



KARBOHİDRATLARIN YAPILARI

Hazırlayan: Prof. Dr. Nuriye AKEV
Prof.Dr. Ayşe CAN
2017-2018



Karbohidratların temel görevleri

- Hücrelerin temel enerji ihtiyacını sağlayan yakıt maddesini oluştururlar.
- Hücresel elemanların yapısal bileşenleri olarak bulunurlar.
- Karbohidratların bileşiminde C, H ve O elementleri bulunur
- $C_n(H_2O)_n$ veya $C_n(H_2O)_m$ ampirik (kaba) formüllerini gösterirler.

Bitkiler fotosentez ile karbohidratları oluştururlar

$CO_2 + H_2O \longrightarrow$ Selüloz, Nişasta

İnsan ve hayvan organizması

Glukoz, Glikojen

- Karbohidratları
“polihidroksialdehid, polihidroksiketon
veya bunların kondensasyon ürünleri”
olarak tarif edebiliriz.
- Bu tanıma uygun olan en küçük moleküllü
karbohidrat 3 karbon atomu
taşımaktadır (gliseraldehid,
dihidroksiaseton).

Karbohidratların sınıflandırılması

1. Monosakkaridler (1 birim)

a) **Aldozlar**

b) **Ketozlar**

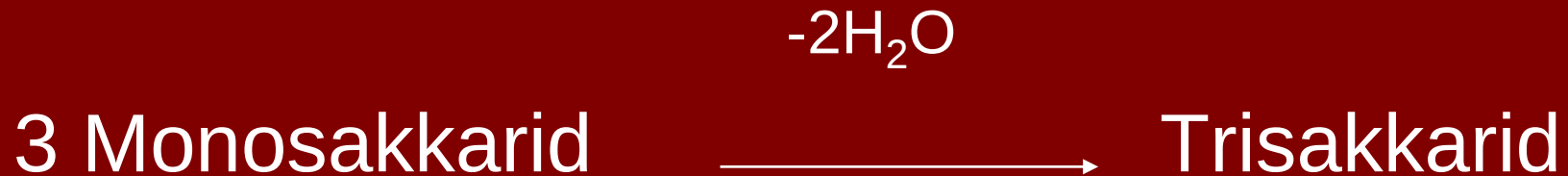
2. Oligosakkaridler (2-10 birim)

2 monosakkarid biriminden oluşanlar **Disakkarid**

3 " " " **Trisakkarid**

4 " " " **Tetrasakkarid**

3. Polisakkaridler (10'dan fazla birim) **Glikanlar**



- Mono- ve oligosakkaridlere kısaca "şekerler" de denir. İsimlendirmede son ek -oz'dur. Bu ekin başındaki ad kısmı bileşiğin kimyasal sistematığından çok tarihçesi veya kaynağı ile ilgilidir.
- laktoz (lactis=süt; süt şekeri),
- fruktoz (fructus=meyve; meyve şekeri),
- sakkaroz (saccharum=şeker) vs.
- Polisakkaridler: **glikanlar**
- Örneğin: Nişasta, glikojen, selüloz, dekstranlar
- Glukoz birimlerinden oluşmuşsa glukan,
- Arabinoz birimlerinden oluşmuşsa araban,
- Mannoz birimlerinden oluşmuşsa mannan
adını alır.

Monosakkaridlerin adlandırılması

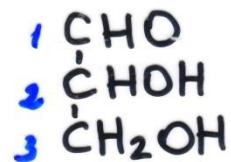
Karbon zincirinin uzunluğuna göre

3 C	→	Triozlar
4 C	→	Tetrozlar
5 C	→	Pentozlar
6 C	→	Heksozlar
7 C	→	Heptozlar
8 C	→	Oktozlar

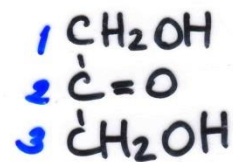
Monosakkaridler

- Aldehid grubu içerenler
ALDOZLAR
- Keto grubu içerenler
KETozLAR
- Üç karbon atomundan biri aldehid grubu ($\text{H}-\text{C}=\text{O}$) olan monosakkaride: aldotrioz ve üç karbon atomundan biri keto grubu ($-\text{C}=\text{O}$) olan monosakkaride: ketotrioz adı verilir.

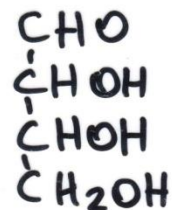
- Ketozlar çoğunlukla kendilerine karşılık gelen aldozların adlarına "oz" ekinden önce -ul hecesi konmak suretiyle adlandırılır. Örneğin:
- 5 C'lu aldopentozun adı **riboz**
ketopentozunun adı **ribuloz**.
- 4 C'lu aldopentozun adı **eritroz**
ketopentozunun adı **eritruloz**



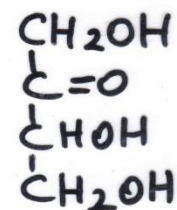
Aldotrioz



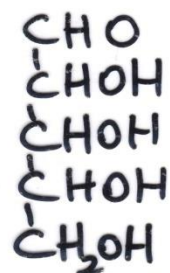
Ketotrioz



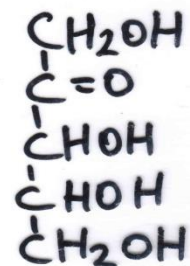
Aldotetroz



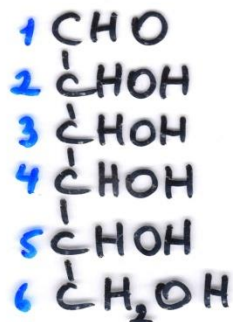
Ketotetroz



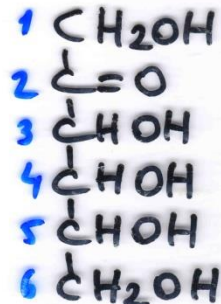
Aldopentoz



Ketopentoz



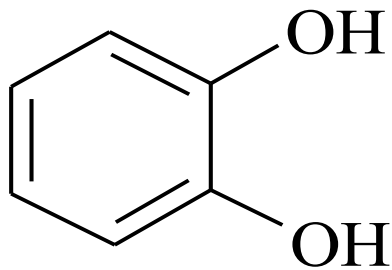
Aldoheksoz



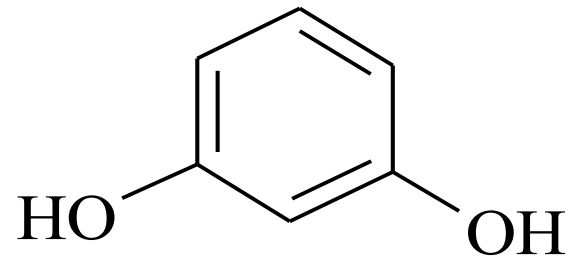
Ketoheksoz

Konstitüsyonel (yapısal) izomeri:

- Aynı kapalı formüle sahip, fakat farklı yapıda gruplar içerir.



Katekol



Rezorsin

Stereoizomeri:

- **Konfigürasyonel izomeri:** Aynı sayıda karbon atomu veya aynı grupları içeren fakat bu grupların uzaydaki dizilişleri farklı olan maddelere **stereoizomer** maddeler denir. Bu maddeler ancak açık formülleri yazıldığında birbirlerinden ayrılabilirler.

Örnek: **Glukoz ve galaktoz**

Kaba formülleri $C_6H_{12}O_6$

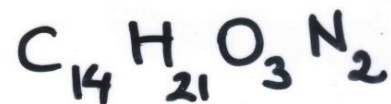
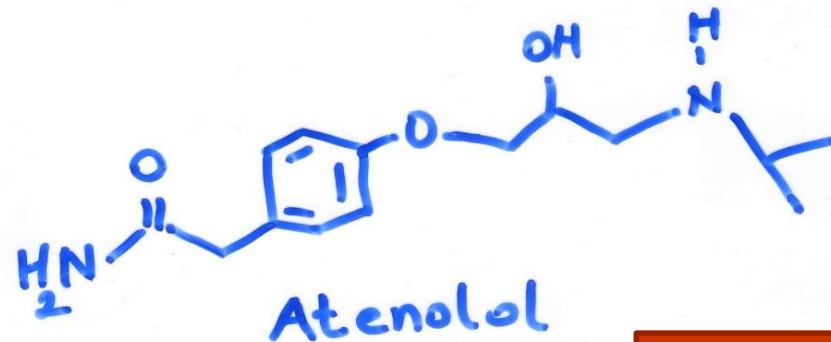
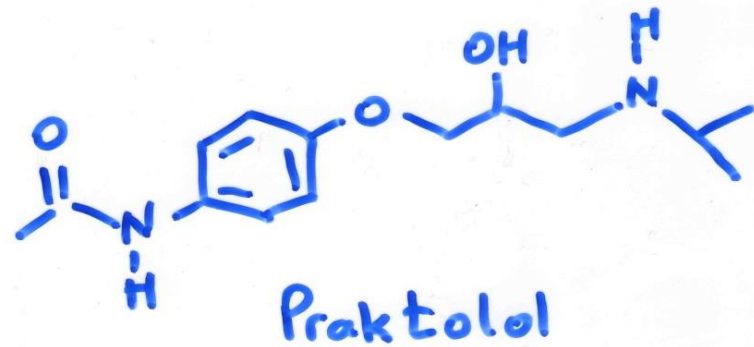
Konfigurasyon formüllerinde C-4'deki sekonder alkol grubunun H ve -OH'larının uzaydaki durumları farklıdır.



Louis Pasteur

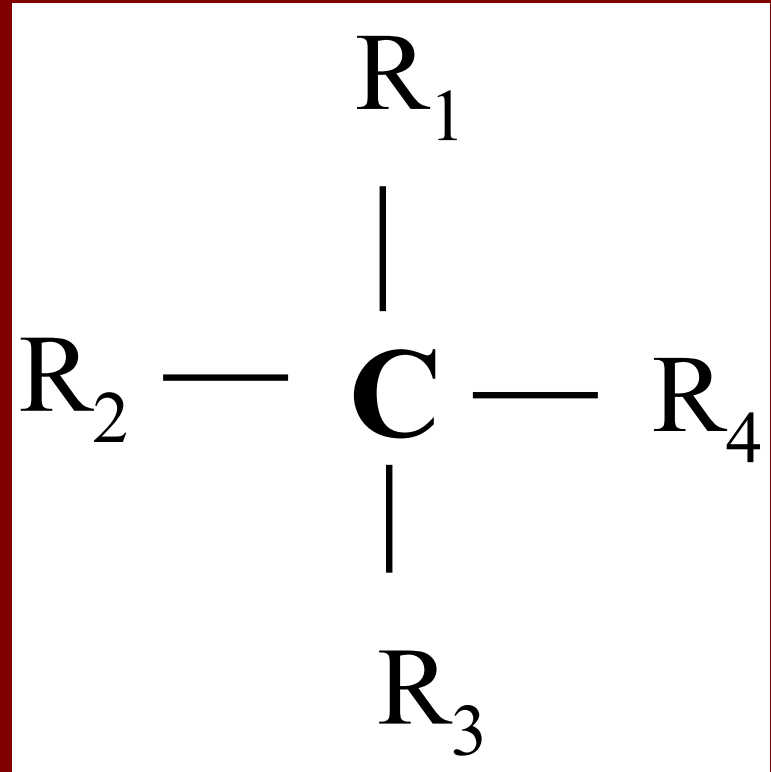
1822-1895

- Konstitusyonel (yapısal) izomeri
kapalı formülleri aynı
yapısal formülleri farklı
- Konfigurasyonel izomeri
(Stereoizomeri)



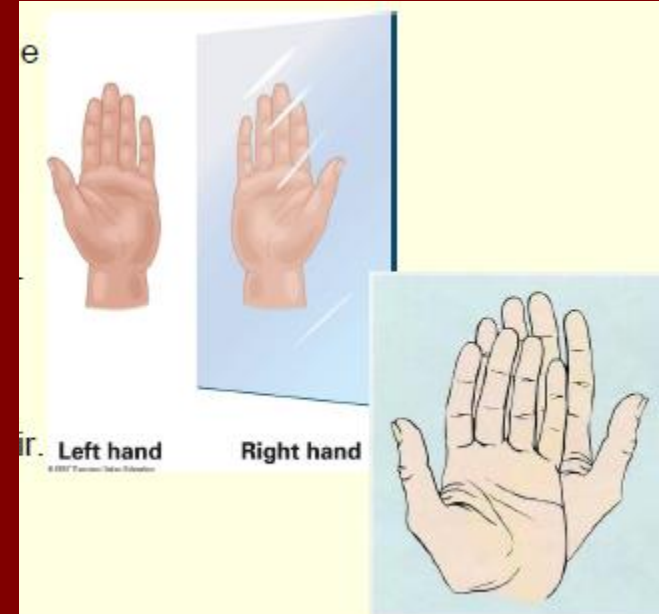
Optik izomeri ve optikçe aktiflik

- **Asimetrik karbon atomu:** Bir karbon atomu dört elektron çiftinden her birinde çeşitli atom ve atom grupları taşıyorsa buna **asimetrik karbon atomu** denir.

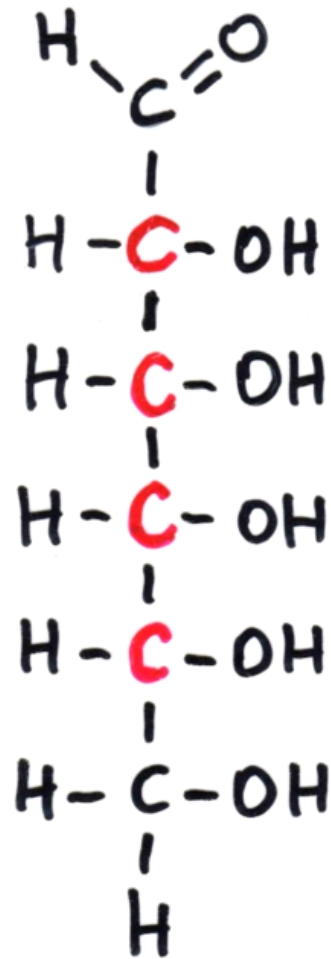


- Asimetrik karbon atomu bir tetrahedrenin merkezinde bulunduğuna göre, böyle bir yapı için iki tetrahedre modeli mümkündür. Bunlardan biri ne şekilde çevrilirse çevrilsin hiçbir zaman ötekinin aynı olamaz, ancak biri diğerinin ayna hayalidir. Bu maddelere **enantiomer**'ler denir.

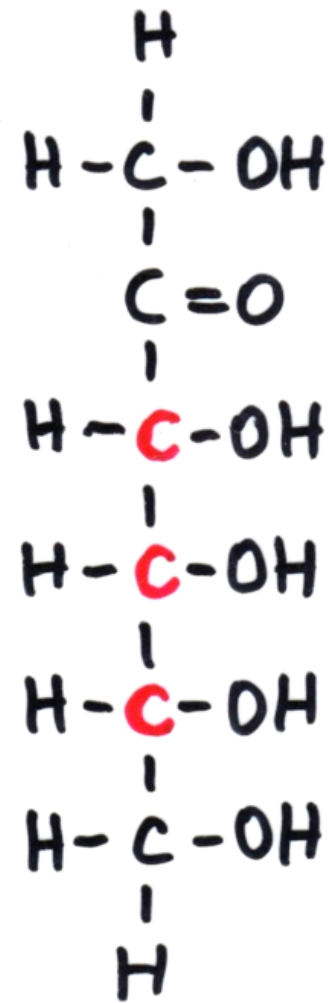
Enantiomer: Ayna hayali



- . Asimetrik karbon atomu içeren bütün maddelerin iki stereoizomer şekli vardır. Asimetrik karbon atomu sayısı n ise stereoizomer sayısı 2^n olur.
- 2^4 : 16 Aldoheksozlar
- 2^3 : 8 Ketoheksozlar



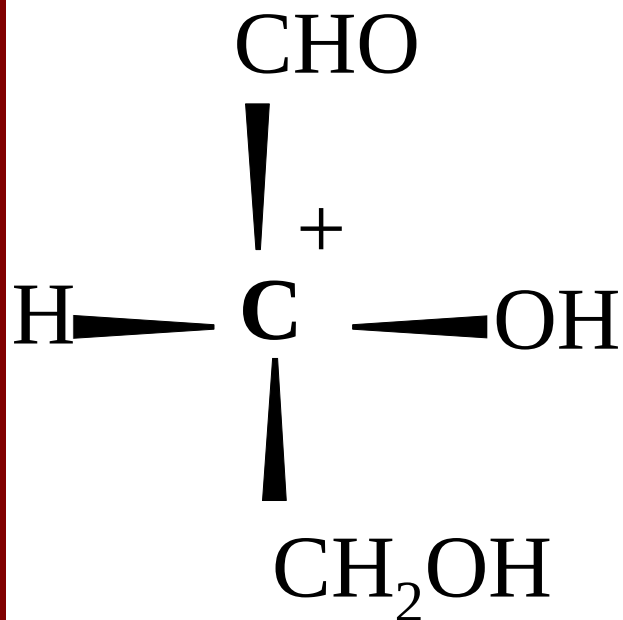
ALDOZ
(aldohexoz)



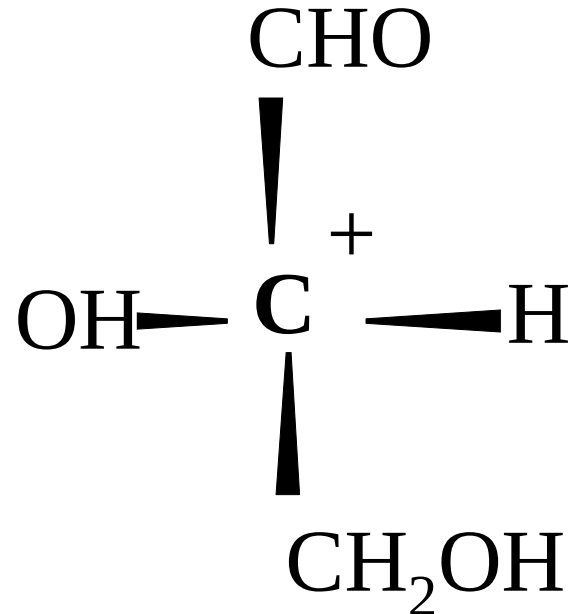
KETOS
(ketohexoz)

D ve L şekilleri

- C-1 atomuna en uzak olan (sondan bir önceki) asimetrik karbon atomunun konfigürasyonu **D-gliseraldehidin** asimetrik karbon atomunun konfigürasyonu gibi olan ve üçten fazla karbon atomu içeren bütün monosakkaridler D-harfi ile gösterilir.
- C-1 atomuna en uzak olan (sondan bir önceki) asimetrik karbon atomunun konfigürasyonu **L-gliseraldehidin** asimetrik karbon atomunun konfigürasyonu gibi olan ve üçten fazla karbon atomu içeren bütün monosakkaridler L-harfi ile gösterilir.



D-Gliseraldehid

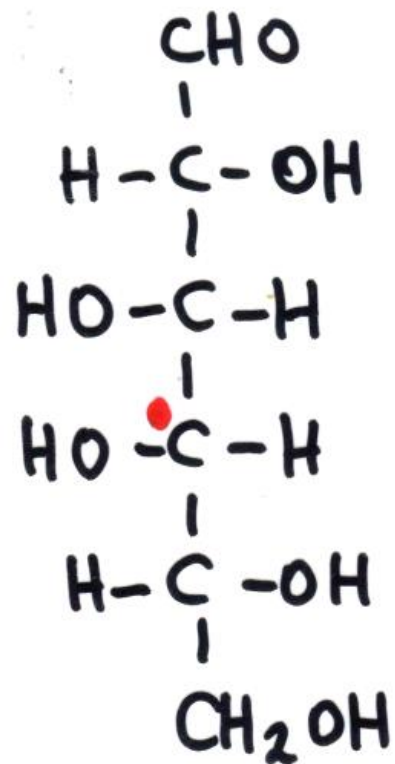


L-Gliseraldehid

ENANTIOMERLER D ve L şekilleri
Ayna hayali

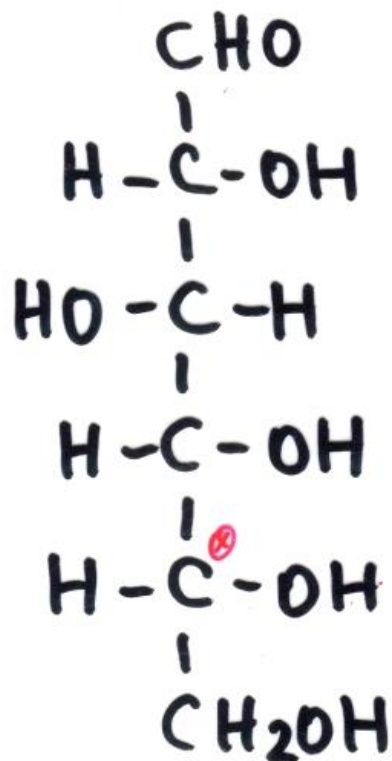
- D ve L harfleri konfigurasyonu; küçük d ve küçük l ise optik çevirmeyi gösterir. Karışıklığa neden olmamak için d ve l yerine (+) ve (-) tercih edilir.
- Bütün monosakkaridler D- ve L- serisi olmak üzere iki gruba ayrılabilir. D-serisindeki her monosakkaride karşılık L-serisinde de bir monosakkarid vardır ve biri diğerinin ayna hayalidir. Bu iki monosakkarid polarize ışığı aynı derecede sağa veya sola çevirir.
- İnsan organizmasındaki monosakkaridler D-şeklindedir.

- **Epimerler**: Yalnız bir karbon atomlarındaki konfigürasyonları farklı olan stereoizomere **epimer'ler** ve bunların birbirine dönüşmesine **epimerizasyon** denir
- Örneğin: Glukoz, galaktoz ve mannoz epimer şekerlerdir:

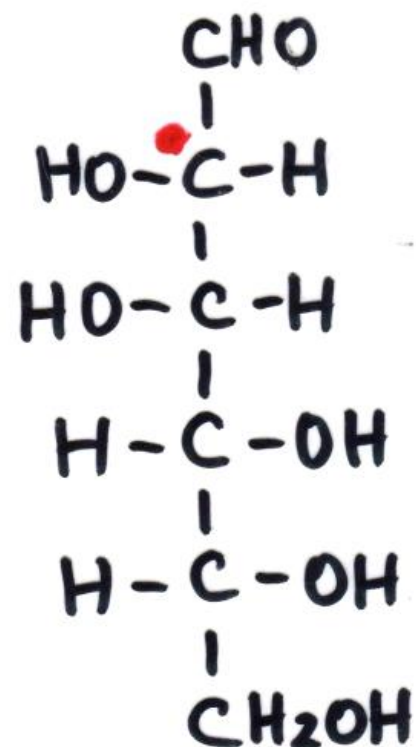


GALAKTOZ

(Glukozun 4 epimeri)

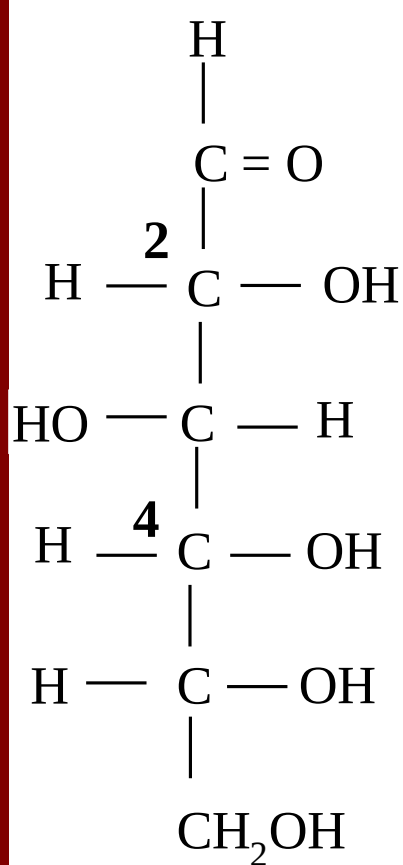


D- GLUKOZ

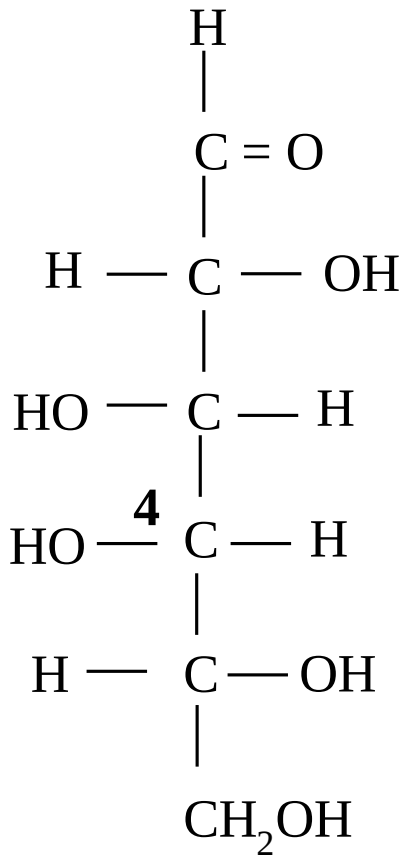


MANNÖZ

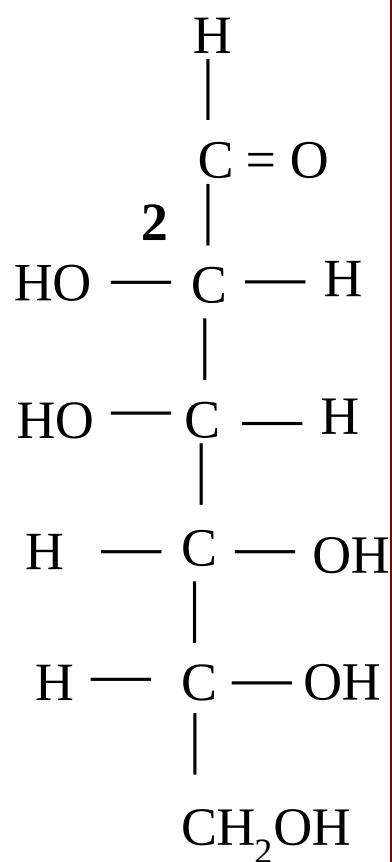
(Glukozun 2 epimeri)



Glukoz



Galaktoz



Mannoz

Optikçe aktiflik

- Polarize ışığı sağa çeviren maddeye: sağ şekli, (+), (d) **(dekstrojir)**
- Polarize ışığı sola çeviren maddeye: sol şekli, (-), (l) **(levojir)**
- Her iki stereoizomer eşit miktarda bir karışım halinde bulunursa, polarize ışığı hiç çevirmezler, böyle bir karışıma **rasemik karışım (+,- ; d,l)** denir.

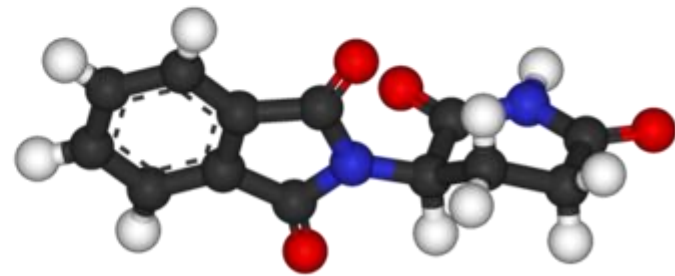
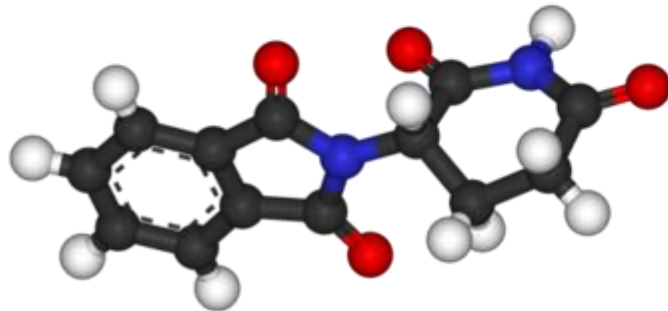
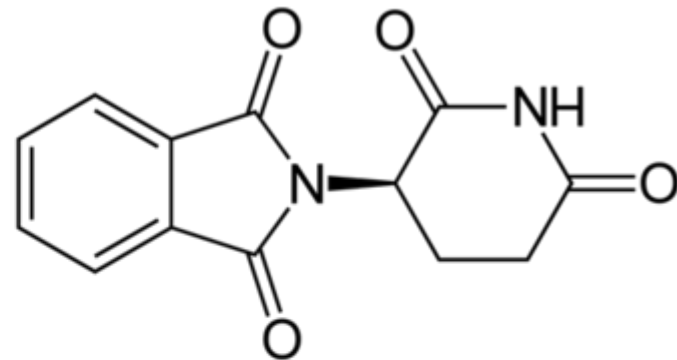
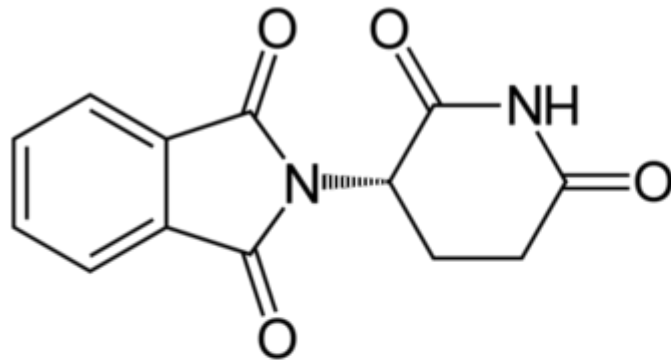
TALIDOMİD

- 1950-1960'larda
- Grünenthal firmasının ürettiği **Contergan** adlı ilaç hamilelerde uyku problemlerini ve sabahları duydukları kimi rahatsızlıkları gidermek için üretildi. 1957'den 1961'e kadar Batı Almanya'da piyasada kaldı, ilaç Avustralya'ya kadar kıtalar arası bir dağıtım ağına çıkmıştı. Dönemin haberleşme ve etkileşim koşulları bugün gibi değildi. 50 ülkede satılan Thalidomid etkin maddesine sahip farklı ilaçlar vücutlara yayılmaya başlamıştı. Sonuç ağır oldu: 90.000'den fazla düşük, 10.000'den fazla sakat ve ölüm.
- Sedatif ve erythema nodosum leprosum
- Hamilelikte sabah bulantılarına karşı



Talidomid felâketi

46 ülkeden 10.000'inden fazla bebek sakat



Talidomidin iki enantiomeri

Sol: (*S*)-thalidomide

Sağ: (*R*)-thalidomide

teratojenik
aktif ilaç



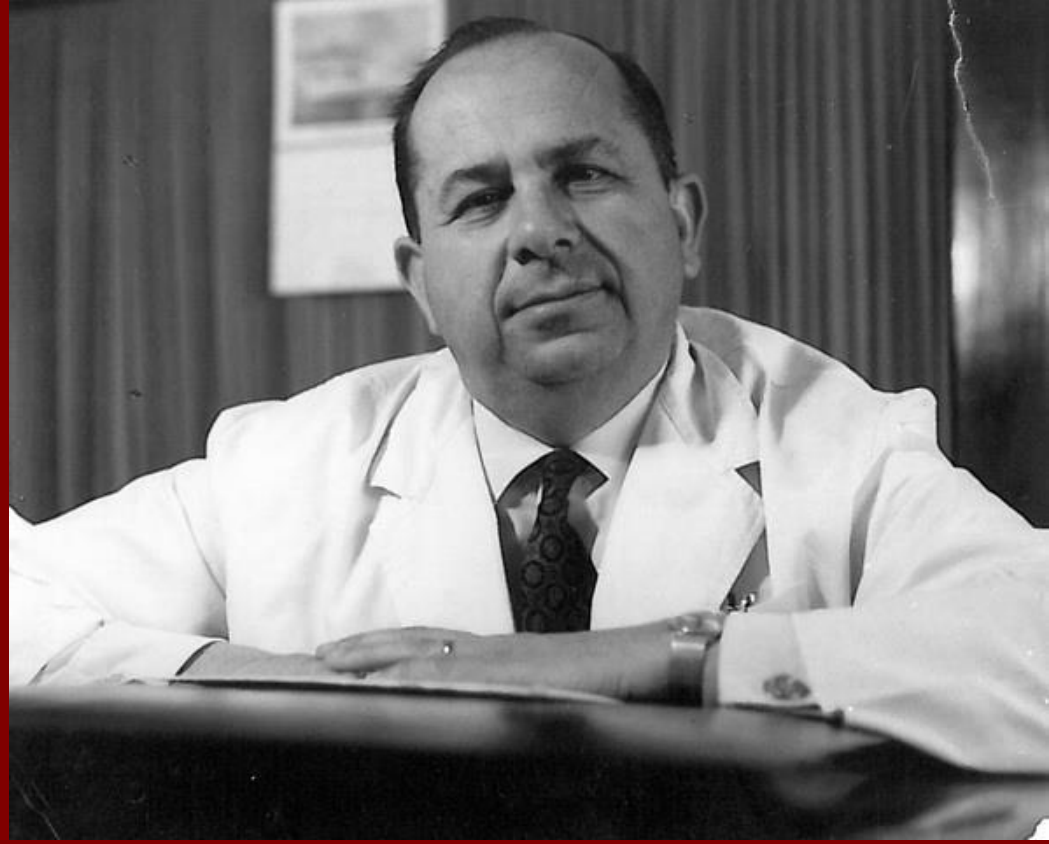


2007 yılında CONTERGAN filmi sonucunda Mahkeme Grünenthal'ı 50 Milyon Euro ödemeye mahkum ediyor.



- Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Farmakoloji Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Osman Özdemir, "Türkiye'de Talidomid Gerçeği" başlıklı makalesinde
- **1954-1962 yılları** arasında **46** ülkede doğumsal kusurlara yol açan Talidomid ilacının Türkiye ile ilişkisini araştırdı.
- Prof. Dr. Özdemir, çalışmasında, dünyada büyük sorunlara neden olan ilacın Türkiye'deki **Refik Saydam Enstitüsü** tarafından satışına onay verilmemesi ile talidomid vakasından Türkiye'nin nasıl korunduğunu ele almakta.
- Makalede ayrıca, sakinleştirici olarak piyasaya sunulan bir ilacın daha sonra hamilelerin mide bulantılarının geçirilmesinde kullanılması ile başlayan serüvenin acı sonuçlarının Türk bilim insanlarının ve dönemin Sağlık Bakanlığı'nın konuya duyarlılığı sayesinde nasıl engellendiği anlatılıyor.





, Ord.Prof. Dr. Süreyya Tahsin
Aygün

ProfDr Şükrü Kaymakçalan

Bu bilim insanına çok şey borçluyuz. Thalidomide etkin maddeli ilaçlar tüm dünyada farklı isimlerle aspirin gibi satılırken, Ord.Prof. Dr. Süreyya Tahsin Aygün Sağlık Bakanlığı'nı ilaca karşı uyarıyor ve ülkeye girişine engel oluyor. Bugün ülkemizde Thalidomide kullanımına bağlı hiçbir vaka yoktur. Ankara Üniversitesi Farmakoloji Profesörü Şükrü Kaymakçalan'ın toksisite çalışmalarını yeterli bulmaması ve buna bağlı olarak ilacın ruhsat alamamasının rolü olmuştur.

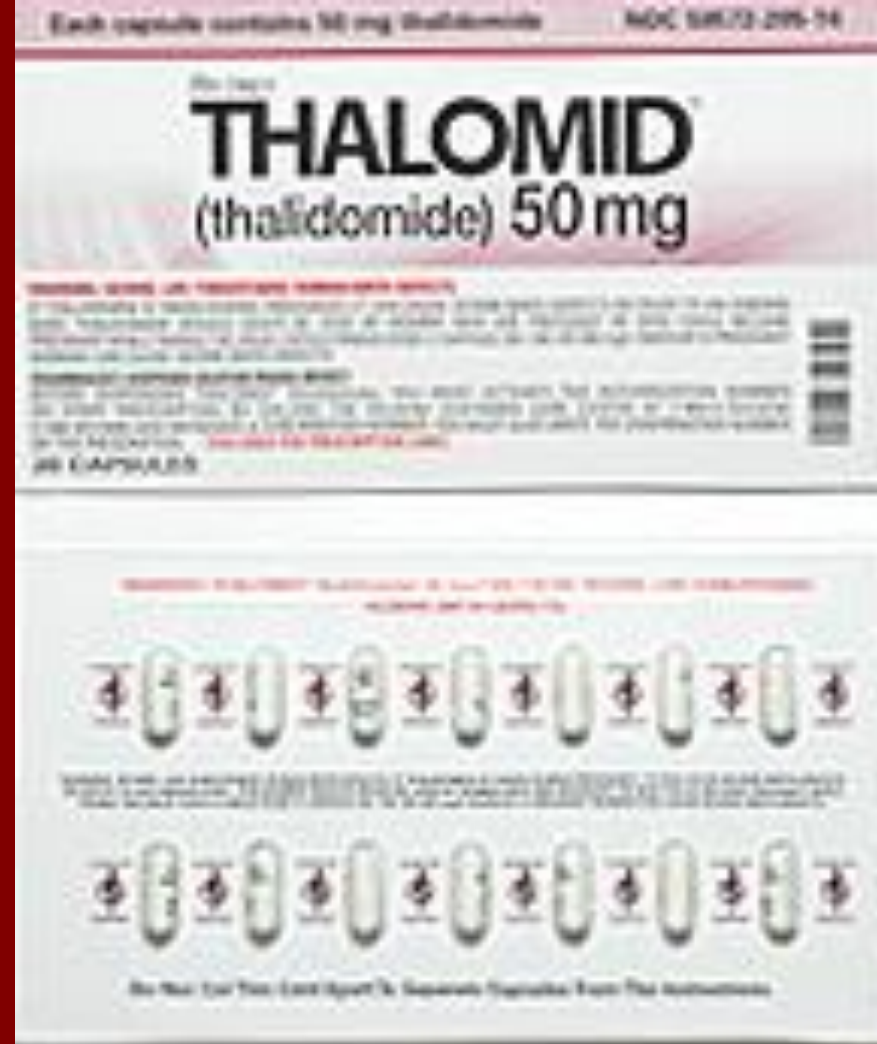


**Dr. Frances Oldham Kelsey'in 8 Ağustos
2015'te 101 yaşında vefat etmiş
KEVADON adlı ilaça ruhsat vermemiş
ABD'ni Talidomid faciasından korumuştur.**

- ❖ Amyotrophic lateral sclerosis
- ❖ Aphthous ulcer
- ❖ Behcet's syndrome
- ❖ Brain cancer
- ❖ Breast cancer
- ❖ Cachexia
- ❖ Colorectal cancer
- ❖ Congestive heart failure
- ❖ Crohn's disease
- ❖ Diarrhea
- ❖ **Erythema nodosum leprosum (ENL)**
- ❖ Fibrodysplasia ossificans progressiva
- ❖ Graft-versus-host disease

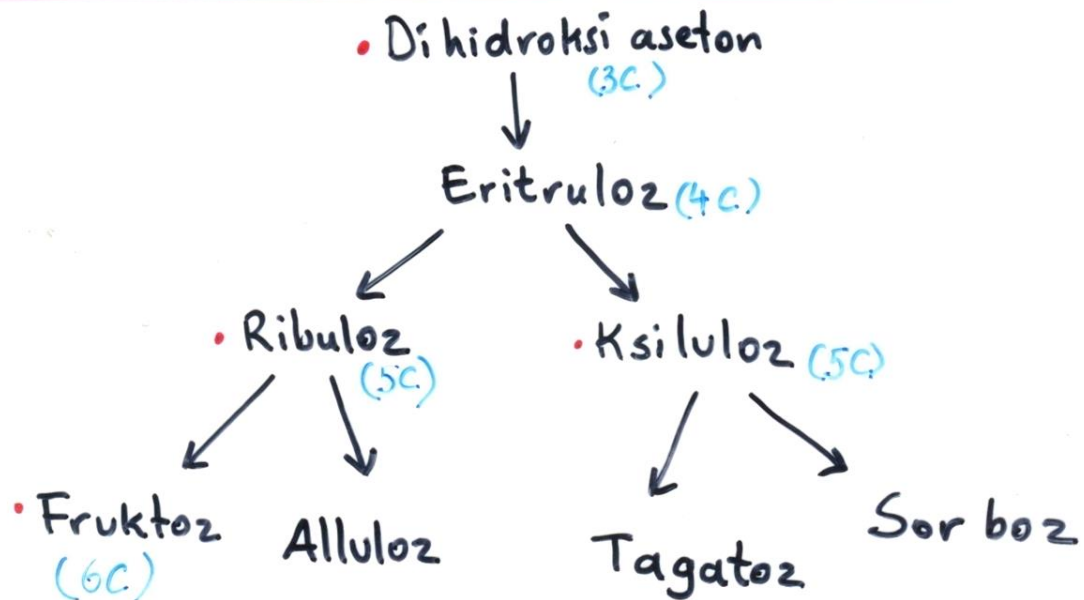
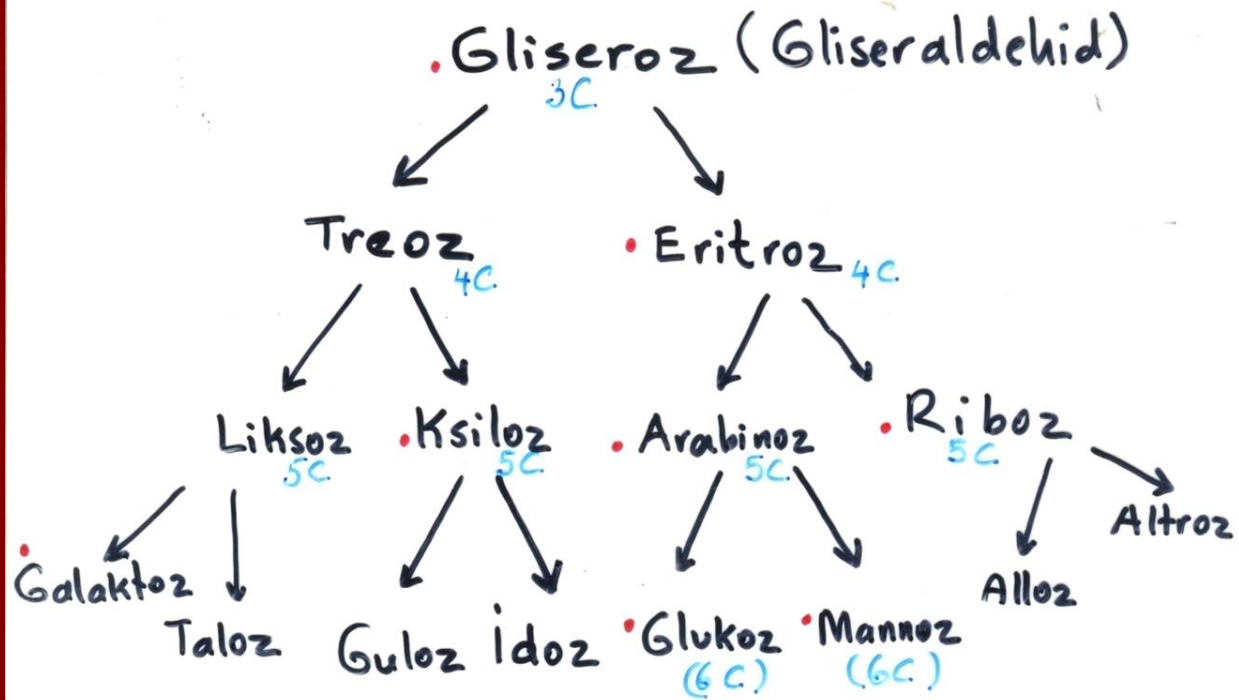
- ❖ Haematological malignancy
- ❖ HIV infections
- ❖ Hodgkin's disease
- ❖ Kaposi's sarcoma
- ❖ Leukaemia
- ❖ Macular degeneration
- ❖ Malignant melanoma
- ❖ Mycobacterium avium complex infections
- ❖ Myelodysplastic syndrome
- ❖ Myelofibrosis
- ❖ Myeloid leukaemia
- ❖ Non-Hodgkin's lymphoma

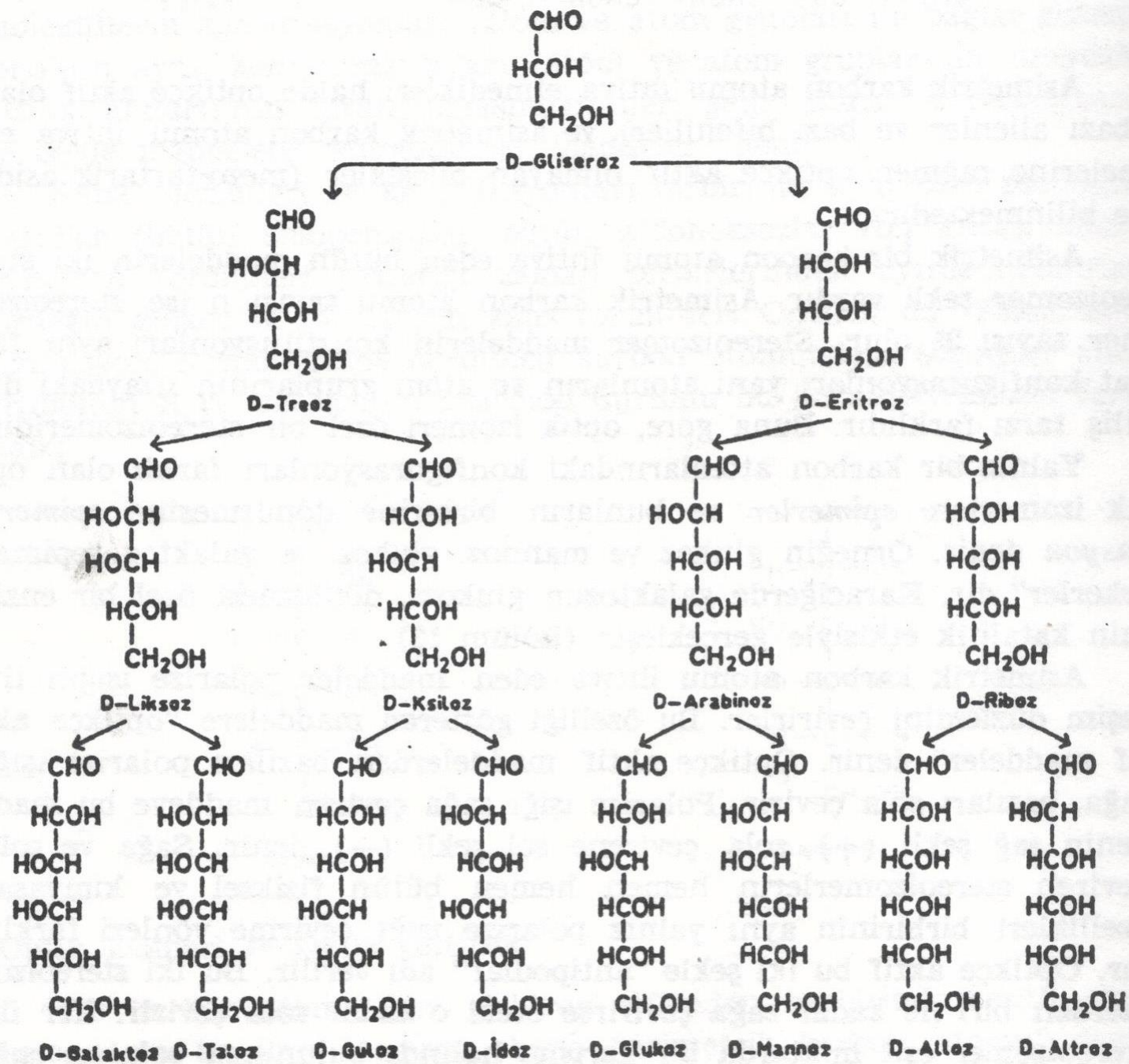
- ❖ Non-small cell lung cancer
- ❖ Ovarian cancer
- ❖ Pain
- ❖ Prostate cancer
- ❖ Prurigo nodularis
- ❖ Renal cancer
- ❖ Rheumatoid arthritis
- ❖ Small cell lung cancer
- ❖ Systemic lupus erythematosus
- ❖ Thyroid cancer
- ❖ Tuberculosis

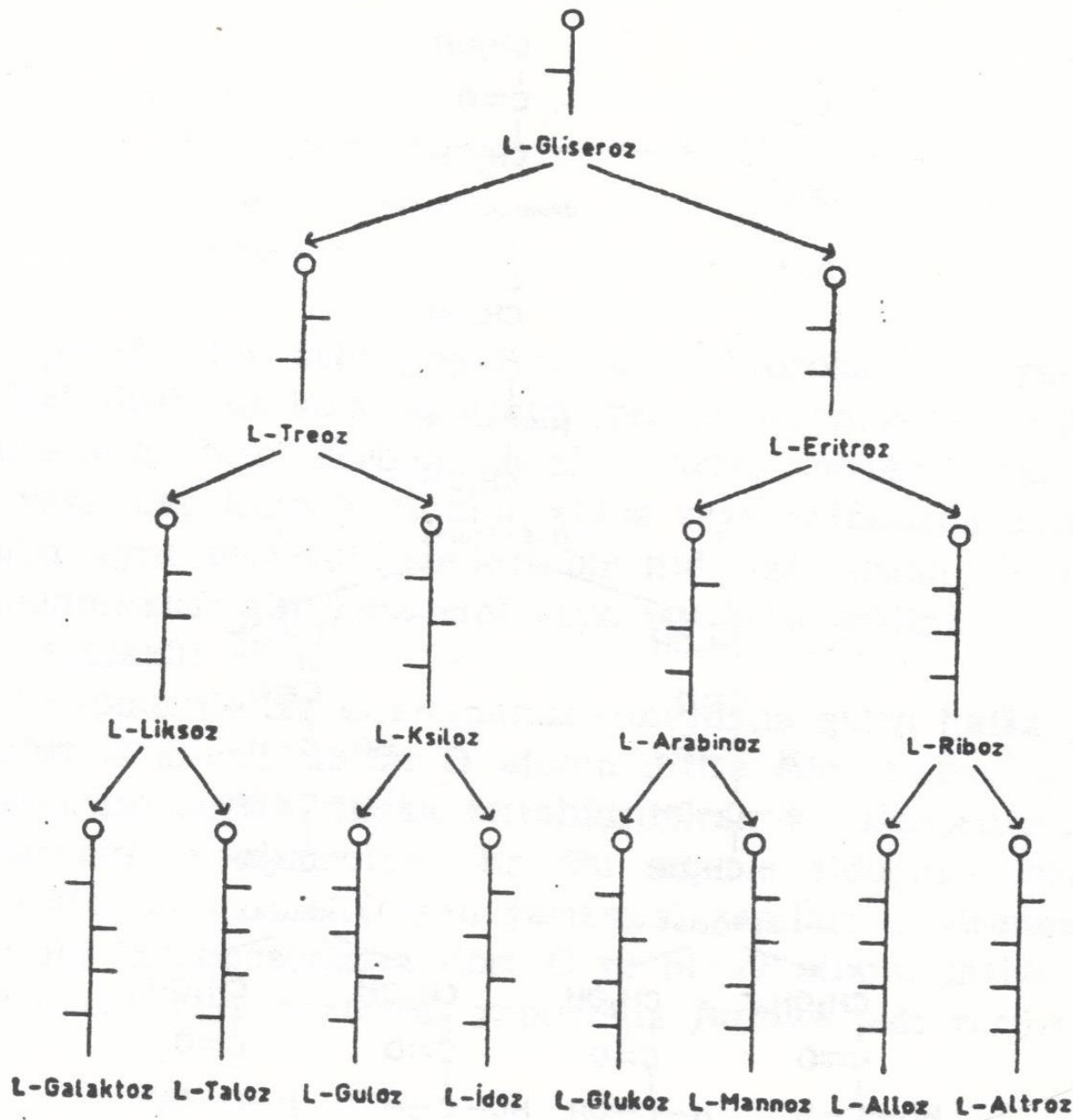


Multipl myelom hastalığında kullanılıyor
THALIDOMIDE Celgene Kapsül Er-Kim ilaç 750-1145 TL
THALIDOMIDE Pharmion

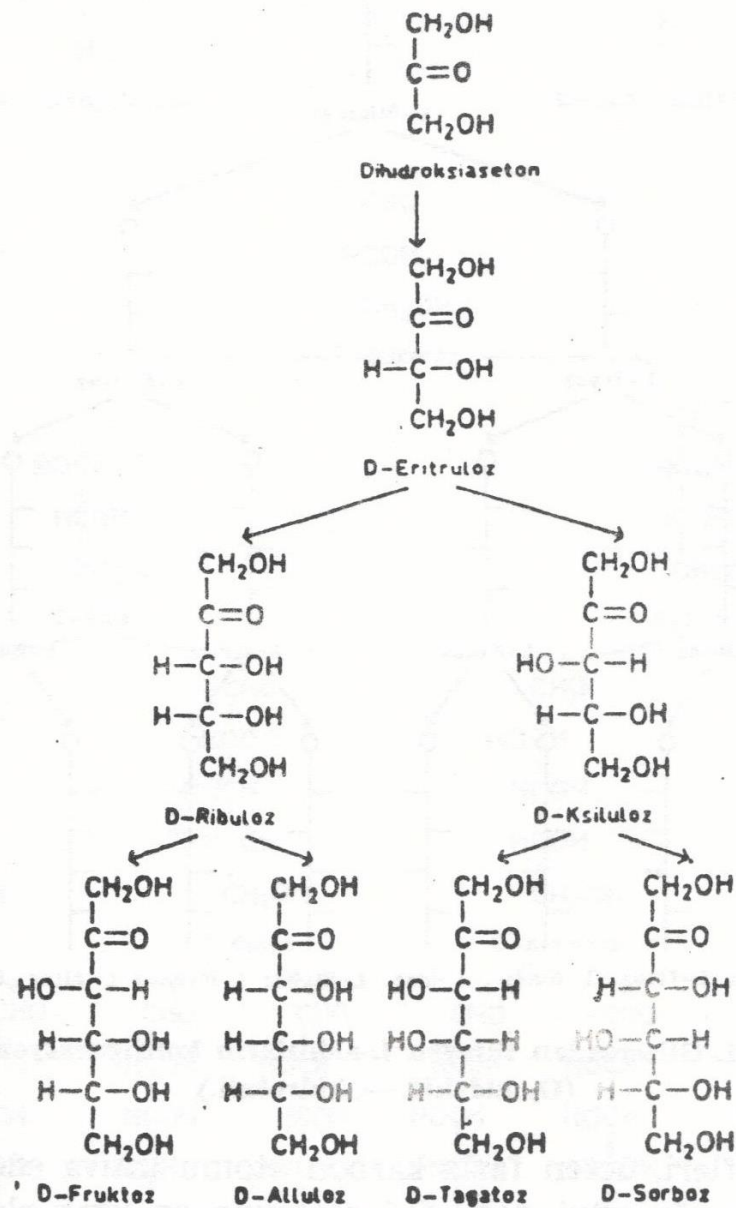
- . Asimetrik karbon atomu içeren bütün maddelerin iki stereoizomer şekli vardır. Asimetrik karbon atomu sayısı n ise stereoizomer sayısı 2^n olur.
- 2^4 : 16 Aldoheksozlar
- 2^3 : 8 Ketoheksozlar



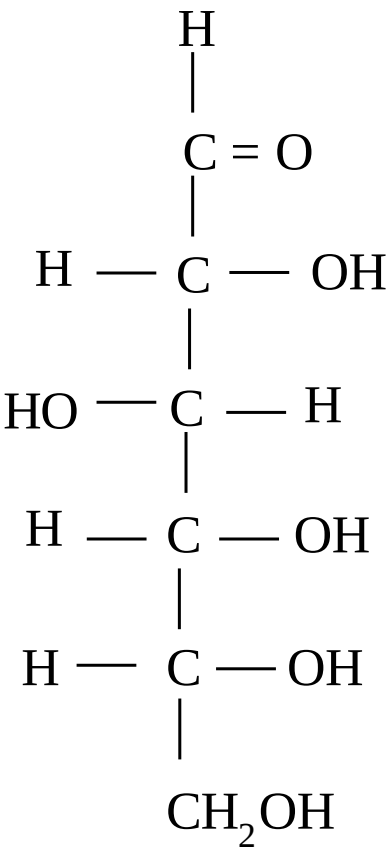




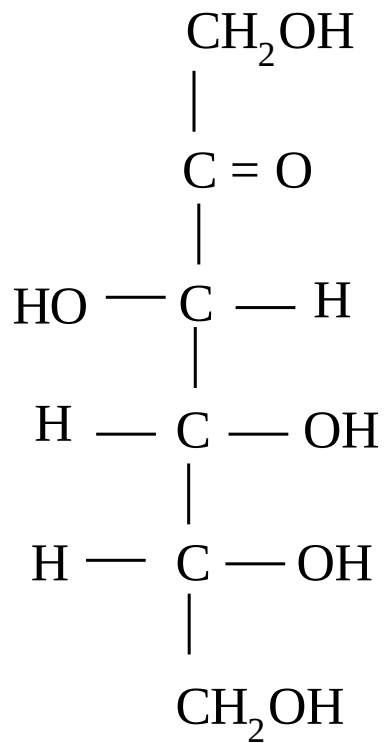
Şekil 6-2. L-Gliserozdan türeyen L-aldozların konfigürasyon şemaları.
(O, aldehid. —, hidroksil.)



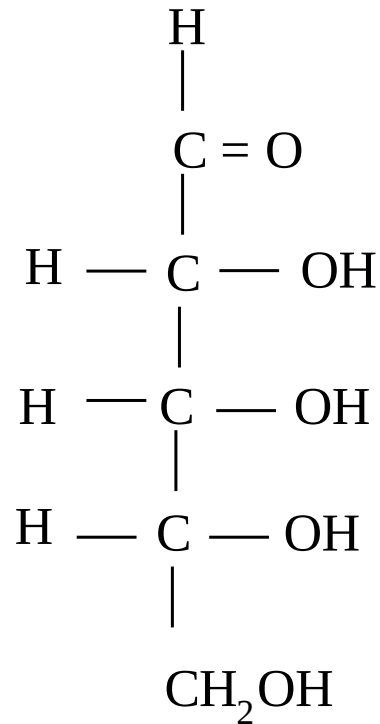
Şekil 6-3. Dihidroksiasetondan türeyen D-ketozların konfigürasyonları.



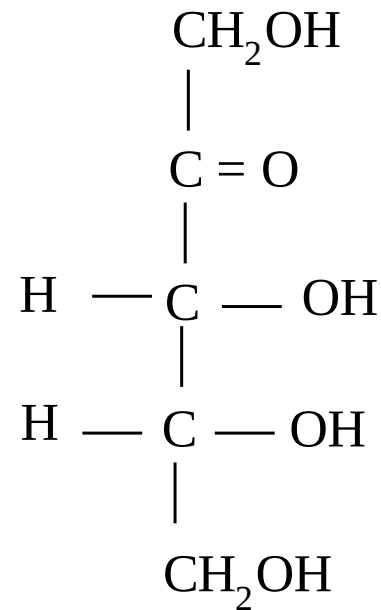
D-Glukoz



D-Fruktoz



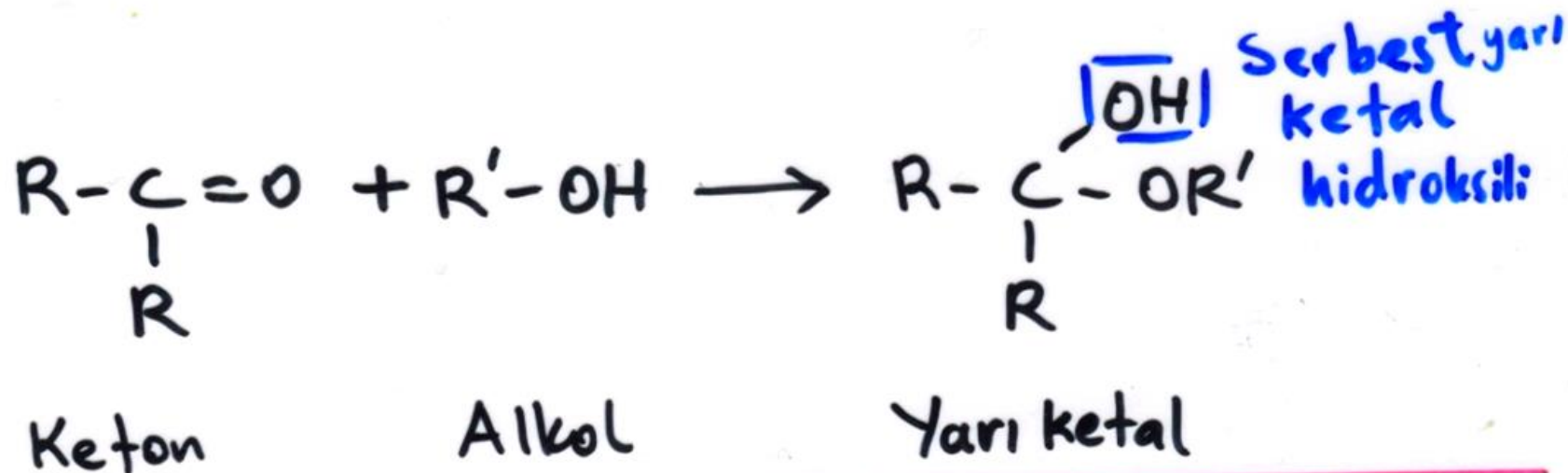
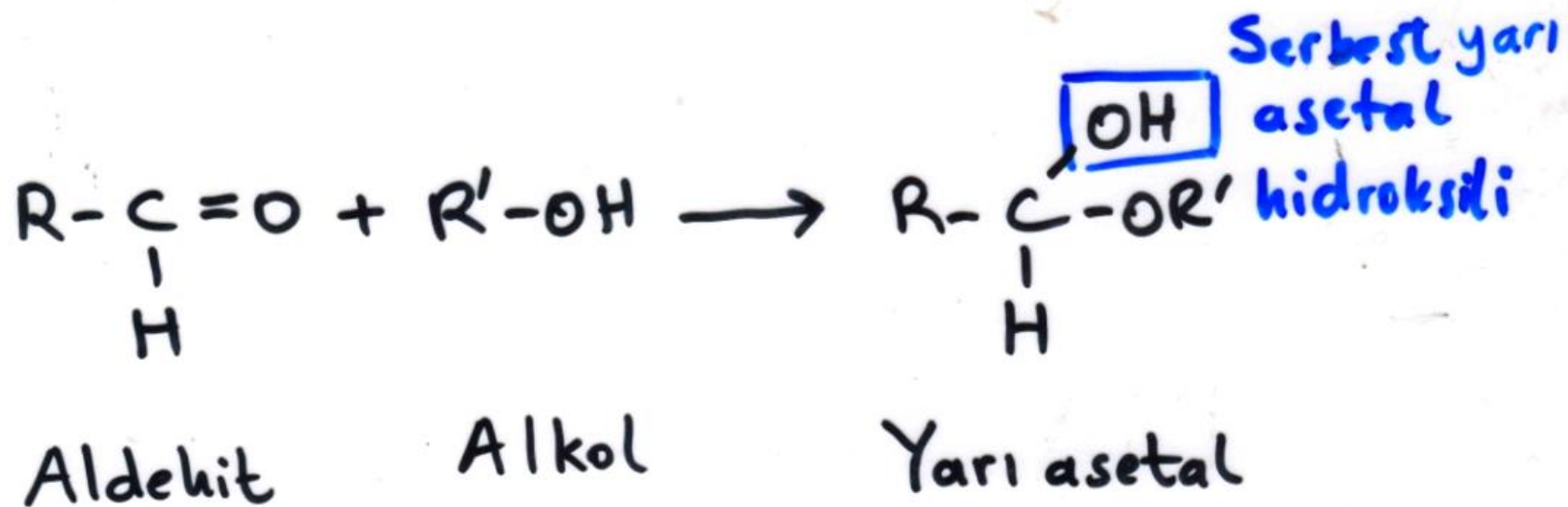
D-Riboz

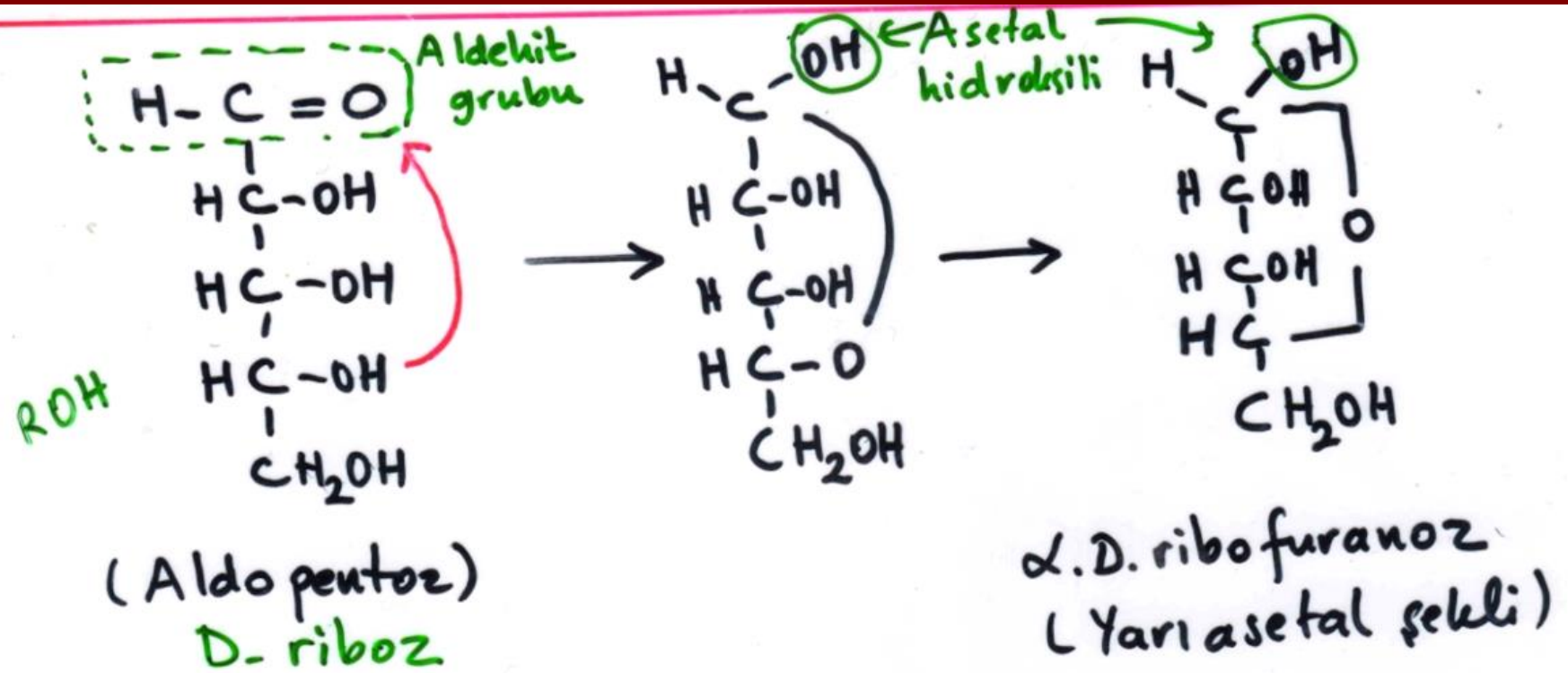


D-Ribuloz

Monosakkaridlerin yarıasetal şekilleri (piranozlar ve furanozlar)

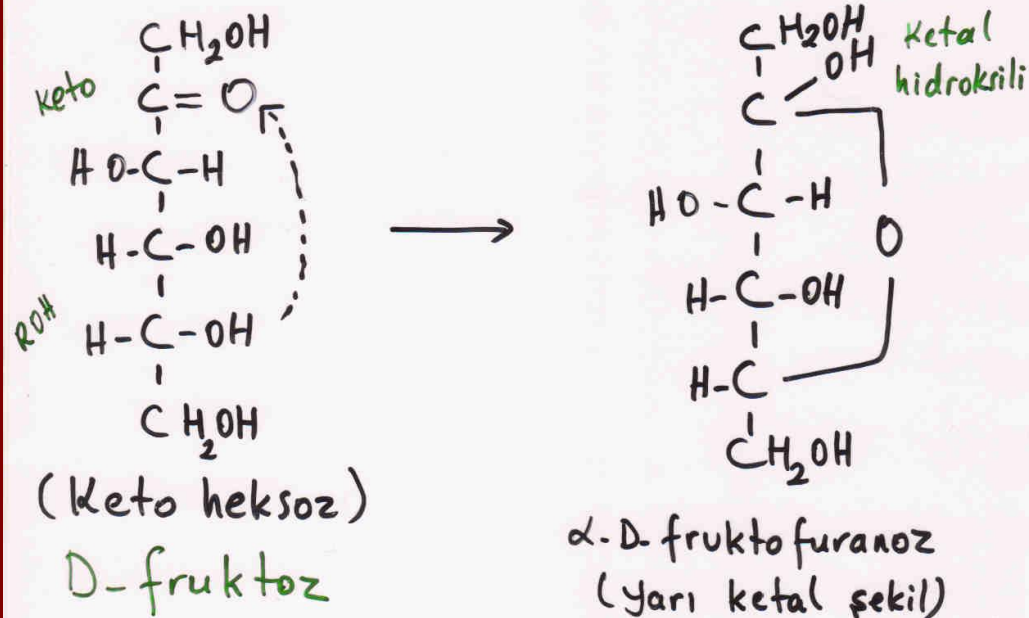
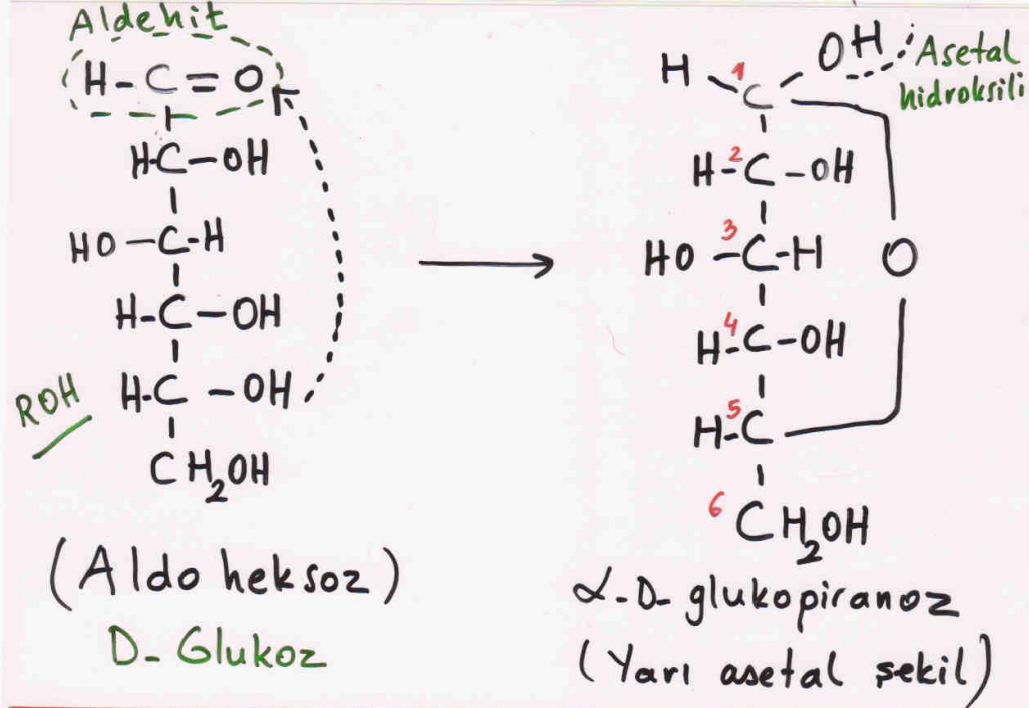
- Bir **aldehid** grubunun herhangi bir **alkol** hidroksili ile reaksiyona girmesi sonucunda **yarıasetal**,
- Aynı aldehid grubunun iki alkolün hidroksili ile birden reaksiyona girmesiyle **asetal** oluşur.

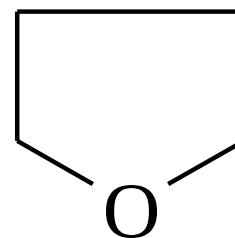
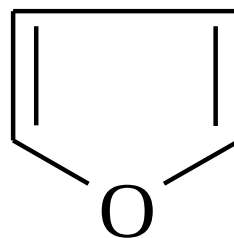
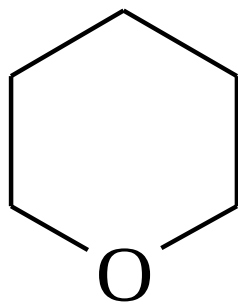
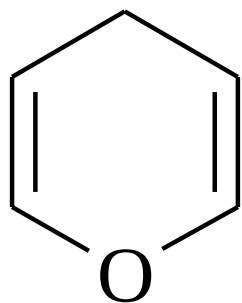




Aldo heksozlar → Piranozlar
 Aldo pentozlar } → Furanozlar
 Keto heksozlar }

Fischer formülleri





Piran

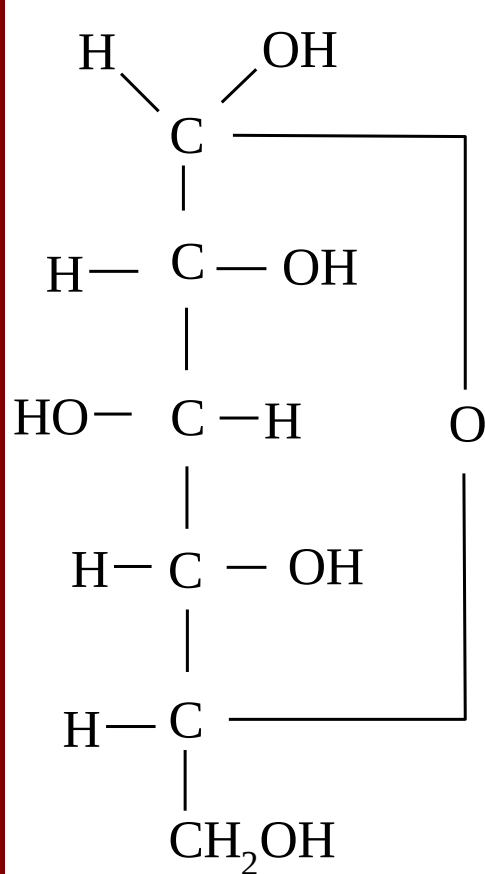
Tetrahydropiran

Furan

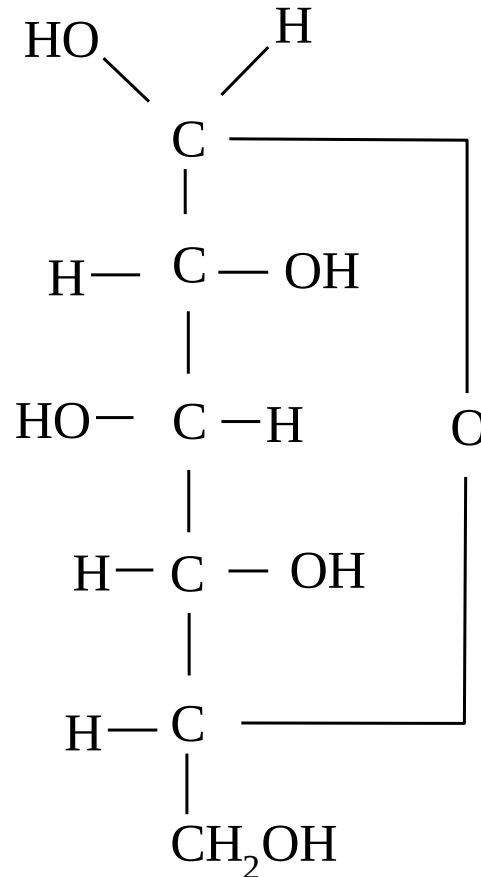
Tetrahydrofuran

Aldoheksozlar	→	Piranoz
Aldopentozlar	→	Furanoz
Ketoheksozlar	→	Furanoz

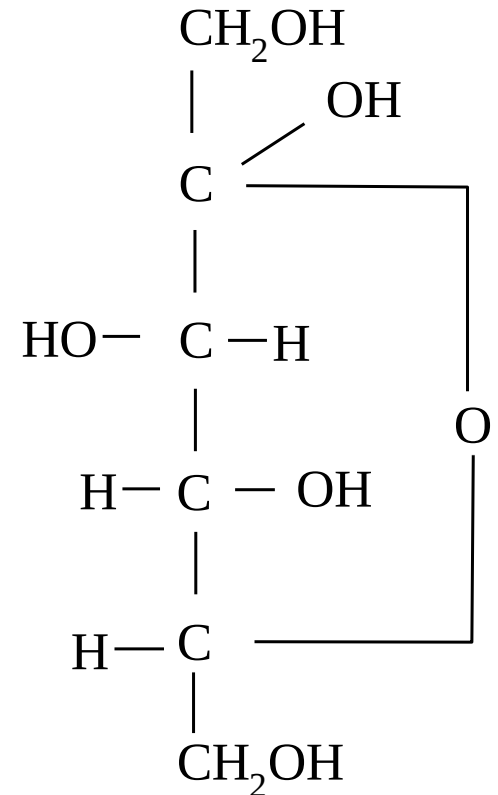
Fischer formülleri



α -D-Glukopiranoz



β -D-Glukopiranoz



α -D-Fruktofuranoz

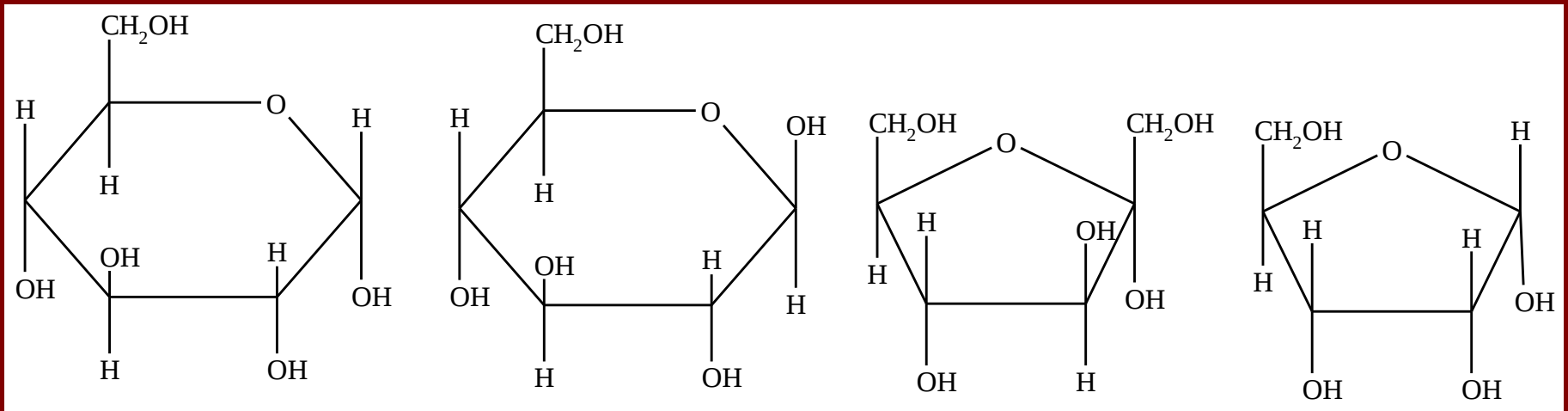
- Yariasetal veya yarıketal grubunun karbon atomu da asimetric olduğundan bu monosakkaridler iki çeşit piranoz ve furanoz teşkil edebilir. Bunlara α - ve β -şekilleri adı verilir.

D-serisinde:

- Asetal veya ketal hidroksili sağda: α -şekli
- Asetal veya ketal hidroksili solda: β -şekli
- Monosakkaridlerin α - ve β -izomerlerine **anomer** denir.

Haworth formülleri

- Monosakkaridlerin piranoz veya furanoz şekillerini halka şeklinde yazmak daha doğrudur.

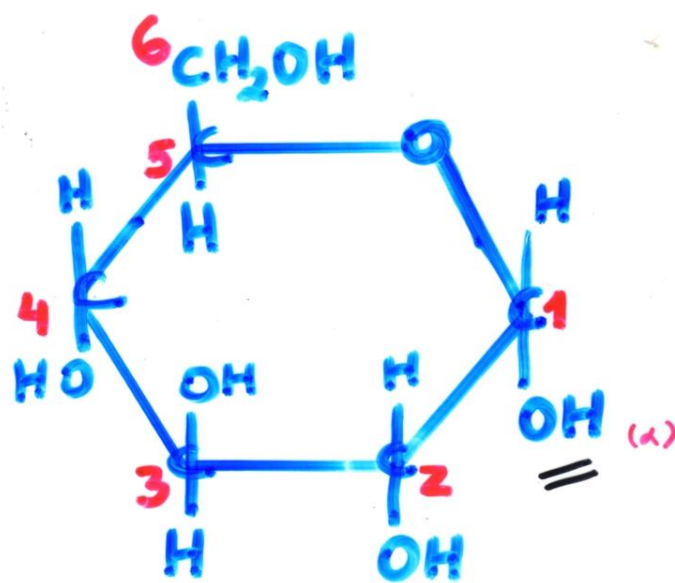


α -D-Glukopiranoz

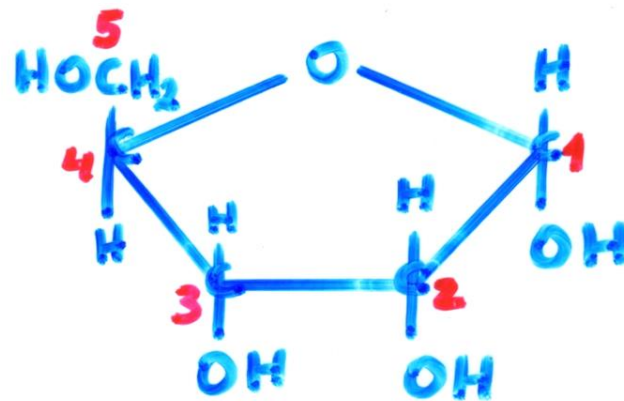
β -D-Glukopiranoz

α -D-Fruktofuranoz

α -D-Ribofuranoz

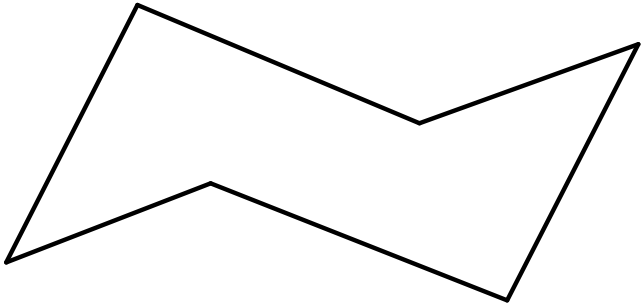


α -D-Glucopiranoz

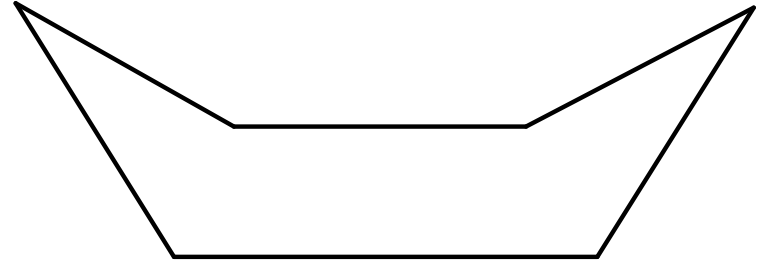


α -D-Ribofuranoz

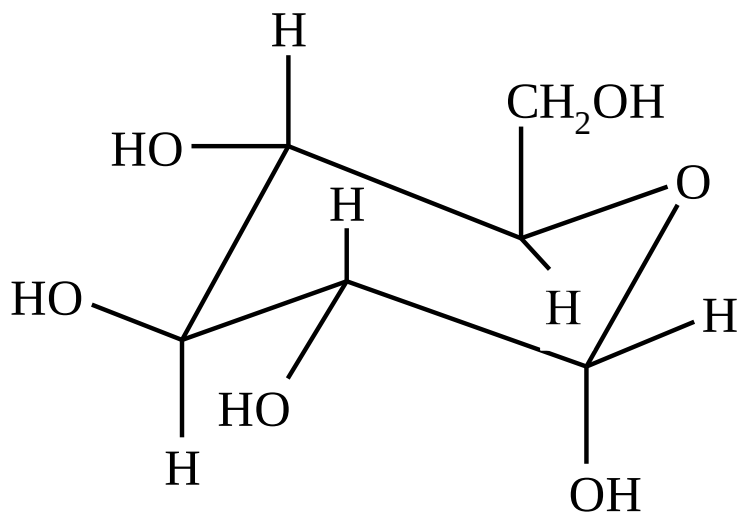
(Haworth formülleri)



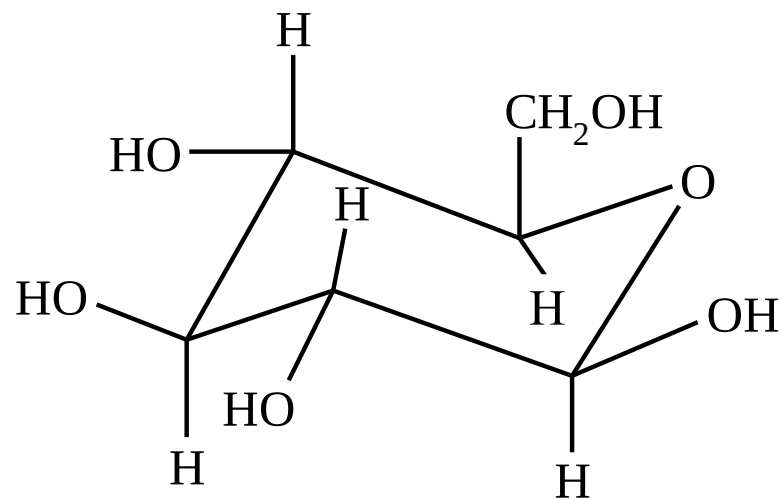
Sandalye şekli



Kayık şekli



α -D-Glukopiranoz



β -D-Glukopiranoz

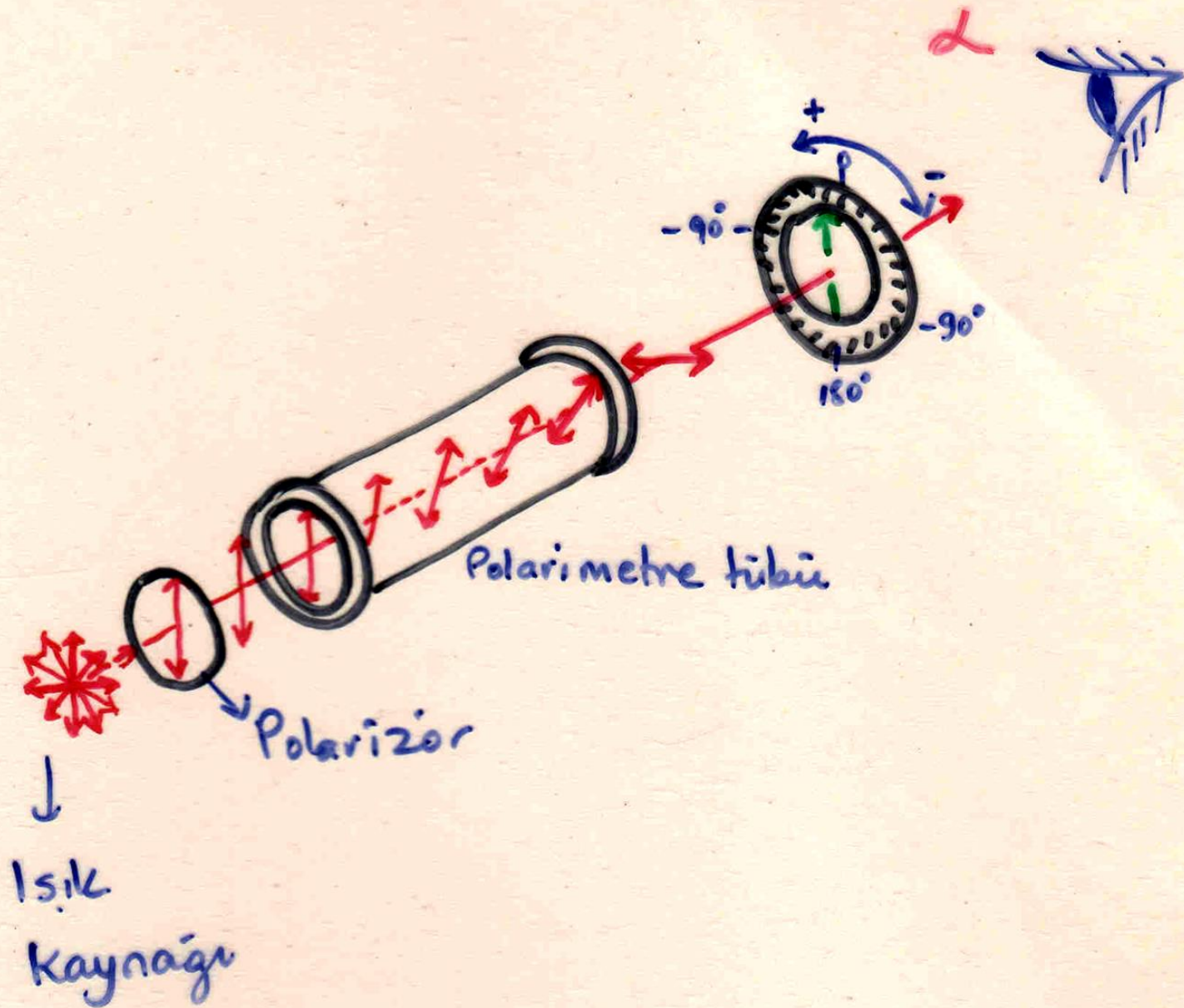
- Enantiomerler (ayna hayali)
- Epimerler
- D ve L şekerler
- Optikçe aktiflik: d (+) ve l (-) şekerler
- Rasemik karışım (+, - ; d, l)
- Anomerler (α ve β)

Spesifik çevirme

- Spesifik çevirme, $[\alpha]D^{20}$, optikçe aktif bir maddenin %100'lük bir çözeltisinin, bir desimetre uzunluğundaki tabakasından geçen monokromatik (tek dalga boylu), polarize sodyum ışığını 20°C'de çevirme açısıdır.

$$[\alpha]D^{20} = \frac{100 \times \alpha}{l \times C} \quad \Rightarrow \quad C = \frac{100 \times \alpha}{[\alpha]D^{20} \times l}$$

- α = Çevirme açısı
- l = Polarimetre tübünün uzunluğu
- C = Konsantrasyon
- $[\alpha]D^{20}$ = Spesifik çevirme (glukoz için 52.5°)



Mutarotasyon

- Monosakkaridlerin α ve β şekilleri çözelti içinde denge halinde bulunurlar
- α -glukoz suda çözülürse, başlangıçta $+113^\circ$ 'lik bir spesifik çevirme gösterir. Fakat sonra çözeltinin çevirmesi yavaş yavaş azalır ve nihayet **$+52.5^\circ$ 'de** sabit kalır.
- α -glukoz yavaş yavaş kısmen β -glukoza dönüşür

MONOSAKKARİDLER

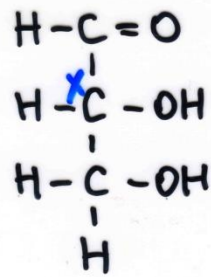
- Triozlar (3 C): En basit monosakkaridlerdir.

D-gliseraldehid (gliseroz) (aldotrioz)

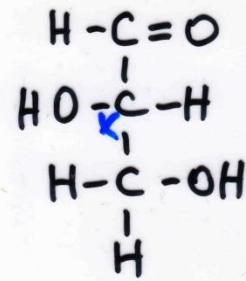
Dihidroksiaseton (ketotrioz)

- Tetrozlar (4 C):

Eritroz (aldotetroz): Karbohidrat metabolizmasında ara ürün

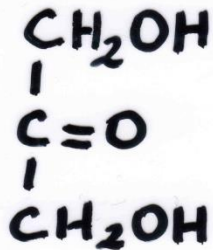


D-Gliseraldehit

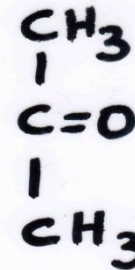


L-Gliseraldehit

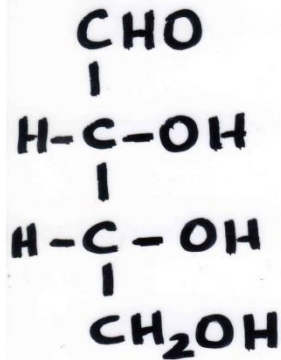
TRIOZLAR



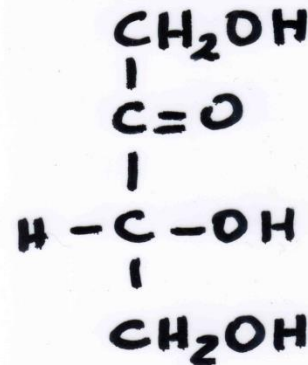
Dihiidroksi aseton



Aseton



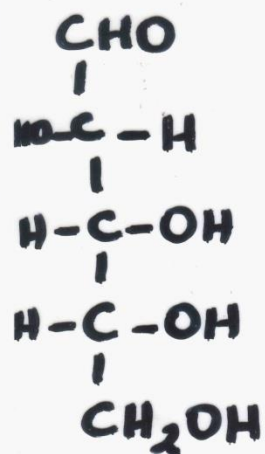
D-Eritroz



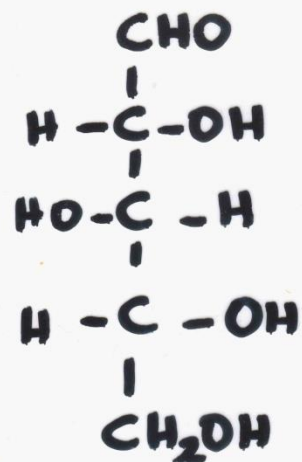
D-Eritruloz

TETROZLAR

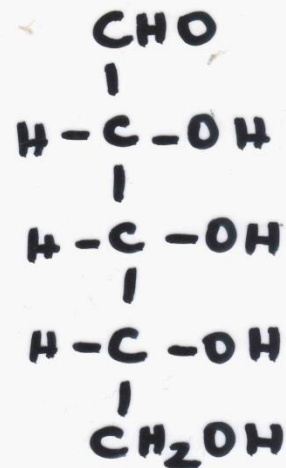
- **Pentozlar (5 C):**
- **D-riboz** (aldopentoz): Enzimlerin kofaktör kısmında ve nukleik asidlerde
- **2-dezoksi-D-riboz:** Nukleik asidlerde
- **L-arabinoz** (aldopentoz)
- **D-ksiloz** (aldopentoz): Bitkilerde polisakkarid halinde
- **L-ksiluloz** (ketopentoz): Glukoz ve glukuronik asid metabolizmalarında ara ürün



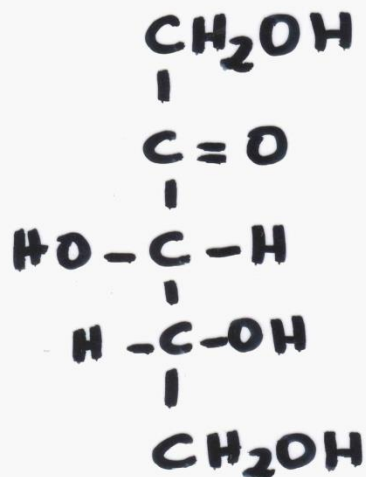
D-Arabinoz



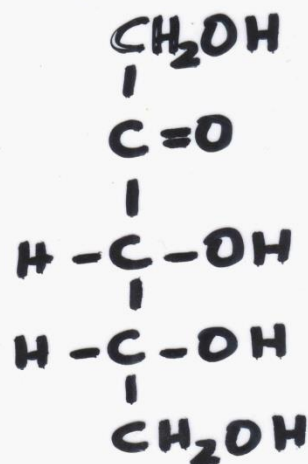
D-Ksiloz



D-Riboz



D-Ksiluloz



D-Ribuloz

PENTOZLAR

- **Heksozlar (6 C):**
- **Glukoz** (aldoheksöz, **dekstroz**): Kanda, bazı meyvelerde, balda, nişastada, glikojende
- **Galaktoz** (aldoheksöz): Laktozda, serebrozidlerde, bitki polisakkaridlerinde
- **Mannoz** (aldoheksöz): Glikoproteinlerde, bitki polisakkaridlerinde
- **Fruktoz** (ketoheksöz, **levüloz**): Balda, bazı meyvelerde, sperma sıvısında

- **Heptozlar (7 C):**
- **Sedoheptuloz:** Karbohidrat metabolizmasında ara ürün

Monosakkaridlerin bazı özellikleri

- Çözünme yetenekleri
- Tatlılıkları

Şeker	Tatlılık Derecesi
Laktoz	16
Galaktoz	32
Maltoz	32
Ksiloz	40
Glukoz	74
Sakkaroz	100
İnvert şeker	130
Fruktoz	173

Yüksek Yoğunluklu Tatlandırıcılar	Tatlılık Derecesi (Sakkaroz 1)
Siklamatlar	30
Aspartam	180
Asesülfat K	200
Sakarın	300
Steviol Glikozidler	300
Aspartam Asesülfat Tuzu	350
Sukraloz	600
Neohesperidin	1500
Thaumatine	2500
Neotam	8000

- Dehidratasyon reaksiyonları

Pentozlar + Orsinol $\longrightarrow$ **Yeşil** (Bial testi)

Pentozlar + Floroglisin $\longrightarrow$ **Kırmızı**

Ketozlar + Rezorsinol $\longrightarrow$ **Kırmızı**
(Seliwanoff reaksiyonu)

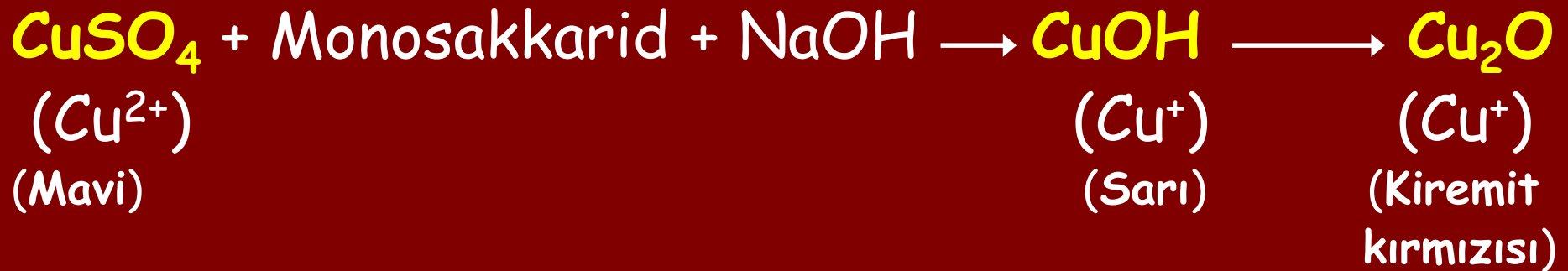
Karbohidrat + α -Naftol + H_2SO_4 $\longrightarrow$
Menekşe renkli halka (Molisch reaksiyonu)

Monosakkaridlerin bazı özellikleri

- İndirgeme özellikleri:

Yapılarında **serbest bir aldehid** veya **serbest bir ketol** (hidroksiketon) grubu bulunduğundan bütün monosakkaridler indirgendirler.

Alkali ortamda ve sıcakta



Monosakkaridlerin bazı özellikleri

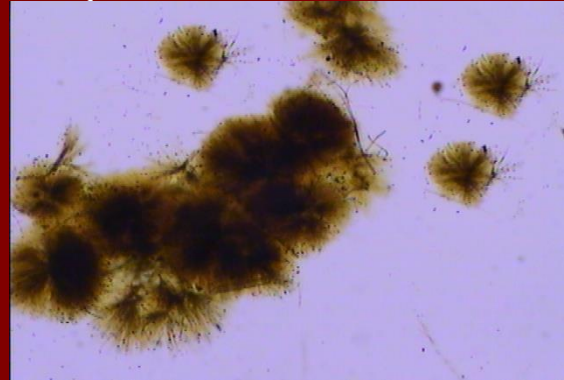
- Fenilhidrazin ile reaksiyonları

Fenilhidrazin + Na-asetat + Glukoz veya Laktoz
sarı kristaller

Glukosazon
(çam dalı)



Laktosazon
(deniz kestanesi)



Monosakkaridlerin bazı özellikleri

- Fermentasyonları



Glukoz

Etil alkol

Şekerlerin fermentasyona uğrayabilmesi için karbon sayılarının 3 ve 3'ün katları olması gerekir. **Pentozlar** fermente olmaz. Şekerdeki -H ve -OH gruplarının enzimin etki edeceği konformsyonda olması gerekir. Glukoz fermente olur, galaktoz olmaz.

Monosakkarid türevleri

Fosfat türevleri

Monosakkaridin -OH grubu + H_3PO_4

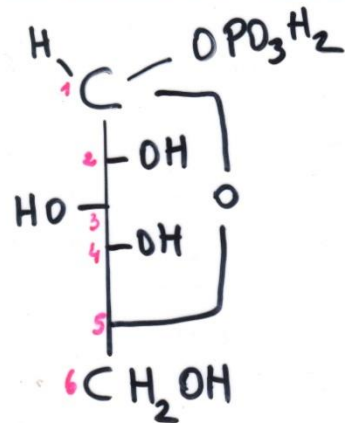
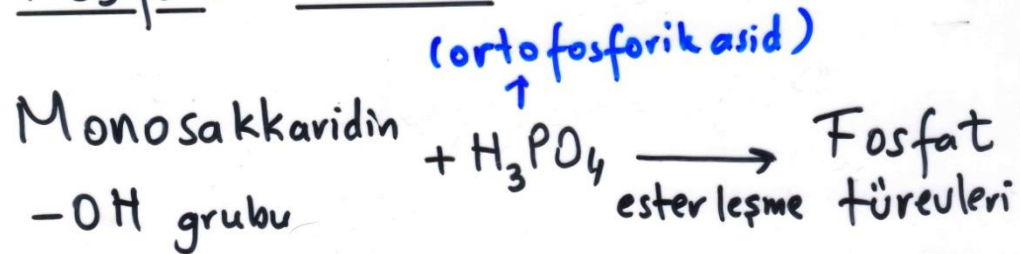
esterleşme



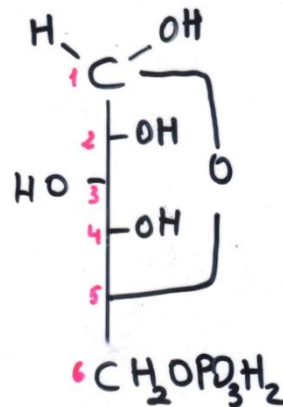
Monosakkaridin fosfat türevi

Monosakkarid türevleri:

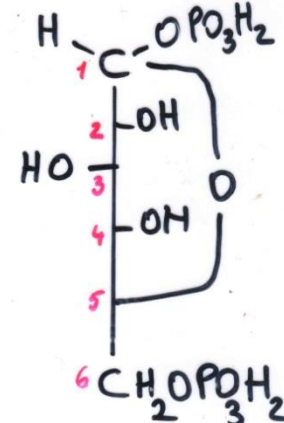
Fosfat Türevleri



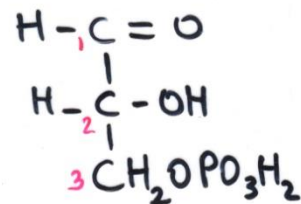
Glukoz -1-P



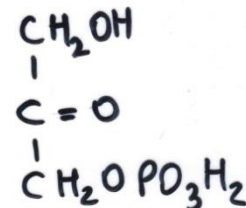
Glukoz-6-P



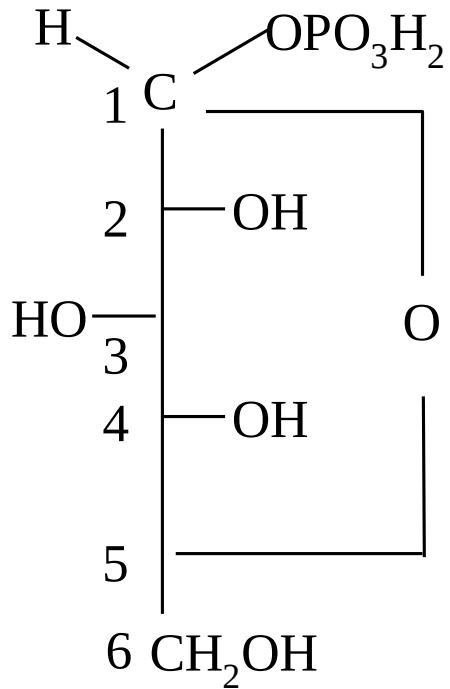
Glukoz-1,6-bisP



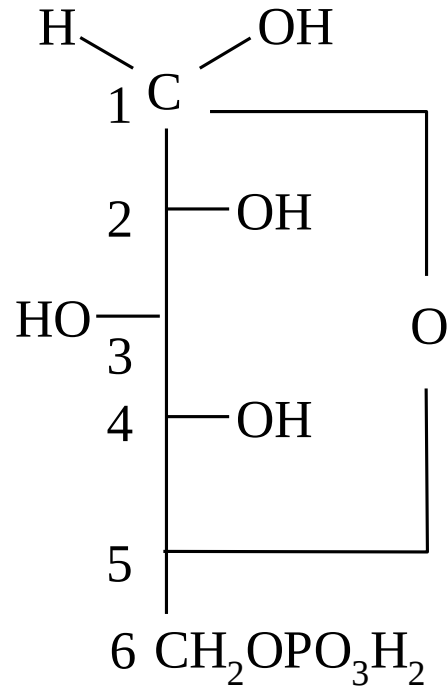
Gliseraldehit -3-P



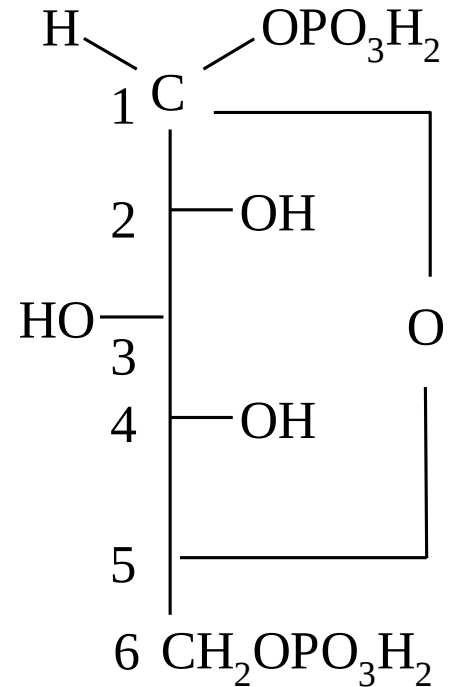
Di hidroksi aseton fosfat



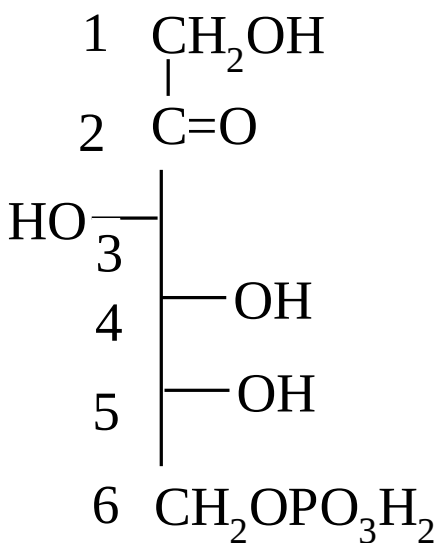
Glukoz-1-fosfat



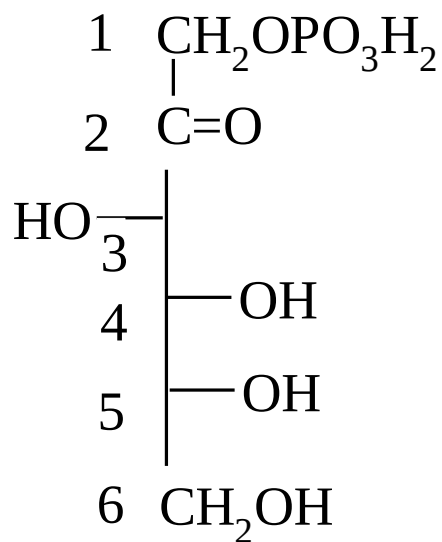
Glukoz-6-fosfat



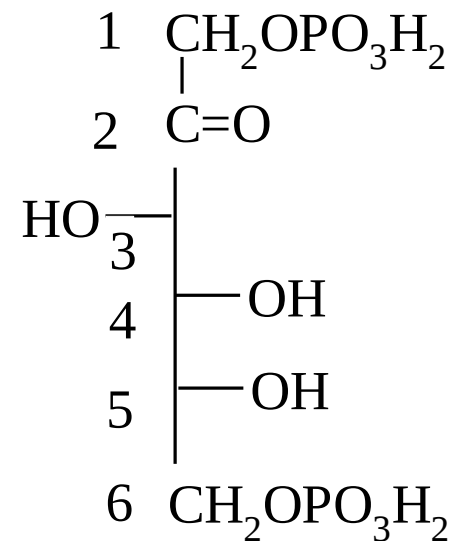
Glukoz-1,6-bisfosfat



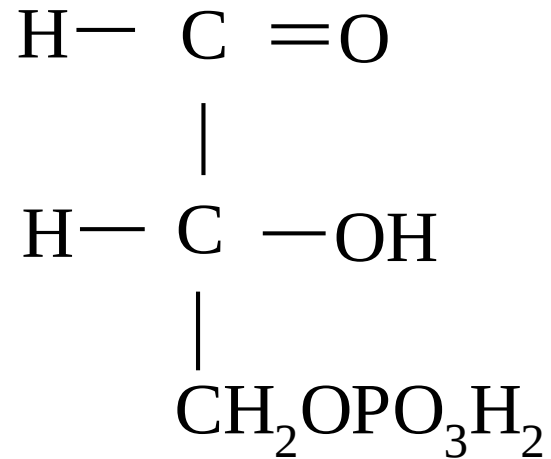
Fruktoz-6-fosfat



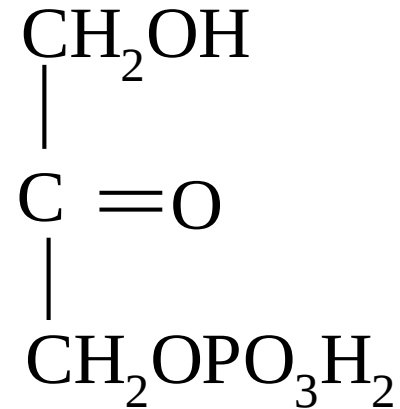
Fruktoz-1-fosfat



Fruktoz-1,6-bisfosfat



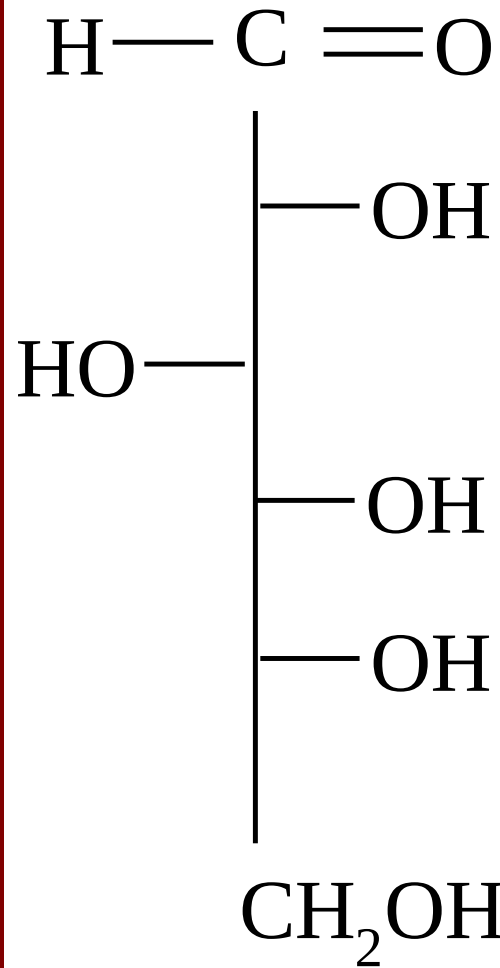
Gliseraldehid-3-fosfat



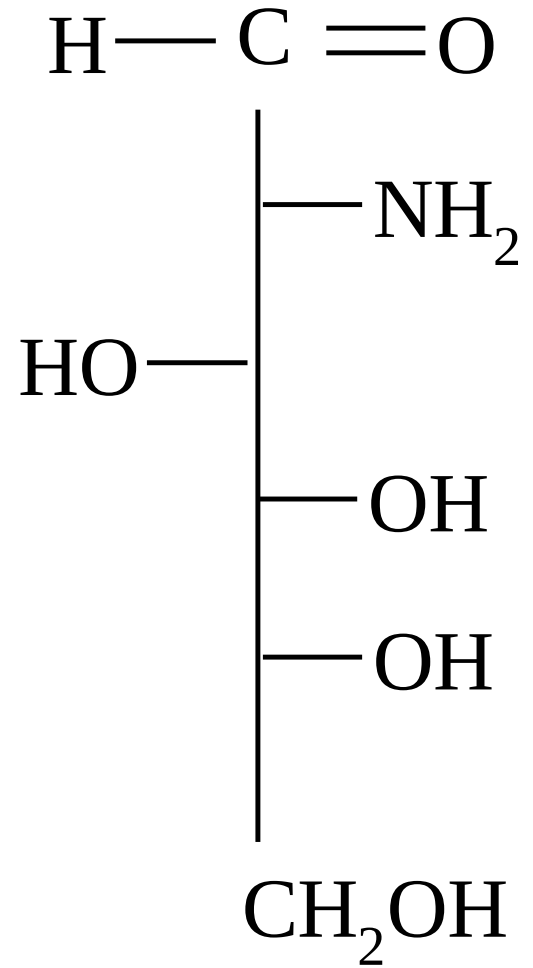
Dihidroksiaseton fosfat

Amino türevleri

- Glukoz $\Rightarrow$ **Glukozamin** (**Kitozamin**; 2-amino-2-dezoksi glukoz) kitinde, bazı heteropolisakkaridlerde (örn: Heparin) bulunur.
- Galaktoz $\Rightarrow$ **Galaktozamin** (**Kondrozamin**; 2-amino-2-dezoksi galaktoz) kondroitin sülfatta (kıkırdakta) bulunur.

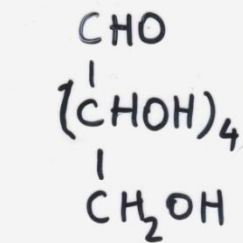


D-Glukoz

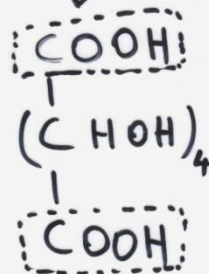


D-Glukozamin

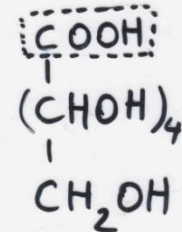
Asid türevleri



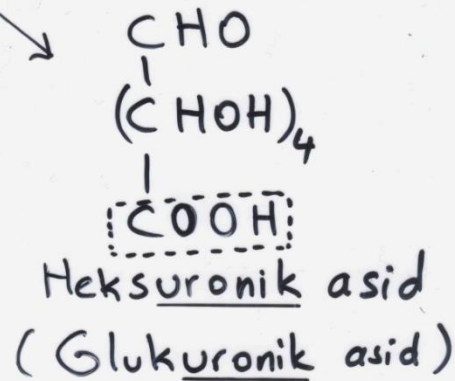
Heksoz
(Glukoz)



Sakkarik asid
(Glukarik asid)



Heksonik asid
(Glukonik asid)



Asid türevleri:

Heksozlardaki

Aldahid grubu $\rightarrow$ -COOH - onik asid
Primer alkol " $\rightarrow$ -COOH - uronik "
Aldahid ve primer alkol grubu $\rightarrow$ -COOH - sakkarik "

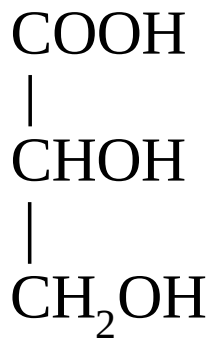
D-glukuronik asid
D-mannuronik asid
D-galakturonik asid
L-iduronik asid

} Heteropolisakkarid-
lerde bulunur.

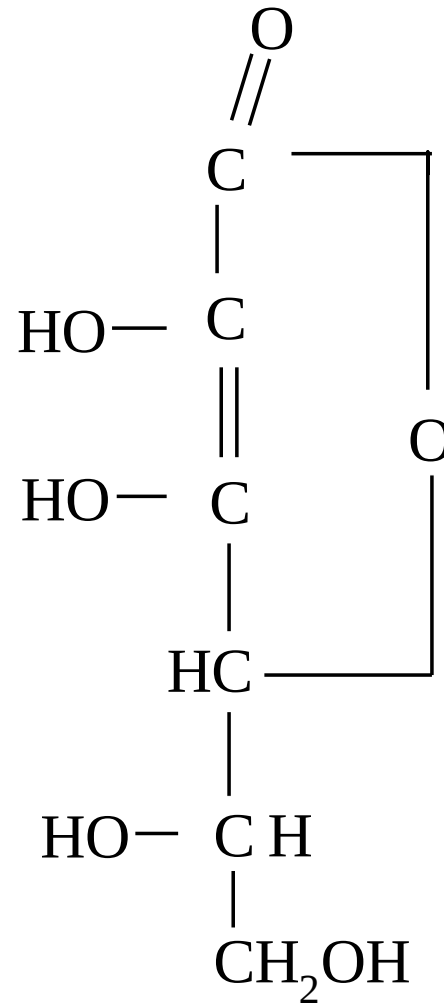
Askorbik asid = C-vit. (Heksonik asid türevidir)

$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ Gliserik asid $\rightarrow$ Karbohidrat metabo-
lizması ara ürünü
 $\downarrow$
(Gliseraldehid'in türevi)

Musik asid $\rightarrow$ bir sakkarik asiddir
(galaktozdan türer)



Gliserik asid



Askorbik asid
(2,3-Endiol-L-gulono-1,4-lakton)

Dezoksi türevleri

$-\text{CHOH} \rightarrow -\text{CH}_2$ (metilen)

$-\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow -\text{CH}_3$ (metil)

L-galaktoz } primer
L-mannoz } alkol grupları (6 No. C) $\rightarrow -\text{CH}_3$
dezoksijenasyon FUKOZ
RAMNOZ

D-riboz'un

2 No.lu sekonder
alkol grubu

$\rightarrow -\text{CH}_2$ (2-Dezoksi
(metilen) D-riboz)

↓
DNA'da bulunur

Fukoz: Sütte bulunan oligosakkaridler
kan grubu maddeleri polisakkaridleri

Ramnoz: Bitki polisakkaridleri

Alkol türevleri

Aldozlardaki aldehid grubu $\rightarrow$ primer alkol

Ketozlardaki keto grubu $\rightarrow$ sekonder alkol

He ksozlar $\rightarrow$ Heksitol (Bitkilerde bulunur,
Karbhidrat değildir,

Glukoz $\rightarrow$ Sorbitol

Galaktoz $\rightarrow$ Dulsitol (Galaktiol)

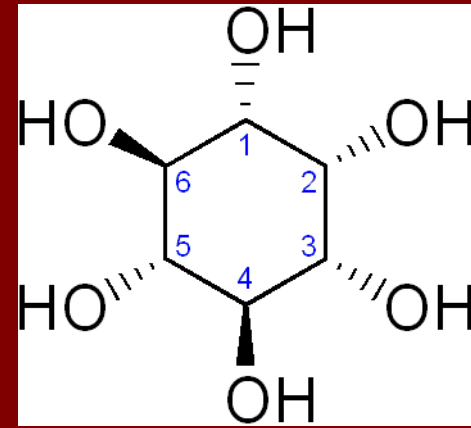
Mannoz $\rightarrow$ Mannitol

Siklitol (inositol) : B grubu vitaminlerinden-
 $C_6H_{12}O_6$ dir ve fosfolipidlerin
bileşiminde bulunur.

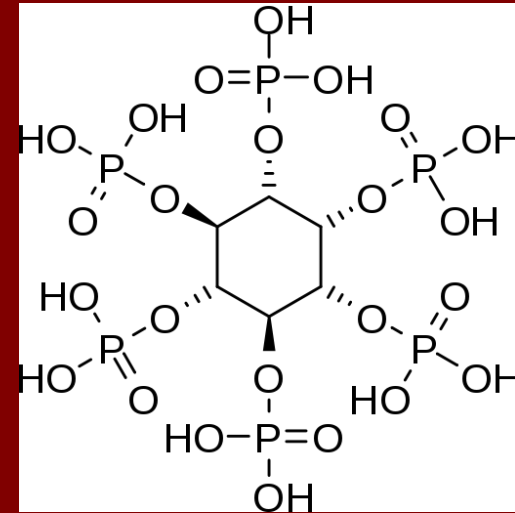
İnositol + $6 H_3PO_4 \xrightarrow{\text{esterleşme}}$ Inositol heksa-
fosfat
(Fitik asid)

Fitik asid ve
fitin bitkilerde
bulunur

↓
Fitin
(Fitik asidin Ca^{2+} veya
 Mg^{2+} tuzu)



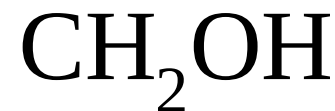
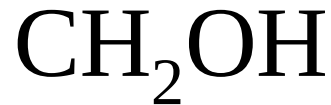
İnositol



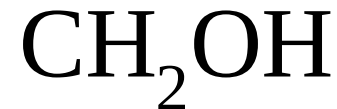
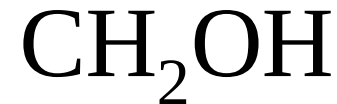
Fitik asid

Riboz $\longrightarrow$ Ribitol (riboflavinin bileşiminde bulunur)

Gliseraldehid $\longrightarrow$ Gliserol (lipidlerin ön maddesi)
Dihidroksiaseton



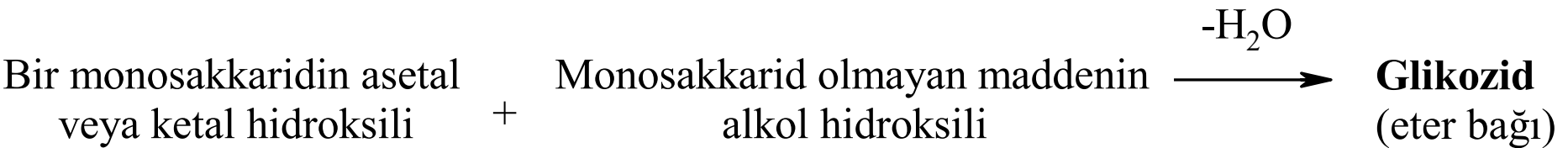
Gliserol



Heksitol

OLIGOSAKKARİDLER

- 2-10 monosakkarid biriminden oluşurlar.



- Glikozidin bileşimindeki monosakkarid olmayan maddeye **aglikon** denir.

OLİGOSAKKARİDLER

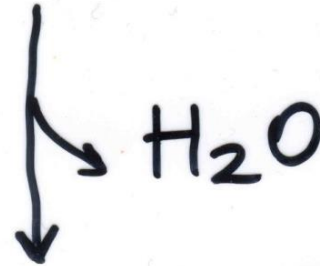
Bir monosakkaridin
serbest asetal
hidroksili veya

serbest ketal hidroksili

+

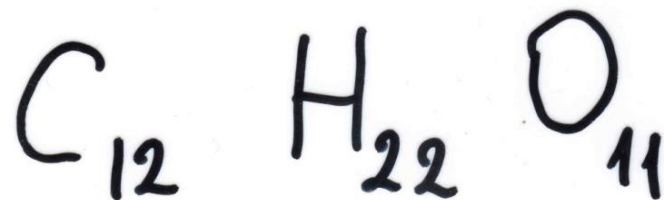
Bir başka

monosakkaridin
hidroksili



Glikozid (Disakkarid)

Glikozid bağı (Eter bağı)



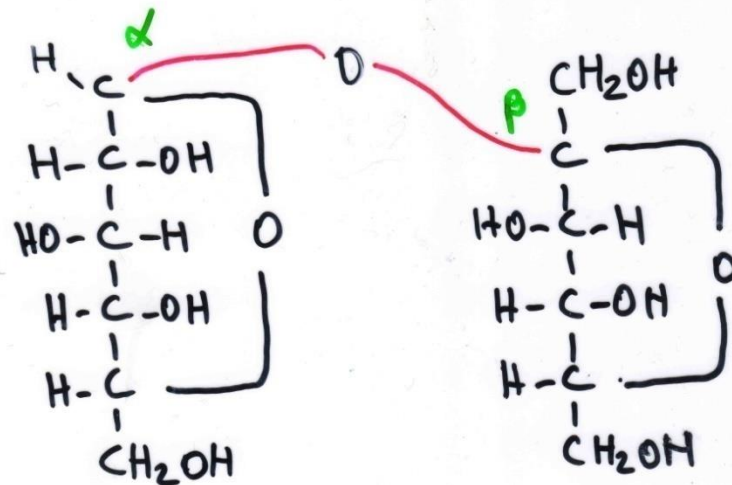
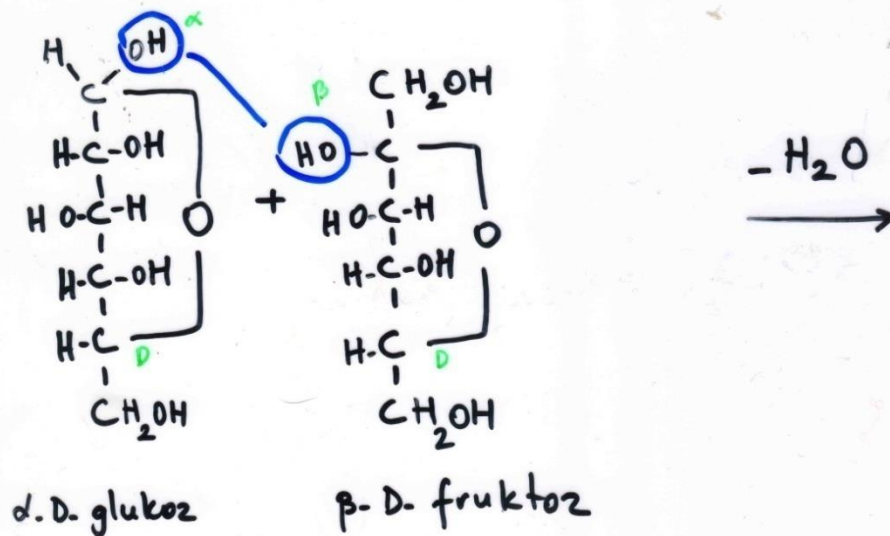
Disakkaridler

- $C_{12}H_{22}O_{11}$
- İnsan ve hayvan organizmaları için en önemli oligosakkaridler **disakkaridlerdir**.
- Molekülünde serbest bir asetal veya ketal hidroksili içeren disakkarid indirgendir

- **Maltoz:** Nişasta şekeri, Malt şekeri
 - **Laktoz:** Süt şekeri
 - **Sukroz:** Sakkaroz: Çay şekeri
 - **Trehaloz:** Böceklerle ait bir şeker
-
- **Glukoz:** Dekstroz (üzüm şekeri)
 - **Fruktoz:** Levüloz (meyva şekeri)

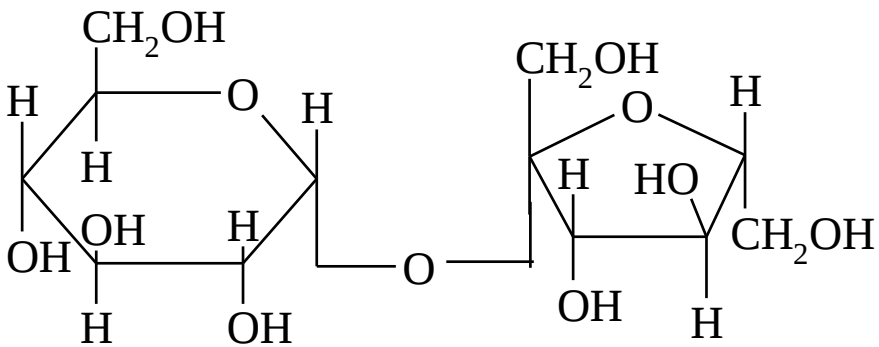
Disakkaridlerin sistematik adlandırılması

- Bileşimlerindeki monosakkaridlerin isimleri,
- Bileşimlerindeki monosakkaridin tipi (D, L, α , β),
- İki monosakkarid arasındaki glikozid bağının hangi numaralı karbon atomları arasında olduğu,
- İçerdiği halkaların piranoz veya furanoz yapısında oldukları göz önünde bulundurulur.
- Glikozid bağına asetal veya ketal hidroksili ile katılan monosakkaridin adının sonuna -id eki getirilir.

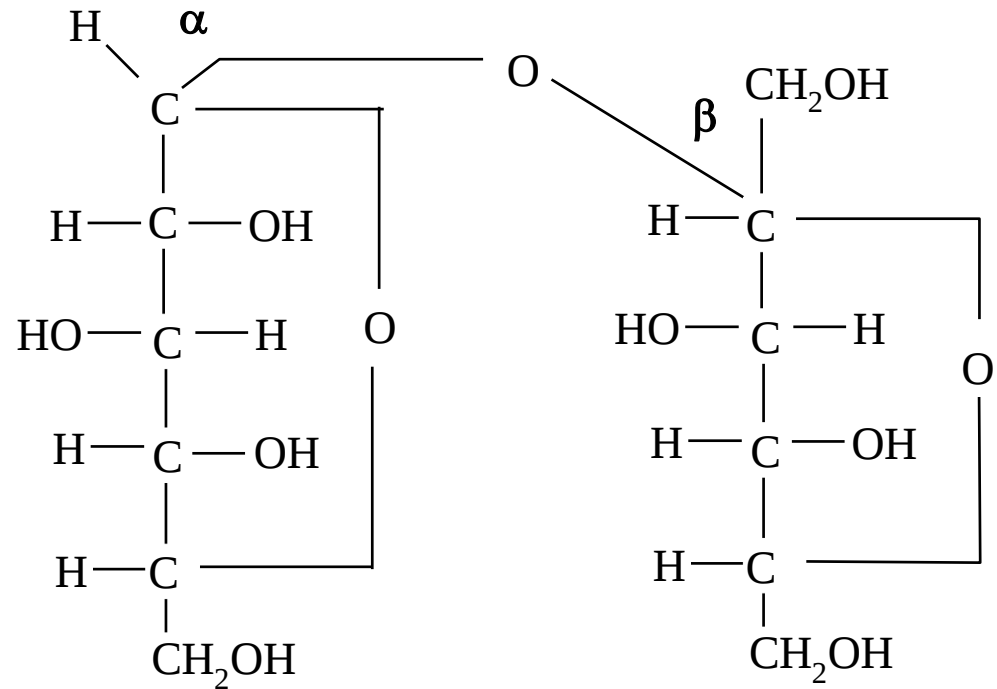


SAKKAROZ

α -D. glukopiranozido- β -D. fruktofuranozid



Sakkaroz
(Haworth formülü)



Sakkaroz
(Fischer formülü)

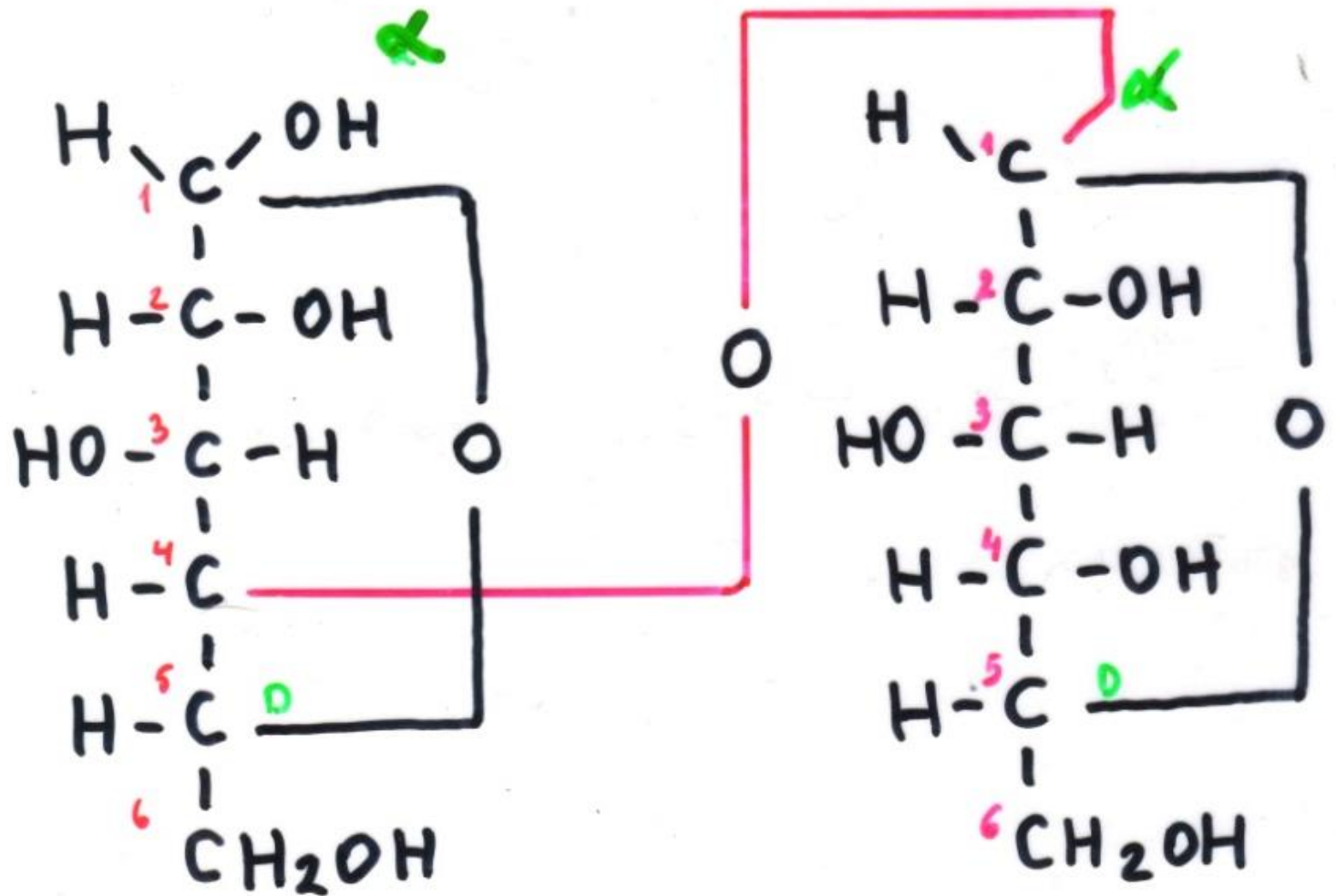




Sakkaroz (Sukroz)



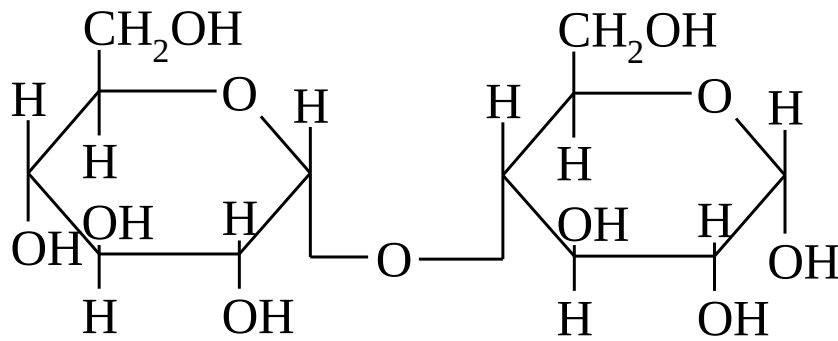
- Sakkaroz serbest asetal veya ketal hidroksili içermediği için indirgen değildir, invert şeker ise indirgendir.



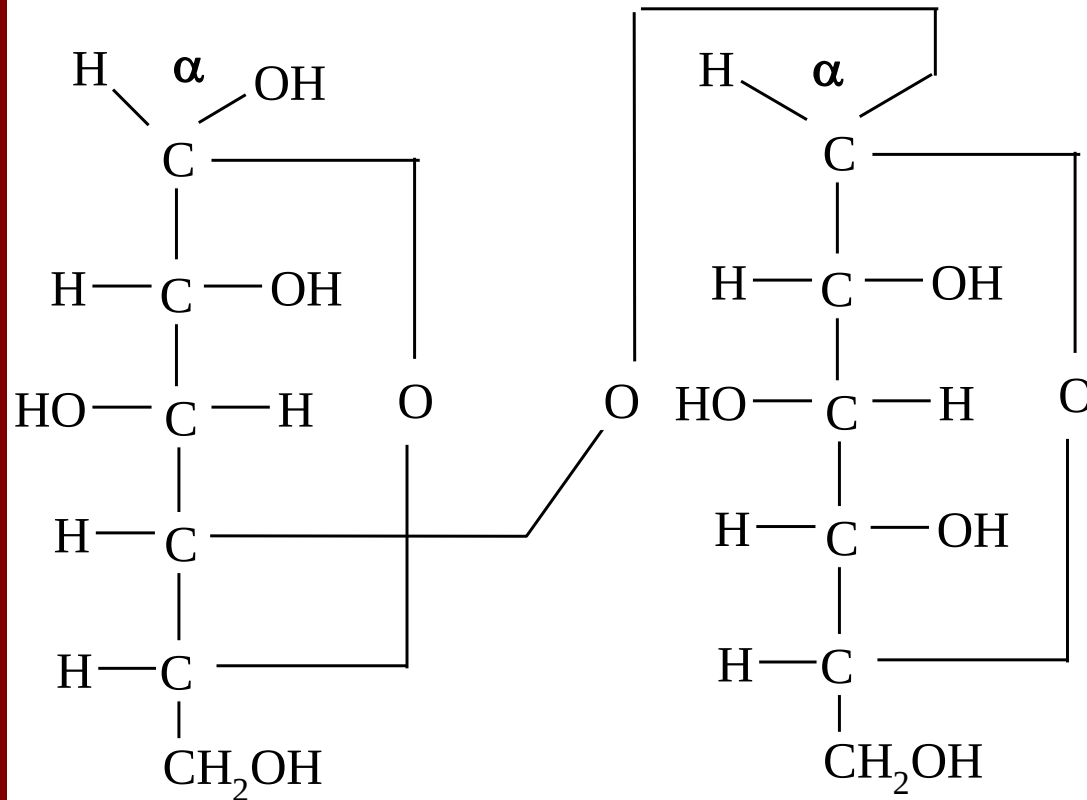
MALTOZ: 4- α -D-glukopiranoz- α -D-glukopiranozid

Maltoz

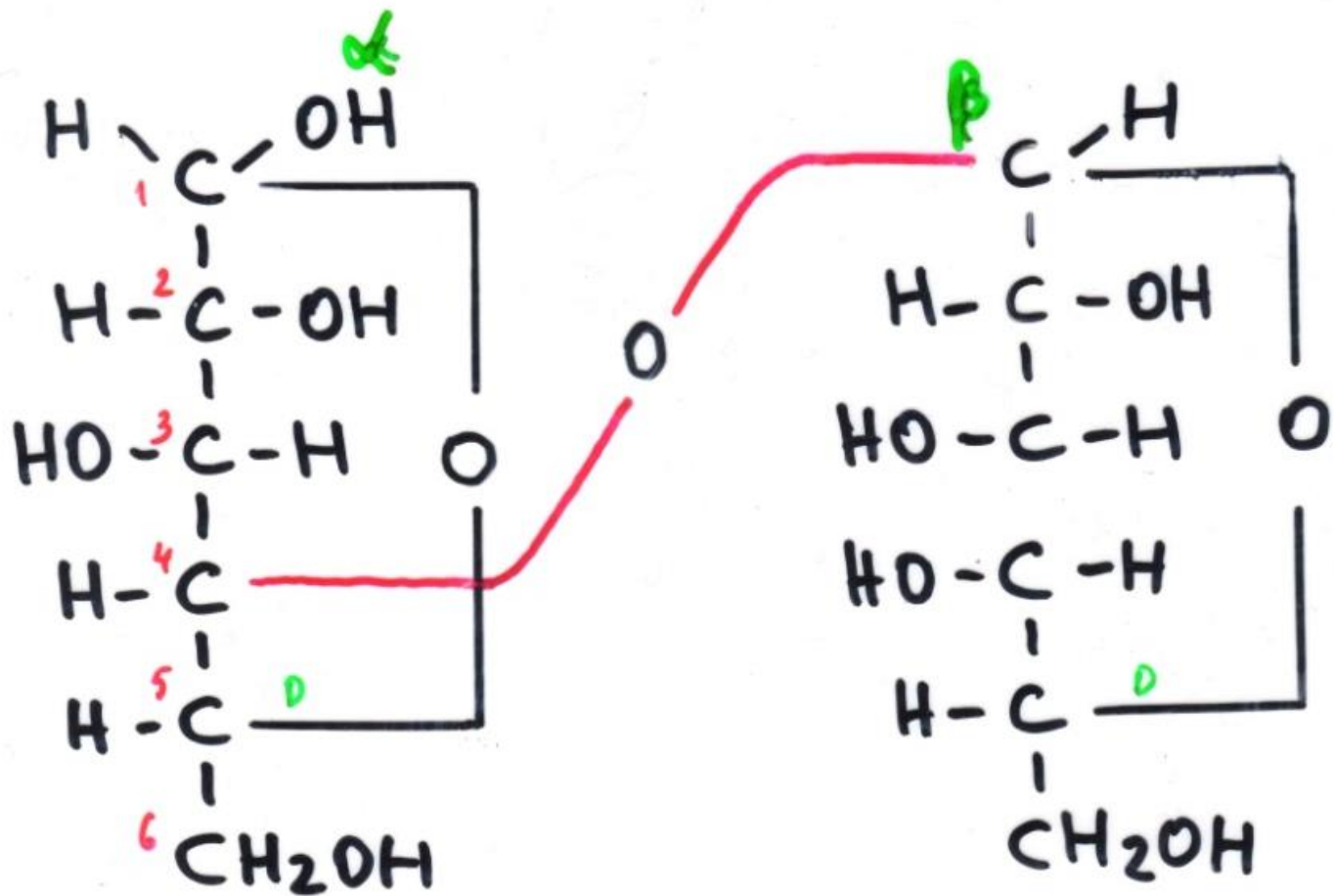
- Malt şekeri (Arpa şekeri) de denir.
- Doğada serbest halde bulunmaz. Nişastanın kısmi hidrolizi ile meydana gelir.
- Şekerin karamelizasyonu sırasında oluşabilir.
- İki adet α -D-Glukoz molekülünden ibarettir.
- Serbest asetal hidroksili içerdiği için indirgendir.



Maltoz
(Haworth formülü)



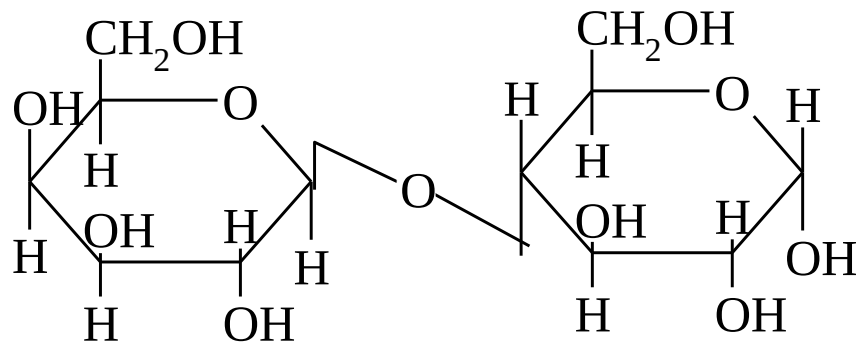
Maltoz
(Fischer formülü)



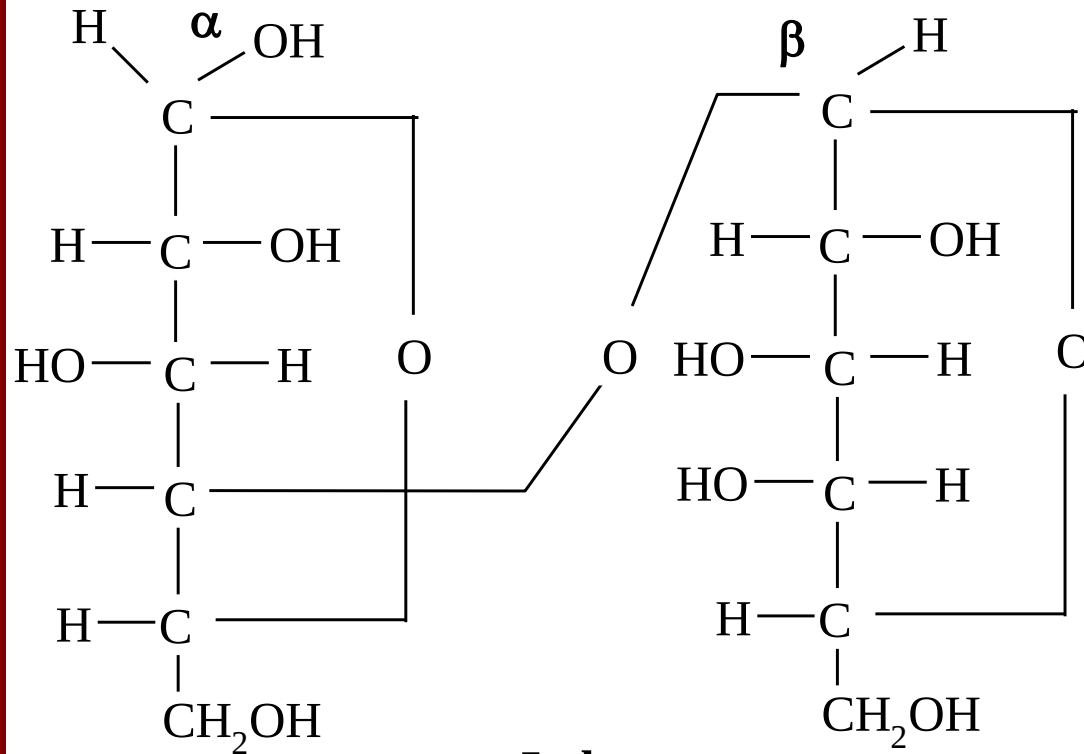
LAKTOZ : 4.- α .D-glukopiranoz- β -D-galaktopiranozid

LAKTOZ

- İnsan sütünde % 7, inek sütünde % 5 oranında var.
- Serbest asetal hidroksili içerir, indirgendir.
- Mayalarla fermentasyona uğramaz.
- Laktoza intoleransı olan kişilerde laktozsuz süt kullanılır. Laktoza göre daha tatlıdır.



Laktoz
(Haworth formülü)



Laktoz
(Fischer formülü)

Sellobioz

- Doğada serbest halde bulunmaz. Selülozun kısmi hidrolizi ile meydana gelir.
- İki adet β -D-Glukoz molekülünden ibarettir.

Disakkaridler	Yapı birimleri	Glikozid Bağı
indirgen	Maltoz	α -D-glukoz α -D-glukoz α -(1 $\rightarrow$ 4)
	Sellobioz	β -D-glukoz β -D-glukoz β -(1 $\rightarrow$ 4)
	Laktoz	α -D-glukoz β -D-galaktoz β -(1 $\rightarrow$ 4)
Sakkaroz	α -D-glukoz β -D-fruktoz	β -(1 $\rightarrow$ 2)

(indirgen değil,
serbest asetal veya serbest
ketal hidroksili yok)

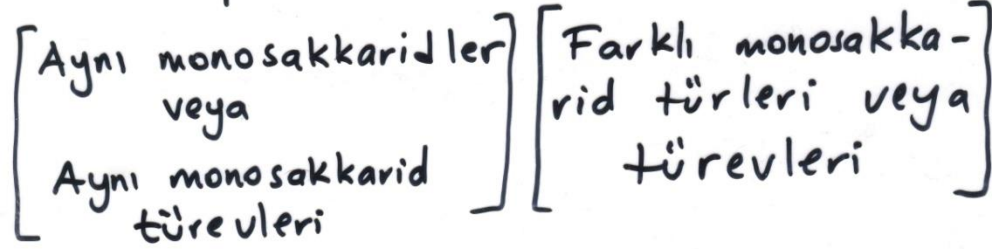
Polisakkaridler (Glukanlar)

- 10'dan daha fazla monosakkarid birimi içeren polimer şekerlerdir. Polisakkaridlerde aynı monosakkarid birimleri veya aynı monosakkarid türevlerini içeren polisakkaridlere **homopolisakkarid**, farklı monosakkaridler veya farklı monosakkarid türevlerini içerenlere de **heteropolisakkaridler** denir.

POLİSAKKARİDLER

Homopolisakkaridler

Heteropolisakkaridler

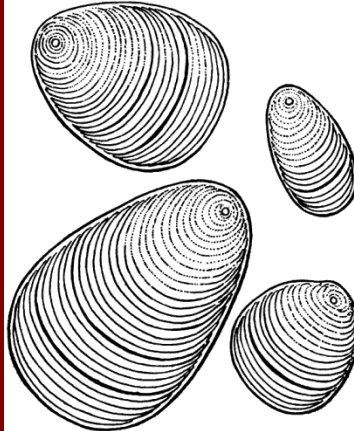
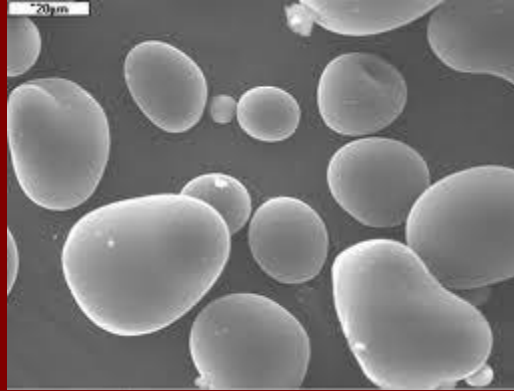
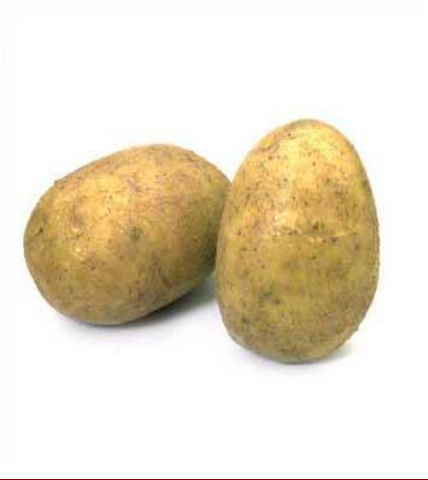


Homopolisakkaridler

- 1) Nişasta (α -D-glukoz)
- 2) Glikojen (α -D-glukoz)
- 3) Dekstranlar (α -D-glukoz)
- 4) Selüloz (β -D-glukoz)
- 5) İnulin (β -(1 $\rightarrow$ 2) fruktoz)
- 6) Kitin (β -(1 $\rightarrow$ 4) NAcglukozamin)
- 7) Mannan
- Galaktan
- Araban
- Ksilan

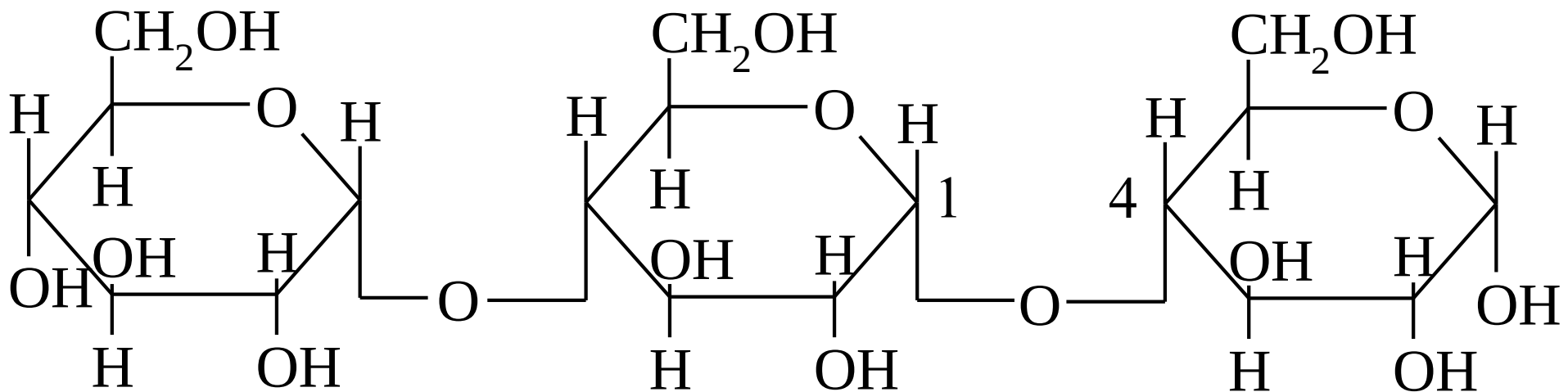
Nişasta

Tahıllarda ve patates gibi bazı yumru köklü bitkilerde, her birine özel tanecikler halinde, bol miktarda bulunur.

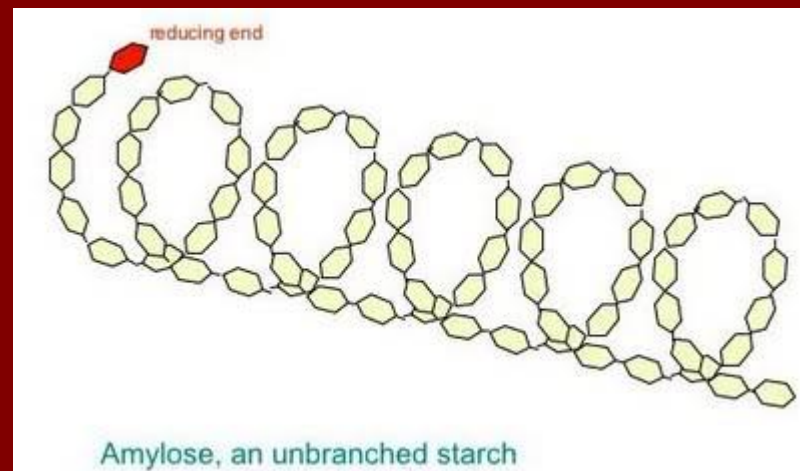
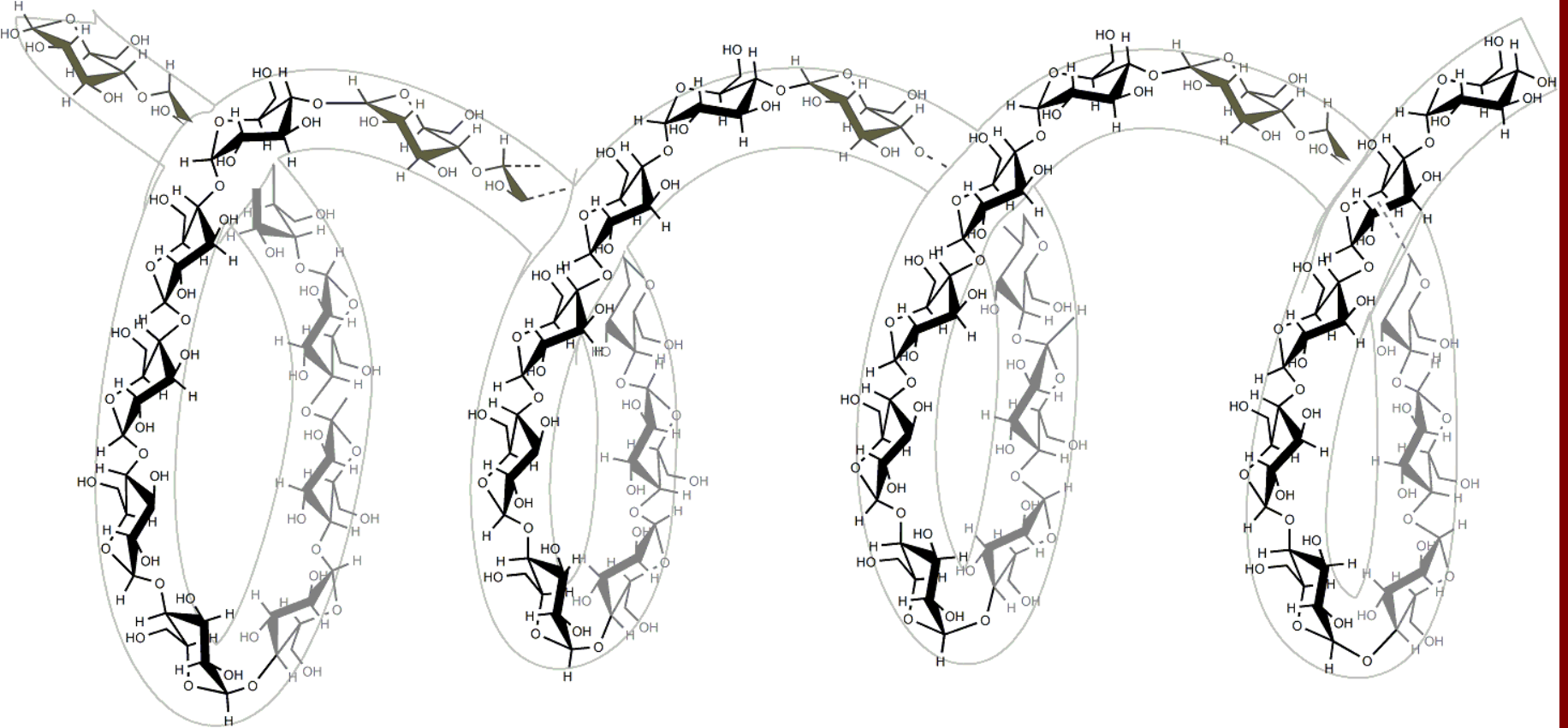


Amiloz

- %20
- 100-400 glukoz birimi
- 50.000 molekül ağırlığı
- Düz poliglukoz zinciri
- α -(1→4) glikozid bağları
- İyodla mavi renk verir
- α -Amilaz'la maltozlara parçalanır



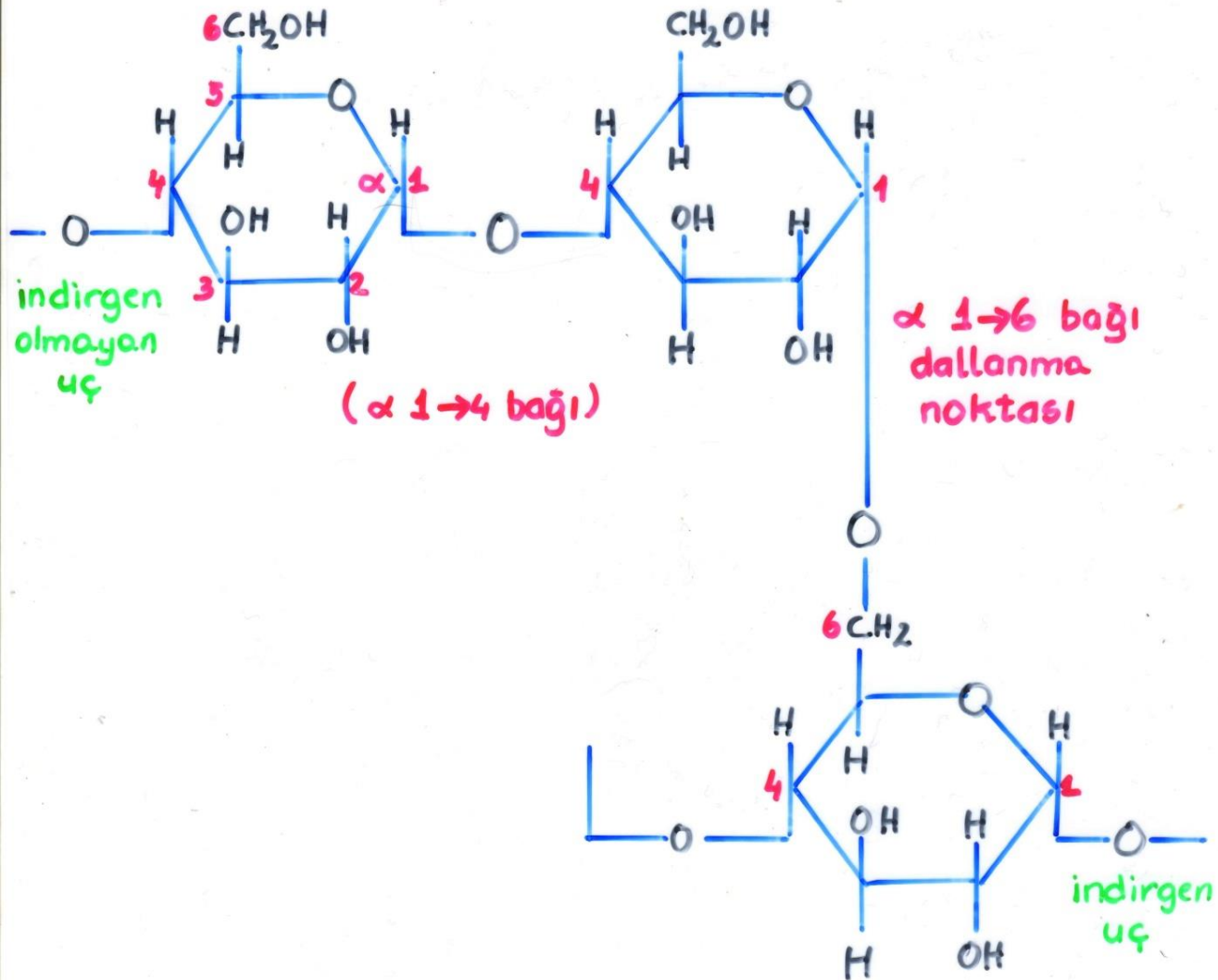
Amiloza

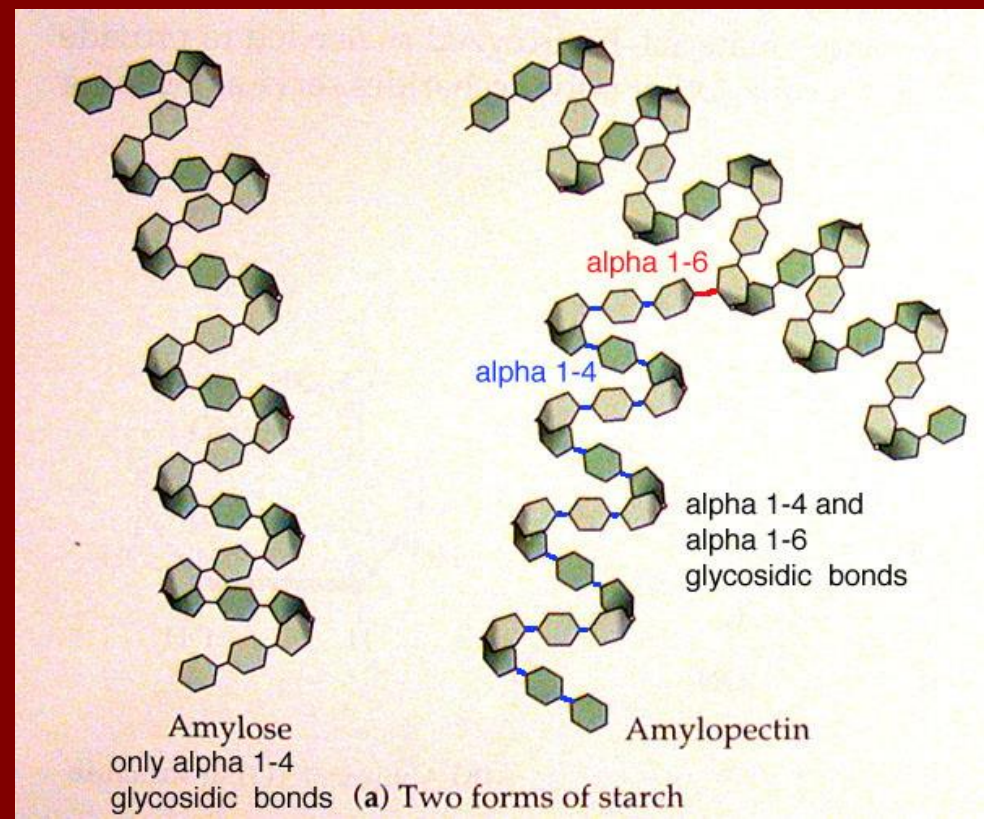
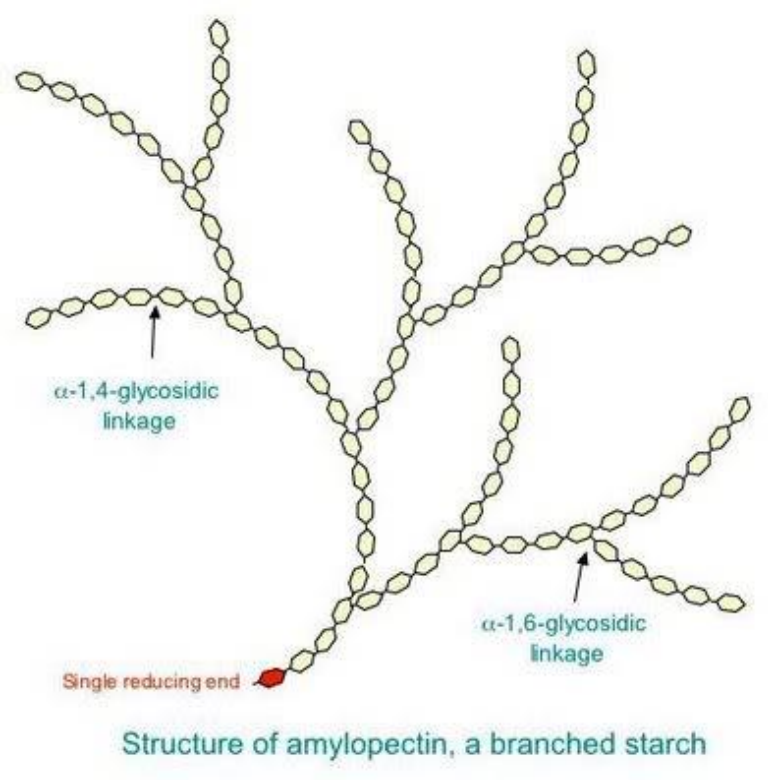


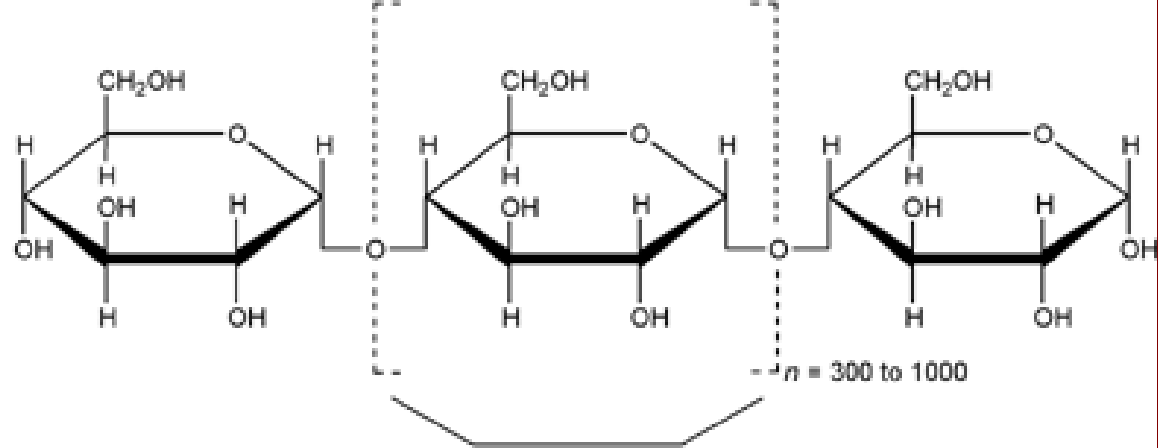
Amilopektin

- %80
- $\cong$ 1800 glukoz birimi
- 200.000-1.000.000 molekül ağırlığı
- Dallanmış poliglukoz zinciri
- α -(1 $\rightarrow$ 4) glikozid bağları ve 24-30 birimde α -(1 $\rightarrow$ 6) glikozid bağları
- İyodla kırmızı-menekşe renk verir
- α -Amilaz'la maltoz ve dekstrine parçalanır

AMİLOPEKTİN

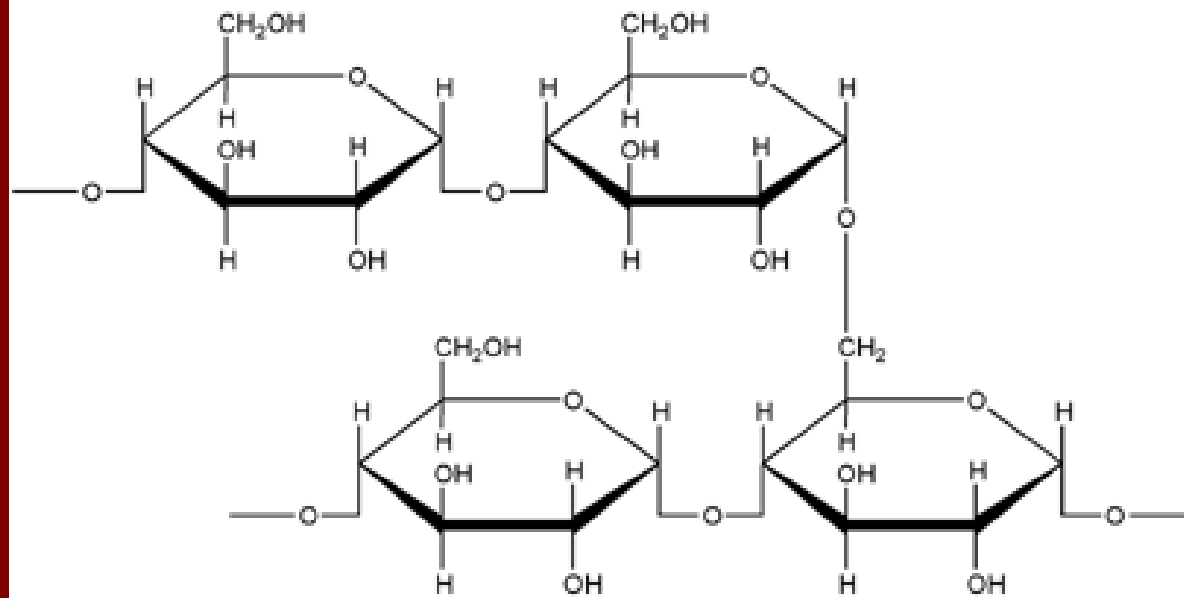






Amylose

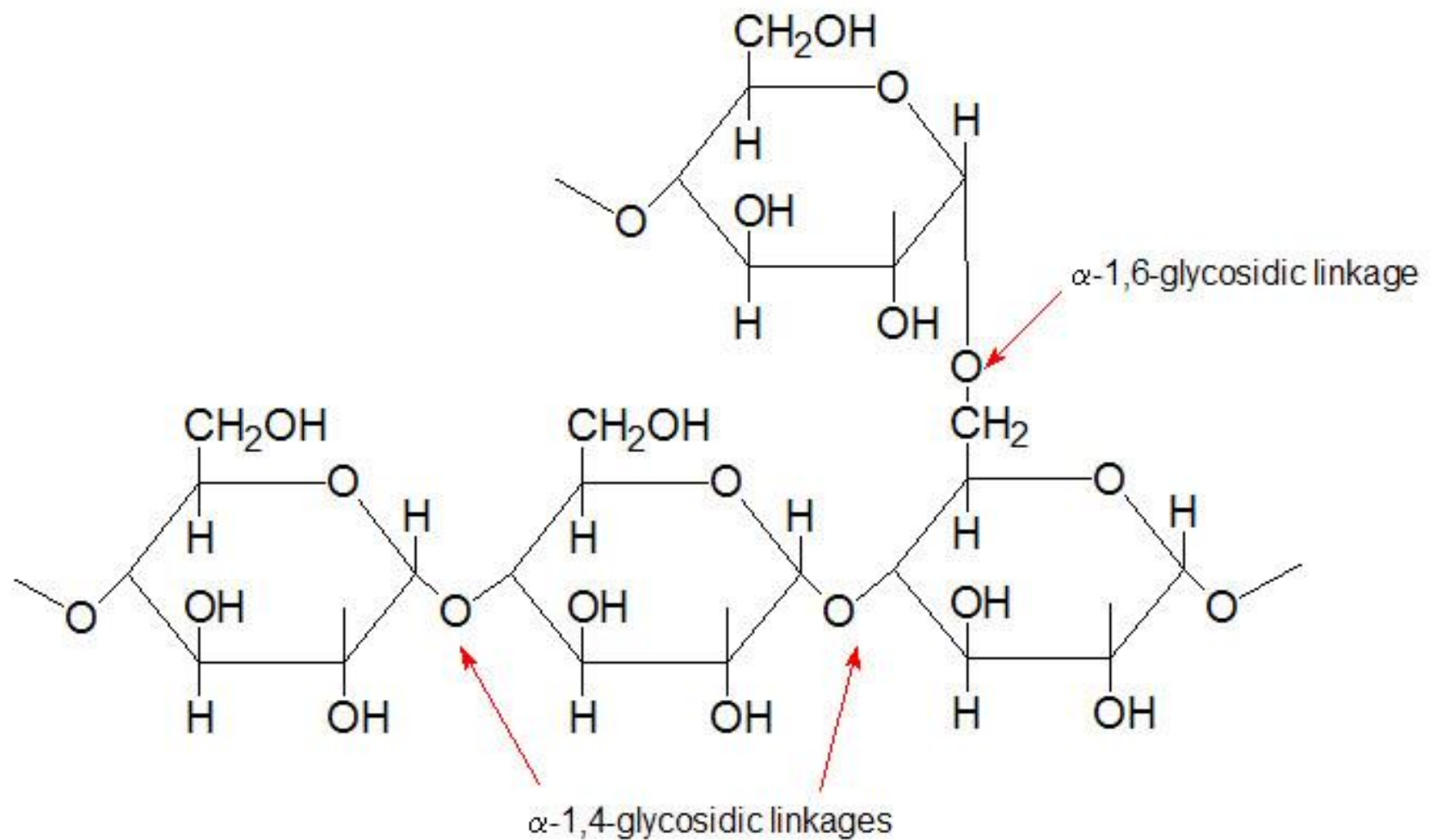
Glucose
unit



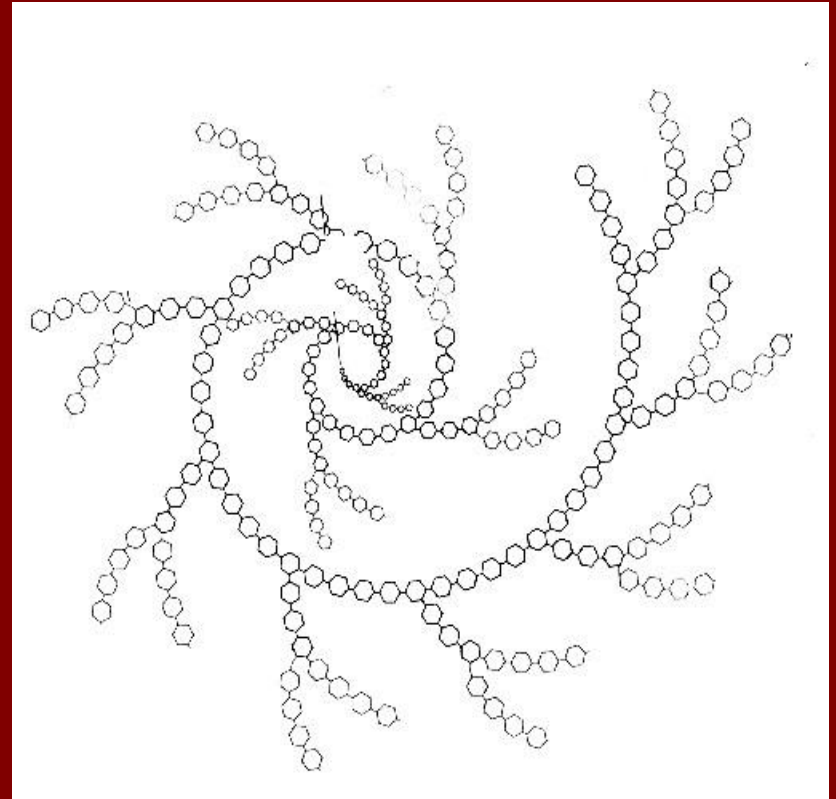
Segment of amylopectin molecule

Glikojen

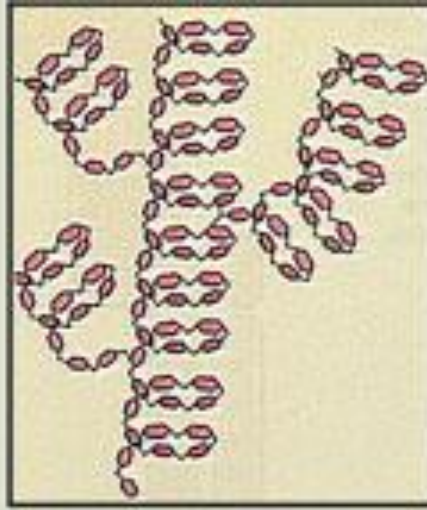
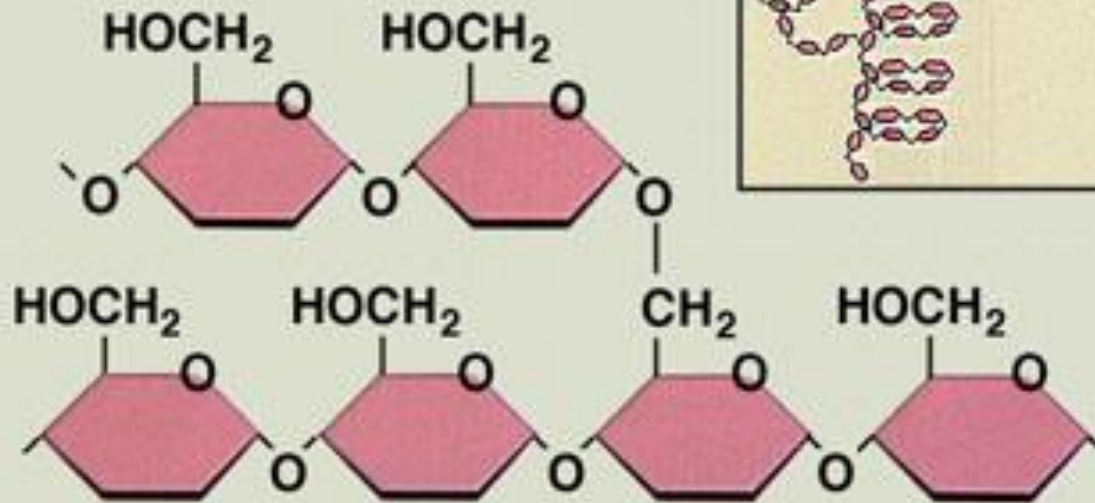
- İnsan ve hayvan organizmasının yedek karbohidratıdır.
- Glikojen, karaciğerde, kaslarda ve az miktarda diğer bütün hücrelerde bulunur.
- Karaciğer glikojeni kan şekeri miktarını belirli bir düzeyde tutmak üzere kana glukoz veren, kas glikojeni ise kas kasılmasında gerekli enerjiyi sağlayan kaynaklardır.
- Molekül ağırlığı birkaç milyon civarındadır.
- α -(1→4) glukozid bağları ile bağlı düz bir poliglukoz zincirinden başka yan dallar içerir.
- Bu yan dallar düz zincire, dallanma yerlerinde α -(1→6) bağı ile bağlı α -(1→4) glukoz birimlerinden ibarettir.



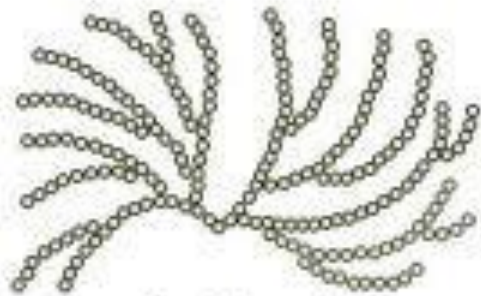
- Glikojendeki bu dallanma amilopektinden çok daha fazladır
- Glikojen α -amilaz tarafından hidroliz edilir.



Glycogen



Amylose



Amylopectin



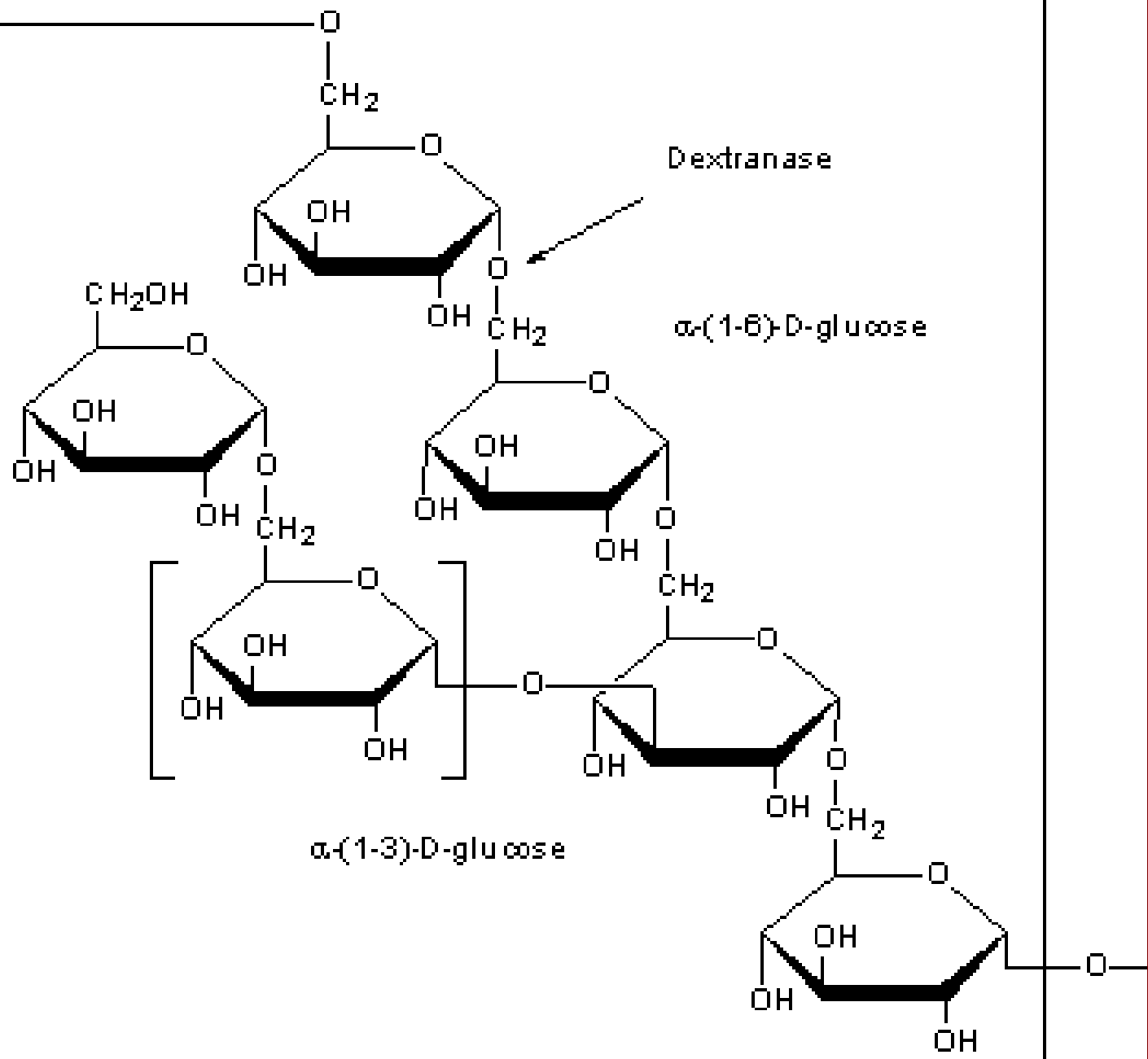
Glycogen

Dekstranlar

- Bazı mikroorganizmaların (*Leuconostoc mesenteroides*) sakkarozlu ortamda üremeleri sırasında meydana gelirler.
- Yapışkan ipliklerden ibaret
- Molekül ağırlıkları 4.000.000'a kadar varabilir.
- α -(1→6), α -(1→2), α -(1→3) ve α -(1→4) glukozid bağlarından oluşan yan dallar
- Dekstranların kısmi hidrolizi ile meydana gelen çözelti kan kaybında şahıslara plazma yerine şırınga edilir.

- Dekstran 40
- Deksran 60
- Deksran 70
- Deksran 75
- Deksran 110
- Kan hacmini arttırıcı olarak kullanılırlar.
- Dekstranların %6'lık çözeltileri kanama, travma ya da ameliyat şoklarında, yaygın yanıklarda ve toksikozlarda, sürekli perfüzyon şeklinde kullanılır.
- Dekstran yapay gözyaşı ve oftalmolojik preparatların da bileşimine girer.

Dextranase Specificity



Selüloz



- Doğadaki en yaygın polisakkaridlerden biri
- Ağsı ipliksi bir yapı
- Bitkilerin özellikle hücre duvarlarının yapısında bulunur
- Düz bir poliglukoz zinciri
- Glukozlar β -(1 $\rightarrow$ 4) glukozid bağları ile bağlanmışlardır.

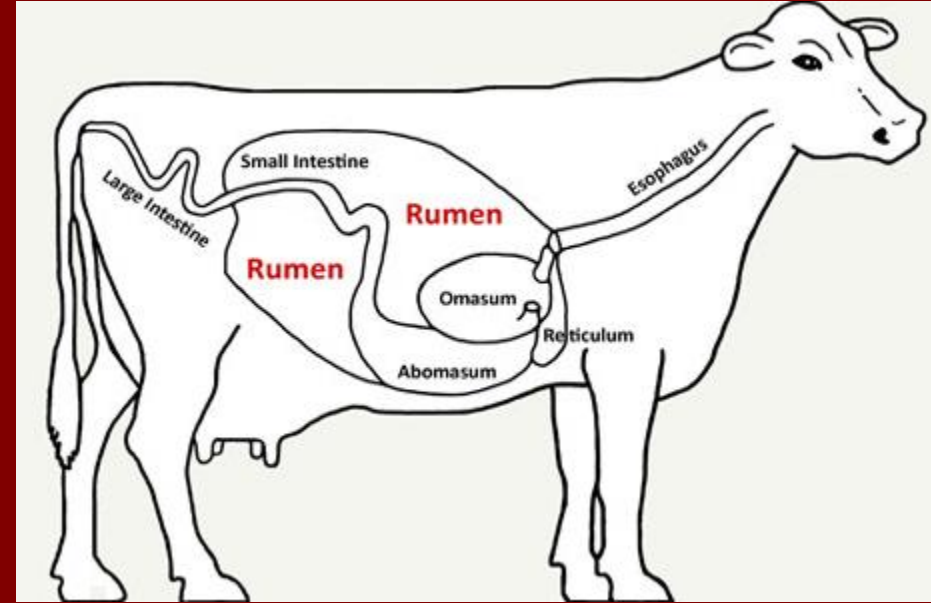
Selüloz

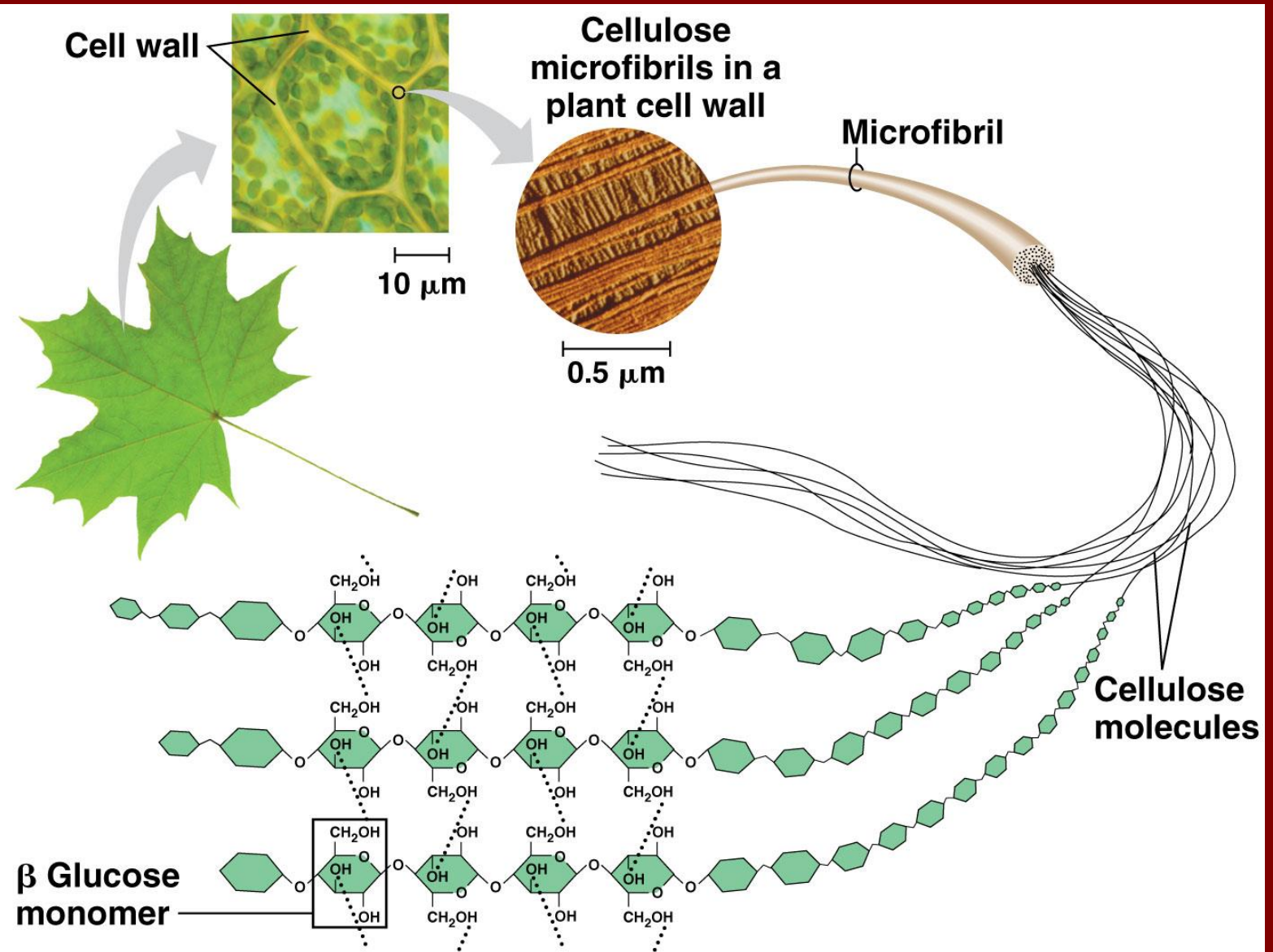
- Molekül ağırlığı 50.000-500.000 arasında değişir,
- Her selüloz molekülünde 300-2.550 kadar β -glukoz molekülü vardır.
- Selüloz insan ve birçok hayvan organizması için enerji kaynağı olarak kullanılamaz;
- α -Amilaz, β -bağlarını hidroliz edemediği için, selüloz insan organizması tarafından sindirilemez.
- **Selülaz** tarafından hidroliz edilir



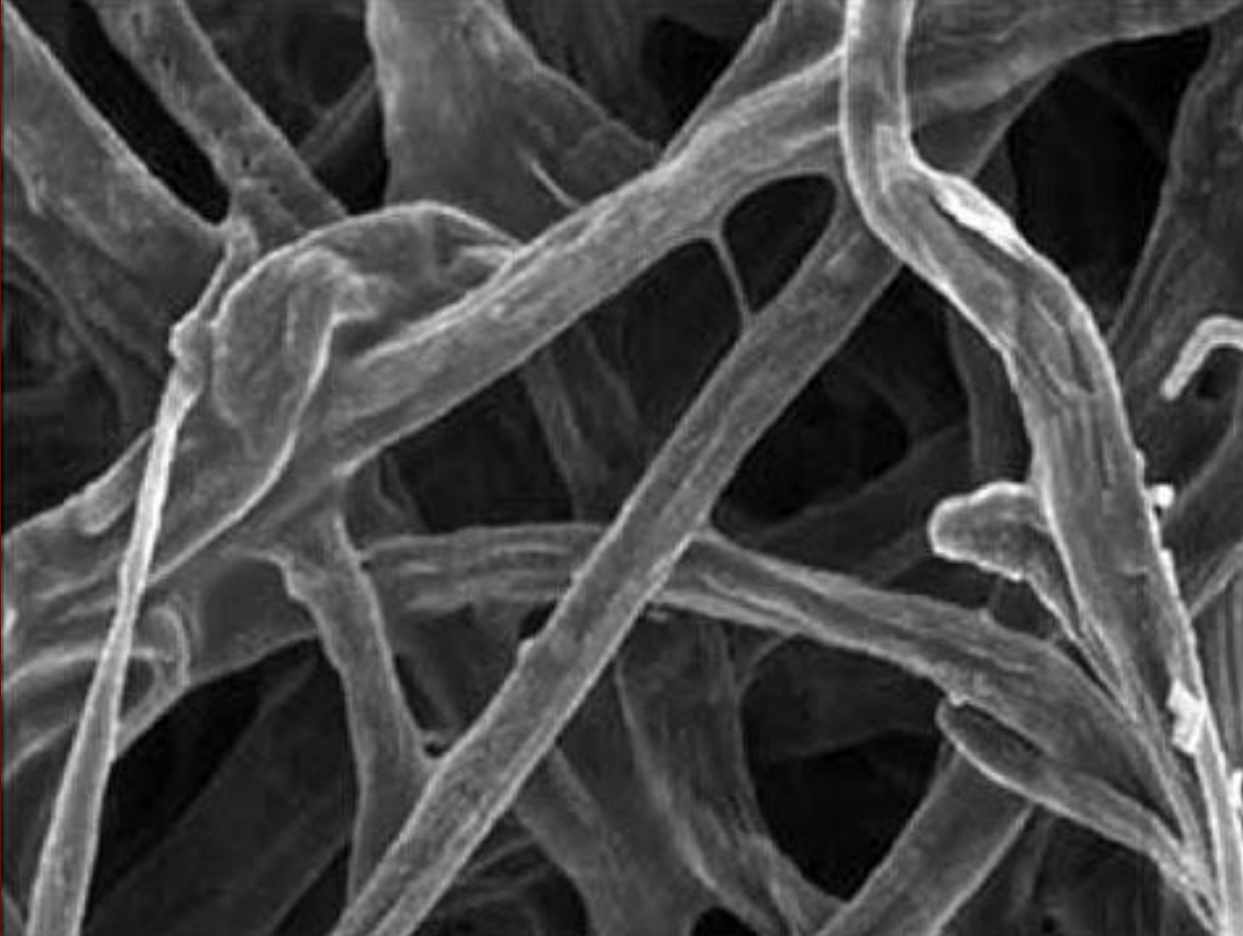
- Beyaz karınca, tahtakurusu gibi böceklerin tahtayı yemelerinin nedeni, sindirim sistemlerinde *selülaz* adlı enzimin bulunmasıdır.

- Ayrıca geviş getiren hayvanların da **rumen**lerindeki bakteriler *selülaz* salgıladıklarından, bu hayvanlar otları sindirebilirler.
- Rumen:işkembe

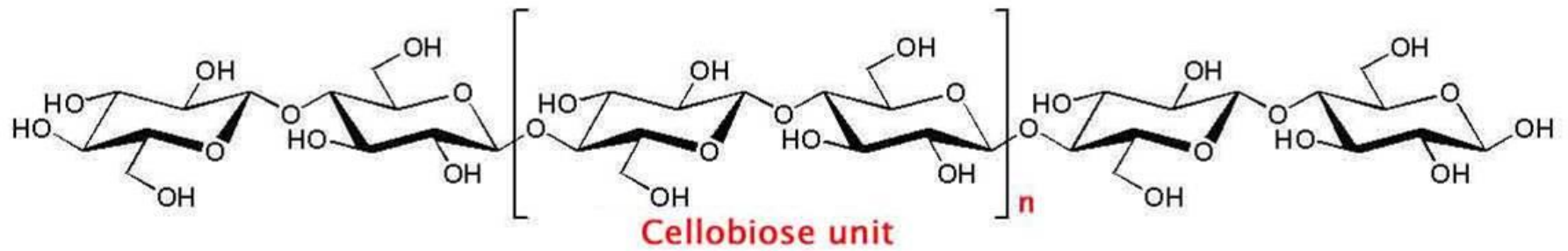




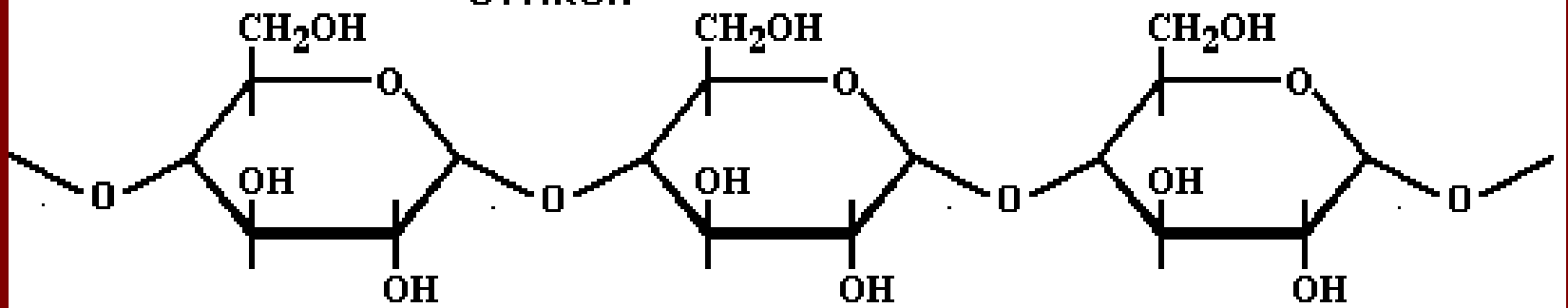
Selüloz fibrillerinin mikroskopik görünümü



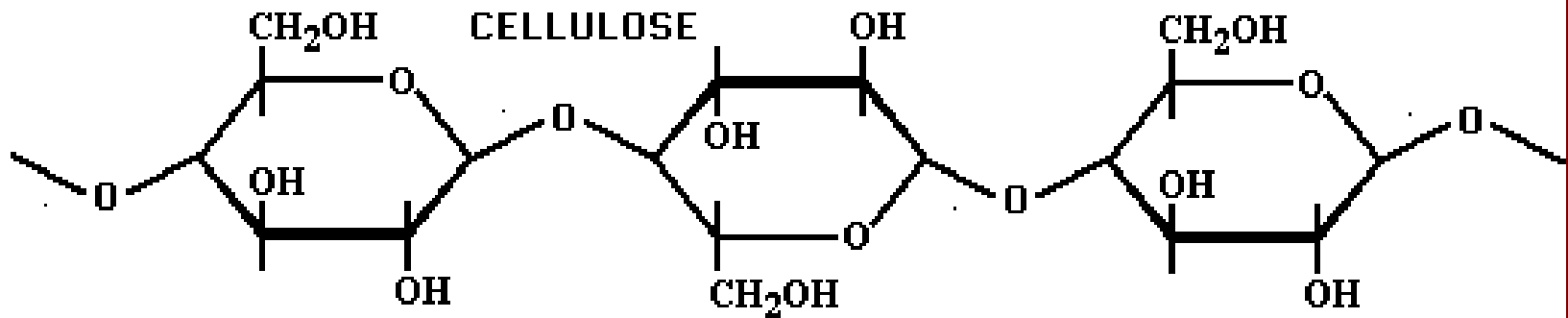
Cellulose



STARCH



CELLULOSE



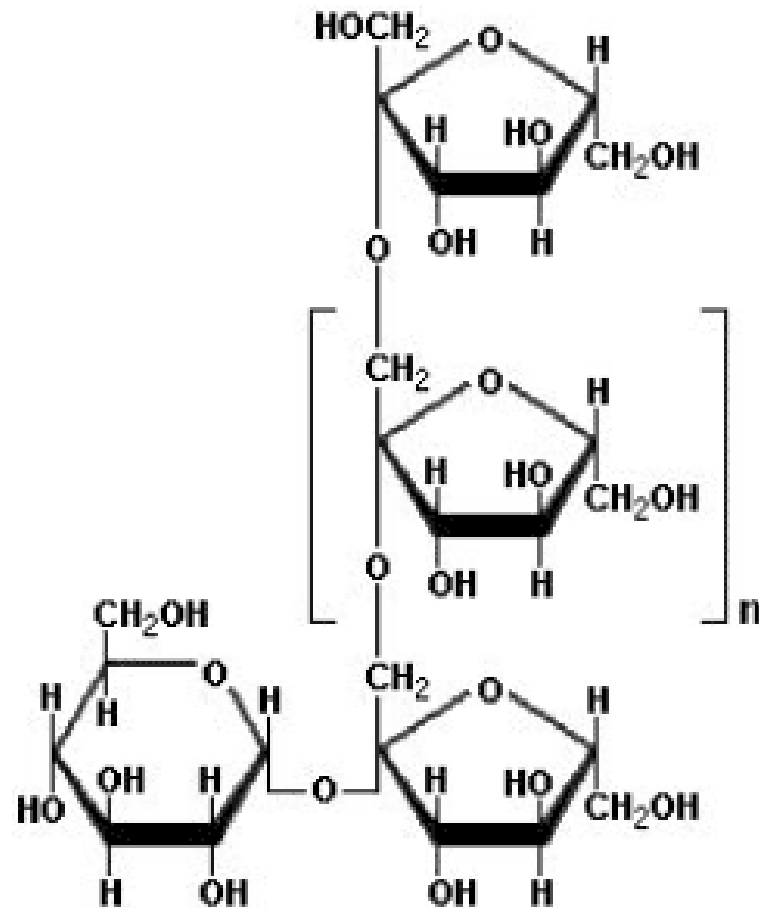
İnulin



Helianthus tuberosus

- Bazı yumru köklü bitkilerde (yer elması) bulunan bir yedek polisakkariddir.
- Birçok **fruktoz** moleküllerinin β -(1 $\rightarrow$ 2) glikozid bağları ile bağlanmasından meydana gelir.

Inulinin yapısı

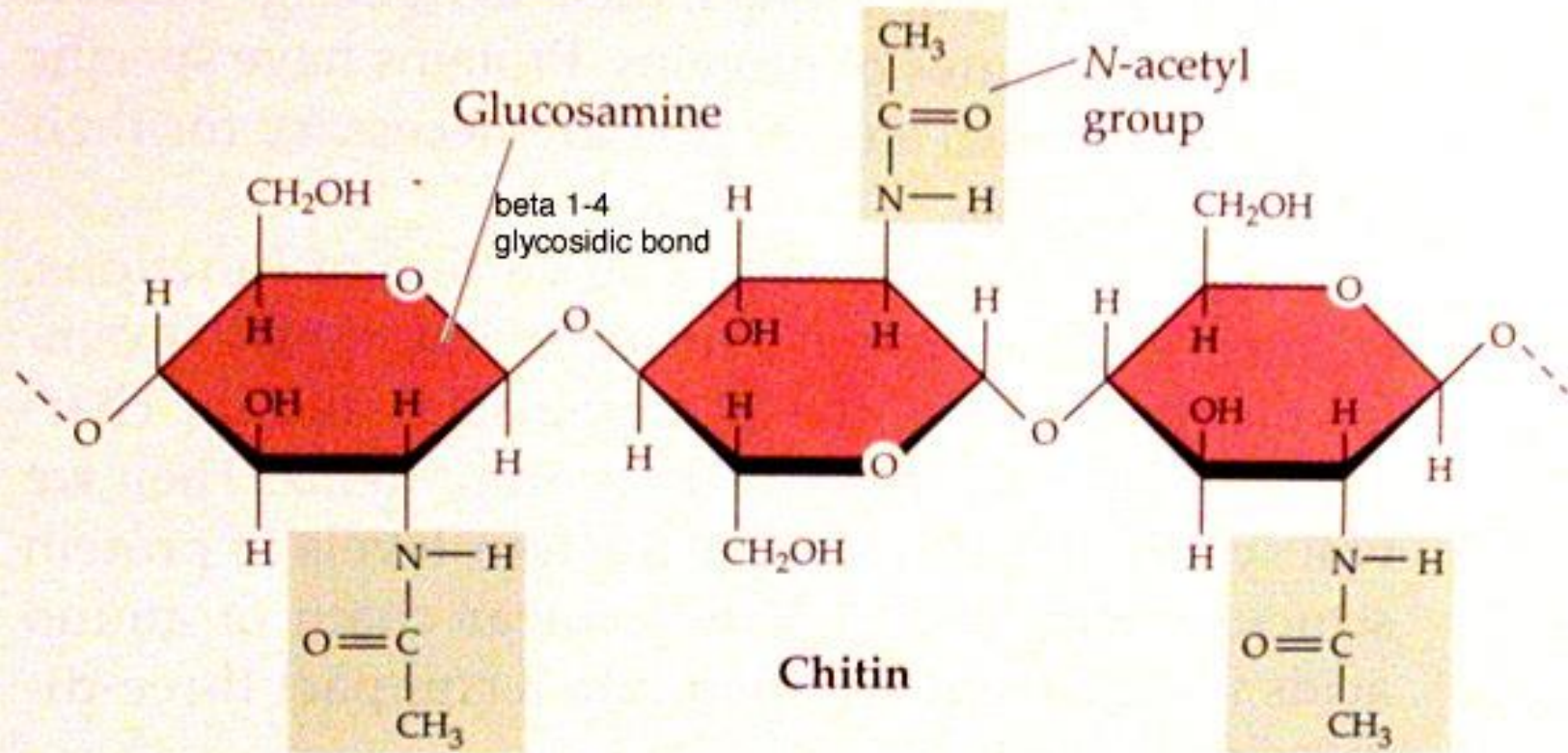


Kitin



- Bazı böceklerin ve yumuşakçaların kabuklarında yapı polisakkaridi
- **N-asetilglukozamin**
- β -(1 $\rightarrow$ 4), düz zincirli
- Doğada selülozdan sonra en yaygın polisakkarid

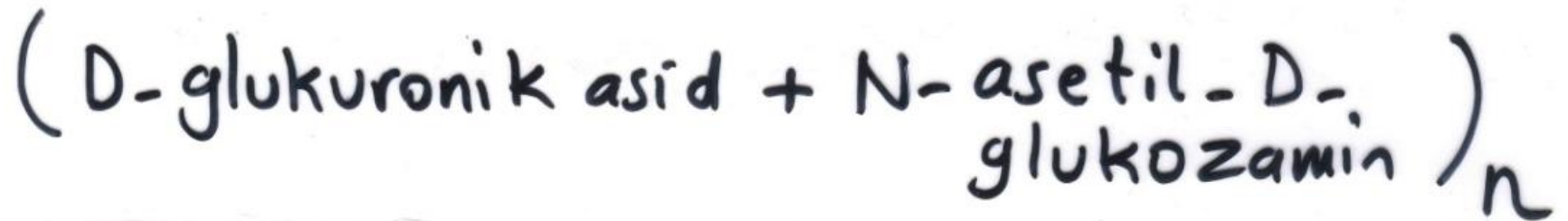
(c) Chitin



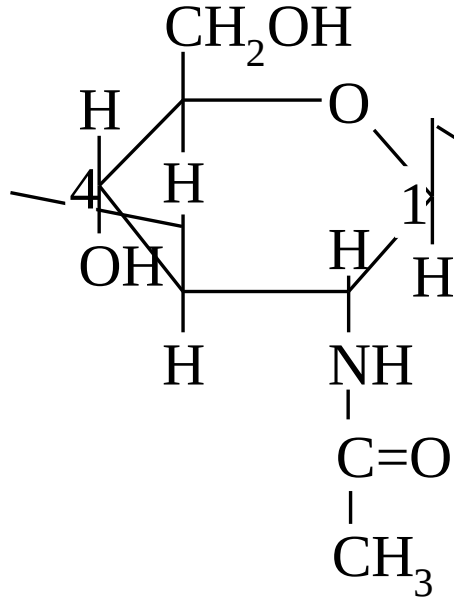
Heteropolisakkaridler (Glukozaminoglikanlar, Mukopolisakkaridler)

- Hiyaluronik asid
- Heparin
- Kondroitin sülfatlar
- Mukoitin sülfat
- Kan grubu maddeleri

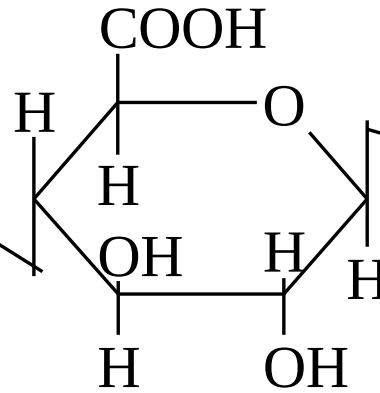
Hiyaluronik asid



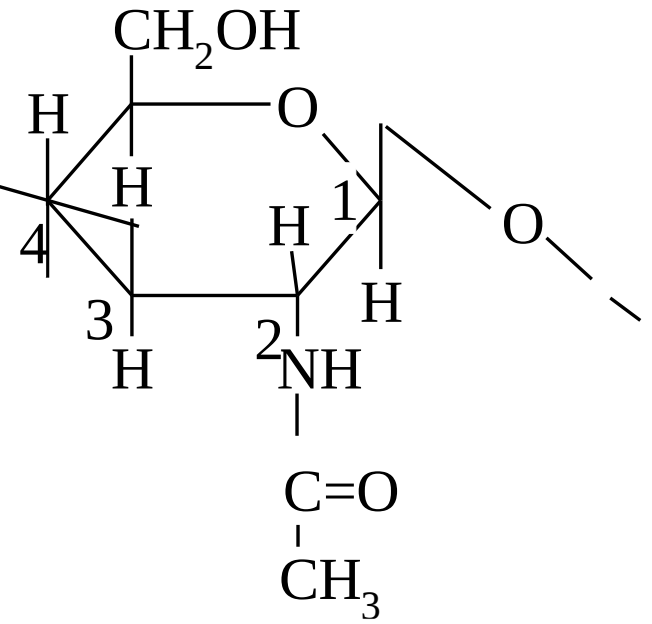
Bağ dokusunda, eklemlerin sinovial sıvısında, göbek kordonunda, gözün cam cisminde bulunur.



N-Asetil-D-glukozamin

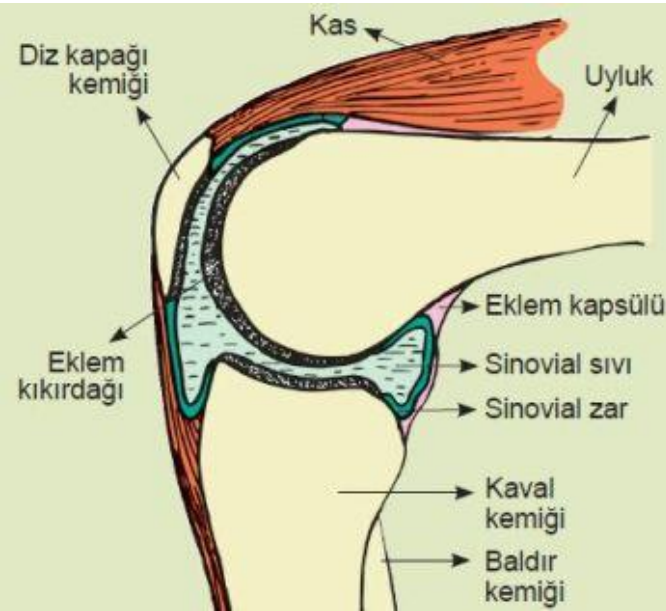


D-Glukuronik asid

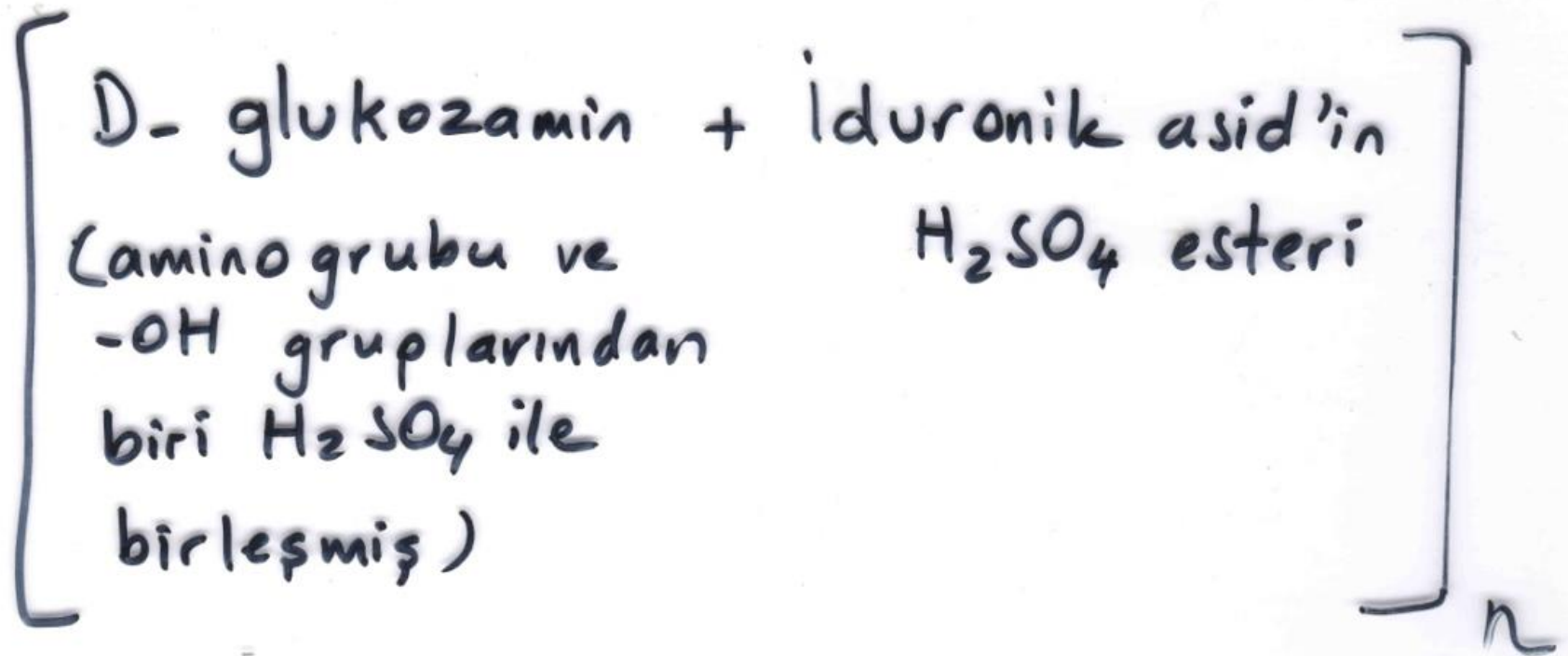


N-Asetil-D-glukozamin

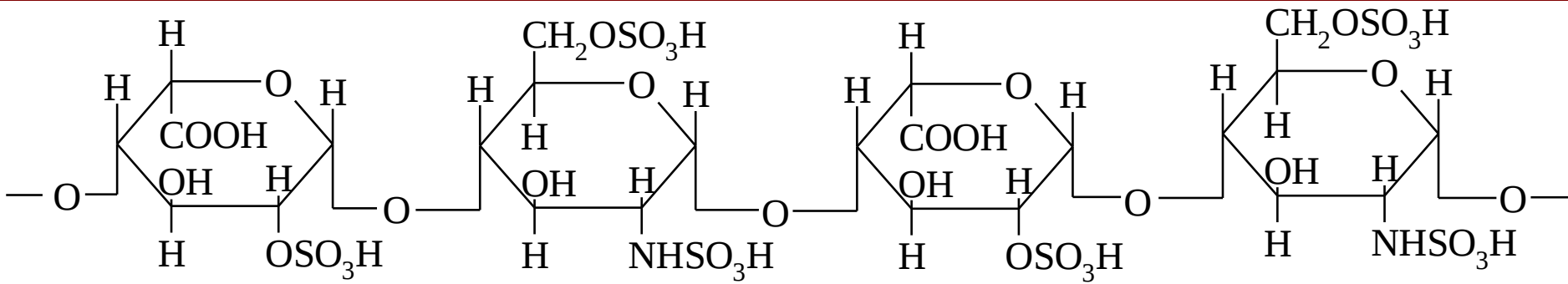
Hiyaluronik asid



Heparin

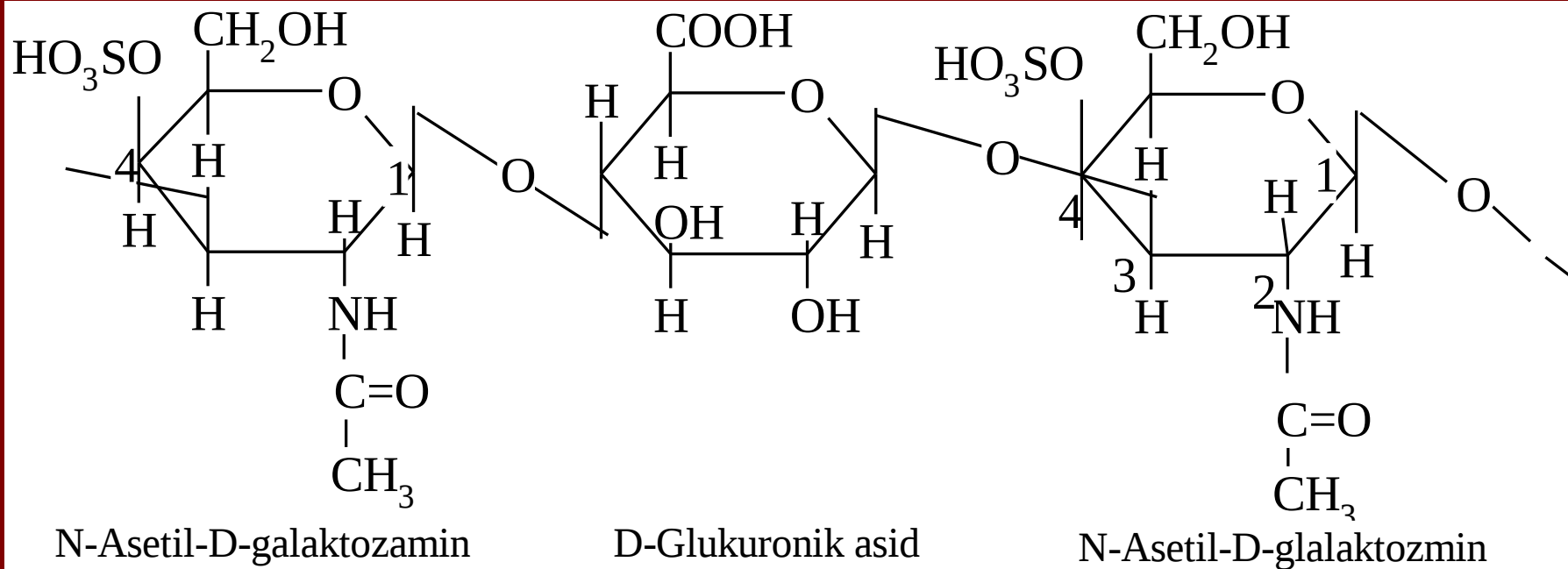


Kan pıhtılaşmasını önler, karaciğer ve akciğerde oluşur.



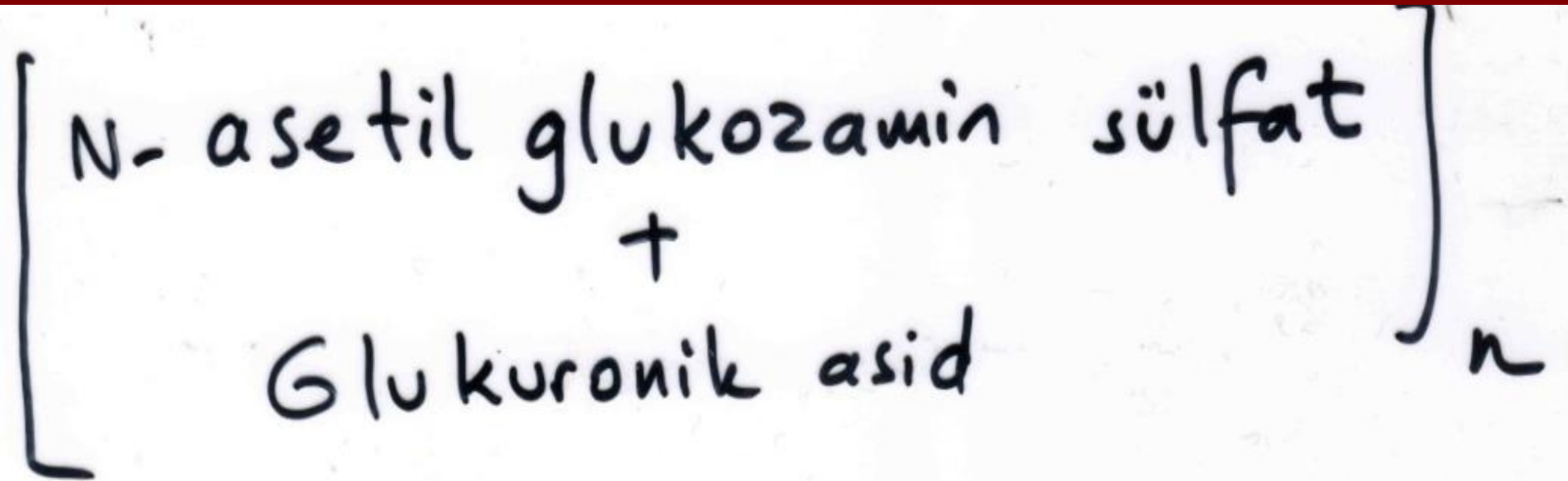
Heparin

- Heparini **heparinaz** adı verilen karaciğer ve böbreklerde bulunan bir enzim hidroliz eder.



Kondroitin sülfat A

Mukoitin sülfat



Tükrük, mide öz suyu gibi mukozal salgılarında bulunur.

Kan Grubu Maddeleri

[D-glukozamin + D-galaktoz
ve, veya D-galaktozamin + L-fukoz
+ sialik asid]_n

Kan grubu maddeleri eritrosit duvar-
larında bulunur.

Genellikle A, B, O ve AB grupları adını alırlar.

Heteropolisakkarid + Protein
(Mukopolisakkarid)



MUKOPROTEİN (MUKOİD)

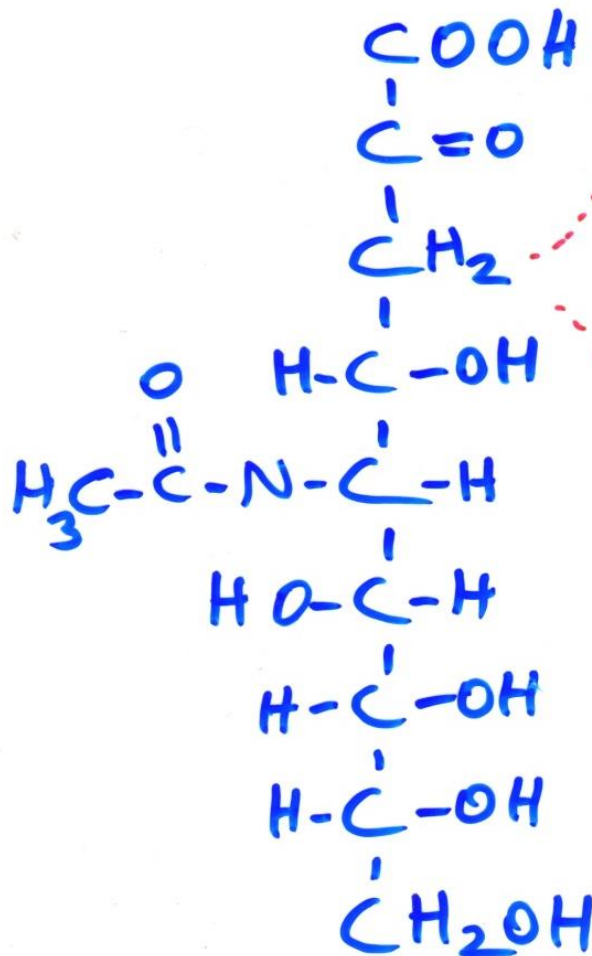
(% 25'i protein, en büyük kısmı karbohidrat)

Mukozalardan salgılanan, mukopolisakkarid ve mukoprotein karışımı olan maddelere **musin** adı verilir.

Sialik asidler

- Dokularda özellikle mukozaların salgısı olan musinlerde ve kan grubu maddelerinde bulunurlar.
- N-asetilnöraminik asid
- Nöraminik asid
=piruvik asid+N-asetilmannozamin

Sialik asidler musinter-
de ve kan grubu maddelerinde
bulunur.



Sialik asid =
N-asetil nöraminik
asid

||
Piruvik asid
+
Nasetil mannozamin



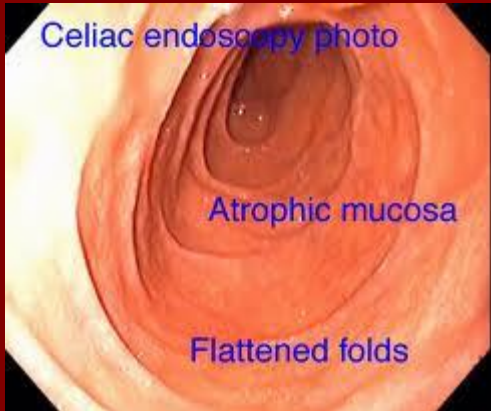
Oral mukoza



Dil mukozasında liken



Köpek gastrik mukozası



Çölyak hastalığında kolon atrofik mukozası ve duodenum mukozası



Özofagus mukozasında eritem



Bu lezzetlerin.....

- Yapılarını öğrendik.....
- Gelecek ders organizmaya girişlerinden sonraki maceralarını öğreneceğiz...
- Bizi izlemeye devam edin...

