

HÜCRENİN

KİMYASAL YAPISI-2

PROF. DR. SERKAN YILMAZ



Karbohidratlar

Karbohidratlarda karbonla beraber daima hidrojen ve oksijen bulunur ve H ile O'nin birbirine oranı 1/2 olduğu (CH₂O) için bu maddelere sulu karbon anlamına gelen **karbohidrat** adı verilmiştir.

Karbohidratlar en önemli **enerji kaynağıdır**.

Bitki hücrelerinin duvarlarına giren yapı elemanları karbohidratlardır ve bitki için bir destek yapısı görevini yüklenmişlerdir.

Bitki hücreleri **fotosentez** olayı ile karbohidratları oluşturur. Hayvan hücreleri dışardan alırlar. ●

Hayvan dokularında bulunan en önemli karbohidratlar **glukoz, galaktoz, glikojen, amino şekerler** ve bunların polimerleridir.

Biyolojik öneme sahip karbohidratlar üç sınıfta toplanırlar. Bunlar **monosakkaritler, disakkaritler ve polisakkaritler**'dir.

Bunlardan monosakkaritler ve disakkaritler tatlı oldukları için bunlara genel olarak **şeker** adı verilir. Suda çözünürler ve zarlardan kolaylıkla geçerler.



Monosakkaritler

Monosakkaritler karbohidratların monomer birimlerini teşkil ederler. Monosakkaritlerin ampirik formülü $(CH_2O)_n$ ' dir.

Kapsadıkları C atomunun sayısına göre sınıflandırılırlar.

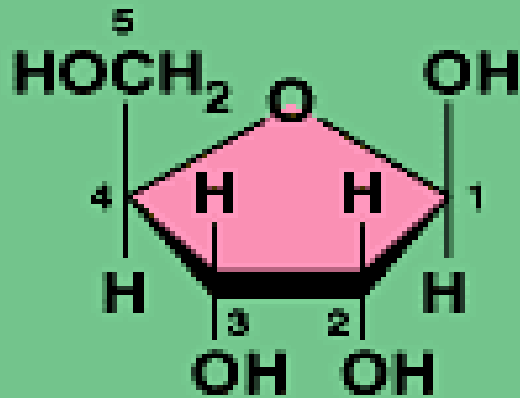
En basit olanı en az üç tane karbonlu **trioz**'dur. **Gliseraldehit**'dir. Beş tane karbon varsa **pentoz** ve altı karbon varsa **hekzoz** adı verilir.



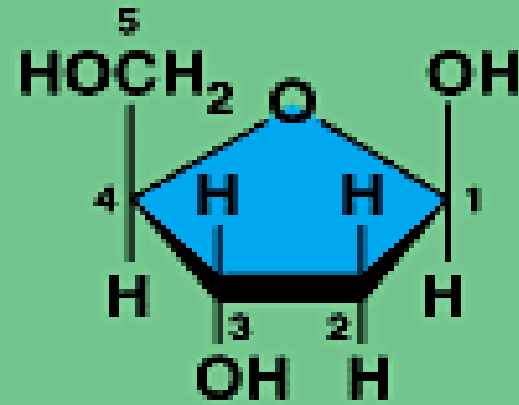
Canlılar için en önemli monosakkaritler **pentozlar** ve **heksozlar**dır.

Pentozlardan en önemli olan iki şeker **riboz** ve **deoksiriboz**dur. Bu iki şeker nükleik asitlerin yapısına girerler ve hem hayvanlarda hem de bitkilerde bulunurlar.

Bitkilerde bulunan **ribuloz** fotosentez olayına katılan beş karbonlu önemli bir monosakkarittir.



Riboz



Deoksiriboz

Pentozlar ($C_5H_{10}O_5$). RNA da bulunan Riboz ve DNA da bulunan Deoksiriboz.



Heksozlardan en önemlisi **glukoz**'dur. Glükozun formülü $C_6H_{12}O_6$ şeklindedir.



Disakkaritler ve polisakkaritler hidrolize olunca monosakkaritlerine parçalanırlar.

Glukoz bir çok hayati olayların temel taşıdır.

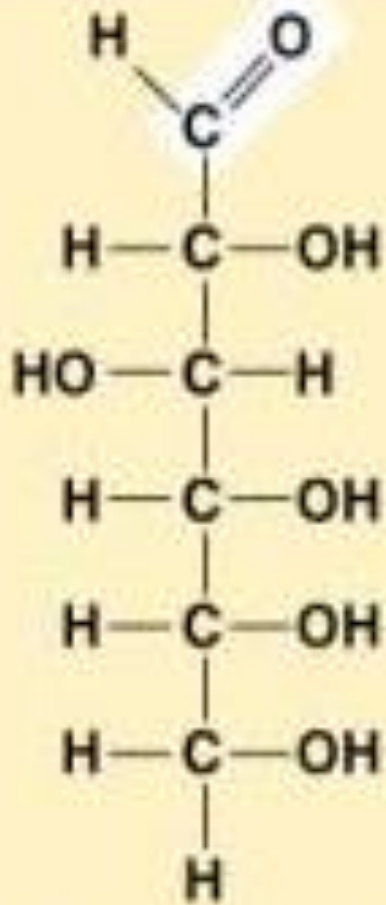
Diğer önemli monosakkaritlere örnek olarak **fruktoz** (levüloz) ve **galaktoz** verilebilir.

Fruktoz meyvalarda bulunan **meyva şekeri**'dir.

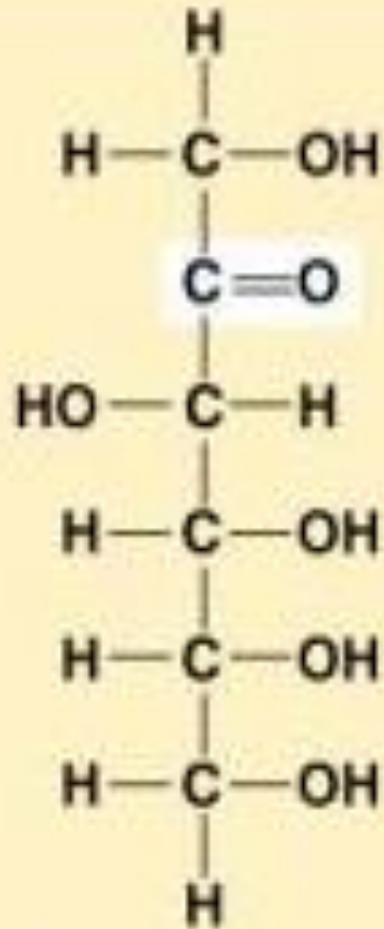
Galaktoz **sütte** bulunur.

Fruktoz ve galaktozun formülleri de $C_6H_{12}O_6$ olup glukozunkinin aynısıdır. Fakat bu üç heksozda atomların dizilişi farklıdır.



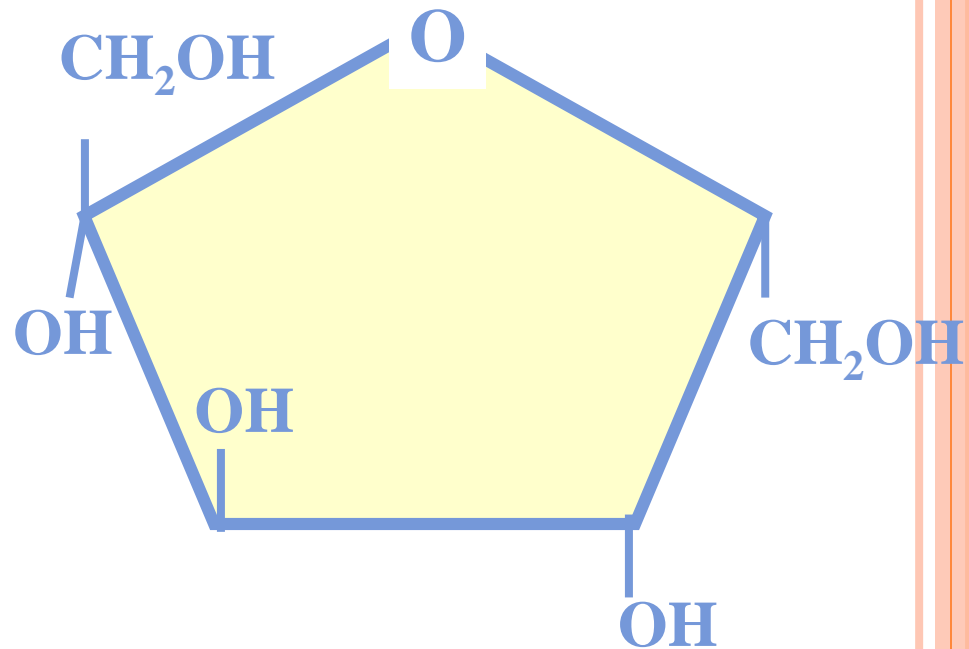
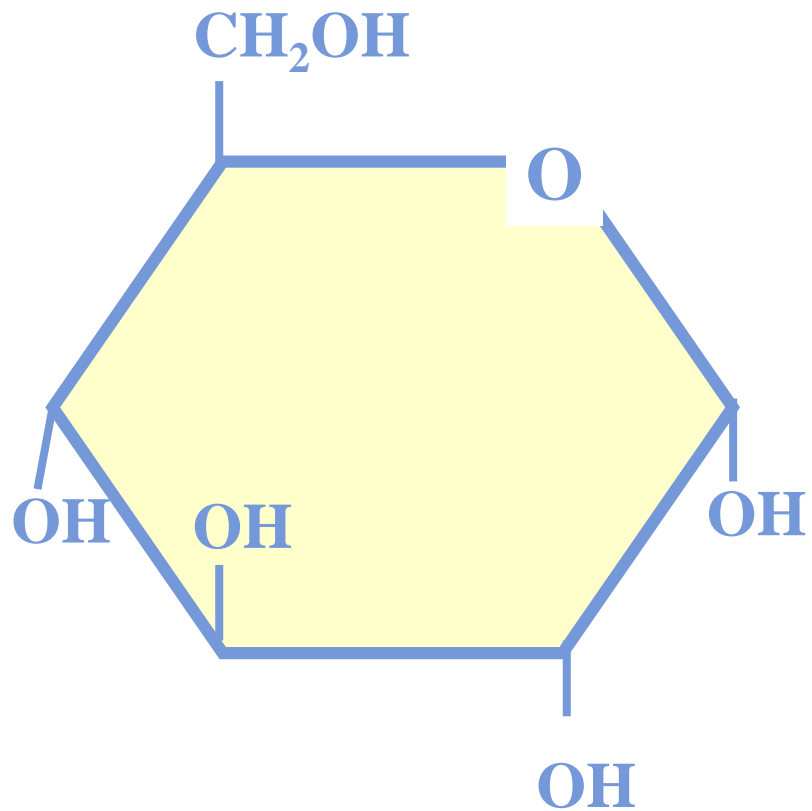


Glukoz (6C)



Fruktoz (6C)





Glukoz (6C) ve Fruktoz (6C)



Disakkaritler

Disakkaritlerin ampirik formülü $C_{12}H_{22}O_{11}$ ' dir.

Disakkaritler iki monosakkarit monomerinin birleşmesiyle oluşan şekerlerdir.

Bu birleşme bir **dehidrasyon sentezi** şeklinde olur ve bir su molekülü ayrılırken disakkarit teşekkül eder.

Gerek früktoz gerekse galaktoz **glukoz** ile birleşerek disakkarit yaparlar.

Monosakkarit + Monosakkarit = Disakkarit + Su



İki glukoz molekülünün birleşmesinde monomerlerin serbest uçlarında bulunan OH grupları arasında bir molekül su ayrılarak **-R-O-R-** şeklindeki **glikozit bağı**nın oluştuğu görülür.

Önemli disakkaritler hayvan hücrelerinde **laktoz**, bitki hücrelerinde **sükroz (sakkaroz)** ve **maltoz**dur.

Sükroz şeker pancarında ve şeker kamışında bulunur.

Sütte bulunan **laktoza süt şekeri** de denir **Maltoz** ise iki molekül glukozdan yapılmıştır

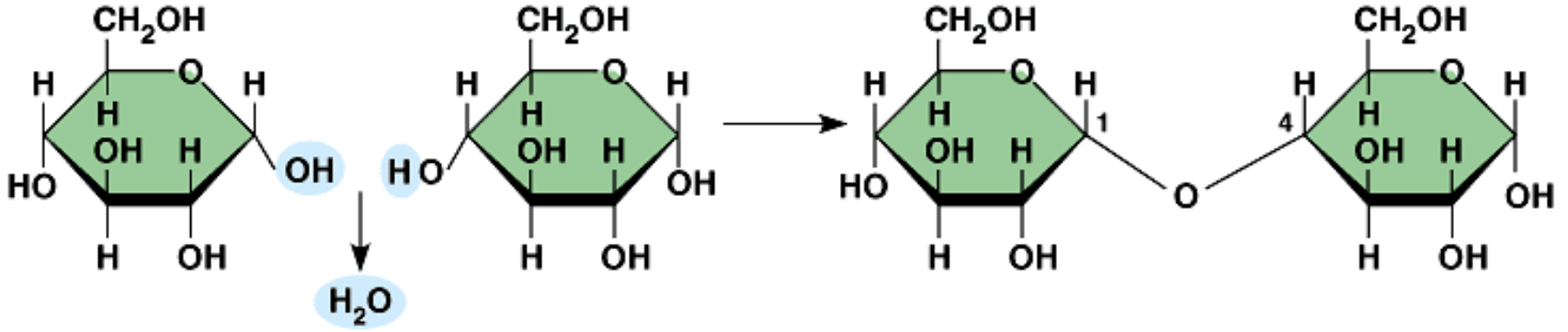


Glukoz + Glukoz \rightarrow Maltoz + H₂O (Malt şekeri)

Glukoz + Fruktoz \rightarrow Sükroz (Sakkaroz) + H₂O (Çay Şekeri)

Glukoz + Galaktoz \rightarrow Laktoz+H₂O (Süt Şekeri)

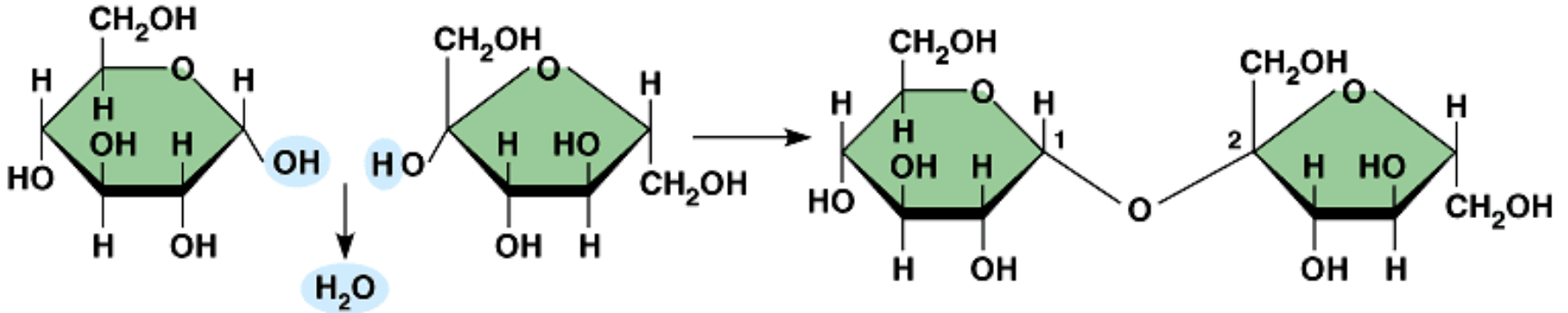




Glukoz

Glukoz

Maltoz

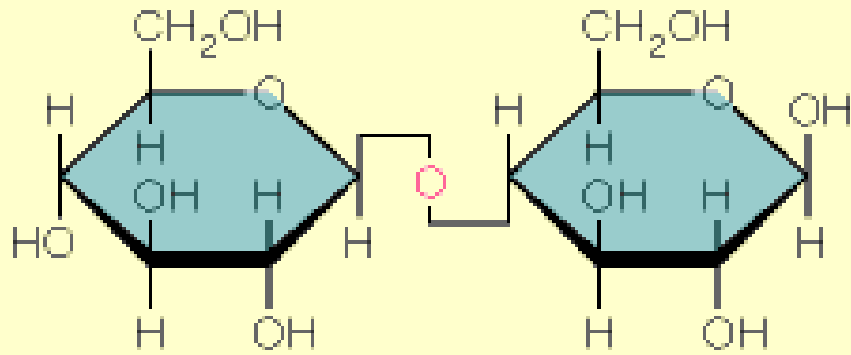


Glukoz

Fruktoz

Sükroz

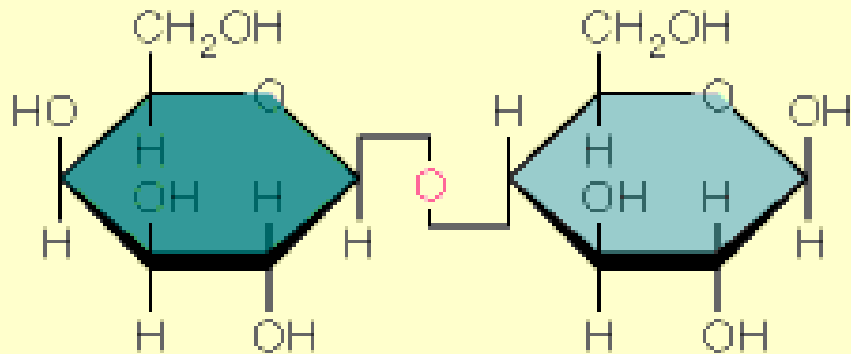
Dehidrasyon sentezi. İki monosakkaridin aralarından bir molekül su çıkararak bir disakkarit oluşturması.



Glukoz

Glukoz

Sellobiyo



Galaktoz

Glukoz

Laktoz



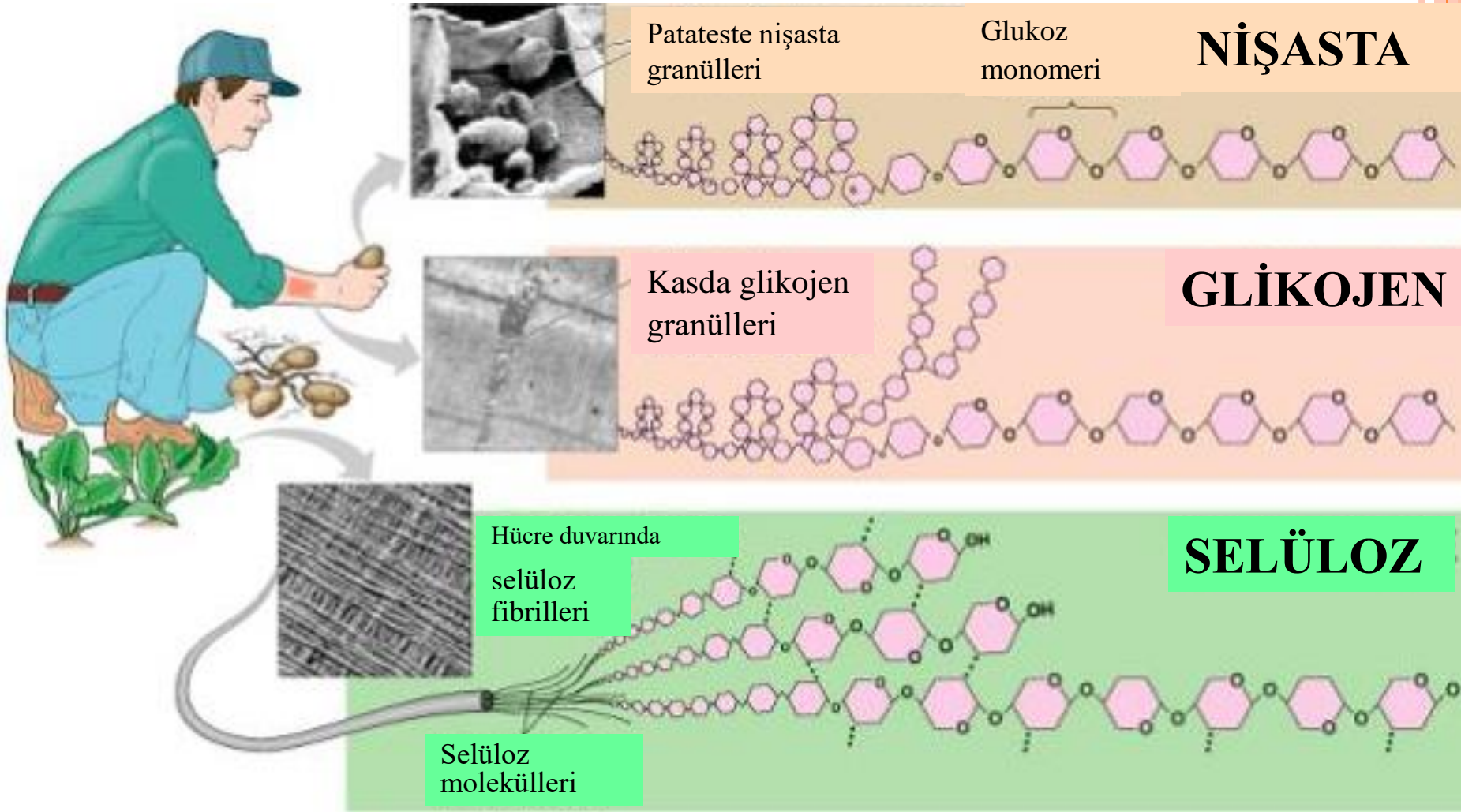
Polisakkaritler

Monosakkarit monomerinin birleşmesiyle oluşan dev biyopolimerlerdir.

Kapalı formülleri $(C_6H_{10}O_5)_n$ dir. Hidroliz ile basit şekerlere ayrılırlar.

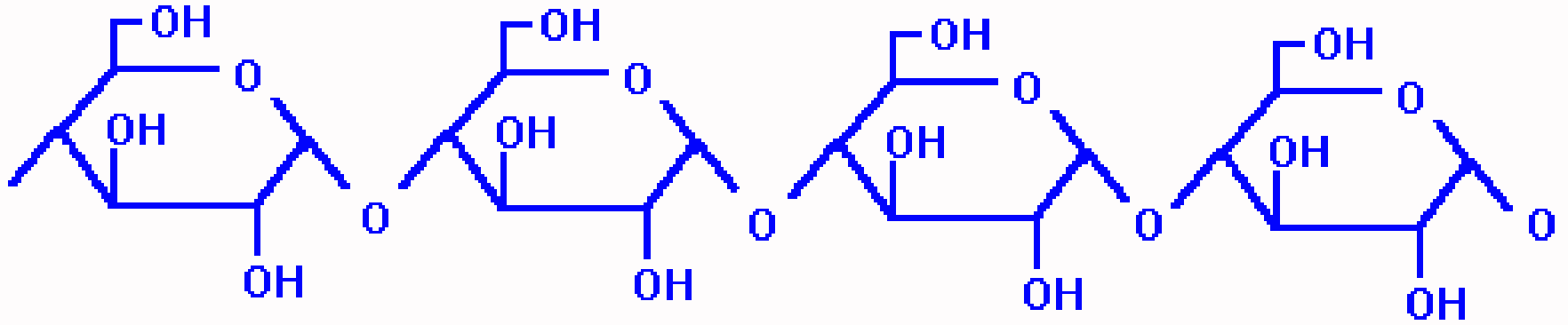
Canlı organizmalar için önemli olan polisakkaritler hayvan hücrelerinde **glikojen**, bitki hücrelerinde **nişasta** ve **selüloz**'dur. Bunların üçü de glukozun birleşmesinden oluşmuştur.





Polisakkarit örnekleri (Addison Wesley Longman Inc.)





Nişasta yüzlerce glukozun alfa 1, 4 glikozit bağlarıyla bağlanması ile oluşur.



Nişasta iki uzun polimer molekülünden oluşmuştur.

Bunlardan birisi hat şeklinde olan amilozdur. **Amiloz**, 200 D-glukoz molekülünden yapılmış bir polimer olup nişastanın % 20' sini teşkil eder (**alfa 1, 4 glikozit bağı**)

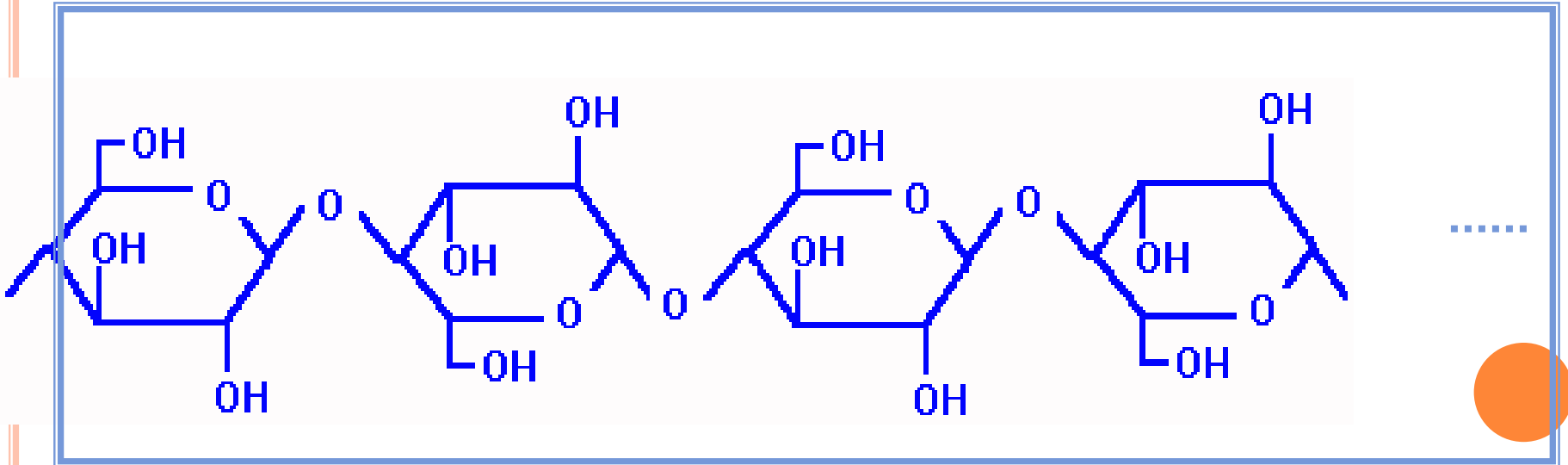
Diğer **amilopektin** olup 200-500 kadar D-glukozdan yapılmıştır. **Dallı** bir polimerdir. (**alfa 1, 6 glikozit bağı**) **20-30 glukoz** ünitesinden sonra dallanma gösterir.

Amiloz **Lugol ayıracı** ile mavi bir renk, amilopektin ise kırmızı-menekşe bir renk verir.

Selüloz, **lignin** ile birlikte, bitki hücrelerinin duvarında bulunur.

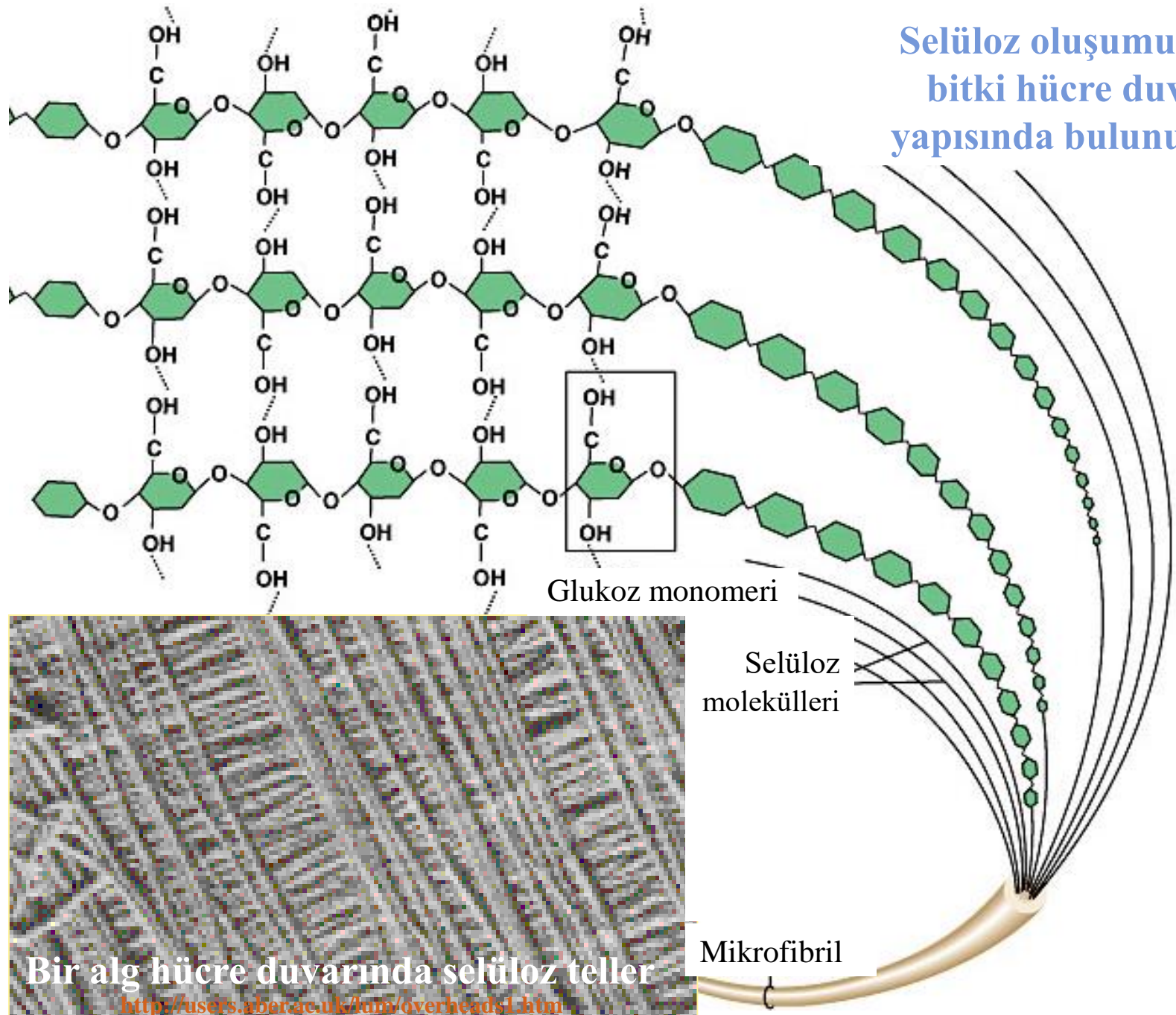
Selüloz disakkarit olan **sellobiyoz** ($C_{12}H_{22}O_{11}$) birimlerinden oluşmuştur. **Selülaz** enzimi ile önce sellobiyoz birimlerine, daha sonra da **glukoz** monomerlerine ayrılır

(**Beta 1, 4 glikozit** bağı ile bağlanır)



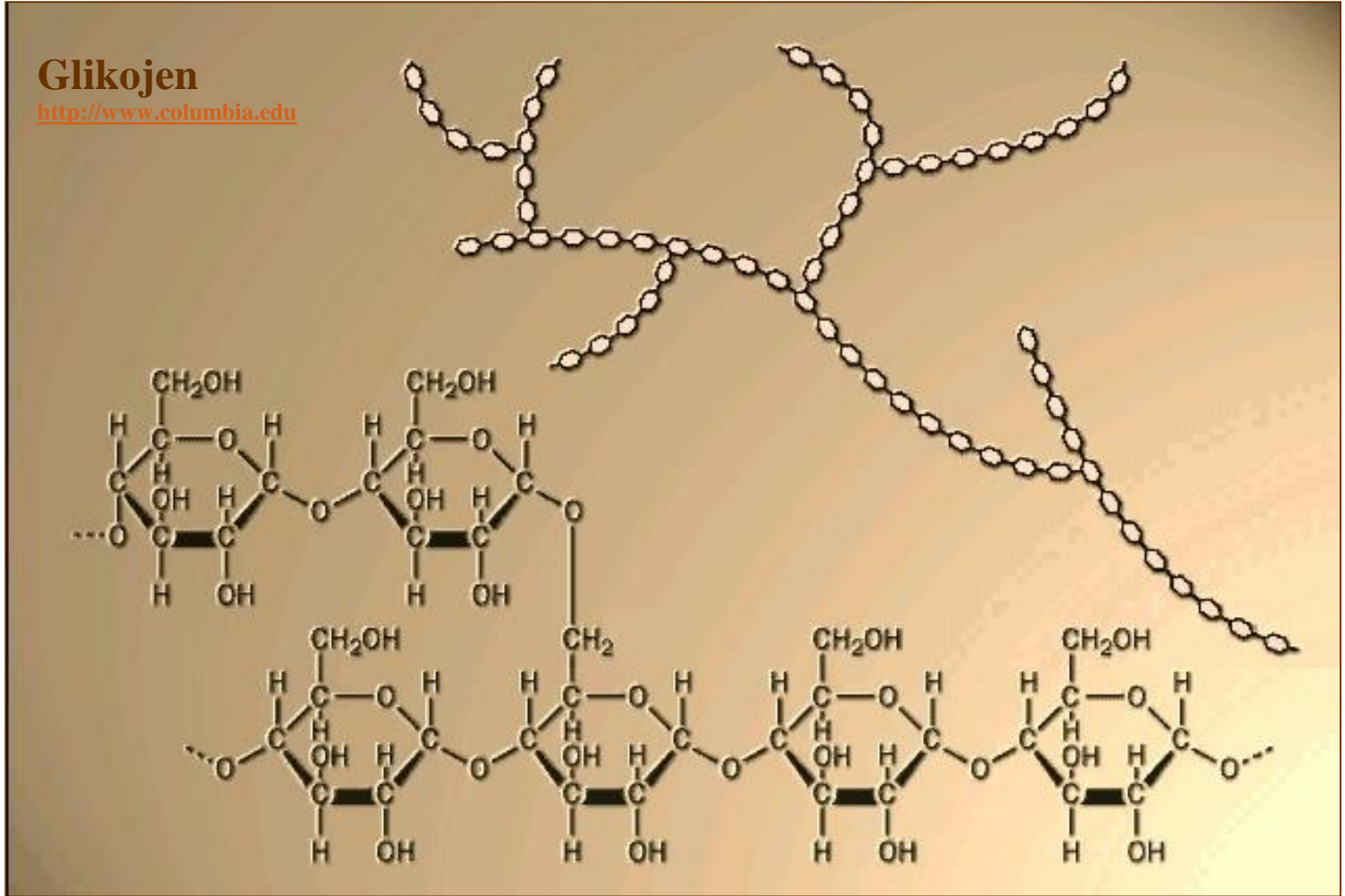
Selüloz glukozun beta 1, 4 glikozit bağlarıyla bağlanması ile oluşur.

Selüloz oluşumu ve bitki hücre duvar yapısında bulunuşu



Glikojen

<http://www.columbia.edu>



Glikojen polimeri çok sayıda (30.000 kadar) glukoz molekülünden oluşur. Glukoz molekülleri dallanarak birleşmişlerdir. Molekül ağırlığı birkaç milyondur.

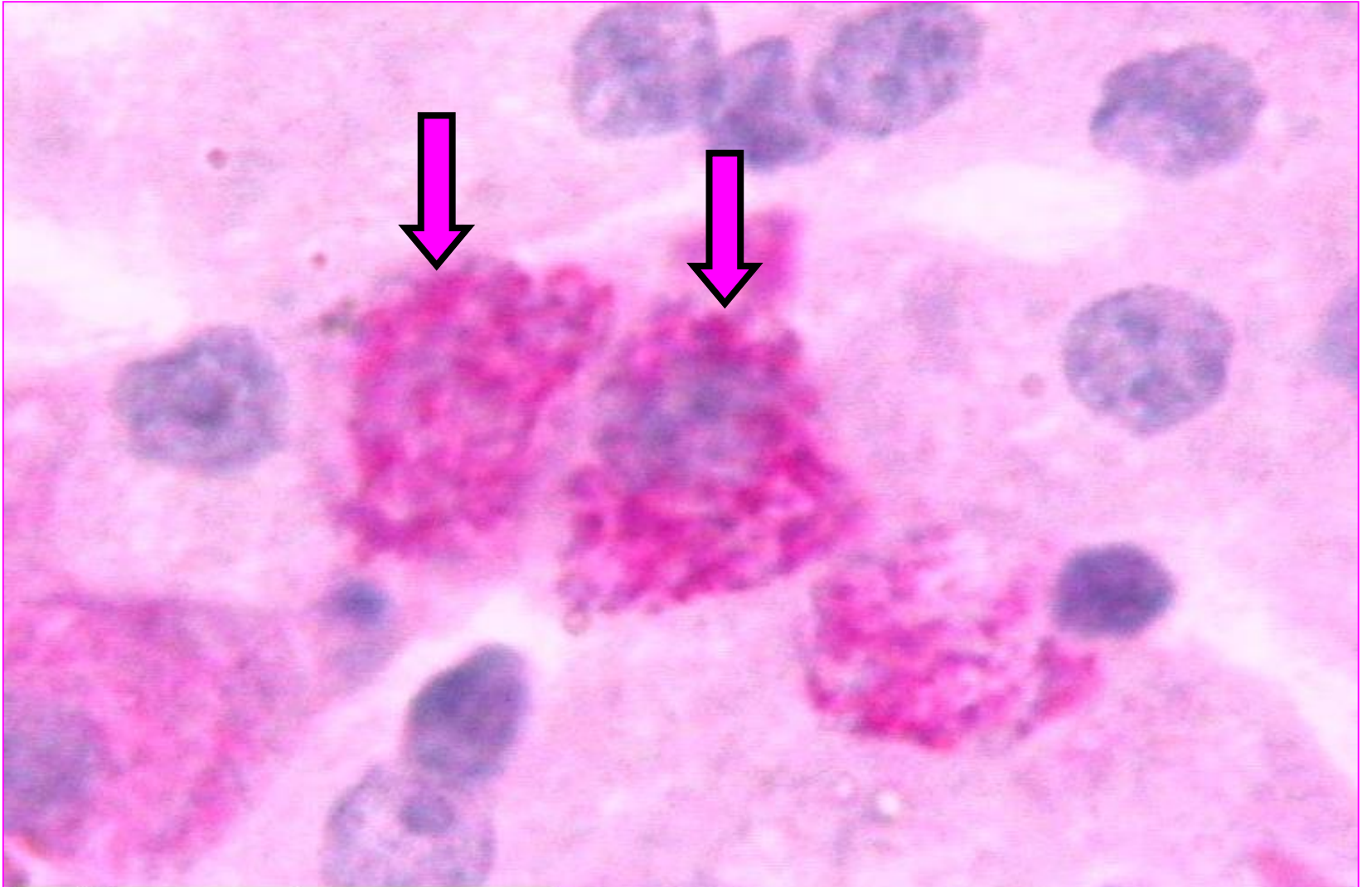
Glikojene hayvan hücrelerinin nişastası olarak bakılır. Vücudun enerji deposudur. 8-12 glukoz ünitesinde bir dallanma olur. Düz kısmı alfa 1, 4; dallanma kısmı alfa 1, 6 glikozit bağı

Karaciğer hücreleri, glukoz moleküllerinden doğrudan doğruya glikojen sentezi yaparlar. Protein ve amino asitlerin fazlası da karaciğerde, glikojen olarak depolanır.

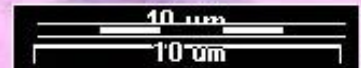
Glikojen en fazla kas ve karaciğer hücrelerinde depo edilir.

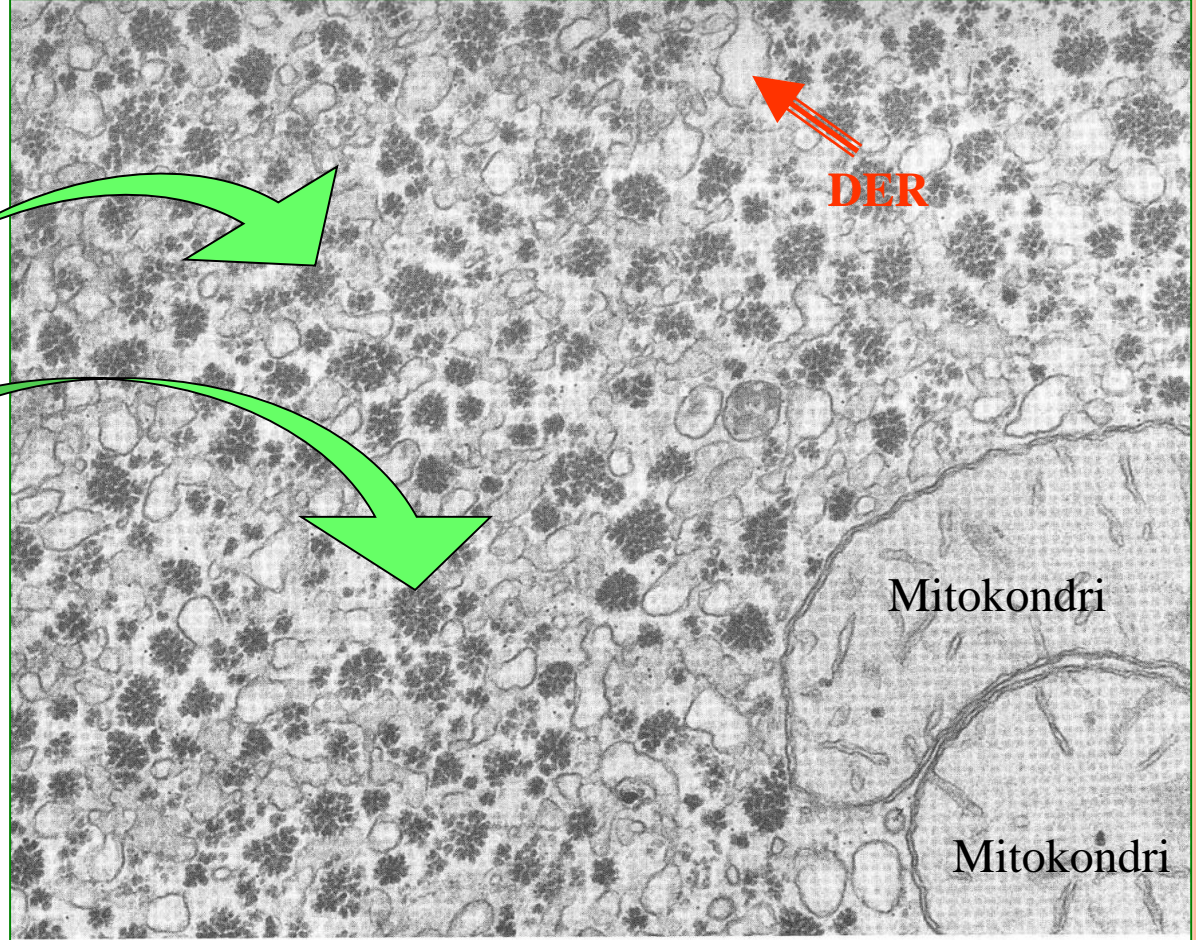
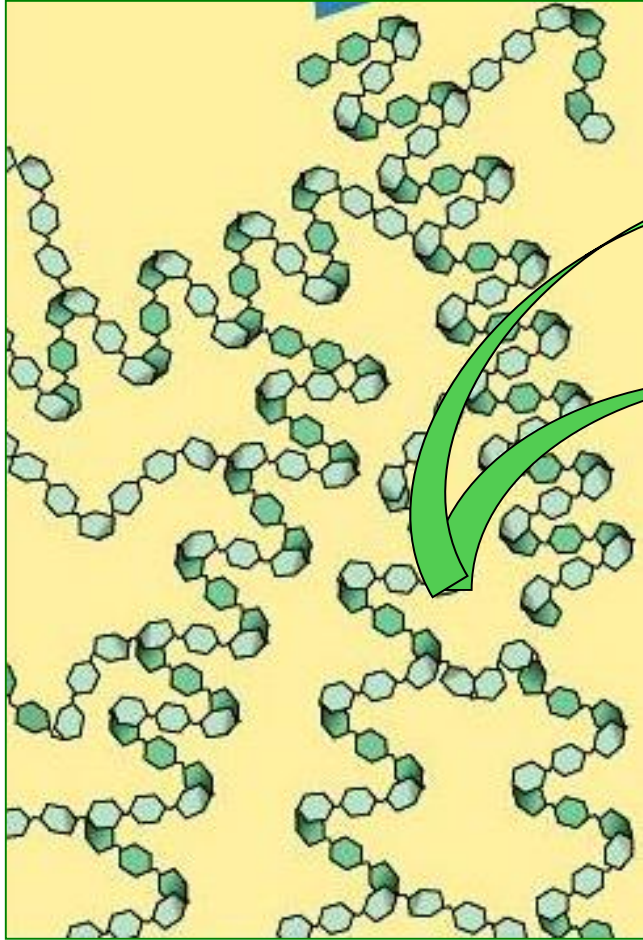
Glikojen suda çözünür.





**Karaciğer hücrelerinde glikojen,
PAS boyaması, Işık mikroskobu.**





Karaciğer hücresinde glikojen,TEM.



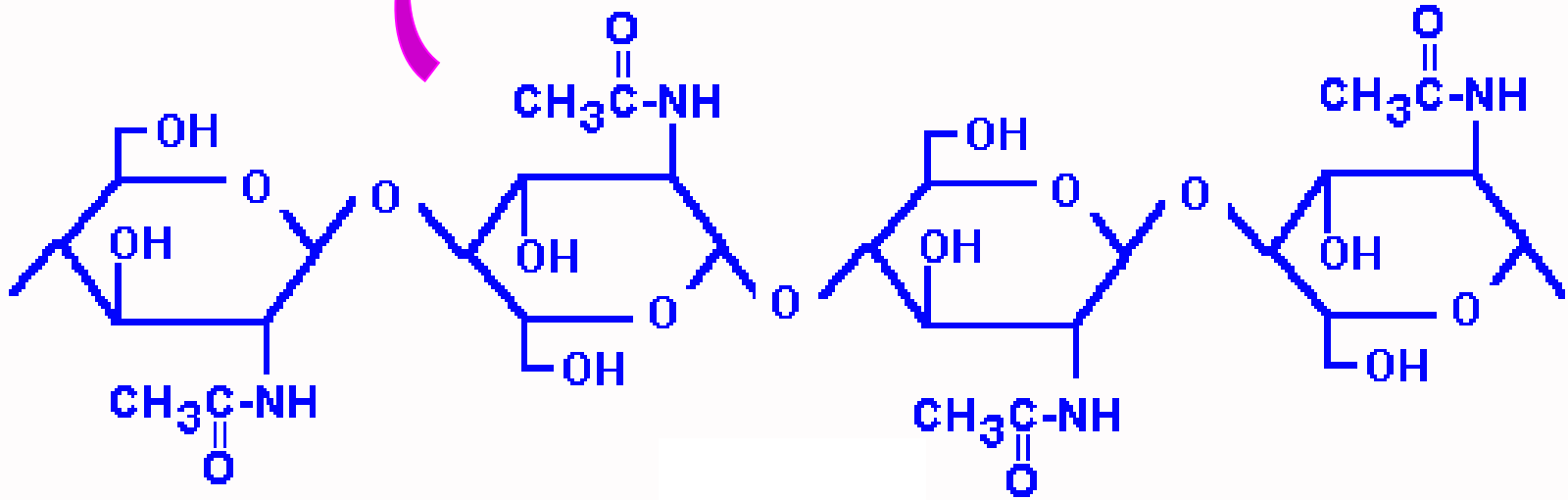
Kompleks Polisakkaritler

Canlı sistemlerde heksozlardan oluşan bu biyopolimerlerden başka amino (N) kapsayan çok kompleks polisakkaritler bulunur. Bunlar **amino şekerler'** dir (**glukozamin**).

Bunlarda glukoz ve amino grubundan başka sülfürik asit ve fosforik asit bulunabilir. Glukoz ayrıca asetillenmiş de olabilir (**asetil glukozamin**).

Bu moleküller, özellikle **hücreler arası maddede** bulunurlar. Bu kompleks polisakkaritler hem serbest olarak hem de proteinlerle veya lipitlerle bağlı olarak bulunabilirler.





Kitin. Böcek kütikulasında bulunan ve asetil glukozaminden oluşan nötr bir polisakkarit.

Nötr mukopolisakkaritler çok komplekstir. **Galaktoz, ramnoz (6C)** ve diğer polisakkaritleri kapsarlar.

Bakterilerin hücre duvar yapısını teşkil ederler.

Kan gruplarının tayininde rol oynarlar.

Asidik mukopolisakkaritler makromolekül yapılarında **sülfürik asit** ve diğer asitleri kapsayabilirler. Bu moleküller kuvvetle bazofildirler ve bazik boyalarla boyanırlar.

Bu grup bileşiklere **heparin, hiyaluronik asit, kondroitin sülfat** örnek verilebilir.

Kondroitin sülfat deri, kornea, kıkırdak ve göbek bağında bulunur. İçinde **asetil galaktozamin, sülfürik asit** ve **glukuronik asit** vardır.

Glukoproteinler bir protein ile karbohidrattan oluşurlar. **Galaktoz, mannoz (6 C), fukoza (6 C)** gibi monosakkaritler ile **N-asetil D-glukozamin** ve **siyalik asit** kapsarlar.

Glukoproteinlerin bir kısmı hücrenin yapı maddesidir ve zarlarda bulunur. Zarlarda bu kompleks moleküllerin karbohidrat kısmı hücreden dışarı doğru yer alır. Böylece zarlardaki **interaksiyon** ve **tanıma olaylarında** görev yaparlar.

Karaciğer, kan plâzmasında bulunan glukoproteinleri salgılar (**serum albumini gibi**).

Tiroit bezi bir glukoprotein olan **tiroglobülinler**'i salgılar.

Tükrük bezlerinin ve mukus bezlerinin salgıladığı **mukoproteinler** de glukoproteindir.

Sindirim kanalının duvarlarındaki **mukus** hücrelerinin salgıladığı mukoprotein olan mukus sindirim kanalının duvarını cilâlar.

Glukoproteinlerin yapıları gibi **görevleri** de çok komplekstir.



Hücre zarında, Golgi kompleksinde, salgılama işleminde çeşitli şekillerde göreve girerler.

Meselâ mukusun yapısına giren karbohidratların mukusa sağladığı viskozite, sindirim kanalının mukoza zarının korunmasında ve cilâlanmasında önemlidir.

Glukoproteinler molekül-zar interaksiyonlarında göreve girerler.

Eritrositlerin yüzeyindeki kan gruplarının tayininde veya diğer bağışıklık özelliklerinde görev alırlar.

Hücrelerin tanınmasını sağlarlar



Lipitler

Bu gruba giren maddeler suda çözünmeyen veya pek az çözünen, buna karşılık benzen, aseton, kloroform, alkol gibi organik çözücülerde çözünen maddelerdir.

Lipitlerin canlı hücredeki görevlerini yapabilmeleri için suda çözünmeyen özellikte olmaları gerekmektedir.

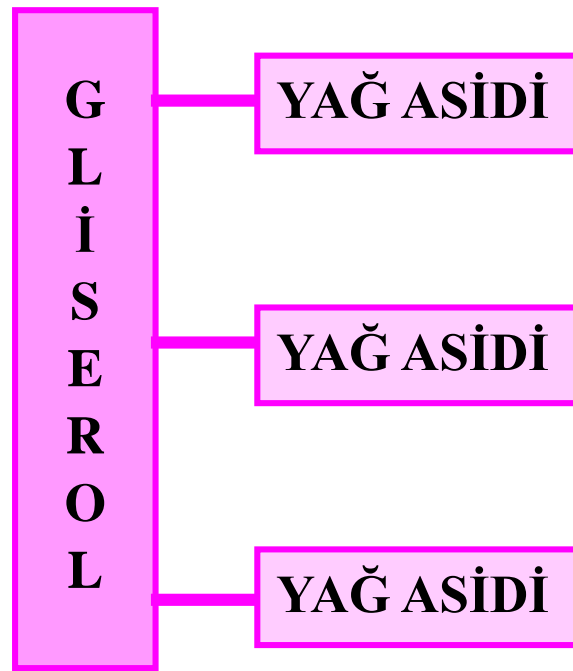
Lipitler polar veya iyonik gruplar taşımadıkları için suda çözünmezler.

Bu zincirler kutupsuz olup hidrofobdur, su bağlamazlar.



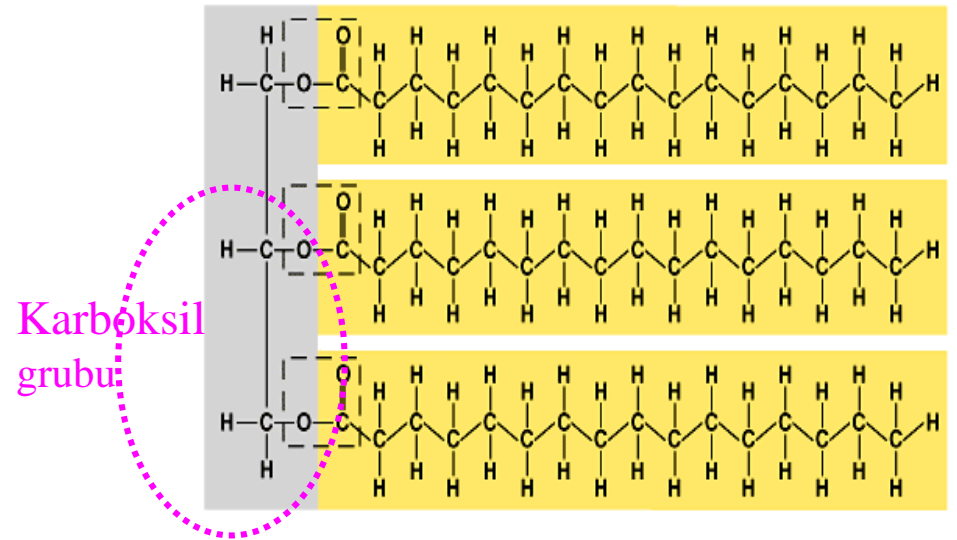
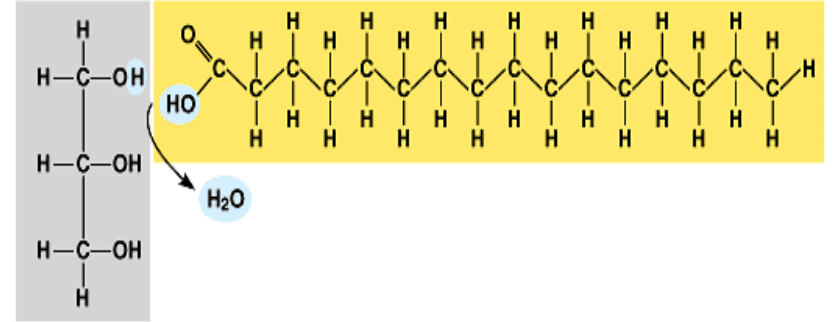
Bazı lipitlerde, alifatik karbon zincirinin bir ucunda kutuplu bir grup bulunabilir ve böylece hidrofil bir kısım oluşabilir. Bu hidrofil grup hidrojen bağı ile su bağlar.

Lipitler **yağ asitleri'nin alkol'lerle** teşkil ettiği esterlerdir.



Yağ Asitleri

Yağ moleküllerinde lipitlere özel karakterini veren birimler yağ asitleri'dir. Her yağ asiti molekülü, üzerine hidrojen atomları bağlanmış olan ve bir ucunda bir karboksil (–COOH) grubu bulunan zigzag şeklinde uzun bir karbon zincirinden yapılmıştır. Karboksil grubu moleküle asit özellik verir.



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

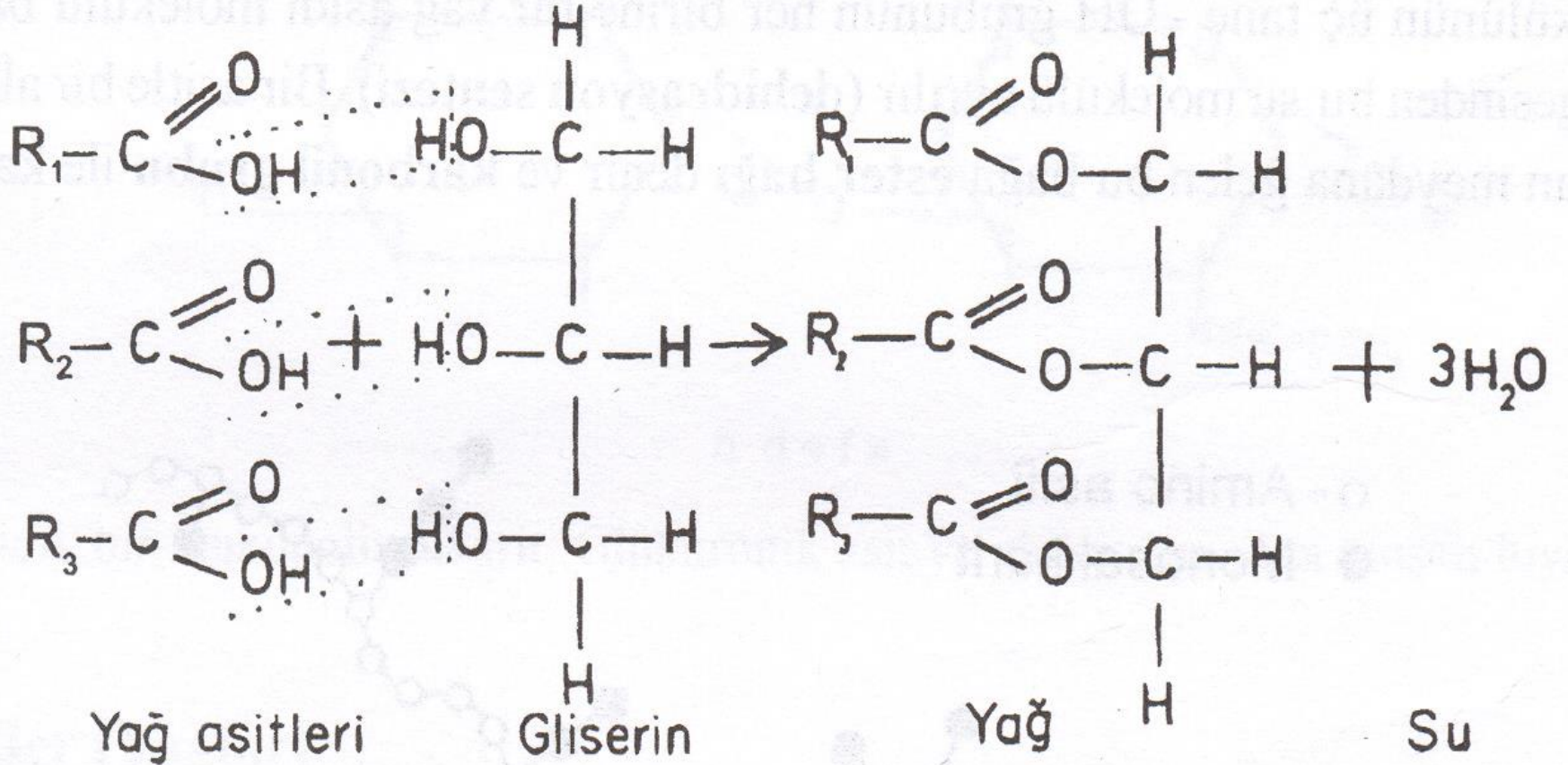
Bir yağ asidi, Palmitik asit, R-COOH.

Zincirdeki karbon sayısı 4-24 (veya daha fazla) arasında değişebilir. Organizmalarda **çok az miktarda tek C atomu sayılı** yağ asitleri de bulunabilir. Yağ asitlerinin fiziksel özelliklerini **C zincirleri tayin eder**. Karbon atomlarının yağ molekülünde gruplanması yağın suda çözünmesini önler.

Diğer bir özellik de böyle moleküllerin **sudan hafif** olmalarıdır. Yağın suda çözünmemesi ve suyun üzerinde yüzer durumda kalması bundandır.

Bir asitle bir alkol arasındaki interaksiyondan meydana gelen bu bağa **ester bağı** denir.





**Gliserin ile yağ asitlerinin birleşmesi sonucu yağ oluşması,
 Dehidrasyon sentezi.**

Yağlar **basit yağlar** ve **bileşik yağlar** olarak ikiye ayrılır.

Basit Yağlar

Bunlara **nötr yağlar (tabii yağlar, doğal yağlar)** da denir.

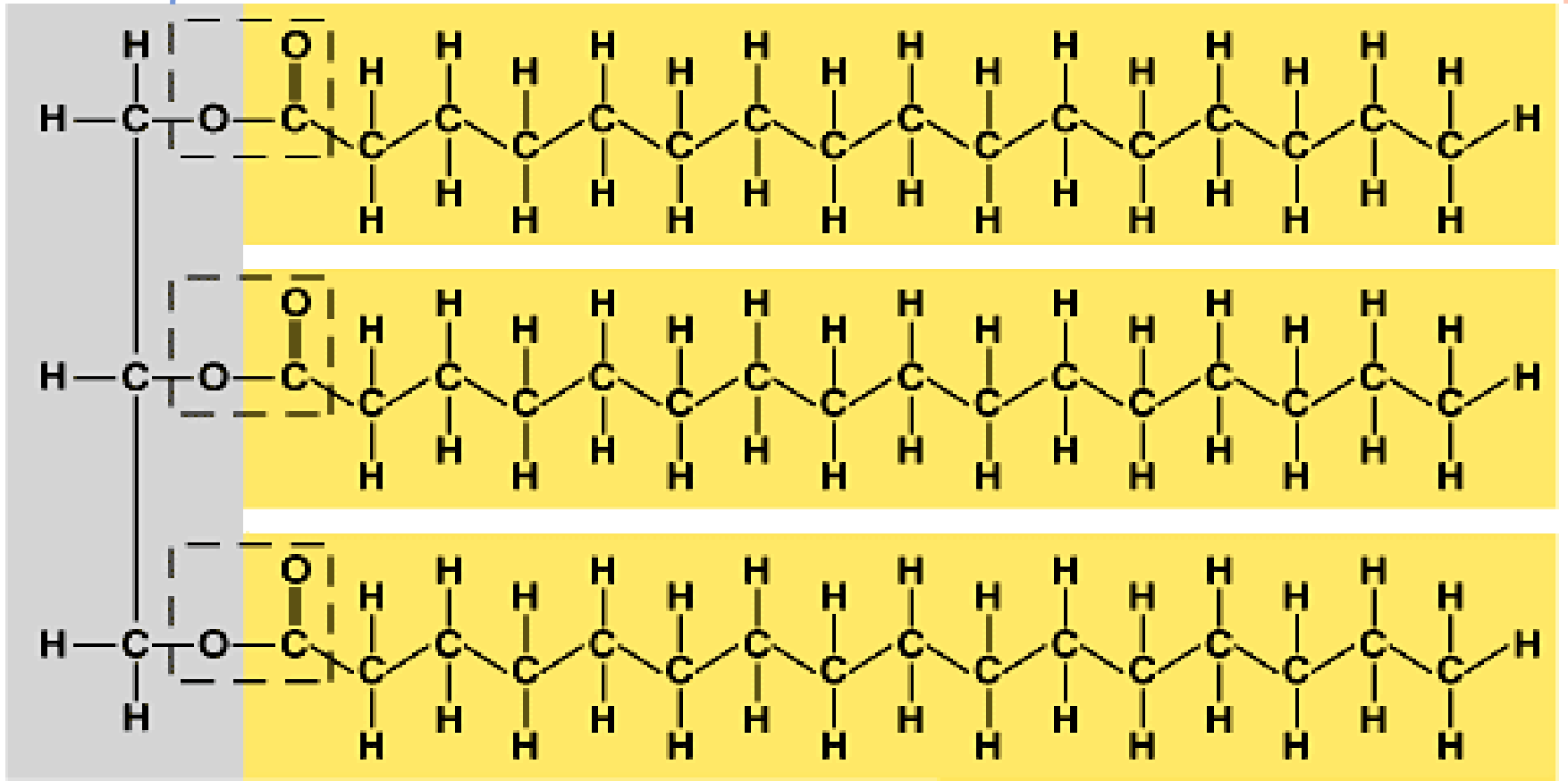
Basit yağlar yağ asitlerinin alkollerle teşkil ettikleri esterlerdir.

Bunlara genel olarak **gliseritler** denir.

Triasil gliseritler (trigliserit) üç yağ asidi zincirinin bir molekül gliserinle teşkil ettiği esterdir. Gliserine üç yağ asidi bağlandığı için bu isim verilir.



Ester bağı



Gliserol (Gliserin)

Palmitik asit

Triasil gliserid (trigliserit), doymuş bir yağ.



Gliserine **bir veya iki yağ asidi zinciri** de bağlı olabilir.

O zaman **monoasil gliseritler (monogliserit)** ve **diasil gliseritler (digliserit)** meydana gelir.

Gliserinin **üç hidroksil grubunun da yağ asitleriyle bağlanması** triasil gliseritlerin başka moleküllerle birleşmesine imkân vermez.

Buna karşılık, **diasil ve monoasil gliseritler** kutuplu davranırlar ve başka moleküllerle birleşerek **kompleks yapılar teşkil ederler.**

Yağ asitleri çok çeşitlidir.



En az C sayısı **Bütirik asit**'te (4C) bulunur.

Eğer karbonların hepsine iki tane hidrojen bağlanmışsa bu yağlara **doymuş yağlar** (**satüre yağlar**) denir. Örnek: **Stearik asit** (18C).

Bazen karbona bağlı hidrojen atomları nokсандır ve bu karbonlar arasında çift bağlar meydana gelir. Bu yağlara da **doymamış yağlar** (**ansatüre yağlar**) denir. Örnek: **Linoleik asit** (18C).

Doymamışlık C zincirinin birkaç noktasında da olabilir ve **poliansatüre yağ asitleri** meydana gelebilir.

Basit yağlar yağ dokularında depolanırlar. **Katı** veya **sıvı** olabilir.

Bazı basit yağlar 20°C de katı olur. **Hayvan yağı, insan yağı, kakao yağı, don yağı** katı olan basit yağ örnekleridir. Bazı basit yağlar ise 20°C de sıvı haldedirler. **Balık yağı, zeytin yağı, hint yağı** da sıvı olan yağlara örnek teşkil ederler.

Bazı basit yağların alkolü **gliserin değildir**. **Bal mumu** denilen vakslar arı peteklerinde, kutikulada, yumurta kabuğunda bulunur.

Trigliseritler daha çok **emülsiyon halinde depo yağları** olarak bulunurlar. Hücrenin zar yapılarına girmezler. Zarlarda yağ **diasil gliserit** olarak bulunur.



Bileşik Yağlar (Lipoidler)

Bileşik yağlar yağ asitleri, alkoller ve diğer bileşiklerden yapılmış kompleks moleküllerdir.

Biyolojik açıdan bileşik yağlar **fosfolipitler**, **sfingolipitler**, **glukolipitler**, **steroidler**, **terpenler** ve **lipoproteinler** olarak sınıflandırılabilir.

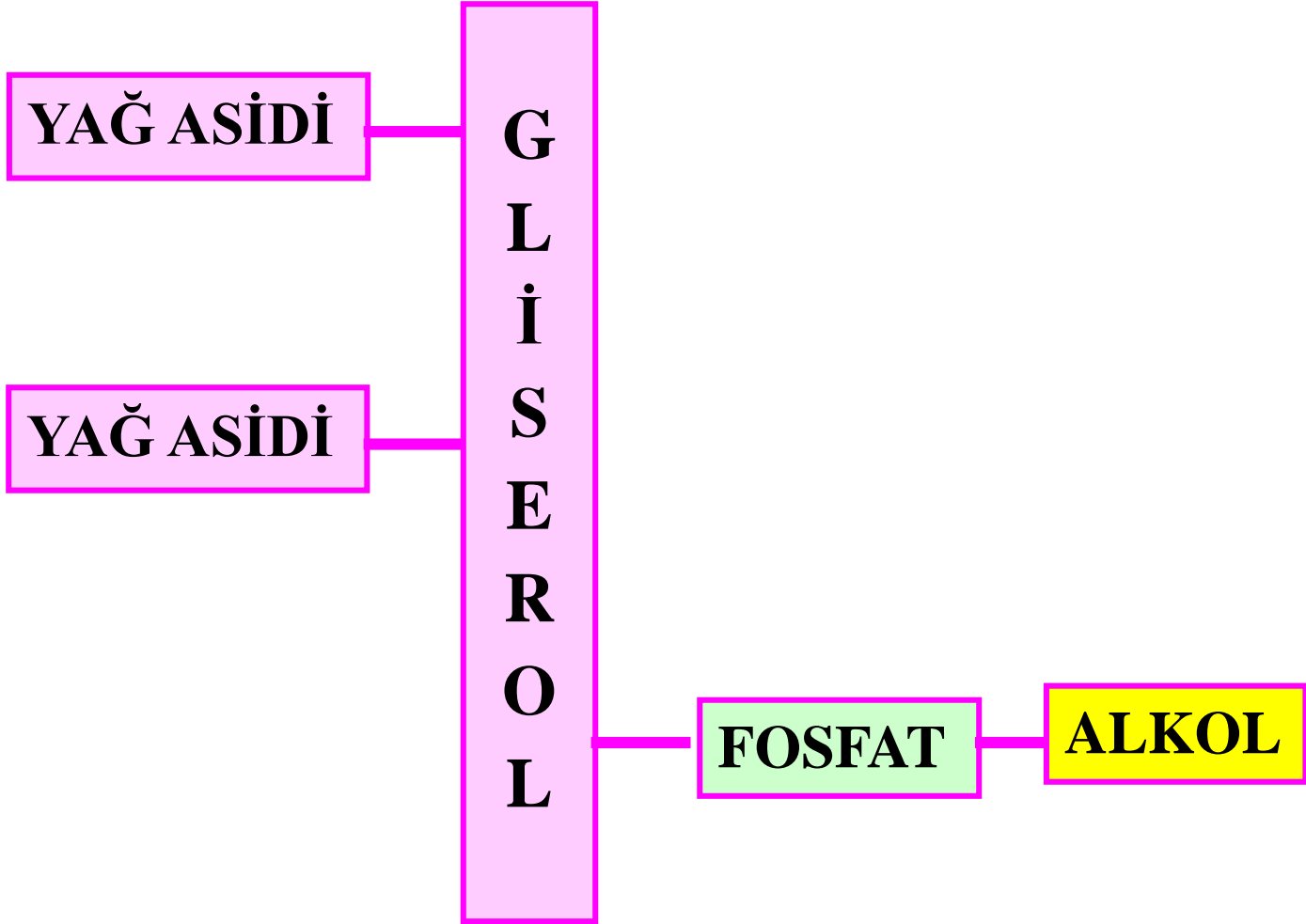


Fosfolipitler

Bunlara **fosfatitler** de denir. Genel olarak hücre zarında önemli yapı maddeleri olarak bulunurlar.

Bunlar da trigliseritlere benzerler. Gliserine bağlı üç yağ asitinden birinin yerine **fosfor kapsayan bir grup** girer. Fosforik aside **azot** kapsayan ikinci bir **alkol** bağlanır






Bir fosfolipit şeması



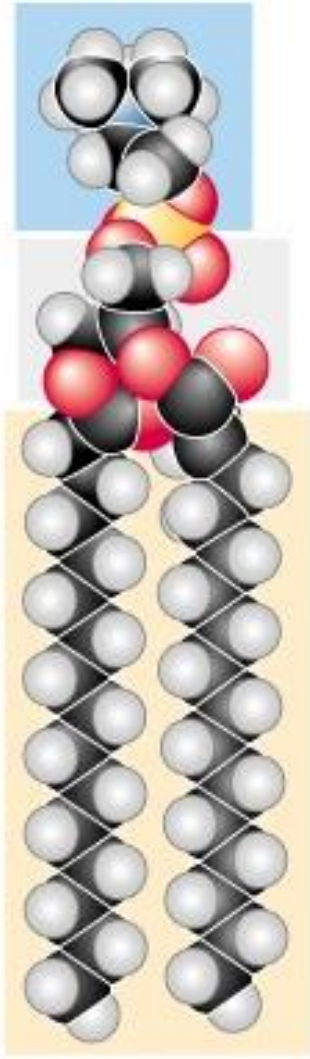
Fosfolipitler **amfipatik** moleküllerdir. Çünkü fosfat kapsayan hidrofil bir baş ile hidrofob olan bir yağ asidi kuyruğundan yapılmışlardır.

Canlı yapılarda, genellikle, basit fosfolipitler bulunmaz. Azot kapsayan bir alkol olan **kolin** fosfata bağlanırsa **fosfatidil kolin (lesitin)** meydana gelir. **Lesitin hücre zarında en bol bulunan bir bileşiktir.**

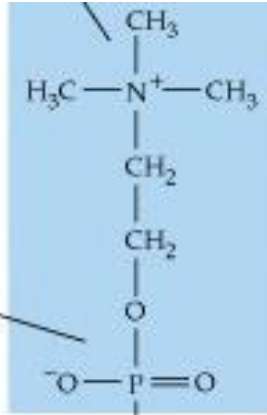
Etanolamin ve **serin** de fosfata bağlanarak **fosfatidil etanolamin** ve **fosfatidil serin** teşkil ederler. Bu iki bileşik de zar yapılarına girerler ve bunlara **sefalin** denir. **Sefalin sinir dokularındaki hücre zarlarında bulunur.**



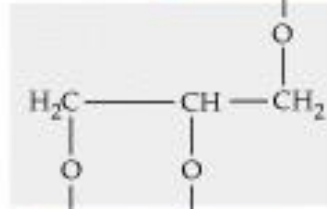
Fosfatidil kolin



Kolin



Fosfat



Gliserol

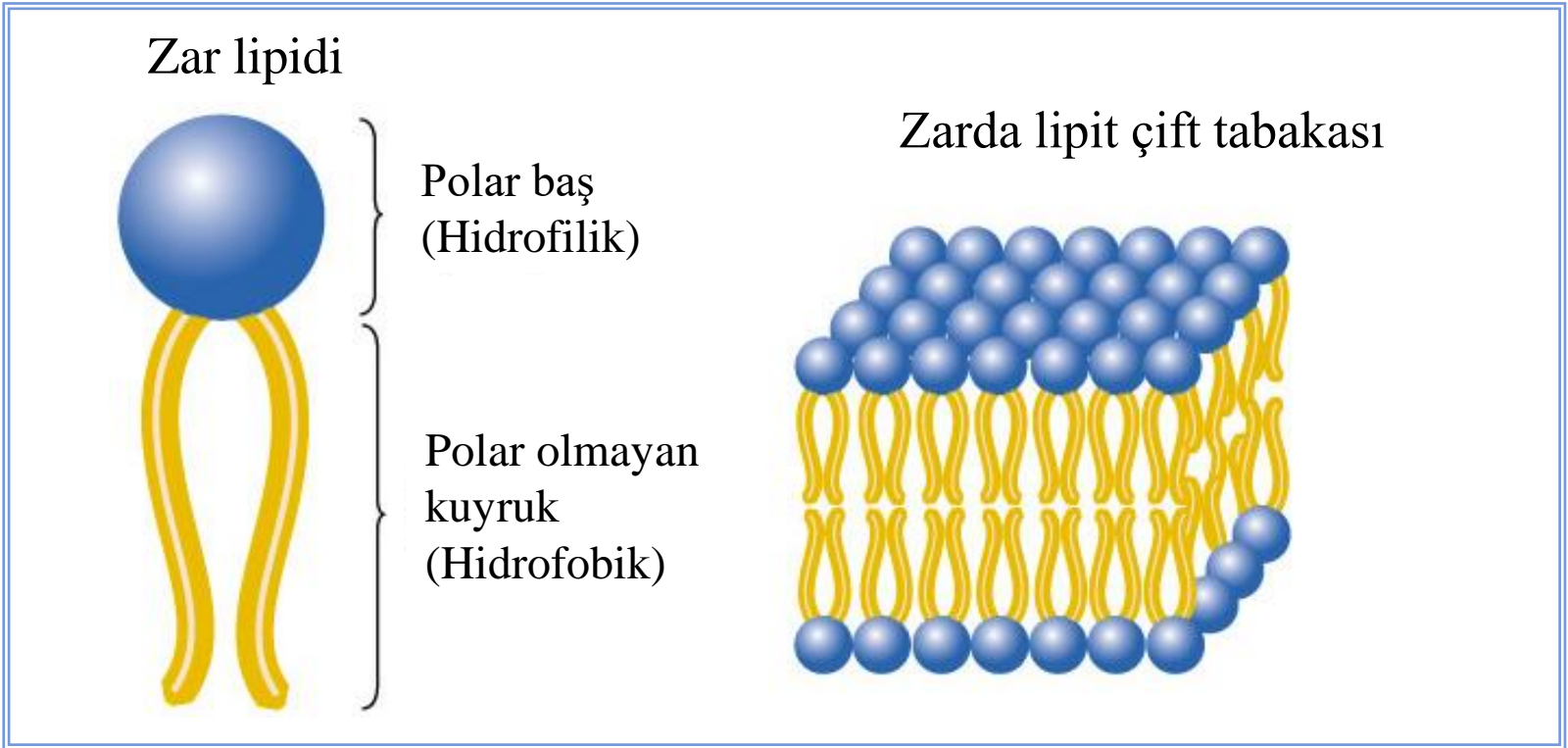


Bir fosfatidil kolin molekülü

<http://www.columbia.edu/cu/biology/courses/c2005/purves6/figure03-21.jpg>

Zarlarda fosfolipitler iki tabakalı olarak bulunurlar.

Zar yapıların iç tarafı kutupsuz olarak kabul edilir. Fosfat grubu dışa dönük olup ya hücrenin dış çevresine veya sitoplâzmaya doğru yerleşmiştir.



Zarlarda fosfolipitlerin yerleşim şeması.

Sfingolipitler ve Glikolipitler

Bu bileşiklerde **gliserin** yerine **sfingoizin** bulunur. Sfingoizin bir **amino alkol**'dür.

Sfingomiyelin bir **sfingolipit**'tir. Sfingomiyelin sinir hücrelerinin miyelin zarında bulunur.

Glikolipitlere **serebrositler**, **sülfatitler** ve **gangliyositler** girer. Bunlarda **fosfat** bulunmaz.

Serebrositlerde galaktoz veya glukoz vardır.

Gangliyositlerde hekzozlar, **hekzozaminler** ve **siyalik asit (nöraminik asit)** bulunur.

Gangliyositler hücre zarında bulunarak çeşitli görevler yaparlar.



Steroidler

Bu bileşikler **sterol**'leri içine alan büyük bir grup meydana getirirler.

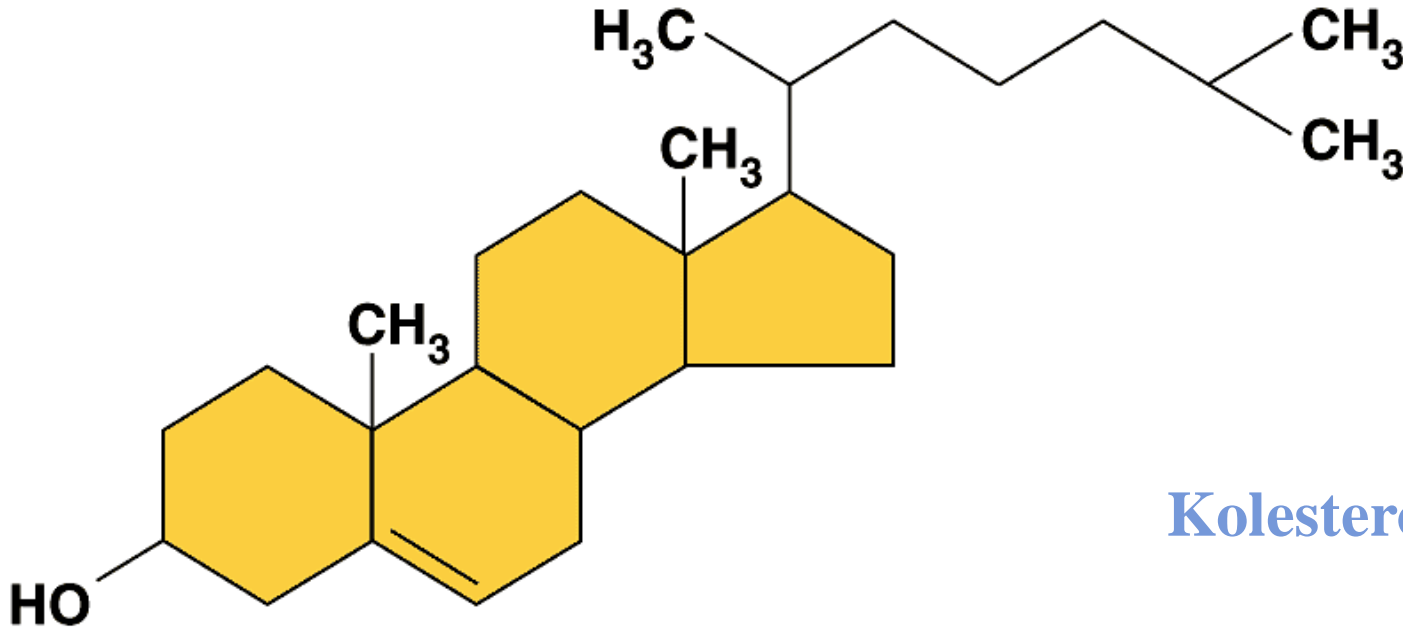
Steroidlerde iç içe bağlı dört karbon halkası vardır. Sterollere, bir ucunda -OH grubu bulunduğu için bu ad verilmiştir. Diğer uçta bulunan 17 numaralı karbona (C17), çeşitli bileşikler yan zincir olarak girer.



Sterollerin içinde en önemlisi **kolesteroldur**. Kolesterol hayvan hücrelerinin zarlarında bulunur. Diğer steroller bitki, mantar ve alglerde görülür.

Steroller basit lipitlerden farklıdırlar. **Yağ asitleri taşımazlar**.

Organik çözücülerde çözünmesinden dolayı lipit olarak kabul edilir. Steroller oldukça **yassı, halka sistemleri** teşkil ederler.



Kolesterol



Kolesterol molekülü zarlarda fosfolipitlerle kompleksler meydana getirir. Zarın kutupsuz olan iç kısmında hidrokarbon zinciri boyunca yerleşmişlerdir.

Kolesterol ayrıca safrada, beyinde ve adrenal bezlerde vardır.

Steroidlere vücudun diğer önemli maddeleri de girer. Bunlara **eşey hormonları, adrenal kortikal hormon, safra asitleri ve D vitamini** örnek verilebilir. Safra asidinde bulunan steroidler sindirimde görev alır.

Lanolin denen steroid kıl kökü yağının esas maddesini teşkil eder.



Terpenler

Terpenler büyük ve önemli bir **bileşik lipit** grubudur.

İzopren denilen ve çok sayıda tekrarlanan birimlerden oluşurlar.

Bu yapılar **kauçuk, karoten, fitol, skualen** ve çeşitli **karotenoid**'leri meydana getirirler.



Karotenoidler yüksek terpenlerdir. **E vitamini, K vitamini, Ko-enzim Q** gibi karotenoidlerde **terpenoit yan zincirleri** vardır.

Çoğu hayvan ve bitki pigmentleridir.

Bitkilerde karotenden başka 70 kadar karotenoid bulunur. Havuca turuncu rengini karoten verir.



Karotenler, hayvan vücudunda, deri hücrelerinde depolanırlar ve deriye sarı bir renk verirler.

Beta-karotenden sentezlenen **A vitamini**, retinenden proteinin yapısına girerek **görme hücrelerinin** ucunda bulunur.

Domatesin kırmızı rengi **likopen** denilen bir karoten pigmenti ile sağlanır.

Flavinler de biyolojik önemde olan karoten pigmentleridir. Sulu ortamda sarı bir renkte olurlar ve sarımsı yeşil bir **floresans** gösterirler.

Riboflavin B₂ vitaminidir.



Yağ esansları'nın koku ve tadını terpenler verir.

Lütein kloroplastta bulunan bir terpendir. Sarı renktedir. Klorofille gölgelendiği için görülmez. Fakat sonbaharda yapraklar kuruyup klorofil azalınca luteinin sarı rengi ortaya çıkar.

Tabii kauçuk bir politerpendir.



Lipitlerin Görevleri

Organizmada lipitlerin rolü dağılış durumlarına göre değişebilir.

Gliseritler hayvan hücrelerinde depolanan yegâne **enerji maddesidir.**

Besinin fazlası vücutta daima yağ olarak depo edilir. Vücudun glukojen depo etme yeteneği sınırlıdır.

Lipitler hassas iç organlar için **koruyucu bir yastık** teşkil ederler. Balina, fok gibi soğuk sularda yaşıyan hayvanlarda deri altına yığılan yağ tabakası hayvanı **soğuktan korur.**



Nükleik Asitler

Karbohidratların amino asitlerle, proteinlerle ve diğer maddelerle birleşerek meydana getirdiği kompleks **makromoleküllerin en önemlisi nükleik asitlerdir.**

Bu asitlerin ilk önce çekirdek içinde bulunmaları sebebiyle bunlara **nükleik asitler** adı verilmiştir.



Daha sonraları, bütün canlıların çekirdeğinde ve bakteri, alg, virüs gibi çekirdeği olmayan canlıların sitoplâzmalarına dağılmış olarak nükleik asitlerin bulunduğu gösterilmiştir.

Daha sonraki araştırmacılar **deoksiribonükleik asit (DNA)** adını verdikleri bu asitlerle birlikte, bitki ve hayvan hücrelerinde, **histon** adı verilen bir proteinin daha çok bulunduğunu göstermişlerdir.

Bakteri ve mavi yeşil alglerde histon yoktur. Prokaryot olan bu organizmalarda DNA molekülü çıplaktır.



Feulgen reaksiyonu denilen boyama tekniği ile deoksiribonükleik asidin **kromozomlarda yer aldığı** tespit edilmiştir.

Çeşitli hücrelerde, 1950'lerde, deoksiribonükleik asit miktarı tayin edilmeye çalışılırken, somatik hücrelerdeki deoksiribonükleik asit miktarının eşey hücrelerinde bulunanın iki katı kadar olduğunu tespit edilmiştir.

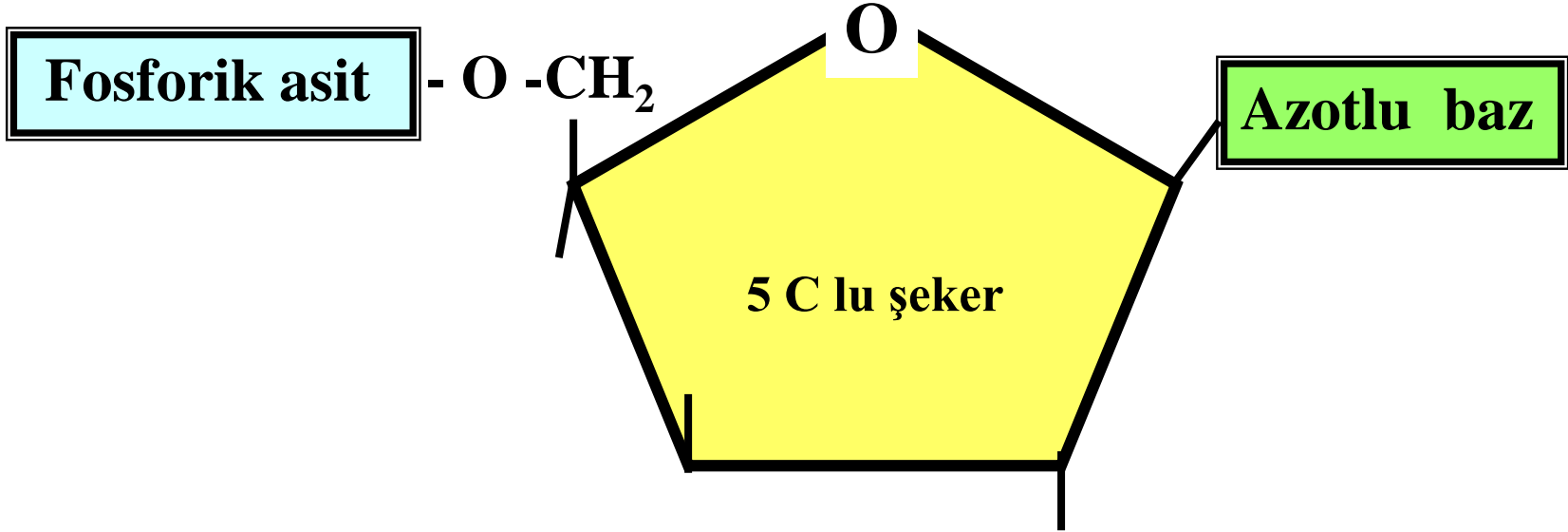


Nükleik Asitlerin Yapısı

Nükleik asitler çekirdek yapısında **nükleoproteinler** olarak, özellikle histon denilen basit proteinlerle birlikte bulunurlar ve kromatini meydana getirirler.

Nükleik asitler de uzun zincirler halinde olan biyopolimerlerdir. Nükleik asit monomerlerine **nükleotit** denir.





Nükleik asit monomerleri üç molekülden oluşmuştur. Bunlar bir fosforik asit, 5 Clu bir şeker, azotlu bir bazdır.

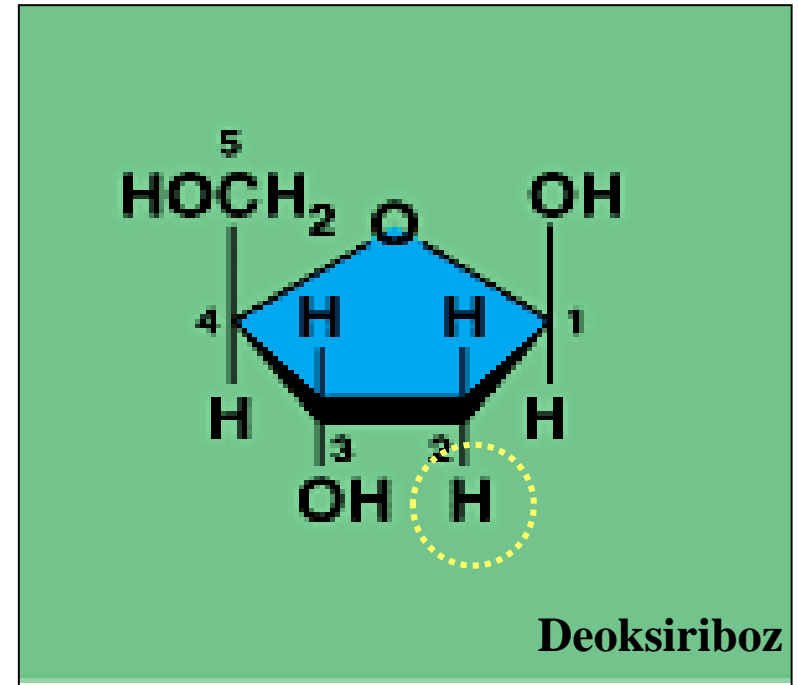
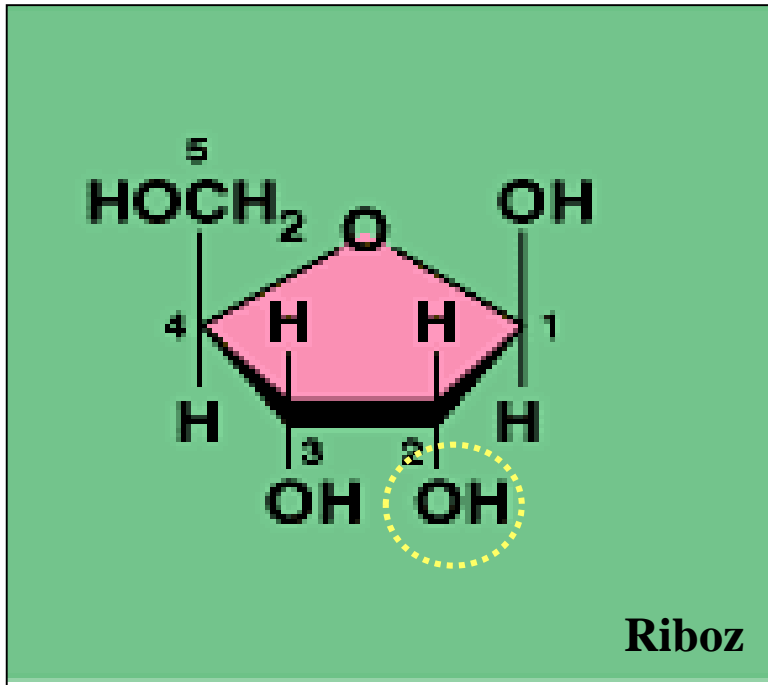
Nükleik asitler iki çeşit olur. Bunlar **deoksiribonükleik asit (DNA)** ve **ribonükleik asit (RNA)** dir.

İki nükleik asit nükleotit yapılarına giren **şekerle** tanınırlar.

Nükleotitlerin yapısına giren şeker beş karbonlu bir **pentoz**'dur. Fakat pentozun molekül yapısı iki tip nükleik asitte farklı olur.

Deoksiribonükleik asitte **deoksiriboz** şekeri, ribonükleik asitte **riboz** şekeri bulunur.

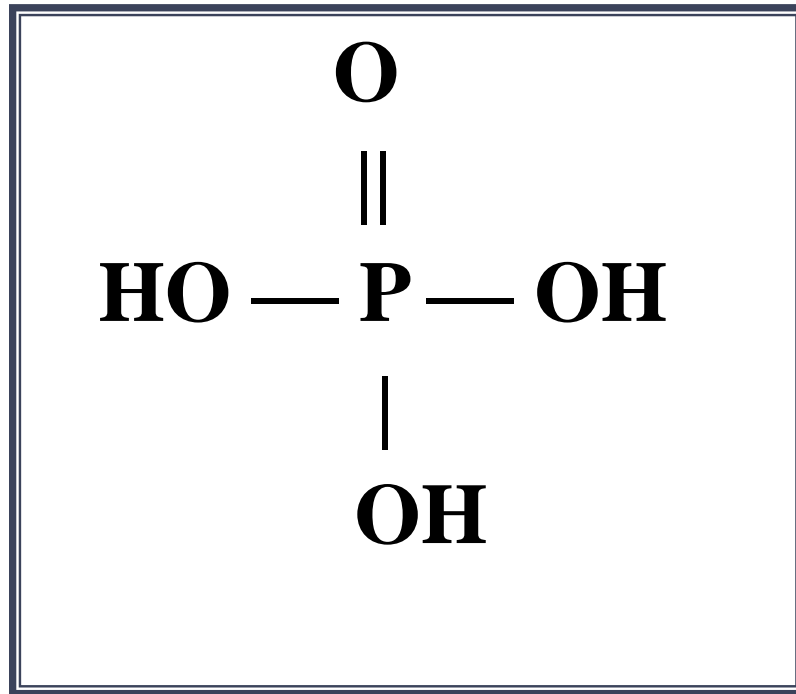




Pentozlar ($C_5H_{10}O_5$). RNA da bulunan Riboz ve DNA da bulunan Deoksiriboz.



Nükleik asitlerin ikinci molekülü fosforik asittir.

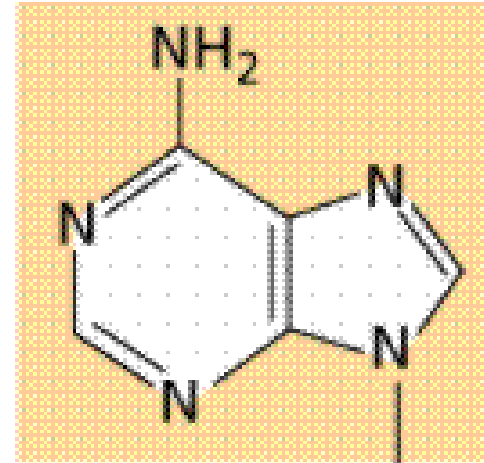
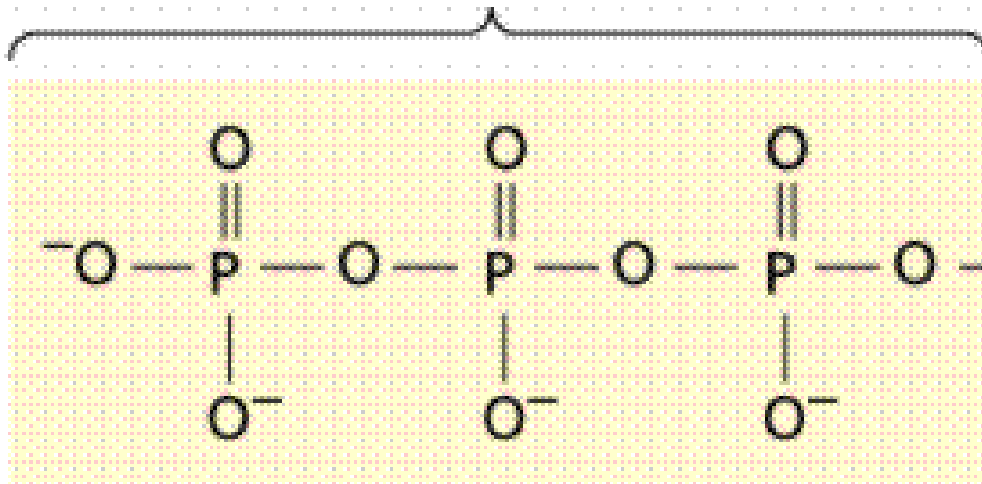


Nükleik asitler fosforik asidin esterleri gibidirler. Fosforik asidin (H_3PO_4), DNA ve RNA zincirine bağlanma yerleri aynı olur.

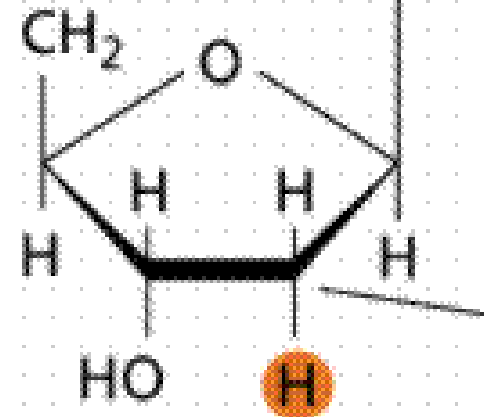
Nükleik asit nükleotitlerinde **daima bir fosfat** bulunur (monofosfat).

Nükleotitler kimyasal enerjinin depolanmasında ve transferinde çok önemlidirler. ATP'nin iki terminal fosfatı yüksek enerji kapsar. Bu yüksek enerji ($\sim P$) hücrede çok küçük bir yerde toplanır ve kullanılmaya hazır vaziyettedir.

Fosfat grupları



Adenin



Deoksiriboz

Deoksiadenozin trifosfat (ATP)

<http://www.emc.maricopa.edu/faculty/farabee/BIOBK/BioBookglossC.html>



Azotlu bazlar N kapsayan halka şeklindeki bileşiklerdir.

Nükleotitlerde bulunan azotlu bazlar **pürinler** ve **pirimidinler** olarak iki grupta toplanırlar.

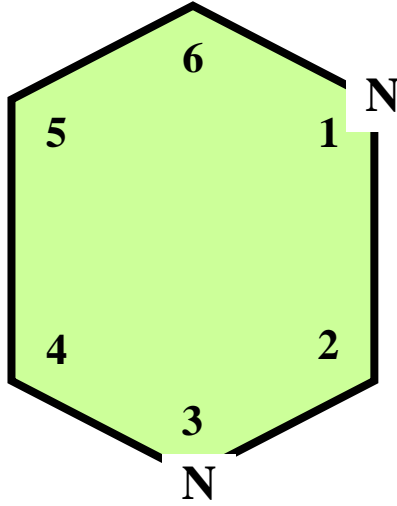
Pirimidinler altı üyeli bir halka teşkil ederler.

Pürinler ise biri beş biri altı üyeli olmak üzere iki halkadan oluşmuşlardır.

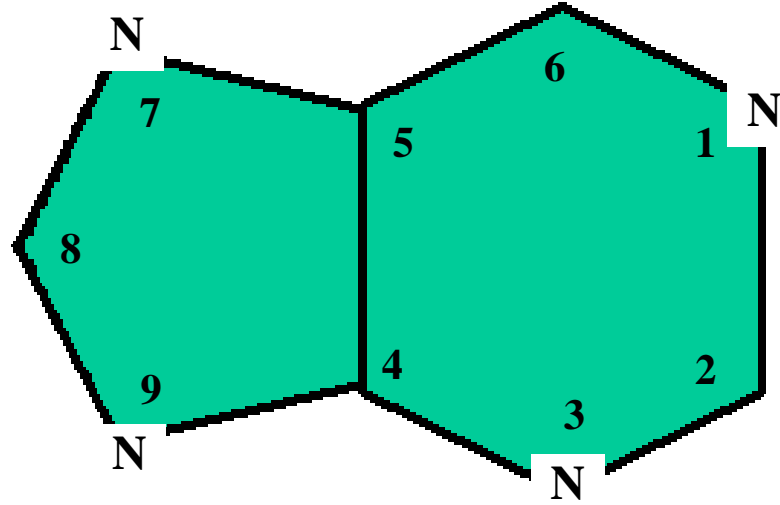
N_1 , C_2 ve C_6 pozisyonundaki atomlara bağlanan maddelere göre bazların meydana getirdiği nükleotidin yapısı değişir.



Pirimidin



Pürin



Pirimidin ve pürinlerin genel formülü



Nükleotitlerde bulunan pirimidinler üç , pürinler iki çeşittir.

Pirimidinler timin (T), sitozin (S) ve urasil (U) dir.

Pürinler ise adenin (A) ve guanin (G)' dir.

Nükleotitler taşıdıkları azotlu bazlara göre isimlendirilirler

Adenin nükleotit

Guanin nükleotit

Timin nükleotit

Sitozin nükleotit

Urasil nükleotit



DNA ve RNA'da pirimidin bazlarından birinin timin ve urasil olarak farklı oluşu bu iki molekülün radyoaktif izlenmelerinde kolaylık sağlamaktadır. Radyoaktif **timidin** ile DNA, radyoaktif **üridin** ile RNA izlenir.

Her nükleik asitte sadece dört çeşit nükleotit bulunur. DNA da **urasil** kapsayan nükleotit **yoktur**. DNA'nın nükleotitleri;

Deoksiadenozin monofosfat

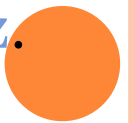
Deoksiguanozin monofosfat

Deoksitimidin monofosfat

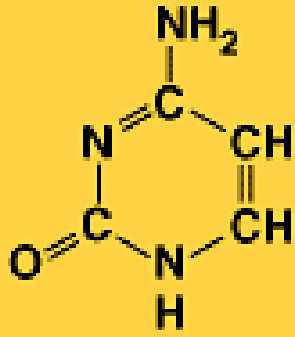
Deoksisitidin monofosfat

RNA da ise **timin** bazını kapsayan nükleotit **bulunmaz**.

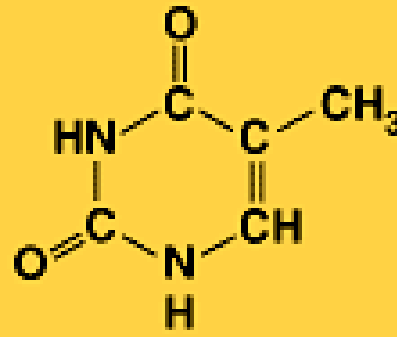
Bunun yerine urasil nükleotit bulunmaktadır.



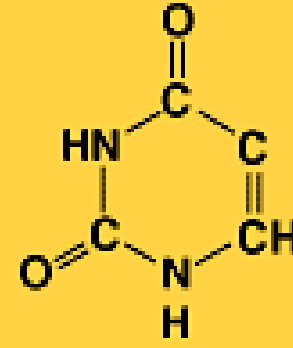
Pirimidinler



Sitozin (C)

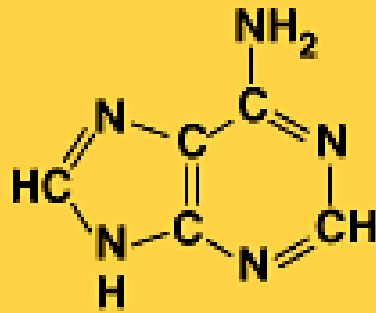


Timin (T)

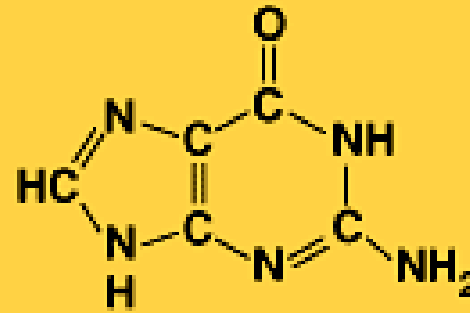


Urasil (U)

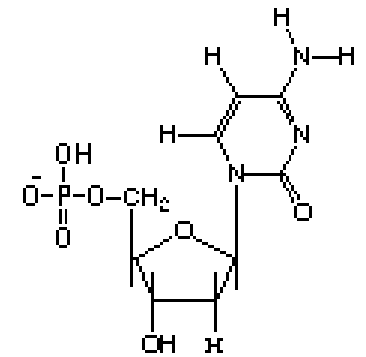
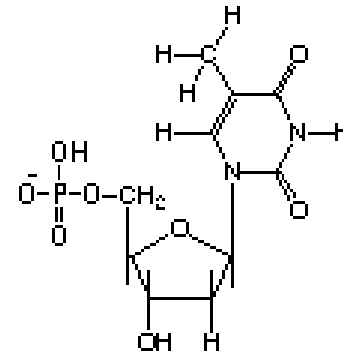
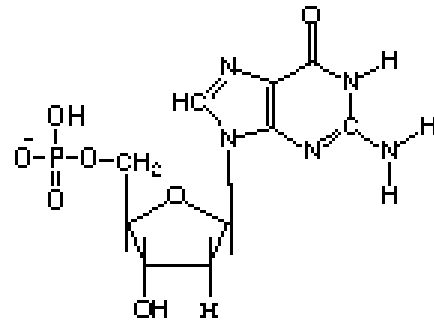
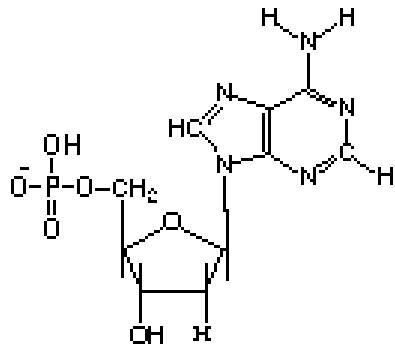
Pürinler



Adenin



Guanin



Adenin nukleotit

Guanin nukleotit

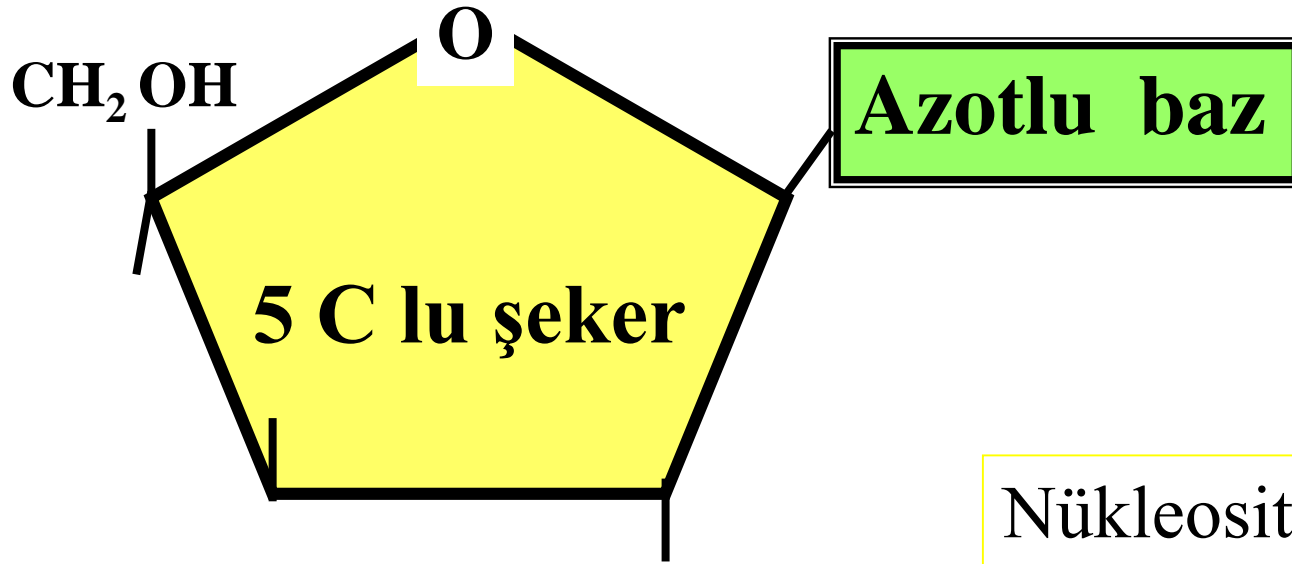
Timin nukleotit


Sitozin nukleotit



Sadece şeker ve azotlu bazdan oluşan yapıya **nükleosit** denir (adenin + riboz = Adenozin nükleosit).

Buna fosforik asit eklenince nükleotit meydana gelir.

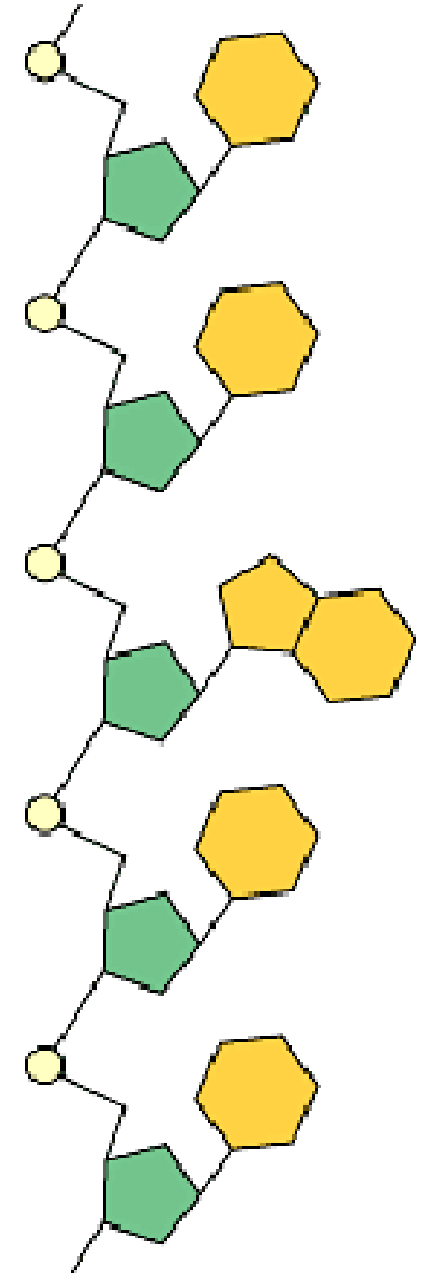
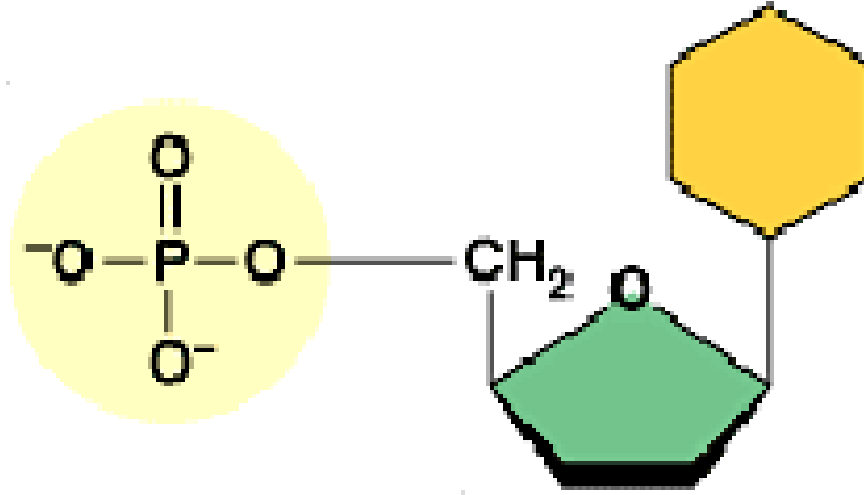


Nükleosit
(Şeker + Baz) 

Bu polimerler oluşurken bir nükleotidin fosfatı ikinci nükleotidin pentozu ile **fosfat-diesterköprüleri** kurar. Bu bağda fosfat, bir taraftan bir nükleotidin pentozunun üçüncü karbonuna (3') ve diğer taraftan ikinci nükleotidin beşinci karbonuna (5') bağlanır.

Bu sebeple nükleik asit zincirinin esas yapısını almasıık olarak peş peşe dizili fosfat ve şeker molekülleri oluşturur.





Bir nükleotit ve nükleotitlerin oluşturduğu polinükleotit zinciri

Genetik bilgi T, A, C ve G bazlarının dizilişii ile sağlanır. Bu dört baz bütün proteinlerin primer yapıları için kodlama yapar.

DNA molekül ağırlığı çok yüksek olan bir maddedir.

DNA molekülü histonlarla beraber olunca deoksiribonükleoprotein (**DNP**) şeklinde **kromatini** teşkil etmektedir.



Nükleik Asitlerde Baz Oranları

İncelenen bütün türlerde ($A=T$) ve ($G=C$) olduğu,

Ayrıca ($A+G = T+C$) olduğu hesaplanmıştır

Halbuki ($A+T \neq G+C$) toplam miktarına oranları farklıdır

Yüksek organizasyonlu hayvan ve bitkilerde $A+T$ miktarı $G+C$ 'ye göre yüksektir. Buna karşılık virüs, bakteri ve alçak bitkilerde $G+C$ miktarı $A+T$ ye göre yüksektir. Meselâ insanda $A+T / G+C$ oranı 1.52, *E. coli* 'de ise 0.93 dür.



Amerikalı Watson ile İngiliz Crick adlı iki araştırıcı 1953 de, o zamana kadar nükleik asitler için elde edilmiş bütün bilgileri bir araya getirerek hazırladıkları modeller üzerinde DNA yapısını açıklamaya çalışmışlar ve bir model ileri sürmüşlerdir.

Bu modele **Watson-Crick Modeli** denir. Bu model hem DNA da bulunan bazların oranlarını açıklamaya elverişlidir, hem de DNA'nın kendini nasıl eşlediğini çok iyi bir şekilde göstermektedir. Bu iki araştırıcıya bu çalışmalarından dolayı 1962 de Nobel Bilim ödülü verilmiştir.



Bu modele göre iki polinükleotit zinciri bir eksen etrafında sağa dönük olarak bükülmüş bir **çift heliks** meydana getirirler.

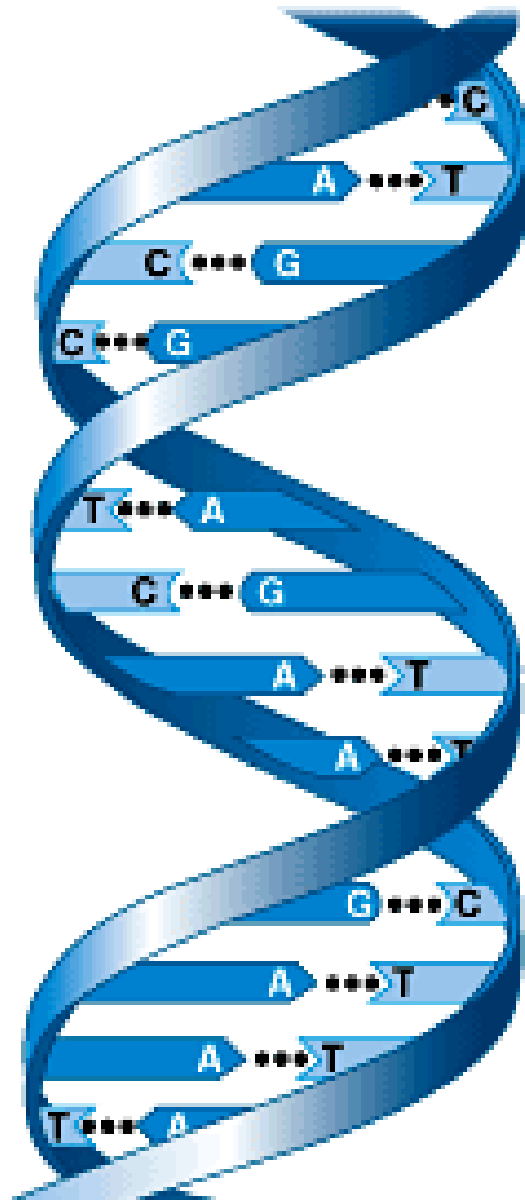
Her iki polinükleotit zincirinin şeker ve fosfattan oluşan esas yapısını teşkil eden iki iplik antiparalel durumda uzanırlar. Yani 3' ve 5' fosfor diester bağları, ipliklerde zıt yönlerdedir.

İki iplik birbirine H bağları ile bağlanmıştır.

Hidrojen bağları karşılıklı çiftler teşkil eden bazların arasındadır.

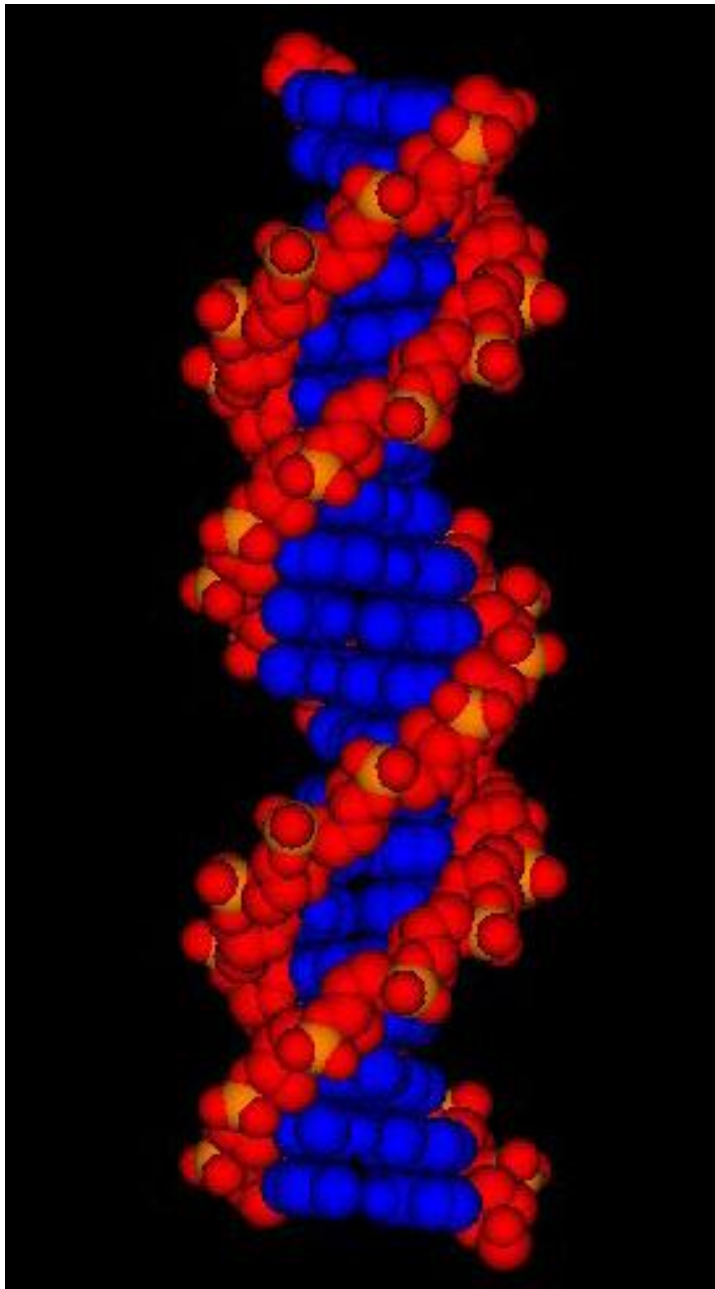
İplikler arasındaki aralık sabittir. Karşılıklı iki pentoz arası 10.8 \AA olarak ölçülmüştür.





DNA yapısı,
Watson Crick Modeli

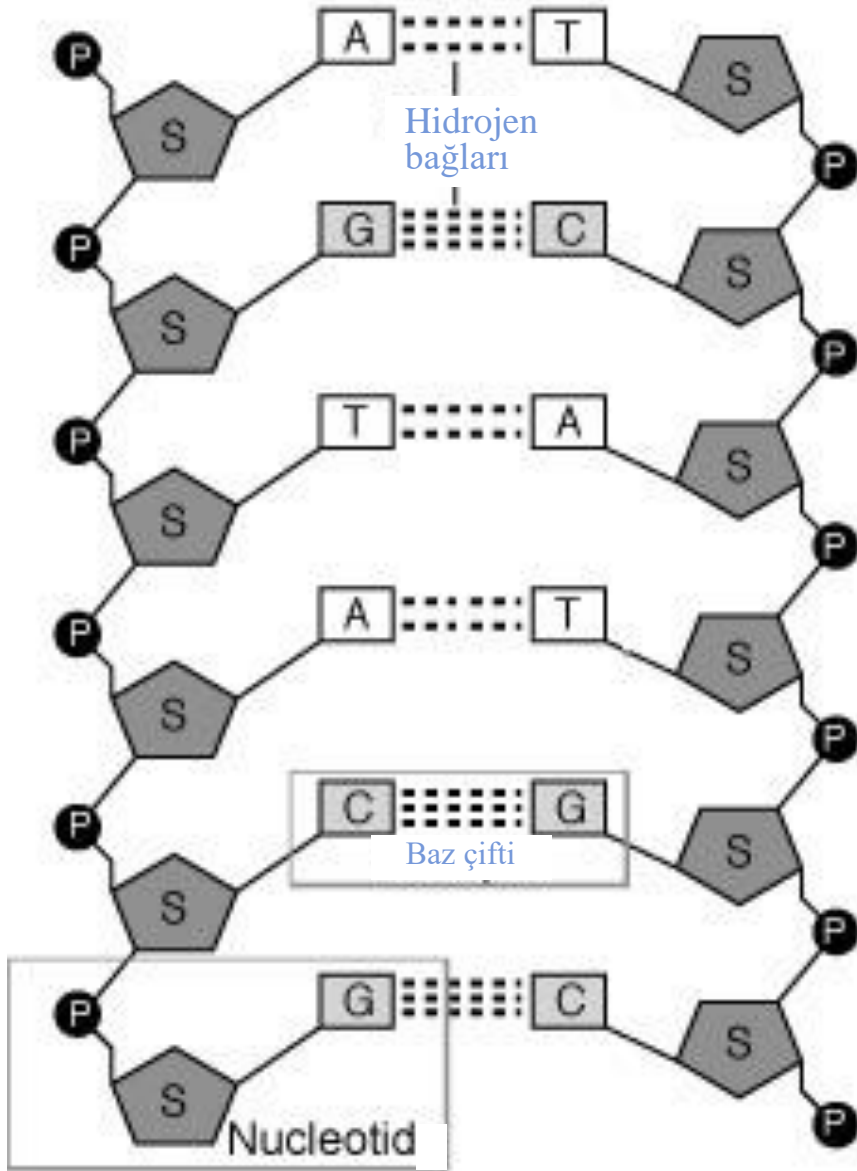




B DNA

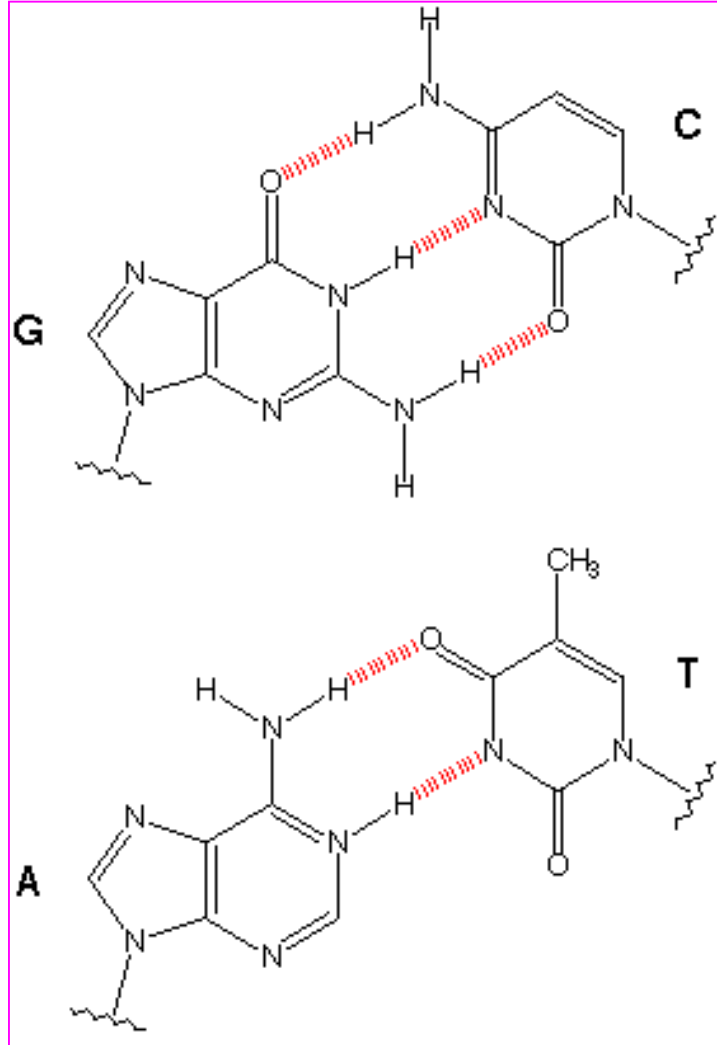
<http://www.kms.ac.jp/~xraylab/research/dna.html>





DNA da iki polinükleotid zincirinin birbirine bağlanması

<http://www.accessexcellence.org/RC/VL/GG/nucleotide.html>



DNA çift ipliğinde DNA nükleotitleri arasında hidrojen bağları

<http://tonga.usip.edu/gmoyna/biochem341/lecture37.html>

Baz çiftlerinin basamakları arasındaki aralık 3.4 \AA dur. Çift heliksinin bir dönüşü 34 \AA de tamamlanır. Böylece bir dönüşte 10 nükleotit bazı basamağı girmektedir. Çift heliksinin ortalama çapı 20 \AA dur.

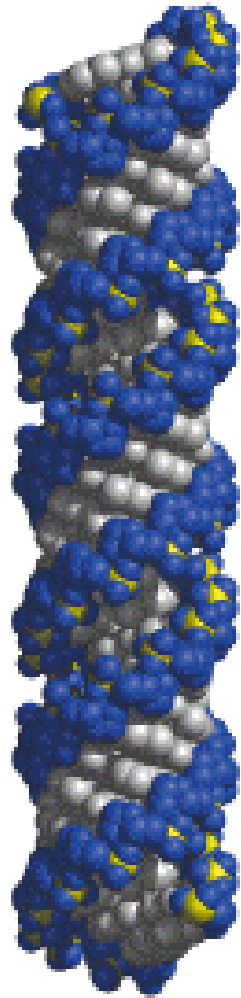
Hücrelerdeki DNA'nın çoğu sağa dönük tipte olur ve buna **B-DNA** denir. Bu Watson Crick modelinde belirtilen normal DNA dır.

Bu iplik üzerinde bazı hafifçe farklı sağa dönük bir durum olabilir. Buna **A-DNA** denir.

Sentetik nükleotitlerle yapılan kristallografi çalışmaları sola dönük çift helikslerin de bulunduğunu göstermiştir. Bunlara **Z-DNA** denmektedir.



28 Å



A DNA



B DNA



Z DNA



Bu DNA tiplerinden başka **C DNA**, **E DNA** ve **P DNA** gibi farklı DNA tipleri de elde edilmiştir.

C DNA ve **E DNA** sağ el sarmalı gösterirler. Sarmalın tam dönüşlerinde **daha az baz çifti** vardır.

P DNA da sağ el sarmalı gösterir. **B DNA** dan daha ince ve daha uzundur. **B DNA** da sarmalın içinde yer alan **azotlu bazlar** **P DNA** da **sarmal dışına yakındır**. **B DNA** da her tam dönüşte 10.4 baz çifti bulunmasına karşılık **P DNA** da **12,6 baz çifti** bulunur.



Bir ipliğin baz dizilişine göre ikinci iplik bunu tamamlayan bazı taşır. Böylece iki iplik birbirinin **tamamlayıcısı (komplementer)** durumundadır. Bir ipliğin baz sırası öğrenilince tamamlayıcı ipliğinki de öğrenilmiş olur.



DNA Molekölünün Kendini Eşlemesi

DNA molekülü kendisinin bir kopyasını yapar.

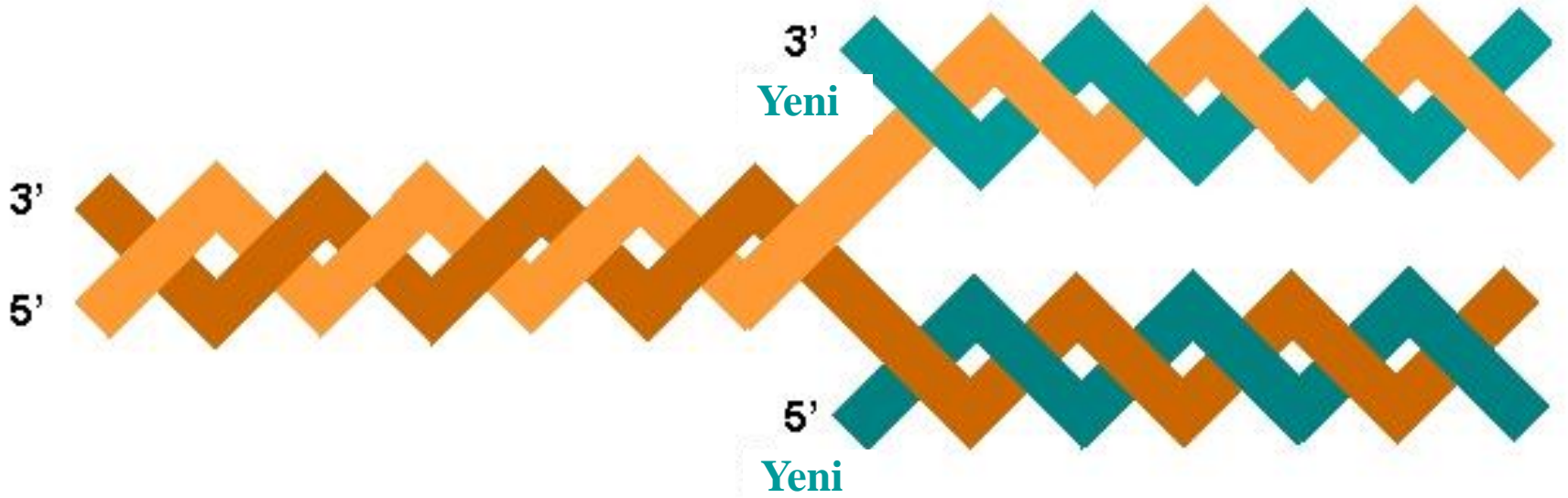
Buna **replikasyon** veya **duplikasyon** denir.

DNA'nın replikasyonu sırasında iki iplik çözülür.

Her bir iplik kalıp gibi hareket eder ve yanına tamamlayıcı bazları taşıyan nükleotitler uygun şekilde dizilerek enzimlerle (**DNA polimeraz** ve **ligaz**) birbirlerine bağlanırlar.

Böylece ilk DNA çift heliksini tam aynı olan iki çift heliks meydana gelir. Bu iki yeni DNA da ipliğin biri ilk DNA'ya aittir ve yanına yeni bir iplik sentezlenmiştir. Bu DNA'nın **semi konservatif** olması sebebiyledir.

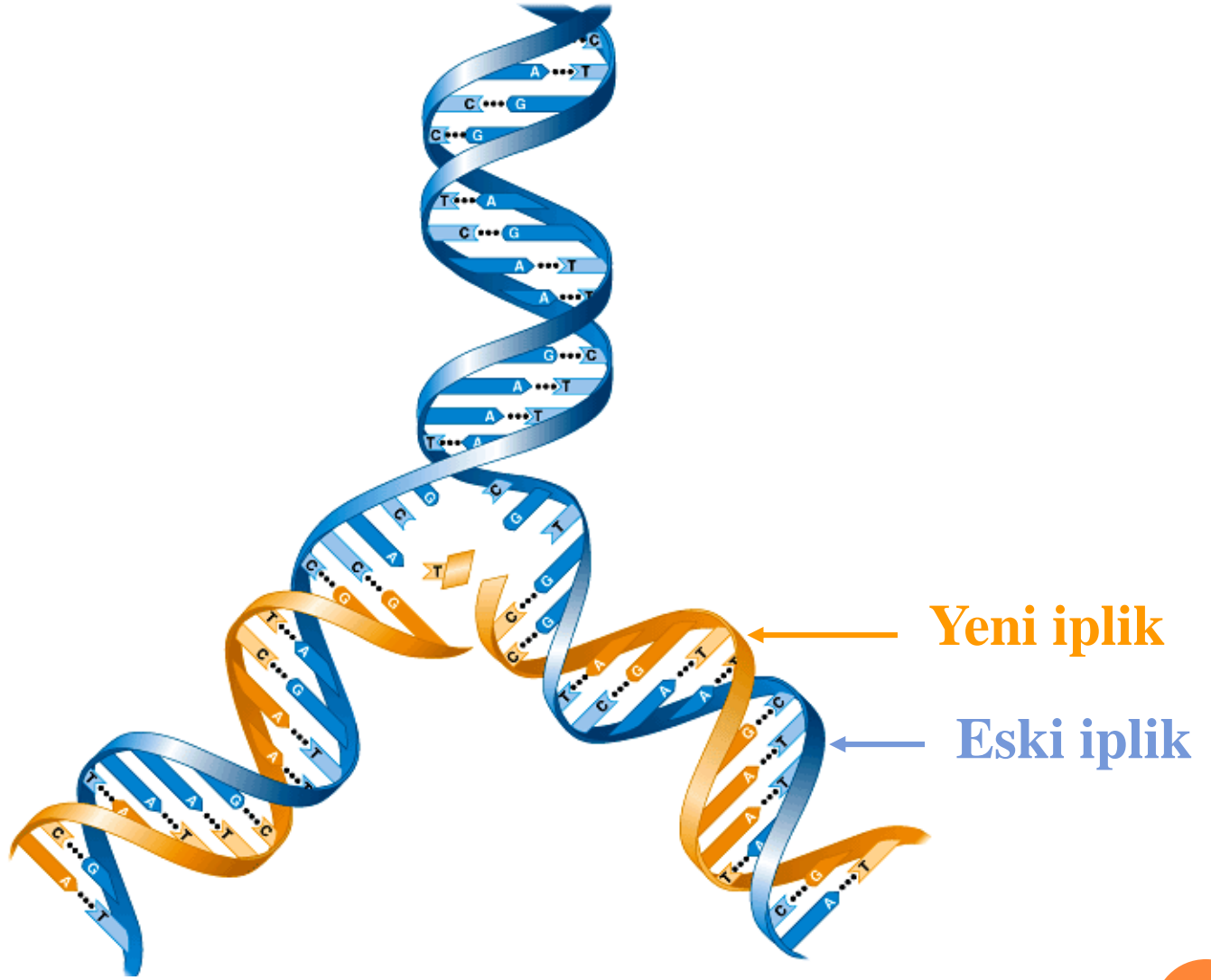




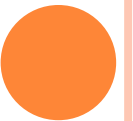
DNA çift ipliğinin kendini kopyalaması

<http://tonga.usip.edu/gmoyna/biochem341/lecture37.html>





DNA çift ipliğinin kendini eşlemesi.



DNA genetik bilgi deposudur. DNA'nın iki görevi vardır.

Birinci görevi **replikasyon** ile kendini eşlemesidir.

İkinci görevi olarak da **transkripsiyon** ile kendinde kodlanmış olarak bulunan bilgiyi **RNA halinde kaydeder**. Bu bilgi ribozomlarda **tercüme (translasyon)** edilerek protein sentezlenmesinde kullanılır.

Transkripsiyonun esası, DNA kalıbı üzerinden RNA'nın doğrudan sentezlenmesidir. Böylece DNA'daki bilgi RNA'ya aktarılmış olur. Bu olaya **sentral dogma** denmektedir.



Her amino asit için, DNA molekülünde üç bazdan oluşan birimler halinde bilgi bulunmaktadır. Bu birimler RNA'ya kaydedildiğinde (**kodlama**) her birime **kodon** adı verilir.

Fizikokimyasal olarak (ısıtma, alkali, pH) iki DNA ipliğini ayırmak mümkündür. Buna **erime** (melting) veya **denatürasyon** denir. C-G bağının ayrılması daha fazla sıcaklık gerektirir.

Daha sonra DNA iplikleri yavaşça soğutulursa baz çiftleri tekrar teşekkül ederek **renatürasyon** ve **halkalanma** (annealing) olur.



RNA Molekülü

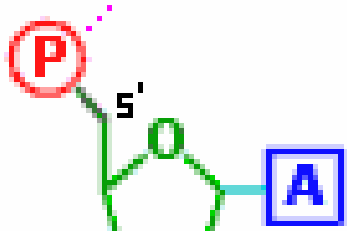
RNA'nın primer yapısı da DNA'nındaki gibidir, fakat bazı farklar bulunmaktadır.

RNA'nın DNA'dan birinci farkı pentoz şekerinin **riboz** oluşundadır.

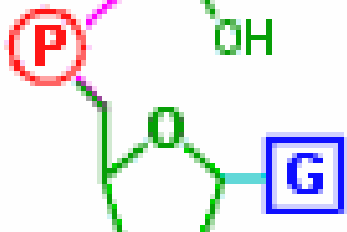
İkinci fark da RNA'da timin yerine **urasil** bulunur ve üridin nükleotidi teşkil eder.

RNA polinükleotit dizisi bir **tek iplikten** yapılmıştır.

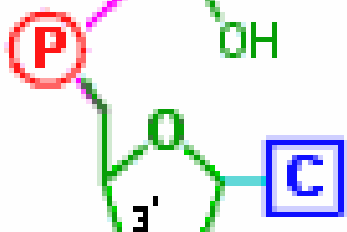




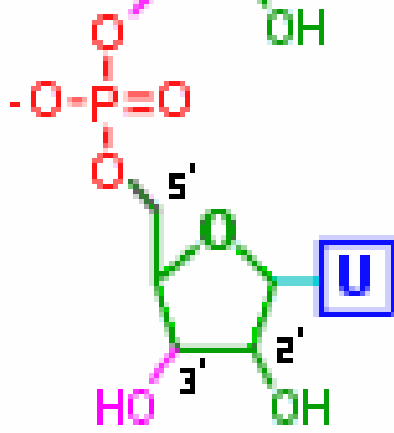
Adenin nükleotit



Guanin nükleotit



Sitozin nükleotit



Urasil nükleotit

Hücrede RNA çekirdekçikte ve ribozomlarda bulunur. Ayrıca sitoplâzmaya dağılmış RNA molekülleri de mevcuttur.

Hücrede üç tip RNA vardır. Bu farklı tiplerin görevleri de farklıdır. Her bir tip RNA protein sentezlenmesinde ayrı bir rol oynar. Sentezlenen RNA molekülleri proteinlerle birleşerek ribonükleoproteinleri (RNP) meydana getirirler.

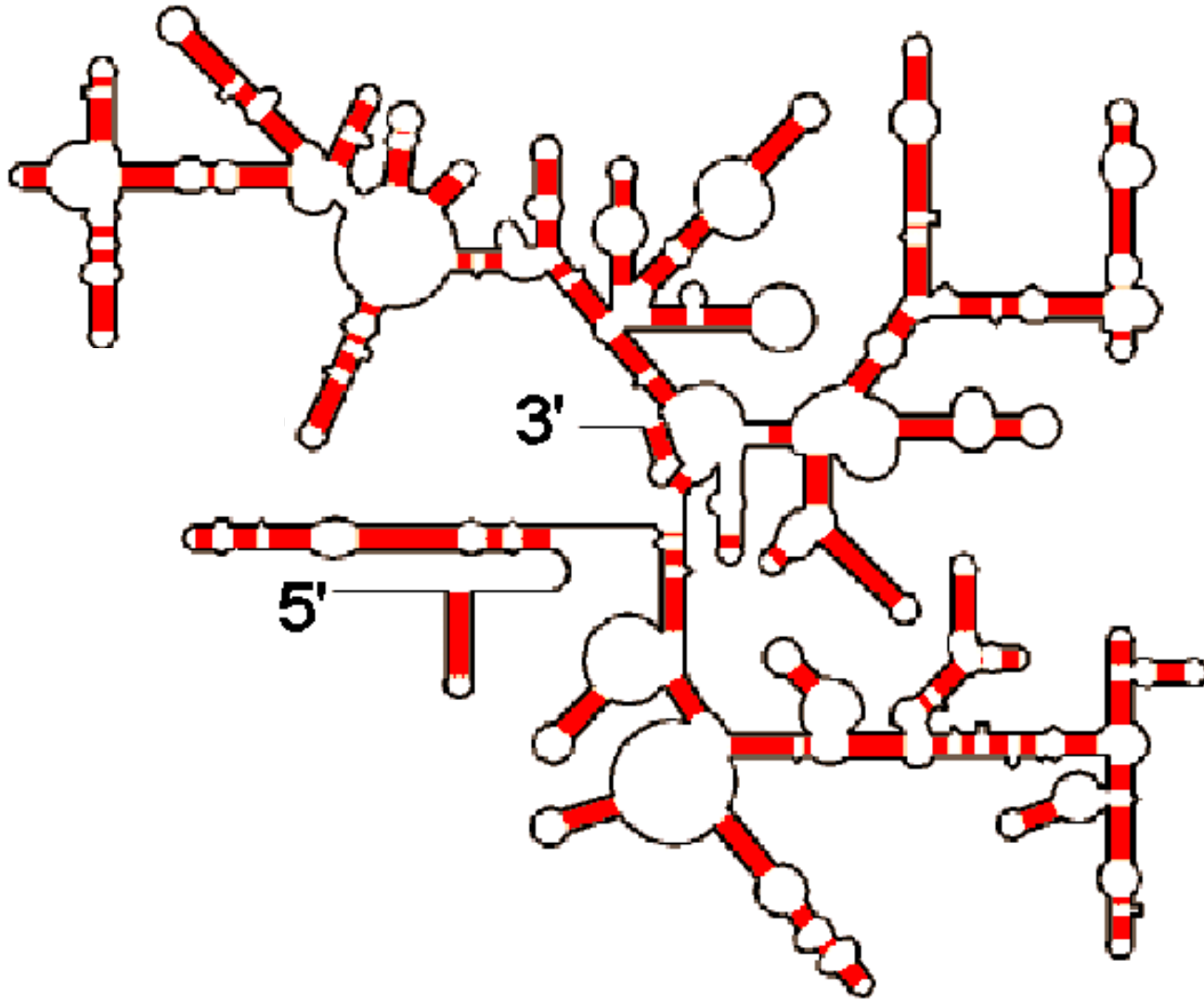
Birinci tip RNA'ya ribozomal RNA (rRNA) denir. Bu tip RNA ribozomlarda yer alır ve toplam RNA'nın % 80-85'ini oluşturur. Molekül ağırlığı oldukça yüksektir.

Ribozomal RNA, her zaman, ribozomların yapısal proteinine bağı olarak bulunur. Ribozomun % 50'si rRNA dan yapılmıştır.

Ribozomal RNA'lar ökaryot hücrelerde dört çeşit olur. Bunlardan üçü ribozomun büyük alt biriminde, biri küçük alt biriminde bulunur. Molekül ağırlıkları farklıdır.

Ribozomal RNA'lardaki nükleotit dizilişleri çeşitli türlerde birbirine çok benzer.





rRNA

http://www.mun.ca/biology/scarr/rRNA_folding.htm



İkinci tip RNA'ya **taşıyıcı RNA (transfer RNA)** denir ve **tRNA** olarak gösterilir.

Taşıyıcı RNA'lar **sitoplâzma içinde dağılmış** olarak bulunur ve protein sentezinde amino asitleri ribozomlar üzerine taşımakla görevlidirler.

Çok çeşitli tRNA molekülleri vardır. Her bir amino asit için en az bir tRNA molekülü bulunur. Bu tRNA lar taşıdıkları amino asite göre adlandırılırlar, (**tRNA_{Val}**, **tRNA_{Ala}** gibi).

Taşıyıcı RNA'lar yonca yaprağına benzer, küçük moleküllerdir. Her biri 75-95 nükleotitten oluşur.

tRNA larda normal bilinen azotlu bazlardan **farklı baz taşıyan nükleotidler** de görülebilir. Ribotimidin (T), Psödouridin (P), Dihidrouridin (D), 1-metilguanozin (m₁G), N6-izopentiladenozin (IPA), İnozin (I) gibi.



Toplam RNA'nın % 10-15'ini teşkil ederler.

Taşıyıcı RNA molekülünün bazı azotlu bazları anti-paralel dizilişte benzerlik gösterir ve çiftler teşkil ederler.

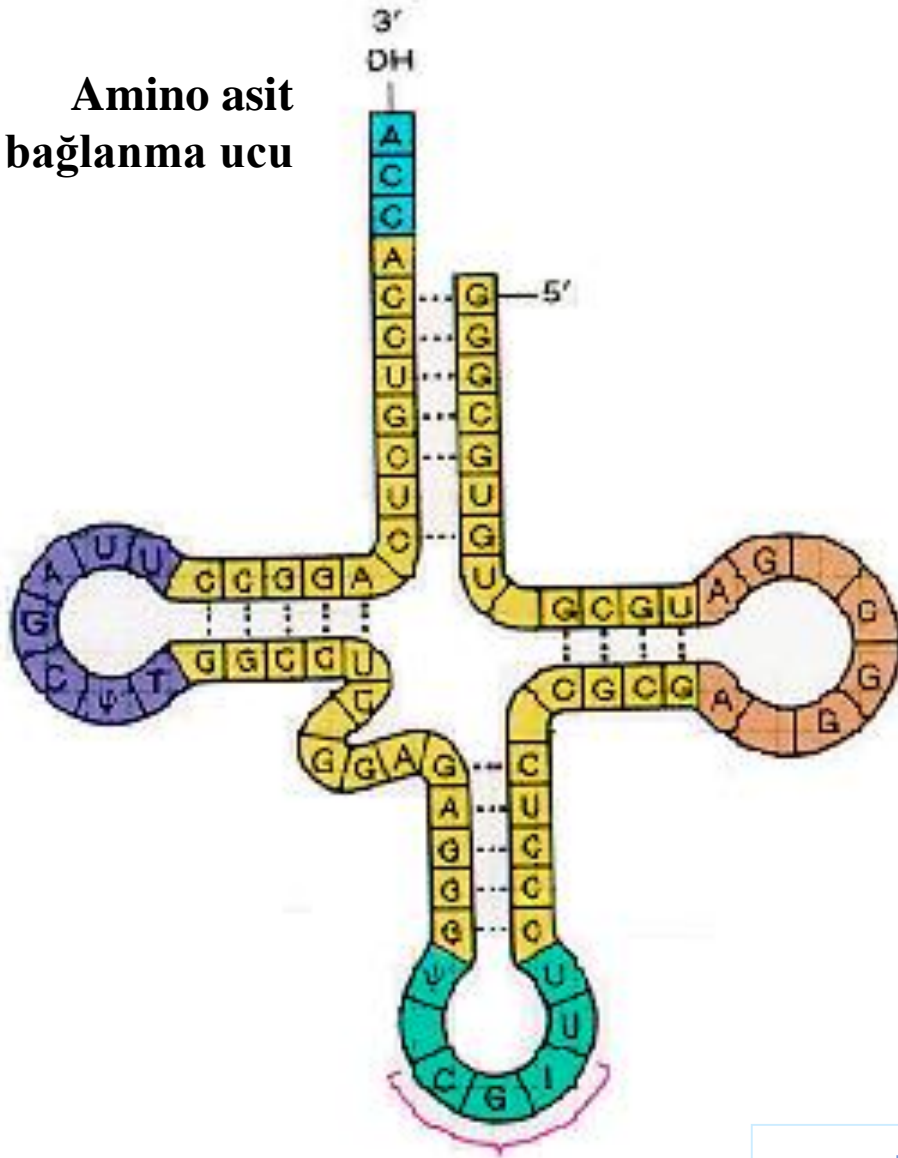
Taşıyıcı RNA moleküllerinin dört önemli bölgesi vardır. Bir ucu amino asidin bağlandığı amino asit kolu'dur.

İkincisi ribozomu tanıyan özel bir bölgesidir.

Üçüncüsü, kendisine bağlanmak üzere belli bir amino asidi aktive eden enzimi tanıyan yerdir.

Dördüncüsü de mRNA üzerindeki kodonu tanıyan antikodon yeridir.

**Amino asit
bağlanma ucu**



Taşıyıcı RNA (tRNA)

<http://biology.kenyon.edu/courses/biol114/Chap05/Chapter05.html>

Üçüncü tip **mRNA** olarak gösterilen **elçi RNA**'dır.

Elçi RNA molekülleri, hücreye gerekli bütün yapısal ve fonksiyonel proteinler için DNA molekülü tarafından kodlanmış bilgiyi taşıyan moleküllerdir.

Yani hücrenin protein çeşidi kadar mRNA çeşidi DNA molekülü üzerinde sentezlenir ve sitoplâzmaya gönderilir.

DNA'nın % 1-2 kadarı **rRNA** ve **tRNA** için kodlama yapar. **Diğer kısımları mRNA için kodlama yapar.**

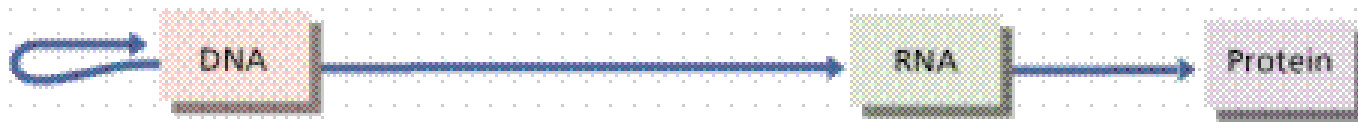
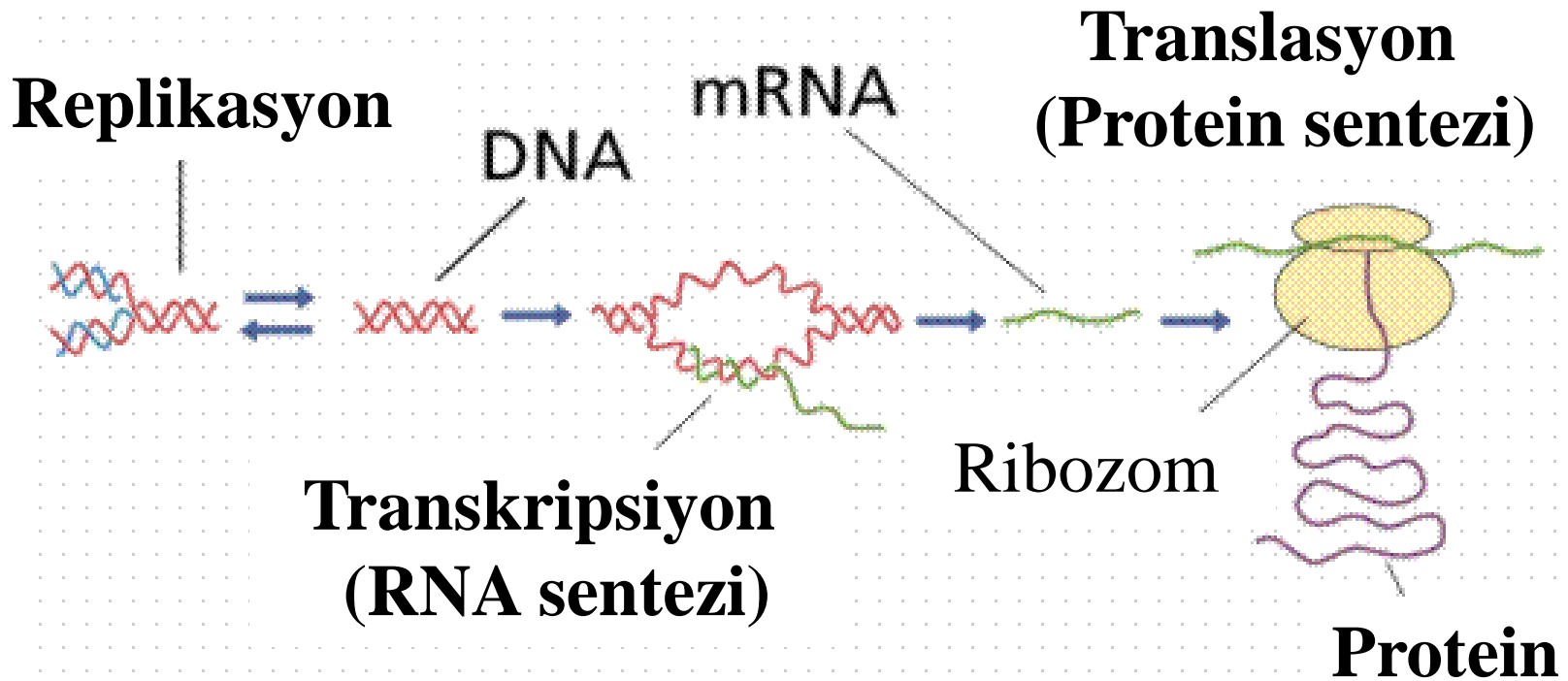
Elçi RNA'lar bir kaç kere kullanıldıktan sonra sitoplâzma da enzimlerle parçalanırlar.



Bunlardan başka son zamanlarda mRNA oluşumunda rol alan küçük çekirdek RNA sı (**snRNA**), kromozom uçlarındaki DNA'nın replikasyonunda görev yapan **Telomeraz RNA** ve gen düzenlenmesinde görev alan **Antisens RNA** varlığı da gösterilmiştir.

mRNA, tRNA ve rRNA nın hepsi protein sentezinde görev yapar.





DNA ve RNA Sentez Zamanları

Hücrelerde RNA devamlı olarak sentezlenir. Hücrenin devamlı olarak çeşitli proteinlere ihtiyacı vardır.

RNA sentezi sadece hücre bölünmesi sırasında kromozomların çok yoğun olarak bulunduğu profazın sonundan telofazın başına kadar geçici olarak durur.

DNA'nın çok yoğunlaştığı (yani katlandığı) metafaz ve anafaz safhalarında RNA sentezlenmez. Sadece organellerde, mitokondri ve kloroplastlarda, RNA sentezi devam eder.

Halbuki DNA sentezi hücrenin hayatının ancak belli bir safhasında yapılır. Ancak bölünmenin S safhasında DNA sentezi yapılmaktadır.



Hücrenin bir bölünmesinin sonundan ikinci bölünmesinin sonuna kadar geçen süreye **hücre siklusu (hücre devri)** denir.

Bu süre **interfaz** ve **bölünme** olmak üzere iki kısımdan oluşur.



Enzimler



Hücre içinde meydana gelen enerji transformasyonlarına yani kimyasal değişmelerin toplamına **metabolizma** denir.

Metabolizma olaylarına hem katabolizm hem de anabolizm olayları girer.

Katabolizma maddelerin parçalanması, **anabolizma** yeni maddelerin sentezlenmesidir. Katabolik reaksiyon **ekzergonik**'tir. Yani bu olaylar sırasında **enerji açığa çıkar**. Anabolik reaksiyonlar ise **endergonik**'dir. Yani bu olaylar sırasında **enerji kullanılır**.



Meydana gelen enerji hücrede enerji depolayan ve adenozin trifosfat (**ATP**) denen molekülde tutulur.

Hücrede bu olaylar belli bir vücut sıcaklığında, düşük iyon konsantrasyonunda, dar bir aralığa giren pH derecelerinde meydana gelir.

Hücrede enerji transformasyonları yukarıda sayılan şartlar altında **enzimler** aracılığı ile molekül seviyesinde yapılır.



Enzimler hücredeki kimyasal reaksiyonların hızını arttıran **biyolojik katalizörler** olup protein moleküllerinden yapılmış özel bir kimyasal madde grubudurlar.

Enzimler **(E) katalizör** olarak girdikleri kimyasal reaksiyonlarda, reaksiyon sırasında **substrat (S)** denen madde ile birleşerek bir ara madde olan **enzim-substrat kompleksi'ni (ES)** meydana getirirler ve reaksiyon sonunda başlangıçtaki hallerine dönerler.

Bu arada substrattan **yeni ürünler (Ü)** meydana gelir.



Enzim terimi genel bir terimdir. Enzimin üzerinde aktivite gösterdiği maddenin adının sonuna "**az**" eki getirilerek belli bir enzimin adı elde edilir.

Proteinleri etkileyen enzimlere genel olarak **proteinaz**, fosforik esterleri etkileyenlere **fosfataz** denir.

Hidrolazlar geniş bir grup **hidrolitik enzimler**'dir. Su eklenmesi ile bir çok maddeleri parçalarlar. Araştırmaların yapıldığı ilk yıllarda keşfedilen bu maddelere ayrı ayrı isimler verilmiştir. Meselâ **pepsin**, **tripsin** böyle verilmiş adlardır.



Bazı enzimler aktivite gösterdiği maddeye göre çok **spesifik olurlar**. Yani bir enzim belli tek bir substrat üzerinde faaliyet gösterir. Hatta enzimler o kadar spesifik olabilirler ki çok benzer olan moleküller üzerinde bile etkili olamazlar.

Bazıları **daha az spesifiktir**. Bir kaç benzer bileşik üzerinde etkili olurlar.

Bazı enzimlerin ise **100 kadar çeşitli reaksiyona girdiği** gösterilmiştir.



Reaksiyon tipine göre enzimleri **altı sınıfa** ayırmak mümkün olur.

Oksidoredüktazlar oksidasyon ve redüksiyon reaksiyonlarına,

Transferazlar bir maddedeki bir kimyasal grubun diğer bir kimyasal maddeye aktarılmasına,

Hidrolazlar su ile parçalama reaksiyonlarına,

Liyazlar çift bağlara bir grup eklemeye veya çıkarmaya,

İzomerazlar izomerizasyonları katalizlemeye

Ligazlar (sentetazlar) bir fosfat **bağı** parçalayarak iki molekülü birleştirmeye girerler.

İlk saflaştırılan enzim **üreaz**'dır. Bu enzim üreyi hidrolize ederek CO_2 ve amonyağa ayırır.

Enzimler molekül ağırlıkları oldukça yüksek olan globüler proteinlerdir. Meselâ **ribonükleaz**'ın molekül ağırlığı 12.700, **glütamik dehidrojenaz**'ınki ise 1.000.000'dur.

Enzimler DNA molekülünde bulunan genlerin ifade şekilleridir. Yani DNA'da yapılan kodlamalarla enzim olan bir çok proteinin sentezi yapılır.



Bazı enzimler sadece amino asitlerini kapsayan **basit proteinlerdir**.

Bir çok enzimlerde ise proteinler, nükleotitler ve metal iyonları gibi protein olmayan moleküllerle daha kompleks yapılara değişmiş **bileşik proteinlerdir**.

Bazı enzimler hücrede faal olmayan bir durumda bulunurlar.

Faal olmayan enzim hücrede, **zimogen granülleri** halinde bulunur ve **kinaz** denen bileşiklerle aktif hale getirilirler.

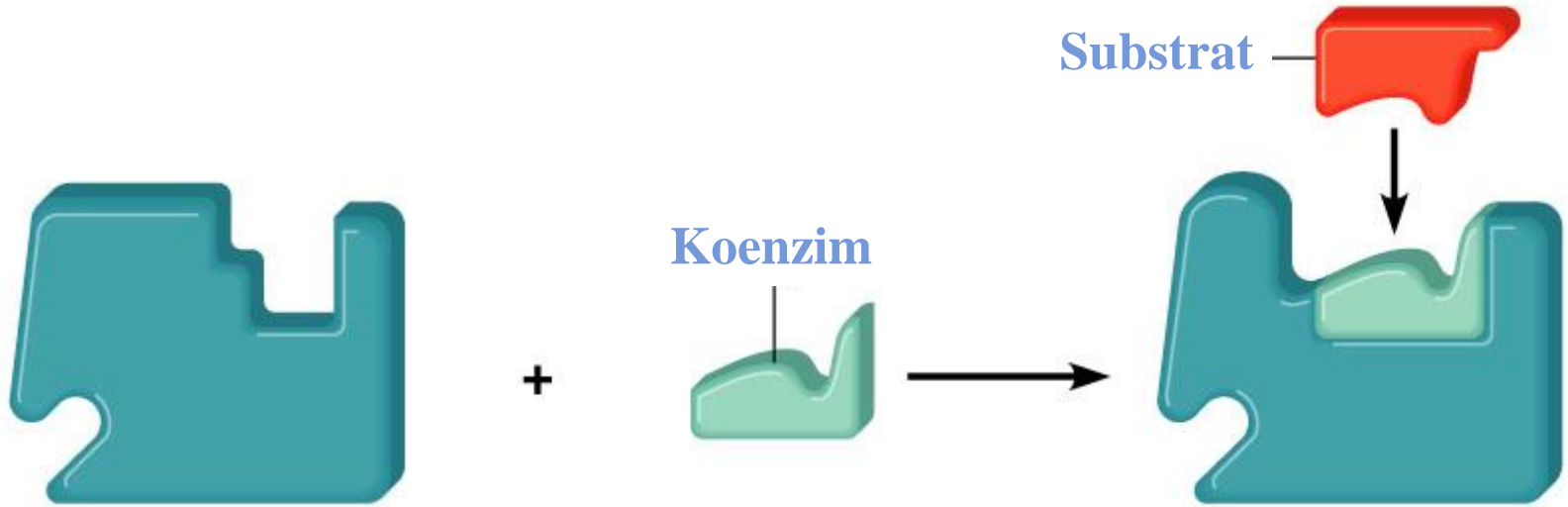
Meselâ pankreas hücrelerindeki **tripsinojen** pankreas hücrelerinin zimogen granülleri halinde olan bir enzim salgısıdır ve on iki parmak bağırsağında **enterokinaz** ile aktive edilir. Aktive edilmiş haline **tripsin** denir.

Aynı şekilde **pepsinojen** midede **peptik bez hücreleri**'nden salgılanır ve **HCl** ile **pepsin**'e dönüşür.

Bazı enzimler bir veya bir kaç küçük iyon veya molekül yardımı ile aktivite gösterirler. Bu maddelere **aktivatör** denir. Mg^{+2} ve Ca^{+2} böyle aktivatörlerdir.

Bazı aktivatörler spesifik olurlar. Bunlara **koenzim** denir. Genel olarak koenzimler kompleks yapılı organik moleküllerdir ve reaksiyona girerler (H ve fosfat gibi).





Apoenzim
(Protein Kısım)
İnaktif

Kofaktör
(Protein olmayan kısım)
Aktivatör

Holoenzim
(Tam enzim)
Aktif



Faal olmayan enzime **apoenzim** denir. Apoenzim ile koenzim birlikte faal olan **holoenzim**'i teşkil ederler.

En önemli koenzimler arasında **nikotinamid adenin dinükleotit (NAD⁺)** ve **nikotinamid adenin dinükleotit fosfat (NADP⁺)** vardır. Bunlar dehidrojenazları aktive ederler.



Hücrede enerji verecek katabolik olaylar için NAD^+ ye, anabolik olaylar için NADP^+ ye ihtiyaç vardır.

Gerek bu koenzimlerde gerekse diğer birçok koenzimde moleküle giren esas komponent özellikle **B grubu vitaminlerdir**.

Meselâ koenzim A'nın bir komponenti **B₅ vitamini** olan **pantotenik asittir**.

Flavin adenin dinükleotit (FAD)'de komponent **B₂ vitamini** olan **riboflavin**'dir.

Dekarboksilazlar ve transaminazlar'da **B₆ vitamini** olan **piridoksin** komponenti vardır.



Aktif Merkez

Enzimlerle yapılan reaksiyonlar sırasında substrat kendini enzimin bir komponentine bağlar.

Bu bağlanma için enzim üzerinde spesifik olan bir yer veya yerler vardır. Bu noktalara **aktif merkez** denir.



Bu bağlar kovalent bağlar değildir. İyonik bağlar, hidrojen bağları, van der Waals kuvvetleri'yle bağlar teğekkül eder.

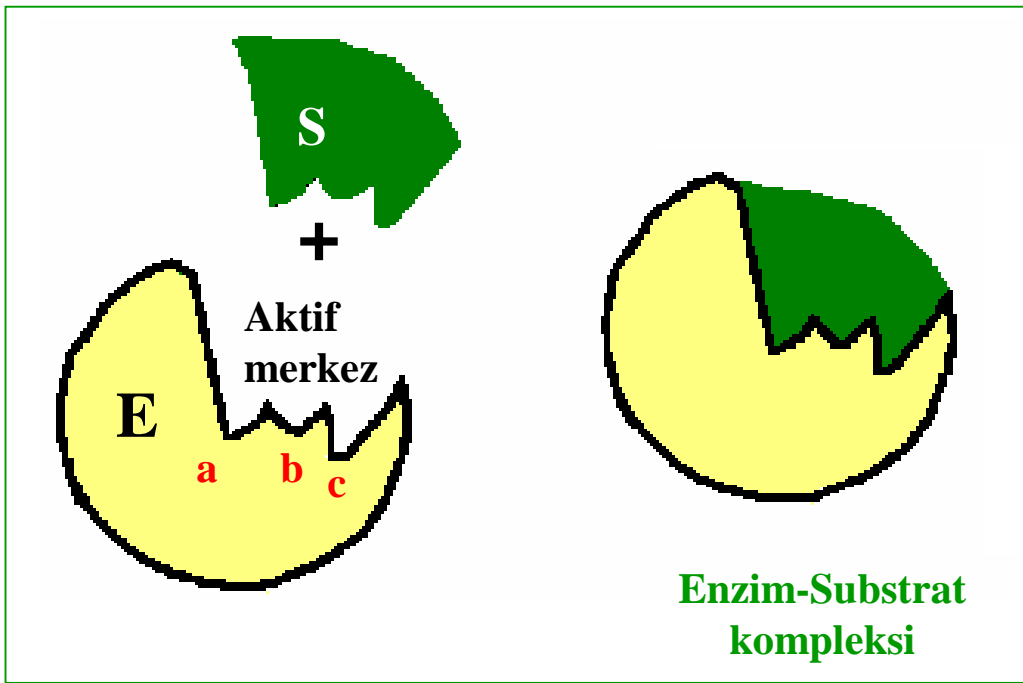
Substratın enzimin aktif merkezine bağlanması bir anahtarın kilide uymasına benzer. Bu görüő 1884'de Fischer tarafından geliştirilmiştir.



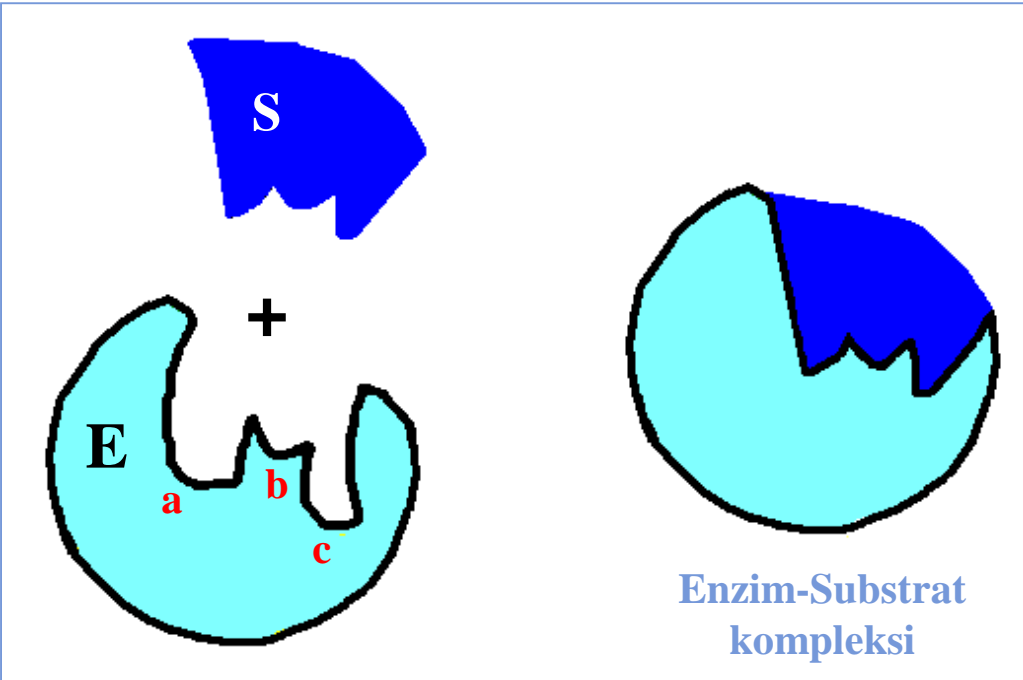
Her ne kadar **anahtar kilit modeli** enzimin spesifikliğini çok iyi açıklıyor ise de bazı enzimlerin davranışını bu model ile açıklamak mümkün olmamaktadır.

Özellikle anahtar kilit modeli **sekonder ve tersiyer yapılardaki enzim-substrat etkileşimini tam açıklayamadığı için Koshland** tarafından yeni bir model geliştirilmiştir.

Bu modele göre enzimin yapısı, katı, değişmez bir yapı değildir. Substrat enzimin aktif yerindeki amino asit dizisi ile reaksiyona girer ve **enzimin şekli uygun şekle değişerek** faal olan kimyasal bölgesi substrata yakınlaşır ve katalizör etkisini yapar.

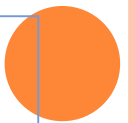


Fischer modeli
(Anahtar Kilit Modeli)



Koshland modeli

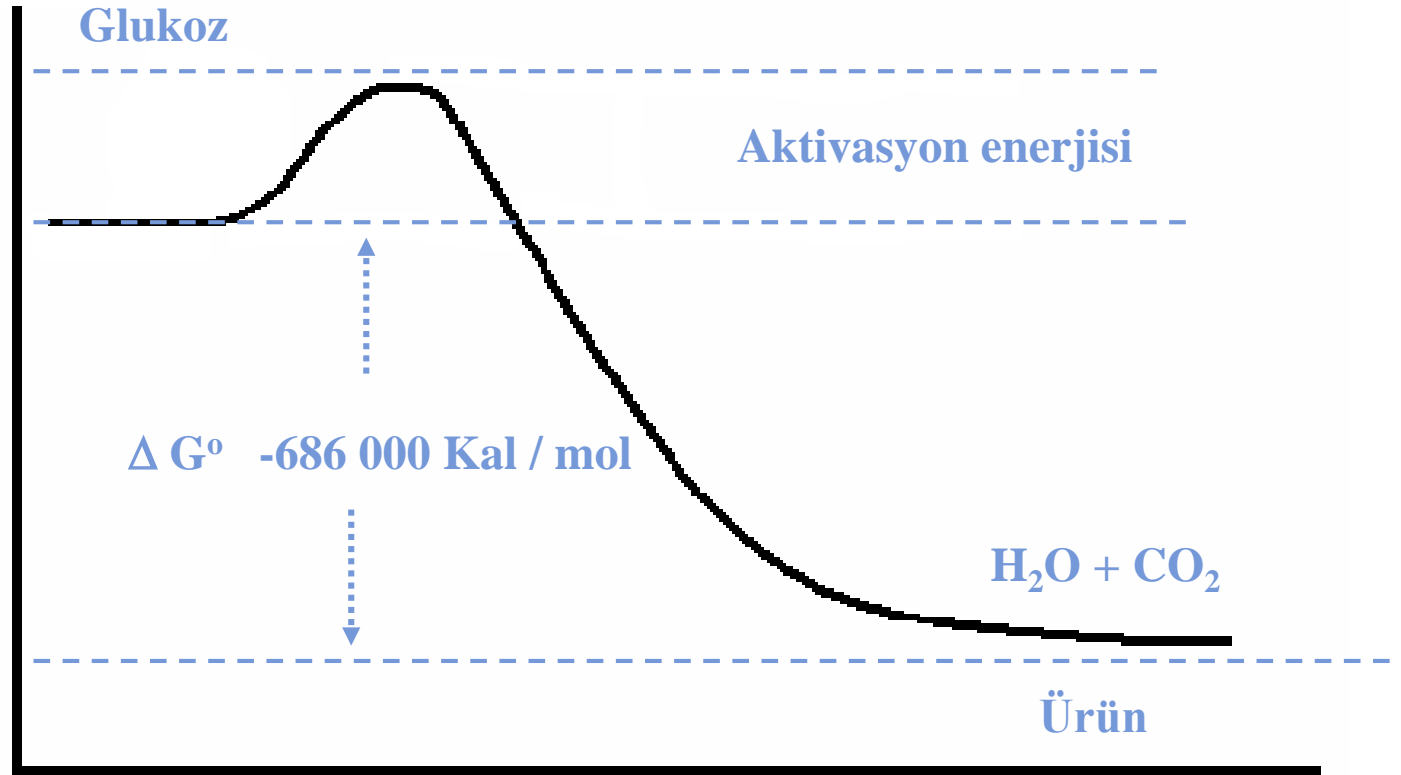
**Enzim substrat
arasındaki ilişkiler**



Aktivasyon Enerjisi

Enzimler girdikleri reaksiyon sırasında değişmediklerinden, reaksiyonun hızını arttırmak hatta fazlaca arttırmak için sadece küçük bir miktar enzim yeterlidir





Glükozun H₂O ve CO₂ ürünlerine dönüşmesi sonucunda enerji açığa çıkmasına rağmen başlangıçta reaksiyonun başlaması için aktivasyon enerjisi gereklidir.

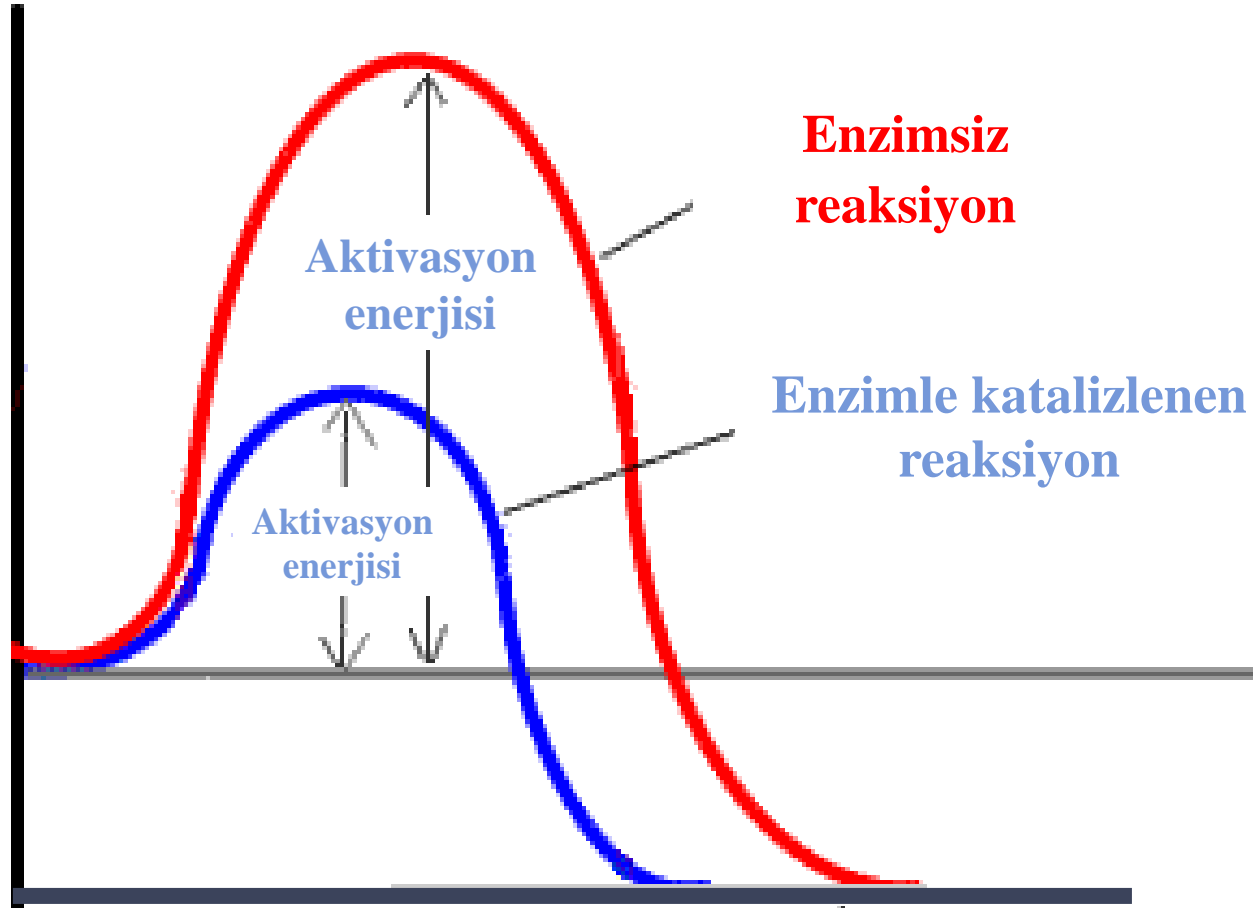
Reaksiyonun belli bir sıcaklıkta kendiliğinde ilerleme hızı aktivasyon enerjisinin bir fonksiyonudur.

Bu **aktivasyon enerjisi** etkileşimin ortaya çıkması için gereklidir.

Buna göre, her ne kadar, reaksiyon, serbest enerji verilerek ilerleyecek ise de etkileşimin ilerlemesinden önce moleküllerin kritik bir enerji seviyesine çıkarılması gereklidir.

Yani bütün reaksiyonun başlamasından önce, moleküller bir enerji eşğine veya hududuna yükseltmelidir.





Enzim bulunduğu ve bulunmadığı durumda gereken aktivasyon enerjisi. Enzimin aktivasyon enerjisini azaltması ile reaksiyonun kendiliğinden ilerleme hızı artar.

Enzim, reaksiyonun ilerlemesi için gereken **aktivasyon enerjisini azaltır**. Sıcaklık artmadan enzim yardımı ile reaksiyonun yapılması önemlidir.

Çünkü enzim yokluğunda reaksiyonun yürütülmesi için gereken sıcaklık **hücreyi öldürebilir**.

Enzimin aktivasyon enerjisini nasıl azalttığı henüz tam anlaşılamamıştır. Bilinen sadece reaksiyonun katalizlenmesi sırasında enzimin substratla birleştiğidir.

Vitaminler

Vitaminler besinsel ihtiyaçlar arasında bulunan maddelerdir.

Vitamin terimi aminlerle bir bağlantısı olduğu düşünülerek "vitamine" şeklinde FUNK tarafından, 1912'de kullanılmış, fakat aminlerle ilişkisi olmadığı anlaşıldığından **vitamin** şekline dönüştürülmüştür.



Genel olarak vitaminlerin fazlası depolanmaz, vücuttan atılır.

Bazı vitaminler **besinle alınır**. Bazıları da **vücutta yapılır**.

Vitaminlerin bazıları **koenzim** olarak önemlidir.

Vitaminler kimyasal bileşiklerine göre;

Alkol (inozitol, kolin),

Nükleotit (riboflavin, nikotinamid adenin dinükleotit),

Steroid

Karotenoid gibi çeşitli maddelerdir.

Vitaminler **çözünme özelliklerine göre iki gruba ayrılır**;

1.Suda çözünen vitaminler

2.Yağda çözünen vitaminler

Suda Çözünen Vitaminler

Bu vitaminler suda çözünürler.

C vitamini (askorbik asit)

B₁ vitamini (tiyamin),

B₂ vitamini (riboflavin)

B₃ vitamini (pantotenik asit)

B₅ vitamini (niyasin=nikotinamit)

B₆ vitamini (piridoksin)

B₇ vitamini (biyotin)

B₉ vitamini (folik asit)

B₁₂ vitamini (kobalamin) bu gruba girerler.

İnositol ve kolin de, bazı besin araştırmacıları tarafından B vitamini çeşidi olarak kabul edilir.



Herhangi bir vitaminin yokluğu **avitaminoz** hastalıklarının ortaya çıkmasına yol açar.

Meselâ B vitamini noksanlığı **Beriberi hastalığı**'nın ortaya çıkmasına sebep olur. Çeşitli sebze ve meyvelerde, ette, sütte bu vitaminler bulunurlar.

C vitamini portakal ve benzeri meyveler ile domateste bulunur.

Çeşitli B vitaminlerinin kaynakları farklı olabilir. Bitkilerde veya ette bulunabilirler. B₁₂ vitamininin kaynağı toprak mikroorganizmalarıdır.



Yağda Çözünen Vitaminler

A, D, E, K vitaminleri bu gruba girer.

A vitaminlerinin öncüleri başlıca **karoten**'de bulunur.

Hayvan dokuları A vitaminini β -karotenden sentezler.

A_1 vitamini **retinol-1** dir. Tuzlu su balıklarının karaciğerinde A_1 vitamini, tatlı su balıklarının karaciğerinde A_2 (**Retinol-2**) vitamini vardır.

Retinen, A vitamini kapsayan bir karotenoiddir.

Retinen bir proteinle beraber, gözde, çomak hücrelerinin ucundaki **görme purpurunu** meydana getirir.

Görme epitelinin düzgünlüğü için **A vitamini** gerekmektedir.



Süt, yumurta, peynir ve yağ A vitamini kaynaklarıdır. Havuç da zengin bir A vitamini deposudur.

D vitamini kemik ve diş teşekkül ve gelişmesinde önemlidir.

D vitamini en çok balık karaciğerinde bulunur (uskumru, sardalya gibi). Balıkların yağında da D₃ vitamini bulunur. D vitamini bir steroiddir.

E vitaminine tokoferol denir. Bir karotenoiddir.

Bu vitamin **eşey hormonlarının** iyi çalışmasını sağlar.



K vitamininin **fillokinon (K₁)** ve **farnokinon (K₂)** tipleri vardır.

K vitamini de bir karotenoiddir. Kanın pıhtılaşmasını sağlar

K₁ vitamini bitkilerde bulunur. Yumurta, peynir ve karaciğerde de vardır

K₂ vitamini bakterilerin metabolik artıkları arasında bulunur

