

Moleküler Biyofiziğin kavramları (BÖLÜM II)

Doç. Dr. Ayşegül Akar
O.M.Ü Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı



Bu sunumdaki temalar

- Biyomoleküllerin alt yapısı
- Molekül içi ve moleküllerarası bağlar
- Su; Biyolojik önemi ve özellikleri,
- Biyolojik Makromoleküller



ÖĞRENİM HEDEFLERİ-I

Bu sunumun sonunda kazanımlarımız nelerdir?

- Biyolojik moleküllerin hangi element, mineral ve eser elementlerden meydana geldiğini ve bu elementlerin önemini söyleyebilmek,
- Atom ve elementin tanımını yapabilmek, atom çeşitlerini sıralayabilmek,
- Atom altı tanecikleri ve arasındaki ilişkiyi kavrayabilmek,
- Doğada var olan temel kuvvetleri sayabilmek ve iki atom arasındaki bağlanmada etkin olan kuvvetleri açıklayabilmek,



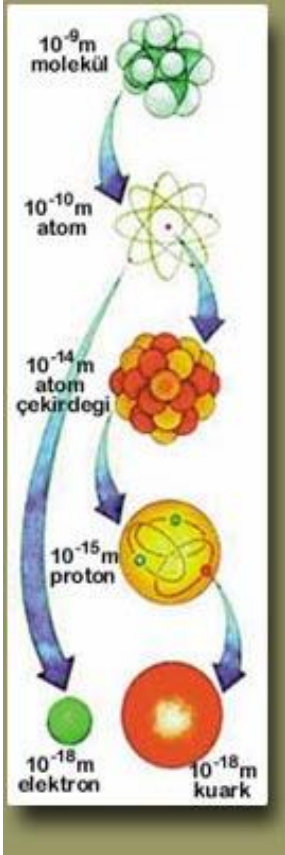
ÖĞRENİM HEDEFLERİ-II

Bu sunumun sonunda kazanımlarımız nelerdir?

- Bağ enerjisinin tanımını yapabilmek,
- Molekül içi ve moleküllerarası bağları sayabilmek,
- Kovalent bağ ve kovalent olmayan (non-kovalent) bağlar arasındaki fiziksel ve yapısal farklılıkları açıklayabilmek,
- Suyun biyolojik önemini kavrayabilmek,
- Suyun fiziksel özelliklerini kavrayabilmek,
- Biyolojik makro-moleküllere örnek vererek görevlerini söyleyebilmek.



ATOMDAN..... MOLEKÜLE.....



- Yaşayan canlılarda hangi tip moleküller bulunmaktadır?
- Bunların birbirine karşı oranı nasıldır?
- Canlı yapısında bulunan bu moleküllerin rolleri nedir?



*EĞER BU SORULARA CEVAP ARIYORSAK
BİYOMOLEKÜLLERİ İNCELEMEMİZ DE
KAÇINILMAZDIR....*

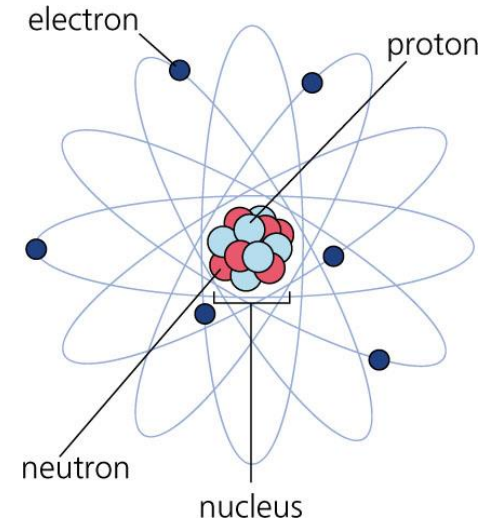
Canlıların Atomik ve Moleküler İçeriği

- C, H, O, N, P, S gibi hafif elementlerin atomlarından oluşurlar,
- Na, K, Ca, Mg, Cl elementleri canlılarda önemli işlevler yürütürler,
- Az miktarda da Fe, Zn, Cu, F ve I gibi elementlerinde canlı organizmalarda önemli işlevleri vardır.



Doğada;

- 109 element mevcuttur,
- 27 tanesi biyomoleküllerin yapısında bulunur,
- O_2 ve H en sık rastlanan elementler,
- C, N ve O_2 çift kovalent bağ kurma özelliğindedirler,
- Makromoleküllerin ağırlıkları $10^3 - 10^9$ daltonudur.



CANLILARIN ATOMİK VE MOLEKÜLER İÇERİĞİ

Vücuttaki Temel Elementler (%99,3)

Hidrojen H (%63)

Oksijen O (%26)

Karbon C (%9)

Azot N (%1)

Diğer elementler (% 0,7)

Kalsiyum Ca

Fosfor P

Potasyum K

Kükürt S

Sodyum Na

Klor Cl

Magnezyum Mg



E SER ELEMENTLER (%0,01)

Demir Fe

Selenyum Se

İyot I

Molibden Mo

Bakır Cu

Florür F

Çinko Zn

Kalay Sn

Manganez Mn

Silisyum Si

Kobalt Co

Vanadyum V

Krom Cr



VÜCUT SAĞLIĞI AÇISINDAN MİNERAL VE ESER ELEMENTLERİN ÖNEMİ NEDİR?

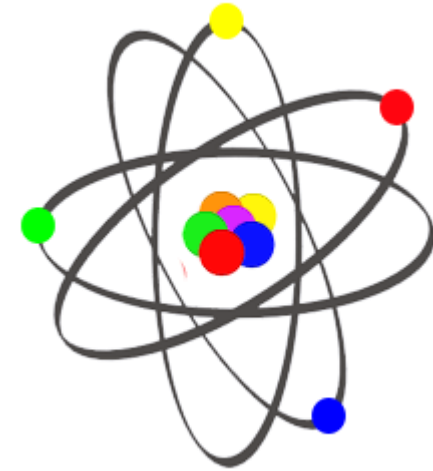
- Eksikliğinde ve fazlalığında vücut sağlığına etkileri?
- Bunu yaratan sebepler?
(pH düzeyi, asidik yada bazik olması, hangi moleküler oluşum gerçekleşmiş olabilir..gibi)
- Varsa bu molekülün fiziksel özellikleri?
(Bağ uzunluğu,)



ATOM VE ELEMENT NEDİR?

TANIMI:

- Atom;
- Element (Rober Boyle);



Bir elementin atomu:

${}_Z^AX$ şeklinde sembolize edilir.

Z: Proton sayısı

N: Nötron sayısı

A: Kütle sayısı(numarası) $\longrightarrow A = N + Z$



ATOM ÇEŞİTLERİ

	Proton sayısı (Z)	Kütle sayısı (A)	Nötron sayısı (N)	Kimyasal özelliği	Örnek
İZOTOP	AYNI	Farklı	Farklı	AYNI	${}_1\text{H}^1$ ve ${}_1\text{H}^2$
İZOBAR	Farklı	AYNI	Farklı	Farklı	${}_5\text{B}^{12}$ ve ${}_6\text{O}^{12}$
İZOTON	Farklı	Farklı	AYNI	Farklı	${}_5\text{B}^{11}$ ve ${}_6\text{C}^{12}$
İZOMER	Çekirdek	İçindeki	sayılar	AYNI	${}_{43}\text{Tc}^{99}$ ve ${}_{43}\text{Tc}^{99m}$

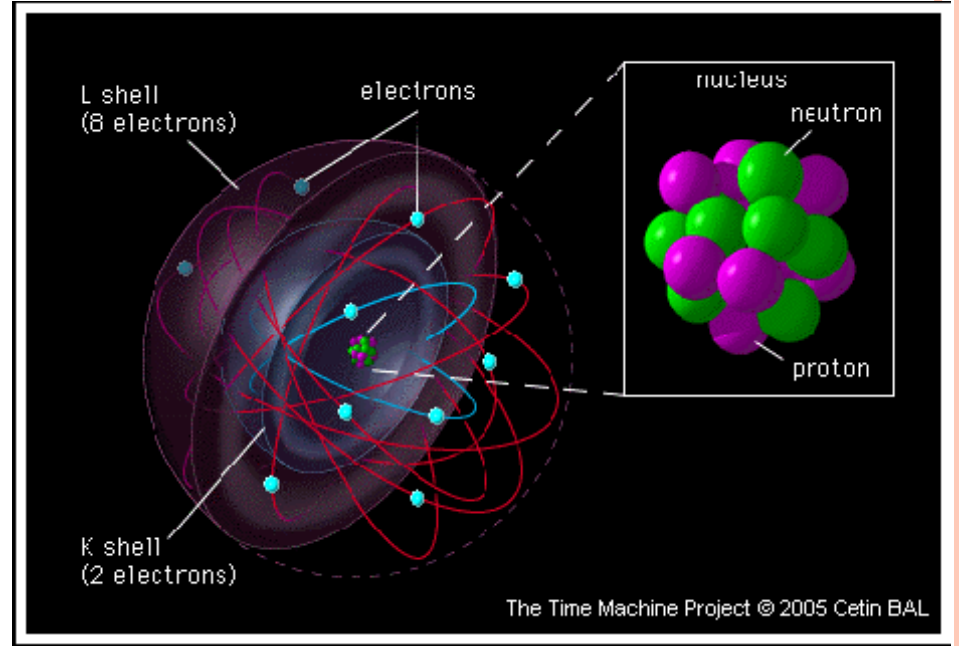
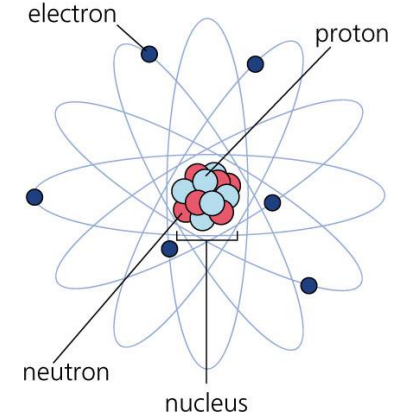
*1 a.k.b.'nin gram cinsinden değeri= $1,66 \cdot 10^{-24}$ gr



Atomun Yapısı Nasıldır?

- Atomların çapları angstrom, birimlerinde verilir.
- Atomun en dış kısmındaki elektron en fazla enerjiye sahiptir.
- Atom çekirdeği etrafında bulunan elektronlar K, L, M,..gibi enerji düzeylerinde bulunurlar.
- İyon oluşumu

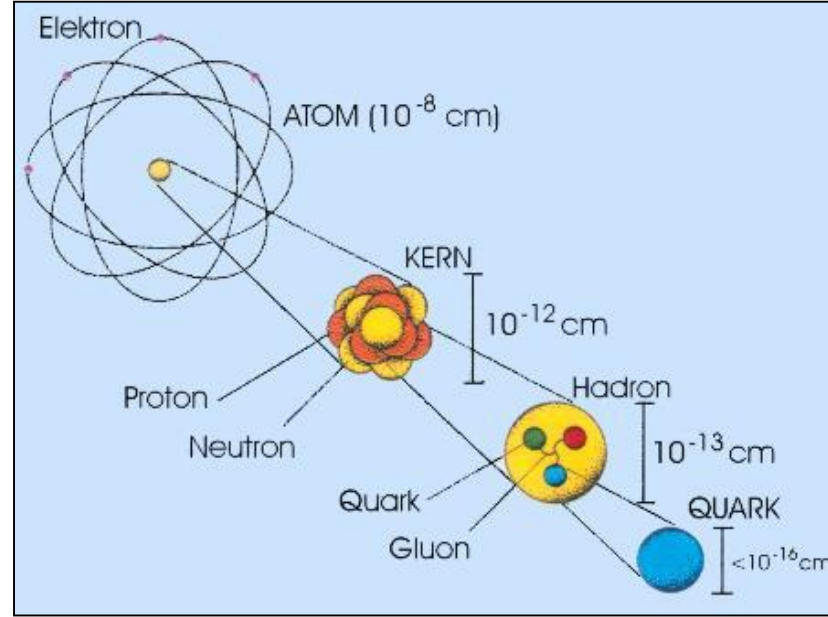
* $1\text{Å} = 10^{-10}$ metredir



Atom-altı Tanecikler Nelerdir?

Temel Parçacıklar

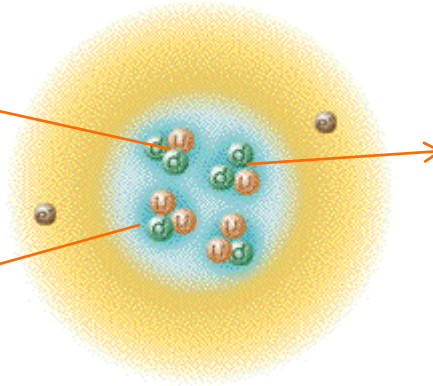
- Kuarklar(6 tane)
- Leptonlar(6 tane)
- Nötrinolar
- Hadronlar
(Baryonlar ve mezonlar)



UUD(Up-Up-Down)
Kuarkları
(Protonlar)

UDD(Up-Down-Down)
Kuarkları
(Nötronlar)

Proton+Nötron
(Nükleonlar)



ÖRNEK:

Hidrojenin 3 izotopu vardır.

- 1) Hidrojen: ${}_1\text{H}^1$
- 2) Döteryum: ${}_1\text{H}^2$
- 3) Tritiyum: ${}_1\text{H}^3$

Çekirdeği stabil olmayan izotoplara,
RADYOİZOTOP (Radyonüklid) denir.

Bunların da kimyasal özellikleri aynı olmasına karşın radyoaktif özellikleri farklıdır.



ATOMİK YAPILARIN KÜTLE DEĞERLERİ VE ELEKTRİK YÜKLERİ

	Kütle		Elektriksel yük	
	kg	akb	Birim yük	Coulomb
Nötron	$1,67482 \cdot 10^{-27}$	1,0086654	0	0
Proton	$1,67252 \cdot 10^{-27}$	1,0072766	1	$1,6 \cdot 10^{-19}$
Elektron	$9,10910 \cdot 10^{-31}$	$0,5486 \cdot 10^{-3}$	-1	$1,6 \cdot 10^{-19}$

TEMEL KUVVETLER

1- Kütle çekimsel güç:

Graviton G

2- Zayıf Nükleer güç:

Z ve W bozonlar radyoaktif bozunmalardan sorumludur

3- Elektromanyetik Güç:

Foton

4- Kuvvetli nükleer güç:

Gluon g(hadronları parçalar veya kuarkları bir arada tutar)



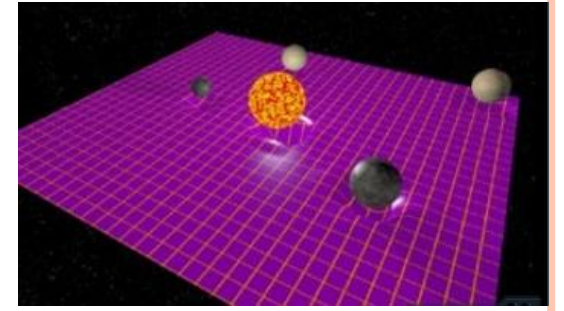
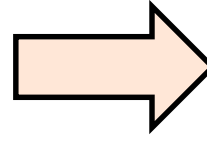
4-

Kuvvetlerin Karşılaştırması

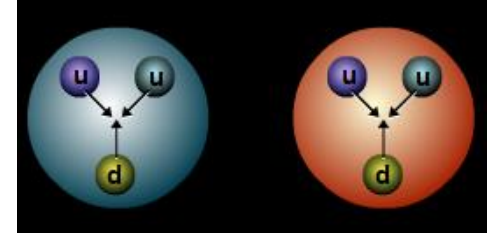
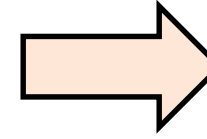
	Kütleçekimi	Zayıf Çekirdek	Elektromanyetik	Güçlü Çekirdek
Menzil	Sonsuz	10^{-15} mm	Sonsuz	10^{-12} mm
Görelî Etkî Şiddeti	10^{-38}	10^{-13}	10^{-2}	1



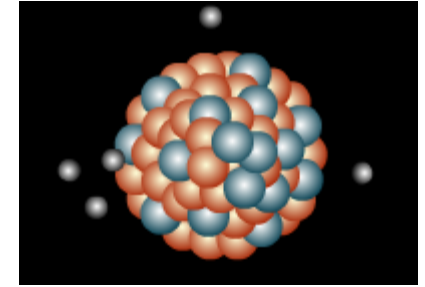
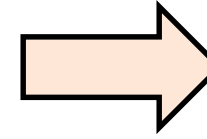
1- Kütle çekimsel güç:
Graviton G



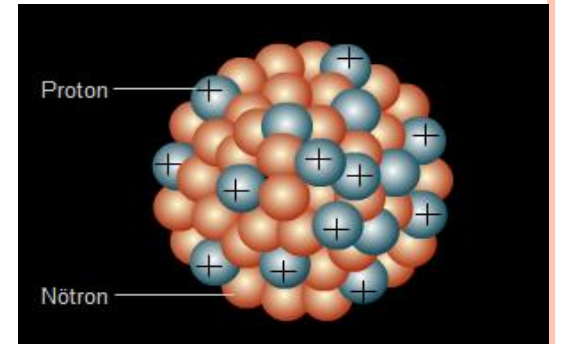
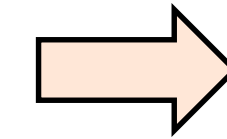
2- Zayıf Nükleer güç:
Z ve W bozonlar nükleer
bozunmalardan sorumludur



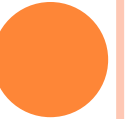
3- Elektromanyetik Güç:
Foton



4- Kuvvetli nükleer güç:
Gluon g



ETKİLEŞİM ENERJİSİ
veya
BAĞ ENERJİSİ NEDİR?

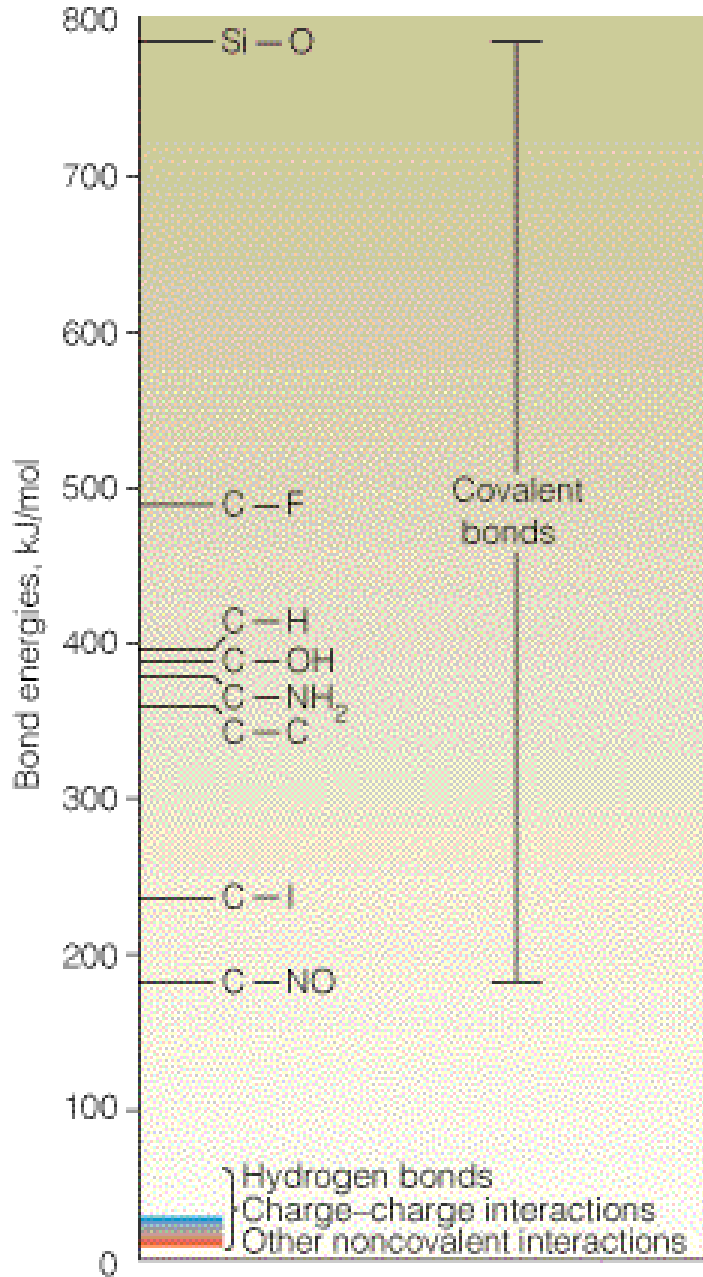


BİR ORTAM İÇİNDE MOLEKÜLLERİN İSİSAL HAREKETLERİNE KARŞILIK MOLEKÜL BAŞINA ORTALAMA KİNETİK ENERJİ kT İLE MOL BAŞINA ORTALAMA KİNETİK ENERJİ, RT İLE VERİLİR.

Vücut sıcaklığında $RT \sim 2,5$ kJ/mol dolaylarındadır.

- Bağlanma enerjisi $> RT$ ise yani ısısal hareketlerle bozulmayacak kadar sağlam olan etkileşmelere **kuvvetli etkileşmeler**,
- bağlanma enerjisi RT dolayında olan etkileşimlere **zayıf etkileşimler** denir.



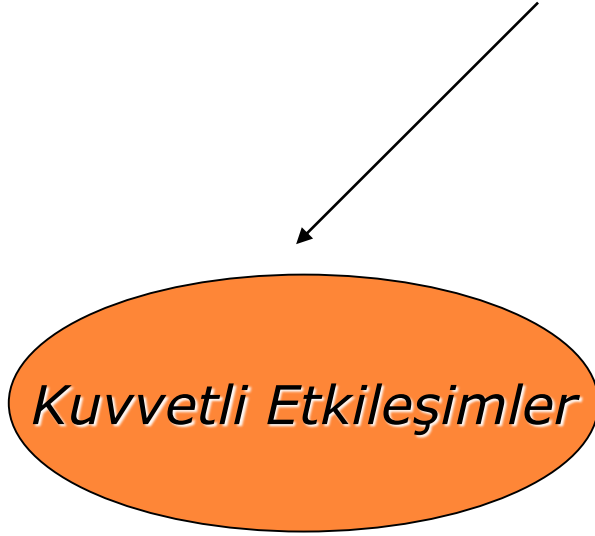


BAĞLARIN GÜCÜ

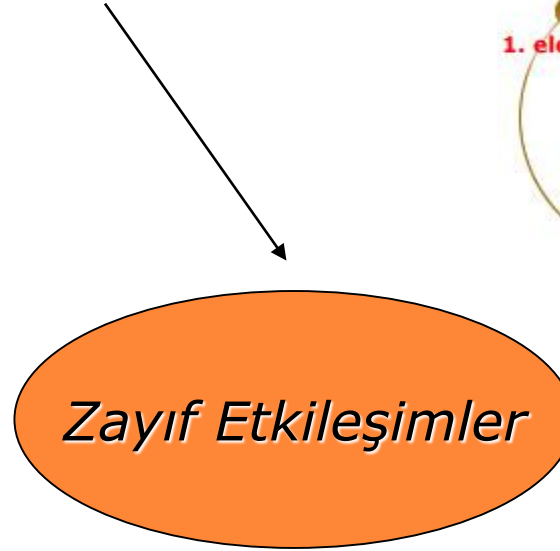
Biyolojik açıdan önemli kovalent bağların (örneğin, C-C, C-H) bağ enerjisi, yaklaşık **300-400 kJ/mol'dür.**

Kovalent olmayan bağlar ise kovalent bağlardan 10-100 kat daha zayıftır (**0.3-30 kJ/mol**) .

MOLEKÜL İÇİ VE MOLEKÜLLERARASI BAĞLAR



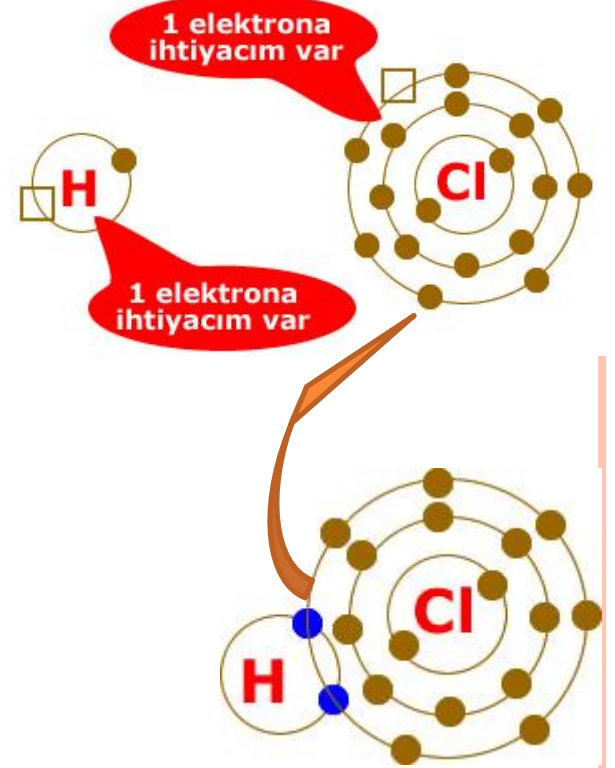
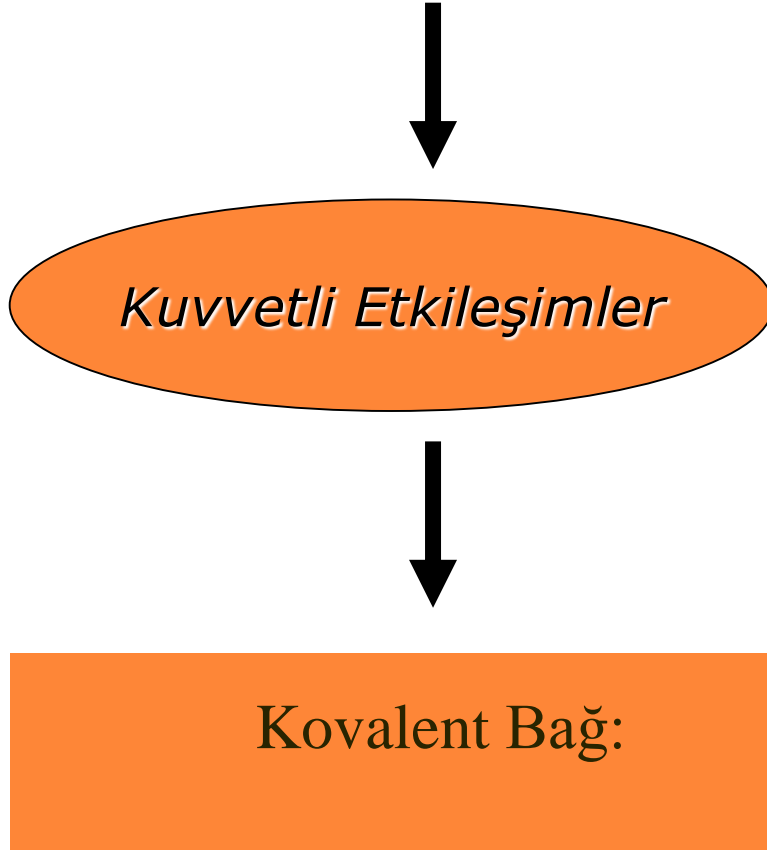
↓
Kovalent Bağ



↓
İyonik bağlar,
Hidrojen bağları,
Van der Waals bağları



MOLEKÜL İÇİ VE MOLEKÜLLERARASI BAĞLAR

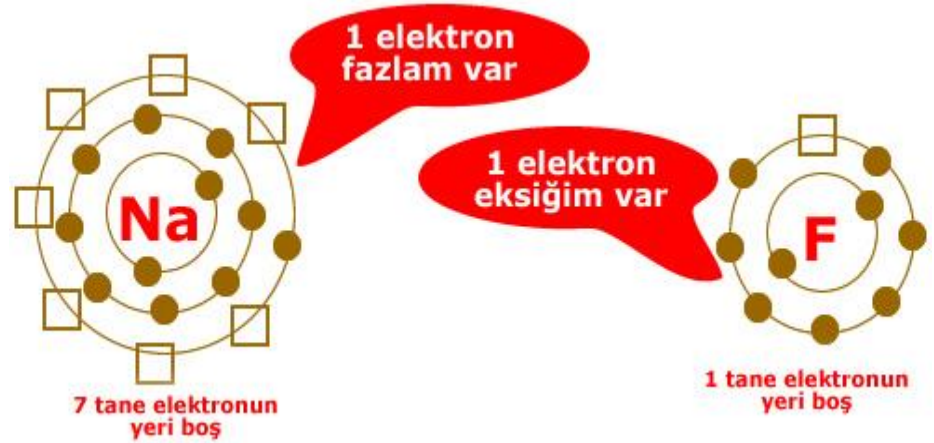


MOLEKÜL İÇİ VE MOLEKÜLLERARASI BAĞLAR

Zayıf Etkileşimler



İYONİK BAĞ:



$$U_{\text{iyon}} = - \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \frac{q_1 q_2}{r}$$



Boş uzayda



İYONİK BAĞ

Biyolojik ortamlarda, proteinlerin iyonlaşabilen grupları ile küçük iyonlar arasında, nükleik asitlerde fosfat grupları ile katyonlar arasında iyonik bağlar kurulabilmektedir.



İki iyon arasındaki elektrostatik çekimden kaynaklanan etkileşim enerjisi NaCl için bu bağ enerjisi **500 kJ/mol** kadardır.

$$U_{\text{iyon}} = - \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \frac{q_1 q_2}{r}$$



Hücrede DNA ve proteinler de dahil pek çok molekül NET BİR YÜKE SAHİPTİR.

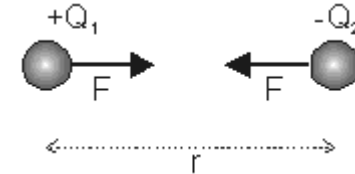
Ayrıca hücrede çok sayıda iyon
(Na⁺, K⁺, Mg⁺², Cl⁻,.....) da bulunur.



Yüklü iki partikülün etkileşiminde Coulomb Yasası geçerlidir:

Boşlukta

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$



F = Yüklü iki partikül arasındaki kuvvet

k = Sabit

q_1, q_2 = Partiküllerin yükleri

r = Partiküllerin aralarındaki uzaklık

ϵ = 1 boşlukta

q_1 ve q_2 'nin işaretleri AYNI $\rightarrow F (+)$ yani, İTİM,

Biri (+), diğeri (-) $\rightarrow F (-)$ yani ÇEKİM

HÜCRE ORTAMI BOŞLUK GİBİ DEĞİLDİR!

Yüklü partiküller arasında daima
SU, DİĞER MOLEKÜLLER, MOLEKÜLLERE
AİT PARÇALAR bulunmaktadır !

DİELEKTRİK ORTAM



partiküller arasındaki gerçek etkileşim kuvveti
teorik değerden daima daha
DÜŞÜKTÜR



$$F = k \frac{q_1 q_2}{\epsilon r^2}$$

ϵ = Dielektrik sabiti (boyutsuz bir sayı)

- ϵ ne kadar büyükse birbirinden ayrı partiküller arasındaki etkileşim o kadar zayıftır.
- Bu yüzden yüklü partiküller SÜLUORTAMDA birbirlerine çok yakınlaşmadıkça nispeten zayıf etkileşim kurarlar.
 - Suyun dielektrik sabiti 80,
 - organik maddelerin 1-10



Type of Interaction	Model	Example	Dependence of Energy on Distance
(a) Charge–charge Longest-range force; nondirectional		$-\overset{+}{\text{N}}\text{H}_3$ $-\text{C}=\text{O}$	$1/r$
(b) Charge–dipole Depends on orientation of dipole		$-\overset{+}{\text{N}}\text{H}_3$ $\text{q}^-\text{O}-\text{H}$	$1/r^2$
(c) Dipole–dipole Depends on mutual orientation of dipoles		$\text{q}^-\text{O}-\text{H}$ $\text{q}^-\text{O}-\text{H}$	$1/r^3$
(d) Charge–induced dipole Depends on polarizability of molecule in which dipole is induced		$-\overset{+}{\text{N}}\text{H}_3$	$1/r^4$
(e) Dipole–induced dipole Depends on polarizability of molecule in which dipole is induced		$\text{q}^-\text{O}-\text{H}$	$1/r^5$
(f) Dispersion Involves mutual synchronization of fluctuating charges			$1/r^6$
(g) van der Waals repulsion Occurs when outer electron orbitals overlap			$1/r^{12}$
(h) Hydrogen bond Charge attraction + partial covalent bond			Length of bond fixed

En basit şekli yüklü iki partikül arasındaki yük-yük etkileşimidir.



TÜM BU EŞİTLİKLERDEN ÇIKAN SONUÇ:

r

ÇOK ÖNEMLİ BİR PARAMETRE...

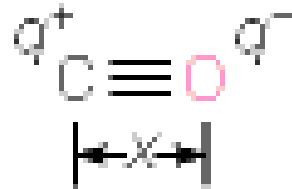


CO molekülü;

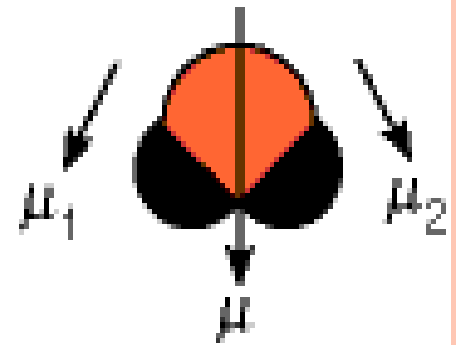
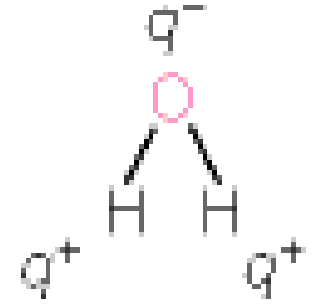
Molekülün oksijen tarafı karbon tarafına göre daha negatiftir.

Polar / kalıcı dipol

(iki kutuplu) moleküller



(a) Karbon monoksit



(b) Su

- Polar moleküllerin kalıcı dipol momentleri (μ) vardır.
- Bu değer, molekülün polaritesinin bir ölçüsüdür.
- CO gibi lineer bir moleküldeki q^+ ve q^- kısmi yükleri arasındaki uzaklık x ise, dipol moment q^+ 'ya doğru yönelmiş bir vektördür ve büyüklüğü $\mu=qx$ ile belirlidir.

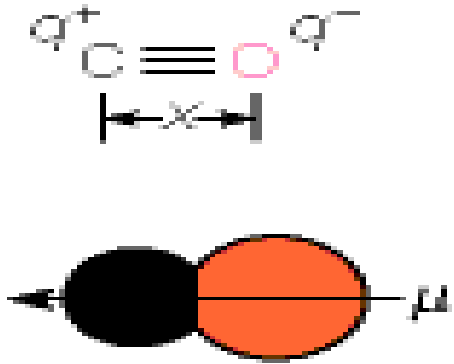


Dipol momenti büyük olan moleküller,
polaritesi yüksek moleküllerdir.

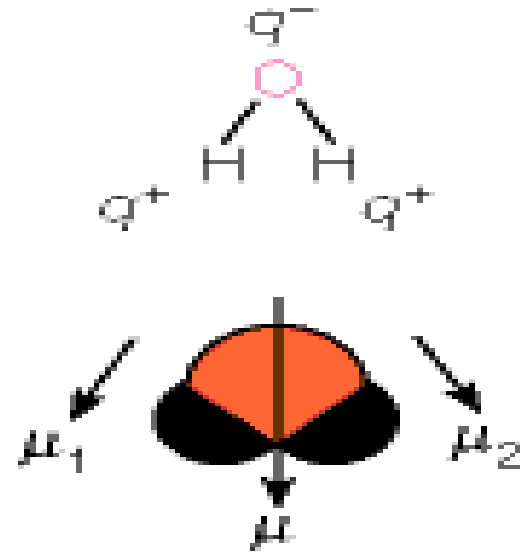


su gibi daha karmaşık moleküllerde dipol moment, bağlar arasındaki momentlerin vektöriyel toplamına eşittir.

SUYUN DİPOL MOMENTİ (μ),
OKSİJENİN ELEKTRONEGATİFLİĞİ
NEDENİYLE YÜKSEKTİR



(a) Karbon monoksit

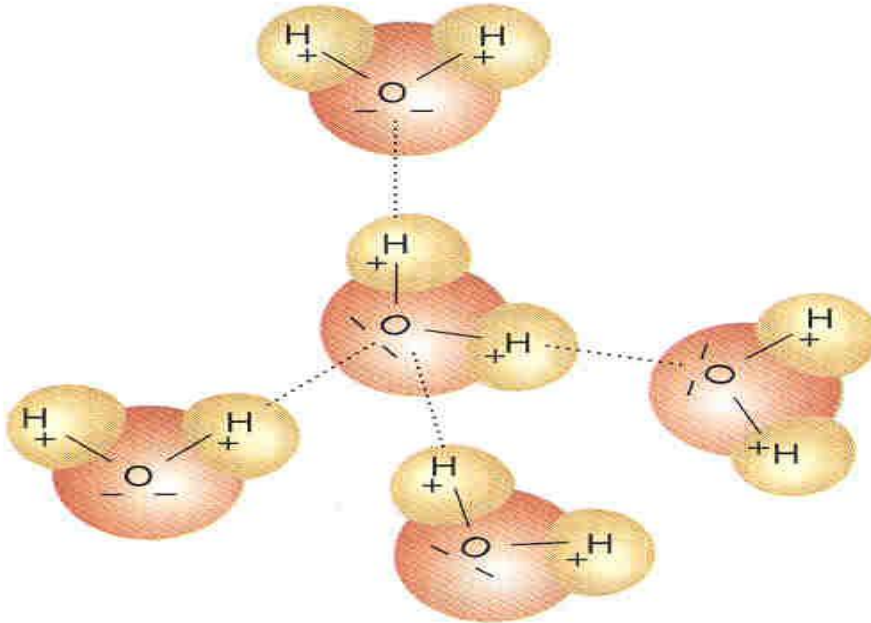


(b) Su



○ HİDROJEN BAĞI

- Bir polar bağdaki hidrojen atomu ile diğer bir polar bağdaki oksijen veya azot atomları arasında oluşan çekim gücüdür. (Örn: su molekülü 4 su molekülü ile bağ yapabilir)



MOLEKÜLER BAĞLARIN ÖZELLİKLERİ

Bağ	Gücü	Özellikleri	Örnekler
Kovalent	Çok kuvvetli	Atomlar arasında paylaşılan elektronlar.	Moleküllerin oluşumunda atomları birbirine bağlayan çoklu bağlar.
İyonik	Kuvvetli	Zıt yüklü iyonize gruplar arasındaki çekim.	Tuz molekülünün yapısı veya proteinlerin amino asit yan zincirleri arasındaki çekim.
Hidrojen	Zayıf	Hidrojen ve oksijenin polarize bağları arasındaki çekim.	Protein yan zincirlerinin polar grupları arasındaki çekim veya su moleküllerinin çekimi.
Van der Waals	Çok zayıf	Çok yakın nonpolar moleküller ve gruplar arasındaki çekim.	Proteinlerdeki nonpolar gruplar arasındaki veya lipid moleküllerindeki çekim.



Biyomoleküllerin Önemi Nedir?

- Vücut Sıcaklığı (37°C)
- Vücut sıvılarının pH değeri (7.4)
- Vücut sıvılarındaki elektrolit değeri
(intraselüler ve ekstraselüler sıvılardaki
elektrolit dağılımı)



SU DÜNYADA EN BOL BULUNAN SIVI !!!!



SUYUN POLAR YAPISINDAN KAYNAKLANAN ÖZELLİKLER:

- 1. Yüksek kaynama noktası
- 2. Yüksek buharlaşma ısısı
- 3. Yüksek viskozite (akışkanlık)
- 4. Yüksek yüzey gerilimi
- 5. Yüksek dielektrik sabiti



SUYUN ÖZELLİKLERİ VE CANLILAR İÇİN ÖNEMİ(1)

- 1. $c(\text{Özgül ısı}) = Q/m \cdot \Delta T$ \longrightarrow Termoregulator özelliği göstermektedir.
(diğer sıvılardan 2 kat fazla)
Csu: 1kcal/kg. °K
- 2. Yüksek buharlaşma ısı \longrightarrow Canlı vücut sıcaklığının üzerinde sıcaklıklarda yaşayabilir.
 q_v (buharlaşma ısı) $= Q/m$ \longrightarrow su için 100°C de 539 cal/g

Tanım:

Bir sıvıyı buharlaştırmak için sıvı kütlesi başına gereken ısı miktarıdır.

Bir sıvının moleküllerini birbirinden ayırmak için gerekli enerji miktarın ve dolayısı ile moleküller arası bağların gücünün bir ölçüsü olarak düşünülebilir (Bermek E., 1998)

SUYUN ÖZELLİKLERİ VE CANLILAR İÇİN ÖNEMİ(2)

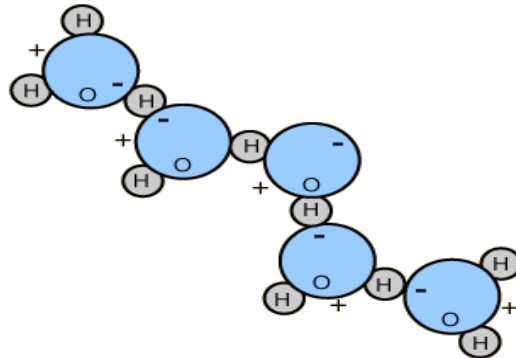
- 2. Yüksek erime ısısı \longrightarrow hücre sel su erimiş tuz ve polar nitelikli madde içermesi nedeni ile donma olasılığı düşüktür.

1g. Buzu 0°C de su yapmak için gerekli olan ısı 80 cal/g'dir.

- 3. Yüksek dielektrik sabiti($\epsilon=80$) \longrightarrow Çok iyi bir iyonik çözücüdür.

$$F = k \frac{q_1 q_2}{\epsilon r^2}$$

- 4. Suyun çözücü özelliği \longrightarrow hidratlaşma özelliği nedeniyle



SUYUN ÖZELLİKLERİ VE CANLILAR İÇİN ÖNEMİ(3)

○ 5. Suyun iyonlaşma özelliği:

Çok seyrek olarak su molekülünün hidrojen atomlarından biri elektronunu kovalent bağlı olduğu oksijen atomuna bırakarak komşu bir su molekülüne geçer. Hidronyum(H_3O^+) ve hidroksil (OH^-) iyonu oluşur.



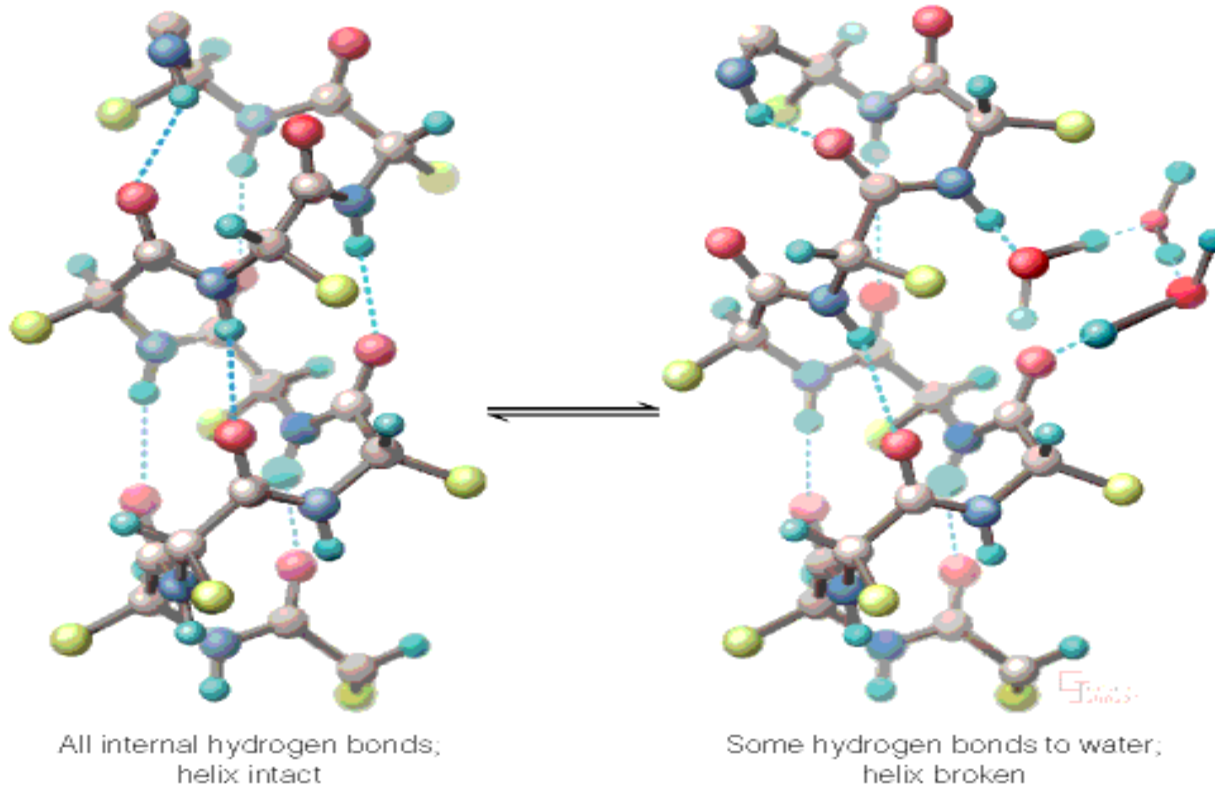
SUYUN HÜCRE İÇİ VE HÜCRELERARASI ORTAMIN ANA BİLEŞENİ OLMASININ NEDENİ:

- H bağı oluşturma eğilimi
- Dipolar karakteri



Suda rahatlıkla çözünen maddelere **HİDROFİLİK (SUYU SEVEN) MADDELER** denir.

Bunlar su ile H bağları kurarlar. (örneğin, hidroksil bileşikleri, aminler, sülfidril bileşikleri, esterler, ketonlar, vb organik bileşikler)

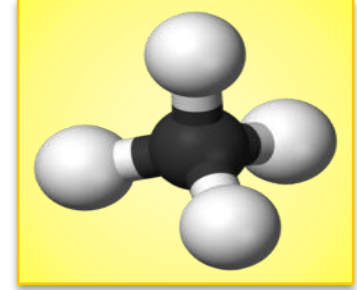


Polar veya iyonik yapıda olmayan ve H bağları oluşturamayan bazı maddelerin sudaki çözünürlüğü sınırlıdır.

Bu tip maddelere

HİDROFOBİK (SUDAN KORKAN)
MADDELER denir.

Örneğin: Hidrokarbonlar



En bilinen örneęi;
metan (CH₄)

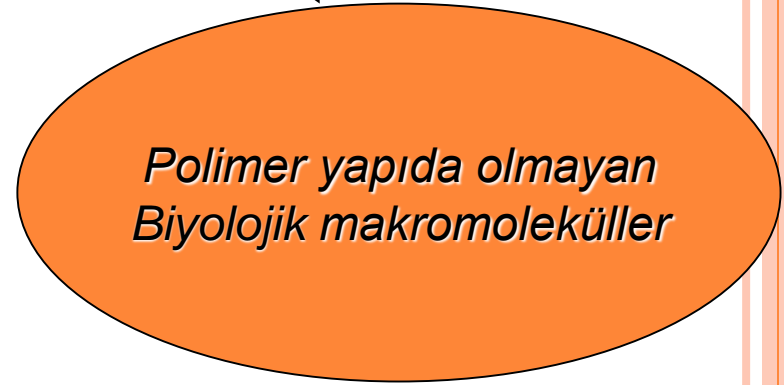
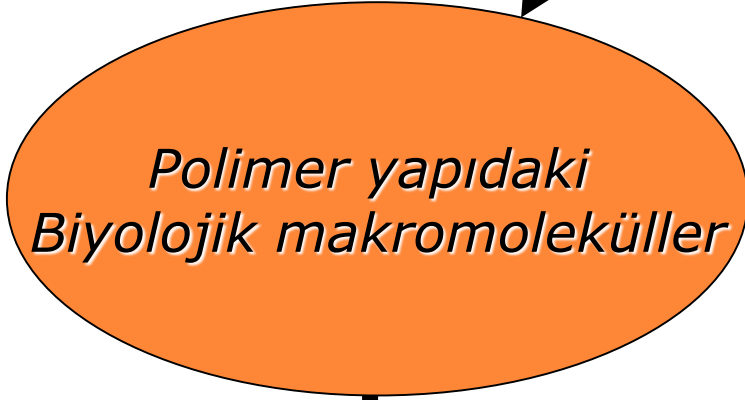


Ayrıca hidrofobik moleküller suda birlik (agregat) oluşturma eğilimindedirler.

ÖRNEK:Suya damlattığımız yağ damlacıkları birleşerek tek bir damla oluştururlar.



Biyolojik Makromoleküller



Proteinler (aminoasitlerin polimeri)
Nükleik asitler(DNA ve RNA)(Nükleotidlerin polimerleri),
Polisakkaritler (Şekerlerin polimerleri)

Lipitler



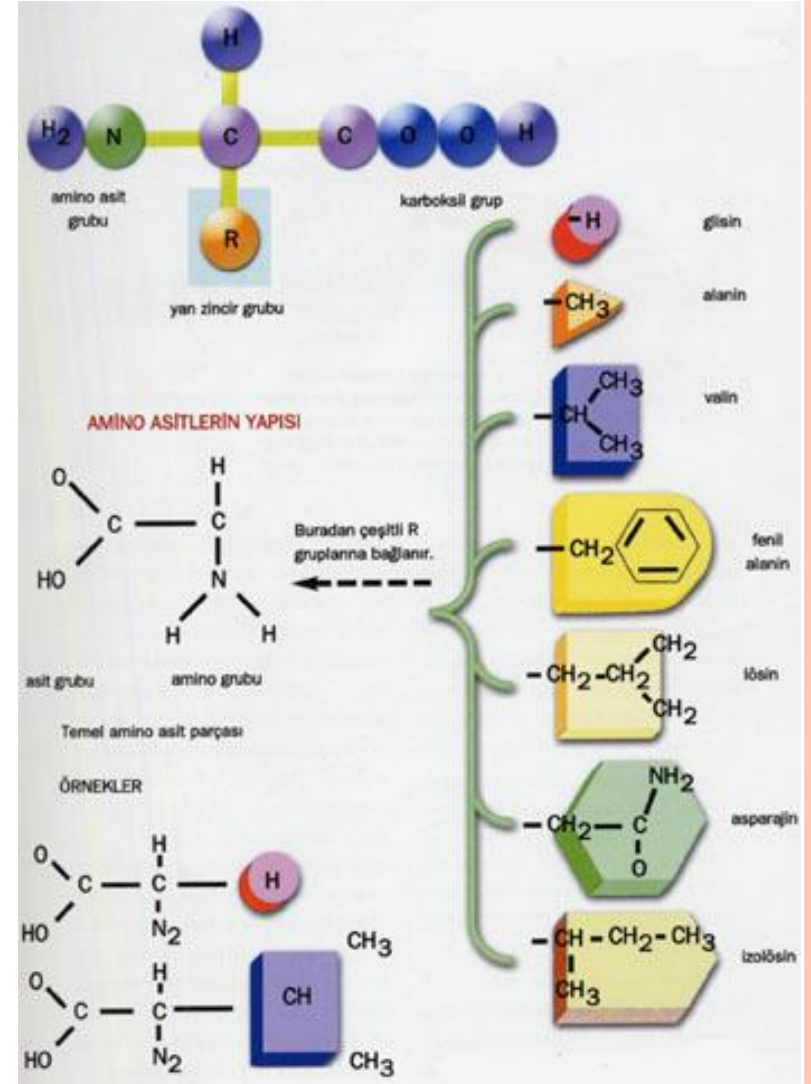
*Polimer: Aynı türden olan ve bağıl olarak küçük olan moleküllerin ardışık diziliminden oluşurlar.

Amino asitler;

- proteinlerin yapıtaşlarıdır. Her aminoasit bir alfa grubuna bağlı bir amino grubu(NH₂), bir karboksil grubu (COOH), bir hidrojen ve rezidü (R) denilen molekül içerirler.

Yan zincirlerin karakteristiklerine bağlı olarak, amino asitler,

- a) Polar olmayan (hidrojen bağı yapmayan) yan zincire,
- b) Polar (hidrojen bağı yapan) yan zincire,
- c) Elektrikle yüklü (iyonik) yan zincire sahip olanlar şeklinde üç katagoriye ayrılabilir.



Proteinler;

Birçok biyolojik reaksiyon, enzim adı verilen proteinler tarafından kontrol ve katalize edilir.

Proteinlerin işlevleri:

Enzimatik kataliz (enzimler),

Taşıma ve depolanma (hemoglobin O_2 taşır ve ferritin Fe depolar),

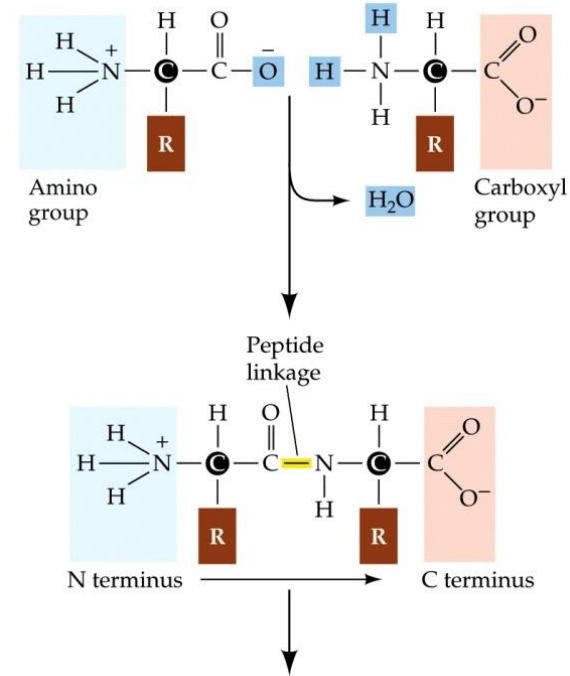
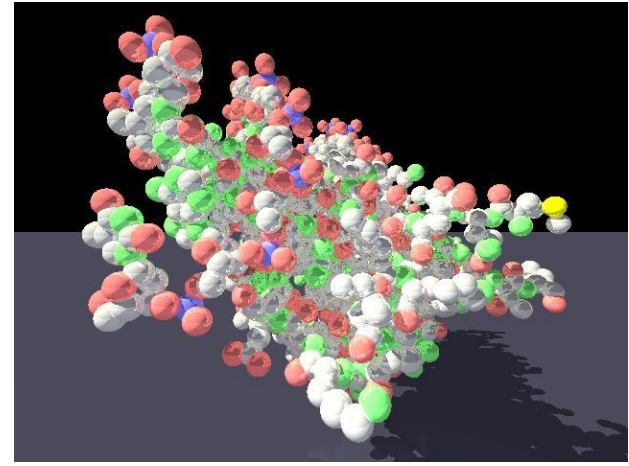
Uyumlu hareket (aktin ve miyosin kas hareketini sağlar),

Mekanik destek (kollogen),

İmmün savunma (antikorlar),

Sinir uyarılarının iletimi (reseptör proteinler)

biçiminde sıralanabilir.

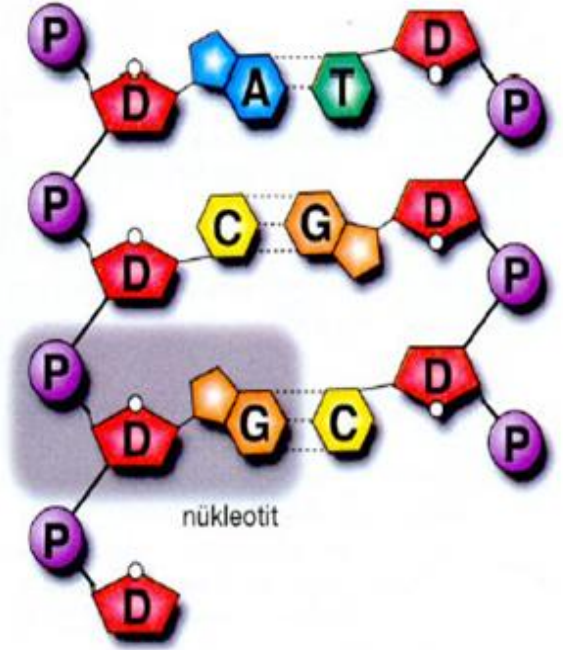


Nükleik asitler;

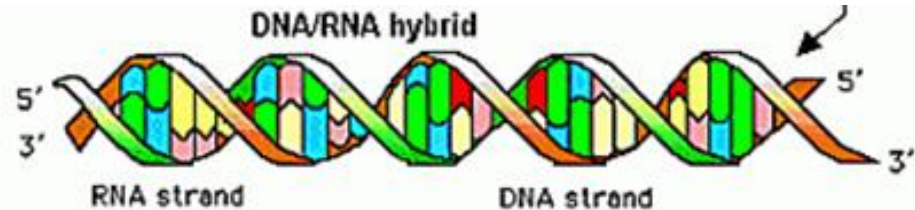
- Enformasyon molekülleridir.
- Canlının yapı ve işlevleri ile ilgili temel bilgiyi nükleotidlerin dizilimine kodlanmış olarak taşırlar.
- En yaygın nükleik asitler deoksiribonükleik asit (DNA) ve ribonükleik asit (RNA)'dır.
- Nükleik asitlerin başlıca işlevi genetik bilgi aktarımını sağlamaktır, ancak bazı RNA türleri katalizör olarak da işlev görürler.



Harf	Temsil Ettiği Yapı
	Adenin bazı
	Timin bazı
	Guanin bazı
	Sitozin bazı
	Fosfat
	Deoksiriboz şeker

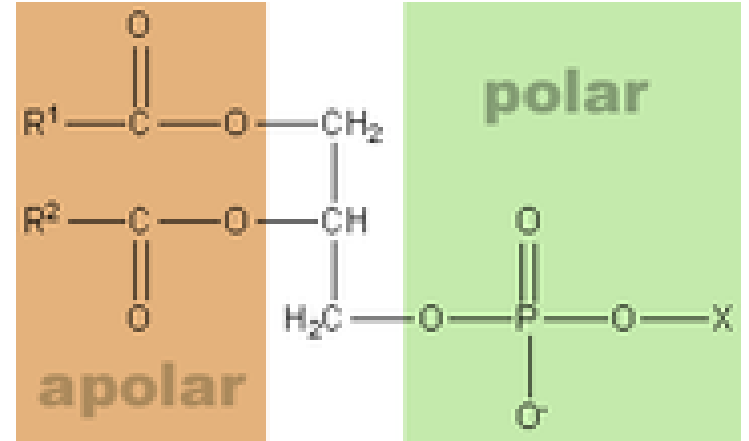


DNA molekülünde bulunan yapılar harflerle gösterilir. Hangi harfin ne anlama geldiği yukarıdaki tabloda görülmektedir.

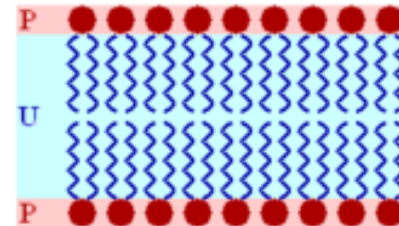


Lipitler;

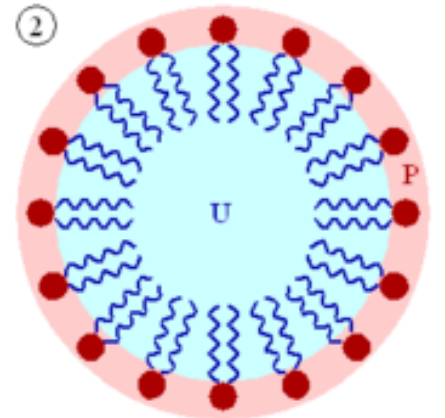
suda çözünmeyen organik biyomoleküllerdir. Lipitler C, H ve O dan oluşurlar. Canlı organizmaların en önemli enerji kaynaklarından birisidir.



①



②



○ KAYNAKLAR

- 1- **Biyofizik Ders Kitabı.** İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi 40. yılda 40 Kitap serisi: **Moleküler Biyofiziğe Giriş.** İstanbul-2010.
- 2- **Pehlivan F. Biyofiziğe giriş, 8. Baskı, Pelikan Yayıncılık, 2012.**

