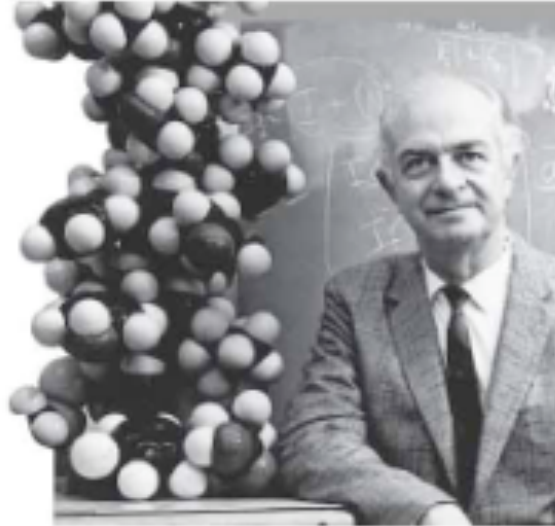


MAKROMOLEKÜLLERİN YAPI VE İŞLEVLERİ



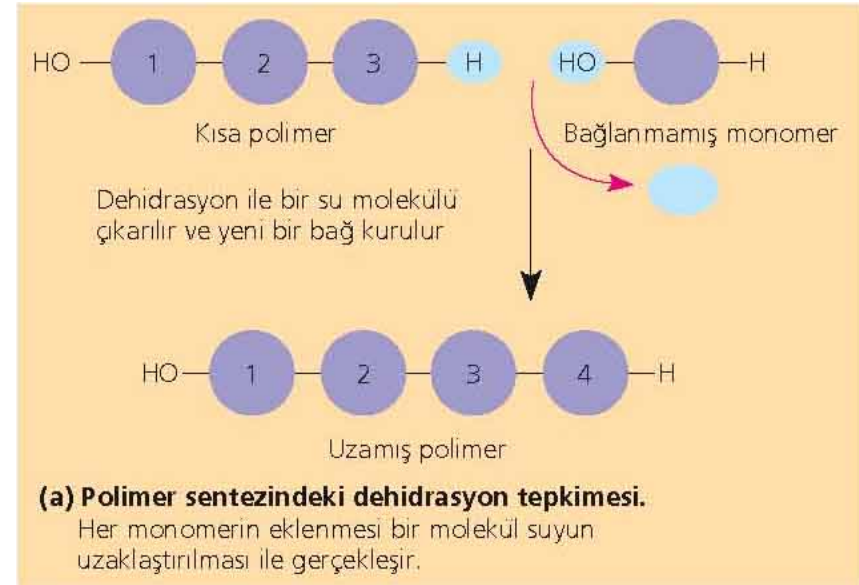
Polimerlerin yapısı

- Polimer, birbirinin aynısı veya benzeri yapıtaşlarının kovalent bağlarla bağlanarak oluşturdukları uzun bir moleküldür.
- Polimerlerin yapıtaşı olarak görev yapan küçük moleküllere monomer adı verilir.



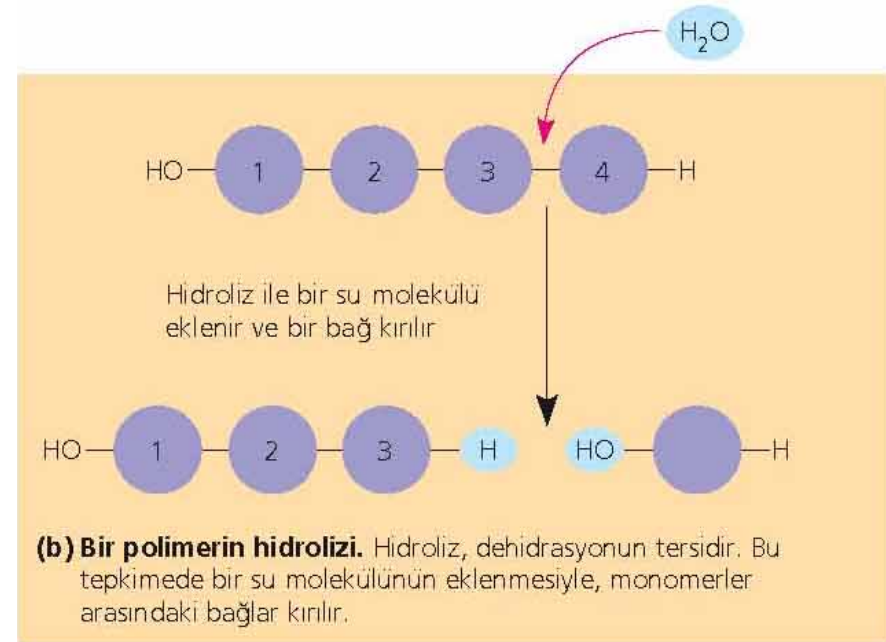
Kondensasyon tepkimesi

- İki monomer arasında bir bağ kurulduğunda, her monomer, kaybedilen su molekülünün belirli bir parçasını sağlar.
- Su kaybından dolayı bu tepkimelere kondensasyon ya da dehidrasyon tepkimesi adı verilir.



Hidroliz

- Dehidrasyon tepkimesinin tersine işleyen bir olaydır.
- Bir su molekülünün eklenmesi ile monomerler arasındaki bağ kırılır.
- Sindirim, vücutta gerçekleşen hidrolize bir örnektir.



Polimer çeşitliliğinin kaynağı

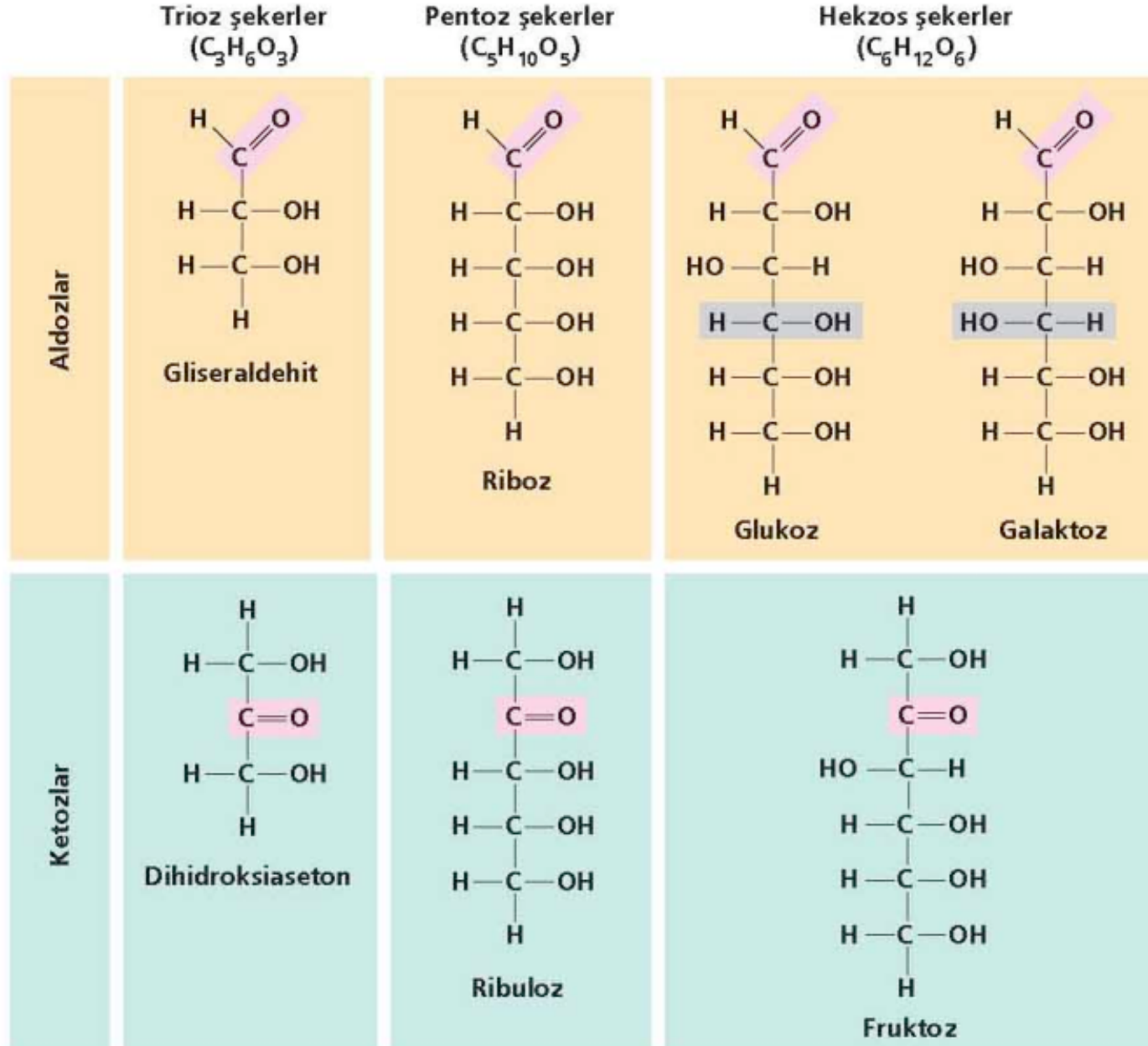
- Kısıtlı sayıda monomer ile çok büyük çeşitlilikte polimerlerin yapılabilmesi, alfabedeki 29 harf ile yüz binlerce sözcüğün kurulmasına benzer.
- Buradaki başarının sırrı, düzenlenme yani birimlerin diziliş sırasındaki farklılıktır.

Karbohidratlar

- Hem şeker hem de bunların polimerlerini içerirler.
- En basit karbohidratlar monosakkaritlerdir (basit şekerler).
- Disakkaritler ise iki şeker molekülünün birleşmesi ile oluşur.
- Polisakkaritlerin yapısında çok sayıda şeker molekülü bulunur.

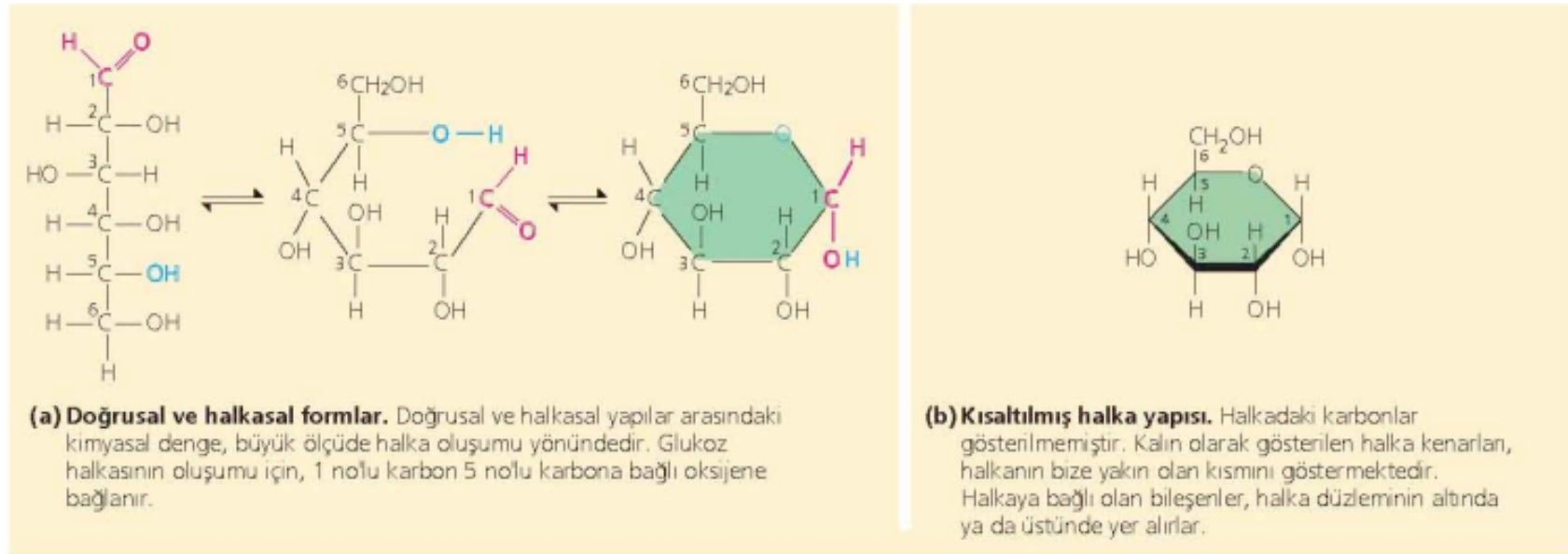
Monosakkaritler

- Genel olarak CH₂O'nun katları şeklinde ifade edilirler.
- En yaygın olanı glukoz'dur (C₆H₁₂O₆).
- Bu bileşikler, karbonil grubunun yerleşimine göre aldoz (aldehit şeker) ya da ketoz (keton şeker) adını alırlar.
- Altı karbonlu şekerlere heksoz (glukoz, fruktoz v.b.) ve beş karbonlu şekerlere pentoz (riboz, ribuloz v.b.) adı verilir.
- Glukoz ve galaktoz birbirinin yapısal izomeridir.



Monosakkaritler

- █ Glikoz molekülleri diğer birçok şeker gibi halkasal yapılar oluştururlar.



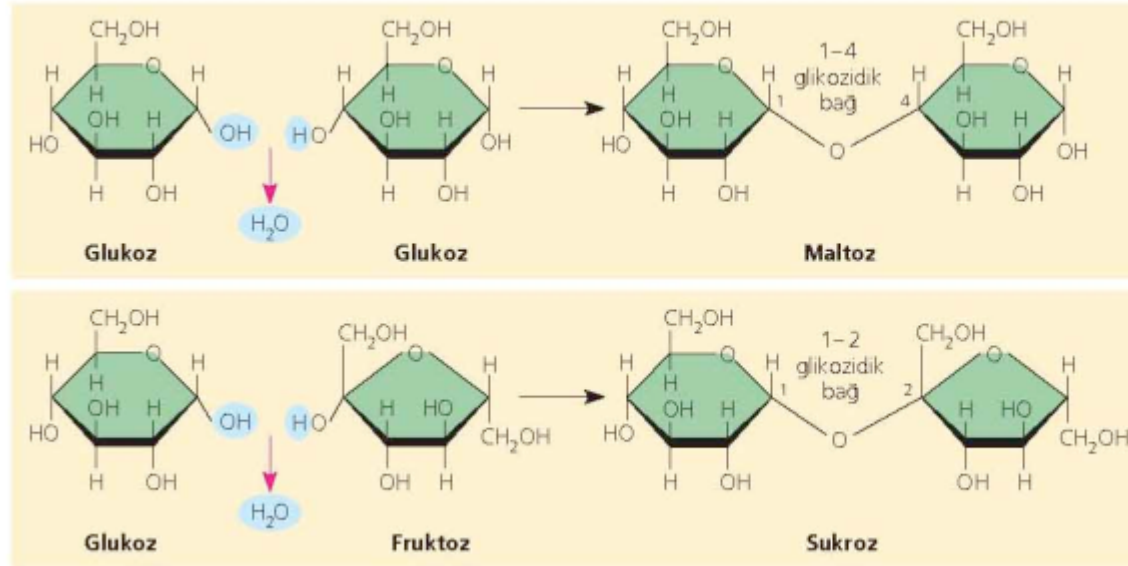
ŞEKİL 5.4 Glukozun doğrusal ve halkasal formları.

Monosakkaritlerin önemi

- Monosakkaritler (özellikle de glukoz) hücreler için temel besindir.
- Hücre solunumunda glukoz moleküllerinde depo edilmiş olan enerji açığa çıkarılır.
- Aminoasitler ve yağlar gibi küçük organik moleküllerin sentezlenebilmesi için hammadde olarak iş görürler.

Disakkaritler

- İki monosakkaritin glikozidik bağ ile birleşmesi ile oluşurlar.
- Bitkilerin yapraklarından köklere ve fotosentetik olmayan diğer organlara aktardıkları karbohidratlar sukroz halindedir.



(a) Maltozun dehidrasyon sentezi. İki glukoz biriminin bağlanması maltoz oluşturur. Glikozidik bağ birinci glukozun 1 no'lu karbonunu, ikinci glukozun 4 no'lu karbonuna bağlar. Glukoz monomerlerinin farklı bir biçimde bağlanmasıyla farklı bir disakkarit ortaya çıkar.

(b) Sukrozun dehidrasyon sentezi. Sükroz glukoz ve fruktozdan oluşan bir disakkarittir. Fruktoz da glukoz gibi bir heksoz olmakla birlikte, beş-kenarlı bir halka oluşturur.

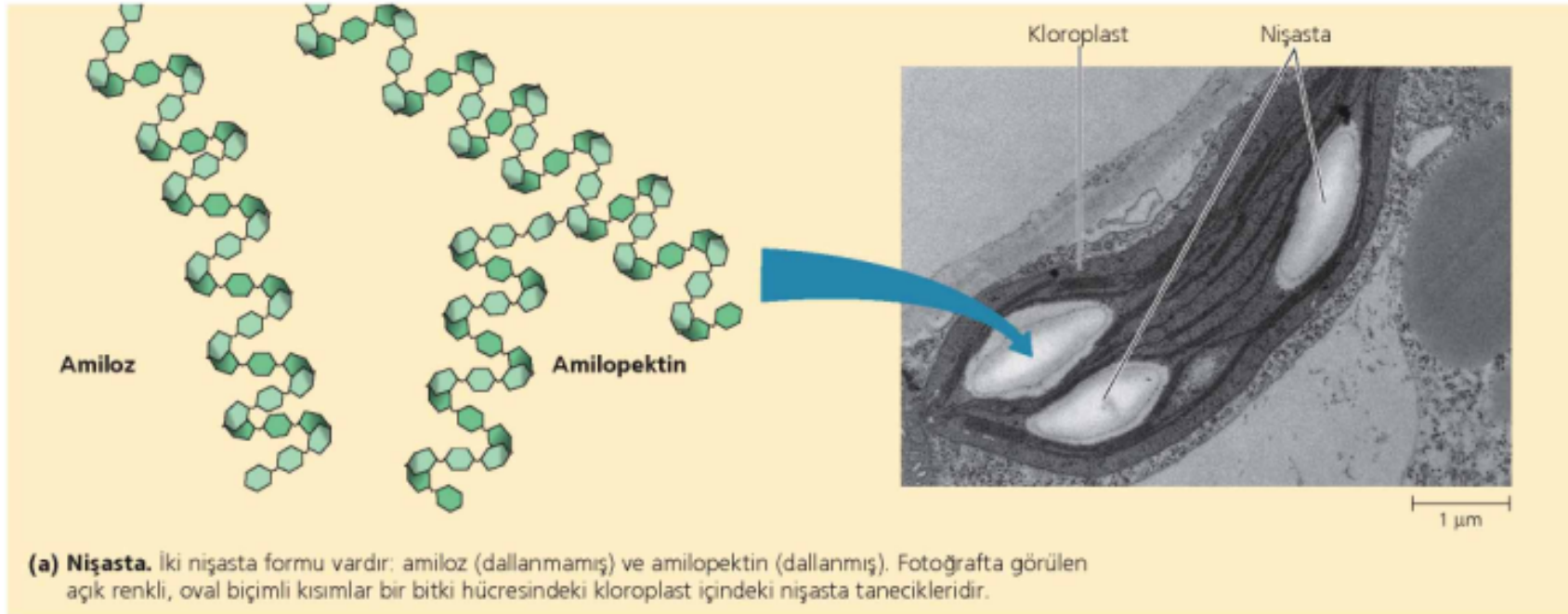
Polisakkaritler

- Yüzlerce ya da binlerce monosakkaritin glikozidik bağlarla bağlanarak oluşturdukları polimerlerdir.
- Fonksiyonlarına göre iki kategoride incelemek mümkündür.
 - Depo polisakkaritler (nişasta ve glikojen)
 - Yapısal polisakkaritler (selüloz ve kitin)

Nişasta

- Sadece glukoz monomerlerinden oluşur.
- Bitkilerde plastidler içinde depolanır.
- Fazla glukoz nişasta şeklinde depo edilir.
- İnsan ve birçok hayvan nişastayı hidroliz edebilir.

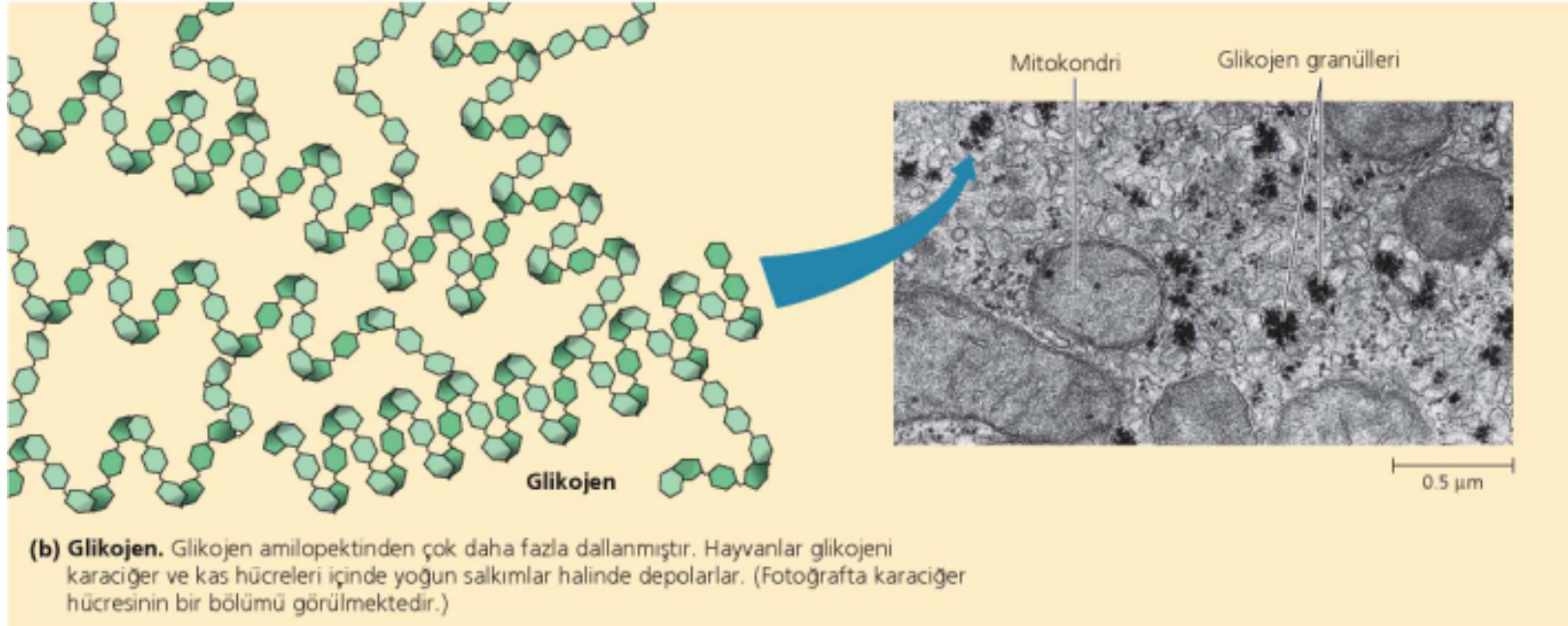
Nişasta



Glikojen

- Nişastaya göre dallanmış olan glukoz polimeridir.
- İnsan ve diğer omurgalıların karaciğer ve kas hücrelerinde depolanır.
- Şeker gereksinimi arttığında hidroliz edilerek glukoz açığa çıkarılır.
- Beslenilmediği zaman glikojen insanlarda bir günde tükenir.

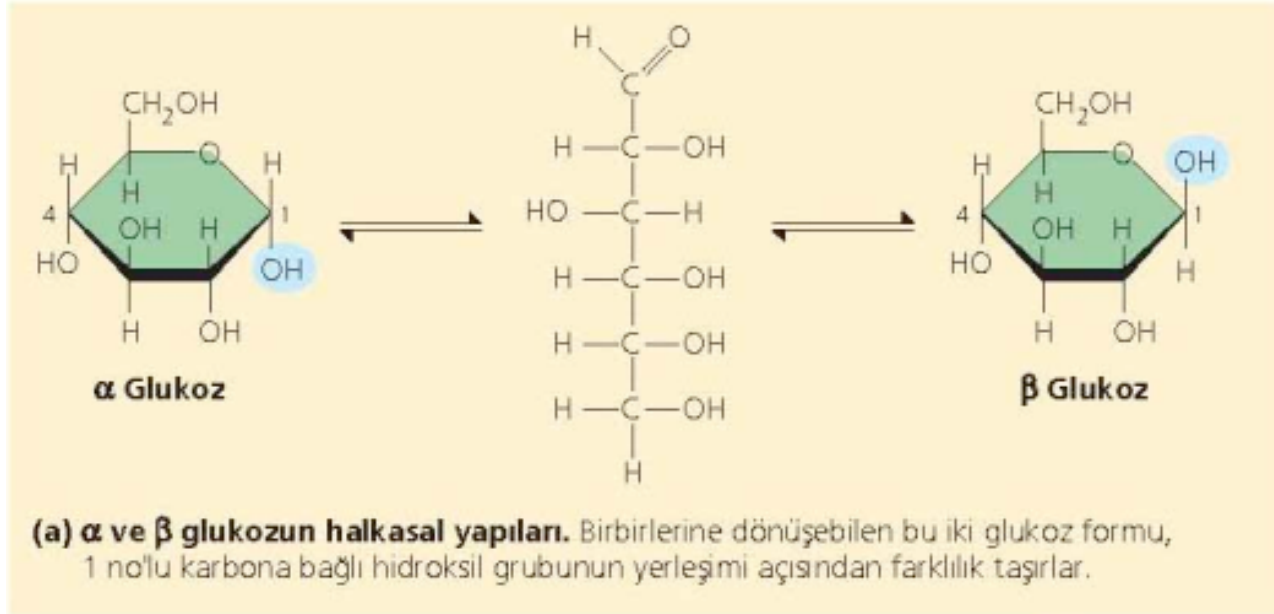
Glikojen

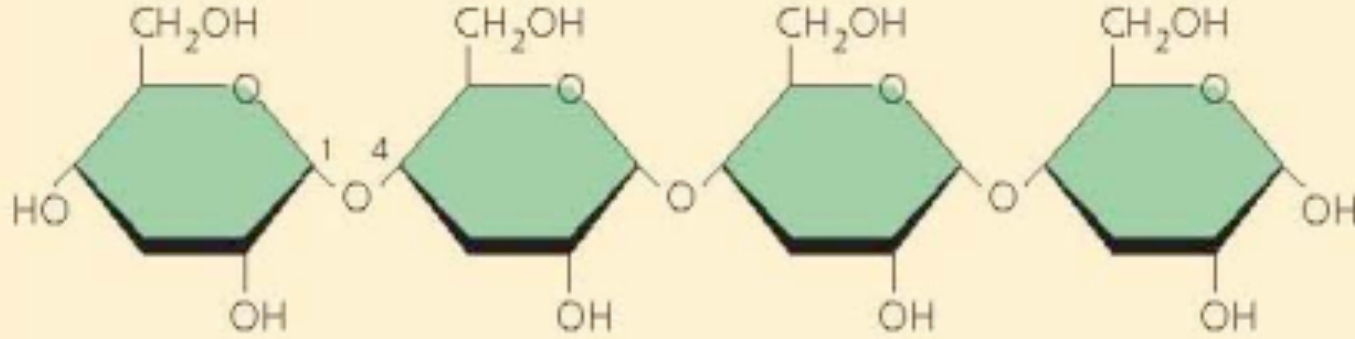


Selüloz

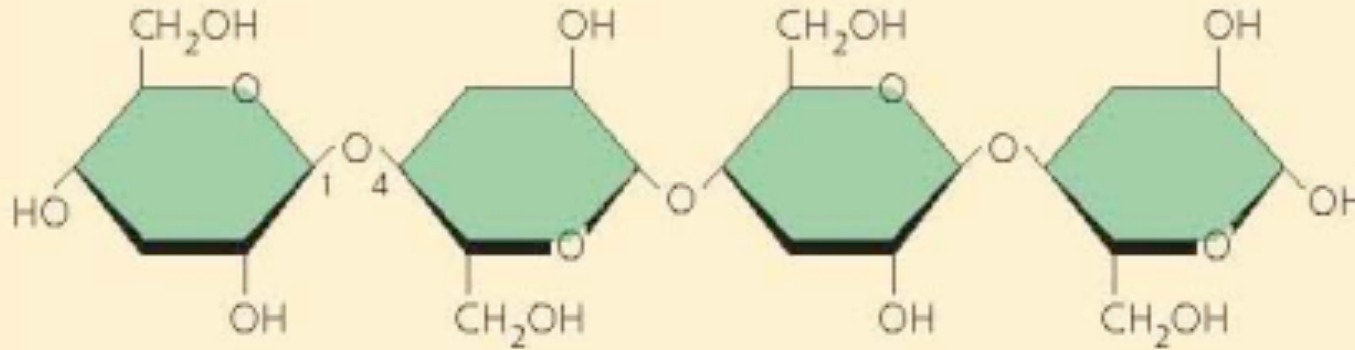
- Bitki hücrelerini çevreleyen sert duvarın bileşenidir.
- Yeryüzünde en bol bulunan bileşiktir.
- Glukozun farklı bir halkasal formundan oluşmuştur (b-glukoz).
- Bu özelliği ile nisaştadan ayrılır.

Selüloz





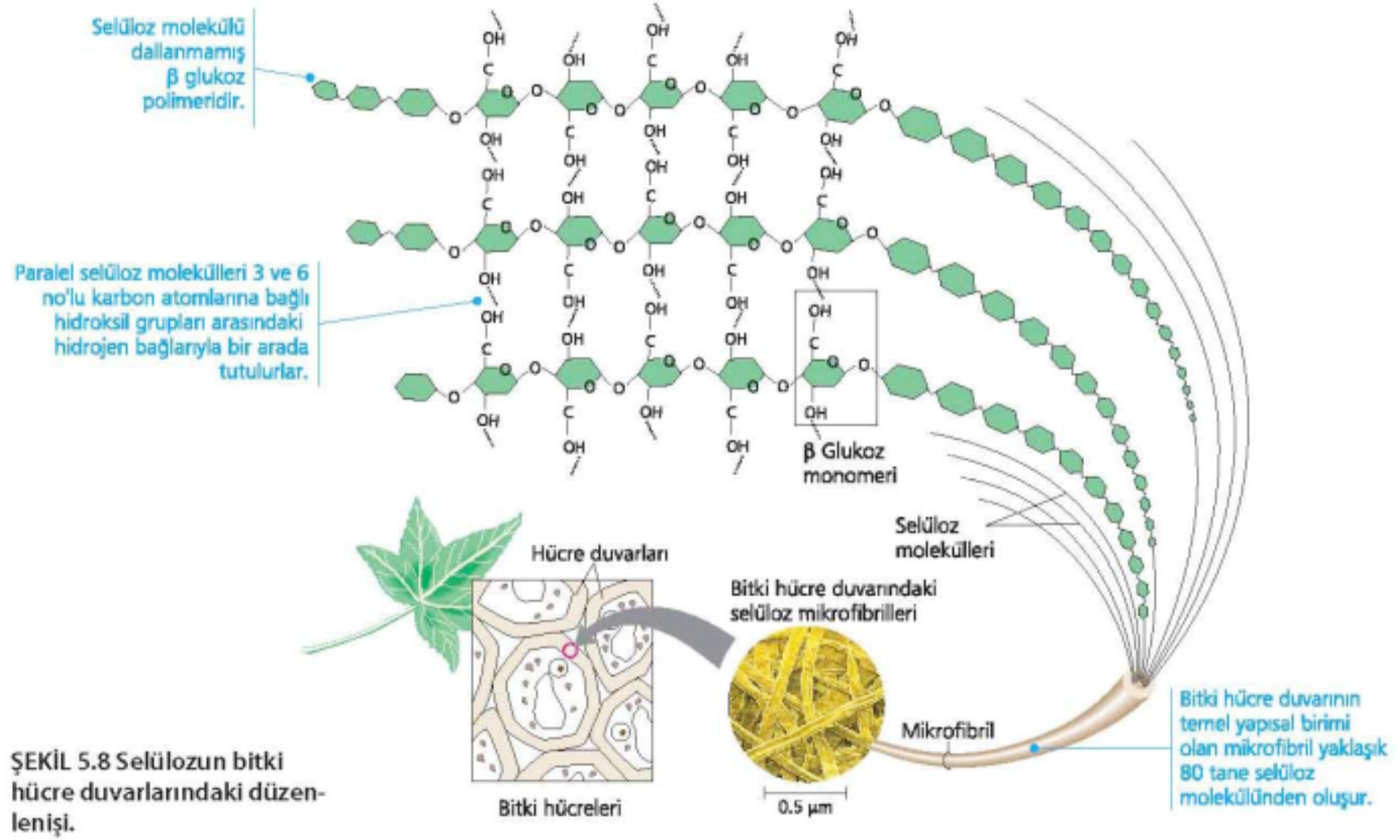
(b) Nişasta: α glukoz monomerlerinin 1-4 bağı.



(c) Selüloz: β glukoz monomerlerinin 1-4 bağı. Halkaları birleştiren bağların açısı, her iki glukoz monomerinden birisinin "baş aşağı" olmasına neden olur.

Selüloz

- Nişasta molekülü büyük oranda sarmal yapıda iken selüloz molekülü doğrusal bir yapıdadır.
- Birbirine paralel yerleşen zincirlerin OH grupları arasında hidrojen bağı oluşur.
- Bu paralel molekül demetlerine mikrofibril adı verilir.



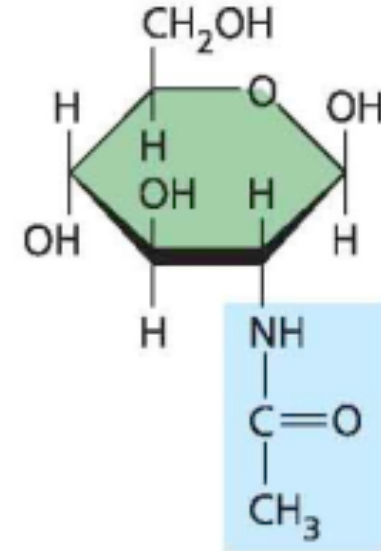
ŞEKİL 5.8 Selülozun bitki hücre duvarlarındaki düzenlenişi.

Selüloz

- Az sayıda organizma selülozu sindirebilen enzimlere sahiptir.
- Selüloz lifleri sindirim kanalını döşeyen hücreleri mukus salgılaması için uyarır.
- Dolayısı ile sağlıklı bir diyet için gereklidir.
- Sığırlar ve termitler, selülozu parçalayabilen bakteriler ile simbiyotik yaşadıkları için bu besinden faydalanabilirler.

Kitin

- Eklembacaklıların dış iskeletini oluşturur.
- Saf kitin deri gibi yumuşaktır.
- Kalsiyum karbonat tuzu ile sertleşir.
- Kitini oluşturan glukoz monomerlerinde azot içeren bir yan grup bulunur.

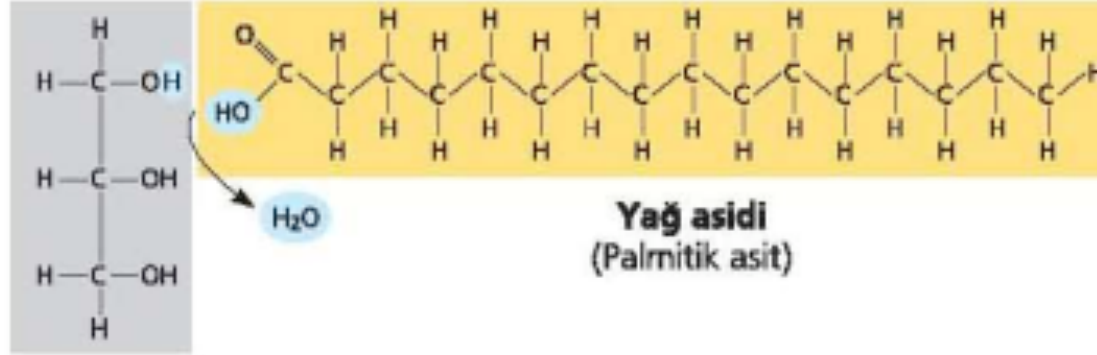


Lipidler

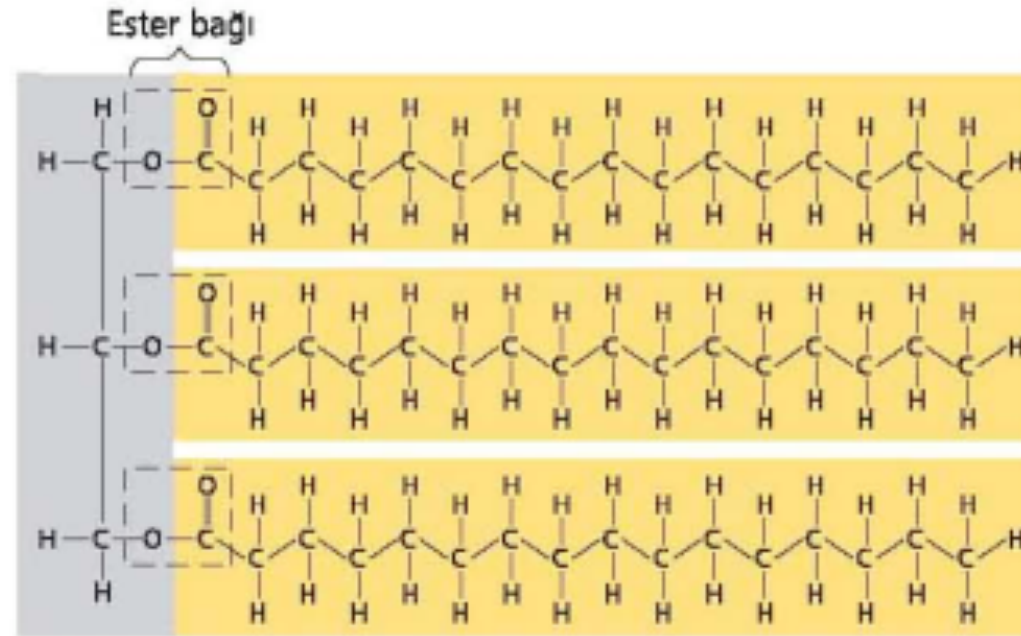
- Hidrofobik özellikte organik moleküllerdir.
- Çoğunlukla uzun hidrokarbon zincirleri içerirler.
- Burada yağlar, fosfolipitler ve steroidler üzerinde durulacaktır.

Yağlar

- Bir yağ iki tip küçük molekülün bir araya gelmesi ile oluşur (gliserol ve yağ asidi).
- Gliserol üç karbonlu bir alkoldür.
- Yağ asidinin ise bir ucunda karboksil grubu yer alır.
- Yağ asitlerinin uzun hidrokarbon zincirleri, bu bileşiklere hidrofobik özellik kazandırır.



(a) Dehidrasyon sentezi

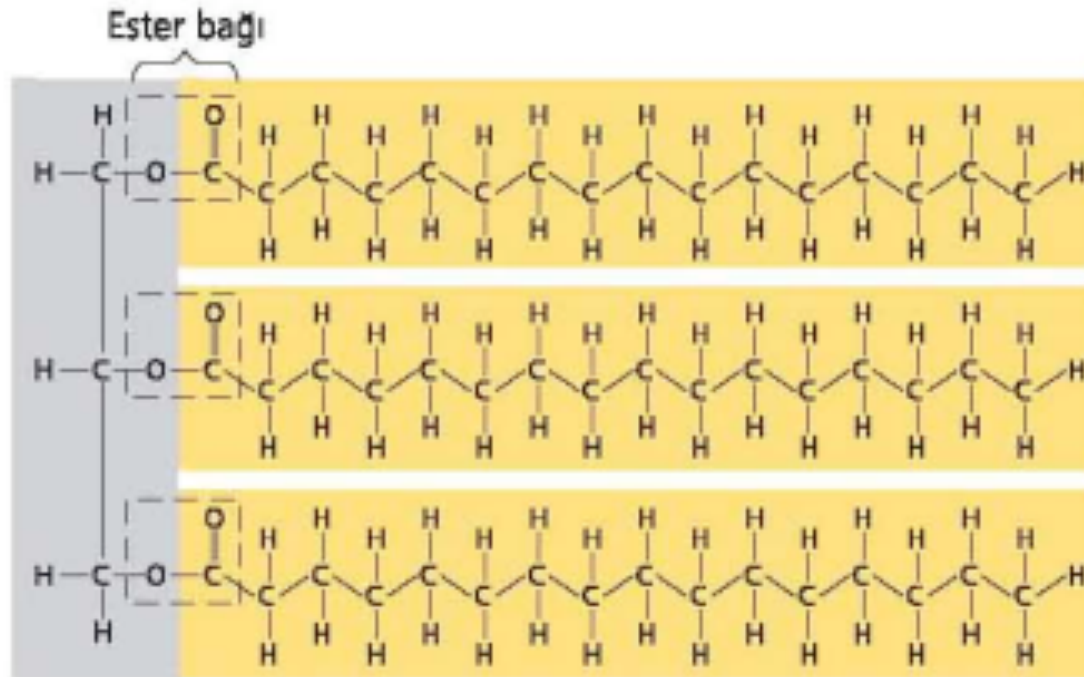


(b) Yağ molekülü (triaçilgliserol)

Yağların oluşumu

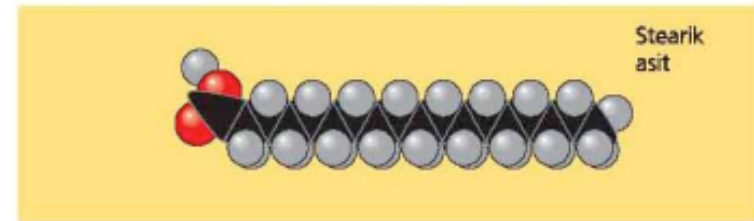
- Üç adet yağ asidinin her biri bir ester bağı ile gliserole bağlanır.
- Ortaya çıkan bileşiğe triaçil gliserol ya da trigliserit adı verilir.

Yağların oluşumu



Doymuş yağlar

- Yağ asidi hidrokarbon zincirlerini oluşturan karbon atomları arasında çift bağ yok ise bu moleküllere doymuş yağ adı verilir (H ile doymuş).



(a) **Doymuş yağ ve yağ asidi.** Oda sıcaklığındaki doymuş yağ molekülleri birbirlerine yakın konumda paketlenerek, katılaşır.

Doymamış yağlar

- Hidrokarbon zincirlerinde bir ya da daha fazla çift bağ bulunuyorsa bu tip yağlara da doymamış yağlar adı verilir.
- Çift bağın bulunduğu noktada yağ asidi kuyruğu dirsek şeklinde kıvrılır.
- Dirsek noktaları, oda sıcaklığında katılaşmayı önler.



(b) **Doymamış yağ ve yağ asidi.** Oda sıcaklığındaki doymamış yağ molekülleri, yağ asidi kuyruklarındaki bükülmeden otürü katılaşacak kadar yakın konumda paketlenemezler.

Doymuş yağlar ve sağlık sorunları

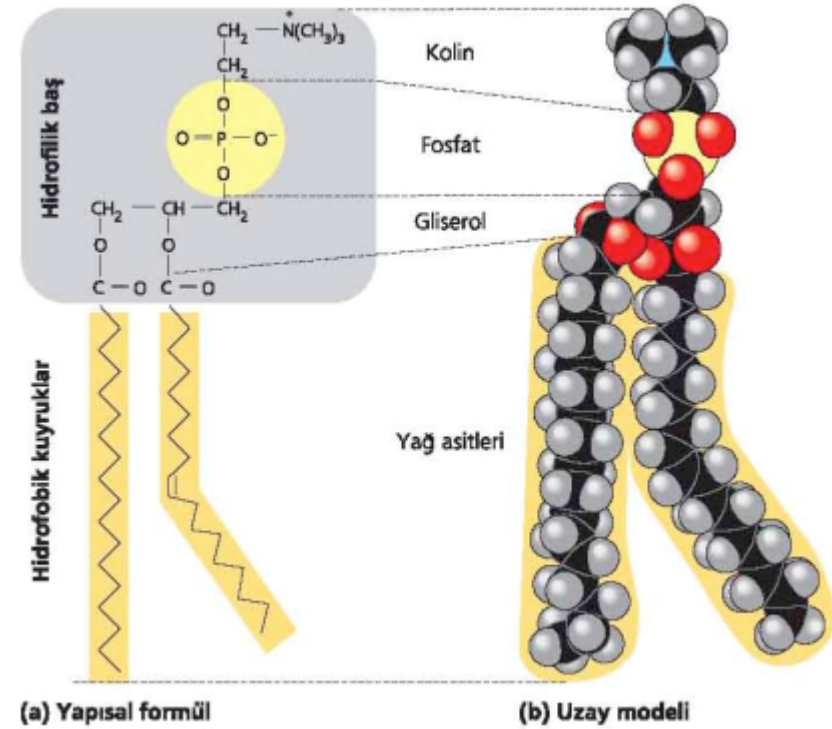
- Bu yağlar açısından zengin diyetler arterosklerozis adı verilen hastalığa neden olur.
- Kan damarlarının i çeperlerinde plak adı verilen yağ birikintileri oluşur.
- Bu plaklar kan akışını engeller ve damar esnekliğini azaltır.

Yağlar ve enerji

- Hidrokarbon zincirleri benzindeki benzer biçimde enerji verir.
- 1 g yağın depoladığı enerji, 1 g karbohidrattan daha fazladır.
- Dolayısı ile sıkıştırılmış enerji deposu olarak görev yaparlar.

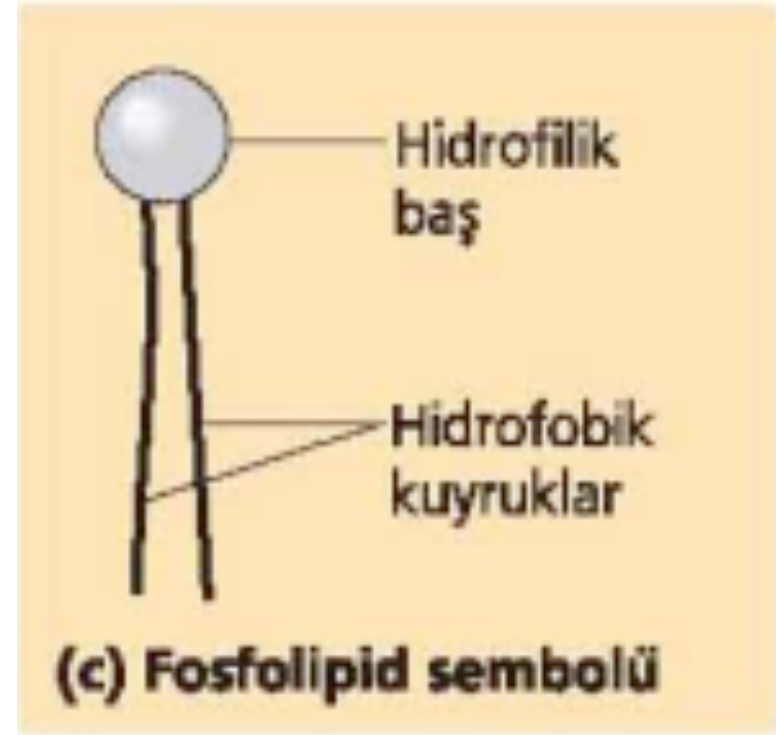
Fosfolipitler

- Bir molekül gliserol ile iki molekül yağ asidinin birleşmesinden oluşurlar.
- Gliserolün üçüncü karbon atomuna bir fosfat grubu bağlanmıştır.



Fosfolipitler

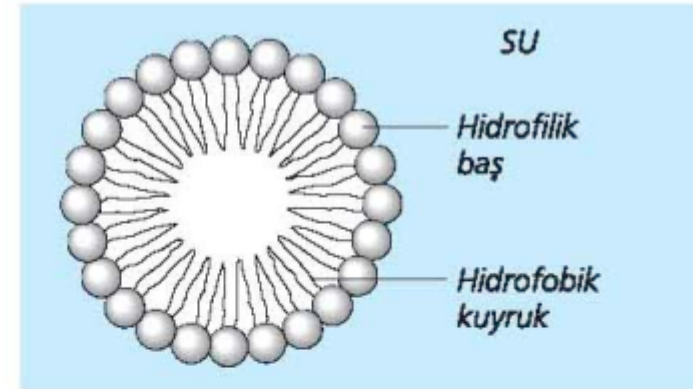
- Yağ asitleri hidrofobiktir.
- Ancak fosfat grubu hidrofildir.
- Bu nedenle fosfolipitlerin baş kısmı suda çözünebilirken kuyruk kısımları çözünmez.



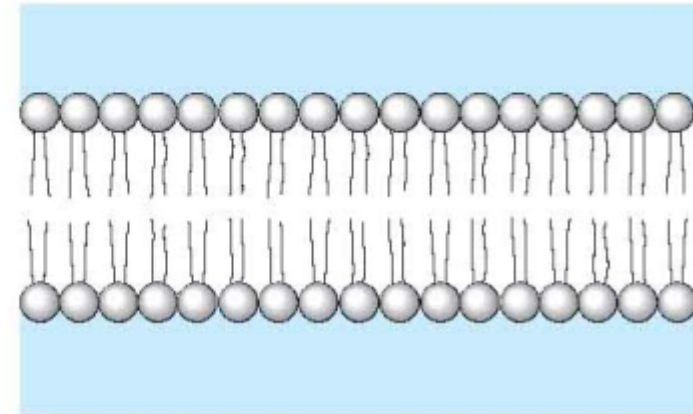
Fosfolipidler

- Su içine bırakıldıklarında misel oluştururlar.
- Hücre zarında ise çift tabakalı olarak sıralanırlar.

(a) Misel

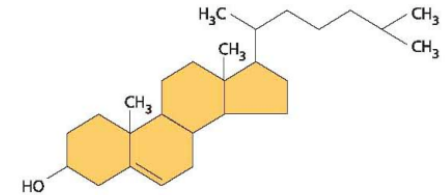


(b) ift tabakalı fosfolipid



Steroidler

- Birbiri ile kaynaşmış dört halka içeren moleküllerdir.
- Halkalara farklı fonksiyonel gruplar bağlanması ile farklı steroidler oluşur.
- Kolesterol hücre zarı bileşenidir ve diğer steroidlerin sentezine öncülük eder.
- Cinsiyet hormonları da dahil birçok hormon kolesterolden köken alır.



ŞEKİL 5.14 Bir steroid olan kolesterol. Cinsiyet hormonlarının da dahil olduğu diğer steroidler kolesterol molekülünden sentezlenirler. Steroidler birbirlerine bağlı dört halkaya (sarı renkli gösterilmiştir) eklenen fonksiyonel gruplar açısından birbirlerinden ayrılırlar.

Proteinler

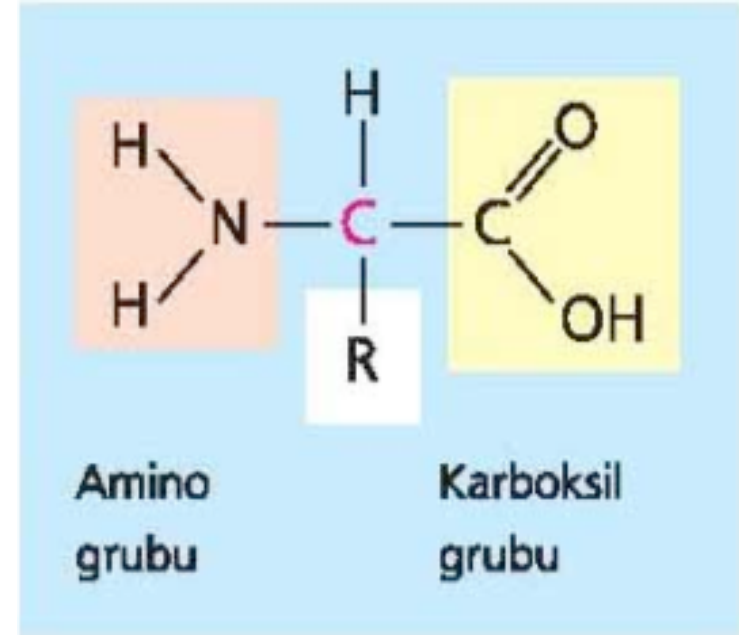
- Birçok hücrede kuru ağırlığın % 50'den fazlasını oluştururlar.
- Yapısal destek, depolama, diğer bileşiklerin taşınması, sinyal iletimi, hareket, savunma gibi birçok görevi yaparlar.
- Hücrelerdeki kimyasal tepkimeleri düzenlerler.

Proteinler

- Her tip protein kendine özgü üç-boyutlu yapıya sahiptir.
- 20 çeşit aminoasitten oluşurlar.
- Aminoasit polimerleri polipeptit adını alır.

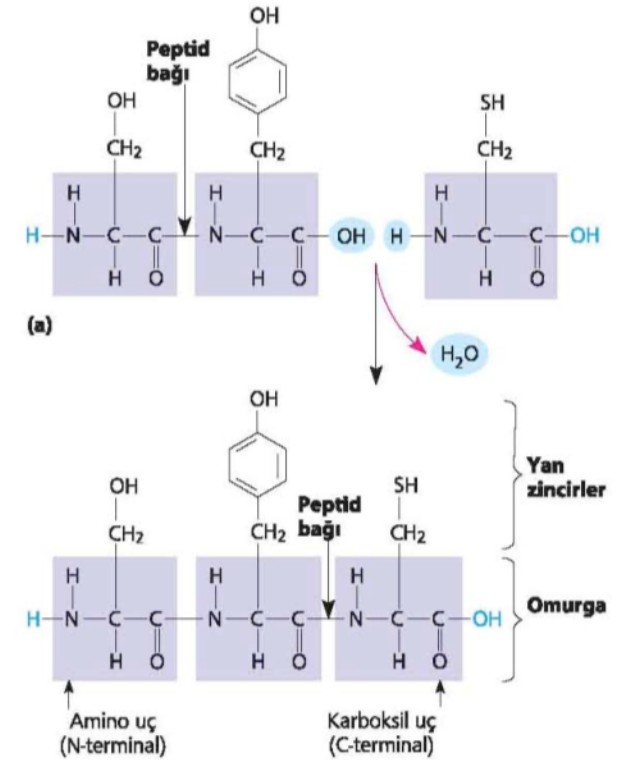
Aminoasitler

- Hem amino hem de karboksil grubu taşırlar.
- Aminoasitin merkezinde bir asimetrik karbon atomu bulunur.
- Bu atoma bağlı amino, karboksil, H ve R (değişken) gruplar vardır.
- R grubu aminoasit çeşidine göre değişkenlik gösterir.
- Bu grubun elektrik yüküne göre aminoasitler polar veya non-polar özellikler gösterir.



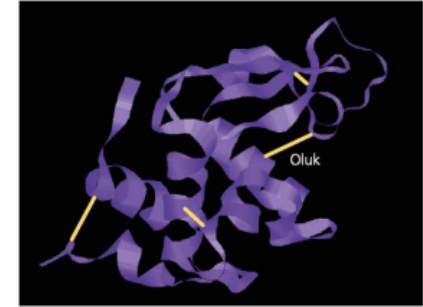
Aminoasitlerin bağlanması

- Bir aminoasitin karboksil grubu ile diğerinin amino grubu, dehidrasyon tepkimesi ile birbirine bağlanır.
- Ortaya çıkan kovalent bağa peptit bağı denir.

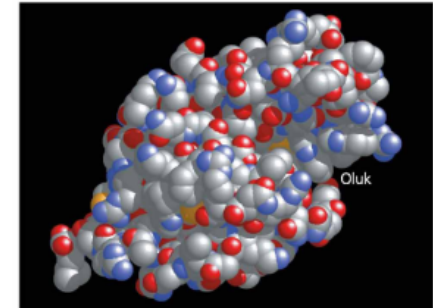


Proteinlerin üç boyutlu yapısı

- Protein sadece polipeptit zinciri olmayıp, çok özel şekilde bükülüp kıvrılarak biçim kazanmış bir ya da birkaç polipeptitten oluşur.
- Üç boyutlu yapı aminoasit dizisi tarafından belirlenir.
- Proteinler globüler ya da ipliksi şekilde olabilirler.



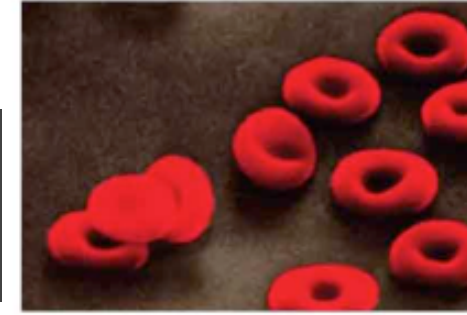
(a) **Kurdele modeli** tek bir polipeptid zincirinin işlevsel bir protein oluşturmak üzere nasıl katlanıp



(b) **Uzay modeli**, birçok proteinde olduğu gibi lizozim enziminde de görülen, küresel biçimi açıkça göstermektedir.

Birincil yapı

- Birincil yapıdaki küçük bir değişiklik proteinin yapı ve işlevini etkiler.
- Birincil yapıda belirli bir pozisyonda yer alan bir aminoasidin başkası ile yer değiştirmesi, orak-hücre hastalığına neden olur.



Val	His	Leu	Thr	Pro	Glu	Glu	...
1	2	3	4	5	6	7	

(a) Normal kırmızı kan hücreleri ve normal hemoglobinin birincil yapısı. İnsanlardaki normal kırmızı kan hücreleri bu fotoğrafta görüldüğü gibi, disk şeklindedir (orta kısımları çukurdur). Normal hemoglobinin polipeptidlerinden birisinin ilk yedi amino asidi fotoğrafın altında gösterilmiştir. Bu polipeptid toplam olarak 146 amino asit içerir.

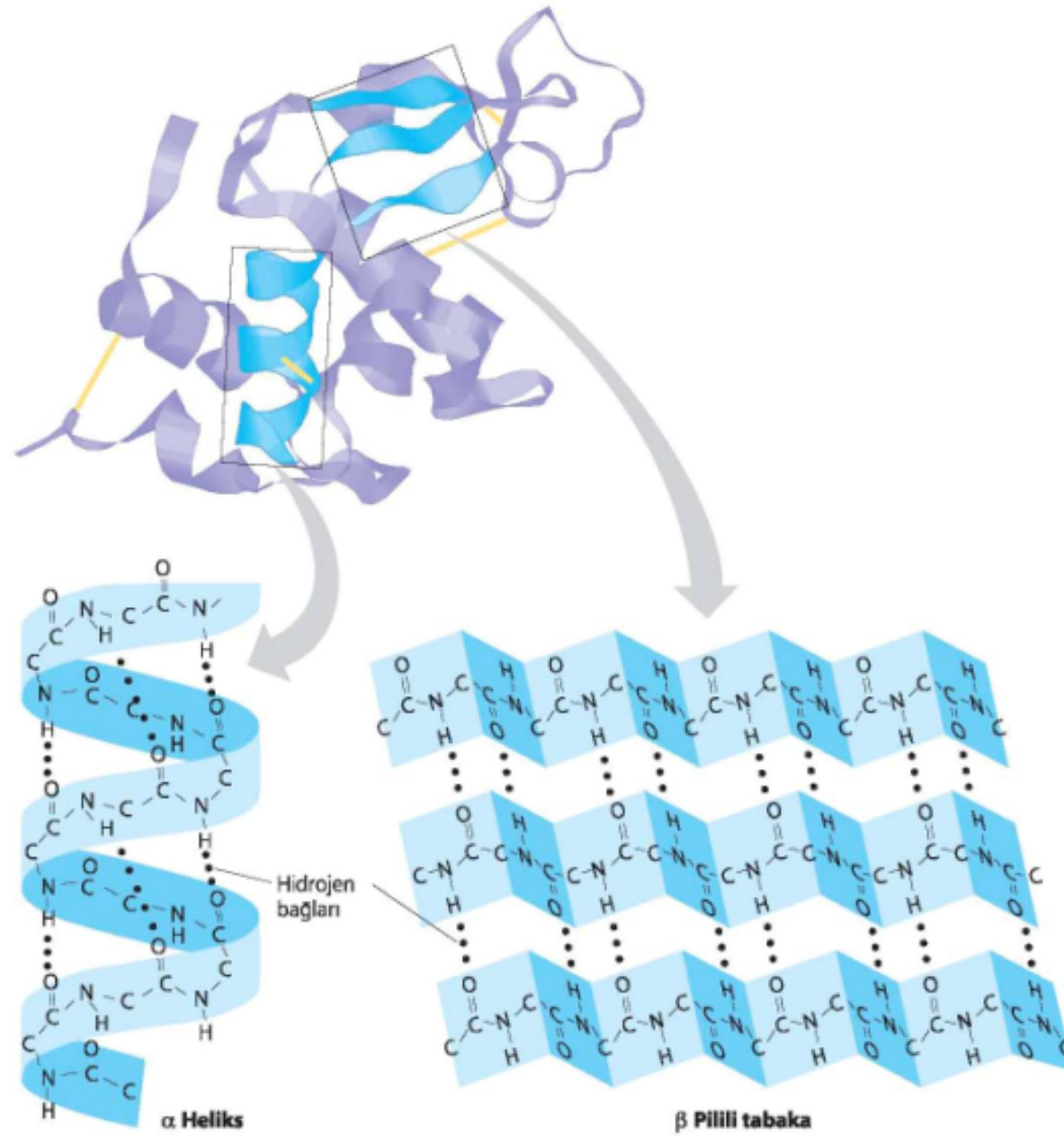


Val	His	Leu	Thr	Pro	Val	Glu	...
1	2	3	4	5	6	7	

(b) Orak şeklini almış kırmızı kan hücreleri ve orak-hücre hemoglobinin birincil yapısı. Hemoglobinin birincil yapısındaki küçük bir değişiklik—6 no'lu amino asitteki kalıtsal bir değişiklik—orak-hücre hastalığına neden olur.

İkincil yapı

- Polipeptit zincirinin katlanma ve kıvrılma meydana getirmesidir.
- Düzenli aralıklarla kurulan hidrojen bağları ile ortaya çıkar.
- α -heliks ve β -pilili tabaka şeklinde oluşabilir.



İkincil yapı

- Keratin gibi fibröz proteinler α -heliks yapısındadır.
- İpek ve örümcek ağı gibi proteinler ise β -pilili tabaka yapısı gösterirler.

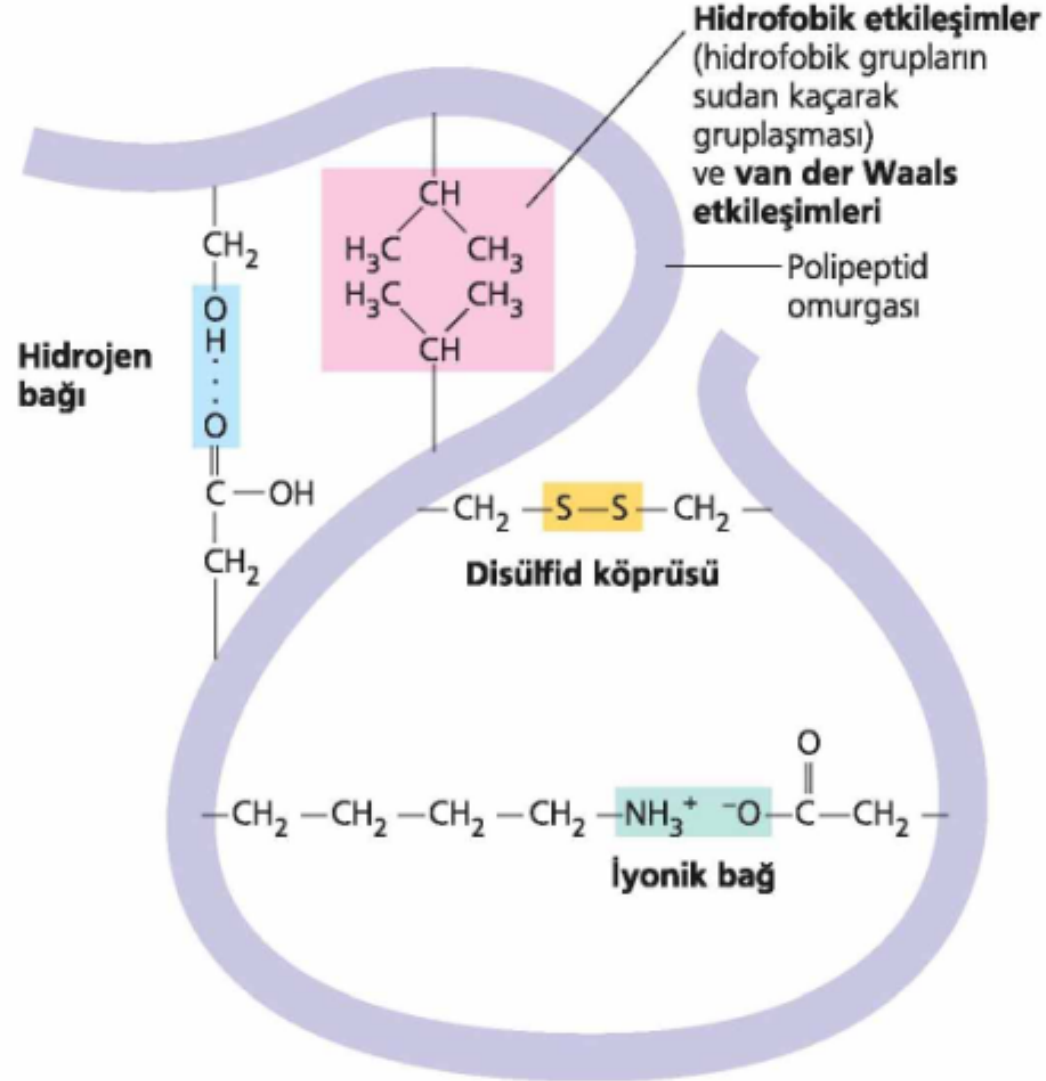
İkincil yapı



ŞEKİL 5.21 Örümcek ipeği: yapısal bir protein. İpek proteininin güçlü ve esnek yapısı onun ikincil yapısının bir sonucudur: Bu yapı çok sayıda β pilili tabaka içerir. Bir sinek ağa takıldığında, ipek lifleri önce çözülüp, uzayarak şoku absorbe eder, daha sonra avı yakalayıp tekrar sarılır.

Üçüncü yapı

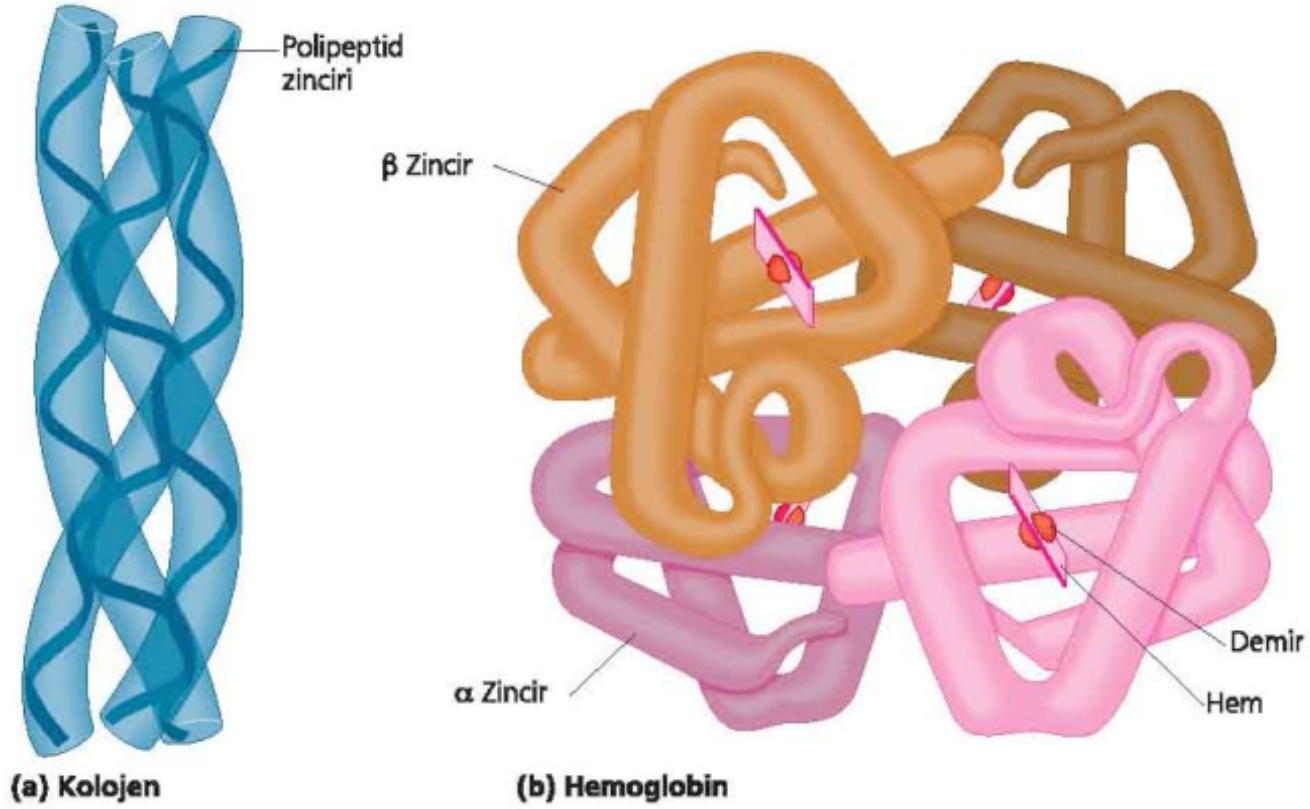
- İkincil yapı motiflerinin üstündeki yapısal düzeydir.
- R grupları arasındaki etkileşimler sonucu oluşur.
- Bu yapı oluşurken genellikle hidrofobik aminoasitler proteinin iç kısmında yer alır.

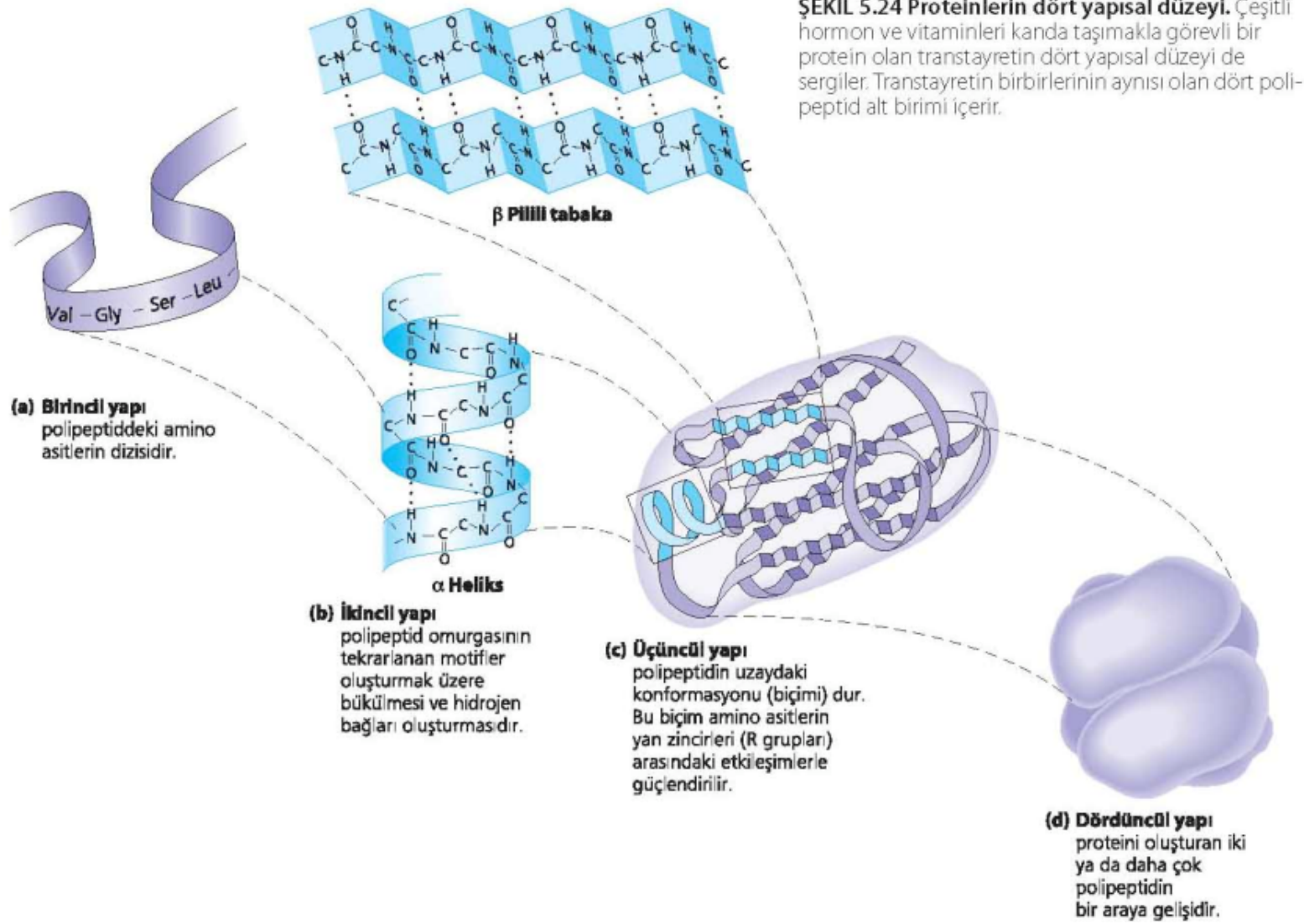


Dördüncü yapı

- İki ya da daha fazla polipeptit zinciri içerirler.
- Kollajen, üç adet α -heliks yapısının üst üste sarılması ile oluşur.
- Hemoglobin ise dört ayrı polipeptit zincirinin bir araya gelmesi ile oluşur.

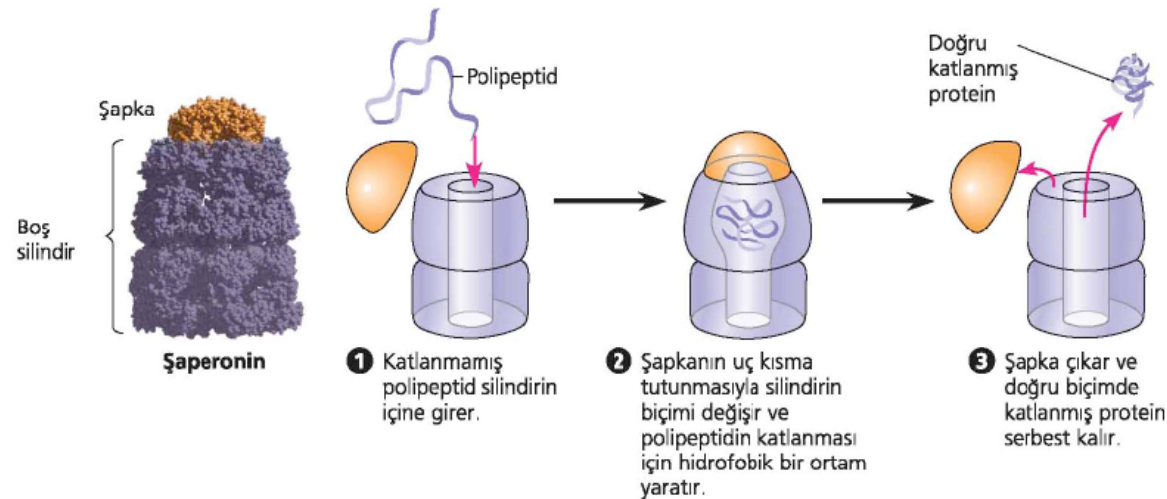
Dördüncül yapı





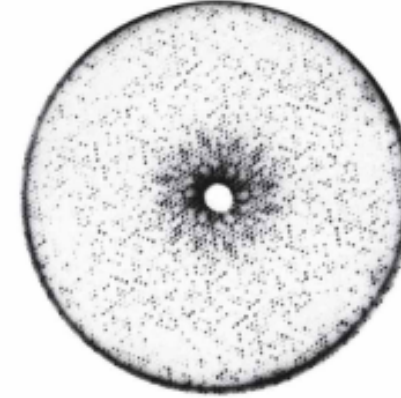
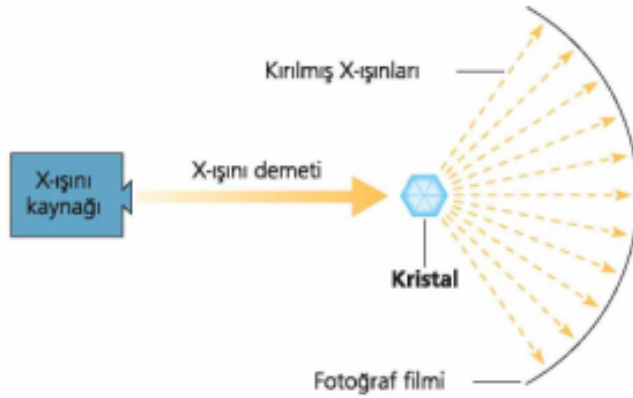
Şaperonlar

- Proteinlerin doğru biçimde katlanmasına yardımcı olan proteinlerdir.
- Bu proteinler, polipeptidin kazanacağı doğru yapıyı belirlemez.
- Katlanma sırasında proteini sitoplazmik etkilerden korur.



X ışını kristalografisi

- Proteinin üç boyutlu yapısını saptamada kullanılan bir yöntemdir.
- Bir X ışını demetinin protein kristalindeki atomlar tarafından dağıtılması temeline dayanır.

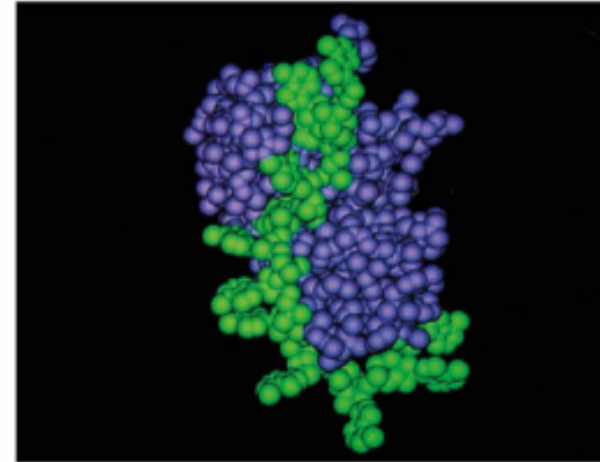


- 1 **X-ışını kristalografisi.** X-ışını demeti bir aygıt tarafından protein kristalinin içine yönlendirilir. Kristal içinde düzenli olarak yerleşmiş olan atomlar X-ışınlarını belirli bir düzende dağıtırlar.



- 3 **Elektron yoğunluk haritası.** Bu dağılım şemasını bilgisayarda birbirini izleyen enine kesitler halinde değerlendirilerek, proteinin elektron yoğunluk haritaları oluşturulur. Elektron yoğunluk haritalarından elde edilen bilgi ile proteinin birincil yapı bilgileri birleştirilerek, her atomun üç-boyutlu (x, y, z) koordinatları çizilir.

- 2 **Bir protein kristalinin X-ışını dağılım şeması.** Dağıtılan X-ışınları fotoğraf filmi üzerinde, noktalardan oluşan bir şema ortaya çıkarılır.



- 4 **Kısa bir nükleik asit zincirine (yeşil) bağlı haldeki ribonükleaz enziminin (pembe) bilgisayarda çizilmiş modeli.** En son olarak grafik programları aracılığı ile moleküldeki her atomun pozisyonunu gösteren bir resim oluşturulur. Bilim adamları molekülün değişik açılardaki görüntüsünü gösterebilen bilgisayar programlarını kullanırlar.

Nükleik asitler

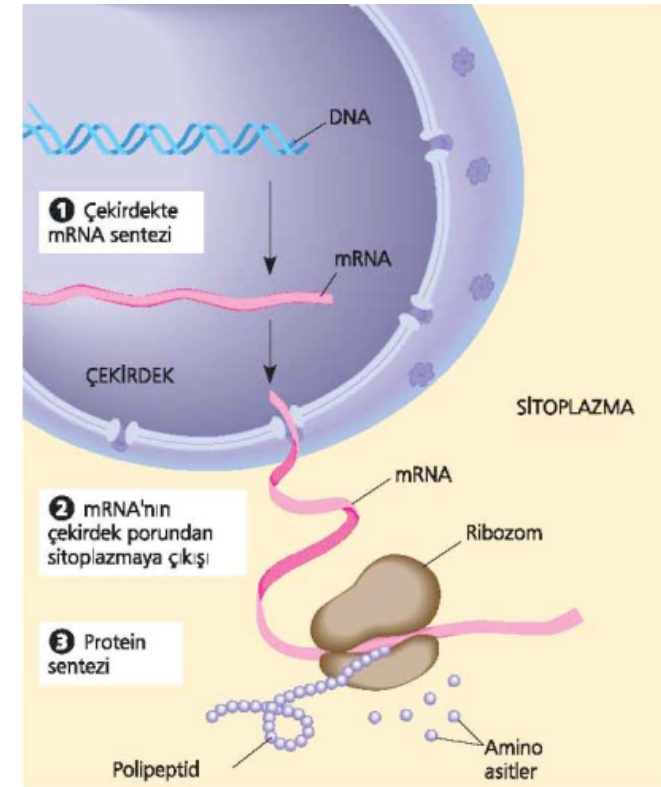
- Bir polipeptitin aminoasit dizisi, gen olarak bilinen kalıtsal birim tarafından sentezlenir.
- Genler nükleik asit adı verilen monomerlerden oluşur.
- İki tip nükleik asit vardır (DNA ve RNA).

DNA

- DNA molekölü çok uzun olup, yüzlerce ya da binlerce gen içerir.
- DNA molekülleri kopyalanarak bir kuşaktan diğerine aktarılır.

RNA

- DNA molekülündeki özel bir gen sayesinde mRNA sentezlenir.
- mRNA protein sentez bilgisini çekirdekten sitoplazmaya taşır.
- Genetik bilgi akışı DNA → RNA → protein şeklindedir.

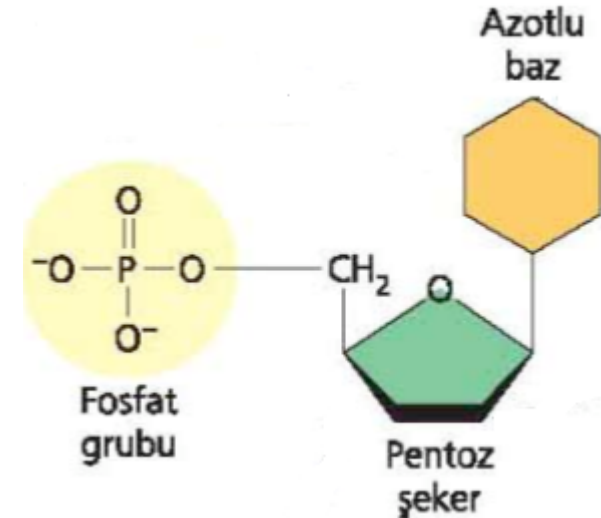


RNA

- tRNA sitoplazmik aminoasitleri ribozomlara getirmekle görevlidir.
- rRNA ise ribozomlardaki protein sentez komplekslerinde görev alır.

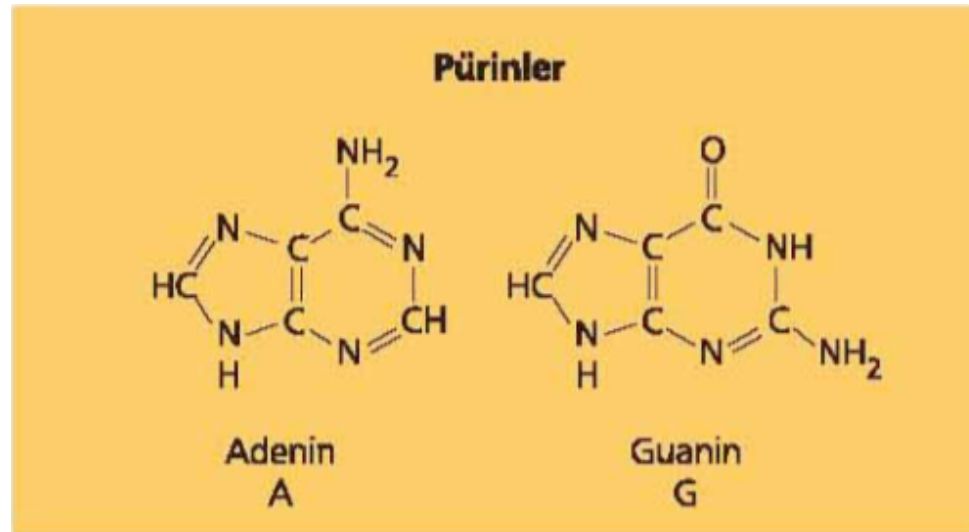
Nükleik asit polimerleri

- Nükleik asitler, nükleotid adı verilen monomerlerden oluşur.
- Her nükleotid üç kısımdan meydana gelir;
 - Azotlu organik baz
 - Pentoz (beş karbonlu şeker)
 - Fosfat grubu



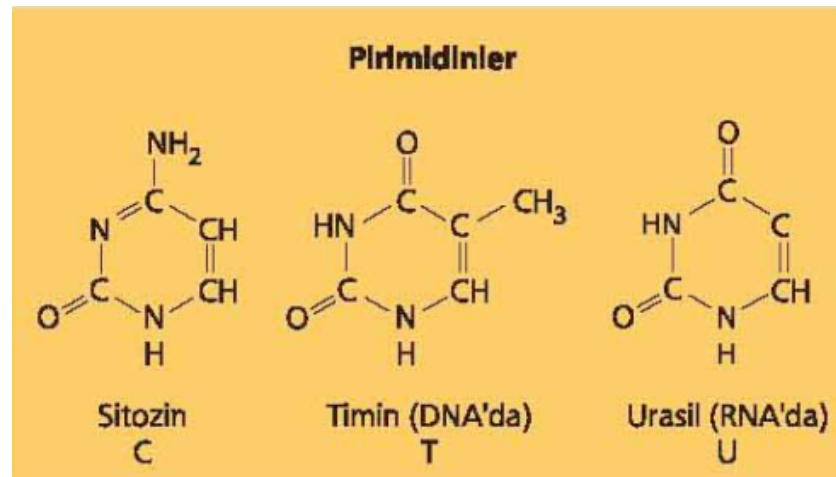
Pürinler

- Altı üyeli bir halka ile beş üyeli bir halkanın kaynaşması ile oluşurlar.
- Adenin ve guanin pürinler sınıfına dahil nükleotidlerdir.



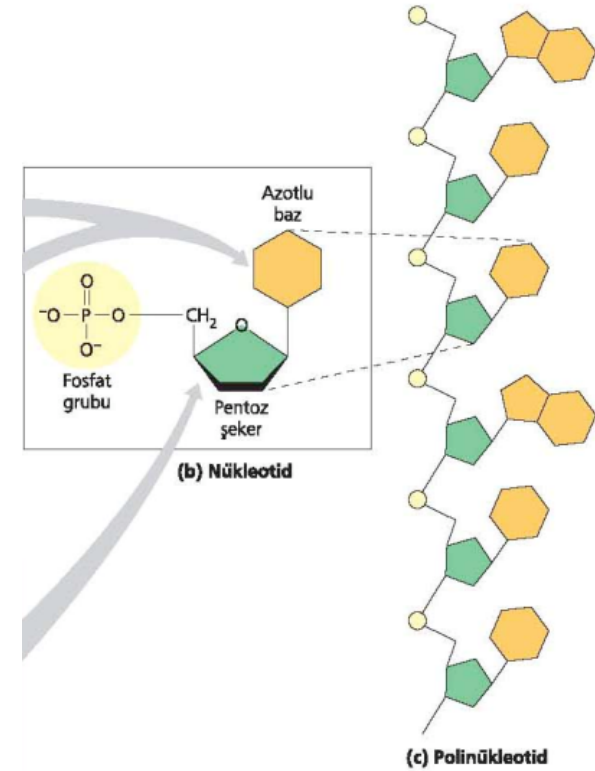
Pirimidinler

- Karbon ve azot atomlarından oluşan altı üyeli bir halka içerirler.
- Sitozin, timin ve urasil bu sınıfa dahil nükleotidlerdir.
- Urasil yalnızca RNA'da yer alır.



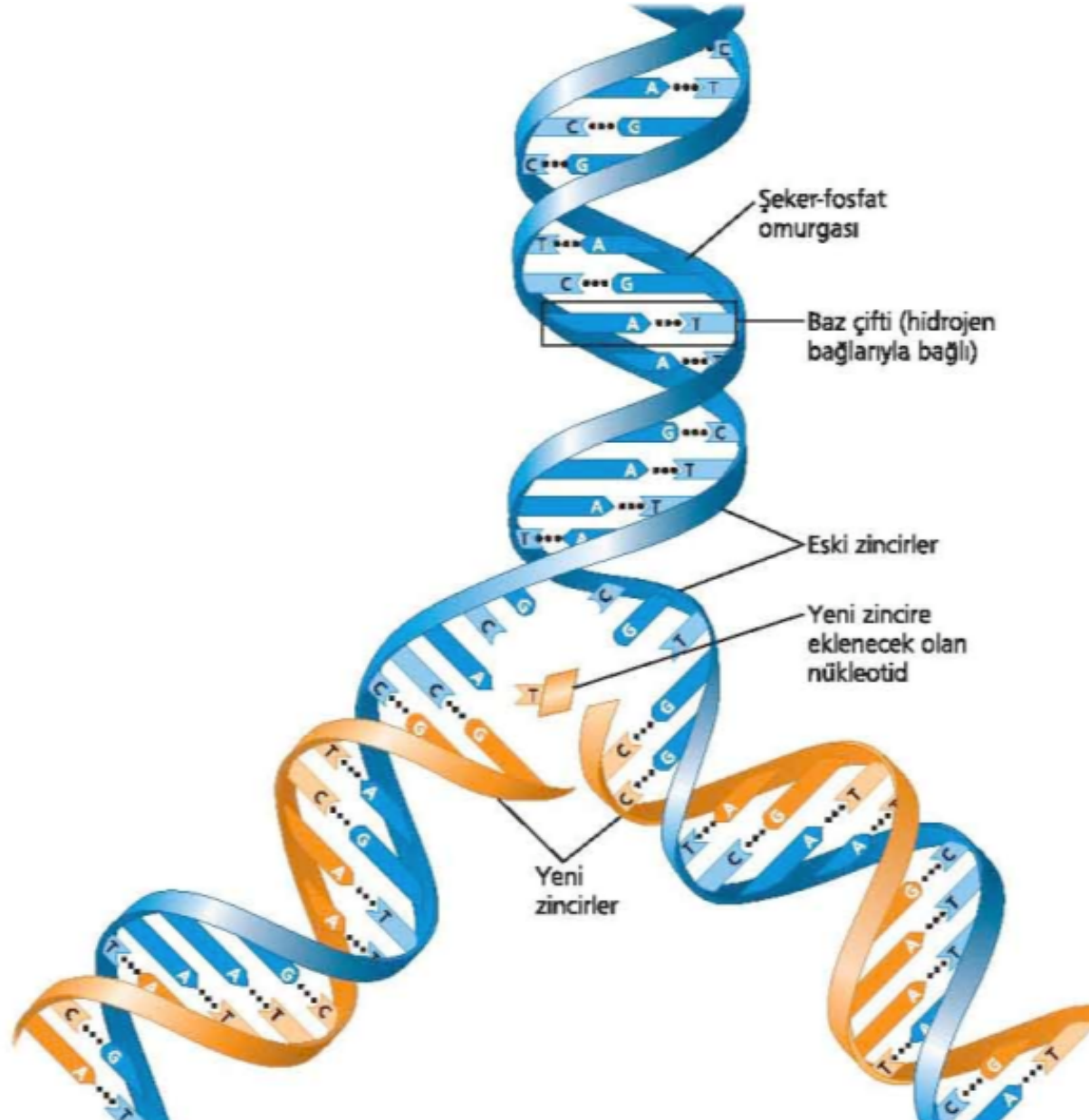
Polinükleotidin yapısı

- Bir nükleotitin fosfat grubu ile bir sonrakinin şekeri arasında fosfodiester bağı meydana gelir.
- Tekrarlanan şeker-fosfat bağları, omurgayı oluşturur.
- Azotlu bazlar, şeker-fosfat omurgasına bağlanırlar.



İkili sarmal

- DNA molekülleri ikili sarmal oluşturacak şekilde bir eksen etrafında sarılmış iki polinükleotid zincirinden oluşur.
- Bazlar, hidrojen bağları ile bir arada tutulur.
- Zincirler daima birbirinin tamamlayıcısıdır.



DNA ve proteinler ile evrim hızının ölçülmesi

- DNA ve proteinleri organizmanın kalıtsal geçmişini belgeler.
- Yakın akraba bireylerin DNA'ları, uzak akraba olanlara göre daha fazla benzerlik gösterir.

Tablo 5.2 Evrimsel Akrabalıkların Kanıtı Olan Polipeptid Dizisi

Türler	İnsan Hemoglobini ile Karşılaştırıldığında, Hemoglobinin β Zincirindeki Farklı Amino Asitlerin Sayısı (toplam zincir uzunluğu = 146 amino asit)
İnsan	0
Goril	1
Gibbon	2
Rhesus maymunu	8
Fare	27
Kurbağa	67