



# Temel Biyokimya-1 Karbonhidratlar

Prof. Dr. Arif ALTINTAŞ

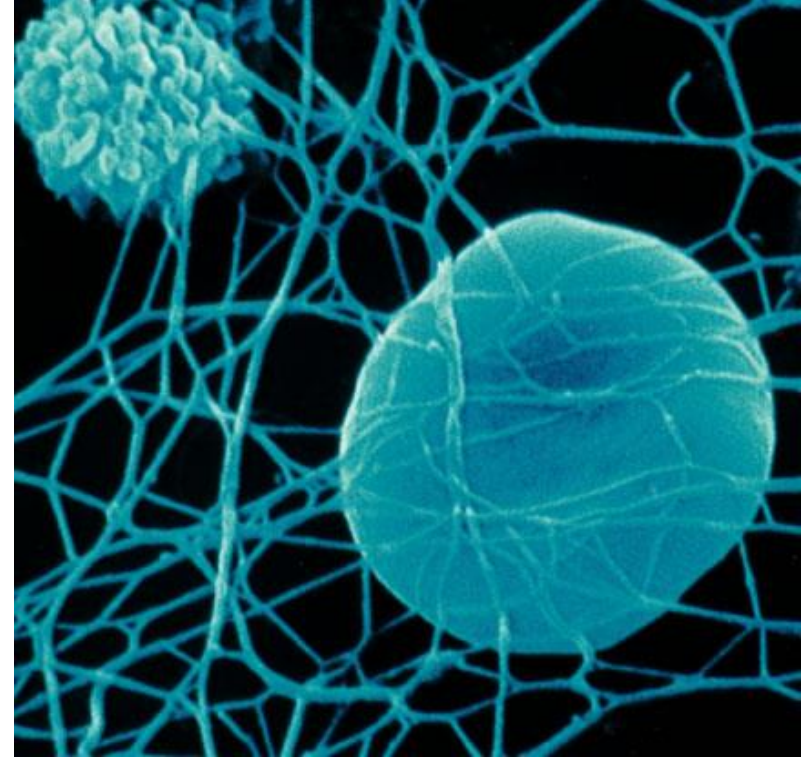
Ankara Üniv. Veteriner Fakültesi

Biyokimya AD-06110-Ankara

# I. MAKROMOLEKÜLLER-YAPI VE FONKSİYONLAR

---

- Hücreler büyük molekülü organik moleküllerden oluşur.
- Bu büyük moleküller (**makromoleküller**) binlerce atomdan oluşabilir ve ağırlıkları  $>100,000$  dalton.
- **Makromoleküllerin 4 büyük grubu**: karbonhidratlar, lipidler, proteinler ve nükleik asitler.



# 1. Makromoleküllerin çoğu polimerdir

---

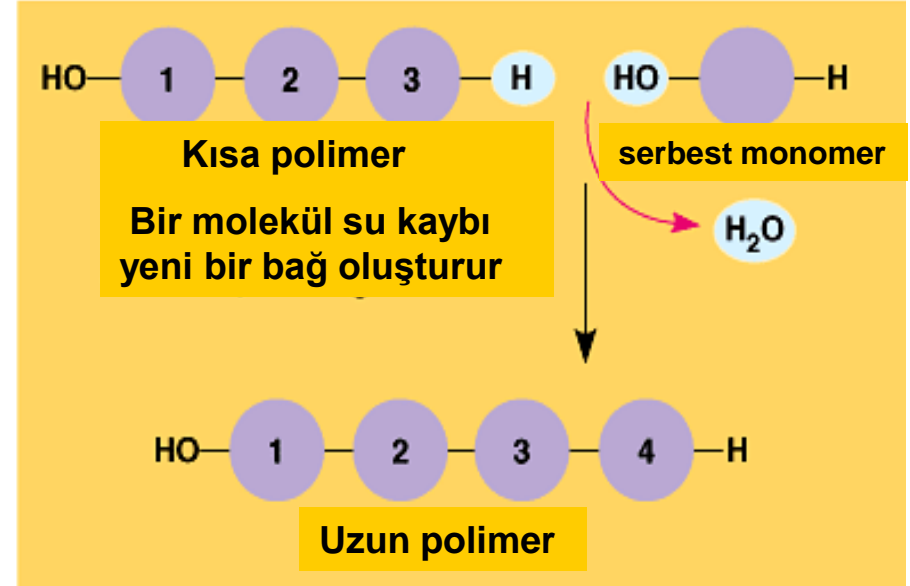
- Dört büyük makromolekülden üçü **polimer** denen benzer zincir molekülleridir
  - Polimerler birbirine kovalan bağlarla bağlı birbirinin benzeri ya da aynısı olan büyük bloklardan oluşur.
- Tekrarlama birimleri **monomerler** denen küçük moleküllerdir
  - Bazı monomerler kendi fonksiyonlarından başka fonksiyonlara sahiptir.

# Dört tip makromolekül

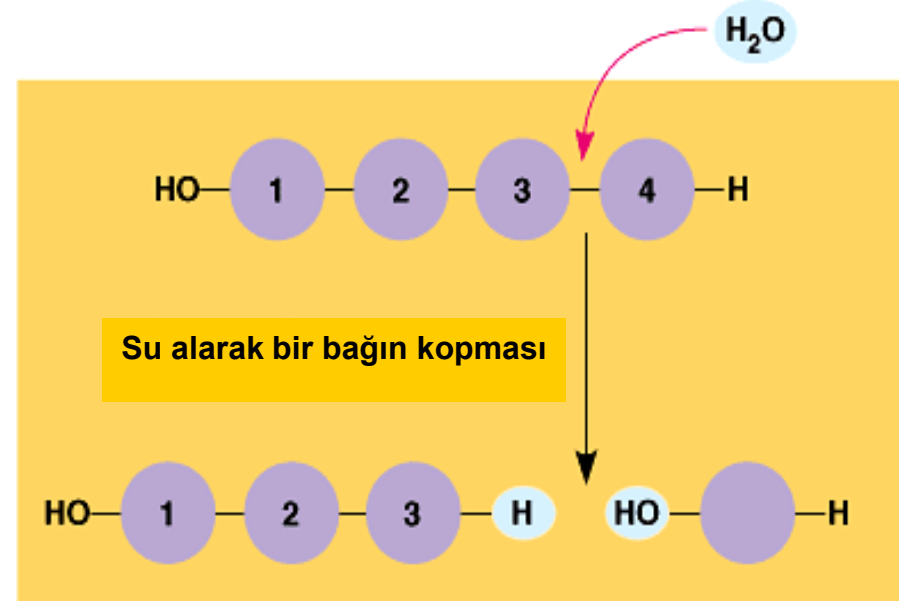
Sınıf	Monomer(ler)	Polimer(ler)
Karbonhidratlar	monosakkaridler	polisakkaridler
Proteinler	amino asitler	polipeptidler
Lipidler	yağ asitleri ve gliserol	yağlar, fosfolipidler, steroidler
Nükleik asitler	nükleotidler	polinükleotidler

- Hücrelerin polimerleri yapması ve yıkması ile ilgili kimyasal mekanizmalar tüm makromoleküller için aynıdır.
- Monomerler **kondenzasyon** denen bir **dehidrasyon sentez reaksiyonu** ile kovalan bağlarla birbirlerine bağlanırlar

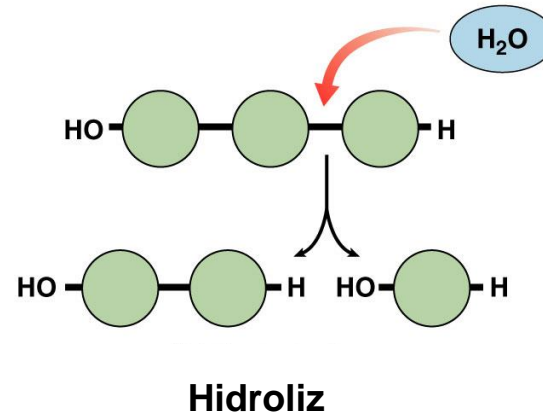
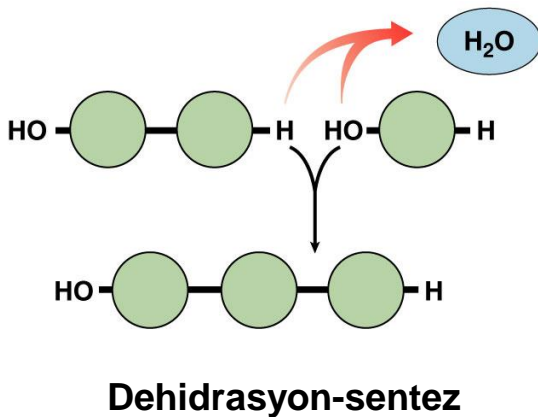
- Bir monomerin hidroksil grubu bir diğerinin hidrojeni ile su oluşturur ve polimer uzar
- Bu olaylar enerji gerektirir ve enzimlerle gerçekleşir.



- Bir polimerdeki monomerleri bağlayan kovalan bağlar **hidroliz** ile koparılır.



- Hidrolizde; kovalan bağ bir molekül su alarak ayrılır.
- Polimer kondenzasyon reaksiyonunun tersidir



- Hidroliz sindirim sırasında yoğun olup spesifik enzimleri gerektirir

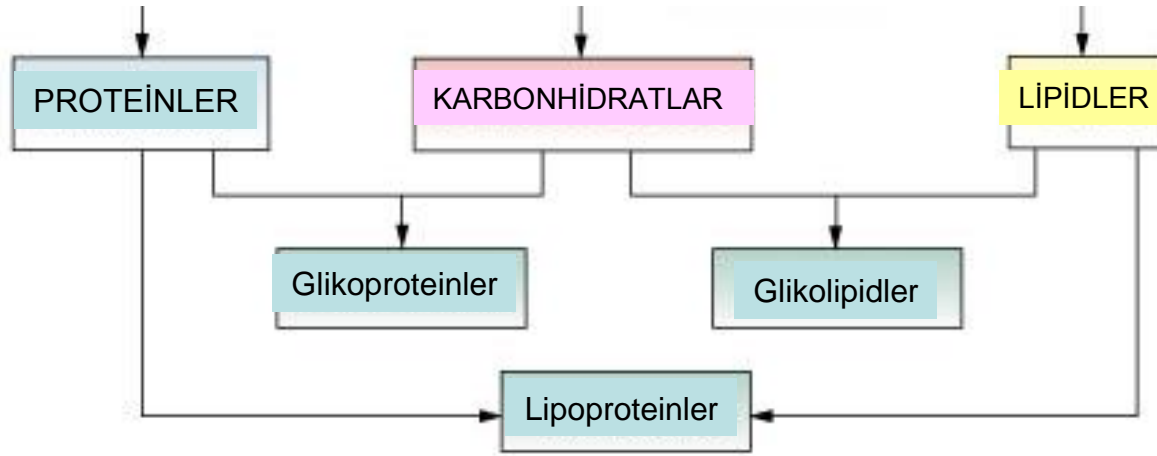
## 2. Polimerlerin değişkenliği küçük monomerlerin çeşitliliğinden kaynaklanır

---

- Her hücre binlerce farklı makromolekülden oluşur.
- Bu farklılık **40-50 kadar ortak monomerin** değişik kombinasyonundan kaynaklanır.
  - Bu monomerler 26 harfli bir alfabede olduğu gibi değişik kombinasyonlar sayesinde dünyanın değişikliğini sağlarlar.
  - Biyolojik moleküller çok değişkenlik sergilerler.

# Makromoleküllerin ortaklığı

- Lipoproteinler (kanın taşınan molekülleri)
- Glikoproteinler (membran yapısı)
- Glikolipidler (membran reseptörler)





# II. KARBONHİDRATLAR

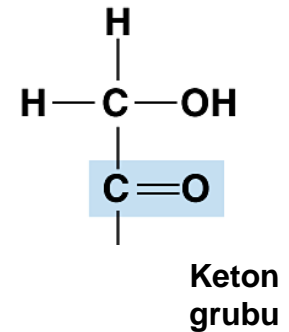
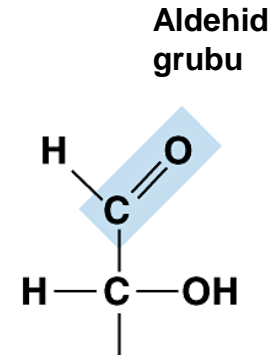
---

- Makromoleküllerin en yoğun olanıdır
- Polihidroksi-alkollerin veya onların hidroliz ürünlerinin aldehit veya keton türevleridir
- karbon, hidrojen ve oksijen içerir: 1:2:1 (CH<sub>2</sub>O)<sub>n</sub>
- Suda kolayca çözünür
- Hücreler onları;
  - Yapısal materyaller
  - Taşınabilir enerji
  - Enerjinin depolanabilir şekli olarak kullanırlar
- **Karbonhidratlar** şekerleri ve polimerleri kapsar.
- Basit karbonhidratlar **monosakkaridler** ya da basit şekerlerdir.
- **Disakkaridler** bir kondenzasyon reaksiyonuyla iki monosakkaridden oluşurlar.
- **Polisakkaridler** monosakkaridlerin polimerleridir.

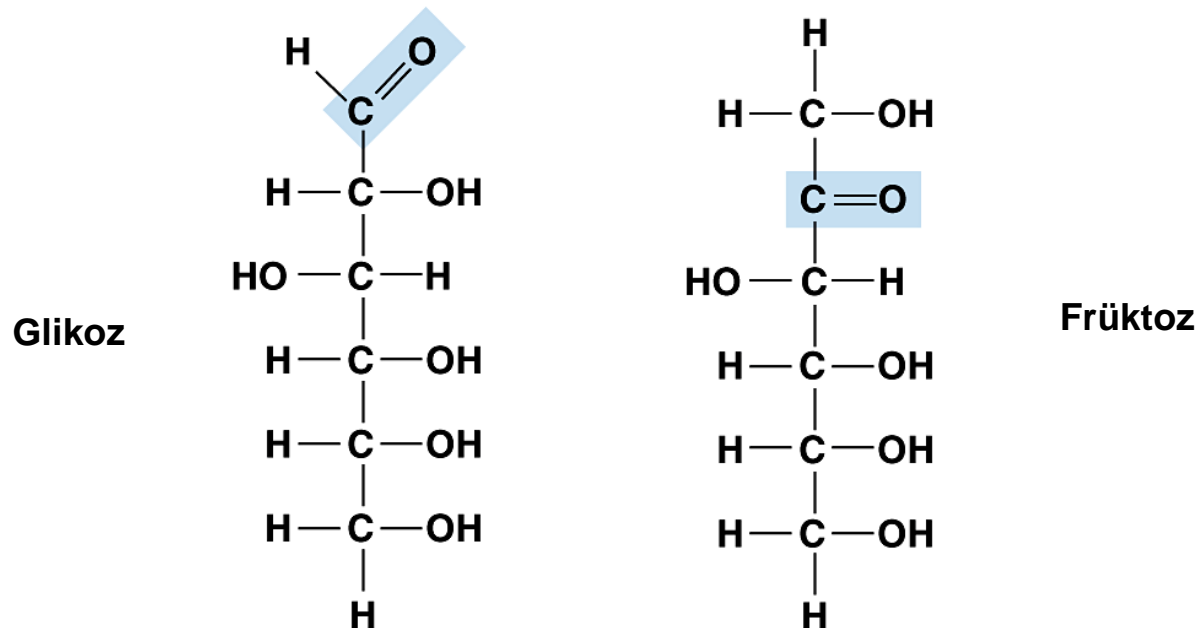
# 1. Küçük karbonhidratlar olan şekerler yakıt ve karbon kaynağı olarak hizmet ederler

- **Monosakkaridler** genel olarak  $\text{CH}_2\text{O}$  nun katları şeklinde bir molekül formüle sahiptir.
  - Örneğin, glikoz  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
  - Çoğu şekerler sonuna **– oz** eklenerek ifade edilir

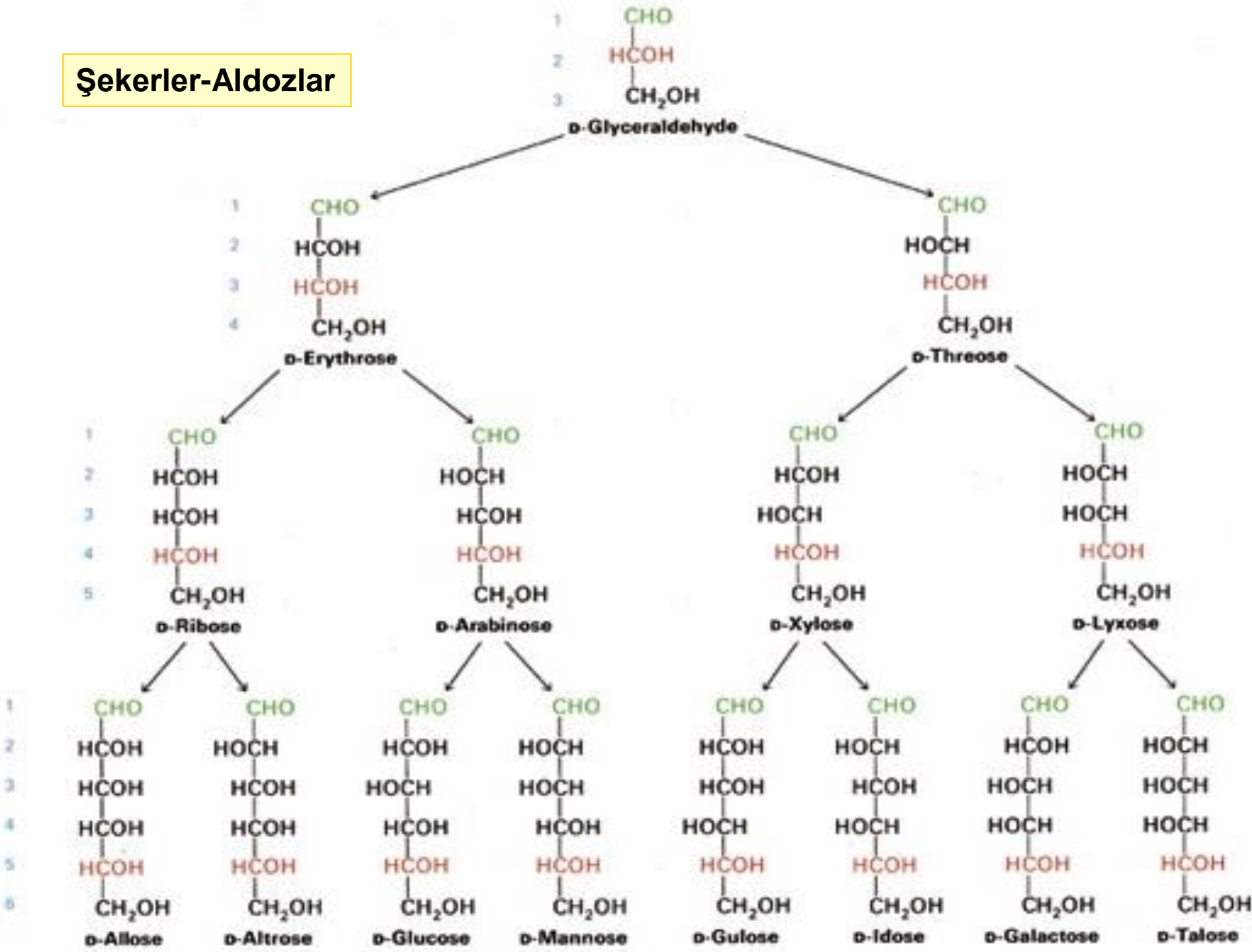
- Monosakkaridler bir karbonil grubuna ve çok sayıda hidroksil gruplarına sahiptir.
- karbonil grubu sonda ise, şeker bir aldozdur, değilse şeker bir ketozdur.



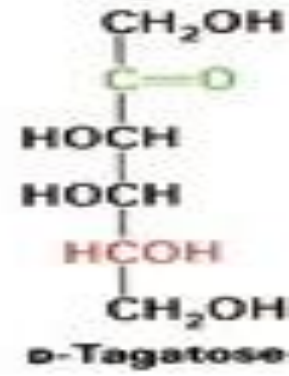
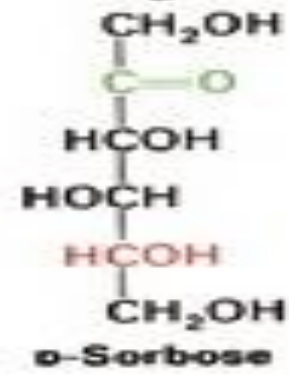
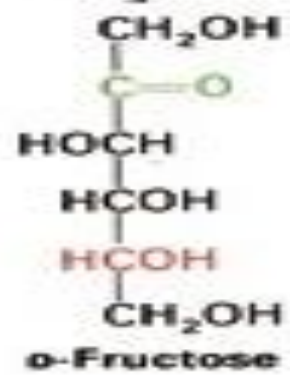
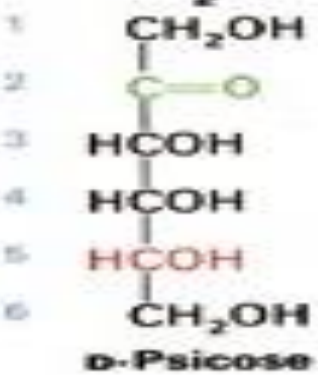
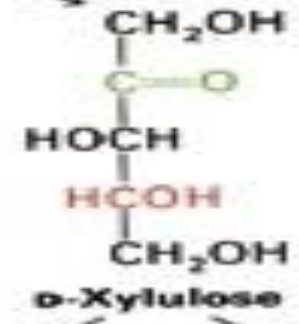
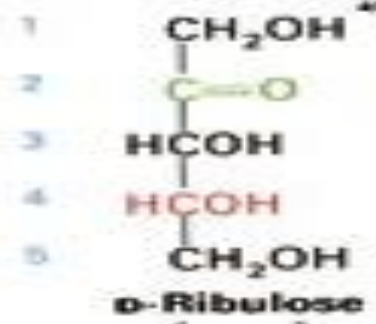
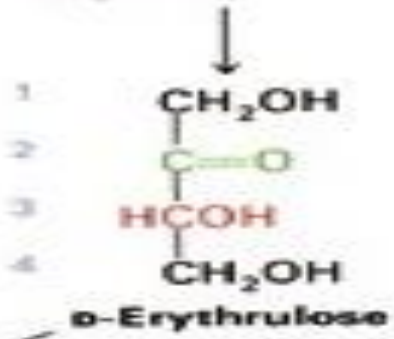
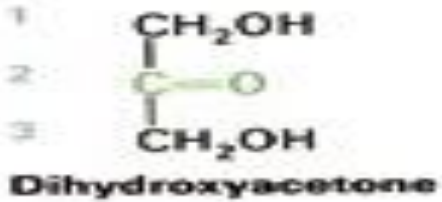
- Monosakkaridlerden glikoz ve früktoz **izomerdirler**
  - Glikoz, bir aldoz ve fruktoz bir ketoz olup yapısal izomerdirler.
  - Bunlar aynı atomlara sahipler fakat bu atomların düzenlenişleri farklıdır



# Şekerler-Aldozlar

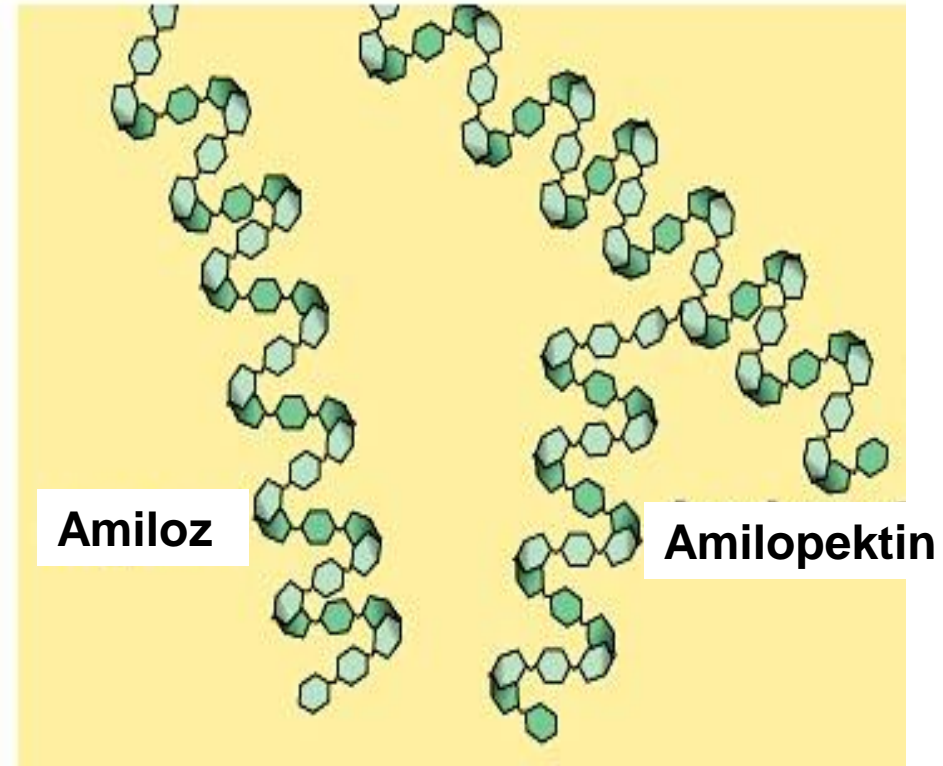


# Şeker - Ketozlar



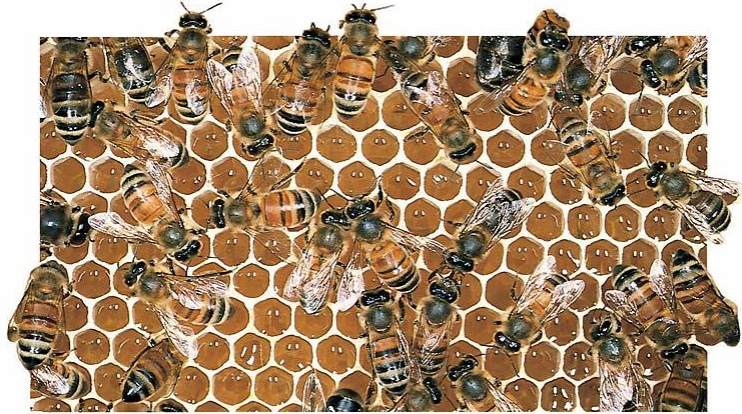
# Karbonhidrat Taşınım ve Depolanma

- **Taşınır Disakkaridler**
  - İnsanlar basit şeker olarak glikoz taşırlar
  - Bitkiler glikozu bir taşınma şekli olan disakkaride çevirirler.
- **Depo Polisakkaridler**
  - Bitki polisakkaridleri glikozdan oluşur-**nişasta**
    - Çoğu amilopektin'dir



# Monosakkaridler basit karbonhidratlardır

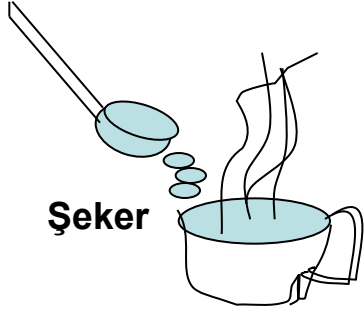
- Monosakkaridler tek başlarına bir şeker birimidirler
- Her molekül hidroksil grupları ile bir karbonil grubu içerir
- Monosakkaridler 3-7 karbon atomlu basit şekerlerdir
- Ortak tipler 5-6 karbon içerirler: glikoz, galaktoz, riboz, deoksriboz
- Monosakkaridler hücresel işler için en önemli yakıttırlar
- Monosakkaridler, ayrıca diğer monomerlerin (amino asitler, yağ asitleri) sentezi için ham madde olarak da görev alırlar.



- Monosakkaridler iskeletteki karbon sayısına göre sınıflandırılırlar.
  - Glikoz ve diğer 6 karbon şekerler heksozdur.
  - 5 karbon olanlar pentozdur ve 3 karbon şekerler triozdur:
    - $C_6H_{12}O_6$  (bir heksoz = glikoz)
    - $C_5H_{10}O_5$  (bir pentoz = ksiloz)
    - $C_4H_8O_4$  (bir tetroz = eritroz)
    - $C_3H_6O_3$  (bir trioz = gliseraldehid)
  - Monosakkaridler enantiomerler olarak da mevcuttur.
- Örneğin, **glikoz** ve **galaktoz**, ikisi de 6-karbonlu aldozdur, uzayda asimetric karbonlar etrafında düzenleme ile farklılaşırlar.

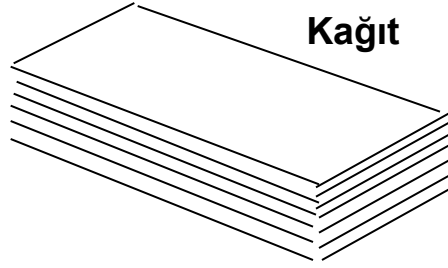


# Çeşitli Karbonhidratlar



Şeker

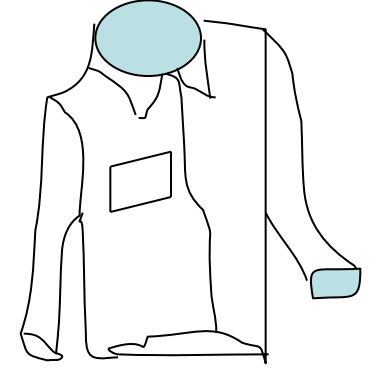
Glikoz, Früktoz



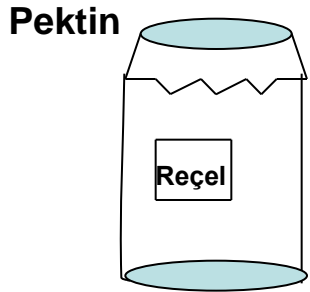
Kağıt

Glikoz vb

Pamuklu elbiseler



Glikoz

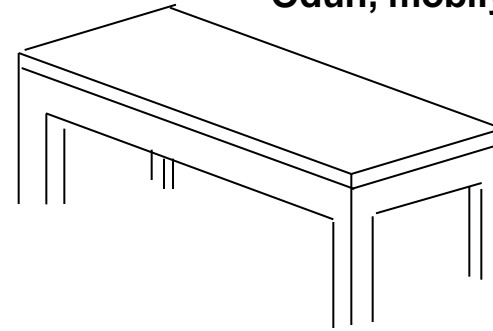


Pektin

Reçel  
marmelat

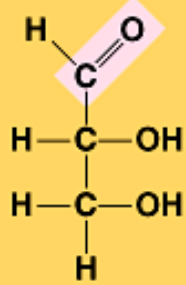
Galaktoz, pentozlar

Odun, mobilya



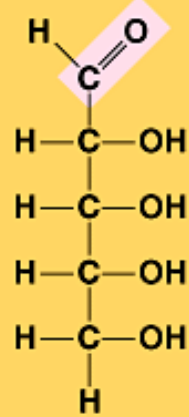
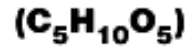
Ksiloz, glikoz ve diğerleri

### Trioz şekerler



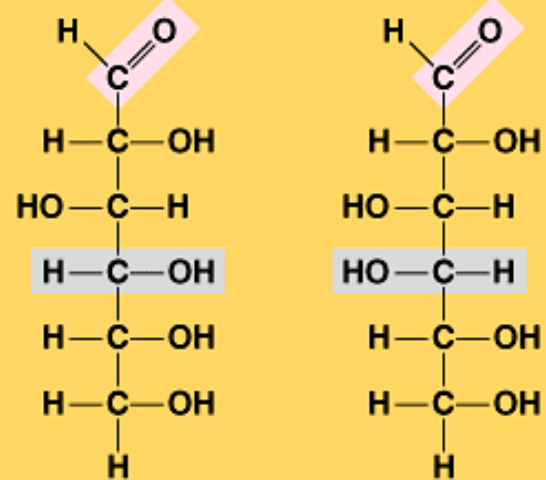
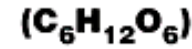
Glyceraldehyde

### Pentoz şekerler



Ribose

### Heksoz şekerler

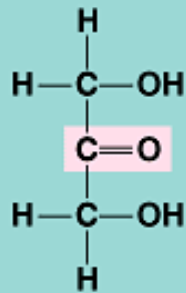


Glucose

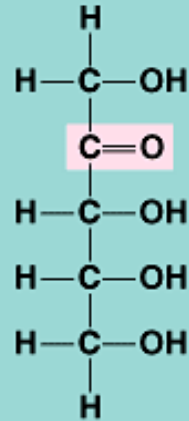
Galactose

Aldozlar

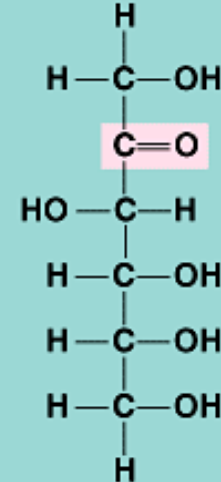
Ketozlar



Dihydroxyacetone

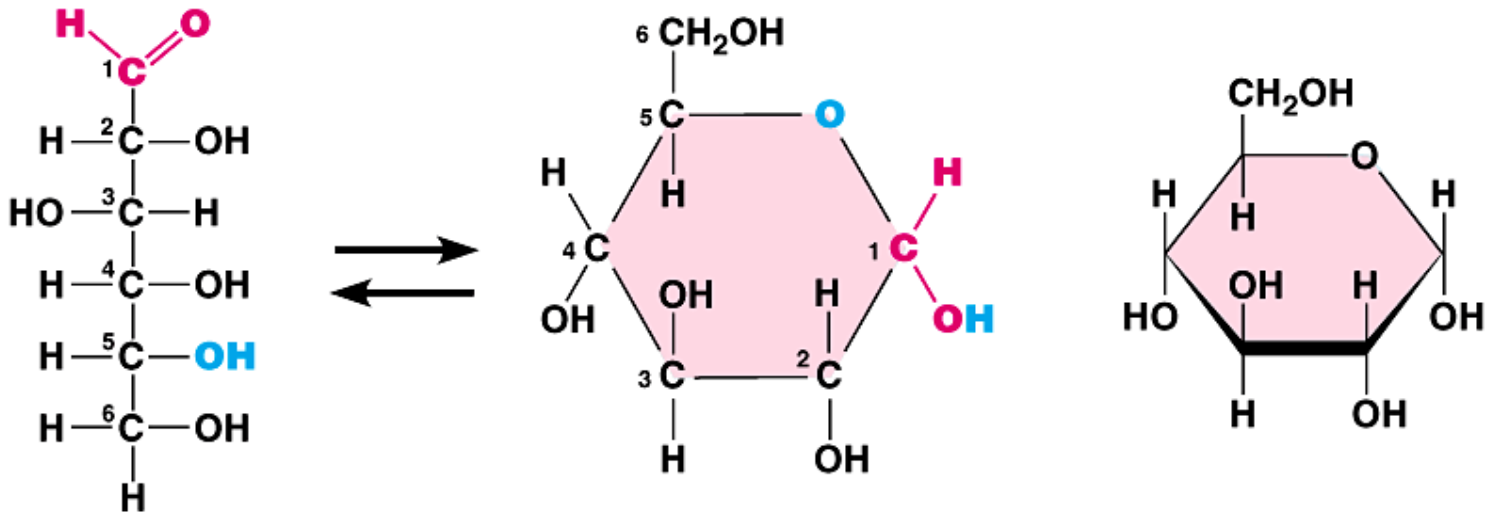


Ribulose



Fructose

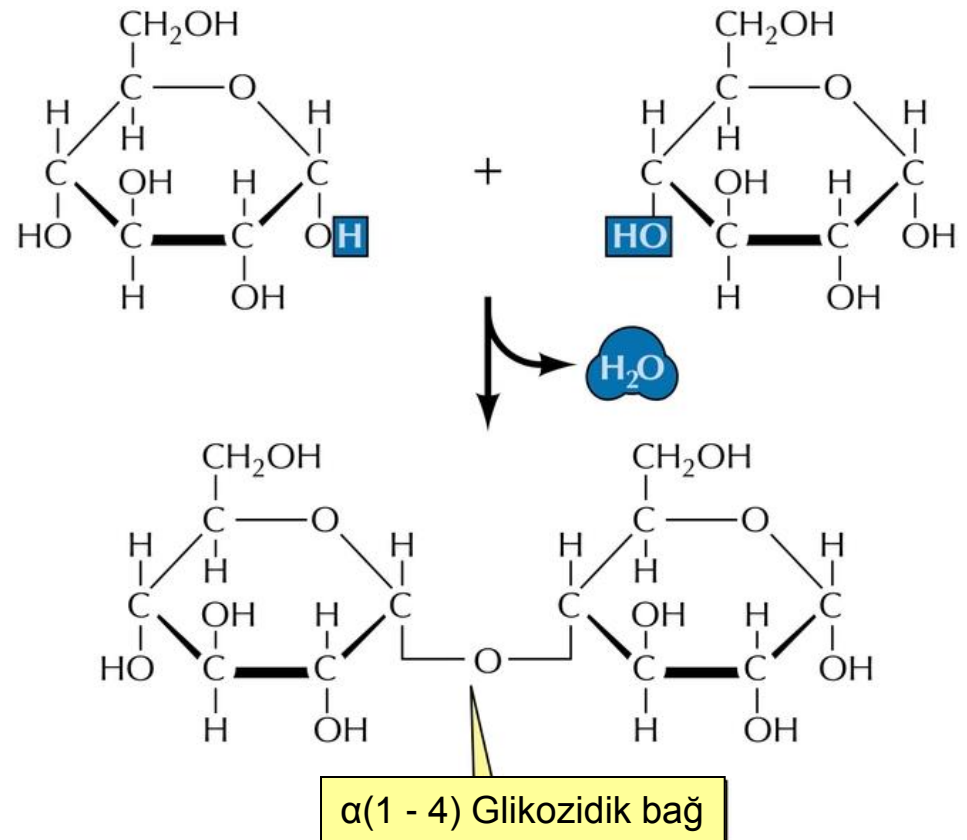
- Bazı monosakkaritler tabiatta serbest halde bulunurlar. Örnek: kanda glikoz; meyvelerde früktoz
- Bazı monosakkaridler (uzun zincirli) aşağıda glikoz için verilende görüldüğü gibi sulu çözeltilerde halka yapıda olabilirler



# Monosakkaritlerin Biyolojik Önemi

- Sadece 10 monosakkarit yüksek ökaryot organizmaların glikokonjugatlarının oligosakkarit gruplarında mevcuttur.
- 3 nötr heksoz (Gli, Gal, Man)
- 3 amino şeker (NAGliA, NAGalA, sialik asit)
- 2 glikozun asit türevi (Glukuronik asit, iduronik asit)
- 1 deoksi-şeker (Fükoz)
- 1 Nötr pentoz (Ksiloz)
- Ek olarak nükleik asitlerde Riboz ve deoksi-riboz

- Basit şekerler kovalan glikozidik bağlarla birleşirler



- **Glikojen**

- Sadece tek tip monomer (glikoz) içeren dallanmış polimer

- **Nişasta** – bitkilerde

- Amiloz

- dallanmamış, sarmal

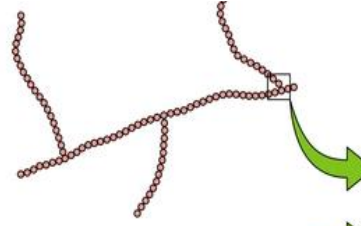
- Amilopektin

- dallanmış

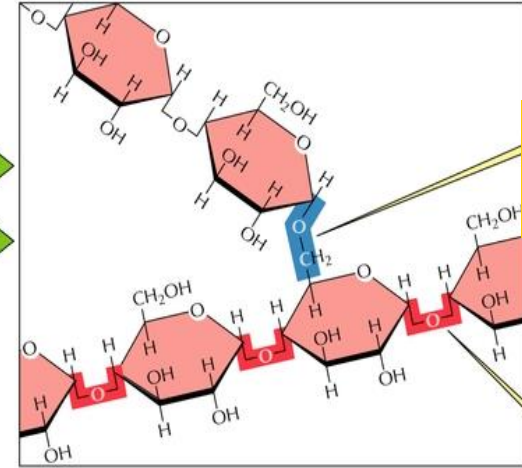
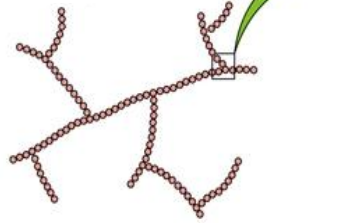
- **Glikozaminoglikanlar**

- İki farklı şeker, A-B-A-B-
- Hücre dışı aralıklardaki görevleri

**Amilopektin (nişasta)**



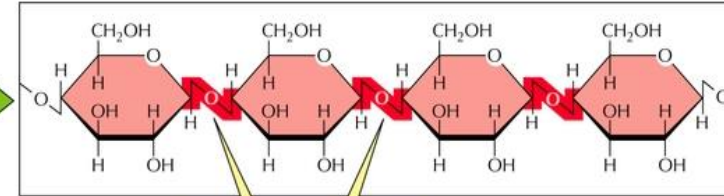
**Glikojen**



**$\alpha(1 - 6)$  bağlar dallanma noktasında İki zinciri bağlar**

**Çoğu rezidü  $\alpha(1 - 4)$  bağlarla bağlanırlar**

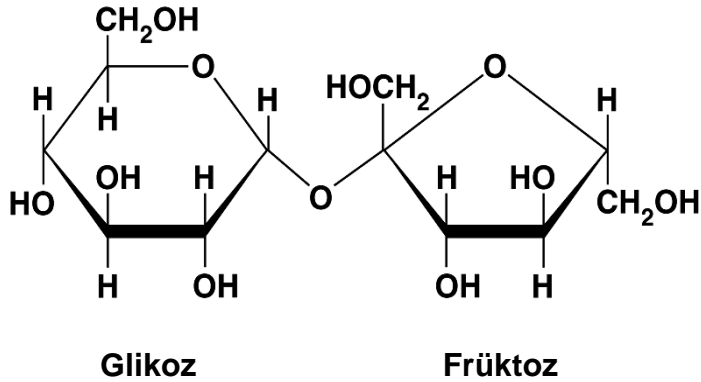
**Selüloz**



**$\beta(1 - 4)$  bağlarla Bağlanan rezidüler**

# Hücreler basit şekerlerden disakkaritleri oluştururlar

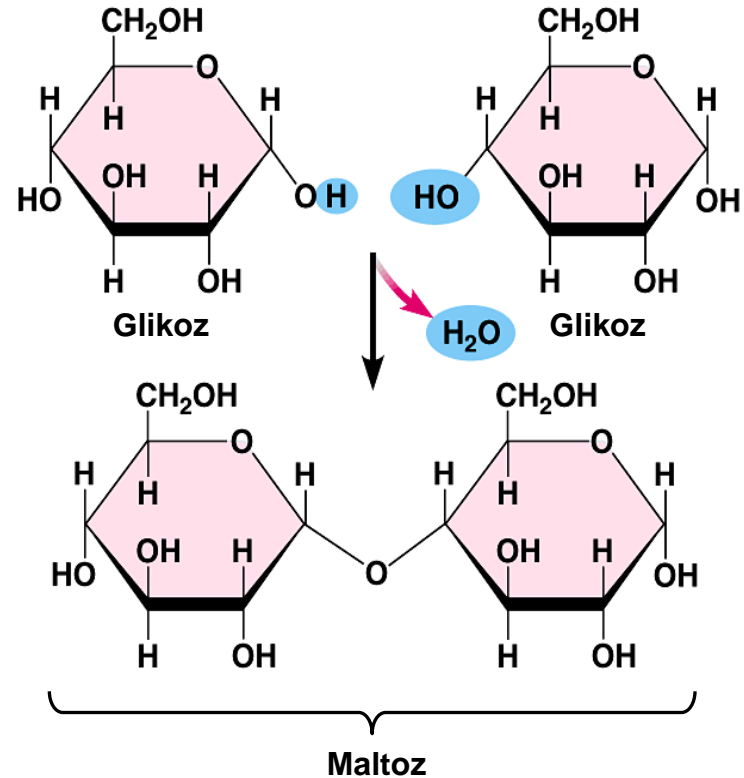
## sükroz (sofra şekeri)



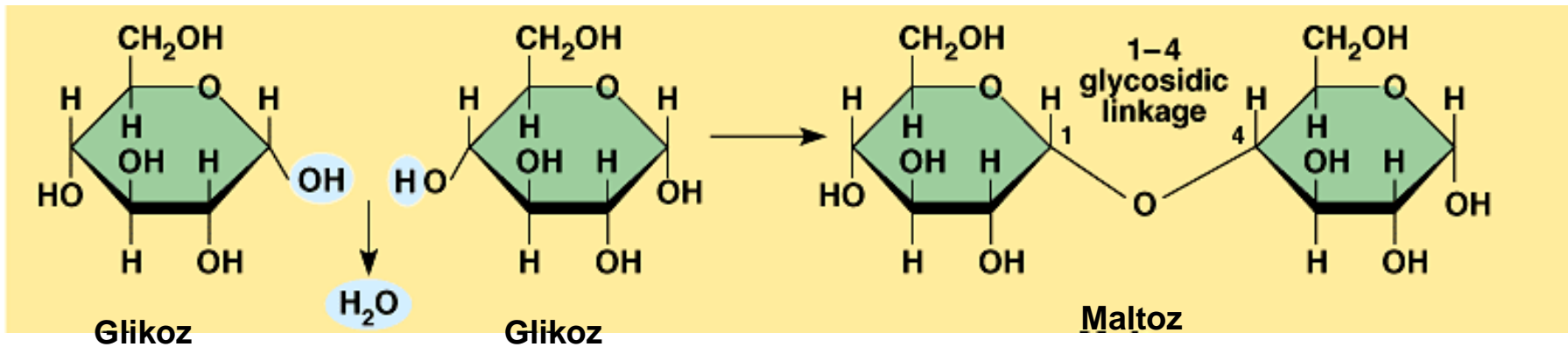
## lactoz (süt şekeri)

Galaktoz + Glikoz

## maltoz (maya şekeri)

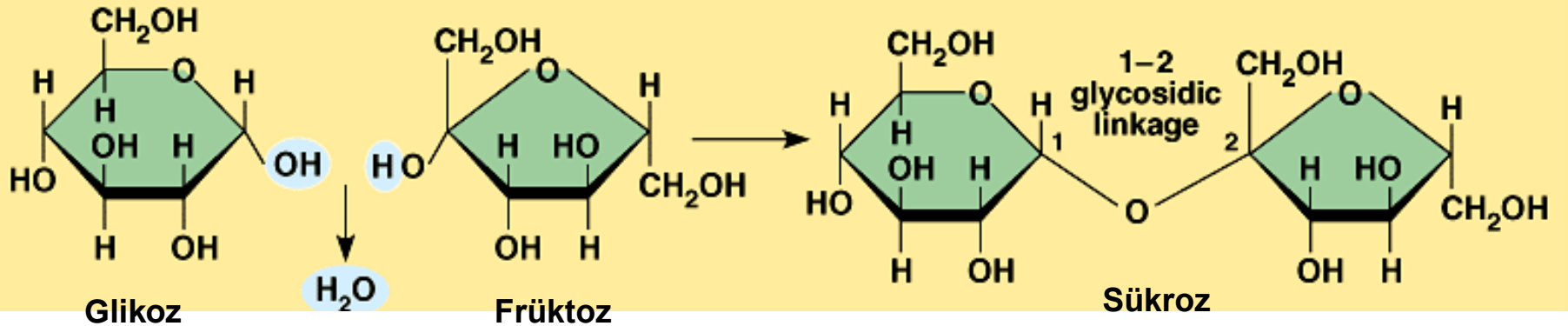


- İki monosakkarid bir **glikozidik bağ** ile birleşerek (su çıkışı ile) disakkarid oluşturabilir
  - Maltoz, malt şeker, iki glikoz molekülünün birleşmesiyle oluşur.

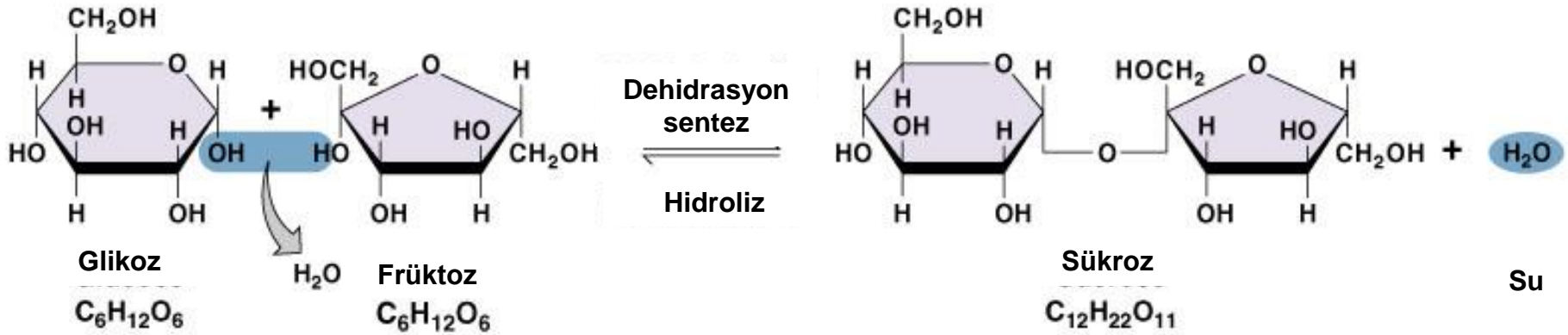




- **Sükroz ya da sakkaroz**, kesme şeker, glikoz ve früktoz moleküllerinin birleşmesiyle oluşur ve bitkilerde şekerin en büyük taşıma şeklidir.

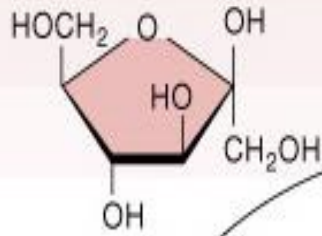


- Disakkaridler iki monosakkaridin su kaybetmesi ile oluşur (dehidrasyon sentez)
- Disakkaridler hidroliz ile parçalanırlar.

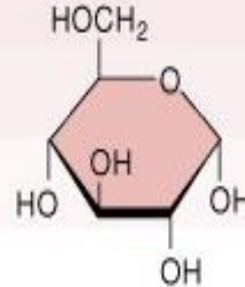


## MONOSAKKARİDLER

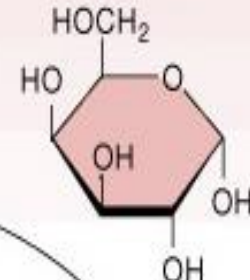
Früktöz



Glikoz (dekstroz)

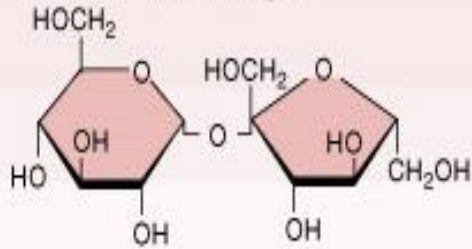


Galaktöz

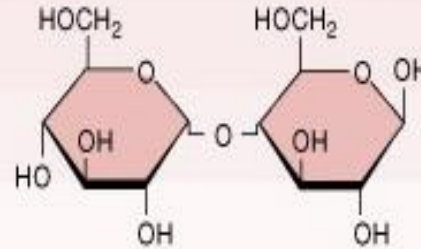


## DİSAKKARİDLER

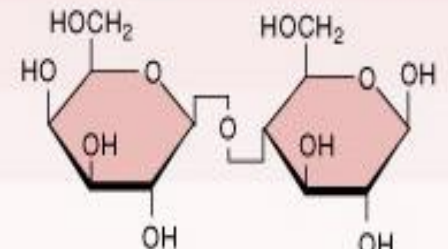
Sükroz



Maltoz



Laktoz



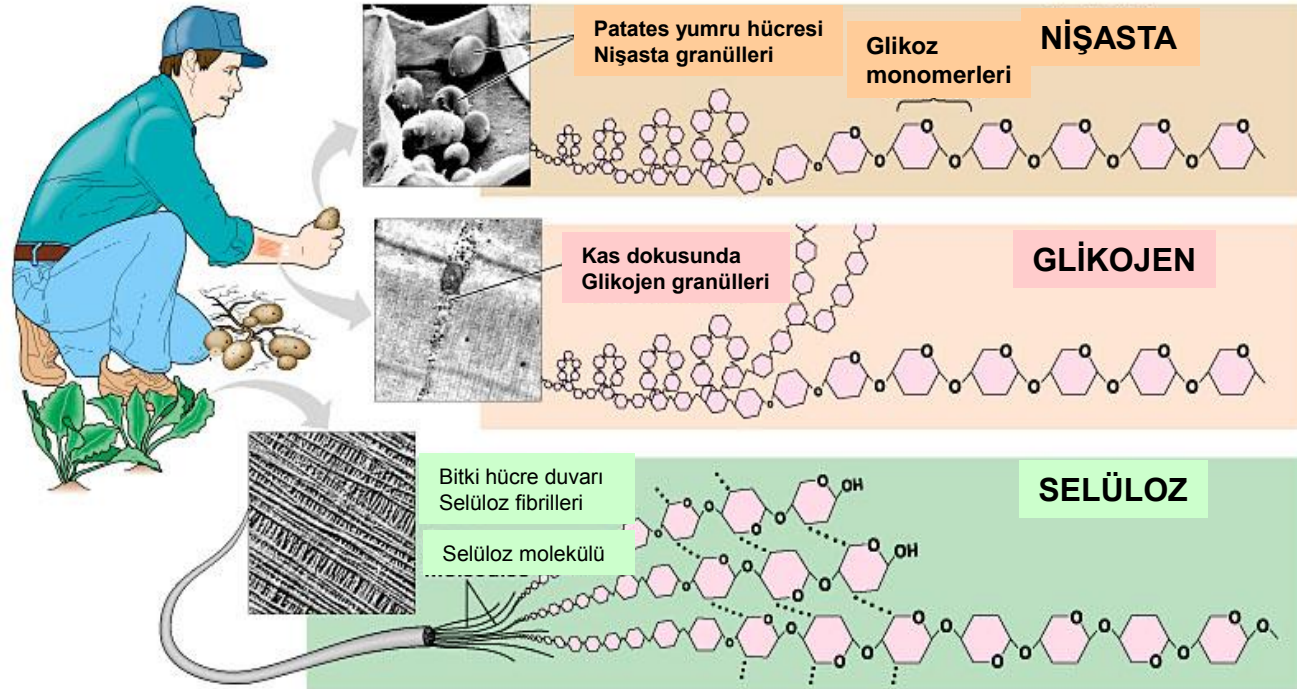
- Oligosakkaridler 2-20 monosakkarid içerir
- Polisakkaridler ise, yüzlerce-binlerce monosakkaridden kurulurlar.
- Nişasta, glikojen, dekstran ve selüloz glikoz polimerleridirler, farklı kovalan bağlar içerirler.
- Kitin iki şekerin tekrarlanan bir polimeridir.

## 2. Polisakkaridler, şeker polimerleri, depolanmaları ve yapısal görevleri

---

- **Polisakkaridler** glikozidik bağ ile birleşmiş yüzlerce-binlerce monosakkaridin polimerleridirler.
- Polisakkaridlerin bir görevi enerji deposu makromolekül olmalarıdır ki hidroliz olması gerekir.
- Diğer polisakkaridler hücre ya da organizma için yapı materyalleri olarak hizmet ederler.

- **Glikojen:** Hayvanların depo polisakkaritidir
- **Nişasta:** Bitkilerde depo polisakkariddir
- **Selüloz** – Dünyada en çok bulunan organik bileşik; yapısal polisakkarid
  - Bitki hücre duvarında yoğun, odun
  - Sindirilemez, çünkü glikoz monomerlerine ulaşamaz



Polimerler: x 100s or 1000s

POLİSAKKARİTLER



Hayvanlar



Bitkiler



Mayalar  
Ve Bakteriler

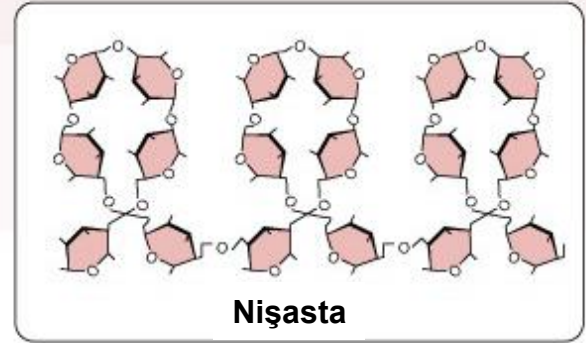
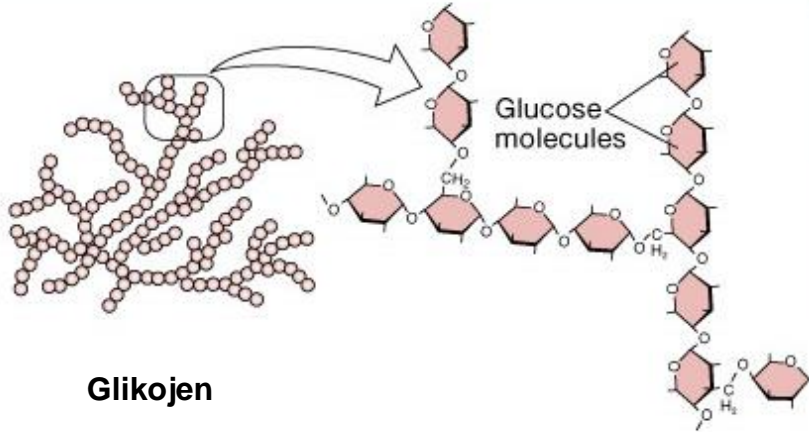
Kitin  
(sadece  
omurgasızlar)

Glikojen

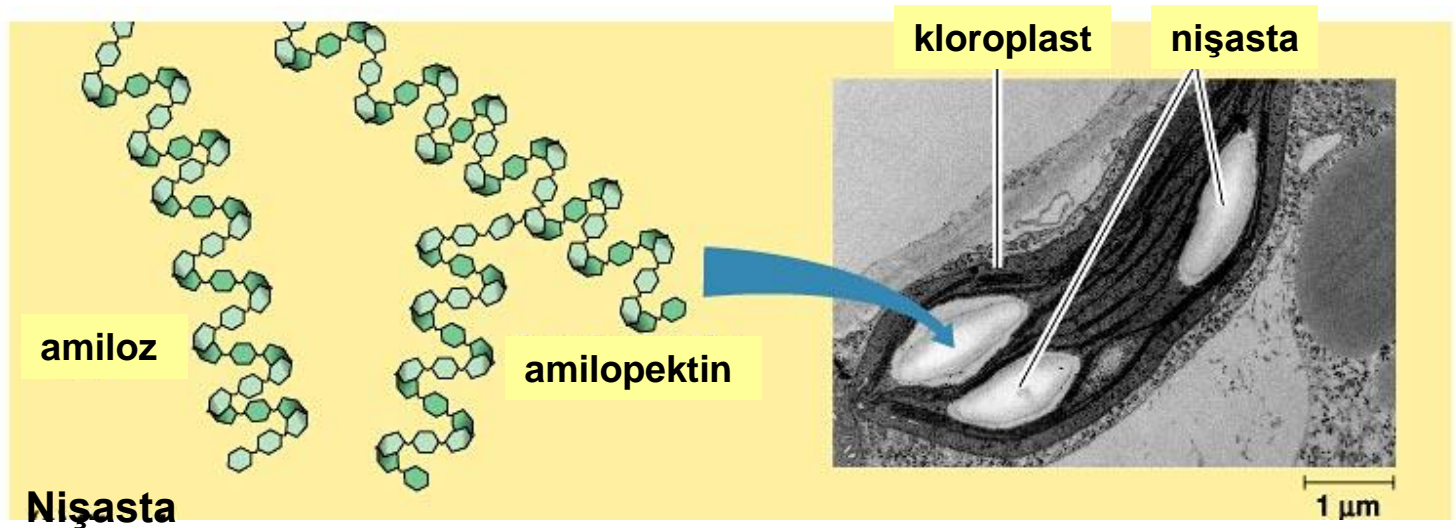
Selüloz

Nişasta

Dekstran



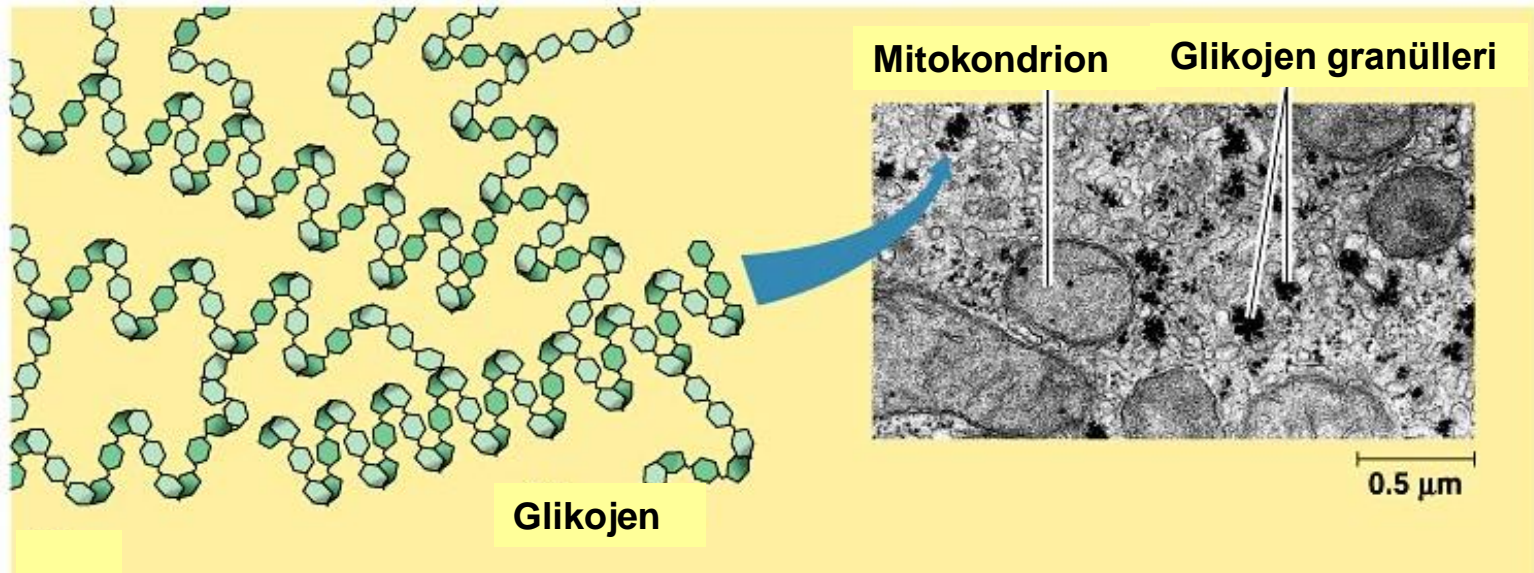
- **Nişasta** glikoz monomerlerinden oluşmuş bir depo polisakkariddir.
  - Bir çok monomer glikoz molekülü 1-4 bağlanma ile birleşirler.
  - Nişastanın dallanmamış şekli olan amiloz bir sarmal yapıdır, molekülün ~ % 20'sidir.
  - Dallanmış yapılar, amilopektin, çok karmaşıktır ve molekülün ~ % 80'idir.



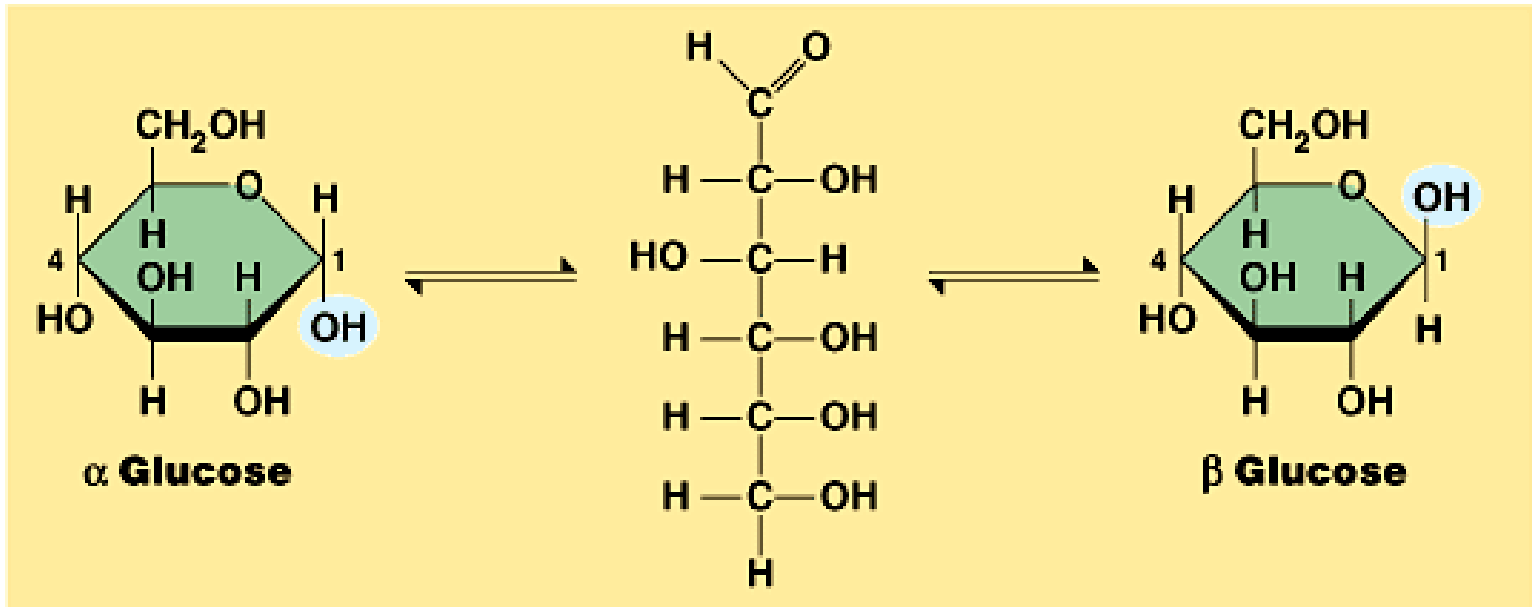


- Bitkiler kloroplastları kapsayan plastidler içinde nişasta depolarlar.
- Bitkiler glikoz fazlasını nişasta içinde depolar ve enerji ya da karbon gerektiğinde geri döner.
- Bitkilerle beslenen hayvanlar, özellikle nişastadan zengin bitkilerle, bu nişastayı kendi metabolizmalarına dahil edebilirler.

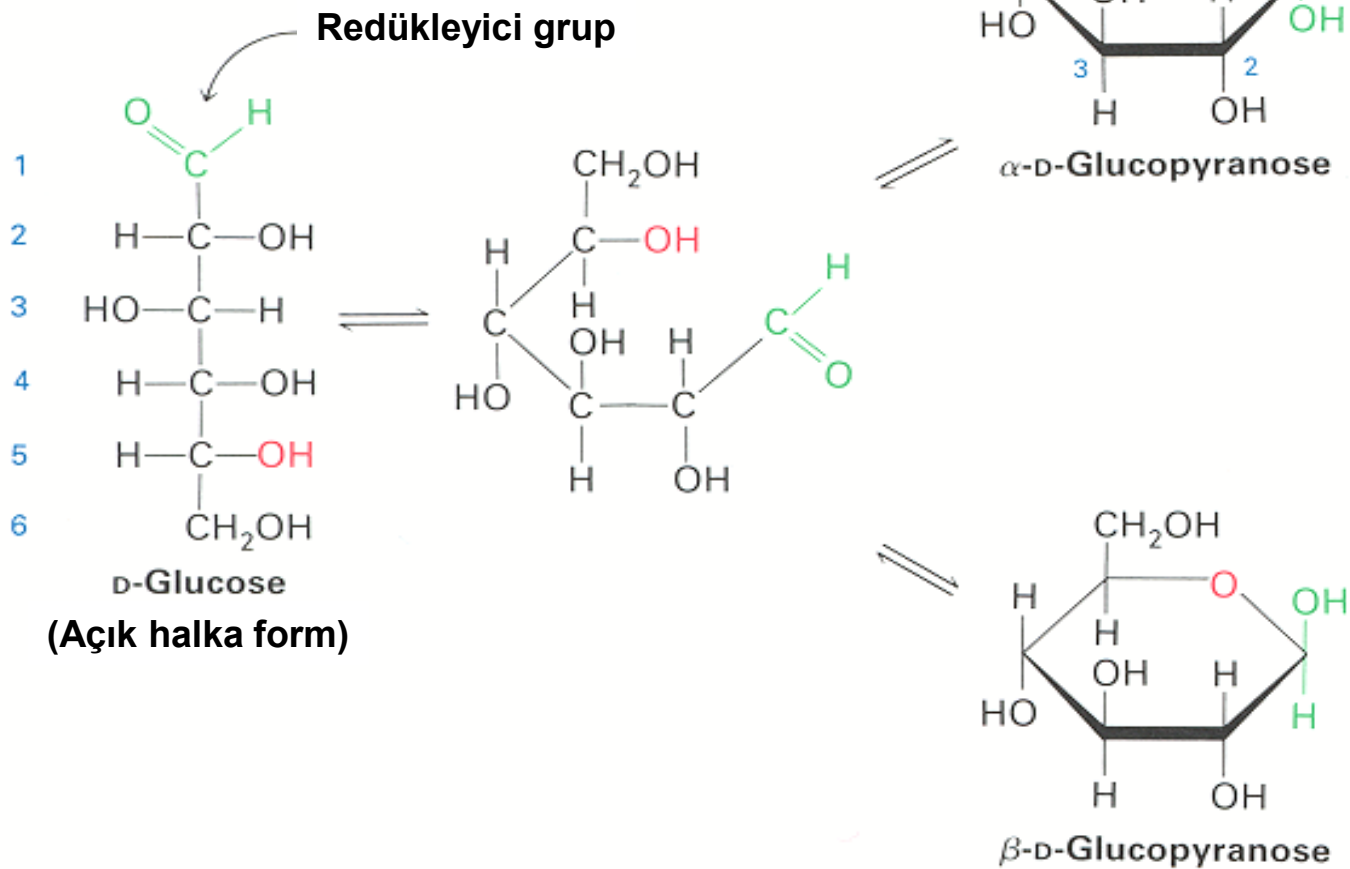
- Hayvanlar glikozu da **glikojen** denen bir polisakkaridde depolarlar.
  - Glikojen yüksek oranda dallanmıştır, amilopektin gibi.
  - İnsanlar ve diğer omurgalılar karaciğer ve kasta glikojen depolarlar fakat sadece bir günlük desteğe sahiptirler.



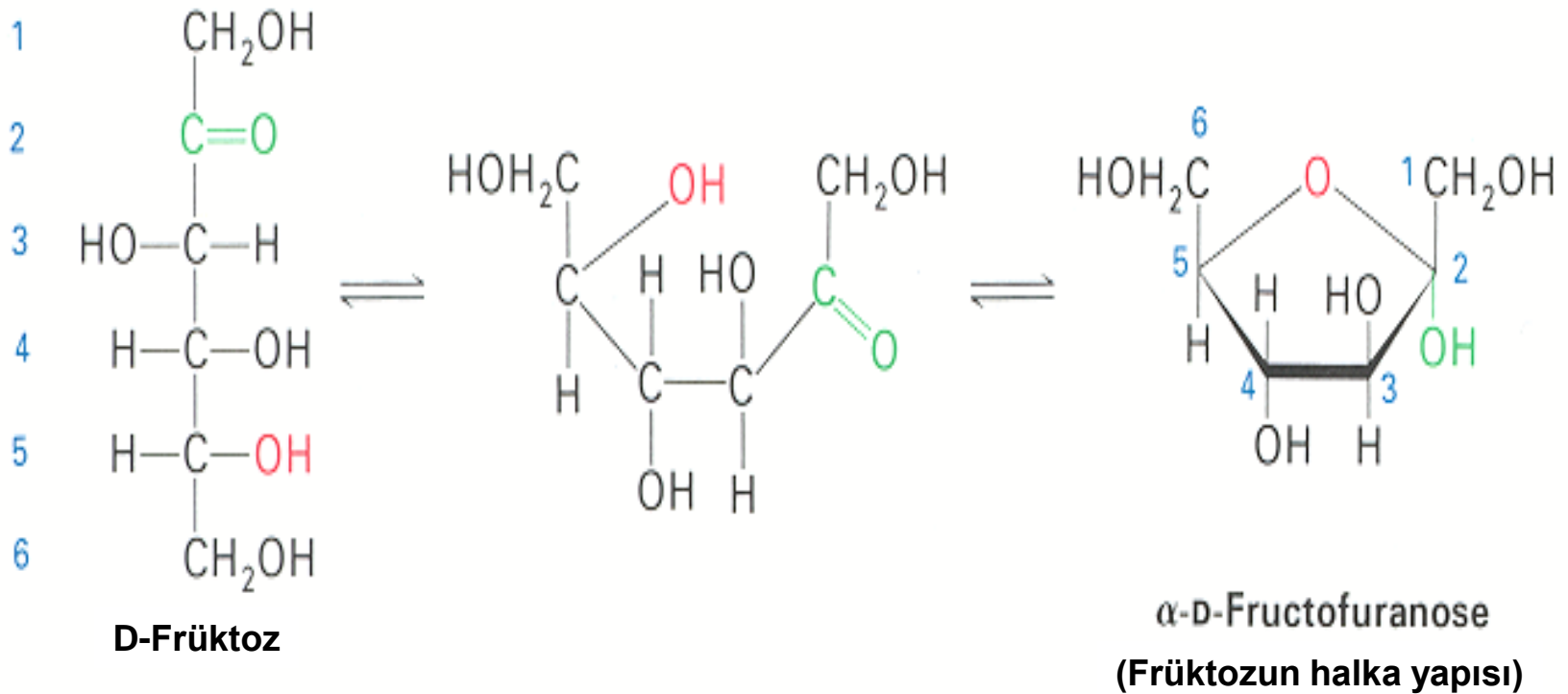
- Glikoz polisakkaridlerde kullanılan temel monosakkariddir.
- Glikozun muhtemel iki halka yapısından farklı sayıda polisakkaridler şekillenir.
  - Bunlar iki halka yapı ile farklılaşırlar. Birinde OH grubu 1 nolu karbonun üstünde bağlı ise (**beta glikoz**) ya da altta ise (**alfa glikoz**).



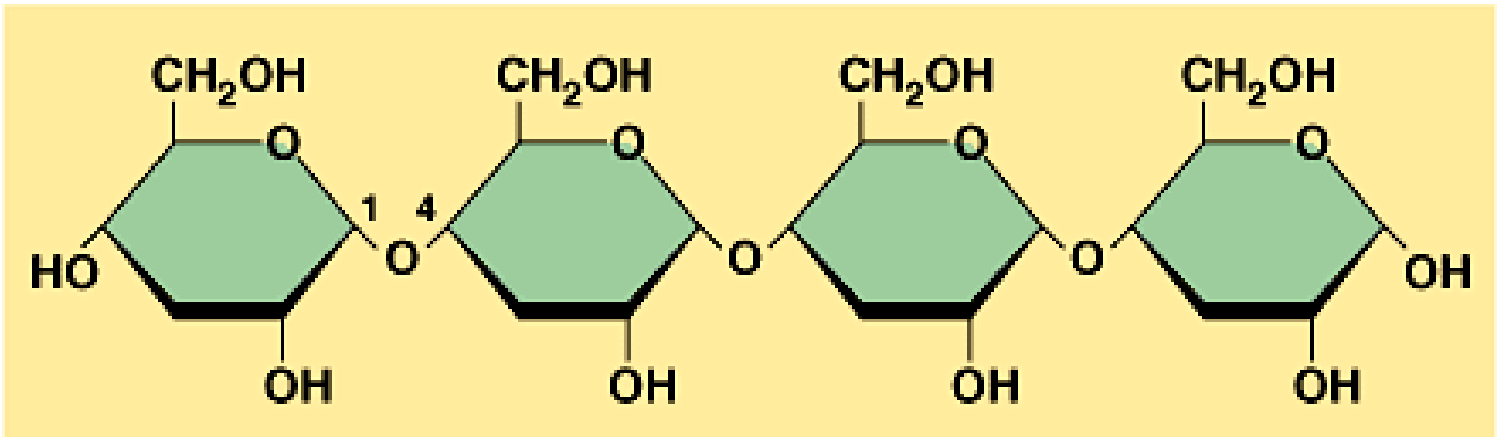
# Glikoz



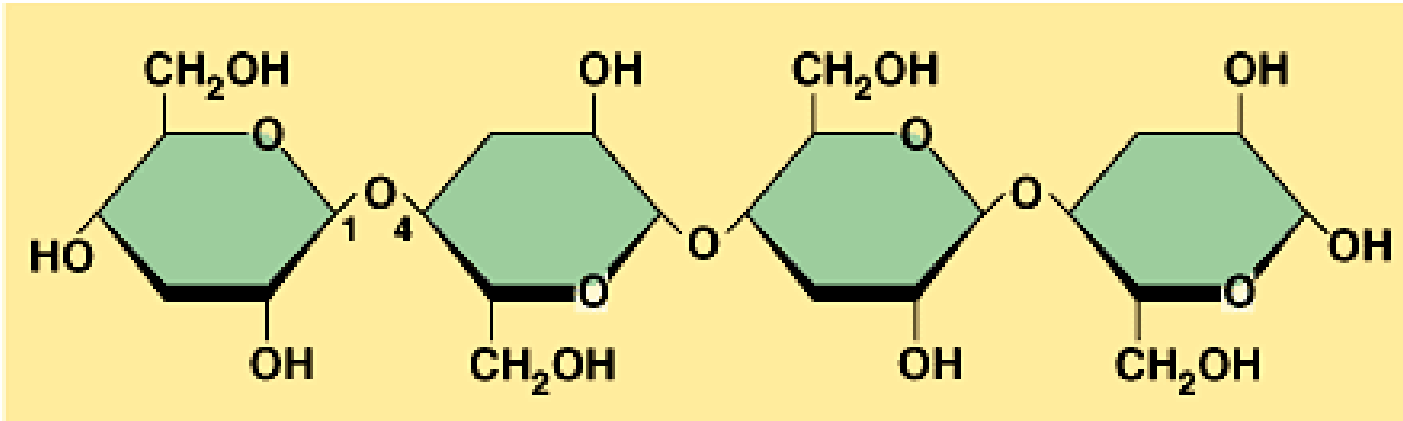
# Früktoz



- Nişasta **alfa glikoz** monomerlerinin bir polisakkarididir.



- **Selüloz** bitki hücre duvarının en büyük bileşenidir ve **beta glikozu** kullanır.



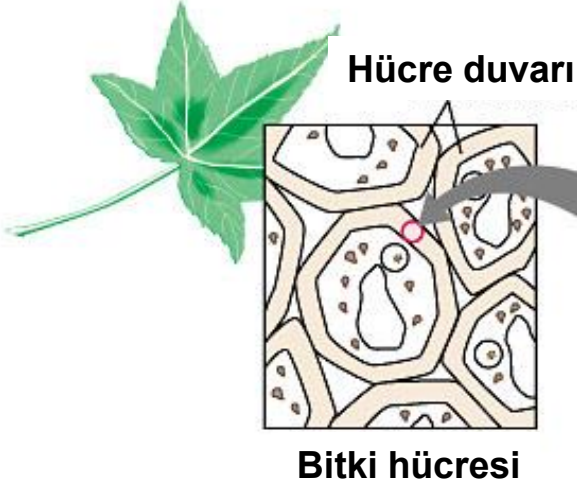
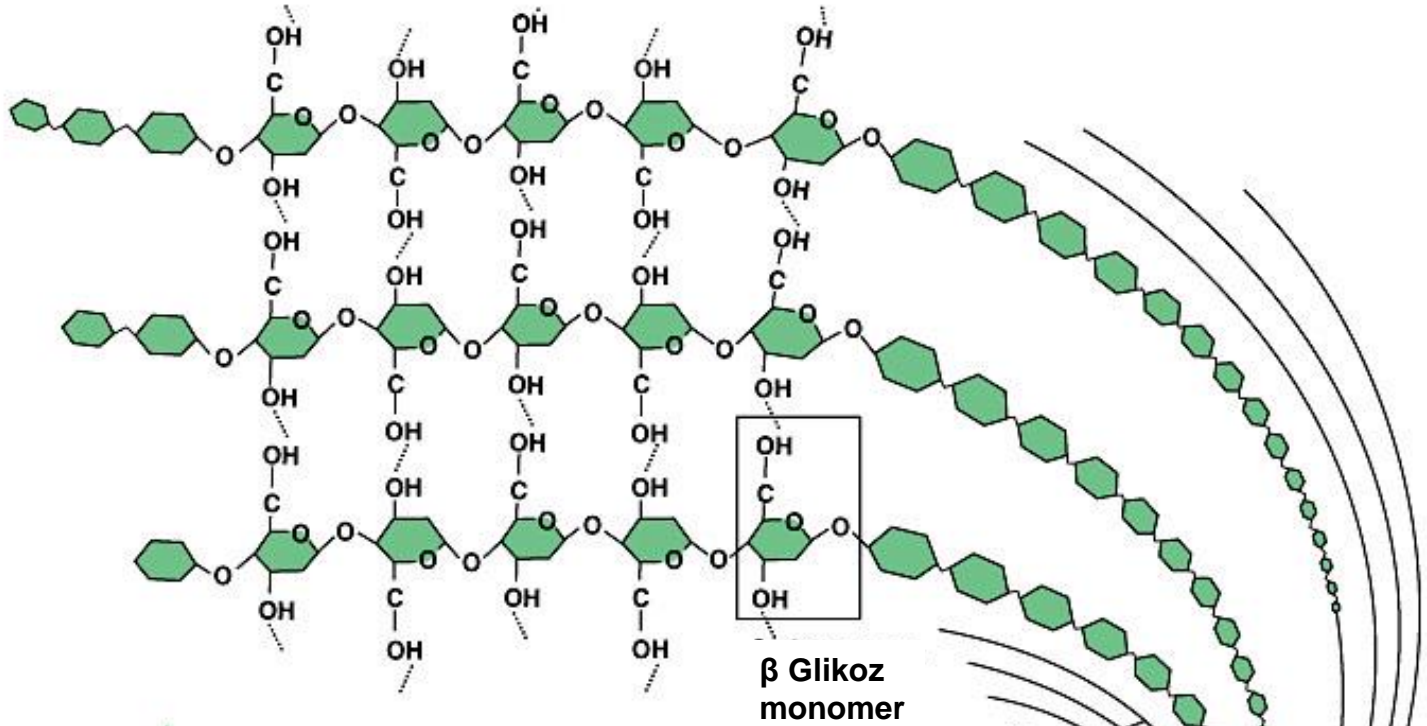
# Yapısal Karbonhidratlar

- **Selüloz** - bitkiler
  - Halkanın alfa yapı ya da beta yapısı
- **Kitin** - arthropodlar ve mantarlar
  - selülozun değişik şekli





- Polimerler alfa-glikoz dan kurulmuşsa sarmal yapılar, polimerler beta glikoz dan kurulmuşsa dallanmış yapılar oluştururlar.
- Bu, bir zincirdeki H atomları bir diğer zincirin OH grupları ile H bağı ile sağlanır.
  - Polimerlerin grupları güçlü halatlar oluşturur, mikrofibriller, ki bunlar bitki (ve insan) için birleştirici materyaldir.



Selüloz molekülleri

Bitki hücre duvarında  
Selüloz mikrofibriller



Mikrofibril

0.5  $\mu$ m

- Nişastayı sindiren enzimler selülozdaki beta bağları hidroliz edemezler.
  - Gıdalardaki selüloz sindirim kanalını boydan boya geğer ve dışkı ile atılır “özünmez fiberler”.
  - Sindirim kanalında taşınarak bağırsak duvarını aşındırır ve mukus salgılanmasını uyarır.
- Bazı mikroplar **selülağ enzimleri** ile selülozu sindirebilirler ve glikoz monomerlere ayırırlar
- Bazı ökaryot otullar, sığır gibi, selüloolitik mikroplarla ilişkili simbiotiklere sahiptirler ve bu enerjiden zengin kaynağı kullanabilirler.

- Bir diğer önemli yapısal polisakkarid **kitin**, arthropodların dış iskeletlerinde kullanılır (böcekler, örümcekler ve kabuklular).
  - Kitin selüloza benzer, her glikoz üzerinde bir nitrojen içermesiyle ondan ayrılır.
  - Saf kitin köselemsidir, fakat kalsiyum karbonat ilavesi kitini sertleştirir.

- Kitin bazı mantarların hücre duvarları için yapısal taşıyıcı da olabilir.



# Önemli bazı şeker türevleri

- Bazı monosakkaritler N atomu içerirler. Bunlar aminoşekerler olarak bilinirler (Glikozamin; N-asetil-glikozamin)
- Bunların polisakkaritleri olabilir (heteropolisakkarit).

Örnek:

**Kitin:** böcek dışiskeletinde yoğun, NAGliA'lerin  $\beta(1\rightarrow4)$  glikozidik bağlarla bağlanmasından meydana gelen polisakkaritlerdir.

**Şeker-fosfatlar:** Bazı biyokimyasal olaylarda (fotosentez ve solunum) önemli

# Heteropolisakkaritler

- **Hyaluronik asit:** Bağ doku temel maddesi  
(D-glikuronik asit + NAGA)<sub>n</sub>
- **Heparin:** Kanın pıhtılaşmasını önler, karaciğer ve akciğerde yapılır  
(D-glikozamin-SO<sub>4</sub> + İduronik asit-SO<sub>4</sub>)<sub>n</sub>
- **Kondroitin-SO<sub>4</sub>:**
- **Sialik asitler:** 9 C'lu nöraminik asidin N-asetil veya N-glikolil türevleri
- **Kan grubu maddeleri:**
- **Pektin:** Meyvelerin jel özelliğini veren polisakkarit  
(Galakturonik asit + Galakturonik asit-CH<sub>3</sub>)<sub>n</sub>

# Tatlı nasıl tatlıdır?

- Tat algılaması tatlı maddenin dil üzerindeki tat reseptörlerine bağlanmasıyla başlar
- Tatlandırıcılar çeşitli tip molekülleri kapsar: şeker olanlar ve şeker olmayanlar

<b>TATLANDIRICILAR SKALASI</b>	
<b>Bileşik</b>	<b>Sükroza göre rölatif tatlılık</b>
<b>Doğal şekerler</b>	
Lactose	Tatlı değil
Maltose	Tatlımsı
Glucose	Hafif tatlımsı
Fructose	4 kat tatlandırıcı
<b>Yapay Tatlandırıcılar</b>	
Cyclamate	30 kat tatlandırıcı
Aspartame	150 kat tatlandırıcı
Saccharine	450 kat tatlandırıcı
Sucralose	600 kat tatlandırıcı



Sabrınız için.....

