar. Örneğin, larvadan (iribaş) ergine bir kurbağa gelişirken, kuyruğunu kaybeder. Lizozomların kuyruğun sindirimi ve emilimi ile ilgileri vardır.



Şekil 4-5. Lizozomun bazı işlevleri

4-9 Mitokondriler

Mitokondriler (tekil, mitochondrion) iki zarla çevrili, yuvarlak veya terlik şeklinde organellerdir (Şekil 4-6). İçteki zar, mitokondrinin içinde uzanan tarak şeklindeki kıvrımları, **krista**'ları (cristae) yapan çok katlar meydana getirir. Tüp şeklinde olan kıvrımlara borucuk anlamına **tubulus** denir. Mitokondrilerin kristaları pek çok biyokimyasal tepkimenin meydana geldiği çok geniş bir yüzey alanı sağlar. İçteki zarın kıvrımları elektron taşıma sisteminin enzimlerini; aradaki sıvı kısmı **matriks** ise mitokondri içine giren maddeleri parçalayacak enzimleri taşır. Kas hücreleri gibi çok enerji kullanan etkin hücreler büyük miktarlarda mitokondriler içerirler. Çünkü hücrenin ihtiyacı olan enerjinin çoğu mitokondrilerde açığa çıkarılır, bu organelle çoğunlukla hücrenin enerji santrali denir. Mitokondrilerde veya hücrenin başka yerinde besinlerden enerji açığa çıkarılması işlemine **hücre sel solunum** adı verilir. Faaliyetlerine bağlı olarak, tipik hücreler 300 ile 800 arasında mitokondriler içerirler. Hücre içinde mitokondriler, tek başına veya gruplar halinde yürüyen çoğunlukla hareket halindedirler. Bazen hücrenin en fazla enerjiye gereksinme gösteren noktalarında sürekli olarak toplanırlar. Hücre içinde özel yerlerde de bulunabilirler. Örneğin, kas hücrelerinde, mitokondriler kas hücresinin kasılmasına neden olan lifler üzerinde bulunabilir. Mitokondriler kendi DNA 'larını içerirler ve kendi kendilerini kopyalama yeteneğindedirler.



Şekil 4-6. Mitokondrium

Mitokondrinin içerisindeki sıvı ve zar ortamı kimyasal tepkimelerde önemli rol oynar. Hücrenin oksijenli solunum merkezidir. Yakıt maddesi olarak kullanılan karbonhidratlar, yağlar ve proteinler, mitokondrinin dışında bulunan enzimlerle daha küçük parçalara ayrılır. Yani karbonhidratlar pürvik asit, proteinler amino asit, yağlar yağ asidi şeklinde mitokondriye girerek ortama katılır. Buradaki enzimler, bu molekülleri daha küçük moleküllere parçalar. Bu olayda oksijen etkili rol oynadığından, bu tepkimelere **oksidasyon** denir. Meydana gelen son ürünler CO_2 ve H_2O 'dur. Bu arada enerji açığa

çıkar. Enerji serbest hale geçmez, kimyasal bağ halinde, daha doğrusu enerji bağı halinde **adenozin trifosfat**, yani **ATP** de depo edilir. Sonra bu yoğun enerji paketleri hücrenin gereksinim olan kısımlarına taşınır.

4-10 Mikrotubuluslar

Mikrotubuluslar uzun, oyuk, silindir şeklinde yapılardır. Hücreye şekil veren bir tür iskelet olarak hizmet gördükleri hücre sitoplazmasında bulunurlar. Sentriyolde, sillerde (cilia) ve flagellatlarda (flagella) bulunurlar ve hücre bölünmesi sırasında kromozomların hareketine de katılabilirler. Mikrotubuluslar **tubulin** denilen bir proteinden oluşmuşlardır. Bu proteinin molekülleri bir sarmalde almalı istiflenen iki alt birimden meydana gelir. Mikrotubule şeklini veren budur.

4-11 Mikrofilamentler

Mikrofilamentler bazı hücre çeşitlerinde bulunan uzun, katı, lif şeklinde bağlardır. Çoğu **actin** proteininden oluşmuştur ve hücre hareketi ile ilişkilidirler. Mikrofilamentlerin, **cyclosis** veya **hücre akıntısı** olarak bilinen bir olay olan hücre içinde sitoplazmanın hareketi ile ilişki kuracak ve buna katılacak yetenekte oldukları düşünülmektedir. Mikrofilament faaliyeti iskelete ait kas hücrelerinde de bulunmakta ve kas kasılmasına katılmaktadır. Bazı mikrofilamentler actin'den yapılmamıştır ve hücreyi destekleyici yapılar olarak hizmet görürler.

4-12 Sentriyoller

Hayvan hücrelerinde çekirdeğin yanında birbirlerine dik açılarla uzanan silindirik bir sentriyol çifti vardır. Her bir sentriyol, üzerli dokuz mikrotubulus grubu halkasından meydana gelir. Sentriyoller hayvan hücrelerinde hücre bölünmesine katılırlar. Bazı alglerde ve mantarlarda bulunurlar, fakat bitki hücrelerinde bulunmazlar. Sayıları çoğunlukla iki tanedir; bazı hücrelerde çok sayıda olabilirler. Sentriyoluna, etrafındaki sentroplazma ile birlikte **centrosoma** denir. Bölünme başlarken, kutup ipliklerinin (iğ ipliklerinin) merkezinde bulunduğu için **sentriyol** adını alır. Hücre bölünmesi sırasında sentriyol de ikiye bölünerek, her biri bir kutba gider ve aralarında oluşan iğ ipliklerine, çekirdek zarının dağılmasıyla ortaya çıkan kromozomlar takılır.

4-13 Siller ve Flagellumlar

Siller (kirpikler) ve flagellumlar (kamçılar) hareket yetenekli saç benzeri organelllerdir. Pek çok farklı çeşitteki hücrelerin yüzeyinden dışarı uzanırlar. Flagellumların sillerden daha uzun olması dışında yapıları aynıdır. Bir hücre yüzeyinde sadece birkaç flagella bulunur, fakat siller çoğunlukla hücre yüzeyinin tamamını kaplar. Bir hücreli organizmalarda, siller ve flagellalar hücre hareketine katılırlar. Daha kapsamlı olarak, çok

hücreli hayvanlarda, silli hücreler, maddeleri hücrelerin yüzeyinin üzerinde hareket ettirmek için görev yapar.

Siller ve flagellumlar **taban cisimleri** denilen yapılardan oluşurlar. Bir taban ciminin yapısı sentriyoldekine benzerdir. Siller ve flagellumlar taban cisimden çok az farklı yapıdadırlar. Dokuz çift mirotubuluslu bir halka ile halkanın merkezinde başka bir mikrotubulus çiftine sahiptirler.

4-14 Kofullar

Kofullar (vacuoles) bir zarla kuşatılmış sıvı dolu organellerdeir. Bitki hücrelerinde bulunanlar, **hücre özsuyu** denilen sıvı ile doludur. Olgun bitki hücrelerinde, hücre içinin büyük kısmını kaplayan bir tek çok büyük bir koful bulunabilir. Pinositozla alınansu kesecikleri, bu kofula taşınarak şişkin durmasını ve dolayısıyla hücrenin diri kalmasını sağlar (Turgor). Çeşitli mikroorganizmalarda ve basit hayvanlarda, besinler, hücre içinde özel **besin kofullarında** sindirilir. Vücut içine girecek besin, zardan geçerken bir kesecik, koful zarı içerisine alınır. Makro moleküllerin yıkımını lizozomlar sağlar. Sindirilen besinler sıvı haldedir. Koful zarından difüzyonla sitoplazmaya geçerler. Bu organizmaların pek çoğu hücrenin biriktirdiği fazla suyun bulunduğu **kontraktil kofullara** da sahiptir. Bu su belli aralıklarla hücreden doğrudan doğruya dış ortama atılır. Kofullar belirli hücre ürünlerinin depolandığı yerler olarak da hizmet görebilir.

HÜCRE ZARLARINDAN MATERYALLERİN GEÇİŞİ

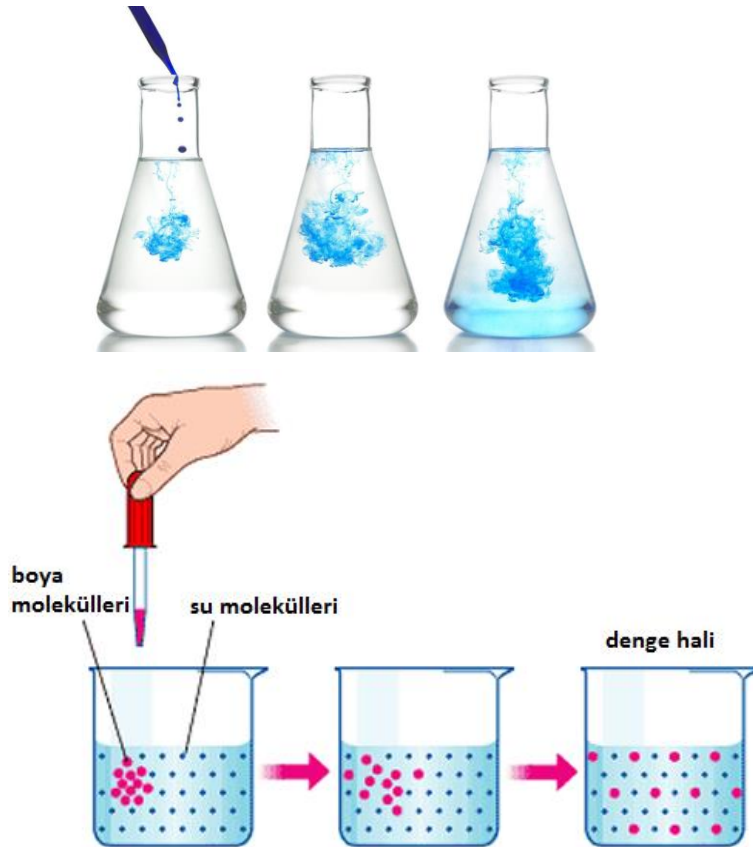
4-15 Hücre zarının Seçici Geçirgenliği

Belirli madde çeşitleri hücre zarlarından diğerlerinden daha kolay geçerler. Örneğin, lipit molekülleri ile A, D, E, K vitaminleri gibi yağda çözünen maddeler ile alkol, eter ve kloroform gibi yağların çözüldüğü moleküller, hücre zarlarından daha kolay geçerler. Su, glikoz, aminoasitler, karbondioksit ve oksijen de hücre zarlarından serbestçe geçerler. Nişasta ve proteinler gibi büyük moleküller geçemezler. Elektriksel olarak nötr moleküller, hücrelere, elektrik yüklü iyonlardan daha kolay girer ve çıkarlar. Bunun yanında negatif yüklü iyonların giriş çıkışı pozitif iyonlara göre daha kolaydır. Ayrıca, hücre zarlarının belirli maddelere geçirgenliği, bir hücre çeşidinden diğerine değişir. Hatta aynı hücrede, geçirgenlik bir andan diğerine değişir. Böylece, belirli bir madde bir hücre çeşidinin zarlarından kolaylıkla geçebilirken diğerininkinden geçemez veya hücre zarından bir defa geçebilir, fakat başka zaman tutulur.

Maddelerin hücre zarlarından hareketinin bazı işleyişleri bu bölümde daha sonra açıklanacaktır. Bu işleyişleri değerlendirmeden önce, moleküllerin bir yerden diğerine nasıl hareket ettiklerini ve hareketlerinin yönünü neyin belirlediğini anlamak gerekir.

4-16 Difüzyon

Gaz ve sıvı molekülleri, birbirlerine uzak ve dolayısıyla aralarındaki çekim kuvvetleri zayıf olduğu için, sürekli hareket ederler. Bu moleküller, diğer moleküllere veya bulundukları kabın yüzeylerine çarpıncaya kadar düz hatlarla her yönde hareket ederler. Çarpışmalar onları yeni yönlerle gönderdiğinden, yolları zikzaklıdır. Bu hareketin bir sonucu olarak, bir maddenin molekülleri, daha yoğun oldukları bir ortamdan daha az yoğun oldukları ortamlara doğru yayılma eğilimindedirler (Şekil 4-7). Örneğin, bir bardak sıcak suyun dibine bir an kahve konulsa, önce dibe yakın yoğun bir kahve çözeltisi meydana gelecektir. Fakat, kahve molekülleri keme kademe sıvı içinde yukarıya doğru yayılacaktır. Benzer şekilde, bir parfüm şişesi bir odanın bir köşesinde açılırsa, parfüm molekülleri şişenin yakınında hava içinde buharlaşacaktır. Önce, koku sadece şişenin etrafında fark edilecektir. Daha sonra, koku odanın her tarafına yayılacaktır. Bu örneklerin her ikisi de difüzyon olayını açıklamaktadır. **Difüzyon**, molekül veya taneciklerin çok yoğun ortamdan az yoğun ortama hareketleridir. Difüzyon, ancak moleküllerin değişmez rasgele hareketleri sonucu meydana gelir.



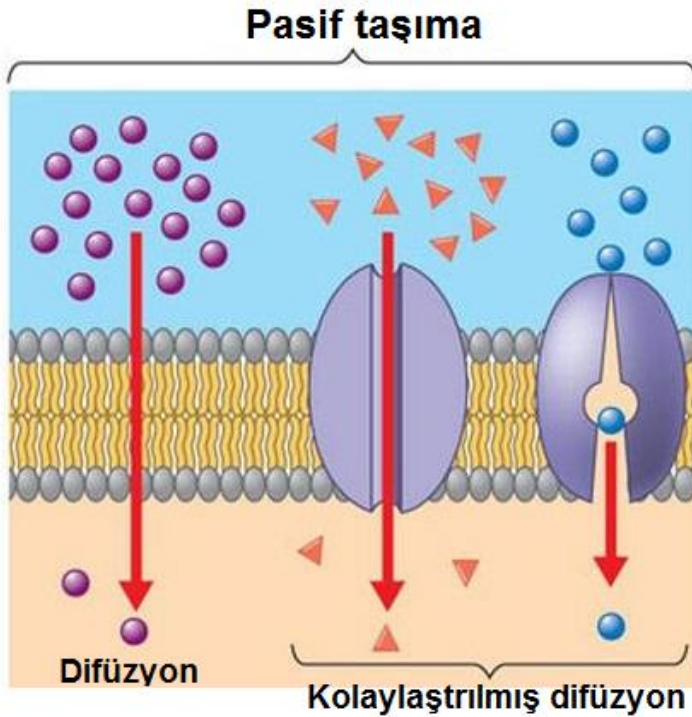
Şekil 4-7. Difüzyon

Çok yoğun bir ortamla daha az yoğun bir ortam arasındaki konsantrasyon farkına **konsantrasyon eğimi** denir. Difüzyon yalnızca bir konsantrasyon eğimi olduğunda meydana gelir. Difüzyonun bir sonucu olarak moleküller sonunda mevcut ortamda eşit olarak dağılmış olurlar. Bu noktada konsantrasyonda bundan başka değişme olmaz. Moleküller hala hareket halindedir, fakat belirli bir alanın dışına hareket eden moleküller kadar bu alana hareket eden moleküller vardır. Bu duruma **denge** denir. Sıcak su içindeki azıcık kahve örneğinde, bardaktaki her su damlası aynı miktarda kahve içerdiği zaman dengeye erişilir.

Difüzyon moleküllerin hücre içine ve dışına olan hareketinde önemlidir. Konsantrasyon eğimine bağlı olarak, belirli materyaller hücrelere girer veya çıkar. Şimdi, solunum sırasında oksijen kullanan ve karbondioksit üreten bir hücrede difüzyonun rolünü görelim.

Oksijen ve karbondioksitin her ikisi de, hücre içindeki çözeltide ve keza hücre zarı etrafındaki sıvı ortamda bulunmaktadır. Hücre, sitoplazmasında çözünmüş oksijeni kullandıkça, hücre içindeki oksijen konsantrasyonu azalacaktır. Hücre dışındaki konsantrasyon önce etkilenmeyecektir. Ancak hücre zarının diğer tarafından hücre içine doğru bir konsantrasyon eğimi gelişecektir. Sonuçta, hücre içine net bir oksijen difüzyonu olacaktır. Karbondioksit yönünden zıt bir durum gelişecektir. Hücre karbondioksit ürettikçe, dışarıdaki konsantrasyonu sabit kalırken hücre içindeki konsantrasyonu yükselecektir. Bu nedenle, hücre zarından diğer tarafa hücre dışına doğru karbondioksit için bir konsantrasyon eğimi gelişecektir. Hücre dışına net bir karbondioksit difüzyonu olacaktır. Eğer oksijen ve karbondioksitin konsantrasyon eğimleri yer değiştirmiş olsaydı, bu kez oksijen hücreden ayrılacak ve karbondioksit içeri girecekti. Kısaca, difüzyon işlemi, moleküllerin canlı hücrelere giriş ve çıkışında önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca, pek çok değişik maddenin hücre zarından aynı anda difüzyonla geçtiklerine dikkat çekmek gerekir.

Bazı moleküller, ancak difüzyonla açıklanabildiğinden daha hızlı bir oranda hücre zarından difüze olurlar. Hücre zarındaki bazı proteinlerin, hücre zarında kanallar gibi görev yapan oyuk merkezlere sahip oldukları kanıtı vardır. Bu protein kanalları, bir veya diğer yöne bükülerek, daha genişçe açılabilir veya kapanabilirler. Kanallar açık olduğu zaman, belirli moleküller bunların arasından hızlıca difüze olabilirler. Hücre zarındaki geçici açıklıklar veya porların katıldığı bilinen bu işleme **kolaylaştırılmış difüzyon** denir. Kolaylaştırılmış difüzyon sadece konsantrasyon eğimi yönünde çalışır. Daha yüksek konsantrasyonlu bir ortamdan daha düşük konsantrasyonlu bir ortama, moleküllerin normal hareketini hızlandırır (**Şekil 4-8**). Glukoz, früktoz, galakoz ve aminoasit gibi monomerler hücre zarından kolaylaştırılmış difüzyonla geçer. Taşınacak moleküller enzim yardımıyla taşıyıcı proteinlere bağlanır. Bunun sonucunda taşıyıcı protein şekil değişikliğine uğrar ve taşınacak molekülün zarın diğer tarafına geçmesini sağlar. Zardaki taşıyıcı proteinler taşınacak moleküle özgüdür. Örneğin glikozun taşınmasını sağlayan taşıyıcı protein, glikozun izomeri olan früktozu taşıyamaz.



Şekil 4-8. Kolaylaştırılmış difüzyon

4-17 Osmoz

Buraya kadar, suda çözülmüş maddelerin difüzyonu değerlendirildi. Bir su çözeltisi, sadece su molekülleri ile çözünen maddenin moleküllerinin bir karışımıdır. Su molekülleri küçüktür. Tıpkı diğer küçük moleküller gibi yarı geçirgen bir zardan serbestçe geçerler. Bu nedenle, su yalnız başına hücre zarlarından difüze olmaktadır. Bu difüzyonun yönü sadece zarın zıt taraflarındaki su konsantrasyonu farkına bağlı olmaktadır. Su konsantrasyonunun yüksek olduğu bir ortamdan su konsantrasyonunun düşük olduğu bir ortama, suyun yarı geçirgen bir zardan difüzyonuna **osmoz** denir. Osmoz kısaca su veya çözücü moleküllerin bir zardan difüzyonudur.

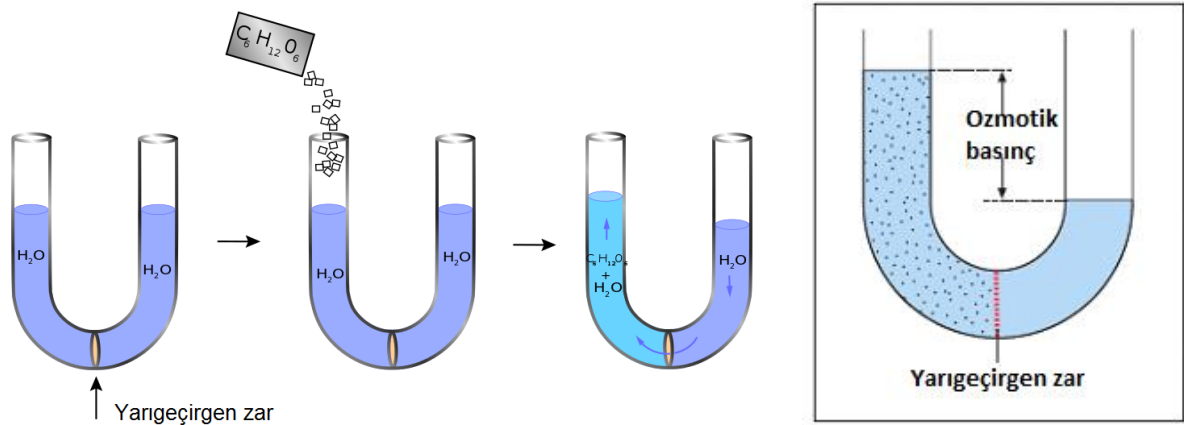
Su **konsantrasyonu** ile ne ifade edilmektedir? Anlam diğer herhangi bir maddedeki ile aynıdır, yani belirli bir hacimdeki su miktarıdır. İki şey aynı anda aynı mekanı işgal edemeyeceği için, belirli bir su miktarında çözünen tanecik miktarı, mevcut su moleküllerinin konsantrasyonunu belirler. Su moleküllerinin konsantrasyonu, içinde başka hiç bir şey olmayan suda, yani saf suda en yüksektir. Örneğin, su konsantrasyonu, 100 ml saf suda, 100 ml 'lik bir su ve şeker çözeltisindekinden daha yüksektir.

Şekil 4-4 osmozı açıklayan bir deneyi göstermektedir. Bir balon-tüp'ün cam balonu yoğun bir şeker çözeltisi ile doldurulur. Balonun ağzı yarı geçirgen sellofan bir zar veya sucuk zarı ile sıkıca kaplandıktan sonra bir kavanoz saf su içine daldırılır. Sellofan zarın, su moleküllerinin geçebileceği, fakat şeker moleküllerinin geçemeyeceği porları vardır. Kavanozda su konsantrasyonu yüzde 100 'dür. Balon tüpteki su konsantrasyonu, şeker çözeltisi aynı hacimdeki saf sudan daha az su molekülü içerdiği için, daha düşüktür. Su

molekülleri zardan geçebildikleri için, daha yüksek konsantrasyonlu alandan (kavanozdaki saf sudan) daha düşük konsantrasyonlu alana (balon-tüpteki şeker çözeltisine) hareket ederler. Osmoz sürdükçe, balon-tüpteki sıvı düzeyi yükselir.

4-18 Osmotik Basınç

Şekil 4-9'daki osmoz deneyinde, balon-tüpteki suyun yükselmesi, sonunda durur. Bunun nedeni konsantrasyon kadar, basınca bağlı difüzyon oranlarındandır. Eğer zarın iki yanındaki basınç farkı artarsa, yüksek basınçlı taraftan düşük basınçlı tarafa suyun difüzyon oranı artar. Şekerli su çözeltisi balon-tüpte yükseldikçe, ağırlığı zarın iç tarafında basınç artışına neden olur. Bu basınç artışı suyun daha hızlı bir oranda zarın diğer tarafına geriye difüze olmasına neden olur. Sonuçta, bir dengeye erişilir. Su molekülleri, zarın diğer tarafındaki konsantrasyon eğiminden dolayı balon tüpe geçmeye yine devam ederler. Fakat basınç eğimi aksi yönde olduğu için aynı oranda dışarı çıkarlar. Böylece, balon-tüp içindeki su miktarında net bir değişme olmaz ve tüpteki su düzeyi sabit kalır. Bununla birlikte, balon-tüp içinde değişmez fazla bir basınç vardır. Osmozdan kaynaklanan bu basınç artışına **osmotik basınç** denir.



Şekil 4-9. Osmotik basınç

4-19 Osmozun Etkileri

Hücre sitoplazması, esas olarak çözünmüş maddelerin geniş bir çeşidini içeren sudan meydana gelir. Su hücre zarından her iki yönde serbestçe geçebilir. Hücre içine veya dışına olan suyun net bir hareketi, hücre zarının bir tarafında diğer taraftan daha yüksek bir su konsantrasyonunun olmasına, yani konsantrasyon eğimine bağlıdır. Farklı su konsantrasyonlarına sahip çözeltilere konulan hücrelerin durumları aşağıda açıklanmaktadır.

Biyolojide her zaman çözücü ortam sudur. Bir **izotonik çözelti**, içine konulan canlı bir hücredeki çözünmüş maddelerle aynı derişime (konsantrasyona) sahiptir. Bir hücrede ve

bir izotonik çözeltide, su moleküllerinin derişimi aynıdır. Konsantrasyon eğimi sıfır olduğu için, hücrenin net bir su kazanımı veya kaybı yoktur.

Bir **hipotonik çözelti** çözünmüş maddelerin hücredekinden daha düşük bir konsantrasyonunu içerir. Bu nedenle, bir hipotonik çözeltide su moleküllerinin konsantrasyonu hücredekinden daha yüksektir. Hücre dışındaki su konsantrasyonu içtekinden daha yüksek olduğu için, ozmozla hücre içine net bir su hareketi vardır. Hayvan hücreleri bir hipotonik çözeltiye konulduğu zaman içeri giren suyun oluşturduğu ozmotik basınçtan dolayı şişer ve patlarlar. Bu olaya **hemoliz** denir. Bir bitki hücresi hipotonik bir çözeltiye konulursa fazla su, şişerek hücre içinin çoğunu dolduran büyük kofulda toplanır. Diğer hücre içerikleri dayanıklı, fakat esnek olan hücre duvarına doğru itilir. Bitki hücresindeki bu basınca **turgor basıncı** denir. Bitkilerde turgor basıncı stomaların açılıp kapanması, otsu bitkilerin dik durması, böcekçil bitkilerde nasti hareketinin gerçekleşmesi gibi olayların meydana gelmesini sağlar.

Bir **hipertonik çözelti** çözünmüş maddelerin hücredekinden daha yüksek bir konsantrasyonunu içerir. Bu nedenle, bir hipertonik çözeltide, su moleküllerinin konsantrasyonu hücredekinden daha düşüktür. Konsantrasyon eğimi hücre dışına net bir su hareketine neden olur. Hayvan hücreleri hipertonik bir çözeltiye konulduğunda büzüşürler; bitki hücrelerinde koful çöker, hücre duvarı içinde sitoplazmanın küçülmesine neden olur. Sitoplazmanın ozmozla çekilmesine **plazmoliz** denir. Plazmolize uğramış hücre, hipotonik bir ortama konulursa su alarak eski haline döner. Bu olaya deplazmoliz denir.

4-20 Pasif ve Aktif Taşınma

Difüzyon ve ozmozda, maddelerin hücre içine veya dışına hareketinde hücresel enerji kullanılmaz. Bu işlemler materyalleri hücre zarının diğer tarafına hücresel enerji harcamadan hareket ettirdikleri için, **pasif taşınma** adını alır. Çeşitli maddeler ancak konsantrasyon eğiminin belirlediği hareket yönünde, pasif taşınma ile hücre içine veya dışına hareket eder.

Materyallerin hücre zarının diğer tarafına hareketinde, hücresel enerji harcamaya gerek duyulan işleme **aktif taşıma** denir. Aktif taşınma çoğunlukla düşük konsantrasyonlu bir alandan daha yüksek konsantrasyonlu bir alana, konsantrasyon eğimine karşı materyallerin hareketini kapsar.

Bir yokuşun konsantrasyon eğimini gösterdiğini kabul edersek; yokuşun tepesi yüksek konsantrasyonu ve dibi düşük konsantrasyonu temsil eder. Yokuş aşağı konsantrasyon eğiminde hareket eden bir bisiklet, tekerlerini döndürecek bir dış enerji kaynağına ihtiyacı yoktur. Pasif taşınmada olan budur. Bisikleti yokuş yukarı veya konsantrasyon eğimine karşı hareket ettirmek, enerji gerektirir. Aktif taşınmada olan budur.

Aktif taşıma hücrenin, etrafındaki ortamdan kimyasal olarak farklı olan iç koşullarını korumasına olanak verir. Örneğin, bir sinir hücresinde, potasyum konsantrasyonu hücre

içinde hücre dışındaki ortamdan daha yüksektir. Sodyum konsantrasyonu hücre içinde dışarıdan daha düşüktür. Hücre bu konsantrasyon farkını korumak için aktif taşınımı kullanır. Diğer bir örnek, belirli deniz yosunlarının **potasyum ve iyot** gibi mineralleri okyanus suyundaki konsantrasyonlarının **bin katı** bir konsantrasyonda hücrelerinde biriktirmeleridir. İlkel kordatlardan tulumlular (*Tunicata*) **vanadyumu** deniz suyundan iki milyon defa daha yoğun olarak bünyesinde bulundurur. Bu fark, tamamen fizyolojik bir işleyişin sonucudur ve yoğunluk farkının sabit tutulabilmesi için sürekli enerji harcanır. **İnsan ve diğer pek çok hayvanda, atıklar kandan aktif taşıma ile uzaklaştırılır.**

Şu ana kadar aktif taşımanın nasıl çalıştığı bilinmiyor. Hücre zarındaki özel proteinlerin belirli molekülleri konsantrasyon eğimine karşı taşıyabildikleri kanıtı vardır. Bununla birlikte, bu işlem enerji gerektirir. Bu yüzden, bir bakıma hücrede enerji üretimi ile bağlantılı olmalıdır.

4-21 Endositoz

Hücre zarından geçemeyen büyük moleküllerin koful oluşturularak hücre içine alınmasına endositoz denir. Endositoz olayında hücre zarının bir kısmı koful oluşumuna katıldığı için hücrenin yüzey alanı azalır. Endositoz sırasında enerji kullanılır, ancak bu bir aktif taşıma biçimi değildir. Pasif ve aktif taşıma ile hücre, fosfolipit katman ya da porlardan geçebilen moleküllerin taşınımını sağlar. Endositoz hayvan hücrelerinde gerçekleşir. Alınan maddenin sıvı ya da katı olmasına göre endositoz iki şekilde gerçekleşir.

Pinositoz ve fagositoz. Hücre zarından geçemeyen materyaller, pinositoz ve fagositoz denilen işlemlerle hücre içine alınabilirler. Pinositoz ya da **hücrenin içmesinde**, çevredeki ortamdan sıvı veya sıvı ile çok küçük tanecikler hücre içine alınır. Maddelerin hücre zarının yüzeyi ile temas ettikleri yerde, zar bir iç cep ya da kesecik meydana getirir. Hücre zarının dış yüzeyinin etrafını çevirdiği kesecik, boğumlanmak suretiyle bir torba veya koful şeklinde hücre içine çekilir. Koful, hücre içinde, içeriğini bırakmak için açılabilir.

Fagositozda büyük tanecikler ve hatta küçük organizmalar hücrenin içine yutulur. Bu işlemde, yalancı ayak denilen hücre uzantıları, içeriye alınacak taneciğin etrafına akar. Tanecik çevrildiğinde, zar, bir koful oluşturacak şekilde hücre içine sıkışır. Fagositoz ve pinositoz her ikisi hücrenin enerji kullanmasını gerektirir.

Hücredeki makro moleküllerin hücre dışına atılması işlemine ekzositoz denir. Hücrenin enerji kullanmasını gerektirir. Bu işlemde hücre dışına atılmak istenen makro moleküller koful içinde hücre zarına taşınır. Koful zarı ile hücre zarı birleşir ve oluşan açıklıktan makro moleküller hücre dışına gönderilir. Hücrede üretilen enzim ve hormon gibi salgı maddeleri bu yolla hücre dışına gönderilir.

CANLILARDA HÜCRELERİN ORGANİZASYONU

4-22 Birhücreliler ve Koloniyal Organizmalar

Bir hücre, canlılığın özelliklerini gösteren en küçük birimi, tek başına bulunabilir veya pek çok hücreden yapılmış daha büyük bir organizmanın bir parçası olabilir. Bağımsız olarak bulunan bir hücre bir-hücreli veya **birhücreli (unicellular) organizma** kabul edilir. Çok-hücreli veya **çokhücreli (multicellular) organizmalar**, yüzlerce, binlerce, milyonlarca ya da milyarlarca hücreden oluşabilir.

Birhücreli organizmalar bütün hayat işlemlerini yürütebilirler. Besinleri sentezler ve alırlar, enerji için onları parçalar, yeni materyaller sentezler, ürerler, vesaire. Bir hücreli organizmalar bakterileri (bacteria), bir hücreli mikroorganizmalar (bir hücreli hayvanlar ve bazı bir hücreli bitki benzeri formlar) (protozoa), pek çok algleri (algae) ve bazı mantarları (fungi) kapsar. Bu organizmaların büyüklük ve yapı karmaşıklığı yaygın olarak değişir.

Çok hücreli organizasyon en basit düzeyde, birbirine bitişik birkaç hücreden binlerce hücreye değişen sayıdaki hücrelerden meydana gelen koloniyal organizmalarda ortaya çıkar. Bazı kolonilerde hücrelerin hepsi benzerdir ve her hücre kendine ait tüm işlemleri yürütür. Bu tür koloniler birbirine takılmış bir hücreli organizmaların bir grubu gibidir. Hücrelerden herhangi biri üreme ve yeni bir koloni meydana getirme yeteneğine sahiptir.

Bazı karmaşık kolonilerde, hücreler bazı özelleşmeler gösterir. Yani, koloniyi meydana getiren hücrelerin yapı ve işlevleri değişir. Örneğin, *Volvox*, bir alg, binlerce hücre içerebilen küresel koloniler meydana getirir. Bununla birlikte, bu hücrelerden sadece yirmi kadarı üreme ve yeni koloniler oluşturma yeteneğindedir. Bunlar koloninin gerisinde bulunan büyük hücrelerdir. Koloninin önü bol, ince-hassas organeller içeren daha küçük hücrelerdir. Bu hücreler koloninin sudaki konumunu ve hareketini denetlerler. *Volvox* kolonisinin hücreleri, aralarını kuşatan ince sitoplazma iplikçikleri ile birbirine bağlanmıştır.

4-23 Gerçek Çokhücreli Organizmalar

Hücreler. Gerçek çok hücreli organizmalar binlerden milyarlarca çok farklı çeşitlerde hücrelerden meydana gelebilirler. Bu hücreler özelleşmiş olduğundan, her biri tüm olası canlılık olaylarını yürüten bir hücreli organizmalar gibi bağımsız işlev yapamazlar. Hatta bu hücreler, organizmanın bütününe ait özel fonksiyonların başarılması için her bir hücre özelleşmiş olduğundan, kendi canlılık işlemlerinin yalnızca bir kısmını yürütürler. Bu yüzden, her çeşit hücre, çokhücreli organizasyonun ve karşılıklı ilişkilerin çok yüksek düzeyde birlikte yürütüldüğü diğer hücre çeşitlerinin hepsine bağımlıdır.

Dokular. Çok hücreli organizmalarda, yapısal olarak benzer olan ve aynı işlevi başaran bir hücre grubu bir doku meydana getirirler. Bir dokudaki her bir hücre kendi canlılık işlevleri yanında, dokunun işlevi ile ilgili bazı özel işlemleri de yürütür. Bitkilerde bitki içinde su ve besinleri taşıyan, bitki kısımlarını kaplayan ve koruyan, klorofil taşıyan ve fotosentezi yürüten, vb. dokular vardır. Karmaşık çokhücreli hayvanlar bitkilerden daha büyük bir çeşitlilikte dokular içerir ve bu dokuların pek çoğu bitki dokularından çok daha fazla özelleşmiştir.

Tablo 4-1’de hayvanlarda bulunan temel doku tipleri listelenmiştir. Hayvan dokularının çoğu ya epitel doku veya bağ dokunun bir şeklidir. Kas, sinir ve kan bu gruplara ait olmayan yüksek derecede özelleşmiş dokulardır.

Tablo 4-1. Hayvan Dokularının Çeşitleri

Doku türü	Yapısı	İşlevleri	Bulunduğu yer
Epitel doku	Bir veya birden fazla hücre kalınlığındaki örtülerde bir araya gelmiş hücreler	Koruma (derinin dış katmanı) Emilim (bağırsak iç astarı) Salgı (salgı bezleri)	Boşlukları astarlar Yüzeyleri örter Salgı bezlerini yapar
Bağ doku	Şekilsiz dayanak içine gömülü hücre ve liflerden oluşur	Epitel doku dahil diğer dokuları ve organları destekler, birbirine bağlar ya da tespit eder	Vücudun her tarafında
Yağ doku	Bağ doku lifleri içinde özelleşmiş yumurta benzeri yağ hücreleri	Bağ dokuyu yağlandırmak Yağ depolamak	Vücudun her tarafında; bazı alanlarda çok büyük miktarlarda
Kemik ve Kıkırdak Doku	Şekilsiz dayanak içine gömülü hücre ve liflerden oluşur	Kemik ve kıkırdak iskeleti yapan bağ dokulardır. Vücudu destekler, ona şekil verir ve kaslarla birlikte hareketten sorumludurlar	Kemik: iskelette Kıkırdak: iskelet, soluk borusu, dış kulak ve burunda bulunur
Kan	Sıvı dayanaklı özelleşmiş bağ doku	Besinlerin, atıkların, oksijen ve karbondioksitin vücutta taşınması	Dolaşım sisteminin damarları içinde
Sinir doku	Bağ doku ile birbirine bağlanarak sinirleri oluşturan, nöron denilen özelleşmiş hücrelerden oluşur	İmpulsların (duyusal iletilerin) iletimi	Vücuttaki sinirler ve duyu alıcıları
Kas doku	Bireysel hücreler ya da yığın veya levha oluşturmak için bağ doku ile birbirine bağlı kaynaşmış hücreler	İskelet kası: vücut kısmının istemli hareketi Düz kas: iç organların istem dışı hareketleri Kalp kası: kalbi oluşturur ve çarpmasını sağlar	İskelet kasları İç organlar Kalp

Epitel dokular vücut yüzeyini örter, vücut boşlukları ve organları astarlar. Epitel dokular salgı bezlerini de meydana getirir. Çoğunlukla birbirine çok yakın dizilmiş hücre örtüsü şeklindedir. En basit epitel dokular sadece bir hücre katmanı kalınlığındaki örtülerden ibarettir. Daha karmaşık şekiller birkaç hücre katmanından meydana gelir. Epitel doku örtüleri çoğunlukla bir *kaide zardan* meydana gelen bir lif ağına dayanır. Bazal zar hücre örtüsünü destekler.

Bağ dokular diğer vücut dokularını destekler, doku ve organları birbirine bağlar. Vücuda şekil verirler. Bağ dokularda, epitel dokulardan farklı olarak, hücreler yaygın olarak ayrılmıştır. Aralarındaki boşluk çeşitli türden maddelerle doludur. Örneğin, kemikte, kemik üreden hücreler, hücreler arasındaki boşlukları dolduran sert kemiksi materyal salgılar. Kasları kemiklere bağlayan tendonlarda kopmaz, esnek lif yığınları vardır. Kasları kemiklere bağlayan kısımlarda; at, eşek, sığır vs. gibi derisini oynatabilen hayvanların kası deriye bağlayan bölgelerinde bulunur.

Kas dokular kasılma ya da kısılma için özelleşmiştir. Üç tür kas dokusu vardır. *Kardiak kas* dokusu (miyokart) yalnızca kalpte bulunur. *İskelede ait (çizgili) kas dokusu* kemikleri iskelede tutturarak kasları yapar. Bu kaslar, hayvanlarda isteğe bağlı olarak hareket ettirildiği için bunlara istemli kas da denir. *Düz kas dokusu* mide, bağırsak ve kan damarları gibi çeşitli vücut organlarında bulunur. Düz kasların kasılması istem dışı ve otomatiktir.

Organlar ve organ sistemleri. Özel bir işlevi yürütmek için birlikte çalışan bir doku grubu bir **organı** meydana getirir. Sinirler, ışığa duyarlı hücreler, kaslar ve kan damarlarını kapsayan göz, bir organdır.

Özel bir işlevi yürütmek için birlikte çalışan bir organ grubu bir **organ sistemini** oluşturur. Organ sistemine bir örnek, ağız, yemek borusu, mide, bağırsaklar, pankreas, karaciğer vs. kapsayan sindirim sistemidir.

Çok hücreli bir organizmanın kısımları hücreler, dokular, organlar ve organ sistemleri gibi ayrı terimlerle tanımlanabilseler de, tüm bu kısımlar, bir organizmada canlılık işlevlerini yürütmek için birlikte işlev yapmak zorundadır.

5

HÜCRESEL SOLUNUM

ENERJİ KULLANIMI

Enerji iş yapma yeteneği olarak tanımlanır. Bütün canlılar, yaşamsal işlemleri yürütmek ve böylece canlı kalabilmek için sürekli olarak enerji sağlanmak zorundadır. Bu enerjinin bir kısmı, fiziksel ya da mekanik çalışma için gereklidir. Uçan bir kuş bir uçak gibi enerji ister. Dam inşa eden bir kunduzun veya toprakta oyuk açan bir solucanın, bir inşaatta çalışan veya yerde hareket eden makine gibi enerjiye ihtiyacı vardır. Hatta, bahar akşamında şarkı söyleyen ağaç kurbağalarının da bir radyo gibi enerji gereksinimleri vardır. Canlıların hareketlerinin çoğu enerji gerektirir. Enerji daha belirsiz amaçlar için de gereklidir. Basitlerinden daha karmaşık bileşiklerin sentezi ve pek çok durumda, materyallerin hücre zarından taşınması enerji gerektirir.

Son yıllarda herkes enerjinin, endüstriyel gelişmede gördüğü işten dolayı öneminin ve değerinin bilincindedir. Günlük işlerimizde kullandığımız enerjinin bir kısmı akarsulardan, bir kısmı nükleer enerjiden ve bir kısmı doğrudan solar radyasyondan sağlanırken, büyük bir kısmı petrol ve doğal gaz gibi yakıtların yakılmasından açığa çıkmaktadır. Bir yakıtın yanması ısı ve ışık şeklinde enerji açığa çıkarır. Bu ısı daha sonra, ısı enerjisinin diğer enerji şekillerine dönüştürülmesiyle makine ve elektrik jeneratörlerini çalıştırmada kullanılabilir. Yakıtın yanması, yapısındaki karbon ve hidrojenin, karbondioksit ve su oluşturarak havanın oksijeni ile birleştiği kimyasal bir işlemdir. Yakıtlar, büyük kısmı, yanmadaki kimyasal değişimler sırasında ısı olarak açığa çıkan depolanmış kimyasal enerji içerirler.

5-1 Besinlerden Enerji Sağlanması

Canlılar besinlerinde depolanmış enerjiyi kullanırlar. Karbonhidratlar enerji için en yaygın olarak yıkılan besinlerdir. Bu enerji, pek çok durumda, yanma benzeri kimyasal değişikliklerle açığa çıkarılır. Ancak, organizmalar besinleri parçaladıklarında, enerjinin sadece bir kısmı ısı enerjisi olarak açığa çıkar ve vücut sıcaklığının korunmasında bu enerji kullanılır. Geri kalan enerji kimyasal yapıda saklanır. Organizmalar canlılık işlevlerini yürütmek için sadece kimyasal enerji kullanabilirler. Canlılar iş yapmak için ısı enerjisi kullanamazlar. Bu nedenle, enerjinin açığa çıkması ile sonuçlanan besinin yıkımının, karbonhidrat ile oksijen arasında, doğrudan bir tepkime olmadan meydana gelmesi şaşırtıcı olmamalıdır. Besin yıkımı, aksine, yüksek enerjili yeni bileşiklerin oluşumuna bağlı pek çok küçük kimyasal basamaklarda meydana gelir.

Besinlerde depolanmış enerjinin açığa çıkması her bir organizmanın ayrı hücreleri içinde başarılmaktadır. Bu işlemin tamamına **hücresel solunum** denir. Bu bölümde,

hücrenin besinlerden enerji açığa çıkarması işlemi ile bu enerjinin hücrenin kendisi ve bir bütün olarak organizmanın canlılık işlevlerinin yararına sunulması değerlendirilmektedir.

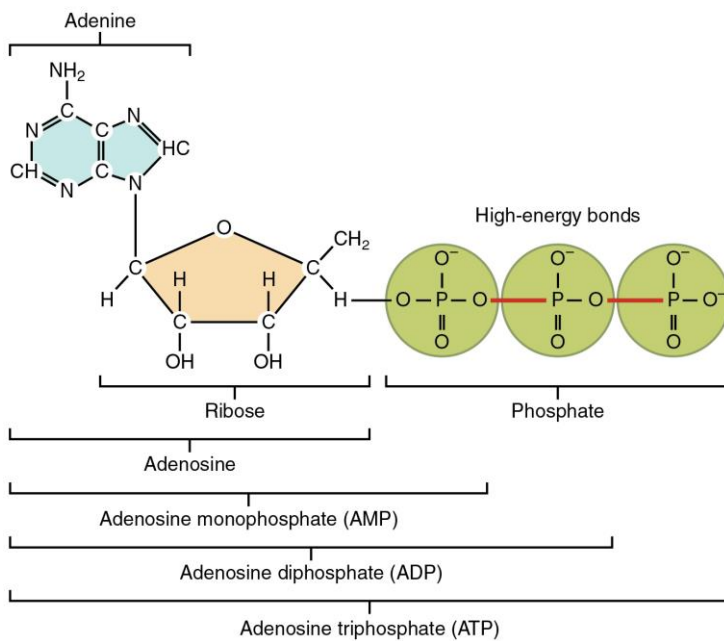
Hücresel solunum, organizmaların hücrelerinde, besinlerdeki biyokimyasal enerjiyi ATP'ye dönüştüren ve atık ürünler açığa çıkaran bir dizi metabolik tepkimeler ve işlemlerden ibarettir. Hücresel solunumun içerdiği bu tepkimeler, bir molekülün yükseltgenmesine ve diğer bir molekülün indirgenmesine yol açan yıkım reaksiyonlarıdır. Hayvan ve bitki hücrelerinde hücresel solunumda yaygın olarak kullanılan besinler glikoz, aminoasitler ve yağ asitleridir ve en fazla oksidize olan (yükseltgenen) aracı (elektron alıcısı) moleküler oksijen (O_2)'dir.

Bakteriler ve archaea (bakteriler) lithotroph da olabilmektedirler ve bu organizmalar elektron verici ve alıcıları olarak, kükürt, metal iyonları, metan ve hidrojen gibi büyük bir çeşitlilikteki inorganik molekülleri kullanarak hücresel solunum yapabilirler. Hücresel solunumda son elektron alıcısı olarak oksijeni kullanan organizmalar **aerobik** olarak nitelendirilirler, diğer yandan son elektron alıcısı olarak oksijeni kullanmayanlar ise **anaerobik** olarak nitelenirler. Hücresel solunumda açığa çıkan enerji, depo edildiği ATP sentezinde kullanılır. ATP'de depolanan enerji, biyosentez, hareket veya moleküllerin hücre zarından geçişini içeren, enerji gerektiren değişik işlemler için kullanılabilir.

ENERJİNİN DEPOLANMASI VE AKTARIMI

5-2 ATP ve ADP

Hücre solunumu sırasında açığa çıkan enerji doğrudan kullanılmaz. Önce **ATP** olarak kısaltılan, *adenozin trifosfat* denilen bir bileşiğin moleküllerinde "denk" yapılır. Şekil 6-1 ATP molekülünün yapısını göstermektedir.



Şekil 5-1. ATP ve ADP'nin yapısı

Molekölün ana kısmı bir riboz molekölü ile birleşmiş bir adenin molekölünden ibarettir. Adenin DNA ve RNA 'da bulunan azotlu bazlardan biridir. Riboz RNA 'da bulunan 5-karbonlu şekerdir. Bu ikisinin birleşimine *adenozin* adı verilir. ATP 'de, adenozone sıra ile bağlanmış üç fosfat grubu vardır. Bu fosfat gruplarının DNA ve RNA yapısının da parçası olduklarını biliyoruz. Hücrenin, bu aynı moleküler birimleri farklı amaçlar için kullanması ilginçtir. Canlılık kimyasında kimyasal grupların bu tür çok yönlü kullanımının pek çok örnekleri vardır.

ATP molekölünün enerji depolaması kadar önemli yönü, son fosfat grubunu moleküle birleştiren bağla ilgilidir. Bu bağ dalgalı bir çizgi ile gösterilmiştir. Bu sembol, bu bağın oransal olarak büyük bir miktarda enerji içerdiğini belirtmektedir. Buna bir *yüksek enerji* bağı denir. Üçüncü fosfat ATP 'den ayrılır ve başka bir bileşiğe bağlanırsa, bu diğer bileşiğe enerji aktarır. Bu aktarıma *fosforilasyon* denir. Fosforilasyon biyokimyasal tepkimelerde kimyasal enerji aktarımının yaygın bir yoludur.

ATP 'den bir fosfat grubu uzaklaştırıldığında, geride kalan moleküle *adenozin difosfat* ya da **ADP** adı verilir. ADP, ATP 'den daha düşük bir enerji halindeki bir bileşiktir. İkinci fosfatı da yüksek enerjili bir bağ ile bağlanmıştır, fakat bu bağ hücrede bir enerji kaynağı olarak çok az kullanılır.

5-3 ATP İçin Enerji Kaynağı

Hücre solunumu sırasında, besin moleküllerinin kademeli yıkımı ile serbest kalan enerji, ATP molekölü olarak yüksek-enerjili haline geri dönmesi için, üçüncü fosfatın ADP 'ye tutturulmasında kullanılır. ATP o zaman, bazı kimyasal işlemler için enerjisine ihtiyaç duyulan hücrenin herhangi bir kısmında kullanılabilir.

Hücrelerin enerji sağladıkları besin maddelerinin en yaygını glikoz şekeridir. Glikoz hücre solunumu için çoğunlukla başlangıç noktasıdır. Bir hücre, bir tek glikoz molekölünün enerjisi ile, 36 moleküle kadar ADP 'den ATP oluşturabilir. Bir molekül glikozun yıkılmasından sağlanabilen bu toplam enerji gerçekte 36 'ya varan küçük birime bölünür. Eğer bu enerji bir atılımda serbest bırakılmış olsaydı, hücrenin kullanması için çok fazla olmuş olacaktı. Hücrenin bu kadar fazla enerjinin tamamını bir defada kullanabilmesinin hiç bir yolu yoktur. Bununla birlikte, bir tek ATP molekölündeki enerji miktarı, hücrede enerji gerektiren ortalama bir tepkime için hemen hemen tam uygundur. Böylece bu küçük birimlerde denk yapılan enerji hücre gereksinimleri için uygun ve yeterlidir.

5-4 Oksidasyon-Redüksiyon Tepkimeleri

Glikozdaki enerjinin kullanılması ile ATP meydana getiren ana basamakların izlenmesi ilgi çekicidir. Kimyasal oksidasyon ve redüksiyon düşüncesi bu adımları anlamamıza yardımcı olabilir. Başlangıçta, **oksidasyon** terimi oksijenle birleşmeyi ifade ediyordu. Daha sonra, kimyacılar, bu terimin anlamını oksijenle birleşmeye benzer tepkimelerdeki

ilgili elektronların yer değiştirmelerini kapsayacak kadar genişlettiler. **Oksidasyonun bu genişletilmiş anlamı, bir molekül veya bir atomun elektron kaybettiği herhangi bir kimyasal değişikliğe işaret etmektedir.** Örneğin, sodyum, klorla birleştiğinde, sodyum atomu bir elektron kaybeder. Bu bir oksidasyon örneğidir. Sodyum atomu oksidize oldu denir.

Aynı zamanda, klor atomu bir elektron kazanır. **Elektron kazanmaya redüksiyon denir.** Klor atomu redükte oldu denir. **Oksidasyon ve redüksiyon her zaman tepkimeler çifti olarak meydana gelirler.** Bir madde oksidize olduğunda, diğeri mutlaka redükte olur. Bu, oksidize olan bu maddenin verdiği elektronların, redükte olan başka bir madde tarafından alınmasıdır. Bu reaksiyonlar çiftine **oksidasyon-redüksiyon tepkimeleri** denir.

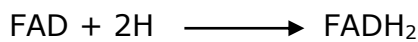
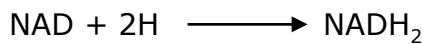
Bazı oksidasyon-redüksiyon tepkimelerinde bir elektron, bir hidrojen atomunun parçası olarak aktarılır. Bu, bir bileşiğin hidrojen atomlarını diğesine aktarabilmesidir. **Hidrojen atomlarının yitilmesi bir oksidasyon şeklidir. Hidrojen atomlarının kazanılması bir redüksiyon şeklidir.**

Oksidasyon-redüksiyon tepkimeleri bir enerji aktarımı ile ilgilidir. Oksidize olan bir madde (elektronlar ya da hidrojen kaybeder) çoğunlukla enerji kaybeder. Enerji, redükte olan maddeye elektronlar ya da hidrojen atomları ile taşınır. **Böylece bu madde enerji kazanır.** Hücresel solunumunda, glikozun yıkılması ile serbest kalan enerjinin hemen tamamı, öncelikle hidrojen atomları ile taşınır. Hücrede glikozun oksidasyonu gerçekte hidrojen atomlarının bir kaybıdır, oksijenle bir tepkime değildir.

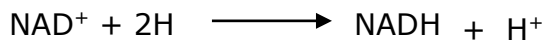
5-5 Hidrojen Alıcıları

Hücre solunumunda glikozun yıkılması pek çok kimyasal basamakların bir dizisi olarak meydana gelir. Canlı hücrede özel bir sonuca götüren bir kimyasal tepkimeler dizisine *biyokimyasal yol* denir. Hücre solunumu yolunun bazı noktalarında, ilgili bileşiklerden biri hidrojen atomlarını vererek oksidize olur. Meydana gelen bu oksidasyonda, başka bir bileşik hidrojeni alır ve indirgenir. Bu oksidasyon-redüksiyon basamaklarının her biri özel bir enzimin faaliyetini gerektirir. Her bir enzim, bundan sonra, katalizlediği tepkimede *hidrojen alıcısı* olarak davranacak bir koenzime gereksinim duyar.

Hücre solunumunda hidrojen alıcıları olarak rol oynayan koenzimlerden bir tanesi NAD (nikotinamit adenin dinükleotit) olarak simgelenir. Diğeri FAD (flavin adenin dinükleotit) 'dir. Bu moleküllerden her biri iki hidrojen atomu alabilirler, böylece redüksiyona uğrarlar:



Bu NAD redüksiyonunun gösterilmesinin basit bir yoludur. NAD 'nın oksidize olan şekli gerçekte pozitif bir yük taşır. Dolayısıyla, NAD 'ın redüksiyonunun daha gerçek bir eşitliği:



Hidrojen atomları koenzimlere aktarıldıkça, koenzim molekülleri de enerji kazanır. Böylece indirgenmiş koenzimler hidrojen ve ek enerji taşırlar. Bu geçici bir iş durumudur. Tepkimelerin diğer dizilerinde, koenzimler hidrojen verir ve yükseltilmiş şekillerine geri dönerler. Bu sırada, koenzimlerin taşıdığı fazla enerji ADP 'den ATP oluşturulmasında kullanılır. Oksijen, su meydana getirerek hidrojenin son alıcısı olarak rol oynar. Aşağıda bu işlemlerin bazı ayrıntıları değerlendirilecektir.

ANAEROBİK SOLUNUM

5-6 Solunum Çeşitleri

Hücre solunumu işleminde, glikoz daha basit bileşiklere yıklılır. Glikoz molekülünde kimyasal bağlarda tutulan enerji açığa çıkarılır ve ADP ile fosfattan ATP oluşturmak için kullanılır.

Organizmaların pek çoğunda, solunum, serbest oksijenin varlığında yürütülür. Oksijen havadan veya içinde çözündüğü sudan sağlanır. Bu tür solunuma **aerobik solunum** denir. Aerobik solunumda, glikoz tamamen karbondioksit ve suya oksidize edilir ve kendisinden en yüksek miktarda enerji açığa çıkarılır.

Maya ve pek çok bakteri formlarını içeren bazı bir hücreli organizmalar, oksijen olmadan hücre solunumu yapabilirler. Buna **anaerobik solunum** denir. Anaerobik solunumda, glikoz molekülünün sadece kısmen bir yıkımı meydana gelir. Oransal olarak glikozdaki kimyasal enerjinin çok azı açığa çıkarılır ve ATP olarak depolanır.

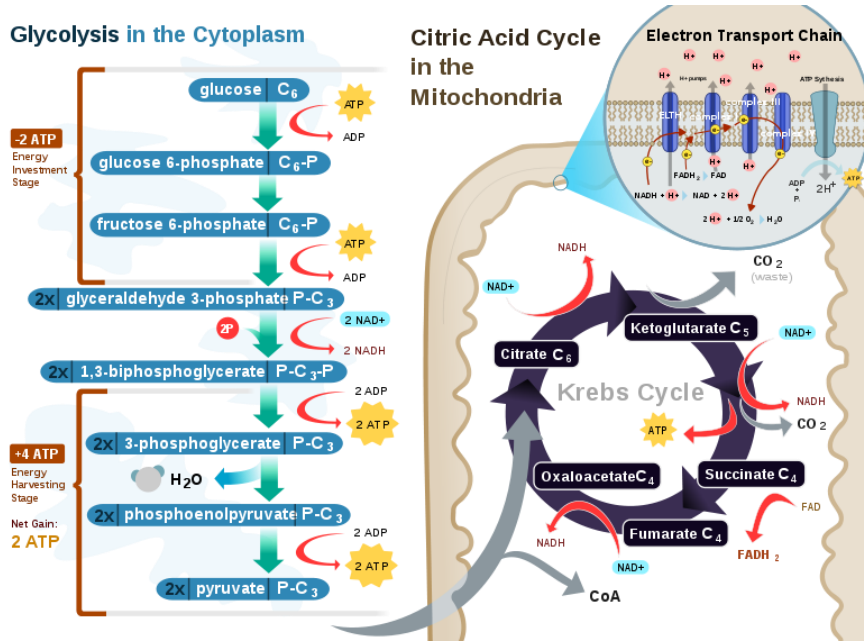
Aerobik ve anaerobik solunumun ilk adımları aynıdır. Bu nedenle, önce solunum bu iki şekilde ortak adımları kapsayan kimyasal yol incelenecektir.

5-7 Glikozun Yıkımı (Glikoliz)

Solunumun ilk adımları fosforilasyon tepkimeleridir. Bu tepkimelerde, iki fosfat grubu glikoz molekülüne tutturulur. Bu adımlar enerji *gerektirir*. Enerji ve fosfat grupları iki ATP molekülünün ADP 'ye yıkılmasından elde edilir. Enerjilenmiş glikoz molekülü, daha sonra kendisini fosfogliseraldehid (PGAL) denilen 3-karbonlu bir bileşiğin iki molekülüne parçalayan bir kimyasal tepkime dizisine girer. Ardından, PGAL iki hidrojen atomu kaybederek oksidize olur ve **pirüvik asit (pirüvat)** denilen 3-karbonlu başka bir bileşiğe değişir. PGAL 'ın oksidasyonu enerji salar. Bu enerjinin bir kısmı doğrudan iki ATP oluşturmak için kullanılır. Aynı zamanda, PGAL 'dan ayrılan hidrojen, NADH₂ oluşturan NAD tarafından alınır. NADH₂ de daha sonraki bir durumda ATP oluşturmak için kullanılabilecek bir miktar enerji taşır. Glikoz molekülünün 3-karbonlu pirüvik asit molekülüne yıklması işlemine **glikoliz** denir (Şekil 6-2).

Glikoliz ile meydana gelen her bir pirüvik asit molekülüne karşılık, iki ATP oluşturulur. Bir glikoz molekülü parçalandığında iki pirüvik asit molekülü meydana gelir, her glikoz

molekülünden toplam dört ATP oluşturulur. Glikoz molekülünün enerjilenmesinde iki ATP kullanılır. Böylece glikolizin net enerji verimi, her bir glikoz molekülü için iki ATP 'dir.

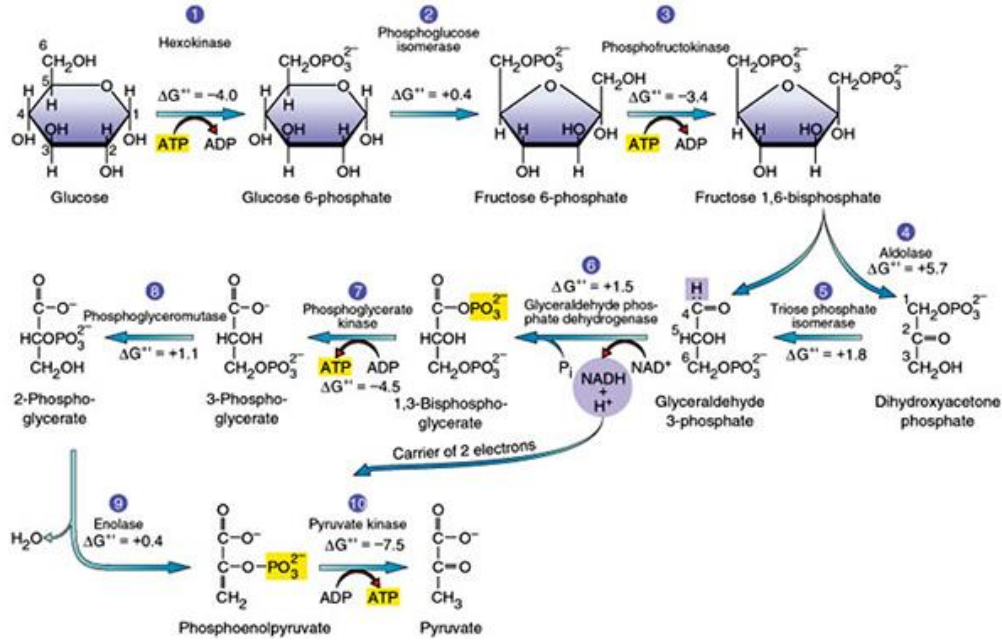


Şekil 5-2. Glikoliz ve sitrik asit döngüsü

Pirüvat bazı metabolik yollarda bir aracıdır ancak büyük bir bölümü asetil koenzim A veya acetyl-CoA'ya dönüştürülür ve sitrik asit (Krebs) döngüsüne girdi olarak gönderilir. Sitrik asit döngüsünde bir miktar ATP üretilse de, en önemli ürün acetyl-CoA'nın oksidasyonu ile NAD⁺ 'dan elde edilen NADH'dır. Bu oksidasyonda atık bir ürün olarak karbondioksit açığa çıkar. Oksijensiz koşullarda, glikoliz, yeniden kullanılmak için NADH'ın NAD⁺'a tekrar okside eden **lactate** dehidrogenaz enzimi ile **lactate** üretir. Glikoliz yıkımında diğer bir seçenek yol koenzim NADPH'yı indirgeyen ve nükleik asitlerin şeker bileşeni olan riboz gibi beşli (pentoz) şekerleri üreten pentoz fosfat yoludur (Şekil 6-3).

Yağlar, hidroliz ile yağ asitleri ve gliserole yıkılırlar. Gliserol glikolize girer ve yağ asitleri, daha sonra sitrik asit döngüsüne girecek olan acetyl-CoA'a açığa çıkarmak için beta oksidasyon ile yıkılırlar. Yağ asitleri, yapılarında daha fazla oksijen bulunan karbondioksitlerin oksidasyonundan daha fazla enerji verir.

Aminoasitler ya proteinlerin ve diğer biyolojik moleküllerin sentezi için kullanılır veya enerji kaynağı olarak üretilir ve karbondioksit yükseltgenirler. Oksidasyon yolu transaminaze ile amino grubunun ayrılması ile başlar. Amino grubu, bir keto asit yapısındaki deaminasyonla karbon iskeletinin ayrılmasıyla, üre döngüsüne sokulur. Bu keto asitlerden birkaçı sitrik asit döngüsüne sokulur, örneğin glutamete'nin deaminasyonu ile α -ketoglutarate oluşur. Glikojenik amino asit, glikogenesis ile glikoza da dönüştürülebilir.



Şekil 5-3. Glikolizin tüm tepkimeleri

Asetil koenzim A veya Acetyl-CoA metabolizmada önemli bir moleküldür ve pek çok biyokimyasal tepkimelerde kullanılır. Metabolizmanın aktarım merkezi olarak anılır. Temel işlevi, asetil grup (CH_3CO) içindeki karbon atomlarını enerji üretiminde yükseltgenmek için sitrik asit döngüsüne (Krebs döngüsü) aktarmaktır. Koenzim A (CoASH veya CoA)'nın yapısı, bir amit bağı ile vitamin pantothenic aside bağlı bir β -mercaptoethylamine gruptan ibarettir. Acetyl-CoA asetil grubu β -mercaptoethylamine'nin sulfhydryl kısmına "yüksek enerjili" bir thioester ile bağlıdır. Acetyl-CoA'yı "yüksek enerjili" bir bileşik yapan bu thioester bağıdır. Bu thioester bağının hidrolizi yüksek ekzergoniktir (-31.5 kJ). Asetil-CoA glikolizde karbohidratların yıkımı yanında yağ asidi oksidasyonu sırasında üretilir ve sitrik asit döngüsüne girer.

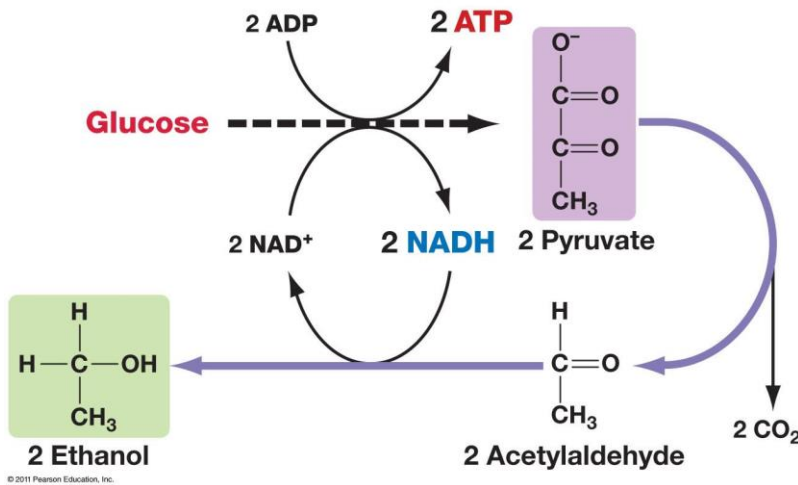
5-8 Mayalanma

Anaerobik organizmalarda, enerji glikoliz işleminden sağlanır. Bu işlemde, glikoz, pirüvik aside dönüştürülür ve NAD, NADH_2 'ye indirgenir. Özel organizmanın metabolizmasına bağlı olarak, birkaç farklı kimyasal değişiklik izlenebilir. Her durumda pirüvik asit, tekrar kullanılabilir NAD 'ye yükseltgendiği NADH_2 'den hidrojenleri alır. Ancak, hiç bir fazla ATP üretilmez. Bu sırada pirüvik asit diğer bileşiklere çevrilir. Maya hücrelerinde, pirüvik asit etil alkol ve karbondioksit dönüştürülür (Şekil 6-4). Belirli bakterilerde, örneğin sütte bulunan bakterilerde son ürün laktik asittir. Maya hücreleri anaerobik solunum yaptıkları için, pirüvik asit kademesinden ancak biraz daha ileri bir parçalanmayı gerçekleştirebilir. Fermantasyonda son elektron alıcısı, oksijen yerine, hayvanlarda laktik asit, mayalarda etanol, bazı bakterilerde gliserol ya da **sirke bakterilerinde asetik asittir.**

Hiç bir ek enerji açığa çıkarmadan, pirüvik asidin bazı diğer ürünlere dönüştürülmesi

sonucu olan glikolize **mayalanma** denir. Bazı endüstriyel işlemlerde doğal fermantasyondan yararlanılır. Maya fermantasyonu ekmek yapımında kullanılır. Ekmek hamurunda, maya hücreleri karbondhidratları karbondioksit ve alkole yıkarlar. Karbondioksit hamurun içinde, kabarmasına neden olan gaz kabarcıkları meydana getirir. Diğer çok iyi bilinen bir örnek içki ve diğer amaçlar için etil alkol yapımıdır. Alkol, pişirme sırasında buharlaşır. Mayalar bira, şarap ve diğer alkollü içkilerin yapımında kullanılır. Bu durumda, istenen ürün, fermantasyonla üretilen alkoldür. Kullanılan özel işleme göre, bir miktar karbondioksit içkinin içinde kalabilir veya kalmaz.

(b) Alcohol fermentation occurs in yeast.



Şekil 5-4. Fermantasyon

AEROBİK SOLUNUM

5-9 Oksijenin Önemi

Anaerobik solunum ya da fermantasyonda, enerji üreden yegane işlem, glikozun parçalanmasından pirüvik asit oluşturulmasıdır. Bu işlem sırasında NAD tarafından alınan hidrojen, etil alkol gibi bir son ürün veren, pirüvik aside aktarılır. Fermantasyonun son ürünleri, aşağı yukarı meydana getirildikleri glikoz kadar enerjiye sahiptirler.

Solunum için çevredeki oksijeni kullanabilen bir hücre, bu son ürünlerde kalan enerjiyi açığa çıkarabilir. Oksijen, bu bileşiklerin oksidasyonu sırasında uzaklaştırılan hidrojeni alacağı için, hücre bunu yapabilir.

5-10 Krebs (Sitrik Asit) Döngüsü

Aerobik solunum, bir molekül glikozun iki molekül pirüvik aside parçalanması, iki molekül NAD 'nin iki molekül NADH₂ 'ye indirgenmesi ve net ürün iki molekül ATP olan glikoliz ile başlar. Bu adımlar aerobik ve anaerobik solunumun her ikisinde aynıdır.

Anaerobik solunumda, solunumla ilgili yolun sonunda, pirüvik asit NADH_2 'den hidrojen alır. Aerobik solunumda, pirüvik asit daha başka yıkımlar geçirir ve enerji açığa çıkar. Glikoliz sırasında oluşan NADH_2 'den de bir miktar enerji elde edilir.

Aerobik solunumun geri kalan adımları, hücrenin mitokondriumunda meydana gelir. Glikoliz ile üretilen pirüvik asit, karbondioksit, NADH_2 ve 2-karbonlu bir bileşik oluşturacak reaksiyonu vereceği mitokondriuma girer. Bu 2-karbonlu bileşik, tamimiyle karbondioksit ve hidrojene yıkılmasıyla sonuçlanan bir tepkimeler dizisinin birincisini geçirir. Karbondioksit artık bir ürün olarak dışarı verilir. Hidrojen NAD veya FAD koenzimleri tarafından alınır.

Mitokondrium iki katlı bir zara sahiptir. İç zar derin olarak katlanmıştır ve geniş bir yüzey alanına sahiptir. Araştırmalar, aerobik solunum için gerekli enzimler, koenzimler ve diğer özel moleküllerin bu zar yüzeyinde yerleşmiş olduğunu göstermektedir. Bu moleküllerin, bu zarın yüzeyinde düzenlenmiş bir halde bulunmaları, bu işlemlerin tamamına olanak vermektedir.

Pirüvik asitten meydana gelen 2-karbonlu (2C) bileşikle başlayan bu kimyasal tepkimeler dizisine **Krebs döngüsü** denir (Şekil 6-5). Ayrıntıları, İngiltere'de Oxford Üniversitesi'nden Hans Krebs tarafından keşfedilmiştir. Bu başarısından ötürü 1953 yılında bir Nobel Ödülü almıştır. Krebs tepkimeler dizisinin tekrarlanan bir devre şeklinde olduğunu bulmuştur. Devrelerin parçası olan belirli organik asit molekülleri tekrar tekrar kullanılmaktadır. Bunlar, devirler sırasında başka bileşiklere dönüştürülür ancak tekrar orijinal şekillerine geri çevrilirler.

Devrenin her bir "döngüsü", bir pirüvik asit molekülünden gelen 2-karbonlu bir bileşiği gerektirir ve iki molekül karbondioksit ile dört çift hidrojen atomu verir. Ek olarak, bir

karbondioksit molekülü ve bir hidrojen atomu çifti devirden önce pirüvik asit molekülünden uzaklaşır. Hidrojen atomları NADH_2 oluşturan, NAD tarafından toplanır. Pirüvik asitten açığa çıkan kimyasal enerjinin hemen tamamı hidrojen tarafından taşınır ve geçici olarak indirgenen koenzimlere aktarılır. Krebs çemberinin her bir döngüsü ile doğrudan yalnız bir ATP üretilir.

5-11 Elektron Taşıma Zinciri

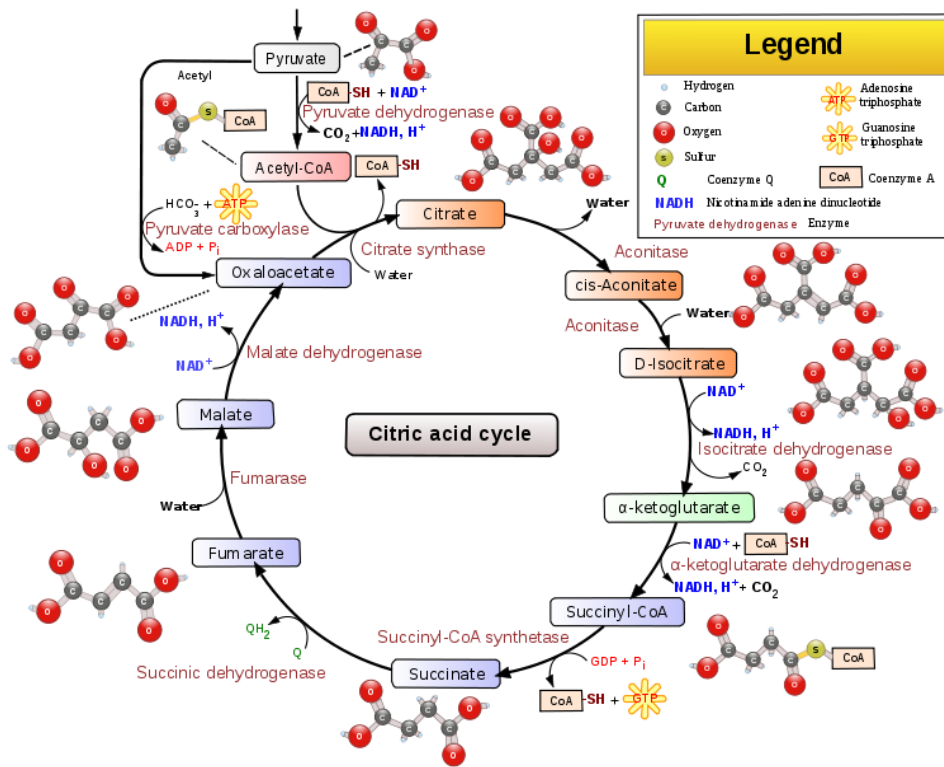
Şimdiye kadar aerobik solunumda, glikozun iki molekül pirüvik aside parçalanmasından iki molekül ATP ve Krebs çemberinin her bir döngüsünde bir ATP üretildiğini gördük (her bir glikoz molekülü için iki ATP). Her glikoz molekülü dört ATP 'nin bir toplamıdır. Glikozun yıkılmasıyla açığa çıkan mevcut tüm enerji NADH_2 ve FADH_2 'de hidrojenle taşınır. Bu enerji elektron **taşıma zinciri** adı verilen, enzimlerin ve koenzimlerin yüksek organizasyonlu bir sistemi tarafından ATP oluşturmada kullanılır.

Elektron taşıma zincirinde, oksidasyon-redüksiyon tepkimelerinin bir dizisi meydana gelir. Hidrojen atomları, zincirde NADH_2 ve FADH_2 tarafından taşınır. Hidrojen atomlarından gelen elektronlar daha sonra bir bileşikten diğerine geçer. Zincir boyunca üç

noktada, elektronlar bir miktar enerji verir ve ATP molekülleri oluşturulur. Tam olarak, hücrelerin pek çoğunda her bir glikoz molekülü için, elektron taşıma zinciri ile 32 ATP üretilir. İki ATP doğrudan glikolizden ve 2 ATP Krebs çemberinden geldiği için, aerobik solunum her bir glikoz molekülünden toplam 36 ATP üretebilir.

Bu işlemde son adım serbest oksijen gerektirir. Oksijen, birleşerek su oluşturduğu, hidrojenin son alıcısı olmaktadır.

Hücre solunumuyla üretilen suya *metabolik su* denir. Bu su hücre tarafından kullanılabilir veya artık ürün olarak dışarı verilebilir. Kanguru, sıçan gibi çöl hayvanları için, metabolik su hayatta kalmak için gerekli bir su kaynağıdır.



Şekil 5-5. Krebs Döngüsü

5-12 Aerobik Solunumun Net Tepkimeleri

Aerobik solunumun tüm adımlarının net sonucu çoğunlukla aşağıdaki kimyasal eşitlikte özetlenir:



Bu eşitlik biraz fazla basitleştirilmiştir. Krebs çemberinde hammadde olarak, suya ihtiyaç duyulur. Şekil 6-4'te birer molekül suyun Krebs döngüsüne girdiği üç ayrı yer görülmektedir. Krebs çemberi her bir glikoz molekülü için iki kere işlediği için, yıkılan her bir glikoz molekülü için 6 molekül suya gereksinim vardır. Bu su, eşitlikte hammadde olarak gösterilmelidir. Bu nedenle eşitlik şu şekilde yazılmalıdır.



5-13 Hücresel Solunumun Etkinliği

Glikozun oksidasyonu, çoğunlukla hücre solunumunun enerji veriminin bir ölçüsü olarak kullanılır. Anaerobik solunumda, glikoliz yolu, her bir glikoz molekülünden iki ATP 'lik net bir verim sağlar. Solunumun bu türü, glikozun potansiyel enerjisinin çoğunu son fermentasyon ürünlerinde bıraktığından, oransal olarak verimsizdir. Bununla birlikte, bu yöntem, bakteri ve mayalar gibi pek çok basit organizmaların enerji ihtiyaçları için yeterli olmaktadır.

Aerobik solunum, glikozun her molekülünden, mayalanmadakinden tam 20 kat kadar fazla enerji sağlar. Üstelik, çok etkili bir işlemdir. Glikozun oksidasyonundan kuramsal olarak sağlanabilecek toplam enerjinin yaklaşık % 45'i, aerobik solunumdan sonra ATP olarak depolanır. Bir karşılaştırma yapılırsa, bir otomobil motoru, yakıtının yaklaşık % 25 'ini ancak verimli işe dönüştürebilir.

5-14 Kas Yorgunluğu ve Oksijen Açığı

Aerobik solunum yeteneğine sahip bazı organizmalar, serbest oksijen sağlayamadıklarında, kendi başına anaerobik solunumla işlev yapabilirler. Örneğin, maya hücreleri, oksijen stoku bol olduğunda aerobik solunumu çalıştırır, fakat oksijen yokluğunda anaerobik solunumla yaşar ve gelişirler. İnsanlar ve diğer hayvanlardaki kas hücreleri, normal olarak enerji ihtiyaçlarını aerobik solunumla sağlarlar. Bununla birlikte, sadece glikolizden sağlanan enerji ile, yeterli olmasa da, kısa bir süre için işlev görebilirler.

Yoğun veya uzamış bir fiziksel faaliyet süresi sırasında, kas hücreleri solunum ve dolaşım sisteminden sağlayabildiklerinden daha hızlı oksijen harcayabilirler. Oksijen sağlanması çok azaldığında, elektron taşıma zinciri işlev yapamaz. Bu, NADH_2 ve FADH_2 'nin mitokondrilerde biriktiği ve tekrar kullanıma sokulamadığı demektir. Bu, Krebs çemberini işi bırakmaya zorlar.

Bu durum altında, kas hücreleri glikoliz ile enerji açığa çıkarmaya devam ederler, fakat pirüvik asit hidrojen alıcısı olur ve laktik aside dönüştürülür. Kas hücrelerinde laktik asit birikimi yorgunluk duyusu meydana getirir ve hücrelerin normal işlerini yapmalarını kademeli olarak azaltır.

Bu hücreler bir dinlenme süresine veya normal bir duruma gelebilecek azaltılmış aktiviteye gereksinim gösterirler. Bu zaman süresince, taze oksijen sağlanması laktik asidin pirüvik aside geri okside olmasına izin verir ve biriktirilen hidrojen, elektron taşıma zincirine geçirilir. Laktik asidin ortadan kaldırılması için gerekli oksijen miktarına **oksijen açığı** denir. Ağır faaliyetler sırasında, soluk ve kalp hızı, kaslara daha fazla gereken oksijenin verilmesini düzenlemek için yükselir. Yoğun faaliyet durduğunda, soluk ve kalp hızı bir süre yüksek kalır. Bu sırada, fazladan alınan oksijen, önceki gayret zamanındaki oksijen açığını karşılamak içindir.

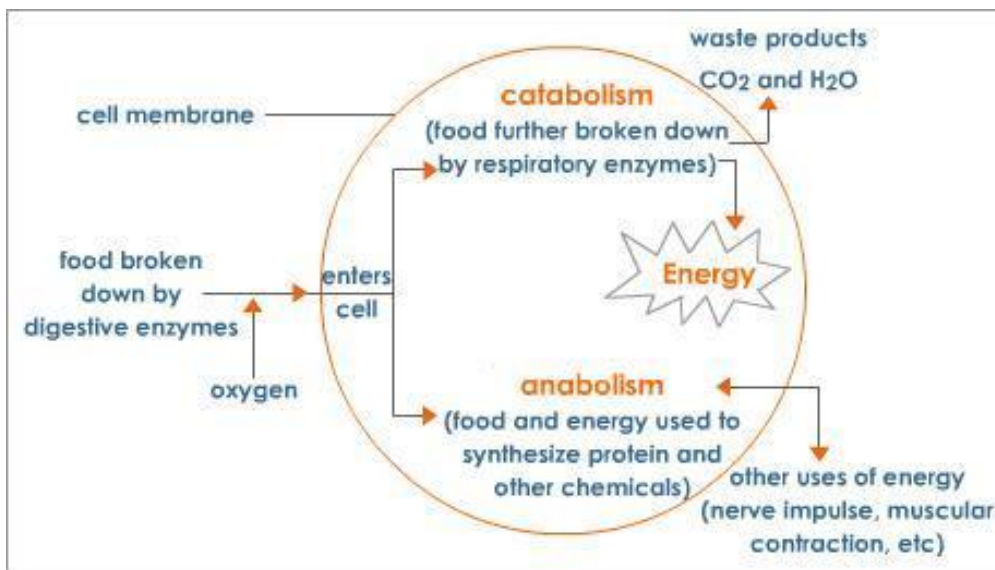
KATABOLİZMA VE METABOLİZMA

5-15 Hücrede Yıkım ve Sentez

Aerobik solunumun değerlendirilmesi, hücreye enerji sağlamada glikozun yıkımı üzerine odaklanmıştır. Organizmaların pek çoğunun besinleri, glikozu basit şekliyle içmez. Glikoz daha karmaşık karbonhidratların yıkımından veya sindiriminden sağlanır. Aerobik solunum yapan hücreler, yağlar ve proteinler gibi diğer besin maddelerinden de enerji açığa çıkarabilirler. Bu maddeler yıkılır ve solunum yolunun bazı ara noktalarına girebilecek bileşiklere dönüştürülür. Bu nedenle, glikolizle üretilen pirüvik asit, Krebs çemberine girebilen tek kaynak bileşik değildir.

Bir organizmanın besin stokundaki proteinler ve yağlar vücutta kullanmak için sindirimle yıkılırlar. Organizma dokularının parçası olmakla birlikte, protein ve yağlar sürekli yıkılır ve tekrar oluşturulur. İnsan vücudundaki hücrelerde, vücut proteinlerinin yaklaşık yarısı her 80 günde yıkılır ve yeniden oluşturulur. Bazı proteinler her 10 günde bir değiştirilir. Bazı karaciğer enzimleri 2 saatten daha kısa devrede yok edilir ve yeniden yapılır.

Daha önce de açıklandığı gibi, hücrede veya bir organizmanın hücrelerinde meydana gelen tüm kimyasal tepkimeler onun metabolizmasını oluşturur. Sadece yıkım tepkimelerinden ibaret metabolizma fazına katabolizma denir. Bu tepkimeler çoğunlukla enerji verirler. Katabolik işlemleri dengeleyen tamamlayıcı metabolizma fazına anabolizma denir. Anabolizma, hücrenin sürekli işlevleri için gerekli olan materyallerin yapım ya da sentezi ile sonuçlanan tepkimeleri kapsar. Bu reaksiyonlar için bir enerji girdisi gerekir. Kısacası, hücrelerde, enerji-üreten ve enerji-gerektiren tepkimeler eşzamanlı ve birbirine bağımlı olarak meydana gelir.



Şekil 5-6. Katabolizma ve Anabolizma

BESLENME İŞLEMİ**6-1.1 Besinler**

Bütün canlı organizmaların besine ihtiyacı vardır. **Enerji, büyüme 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 kullanılabilecek **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. Hücre solunumunun değerlendirilmesinde açıklandığı gibi, enerji bir dizi küçük adımlarda açığa çıkarılır ve daha sonraki kullanım için ATP moleküllerinde depolanır.

Hücre solunumuyla 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 **kaloridir**. 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 fotosentetiktirler. Bu organizmalara *fototroflar* denir. Bununla birlikte, bazı ototrof bakteri çeşitleri, enerji kaynağı olarak ışık kullanmazlar. Bunlar kemosentetiktir, 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

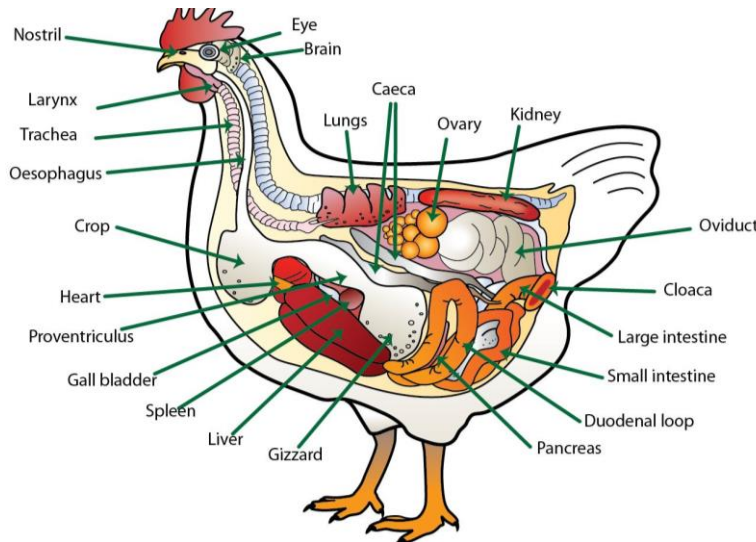
Bir organizmada hücrelerin kullanacağı bir besinin, mutlaka hücre zarlarından geçmesi gerekir. Yiyeceklerdeki besin molekülleri, çoğunlukla hücre zarlarından geçemeyecek büyüklüktedir. Bu yüzden, hücrelerin kullanacağı besin moleküllerinin çoğunun daha küçük ve basit yapılara parçalanması gerekir. Besin 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 ısıtılan 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).



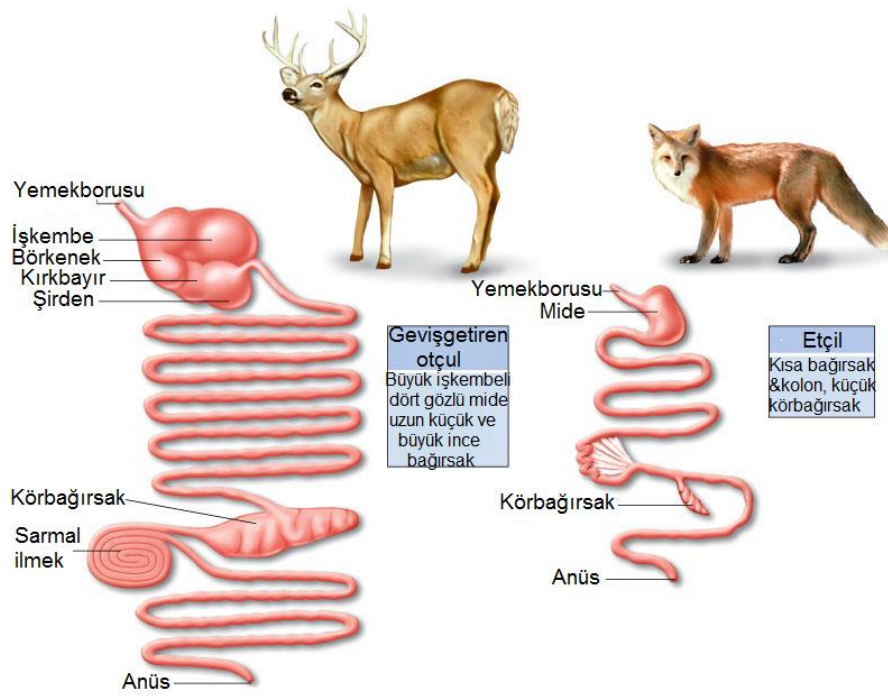
Şekil 6-1.1. Kuşlarda sindirim sistemi

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 fiziksel sindirime 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

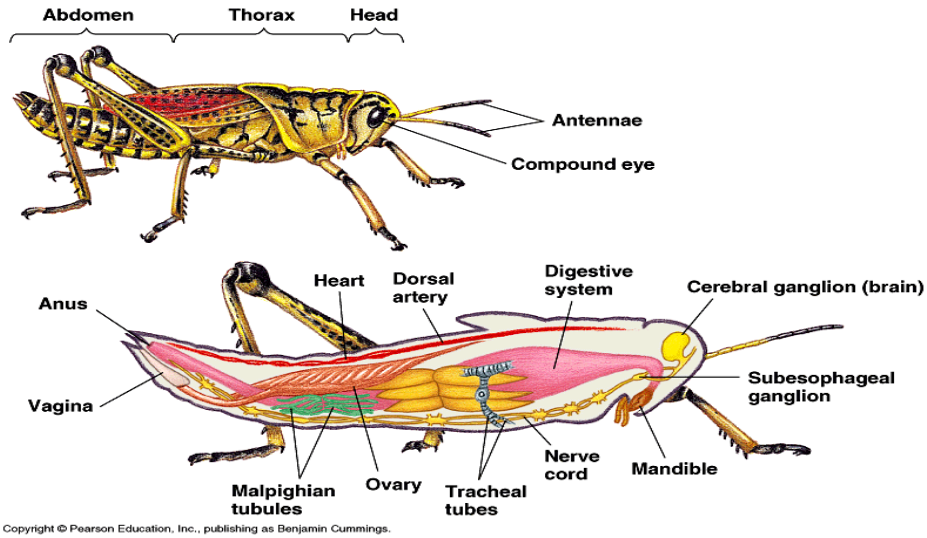
6-2.1 Emilim ve Dolaşım

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.

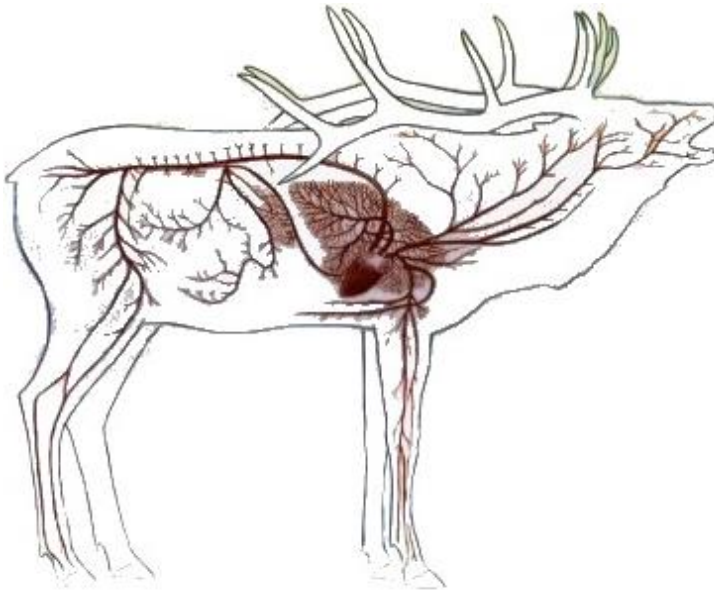
Basit organizmalarda, difüzyon, aktif taşıma ve sitoplazmik akıntı işlemleri, materyallerin hücre içinde ve hücreler arasındaki dolaşımı için yeterlidir. Bununla birlikte, büyük ya da karmaşık organizmalarda, pek çok hücre dış çevreden uzaktır. Bu tür organizmaların, materyalleri organizmanın tüm kısımlarına 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 çözündüğü 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, çözünmüş 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 yegane 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 çözünmüş proteinlerden (%7 dolayında) ibarettir. Ayrıca, tuzlar, glikoz, amino asitler, yağ asitleri, vitaminler, hormonlar ve hücrel 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.

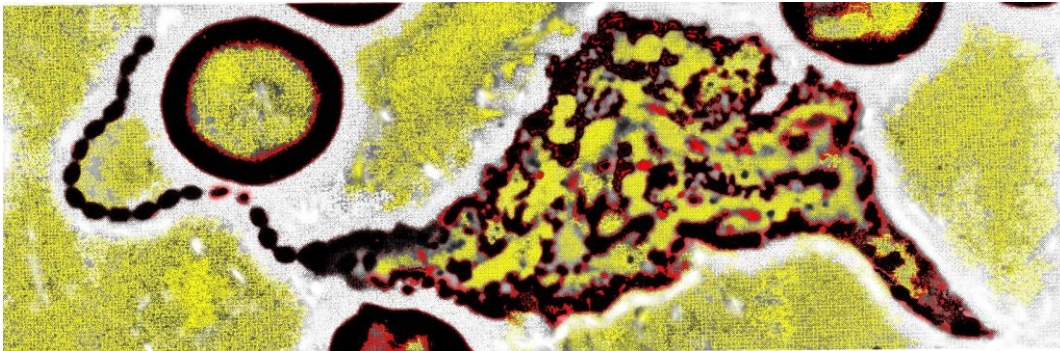
Memelilerde embriyo gelişimi sırasında, kırmızı kan hücreleri karaciğer, dalak ve lenf düğümlerini içeren çeşitli organlar tarafından meydana getirilir. Ancak, doğumdan sonra, normal olarak sadece kemik iliği tarafından üretilirler. Olgun kırmızı kan hücreleri çekirdek içermez. Yaklaşık 120 gün canlı 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 B₁₂ 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 *fagositoz* 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 milimetre küpünde sadece 6,000 ile 8,000 arasında beyaz kan hücresi vardır. Ancak, vücutta bir enfeksiyon olduğu zaman, bu sayı milimetre küpte 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

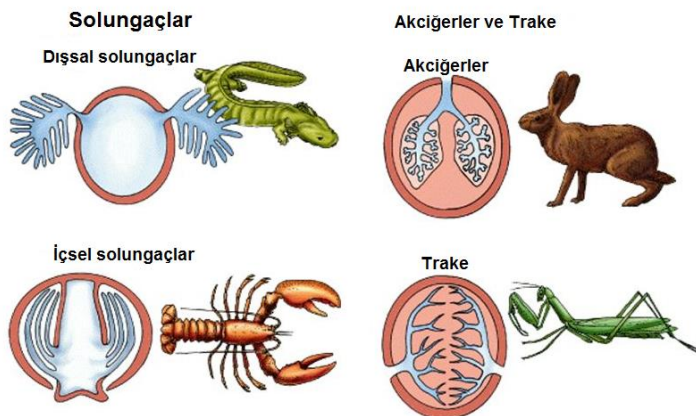
kırıntısından ibarettir. Kanın her milimetreküpünde, çoğunlukla 200,000 ile 400,000 arasında trombosit vardır. Trombositler, kanın pıhtılaşma işlemini başlatır.

SOLUNUM İŞLEMİ

Hücresel solunumu 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 problemleri vardır. Bir canlı organizmanın, çevresiyle oksijen ve karbondioksit değişimi yaptığı işleme **solunum** denir.

6-3.1 Solunum Yüzeyi

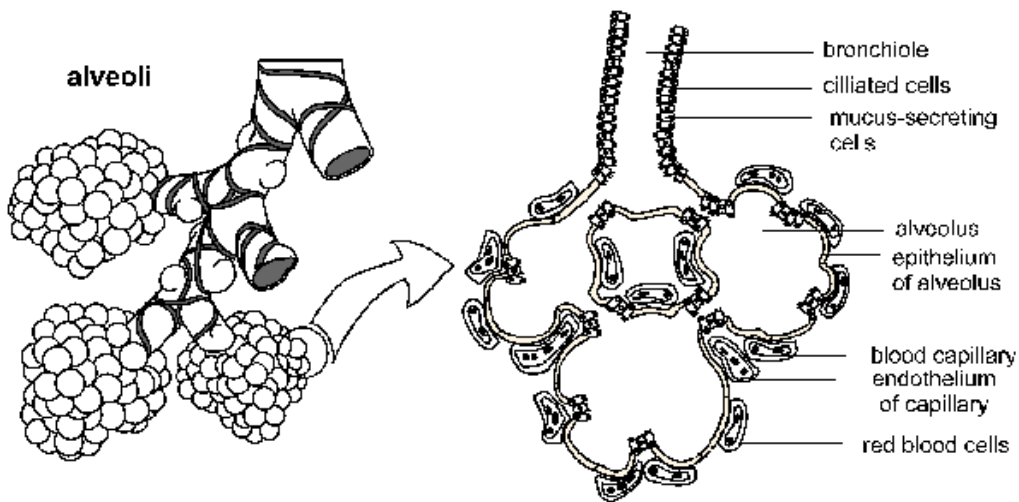
Bir organizma ile çevresi arasındaki oksijen ve karbondioksit değişimi, bu gazların bir sınır yüzeyden geçişini kapsar. Gaz değişiminin meydana geldiği bu yüzeye **solunum yüzeyi** denir (Şekil 6-3.1). Bir solunum yüzeyi şu karakteristiklere sahip olmalıdır: (1) İçinden hızlı difüzyon olması için, ince çeperli olmalıdır. (2) Oksijen ve karbondioksit çözelti içinde bulunacağından, ıslak olmalıdır. (3) Bir oksijen kaynağı ile temasta olmalıdır. (4) Çok hücreli organizmaların çoğunda, çözülmüş 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 kare olan, yaklaşık 300 milyon alveoli içerdiği tahmin edilmektedir (Şekil 6-3.2). Bu alan insan derisinin yüzey alanının 40 katıdır.**



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 paramezyumda, çevrelerindeki suda çözünmüş oksijen, difüzyonla hücre zarından sitoplazmaya geçer. Hücresel solunumda oluşturulan karbondioksit, sitoplazmadan çevrelerindeki suya difüze olur.

Hidranın 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 çözünmüş oksijen konsantrasyonu nadir olarak %0.5 'den daha yüksektir. Bir açıklama yapmak gerekirse, kimyasal olarak su moleküllerinin bir parçası olan oksijen, kuşkusuz solunum için asla alınamaz. Yalnızca serbest çözünmüş oksijen kullanılabilir. İkincisi, oksijenin difüzyonu, havaya oranla suda çok daha yavaş meydana gelir. Kısacası, **suda yaşayan bir hayvanın yeterli oksijen alabilmesi için, büyük bir su hacmini solunum yüzeyinden sürekli olarak hareket ettirmek 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. **SU KURBAĞALARI**

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 sucul hayvanın solunum organlarıdır. Solungaçlar çoğunlukla vücudun 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, çözünmüş oksijen, suyun içinden ince zarın diğer tarafına ve vücudun 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 gerekmediği 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.

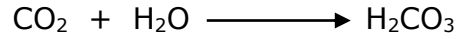
Oksijen taşınımı. Oksijenin çoğu akciğerlerden vücut dokularına kırmızı kan hücreleri içindeki hemoglobinle taşınır. Plazma içinde büyük boyutta çözünmüş değildir. Hemoglobin demir içerkli yegane proteindir. En önemli karakteristiğı oksijenle kolaylıkla birleşmesidir. Ancak, oksijen zayıf olarak tutulur ve oksijen konsantrasyonuna bağılı olarak tepkime geri dönüşümlüdür. Oksijen konsantrasyonunun yüksek olduğı akciğerlerde, hemoglobin (Hb) oksihemoglobin (HbO₂) oluşturmak için oksijenle (O₂) birleşir. Kan, çevre dokularda oksijen konsantrasyonun düşük olduğı 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.

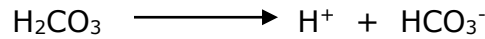
Karbondioksit taşınımı. Hücresel solunum karbondioksit üretir. Bu nedenle karbondioksit konsantrasyonu vücut hücrelerinde, kılcallardaki kandan daha yüksektir. Bu yüzden, karbondioksit hücrelerden kana difüze olur. Karbondioksitin kanla akciğerlere

taşınması birkaç yolla olur. Karbondioksit kanda üç yolla; plazmada çözünmüş 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.

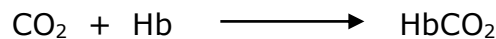


Karbonik asit, H_2CO_3 , hidrojen iyonları ve bikarbonat iyonları oluşturarak, hızla yıkılır.



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 çözünmüş olarak akciğerlere taşınır. Gerçekte toplam karbondioksitin sadece %7'si kanda normal yolla, yani plazmada çözünmüş 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 çözünmüş 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, artıklar üretilirler. Bu artıklar 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 artıklarının 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 Artıklar

En önemli hücresele artıklar **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 artıkların yüksek konsantrasyonları zehirlidir.

Boşaltım sistemi, metabolizma artıklarına 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.

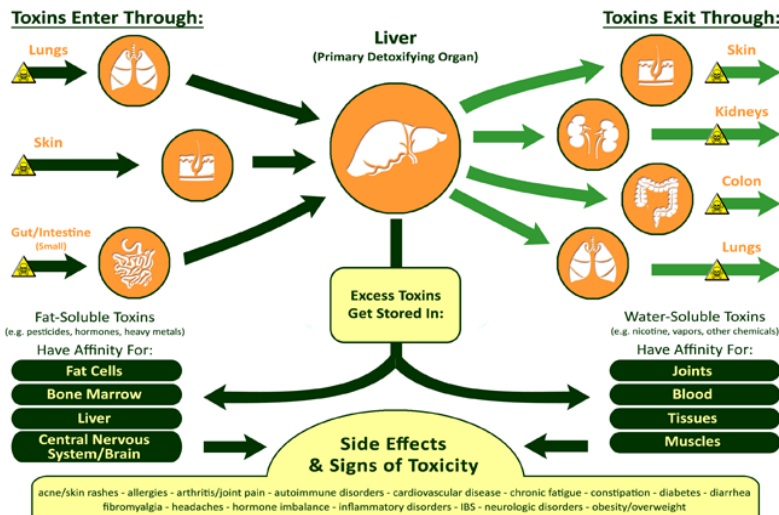
Memelileerin karmaşık ve ileri derecede gelişmiş boşaltım sistemi homeostasisin sağlanmasında temel bir role sahiptir. İnsanların ana metabolik atıkları karbon dioksit, üre, su ve mineral tuzlardır. Boşaltım organları karaciğer, böbrekler, akciğerler ve deridir.

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**).

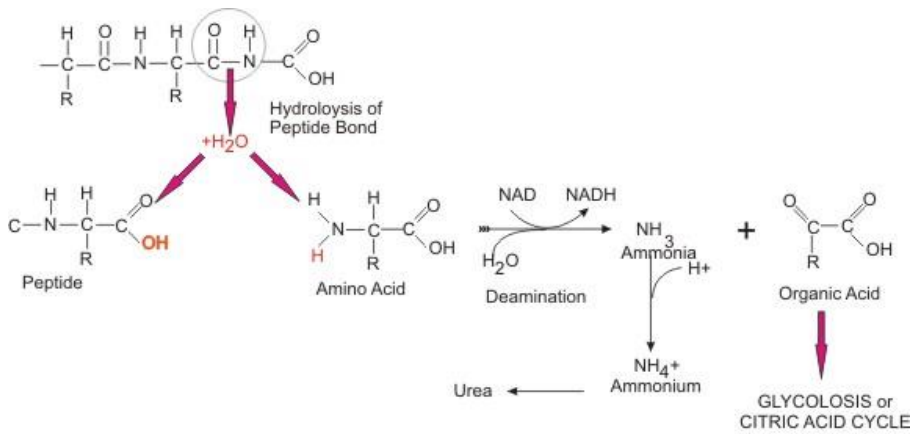
Safranin atılması. Safra karaciğer hücreleri tarafından sentezlenir. Safra tuzları, kolesterol ve yıpranmış kırmızı kan hücrelerinin hemoglobin molekülü parçasından oluşur. Safra bileşenlerinin bazıları metabolik atıklar olduğundan, safra bir boşaltım ürünü olarak düşünülür. Safra, safra kesesinde toplanır 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 (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 amonyaka (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, hücresel 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, üreterler, idrarı geçici olarak depolandığı idrar torbasına taşır. Diğer bir tüp, üretra, 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 böbrekleri terk etmeden önce iki kılcal damar kümesinden geçer. Bir nefrona kan taşıyan arteriöl 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.

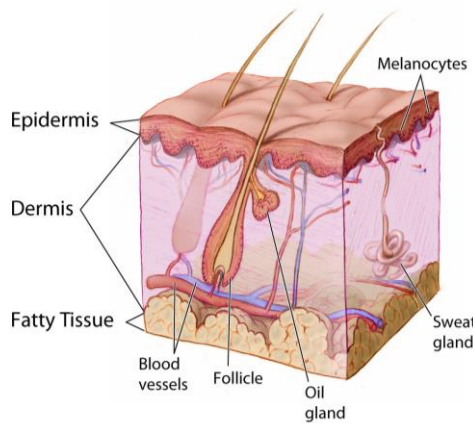
Geri Emilimden sonra, nefronlarda kalan sıvı yoğunlukla su, üre ve çeşitli tuzları içerir ve idrar olarak bilinir. İdrar, tüplerden toplama kanalına akar. Üreterlerle böbreklerden idrar torbasına geçer ve buradan üretra ile periyodik olarak çıkarılır.

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.



Şekil 6-4.1. Deri ve deri boşaltımı

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 saç folikülleri vardır. Dermisin altında yağ veya adipoz dokusu vardır. Zayıf insanlarda bu tabakada az yağ varken, kilolu insanlarda bu tabaka çok kalındır.

Yağ bezleri, deriyi ve saçları 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.

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 bağlandığı bir iskelet içerir. Kaslar kasıldıklarında ya da kısaldıklarında güç kullanabilirler. Kasıldıklarında, bağlı oldukları kısımları hareket ettirirler.



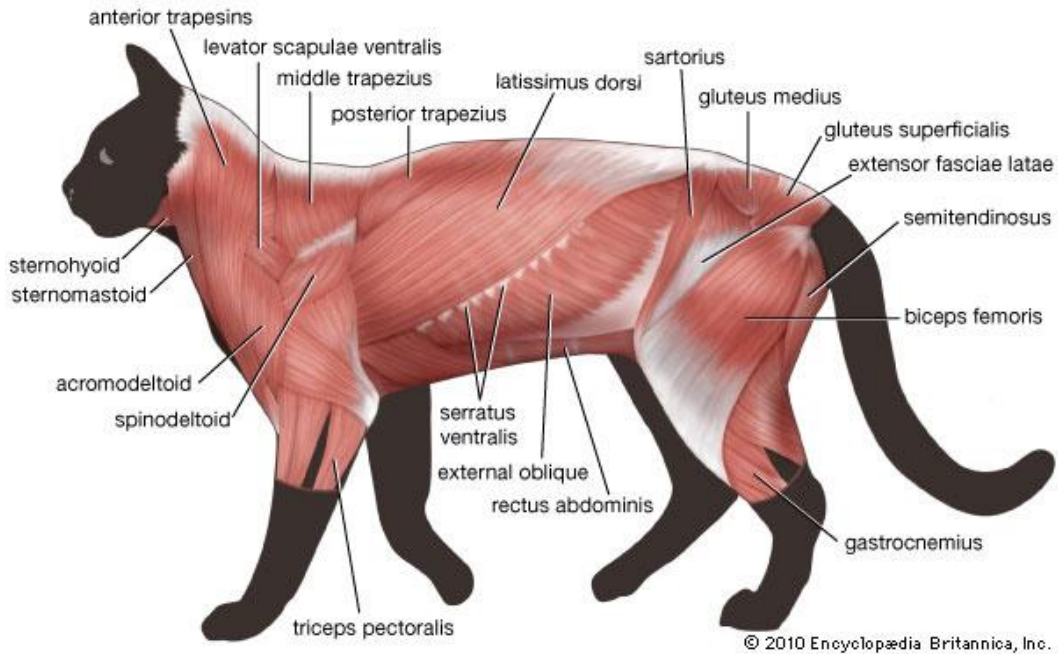
Şekil 6-5.1. Av kovalayan bir çita. Kısa avlanma koşusunda kara hayvanlarının en hızlısıdır.

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 kavkisinden 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 kıkırdaktan 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 kıkırdak 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.