

# MAKROMOLEKÜLLERİN YAPI VE İŞLEVLERİ

**Dr. Sabriye KOCATÜRK SEL**  
**Tıbbi Biyoloji ABD.**

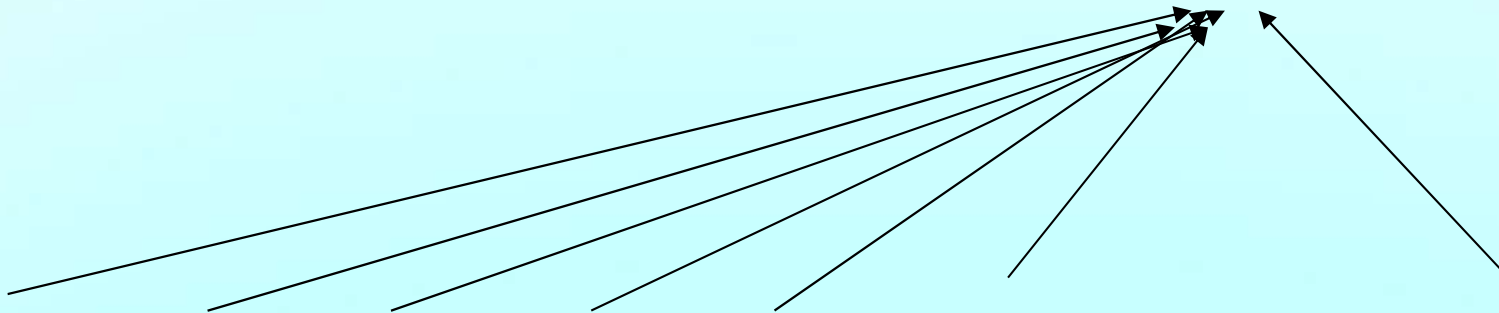
- Evreni oluşturan bütün maddeler, element adı verilen belirli sayıdaki maddelerden meydana gelmiştir.
- Doğal oluşumlu 92 element,
- Laboratuvarda üretilen yapay elementlerle >100 element vardır.

# Canlıların yapısında yaklaşık 25 Temel ELEMENT bulunur

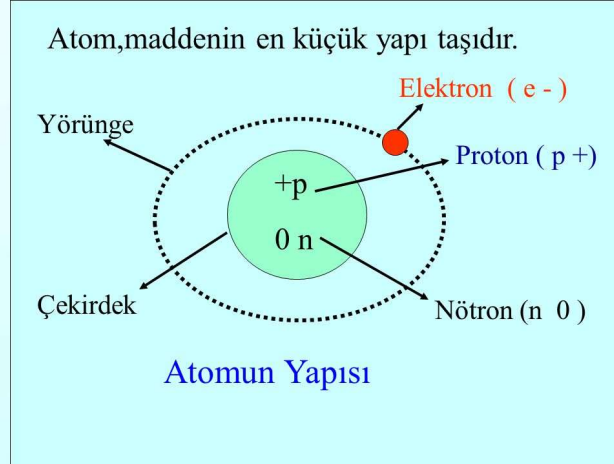
- *C, O, H, N* canlı yapının %96'nı oluşturur.

- *Ca, P, K, S, Na, Cl, Mg*...% 3,98

- *I, Zn, Se, Cu, Fe, Mn*.....Eser elementler olarak organizmada bulunur.



# ATOM → MOLEKÜL



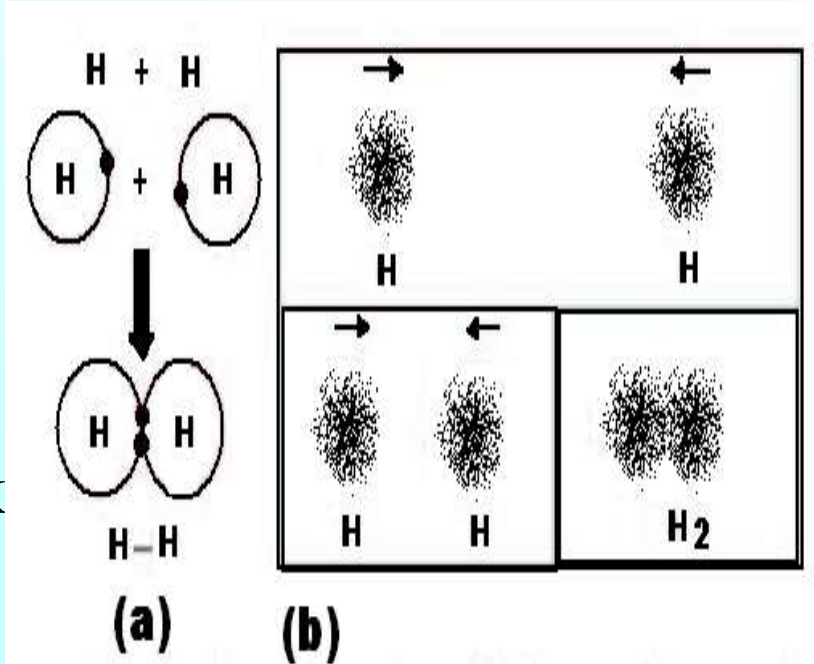
- Atomların kimyasal davranışı, son enerji yörüngesindeki elektronların dağılımına bağlıdır.
- Bu nedenle, son elektron kabuğuna *valans= değerlik* kabuğu denir.
- **Orbital:** Elektronun zamanının %90'nını geçirdiği çekirdek hacmidir.
- Atom çizimlerinde orbital çoğu zaman bir daire şeklinde, elektronlarda bazen daire üzerinde yuvarlak noktalar şeklinde gösterilir.

# (Heisenberg'in Belirsizlik İlkesi)

Elektronlar çekirdeğin dışında sabit bir pozisyonda değildir. Her biri sabit bir hareketle saniyede  $10^{15}$ - $10^{16}$  orbit yapar.

Bu yüzden verilen bir elektronun herhangi bir anda nerede olduğunu tam bilmek olanaksızdır;

. Bu nedenle bazı çizimler, elektronun kendisini göstermez; fakat elektronun büyük bir olasılıkla bulunduğu bölgeyi gösterir.



# ATOM → MOLEKÜL

- Atomlar, *oktet kuralı* gereğince kararlı olabilmek için son yörüngelerindeki elektron sayısını enerji seviyesinin gerektirdiği şekilde tamamlamak ister .Bu amaçla kimyasal bağlar oluşur.
- Atomların dış elektron kabukları dolu olduğu zaman kararlı yapıda bulunur ve bu genellikle dış kabukta 8 elektron içerdiğini gösterir. Atomların dış kabuklarındaki elektron sayılarını tamamlamak için başka atomlarla tepkimeye girme eğilimleri oktet kuralı ile açıklanır.



# *KİMYASAL BAĞLAR*

- iki ya da daha fazla atomu birbirine bağlayan ve bunları bir arada tutan çekme kuvvetine *kimyasal bağ* denir.
- Belirli atomlar; elektronların düzeni ve gösterdikleri çeşitli yüklerin doğasından ötürü ancak bu bağlardan çok azını oluşturabilir (Her elementin kendine özgü bağ yapma kapasitesi vardır).

# YAŞAM ÇELİŞKİSİ

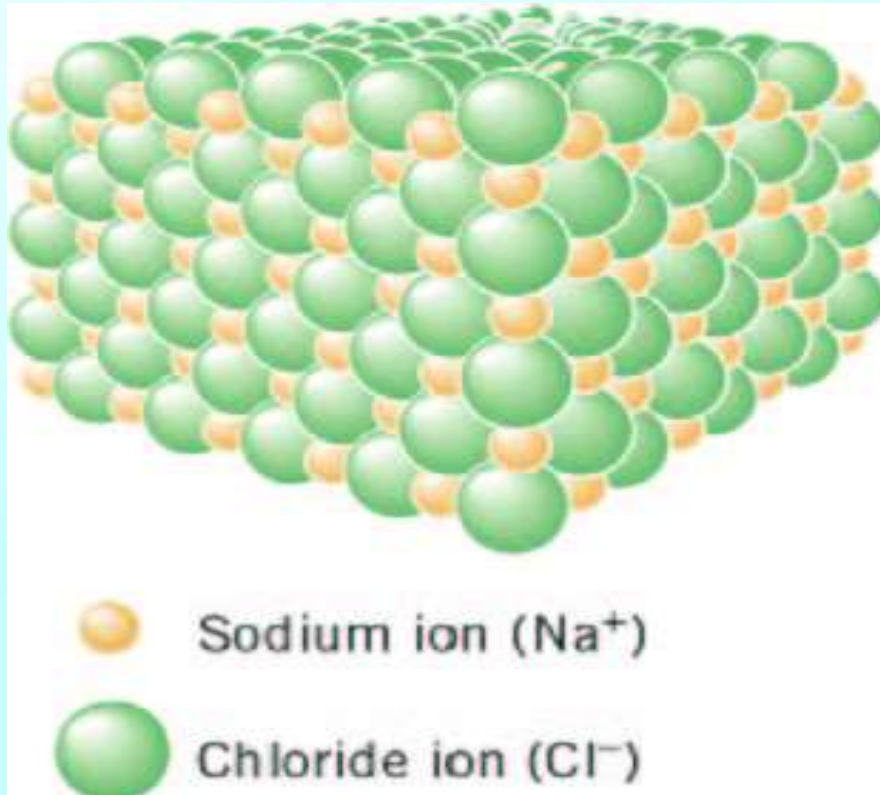
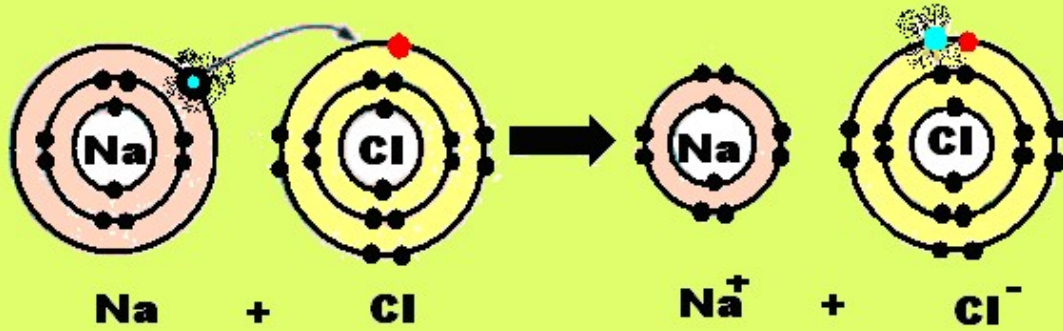
- Yaşam, **kararlılığa** bağlı olduğu kadar değiştirme olarak tanımlanan **kararsızlığa** da bağlıdır.
- Bu değiştirme yeteneğinin en önemli kaynağı; zayıf, kovalent olmayan, kolay kırılan ve tekrar oluşabilen bağlardır.



# KİMYASAL BAĞLAR

- İyonik bağ ( elektrostatik bağ )
- Hidrojen bağı.
- Van der Waals
- Kovalent Bağlar
  1. Polar Kovalant bağ
  2. Non polar kovalent bağ

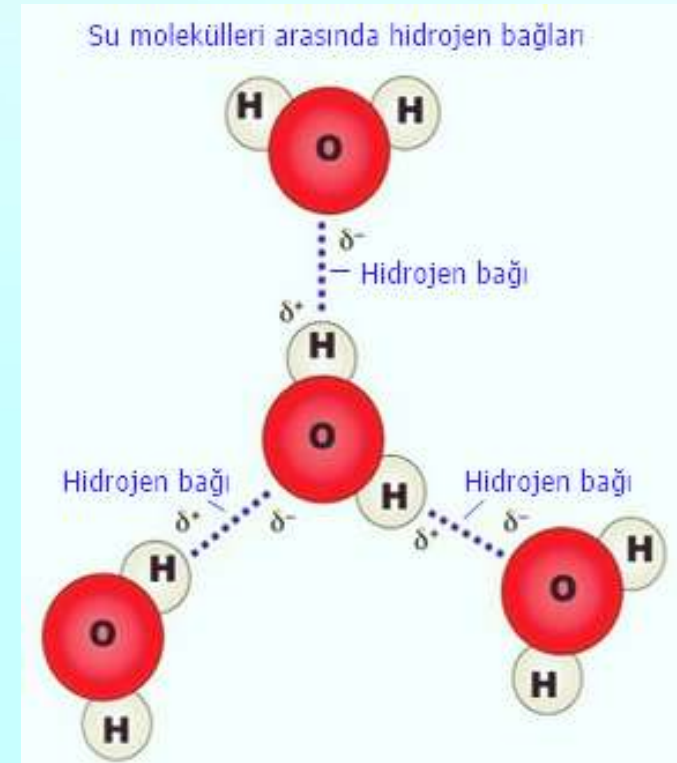
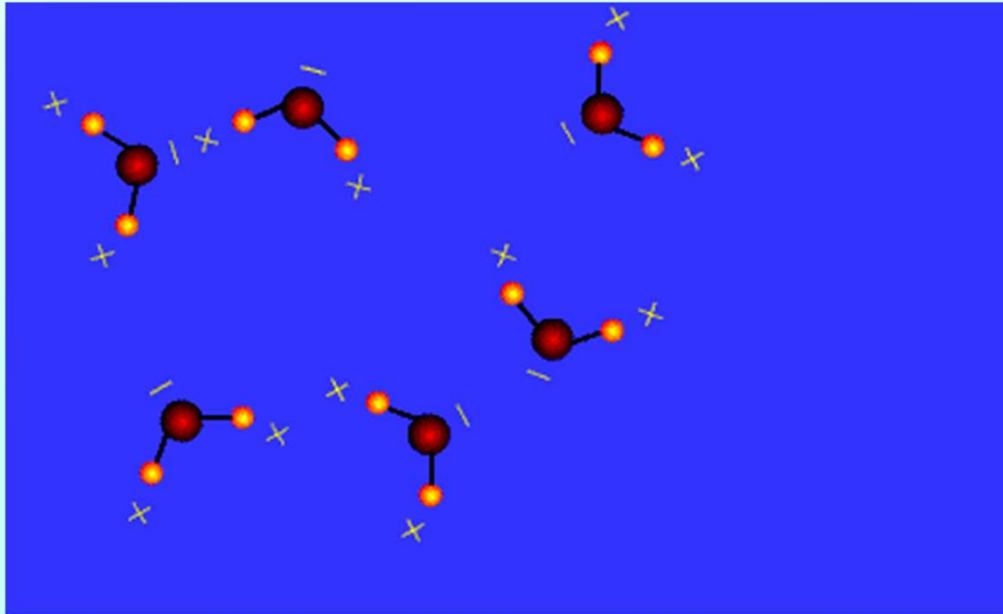
# İyonik bağ



- Atomların dış kabuklarındaki elektron sayılarını tamamlamak için başka atomlarla tepkimeye girme eğilimleri sonucu *elektron transferi* .
- Na: 11 e
- Cl: 17 e

# Hidrojen bağı.

- Komşu polar atomların zıt yükleri arasındaki elektrostatik çekimleri sonucu hidrojen bağları ortaya çıkar. Su molekülü mükemmel bir örnektir

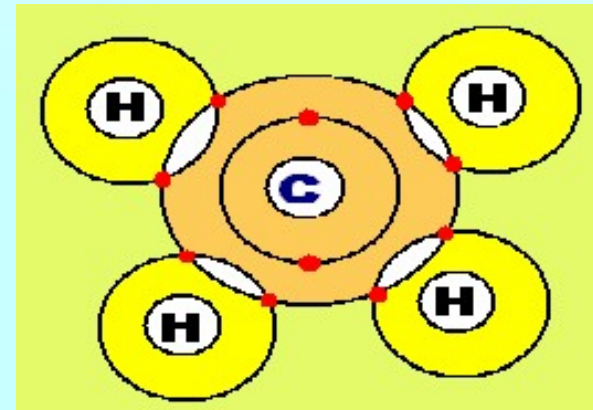
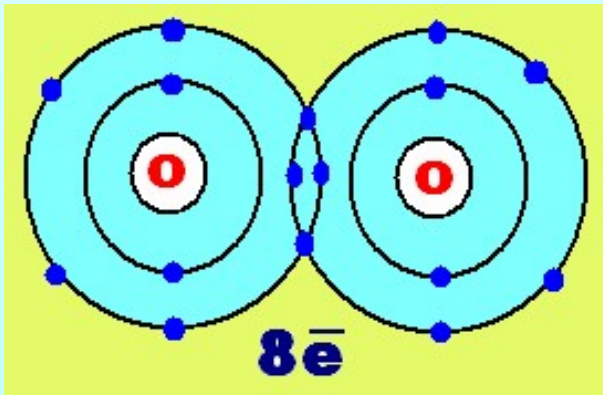
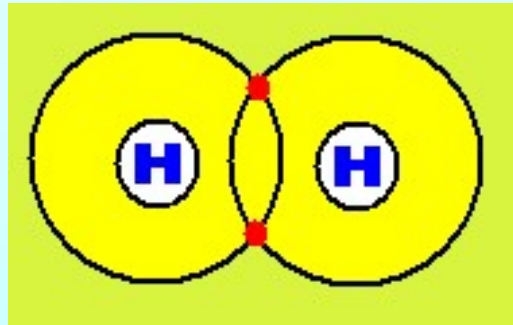


# Van der Waals

- Van der Waals çekimleri Hidrojen ve iyonik bağlardan daha zayıftır.
- Bu bağlar elektriksel olarak nötral moleküller ( ya da molekülün bir kısmı ) arasında, dış elektronların birbirlerine senkronize bir şekilde hareket etmesini sağlayacak kadar yaklaşmaları sonucu ortaya çıkar.
- Enzimatik tepkimelerde ve Antijen-Antikor tepkimelerinde Van der Waals kuvvetleri çok önemli rol oynar.

# Kovalent Bağ

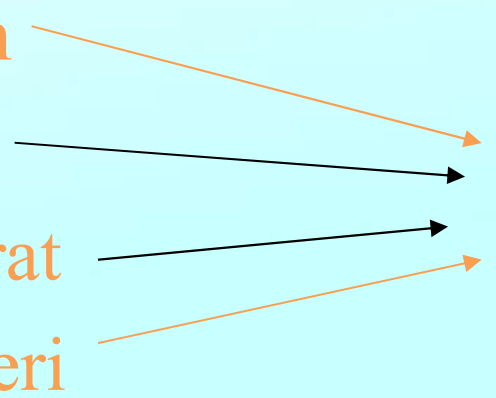
İki atom arasında, bir veya daha fazla elektronun paylaşılmasıyla karakterize edilen kimyasal bağın bir tanımıdır. H:1 e O:8 e C: 6e





# KARBON MOLEKÜL ÇEŞİTLİLİĞİ CANLILIK

- Hücrenin 70-90'ı su
- Geri kalan kısmın çoğu karbon bileşiğidir

- Protein
  - DNA
  - K.Hidrat
  - Diğerleri
- Karbon atomlarından  
oluşur
- 
- A diagram showing four biological molecules listed on the left: Protein, DNA, K.Hidrat, and Diğerleri. Each molecule has an arrow pointing from it to the text 'Karbon atomlarından oluşur' on the right. The arrows for Protein and DNA are orange, while the arrows for K.Hidrat and Diğerleri are black.

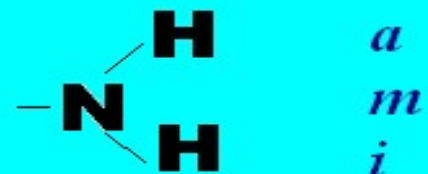
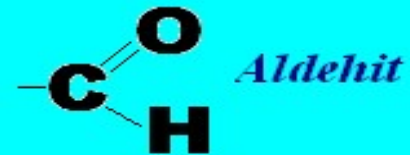
## *KARBON ve ORGANİK KİMYA*

- Karbon içeren bileşiklere organik bileşik
- Karbon bileşiklerini inceleyen Kimya dalına ise *organik kimya* denir.
- Kimyasal tepkimelere en sık katılan organik molekül kısımlarına *fonksiyonel grup* denir

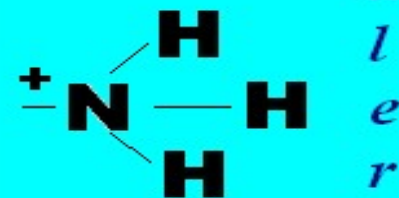


# fonksiyonel gruplar

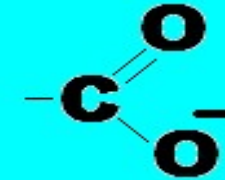
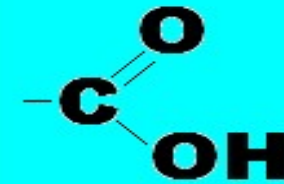
KARBONİL



AMİNO



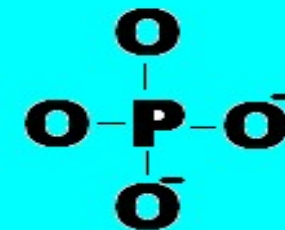
KARBOKSİL



SULFİDRİL



FOSFOR



# Makromoleküller

Makromoleküller karbonhidrat,protein veya yağ gibi çok büyük moleküller olup genellikle daha küçük alt ünitelerin polimerizasyonu ile oluşurlar. Tipik olarak binlerce ve daha fazla atomun birleşmesiyle oluşurlar.

Biyokimyadaki en yaygın makromoleküller

- Biyopolimerler (nükleik asitler, proteinler, karbohidratlar )
- Polimer olmayan büyük moleküller (lipitler).

Sentetik makromoleküller, karbon nanotüp gibi deneysel materyallerin yanı sıra ticari olarak yaygın şekilde kullanılan plastiklerdir.

# Yaşamın Makromolekülleri

- Tüm canlılarda bulunurlar.
- Hücrelerin yapıtaşdırlar.
- Atomlardan oluşurlar: Karbon, oksijen, hidrojen, azot, fosfor, ve sülfür,
- Dört gruba ayrılırlar
  1. Karbohidratlar-C,H, O
  2. Lipitler- C,H,O
  3. Proteinler- C,H,O,N,S
  4. Nükleik asitler- C,H,O,N,P

# MAKROMOLEKÜLLERİN YAPI VE İŞLEVLERİ

**Birçok makromoleküler polimer yapısındadır.**

*Polimer* adı verilen bu moleküller, birbirinin aynısı veya benzeri yapıtaşlarının **kovalent bağlarla** bağlanarak oluşturdukları uzun moleküllerdir.

Polimerlerin yapıtaşları olarak görev yapan küçük moleküllere ise *monomer* denir.

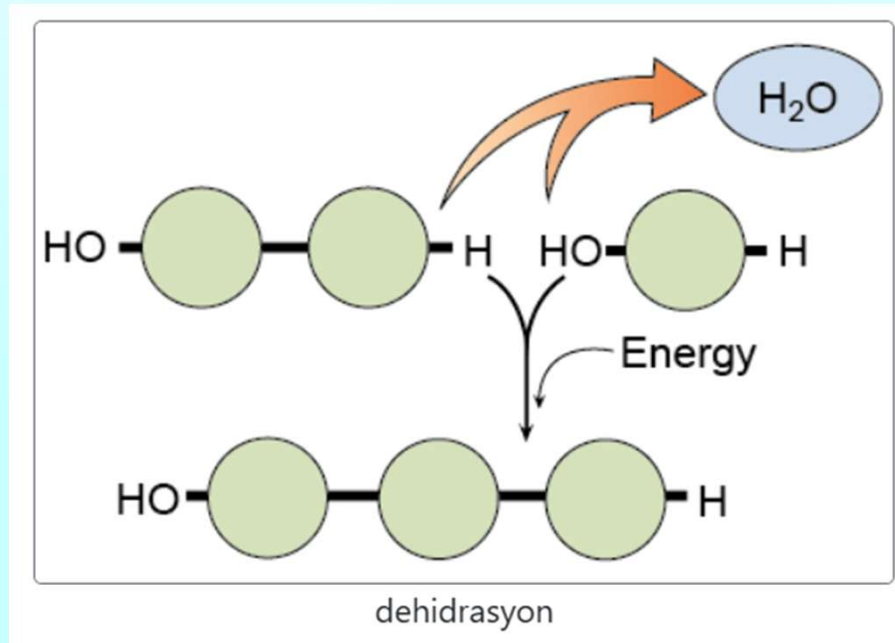
Polimerik makromolekül sınıfları, monomerlerin niteliği bakımından farklılık gösterir ancak hücrelerin polimerleri kurmak ve yıkmak için kullandıkları kimyasal mekanizmalar temel olarak aynıdır.

Monomerlerin birbirlerine bağlandığı tepkime sırasında, bir molekül su çıkışıyla birlikte, iki molekül arasında *kovalent bağ* kurulur.

Bu tip tepkimeler *kondensasyon* tepkimesi ya da *dehidrasyon* tepkimesi olarak adlandırılır.

İki monemer arasında bir bağ kurulduğunda, monomerlerden birisi hidroksil grubunu (-OH), diğeri ise hidrojeni (-H) verir. Bu tepkimelerin tekrarlanmasıyla polimerler oluşur.

Dehidrasyon tepkimelerinin cereyan etmesi için hücrenin enerji harcaması gerekir ve bu süreç enzimlerin yardımıyla gerçekleşir.

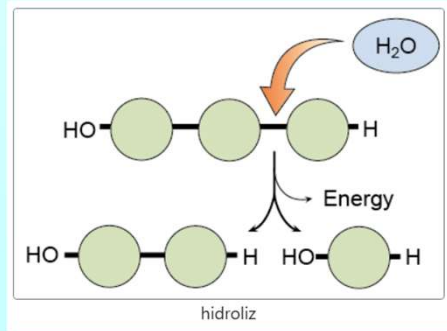




*Enzimler* hücrelerdeki kimyasal tepkimeleri hızlandıran, özelleşmiş proteinlerdir.

Polimerlerin, monomerlerine ayrılmaları ise *hidroliz* adı verilen tepkime ile gerçekleşir.

*Hidroliz*;dehidrasyonun tersine işleyen bir tepkimedir ve monomerler arasındaki bağlar bir su molekülü eklenmesiyle kırılırlar.



Hidroliz sonunda,su molekülünün hidrojeni monomerlerden birisine, hidroksil grubu ise diğerine bağlanır.

\*Sindirim, vücudumuzda gerçekleşen hidrolize ait bir örnektir.



Besinlerimizdeki organik maddelerin çoğu polimerler şeklindedir ve çok büyük boyutlu oldukları için, hücrelerimize giremezler.

Sindirim kanalındaki çeşitli enzimler polimerlerin hidrolizini hızlandırırlar.

Ortaya çıkan monomerler kan dolaşımına absorbe edilir ve vücuttaki diğer hücrelere dağıtılırlar.

Daha sonra bu hücreler, monomerleri birleştirmek ve besinlerle alınan polimerlerden farklı polimerler sentezlemek üzere, dehidrasyon tepkimelerini kullanırlar

**\*\*Az sayıdaki monomer seti ile çok çeşitli polimerler kullanılabilir.**

Her hücrede binlerce çeşit makromolekül bulunur.

Aynı organizmanın farklı hücrelerinde bu makromoleküller farklı kombinasyonlar halinde bulunurlar.

Canlılar dünyasındaki makromoleküllerin çeşitlilik potansiyeli, sınırsız denilebilecek kadar fazladır.

# KARBONHİDRATLAR

Karbonhidratlar hem şekerleri hem de bunların polimerlerini içerirler.

En basit karbonhidratlar *monosakkaritler* ya da *basit şekerler* olarak adlandırılır.

*Disakkaritler* iki monosakkaridin kondensasyon ile birleşmesiyle oluşan çift şekerlerdir.

*Polisakkaritler* çok sayıda şeker içeren polimerlerdir. Polisakkaritler **makromolekül** yapısındaki karbonhidratlar.

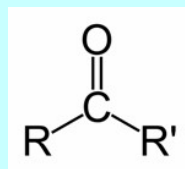
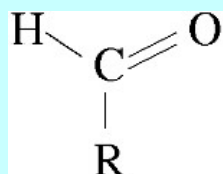
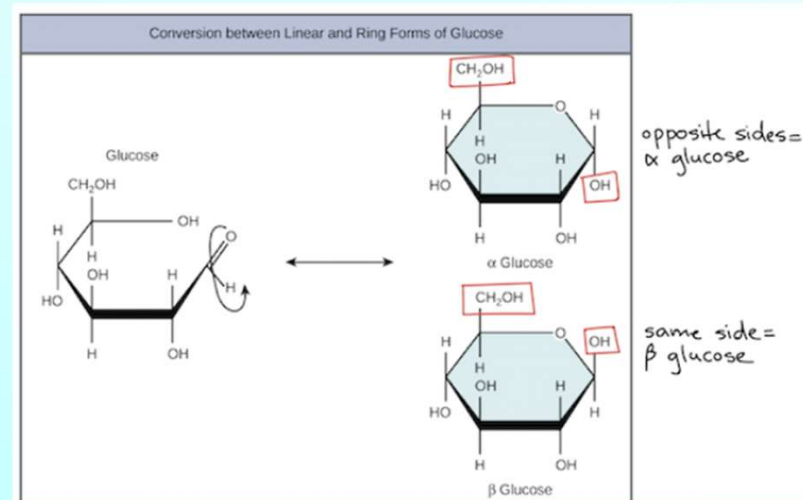
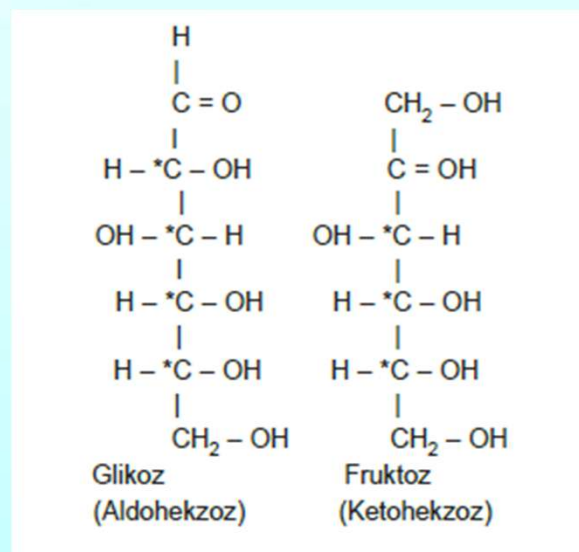
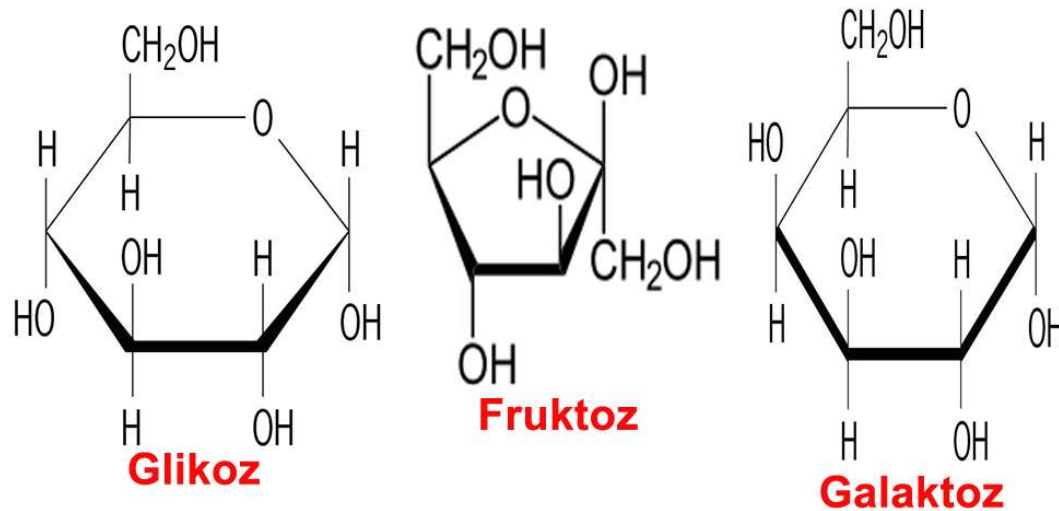
# Monosakkaritler

En yaygın olarak bulunan monosakkarit glukoz ( $C_6H_{12}O_6$ )'dur ve canlı kimyasında hayati bir öneme sahiptir.

Glukozun yapısı şekerlerin genel yapısının tipik bir örneğidir. Bu molekül bir tane karbonil grubu ( $>C=O$ ) ve çok sayıda hidroksil grubu içerir.

Karbonil grubunun yerleşimine bağlı olarak şeker; aldoz (aldehit şeker) ya da ketoz (keton şeker)dur.

Örneğin, glukoz bir aldoz iken, bunun yapısal izomeri olan fruktoz bir ketozdur. (Bir çok şekerin adı -oz son eki ile biter.)



Şekerleri sınıflandırmada kullanılan bir başka kıstas, karbon iskeletinin uzunluğudur.

Bu iskeletteki karbon sayıları üç ile yedi arasındadır.

**Altı karbona** sahip glukoz, fruktoz ve diğer şekerler *hekzoslar* olarak adlandırılırlar.

Üç karbonlu *triozlar* ve beş karbonlu *pentozlar* da yaygın olarak bulunan diğer şekerlerdir.

Monosakkaritler ve özellikle de glukoz,hücreler için temel besinlerdir.

Hücre solunumunda,hücreler glukoz moleküllerinde depolanmış olan enerjiyi özütlerler.

Basit şeker molekülleri hücresel işler için temel yakıt olmalarının yanı sıra, amino asitler ve yağlar gibi organik moleküllerin sentezlenmesi için hammadde olarak da iş görürler.

Bu amaçlar için kullanılmamış olan şeker molekülleri ise genellikle, disakkarit ya da polisakkaritlerin yapılarına katılırlar.



# Disakkaritler

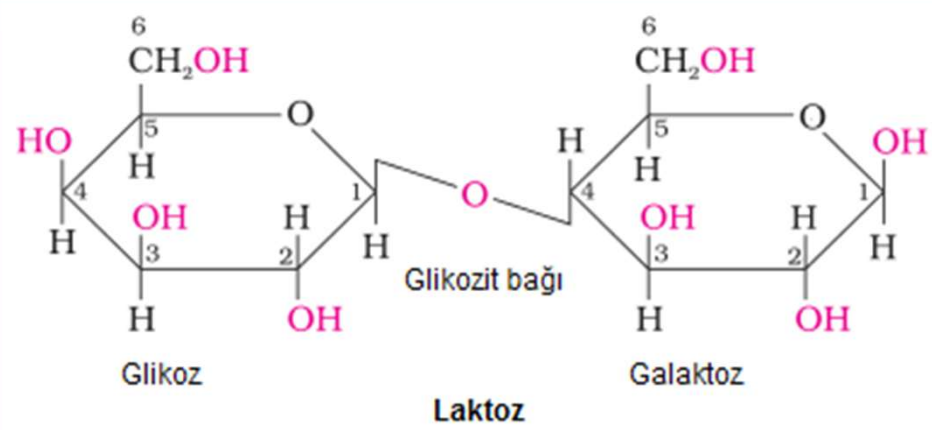
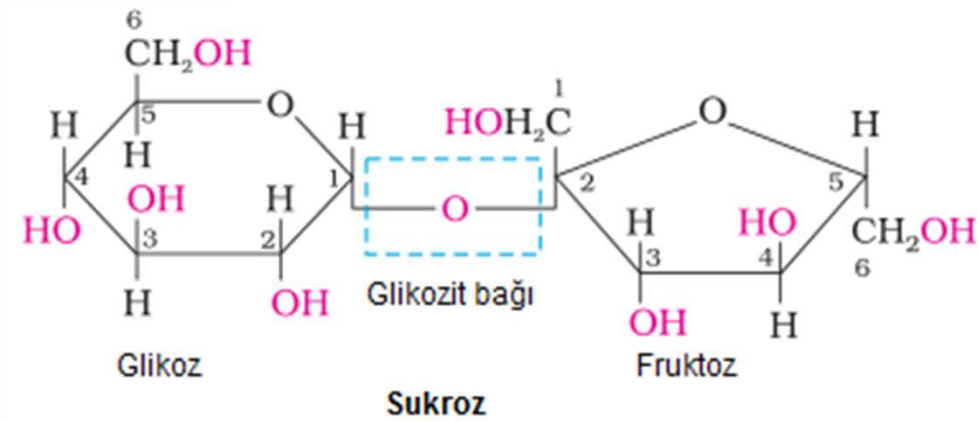
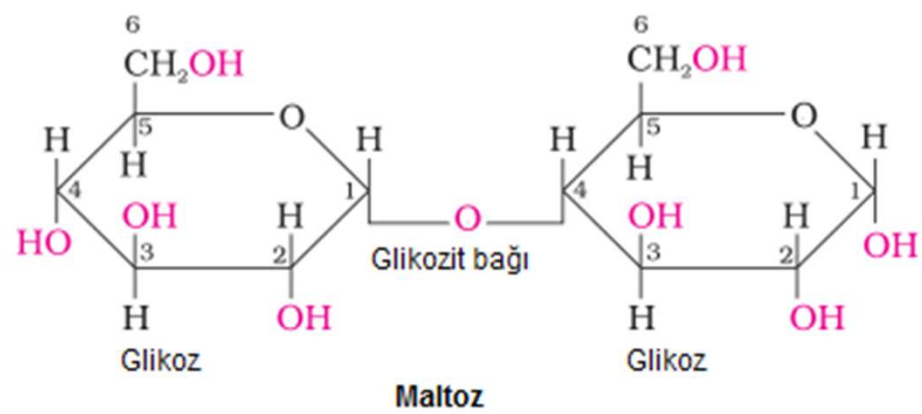
Disakkaritler iki monosakkaridin *glikozidik bağ* ile birleşmesiyle oluşur.

*Glikozidik bağ*, iki monosakkaridin dehidrasyon tepkimesi ile oluşturulan kovalent bağdır.

Örneğin; bir disakkarit olan *maltoz*, iki molekül *glukozun* bağlanmasıyla oluşur.

Çay şekeri olan *sukroz* en bol bulunan disakkarittir. Bunun monomerleri *glukoz* ve *fruktoz*dur.

Sütte bulunan *laktoz* şekeri bir başka disakkarittir ve *glukoz* ile *galaktozun* birleşmesiyle oluşur.



# Polisakkaritler

Polisakkaritler yüzlerce ya da birkaç bin monosakkaridin glikozidik bağlarla bağlanarak oluşturdukları polimerlerdir.

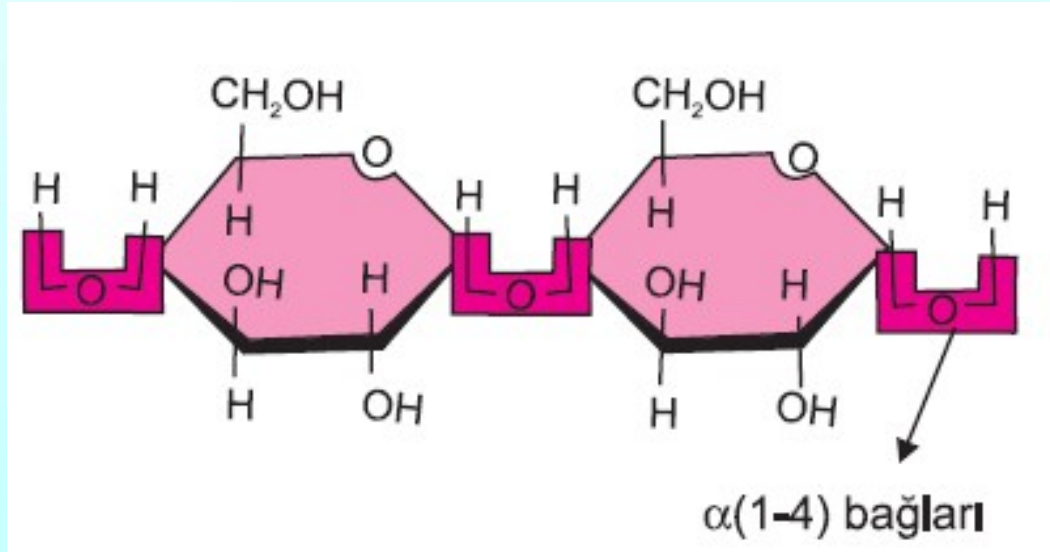
Depo maddesi olarak görev yapan bazı polisakkaritler, hücrelerin şekere gereksinimi olduğunda, hidroliz edilirler.

Diğer polisakkaritler ise, hücre ya da tüm bir organizmayı koruyan yapıları temel bileşenleridir.

Polisakkaridin yapısı ve işlevi, yapısındaki şeker birimleri ve glikozidik bağların pozisyonları tarafından belirlenir.

Monomerlerin çok büyük kısmı  $\alpha(1-4)$  bağlarıyla(1 nolu karbon ile 4 nolu karbon arasındaki bağ) bağlıdırlar.

Bu bağların açısı polimerin sarmal şekilde bükülmesine neden olur.



**Şekil .**  $\alpha(1-4)$  glikozidik bağının oluşumu.

**Bitkilerdeki fazla glukoz, nişasta granülleri olarak depolanır ve nişasta depolanmış enerjiyi temsil eder.**

En basit nişasta formu olan **amiloz** dallanmamış zincir halinde iken daha karmaşık yapılı **amilopektin** dallanmış yapılı bir polimerdir.

İnsanlar ve birçok hayvan, bitkisel nişastayı hidroliz edebilen enzimlere sahiptir. Bu enzimler hücrelerin glukozu besin olarak kullanmasını sağlar.

## **Hayvanlar ise glukozu glikojen olarak depolarlar.**

İnsanlar ve diğer omurgalılar glikojeni karaciğer ve kas hücrelerinde depolarlar.

Şeker gereksinimi arttığında, bu hücrelerdeki glikojenin hidrolizi ile glukoz açığa çıkarılır.

Ancak bu depo yakıt,hayvana uzun süre yetecek miktarda değildir.Örneğin insanlardaki glikojen bankası yiyeceklerle beslenmediği takdirde,bir günde tükenir.



Nişasta gibi **selülozda** bir glukoz polimeridir.

Ancak bu iki polimerin glikozidik bağları birbirinden farklıdır. Bu farklılığın temeli, glukozun iki farklı halkasal formda bulunabilmesidir.

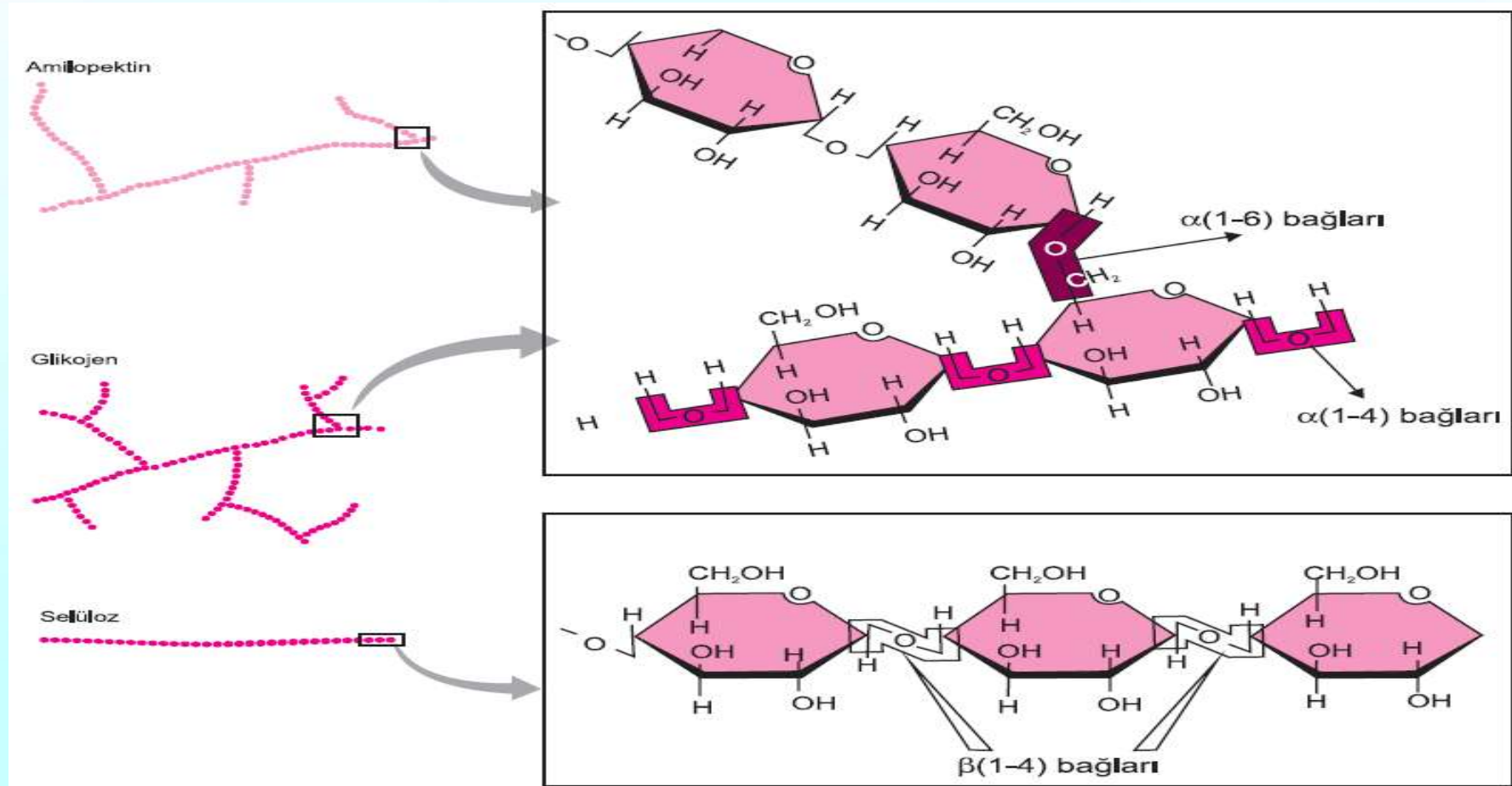
Glukozun bu iki halkasal formu alfa( $\alpha$ ) ve beta( $\beta$ ) olarak adlandırılır.

**\*Niřastadaki bütün glukoz monemerleri  $\alpha$  kofigürasyonunda bulunurken; selülozun glukoz monomerleri  $\beta$  kofigürasyondadır.**

İnsanlarda,  $\alpha$  bağlarını hidroliz ederek nişastayı sindiren enzimler, selülozdaki  $\beta$  bağlarını hidroliz edemezler.



Nişasta molekülünün büyük kısmı sarmal biçimde iken, selüloz molekülü doğrusal yapıdır (asla dallanmamış).



**şekil 5.8.** Polisakkaritlerin yapısı.