

KARBONHİDRATLAR

Temel Kaynak: Okuyan R. 1997.Hayvan
Besleme Biyokimyası Ankara Üniv. Ziraat
Fak. Y.No:1491 D.K:450 Ankara

Karbonhidratlar

- Karbonhidratlar, bazı hidroksil gruplarını da içeren doğal olarak oluşan karbonil bileşiklerin (aldehid ya da keton) bir grubudur.
- Karbonhidratlar basit şekerler (monosakkaridler) ve bunların polimerize olmalarıyla ortaya çıkan disakkaridler, oligosakkaridler ve polisakkaridler halinde bulunurlar.
- Basit şekerler, nükleik asitlerin yapısında da yer alırlar.
- Basit şekerler proteinler, lipidler ve sulfatlarla bağlanarak sırasıyla glikoproteinler, glikolipidler ve mukopolisakkaridleri meydana getirirler.

Karbonhidratlar

- Genel formülü $C_nH_{2n}O_n$ şeklinde ifade edilebilir.
- Bir heksoz $C_6H_{12}O_6$, bir pentoz $C_5H_{10}O_5$ ve bir trioz $C_3H_6O_3$ yapısındadır.
- Genel formüle uyan asetik asit ($C_2H_4O_2$) karbonhidrat olmayıp, uymayan ramnoz ($C_6H_{12}O_5$) ise karbonhidrattır.
- Aldehid grubu taşıyan karbonhidrata **aldoz** ve keton grubu taşıyana ise **ketoz** adı verilir.
- Aldehid şekerin karşılığı olan bir keton şeker ifade edilirken “-oz” ekinden önce, araya bir “-ul” eki ilave edilir. Örneğin, **ribozun** karşılığı olan keton şekere **ribuloz** denir.

Karbonhidratların Sınıflandırılması

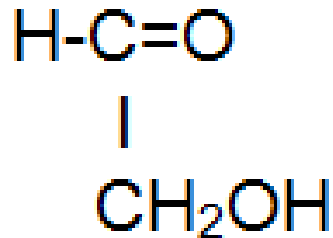
- I) Yapılarında bulunan karbon atomu sayısına,
- II) Yapılarında bulunan basit şeker sayısına,
- III) Yapılarında bulunan aldehid ve keton gruplarına, göre sınıflandırılırlar.

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
ZZT303-Besin Maddeleri Biyokimyası Dersi
AÇIK DERS MATERYALİ

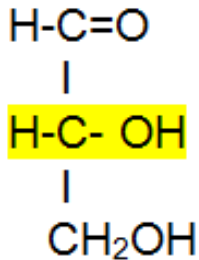
Karbonhidratların Sınıflandırılması

I) Yapılarında bulunan karbon atomu sayısına,

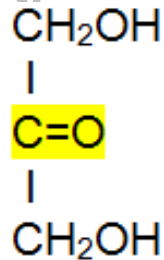
- İki karbonlu şekerlere **diozlar** (örnek, glikol aldehid),



- Üç karbonlu şekerlere **triozlar** adı verilir. (örnek, gliseraldehit ve dihidroksiaseton)



Gliseraldehid



Dihidroksi aseton

Temel Kaynak: Okuyan R. 1997. Hayvan Besleme Biyokimyası Ankara Üniv. Ziraat Fak. Y.No:1491 D.K:450 Ankara

Karbonhidratların Sınıflandırılması-

I. Yapılarında bulunan karbon atomu sayısına göre (devam)

- Dört karbonlu şekerlere **tetrozlar** (örnek, **eritroz** ve **eritruloz**)
- Beş karbonlu şekerlere **pentozlar** (örnek, **riboz**, **ribuloz**, **arabinoz**, **liksoz** ve **ksiloz**)
- Altı karbonlu şekerlere **heksozlar** (örnek, **glukoz**, **fruktoz**, **galaktoz** ve **mannoz**)
- Yedi karbonlu şekerlere **heptozlar** adı verilir (örnek, **mannoheptuloz** ve **sedoheptuloz**)

Karbonhidratların Sınıflandırılması-

II. Yapılarında bulunan basit şeker sayısına göre

- **Monosakkaritler:** Daha basit şekerlere hidrolize edilemeyen karbonhidratlara monosakkaritler denir. (Örnek, Glukoz, fruktoz, galaktoz, mannoz, riboz, deoksiriboz, gliseraldehid ve dihidroksiaseton en önemlileridir)
- **Disakkaritler:** İki monosakkaritin birbirine glikozid bağ ile bağlanmaları sonucu oluşurlar. (Örnek, Sakkaroz (sükroz), maltoz, laktoz, sellobioz ve trehaloz bu grubun en önemlileridir)
- **Oligosakkaritler:** Birkaç monosakkaridin glikozid bağlarla birbirlerine bağlanarak polimerize olmasından meydana gelen karbonhidratlardır (Örnek, Rafinoz, Melezitoz, Gentianoz, Plantoz, Verbaskoz, Linknoz)
- **Polisakkaritler:** Çok sayıda monosakkarit biriminin birbirine bağlanması ile oluşan polimer moleküllerdir. İki gruba ayrılarak incelenirler.

1. Depo polisakkaritler (Örnek, Nişasta, Glikojen , İnülin)

2. Yapısal polisakkaritler (Örnek, Sellüloz, glikopolisakkaritler)

Karbonhidratların Sınıflandırılması-

III. Yapılarında bulunan aldehid ve keton gruplarına göre

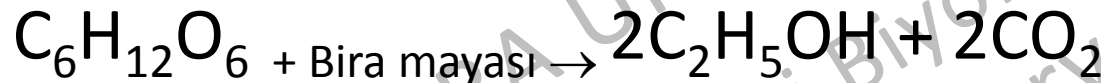
- **Aldozlar:** Aktif bir aldehid grubu bulunan şekerlere denir. Aldozların en basit üyesi, 3 karbonlu gliseraldehid dir. Diğer bütün aldozlar **gliseraldehiden** türerler.
- **Ketozlar:** ikinci karbon atomunda bir keton grubu içeren şekerlere denir. Bunların en basit üyesi **dihidroksiaseton**'dur. Diğer bütün ketozlar dihidroksiasetondan türerler.

Monosakkaritlerin genel özellikleri

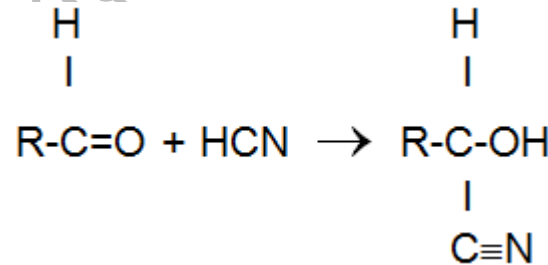
- **Monosakkaritler tatlıdırlar.** Bu özellik, hidroksil gruplarından ileri gelir.
- **Monosakkaritler redüktör bileşiklerdir.** Bu özellik, aktif aldehid ya da keton gruplarından ileri gelir. Ortamda bulunan Cu, Fe, Hg ve Ag gibi bazı metallerin iyonlarını redüksiyona uğratırlar.
- **Monosakkaritler fenilhidrazin ile birleşerek osazonlar oluştururlar.** Aldehid ve keton grubuna sahip olan monosakkaritler, hafif eriyiklerde 100°C'de fenilhidrazin ile reaksiyona sokulurlarsa, ilk kademede **fenilhidrazonlar** oluşur. Reaksiyonun devamı halinde, monosakkarit yapısına bir fenilhidrazin daha girerek **osazonlar** meydana gelir.

Monosakkaritlerin genel özellikleri

- **Monosakkaritlerin çoğu bira mayası ile fermente olur.** Bira mayası ile karıştırıldıktan bir süre sonra CO₂ ve etil alkol ortaya çıkar.

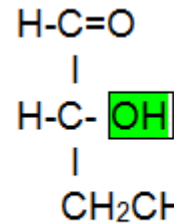


- **Monosakkaritler hidrosiyanik asit ile bağlanırlar.** Aldehidlerin tümü ve ketonların çoğu hidrosiyanik asit ile birleşerek **siyanhidrinler (nitriller)**'i oluştururlar.

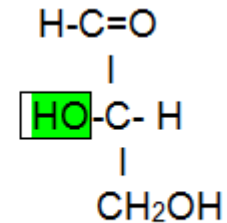


Monosakkaritlerin genel özellikleri

- **Monosakkaritler asimetrik karbon atomu içerirler ve optik olarak aktiftirler.** Dihidroksi aseton dışında, diğer bütün monosakkaritlerde en az bir adet asimetrik karbon atomu bulunur. Dört bağına farklı atom ya da atom grupları bağlanmış olan karbon atomuna **asimetrik karbon atomu** denir. Birbirlerine benzeyen ve asimetrik karbon atomundan dolayı farklı özelliklere sahip olan bileşiklere birbirinin **geometrik izomeri enantiomorf** ya da **stereoizomeri** denir.



D(+)-gliseraldehid



L(+)-gliseraldehid

Monosakkaritlerin genel özellikleri-

Monosakkaritler asimetric karbon atomu içerirler.. (devam)

Monosakkaridler, polarize ışığı sağa ya da sola çevirebilirler. Adı bir ışık demeti, nikol prizmasından geçirilirse, bir kısım ışığın kırıldığı, bir kısmının kırılmadan yoluna devam ettiği görülür. Kırılmadan geçen ışığa **polarize ışık** denir.

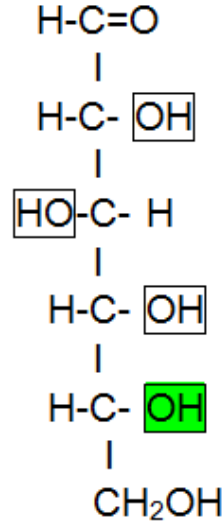
Işığın sapma derecesi ve yönü polarimetre ile saptanabilir.

D-gliseraldehid polarize ışığı sağa, L-gliseraldehid ise sola çevirir. Yani bunlar **dekstrorotator** ve **levorotator**'durlar.

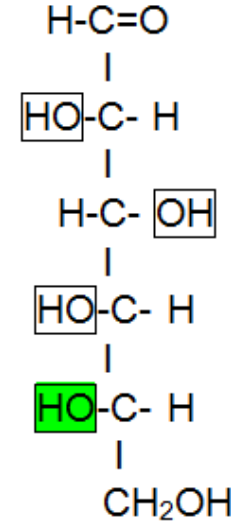
Monosakkaritlerin genel özellikleri-

Monosakkaritler asimetric karbon atomu içerirler.. (devam)

Aldehid ya da keton grubundan en uzakta bulunan asimetric karbon atomuna bağlı hidroksil grubunun sağda bulunması halinde D-şeker, solda bulunması halinde L-şeker olarak adlandırılırlar. D- ve L- şekerler birbirlerinin tamamıyla ayna hayalidirler, ancak D ve L harfleri ile tanımlanarak aynı kimyasal adı alırlar. Örnek, D-glukoz ve L-glukozdur.



D-glukoz

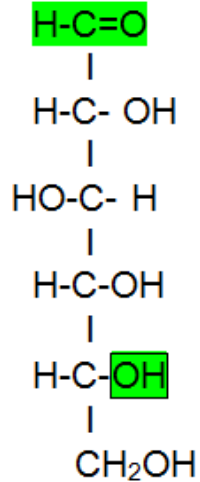


L-glukoz

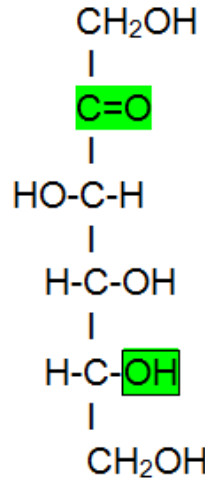
Monosakkaritlerin genel özellikleri-

Monosakkaritler asimetric karbon atomu içerirler.. (devam)

- D ve L formu o şekerin polarize ışığı saptırmasındaki yön ve derecesini tanımlamaz.
- Optik rotasyon özelliği artı (+) ya da eksi (-) ile ifade edilir. Bir şeker, polarize ışığı sağa saptırıyorsa (+), sola saptırıyorsa (-) ile gösterilir. Örneğin, D-glukoz polarize ışığı sağa, D-fruktoz ise sola saptırır



D-(+)-glukoz



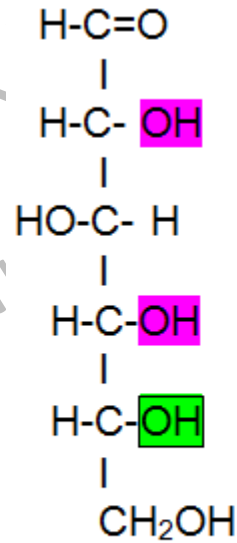
D-(-)-fruktoz

Monosakkaritlerin genel özellikleri-

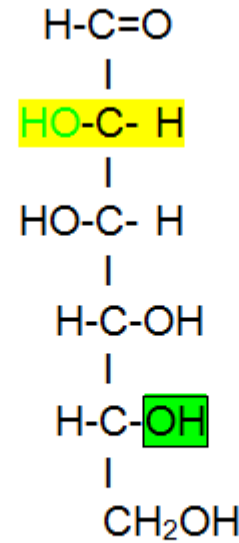
Monosakkaritler asimetric karbon atomu içerirler.. (devam)

Tek spesifik karbona bağlı grupların kongfigürasyonu bakımından farklı olan şekerler birbirinin **epimeri**'dir. Örneğin, D-glukoz ile D-mannoz 2. karbon atomları ve D-glukoz ile D-galaktoz 4. karbon atomları bakımından birbirinin epimeridirler.

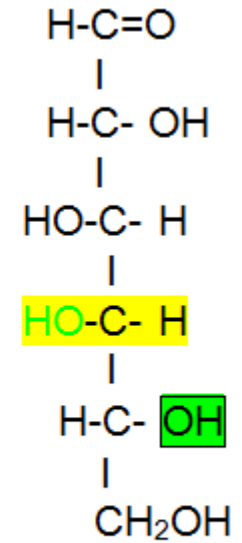
Bir bileşiğin stereoizomer sayısı, **Le Bell van't Hoff**'un ortaya attığı 2^n formülüne göre hesaplanır. Asimetric karbon atomu sayısı n ile gösterilir.



D-glukoz



D-mannoz



D-galaktoz

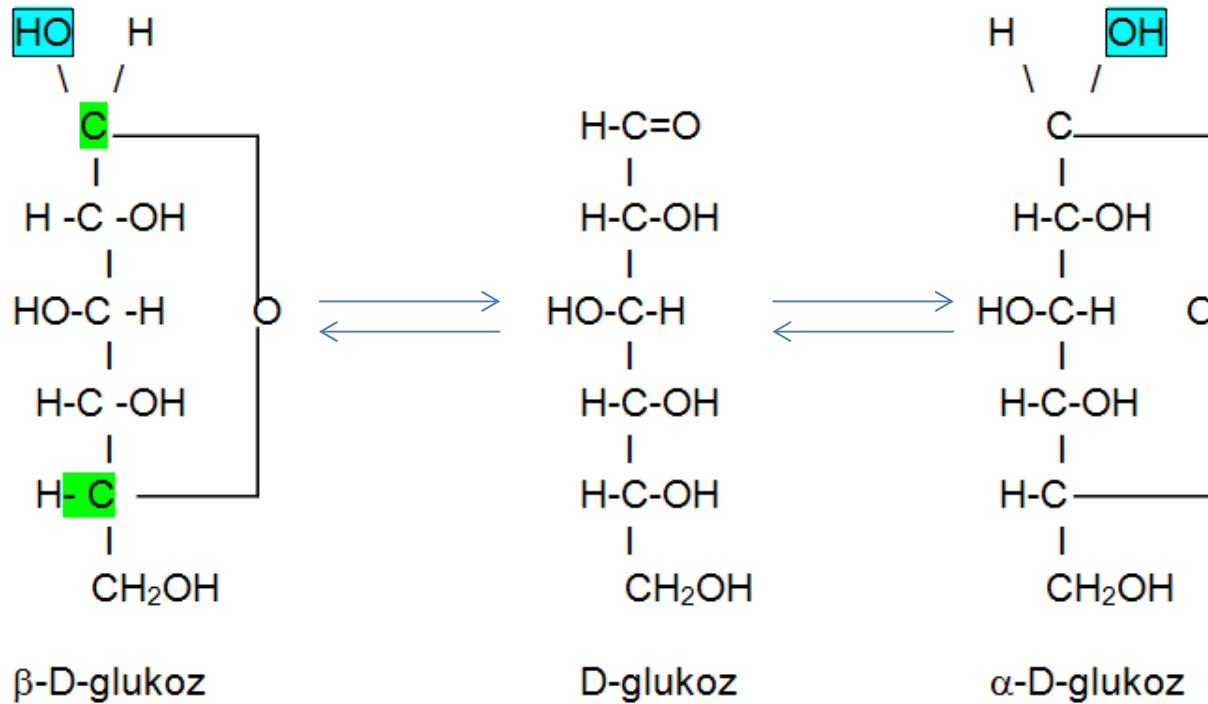
Monosakkaritlerin genel özellikleri

- **Monosakkaritler mutarotasyon gösterirler**

Düz zincir halinde gösterilmekle beraber, monosakkaritlerin pek çoğu sulu çözeltilerde kendilerinin halkasal yapıdaki bileşikleri ile denge durumundadırlar. Aldoheksozlarda halkasal yapı, moleküldeki 5 nolu karbon atomuna bağlı hidroksil grubu ile 1 nolu aldehidik karbon atomu arasında bir **hemiasetal** oluşması ile meydana gelir ve böylece altıgen bir halka oluşur. Böyle bir durumda, moleküldeki 1. karbon atomu asimetric bir yapı kazanır. Örneğin, D-glukozun sulu çözeltisinde halkasal yapı oluşması ile, 1 nolu karbon atomunda yeniden ortaya çıkan OH grubu sağda yer alırsa, bu şeker **α -D-glukoz**, solda yer alırsa **β -D-glukoz** adını alır.

Monosakkaritlerin genel özellikleri-Monosakkaritler mutorotasyon gösterirler (devam)

α -D-glukozun spesifik rotasyon derecesi $+112.2^\circ$ ve β -D-glukozun ise $+18.7^\circ$ olduğu halde, bunların sulu çözeltide bir denge durumuna ($+52.7^\circ$) erişinceye kadar birbirine değişmesi olayına **mutorotasyon** denir.



Monosakkaritlerin genel özellikleri

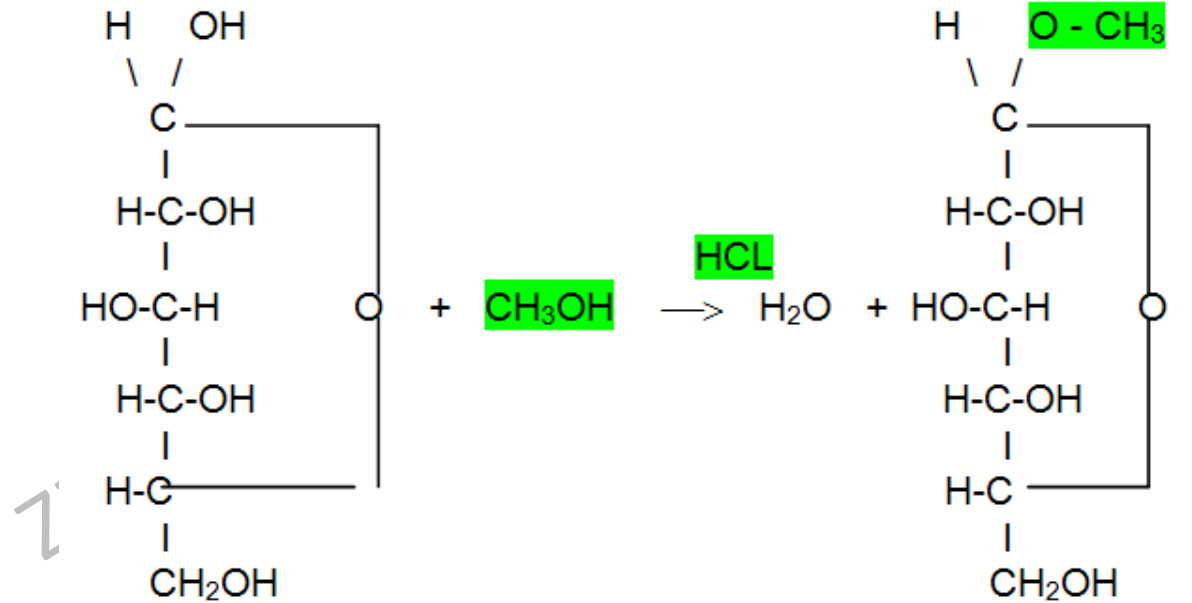
- **Monosakkaritler suda ve sulu ortamlarda çözünürler.**

Monosakkaritler suda, sulu ortamlarda ve etanolde çözünürler. Çözündükleri pH sına göre değişik özellikler gösterirler.

Kuvvetli asit ortamlarda, kömürleşirler. Yoęun asit ortamlarda, kaynatıldıkları zaman üç molekül su kaybederek, pentozlardan **furfural**, heksozlardan **5-hidroksimetil furfural** oluşur.

Monosakkaritlerin genel özellikleri

- **Monosakkaritler glikozid oluştururlar.** Halkasal yapıları, katalizör olarak hidroklorik asit yardımıyla, alkol ya da fenol grupları ile birleşerek glikozidleri oluştururlar.



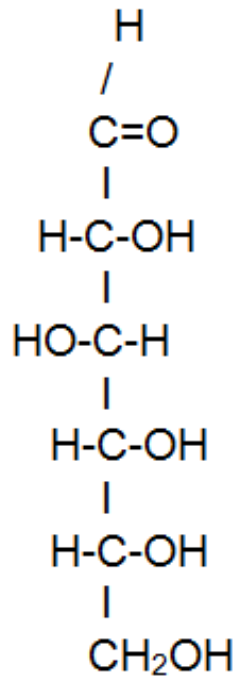
α -Glukoz

Metil α -glukozid

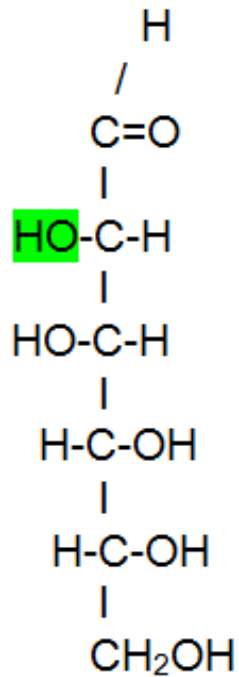
Monosakkaritlerin genel özellikleri

- **Monosakkaritler asitlerle ester oluştururlar.**
Monosakkaritler, anorganik asitlerle bağlanarak şeker esterlerini oluştururlar. Bunların fosforik asitle oluşturdukları esterlere **fosforik asit esterleri** denir.

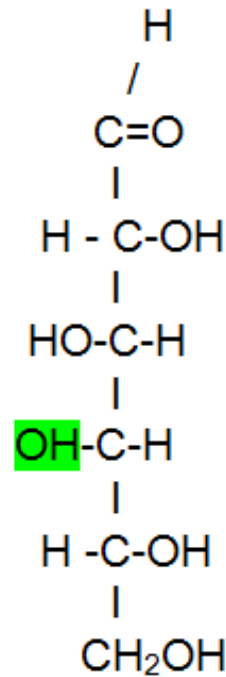
Heksozlar (C₆H₁₂O₆)



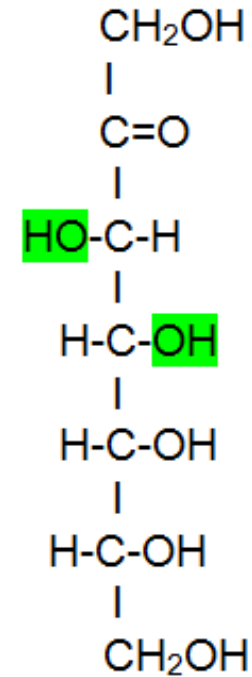
D-glukoz



D-mannoz



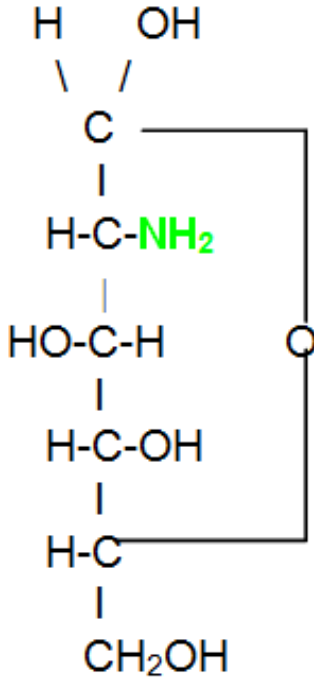
D-galaktoz



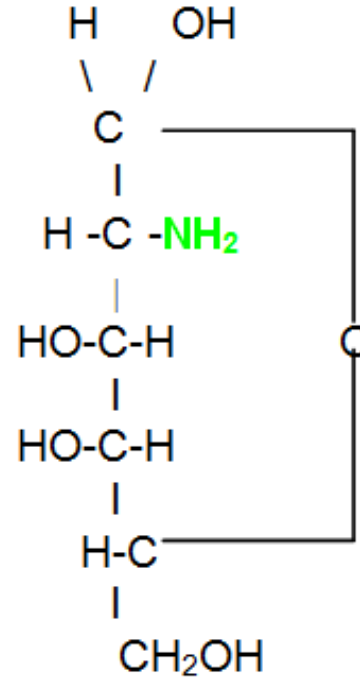
D-fruktoz

Monosakkarit türevleri

- **Amino şekerler:** aldoheksozların ikinci karbon atomuna hidroksil grubu yerine bir amin grubunun (-NH₂) girmesi ile oluşurlar.



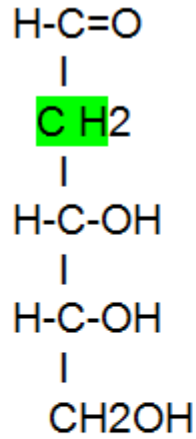
D-glukozamin



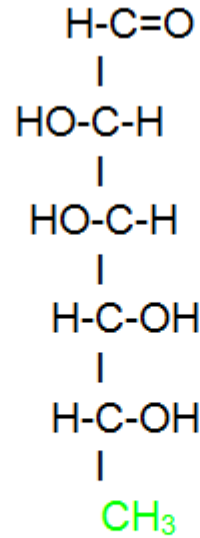
D-galaktozamin

Monosakkarit türevleri

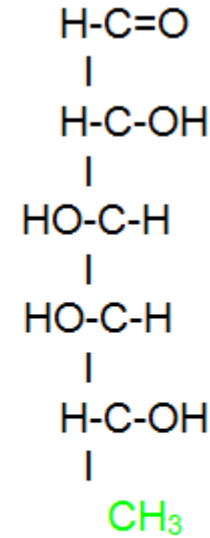
- **Deoksi şekerler** : monosakkaritlerin bir hidroksil grubundan oksijen ayrılması ile oluşurlar ve doğada yaygın olarak bulunurlar.



2-deoksi riboz



6-deoksi mannoz
(rammoz)



6-deoksi galaktoz
(fukoz)

Monosakkarit türevleri

- **Askorbik asit (vitamin C)** : L-askorbik asit, D-glukozun bir dizi kimyasal reaksiyona uğramasından sonra oluşur.
- **Şeker asitleri** : monosakkaritlerin oksidasyon ürünüdürler. Aldozların aldehid grubunun karboksil grubu haline dönüşmeleri ile **aldonik, üronik ve aldarik (sakarik)** asitler oluşur.
- **Şeker alkolleri** : **sorbitol** D-glukozdan , **mannitol** D-mannozdan , **dulsitol** D-galaktozdan , **gliserol** üç karbonlu bir monosakkarit olan gliseraldehitten , **ribitol** ribozdan ve **ksilitol** ksilozdan meydana gelir.
- **Glikozidler** : Hayvan besleme yönünden en önemli glikozidler, siyanik asit oluşturanlardır. Bunlar, sindirim kanalında parçalandıklarında, hidrosiyanik asit oluşur ve bu da toksik etki yaratabilir.