

# ***Biyofizik Nedir?***

**Yrd. Doç Dr. Aslı AYKAÇ**  
**Tıp Fakültesi**  
**Biyofizik AD**

# Biyofizik

- Canlı varlıkların incelenmesinde fiziğin uygulanması  
“canlı organizmaların fiziği”

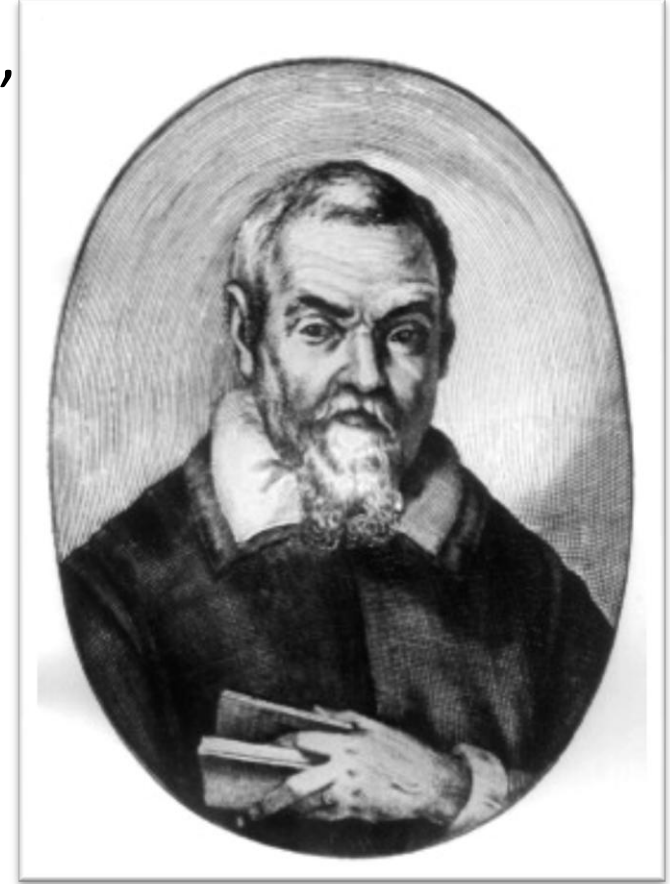
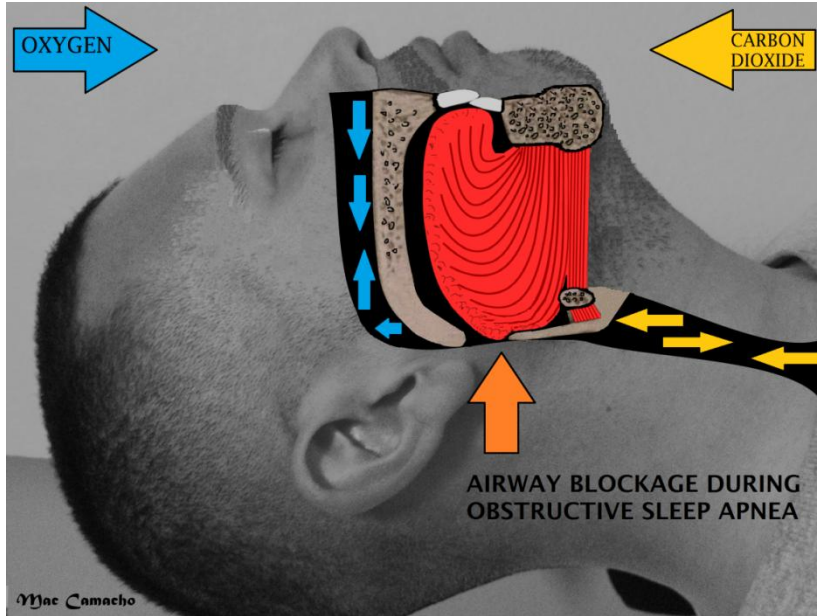
# ***Biyofizik***

- Konusu
  - Biyoloji konuları
- Metodolojisi
  - Biyolojinin problemlerine fizik açısından yaklaşması
  - Fiziğin deney yöntemlerini kullanması
  - Olayları fiziğin kavram, ilke ve yasaları ile açıklamaya çalışması ile fiziğe yakındır.

# Hekim-Biyofizikçiler

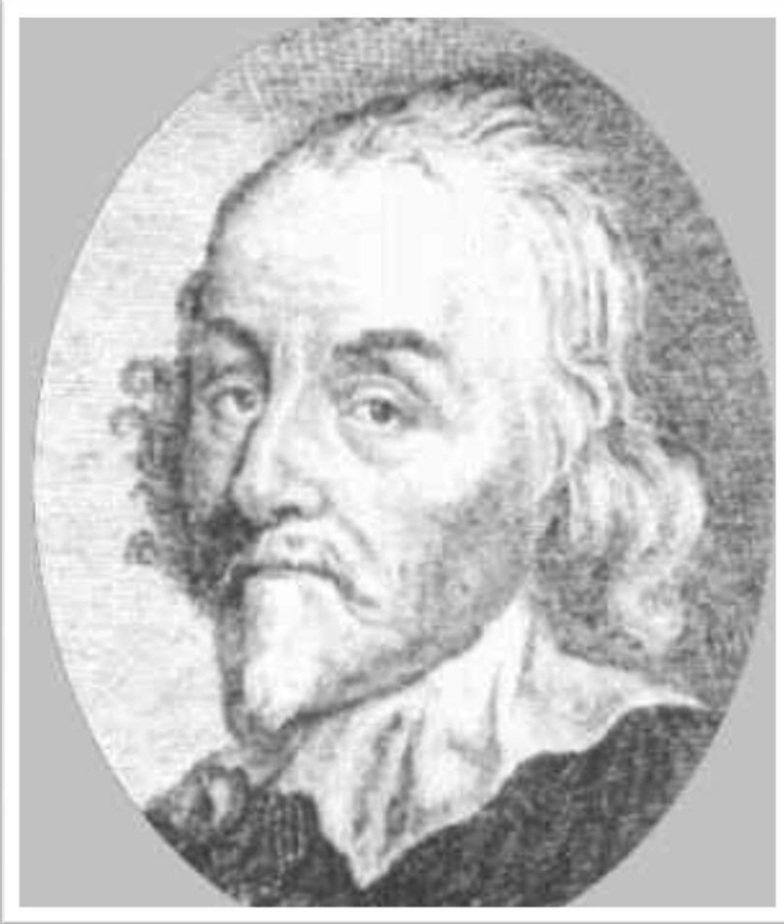
## Sanctorius (1561-1636)

- Hassas ölçü araçlarını ilk kez kullanmış, bazal metabolizma alanındaki çalışmalarıyla niceliksel deneye dayalı araştırmalara öncülük etmiştir.

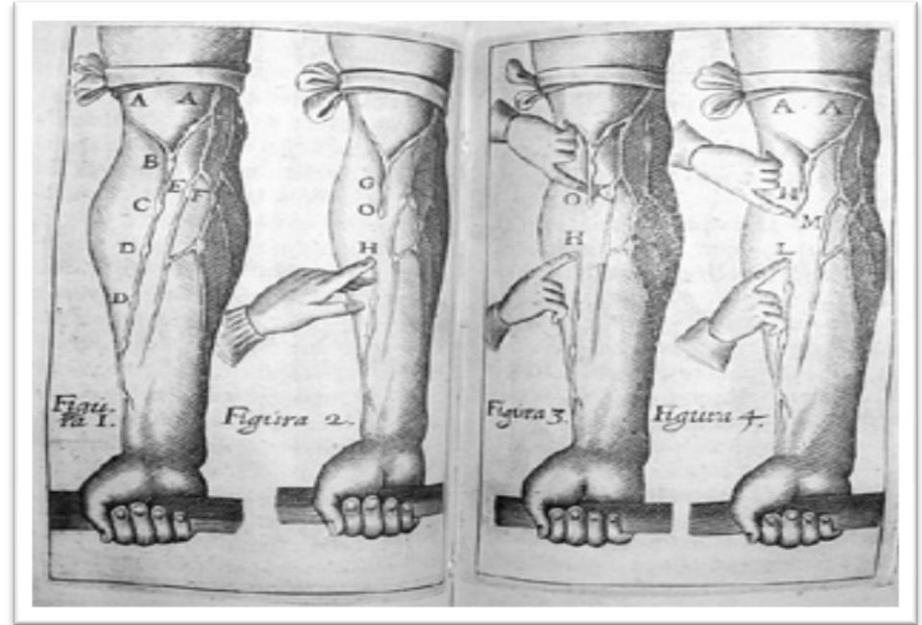


Nabız ölçen bir aletle bir termometre geliştirdi.

# William Harvey (1578-1657)

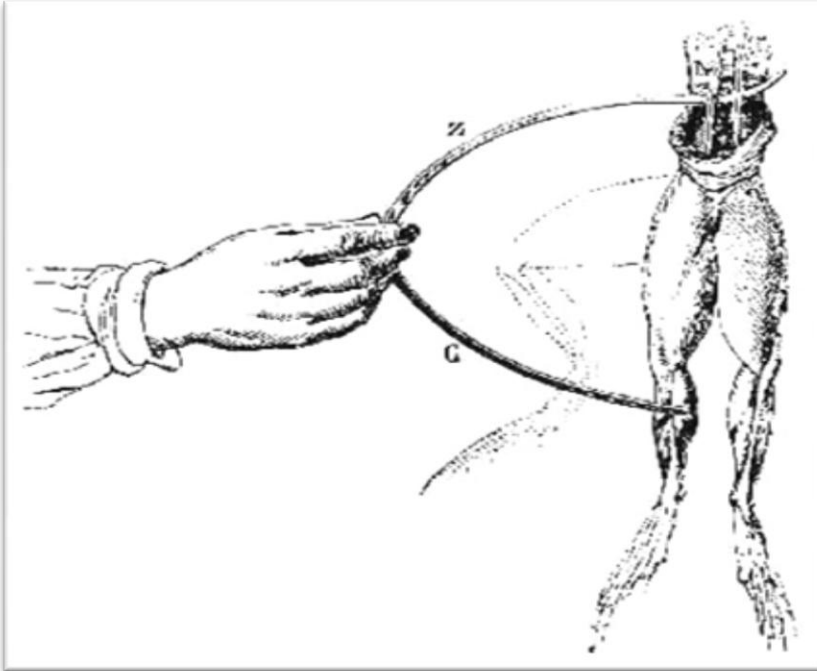


- Biyolojik arařtırmalarda matematiksel teknikleri ilk olarak kullanan
- Kalpten başlayan kan dolaşımını doğru olarak tanımlayan ilk kişi olarak bilinmektedir.
  - Kan dolařım teorisini

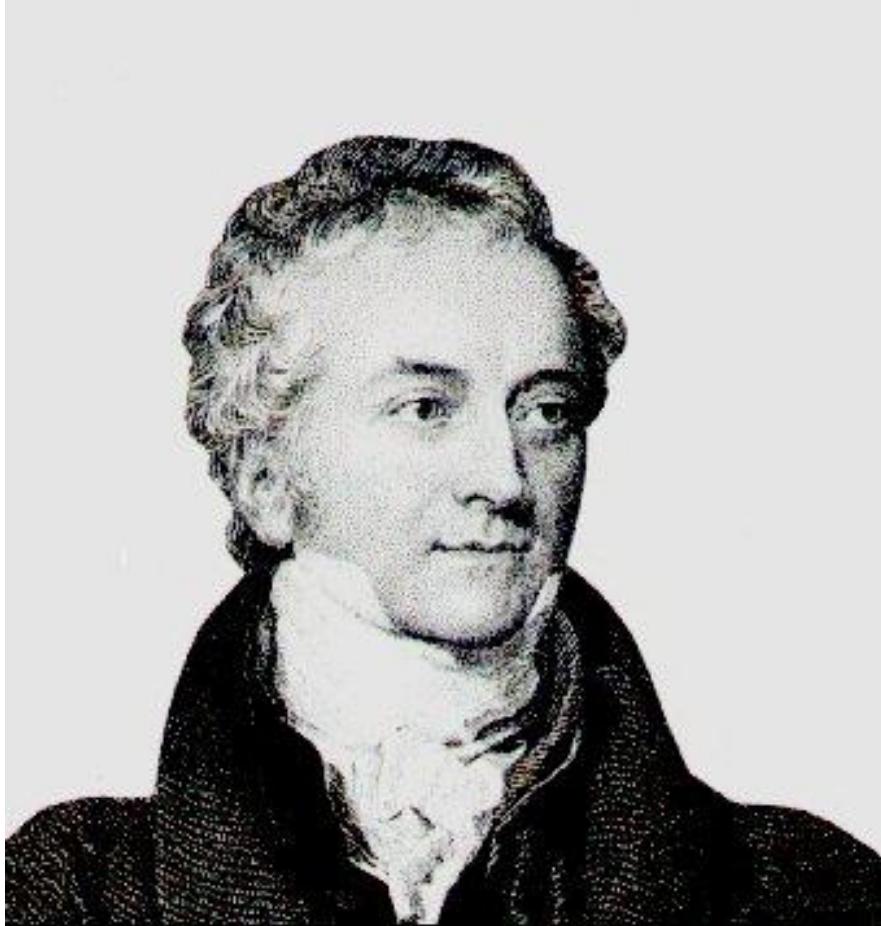


## Luigi Galvani (1737-1798)

- Kurbağa bacağının belirli bazı metallere temas etmesi sonucu refleks olarak hızla harekete geçmesinin bu hayvandaki iç elektrik sonucunda ortaya çıktığı



# Thomas Young (1737-1829)



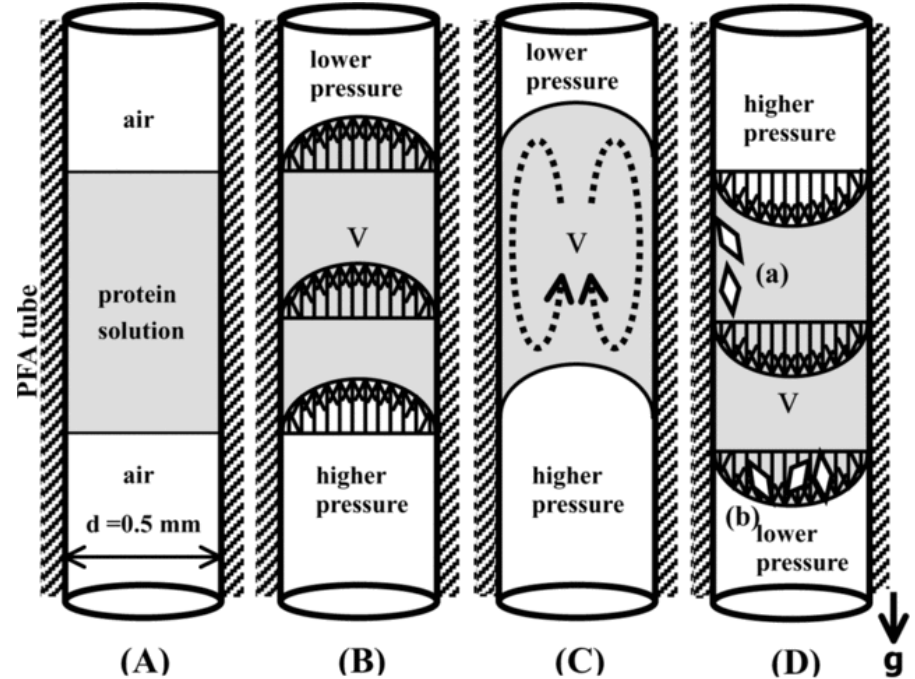
- Işığın dalga teorisini kandaki hücre çaplarını ölçülmede kullanmıştır.



# Jean Leonard Poiseuille (1797-1869)



- Damarlarda viskoz akış yasasını bulmuştur.
- Yasa kapiler veya damarlarda akan kanın, alveollerdeki havanın akışını tanımlamada kullanılır.

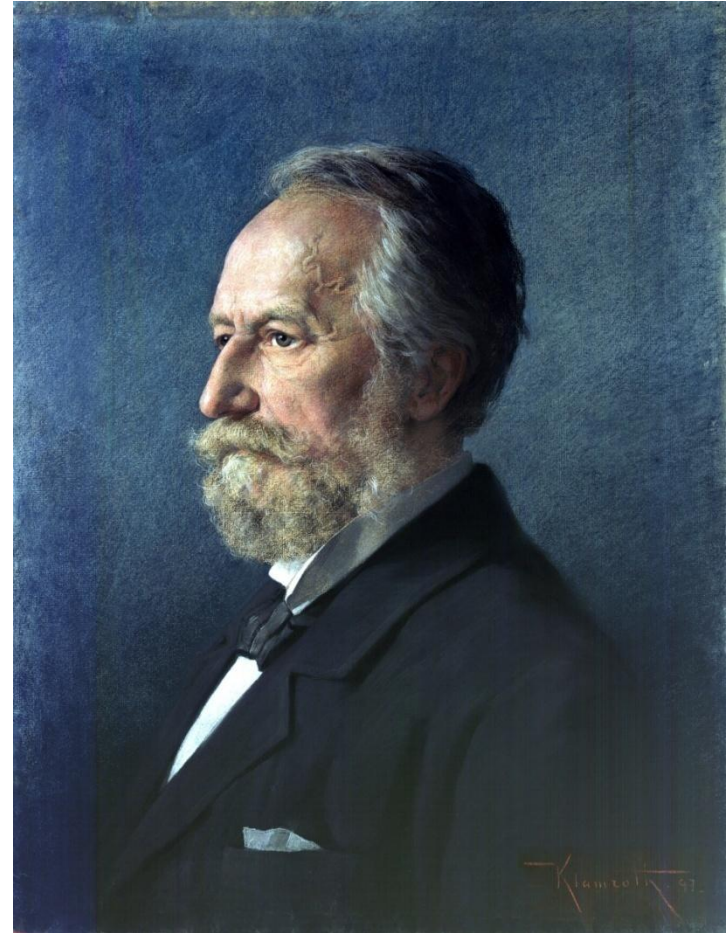




## Adolf Fick (1829-1901)

$$J = -D \frac{dC}{dx}$$

– Difüzyon yasalarını



# Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz

- Bilimin her dalında otorite
- Biyofizikçi
- Çalışma konuları
  - kas kasılması
  - sinir iletim hızını
  - renkli görme/işitmeyi açıklayan teorileri vardır
  - oftalmoskop



**Canlı varlıkların yapı ve işlevleri, tek bir disiplinin içinden çıkamayacağı kadar karmaşıktır.**

# Fizyoloji

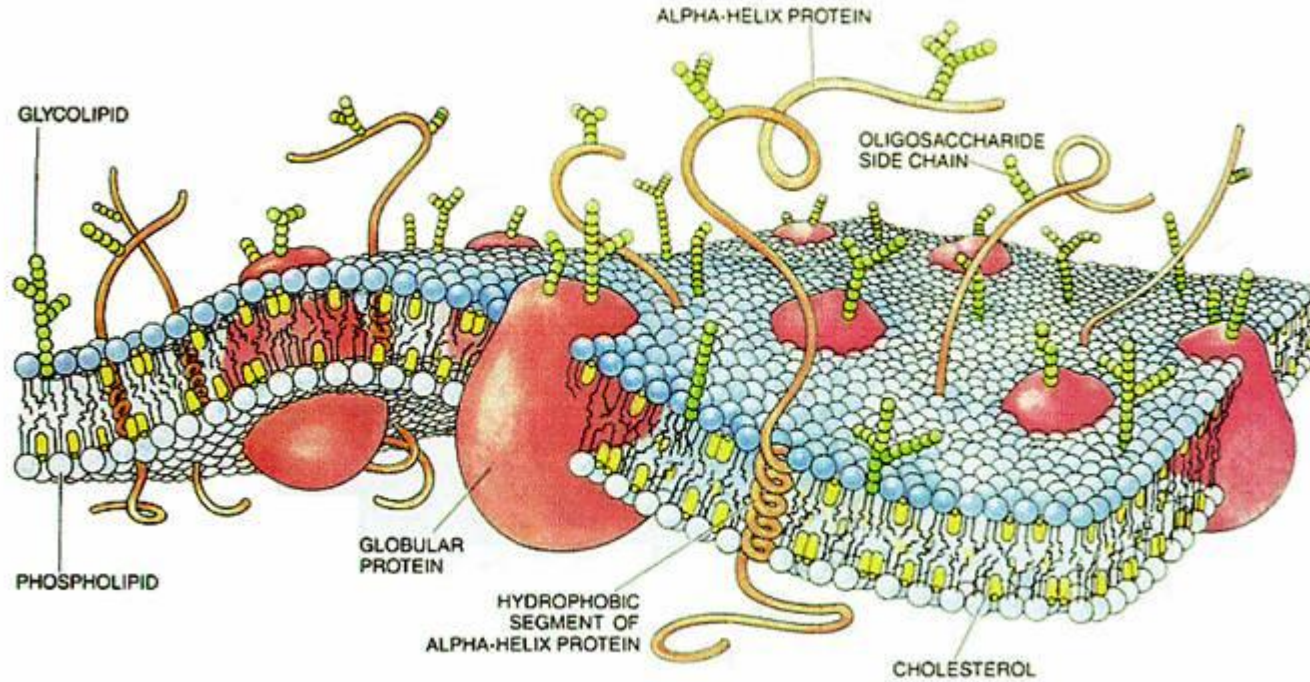
- Canlılık işlevlerini açıklamada yalnız başına yetersiz kalınca **biyokimya**
- Biyokimyanın da yetersiz kaldığı bazı biyolojik olayları açıklamada bu kez fizik işin içine girerek **biyofizik** doğmuştur.

***Fizik-Biyoloji-Tıp Etkileşimi 1930' larda yeniden kurulmuştur.***

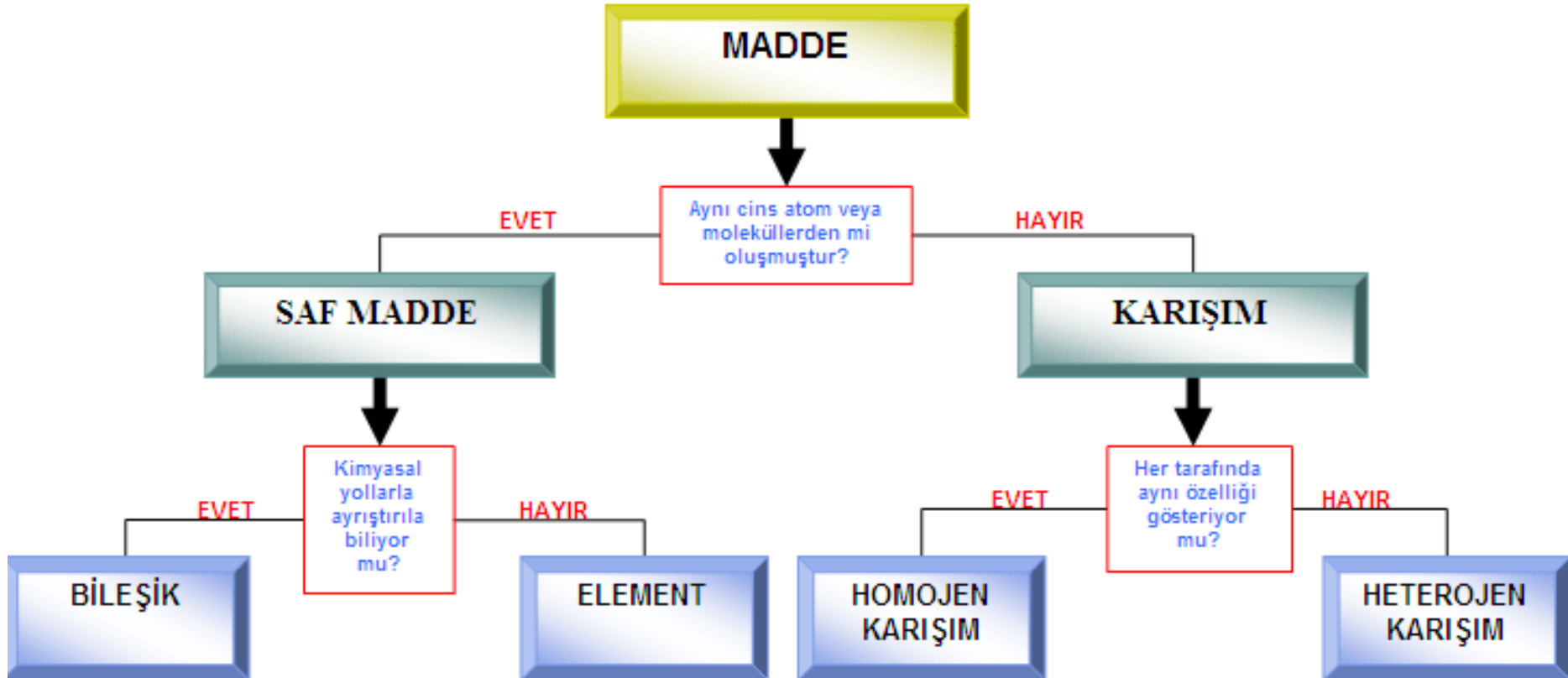
# Biyofiziğin Temel İşlevi

- Biyoloji/tıp alanına yalnızca fiziksel araç veya yöntemleri vermek değildir
  - EKG (elektrokardiograf), mikroskop, ultrasonograf vb. ) kullanmak değildir
- ***Canlı organizmalarla ilgili problemleri fizik kavramları ile formüle etmek ve fiziğin yasaları ile çözmeye çalışmaktır***

# Canlı Maddenin Moleküler Yapısı



# Canlı madde atom ve moleküllerden oluşur:



Canlı madde karışımlarını bileşenlerine ayırmak için **fiziksel**  
Saf maddeleri yapıtaşlarına ayırmak için **kimyasal yöntemler**

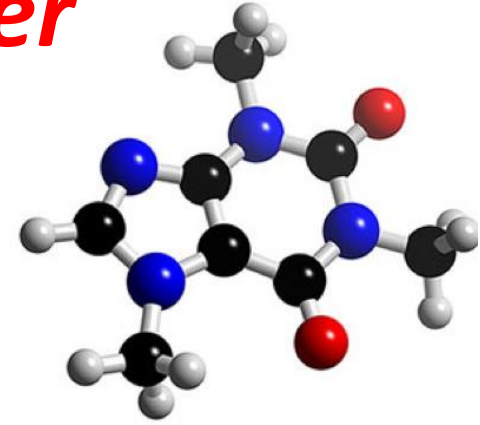


- Canlı maddeyi tanımak ve davranışlarını açıklayabilmek için onu oluşturan saf bileşiklerin niteliklerinin ayrı ayrı saptanması doğal başlangıç noktasıdır

# Bileşikler ve Moleküller

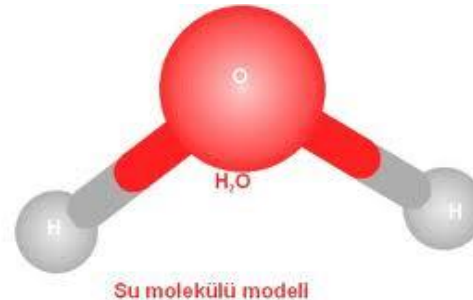
- Birden fazla madde
- belli oranlar
- kimyasal birleşme


*bileşikler*



» Kimyasal birleşmede, bileşiği meydana getiren birleşenler (öğeler) kendi özelliklerini kaybederler

- Bir bileşiğin tüm özelliklerini taşıyan en küçük birime *molekül* denir





❖ *Canlılar her şeyden önce moleküler yapılardır.*

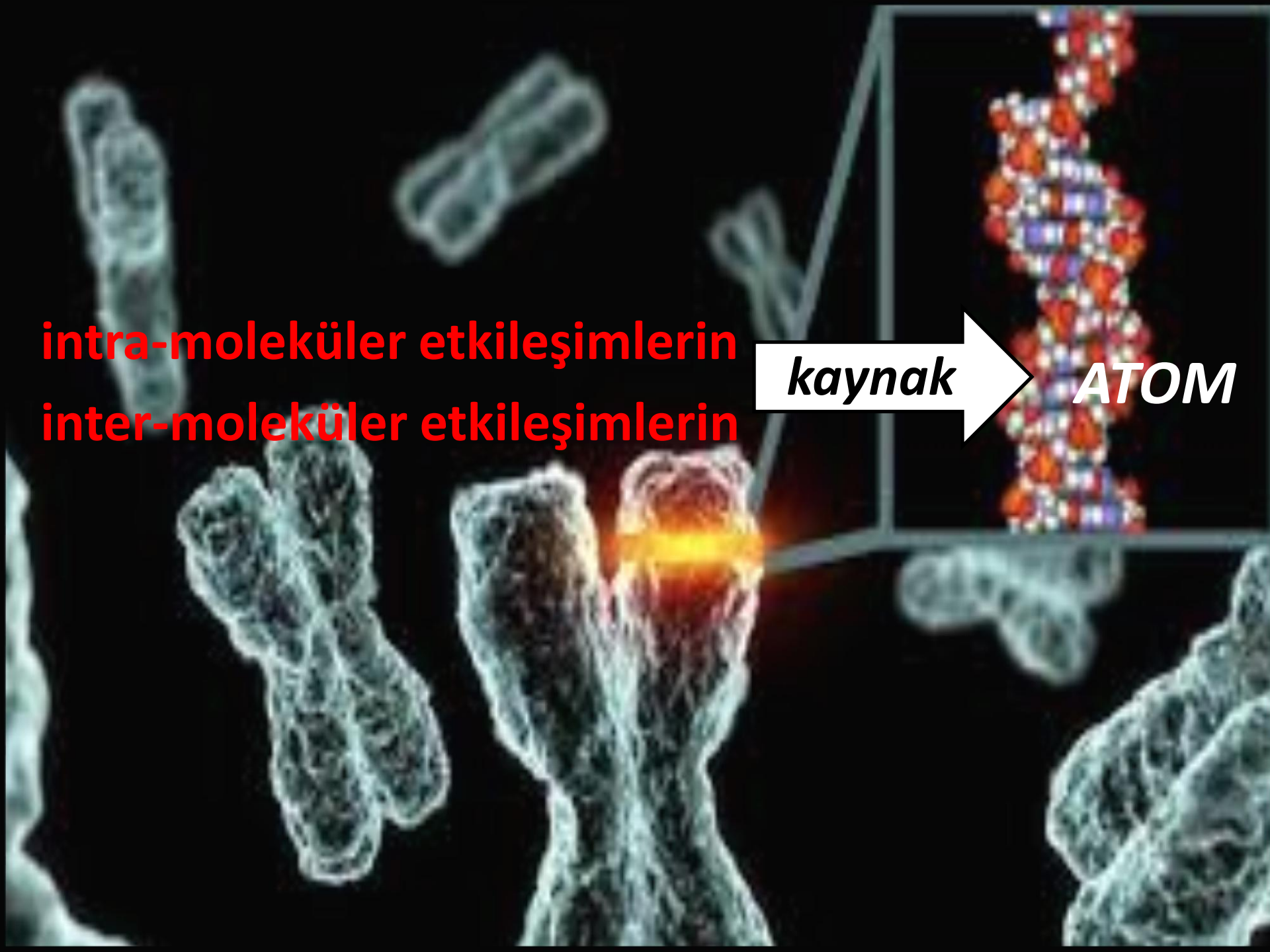
- Atomlar arası etkileşimler,
- Molekül içi organizasyonlar,
- Moleküler arası etkileşimler

doğrudan doğruya canlı özelliklerini tayin eder.

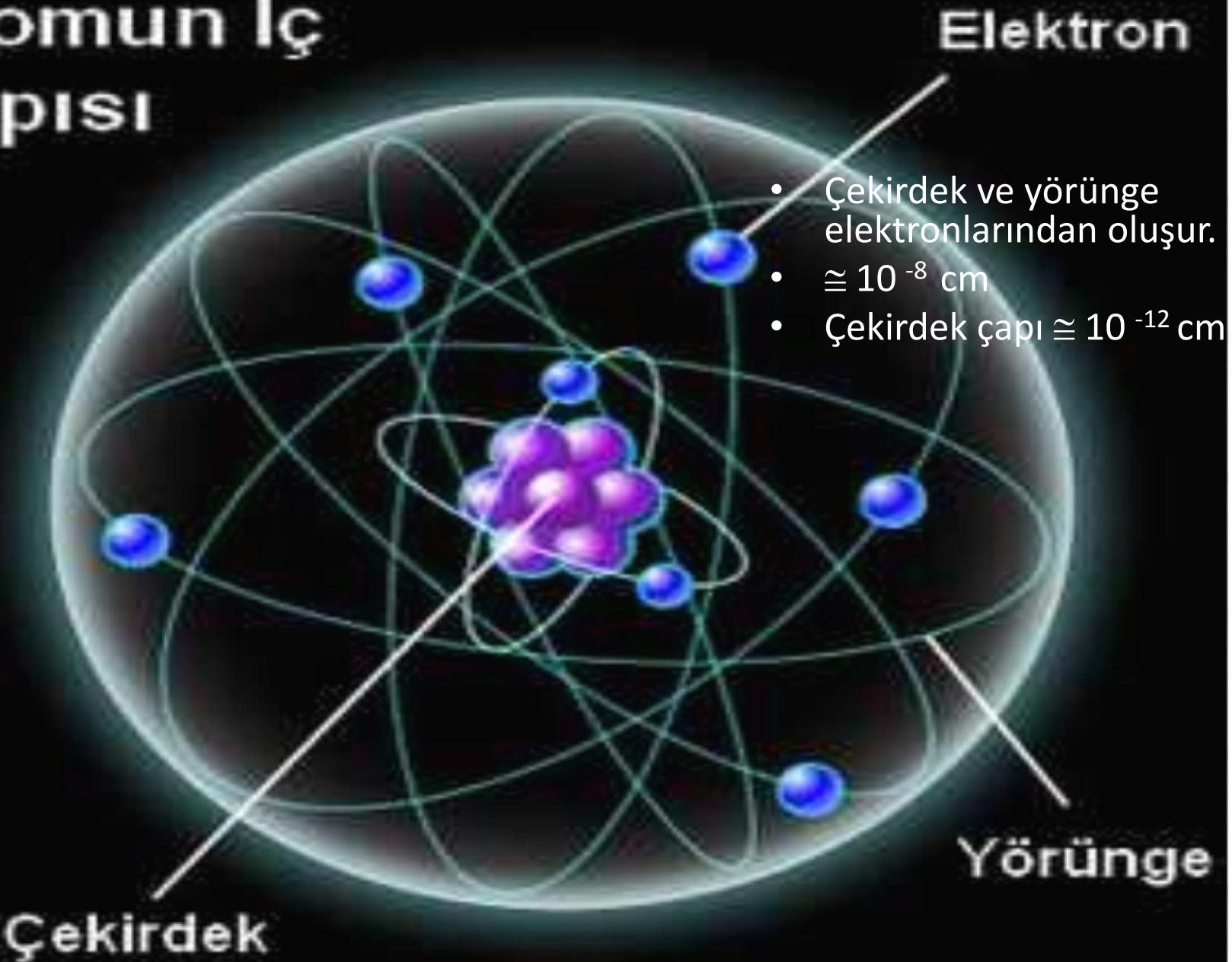
**intra-moleküler etkileşimlerin**  
**inter-moleküler etkileşimlerin**

**kaynak**

**ATOM**

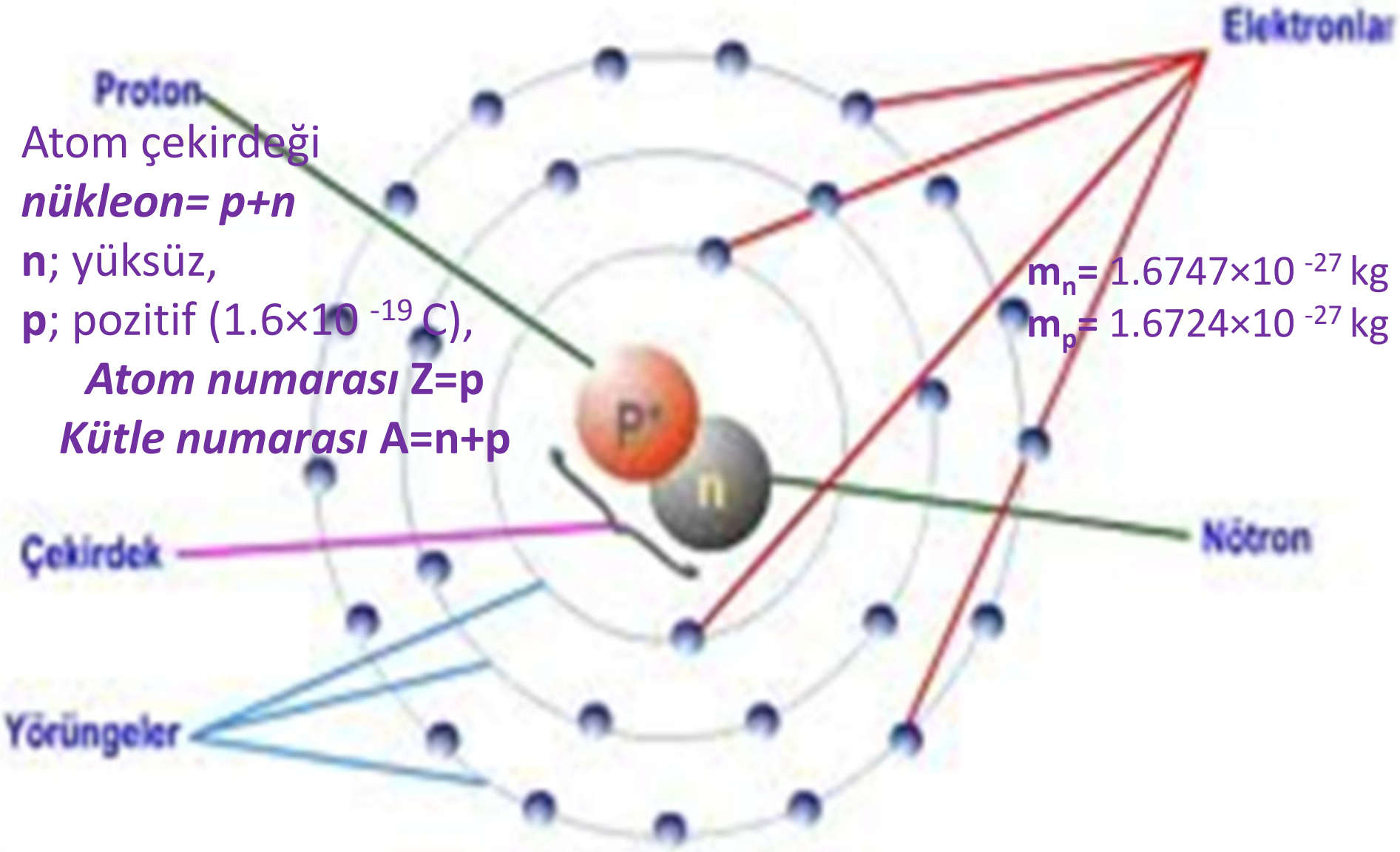


# Atomun İç Yapısı



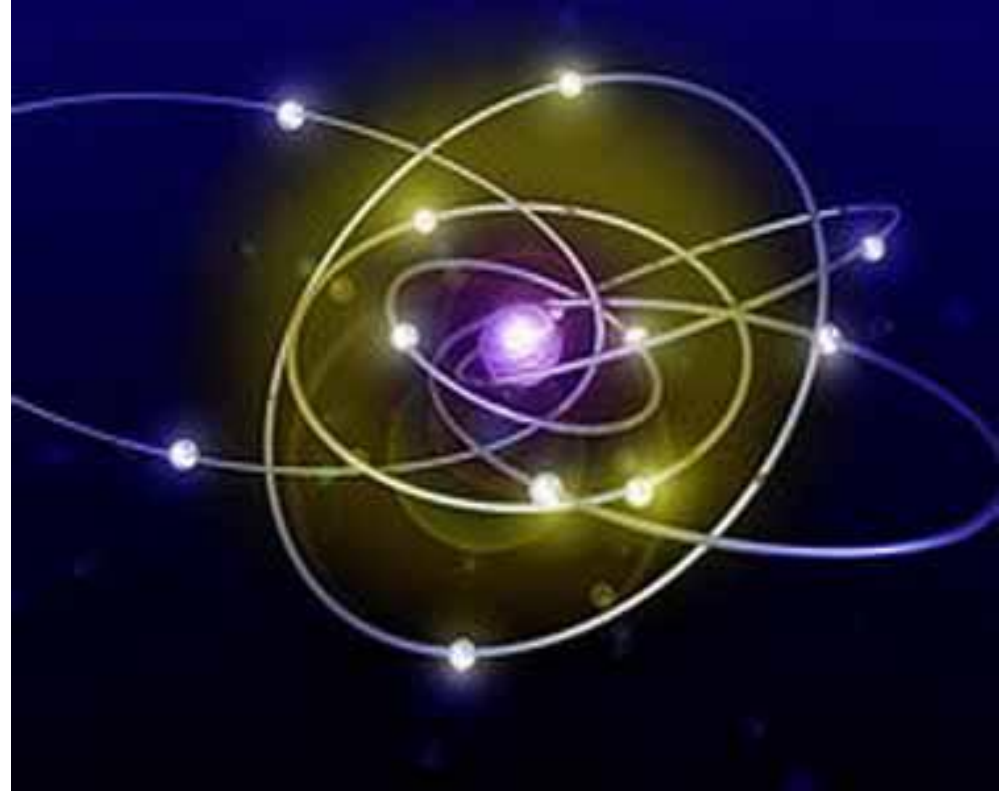
- Çekirdek ve yörünge elektronlarından oluşur.
- $\cong 10^{-8}$  cm
- Çekirdek çapı  $\cong 10^{-12}$  cm

# Çekirdek (Nükleus)



# Orbital

- yörüngelerde *elektronlar*
- $e^-$ ; negatif yüklü
- $q_e = (-1.6 \times 10^{-19} \text{ C})$
- Valans elektronlar atomun kimyasal özelliklerini belirler
- $e^-$  sadece bir orbitalden diğerine atladıkları zaman enerji kaybederler

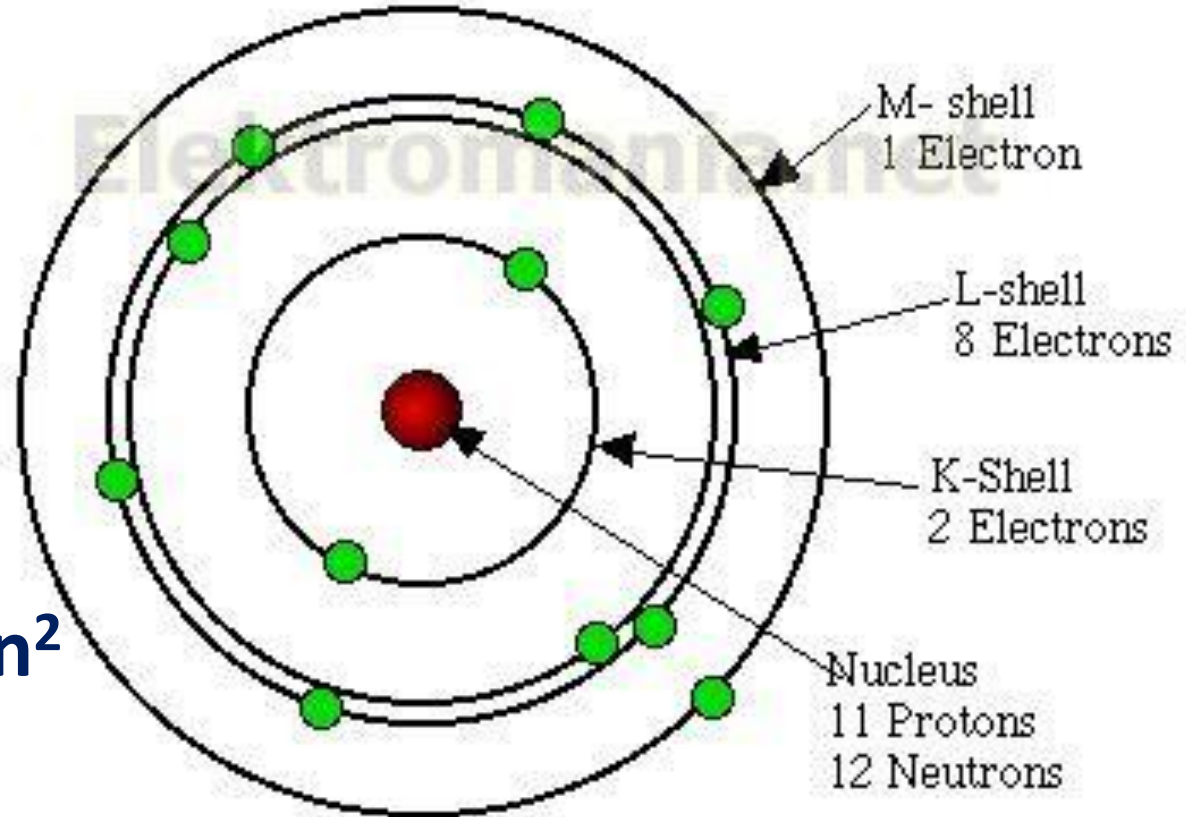


- ***K, L, M, N, O*** ... olarak adlandırılır.

– e<sup>-</sup> sayısı

- K' da 2e<sup>-</sup>
- L' de 8e<sup>-</sup>
- M' de 18e<sup>-</sup>
- N' de 32e<sup>-</sup>
- O' da 50e<sup>-</sup>

- max e<sup>-</sup> sayısı  **$2n^2$**



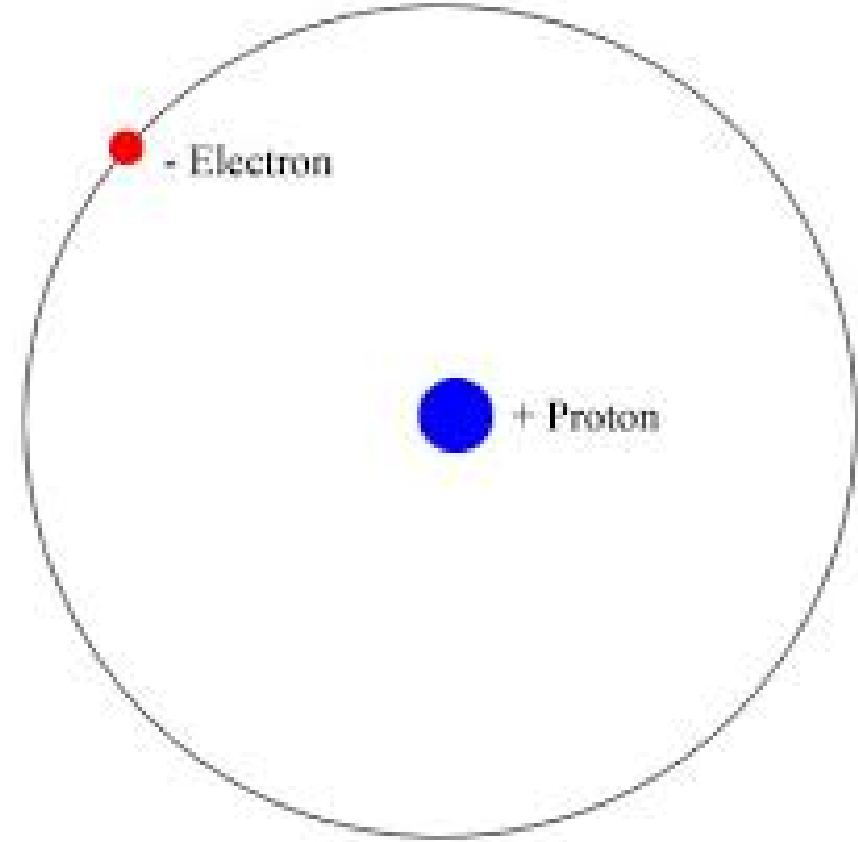


# İdrogono/ müvellidülmâ

Hidrojen  $^1\text{H}$  çekirdeği hariç bütün çekirdeklerde n ve p bulunur.

*n/p*

- hafif izotoplarda 1
- ağır elementlere gittikçe artar
  - daha da artarak nüklidin artık kararlı olmadığı bir noktaya gelir
- Daha ağır nüklidler, dışarıya verecekleri fazla enerjileri olduğundan kararsızlardır
  - Bunlara *radyonüklid* denir



# Radyonüklidlerin Değişik Formları

- İzotop

- Z ve kimyasal özellikleri aynı, A farklı = aynı sayıda p içeren nüklidler



- İzoton

- n sayıları aynı; Z, A ve kim. öz. farklı



- İzobar

- A aynı, Z ve kim öz farklı



- İzomer

- A, Z ve kim öz aynı olan iki veya daha fazla nüklidin ölçülebilecek kadar uzun yarı ömre sahip uyarılmış durumda kalanına **metastable atom** denir ve m ile gösterilir.



# Atom çekirdeğinde kararlılık/kararsızlık , p-n sayıları arasındaki ilişki:

**1-** Z; 1-20 arasındaki atomların çekirdeklerinde  $p=n$ .

**2-** Z; 20-83 arasındaki çekirdeklerde  $n>p$

**3-**  $Z > 83$ ' ten büyük olan elementlerin çekirdekleri kararsız olup radyoaktiftir

**4-** Z ve n sayısı çift olan atomların , Z ve n sayısı tek olan atomlara göre , daha çok sayıda kararlı izotopu vardır

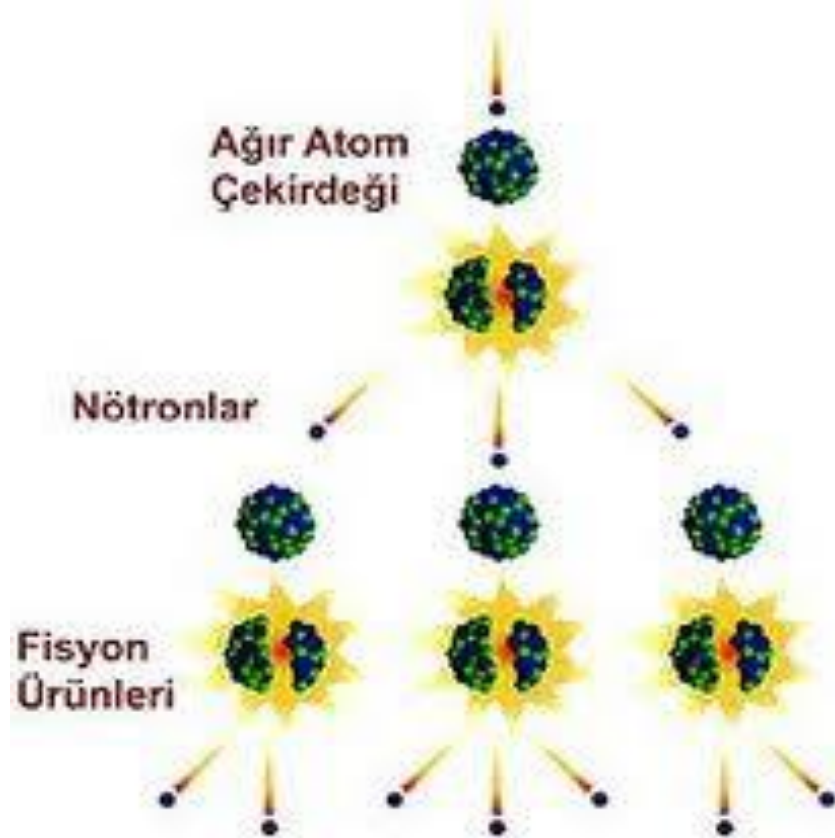
**5-** En kararlı çekirdekler , hem n hem de p sayıları çift olanlardır. 0-8-20-28-50-82 p veya n sayısına sahip çekirdekler özellikle kararlıdır. Bu sayılara *sihirli sayılar* denir.

Atom çekirdeklerinin, parçalanmaya ve nükleer bozunmaya karşı dayanıklılığı "çekirdek kararlılığı" olarak tanımlanır.

# Radyoaktivite Tipleri

- Radyoaktif çekirdekler kendiliğinden bozunuma uğrarlar.
- A ve Z sayılarını azaltarak n/p oranını **1'** e yaklaştırmak isterler.

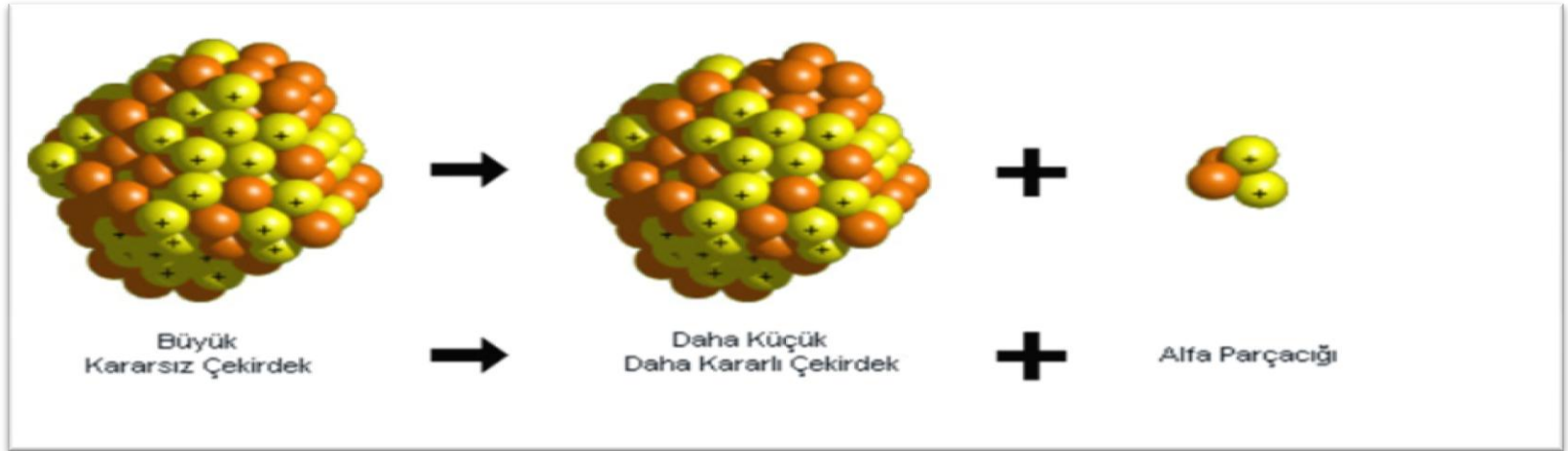
- *Kararsız çekirdekler* nükleer fisyon veya daha sıklıkla radyoaktif bozunum gibi dönüşümlere uğrarlar.
  - Dönüşüm sırasında enerji salınır.

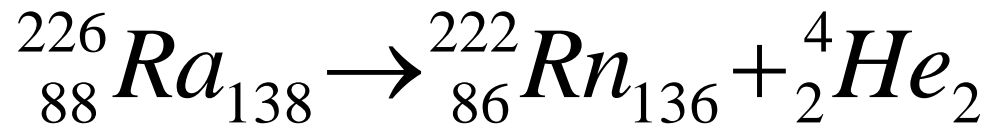
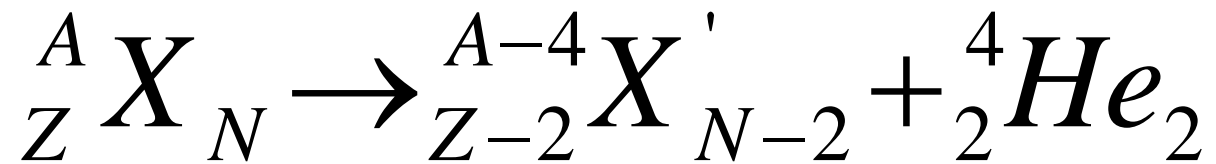


# Radyoaktif Yıkılım Tipleri

- **Alfa ( $\alpha$ ) bozunum**

- Çekirdeğin kararsızlığı *hem p hem de n fazlalığından* ileri geliyorsa
- 2p ve 2n olan  $\alpha$  parçacığı yayımlanır.
- Bozunan çekirdeğin Z 2, A 4 azalır.



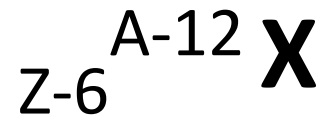


**X** izotopu 3  $\alpha$  ışınması yaparsa , oluşan elementin Z ve A' sı ne olur ?

3  $\alpha$  ışınması ;

$$Z \rightarrow 2.3 = 6$$

$$A \rightarrow 4.3 = 12 \text{ azaltır.}$$





X izotopu art arda  $4\alpha$  ışınması yaparsa , oluşan elementin Z ve A 'sı ne olur ?

$4\alpha$  ışınması

$$Z \rightarrow 2.4 = 8$$

$$A \rightarrow 4.4 = 16 \text{ azalır.}$$

- **Beta ( $\beta$ ) bozunum**

- Radyonüklidin kararsızlığı ***n fazlalığından*** meydana geliyorsa, enerji fazlalığını ortadan kaldırmak için  $n'$  lerden biri  $p'$  ye ya da  $e'$  ye dönüştürülür.

- Çekirdek  $1e^-$  veya bir  $1e^+$  (positron) yayınlarken  $Z$  sayısı bir birim değişir.

- $A$  değişmez

- $1n \rightarrow 1p$  ya da  $1p \rightarrow 1n$  dönüşür.

**$Z \rightarrow Z \pm 1, n \rightarrow n \pm 1$  ve  $A = n + Z$  sabit kalır.**

– Negatif ve pozitif yüklü elektronların yayıldığı bozunum olaylarını ayırt etmek için

- pozitif elektron yıkılımını *pozitron decay*
- negatif yüklü yıkılımı *negatron decay*

- **Pozitron Decay**

- Positron saçan nüklidler max kararlılık için gerekenden *daha düşük n/p oranı* taşırlar.
- Sabit kütle numarası
- Z 'de bir azalma
- $1p \rightarrow 1n$  dönüşür.
- Positron kararsızdır
- $\nu$  : nötrino salınır



- **Negatron Decay**

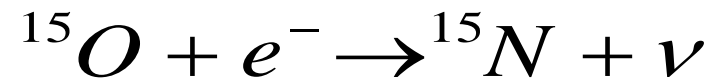
- *n/p oranı* negatron salan nüklidlerde çekirdeğin max kararlılık için gerekenden *daha büyüktür*.
- A sabit kalır
- Z bir artar



» 1 n → 1 p dönüşür

»  $\bar{\nu}$  : antinötrino

- $n \rightarrow p + e^-$  negatif bozunma ( $\beta^-$ ). Negatron ( $\beta^-$ ) bozunma enerjisi  $e^-$  ve antineutrino aktarılır.
- $p \rightarrow n + e^+$  pozitif bozunma ( $\beta^+$ ). çekirdekteki p bozunur.
- $p + e^- \rightarrow n$  elektron yakalanması ( $\epsilon$ ). Bu durum bir pozitronun bozunumu ile olur.



Neutrino ( $\nu$ )

Antinötrino ( $\bar{\nu}$ )



${}_{44}^{101}\text{Ru}$  kararlı

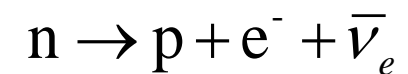
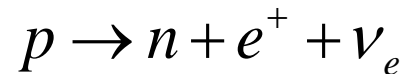
**Pd:** Palladium

**Rh:** Rhodium

**Ru:** Ruthenium

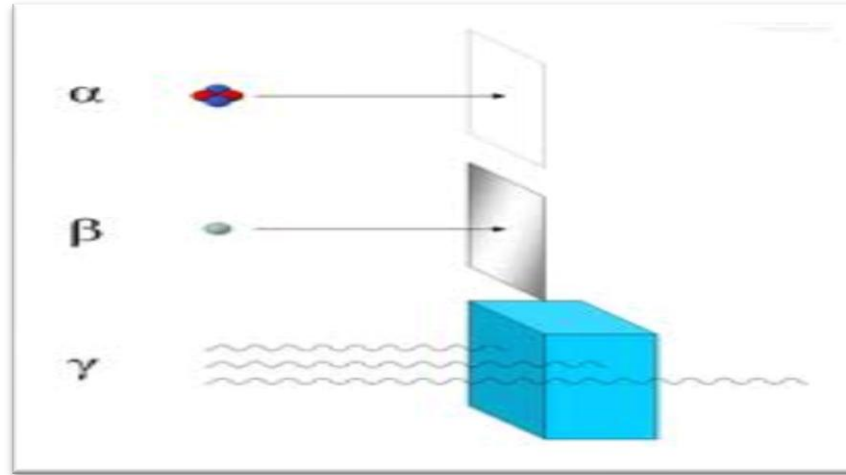
$\beta^+$  - Bozunumu

$\beta^-$  - Bozunumu



- **Gamma ( $\gamma$ ) Işını**

- Çekirdeğin cinsi değişmeden uyarılmış bir durumdan taban duruma bozunmasıdır.
- Nükleer dönüşümlerden oluşur
- Her gamma bozunumu  $\alpha$ ,  $\beta$  salınımı sonucu oluşur.





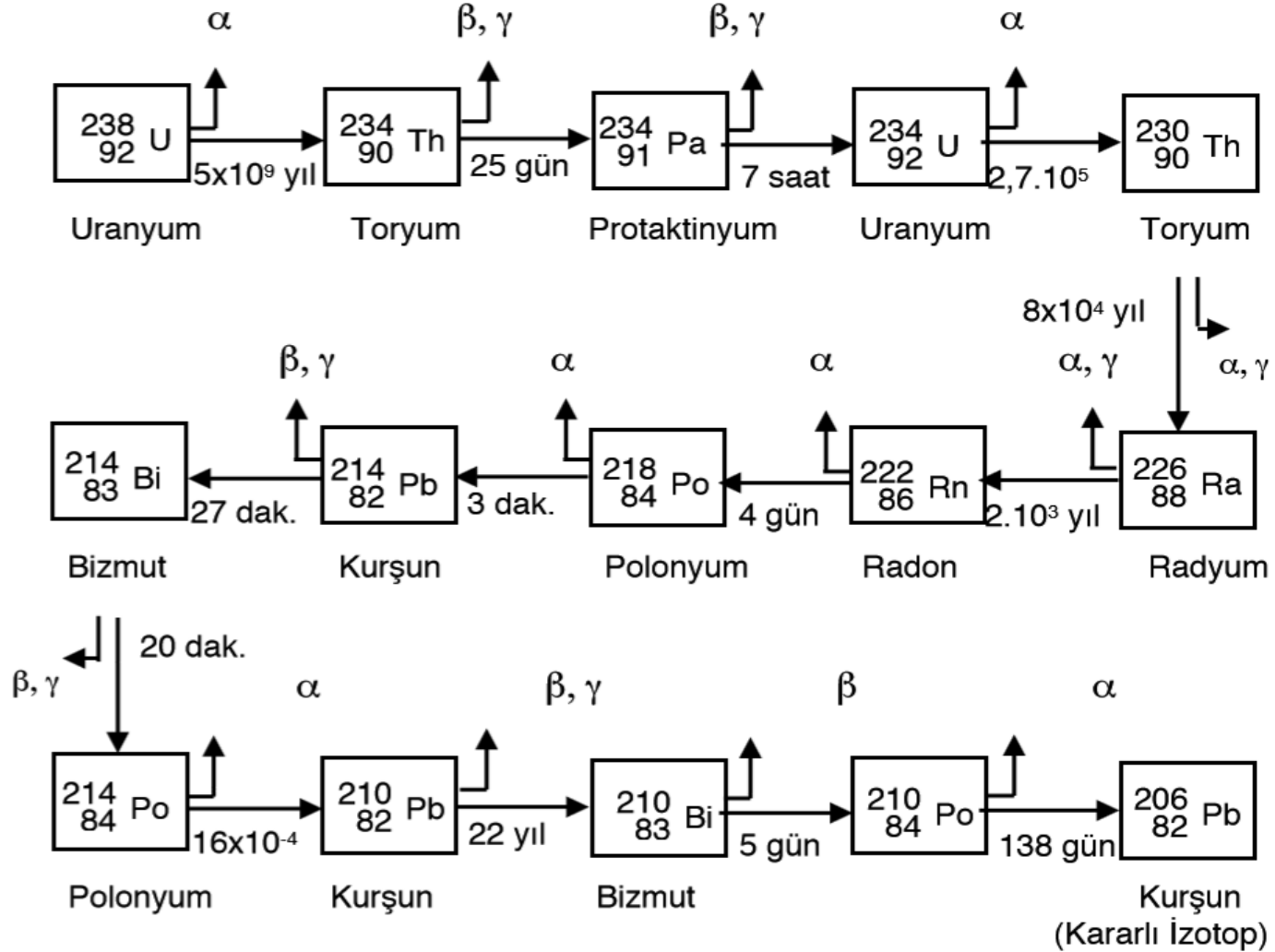
**Radyoaktif ışınlar ve etkileri ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır ?**

- A) Pozitron yayan bir atomun atom numarası azalır.
- B) Alfa yayan bir atomun kütle numarası değişmez.
- C) Alfa ışınları +2 değerlikli taneciklerdir.
- D) Beta ışınları -1 yüklü elektronlardır.
- E) Gama ışınları yüksüz ve kütesizdir.

Alfa ışınması gerçekleştiren atomun ; atom numarası 2 , kütle numarası 4 azalır.  
(YANIT B )

- Bir radyoaktif ana çekirdekten alfa ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ) ve gamma ( $\gamma$ ) bozunmaları sonucu yavru çekirdekler oluşturan seriler, *radyoaktif seriler* olarak tanımlanır.
- Radyoaktif seriler U, Th, Ac ve Np serisi şeklinde 4 grup oluşturur
- Her seri, bozunma zincirini tamamladıktan sonra kararlı bir çekirdek haline dönüşür.

# Uranyum 238 serisi



4A grubunda bulunan Y elementi  $\alpha$  ve  $2\beta$  ışınması yapıyor. Oluşan elementin periyodik tablodaki grubunu bulunuz?

$1\alpha$  ışınması ile 2 geri geldi

$2\beta$  ışınması yaptı ; 2 ileri gitti

Sonuçta yine aynı yerde

- $1\alpha$  ,  $2\beta$  ışınması yapan radyoaktif bir element için ;

I. Kimyasal özelliği değişir.

II. Nötron sayısı 2 azalır.

III. İzotopu oluşur.

İfadelerinden hangileri doğrudur ?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

$1\alpha$  ışınmasında Z 2 , A 4 azalır.

$2\beta$  ışınmasında ise Z 2 artar , A değişmez. Böylece izotopu oluşur.

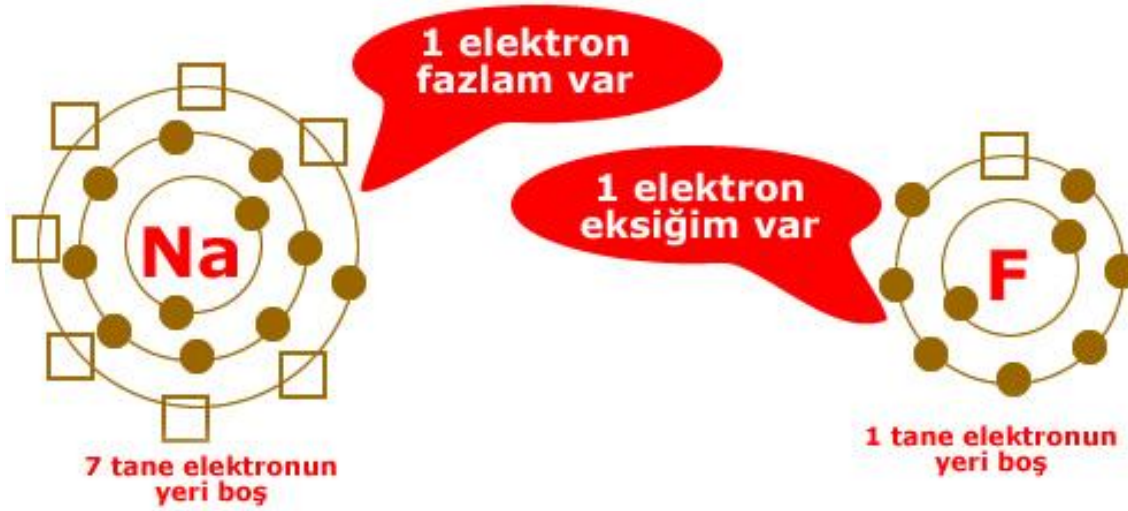
# *Atom ve Moleküler Arası Etkileşimler*

- Atomlar birbirlerine dört çeşit moleküler bağ ile bağlanabilirler.
  - iyonik bağ
  - kovalent bağ
  - Vander Waals bağ
  - metalik bağ
- Bazı moleküller tek çeşit bağla bağlanırken bazılarında birden çok bağ görülür.

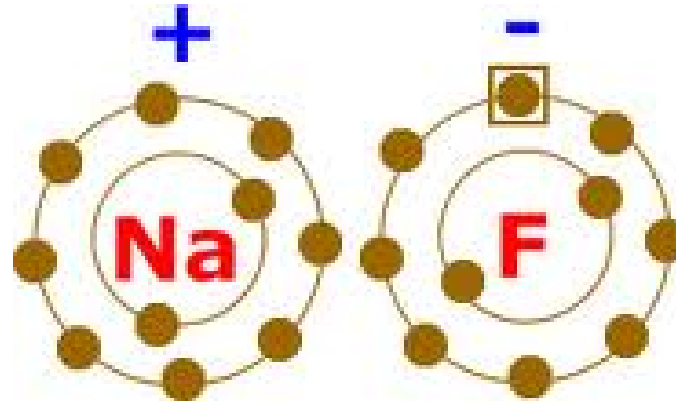
# Moleküler bağların şiddet olarak birbirleri ile karşılaştırılması

Kovalent bağ	10 eV
İyonik bağ	(5-10 )eV
Metalik bağ	(1-5) eV
Vander Waals bağı	(0,1-0,5) eV

# *İyonik Bağ*

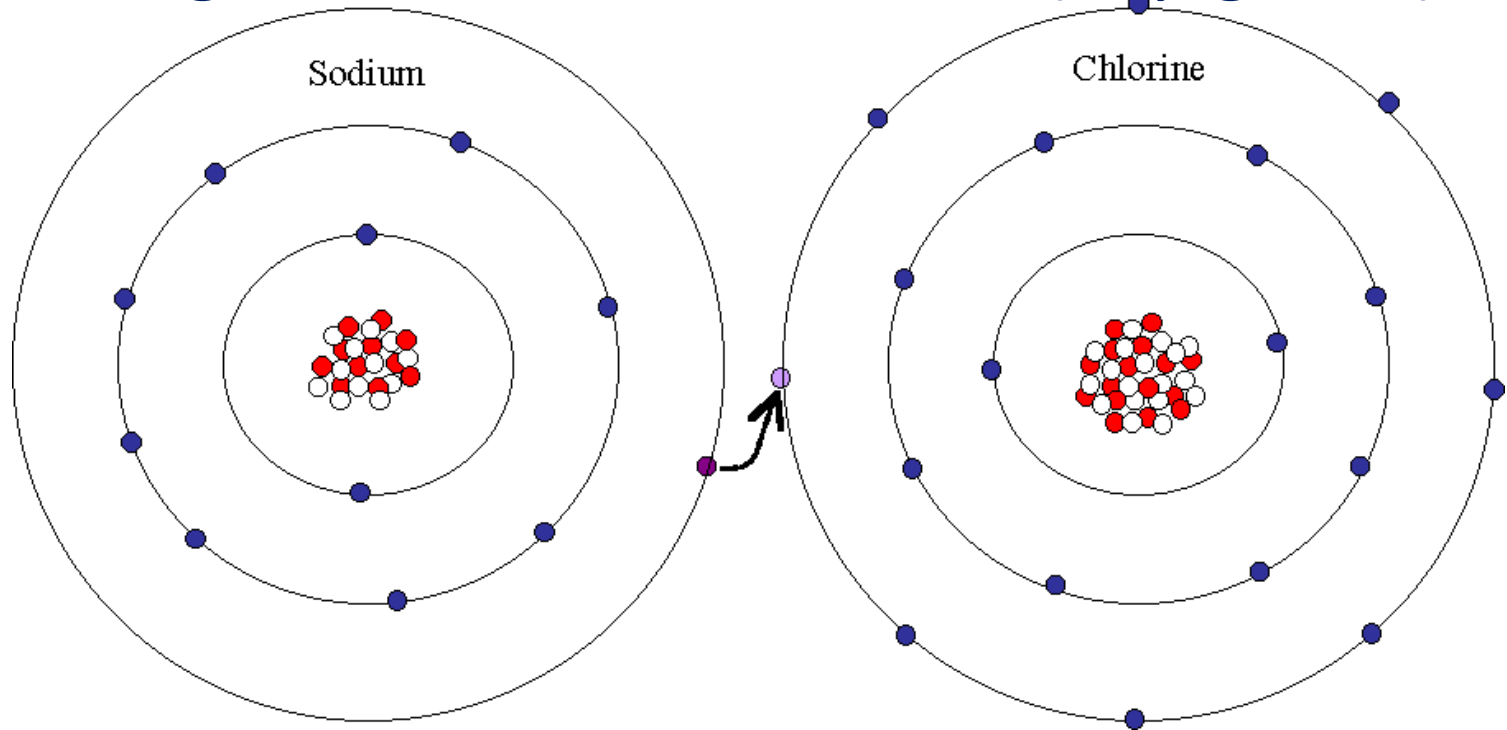


- Elektropozitif olan alkali metaller ile elektronegatif olan halojenlerin oluşturdukları bağa *iyonik bağ* denmektedir.



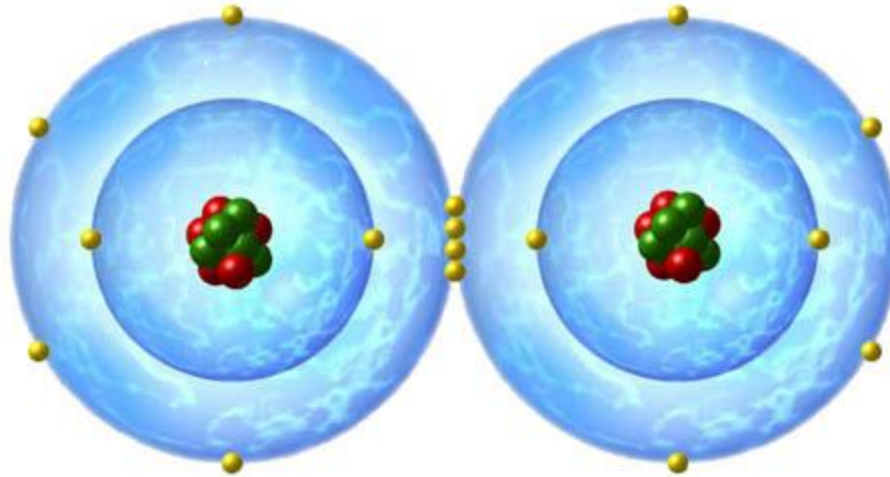


- Bu nedenle alkali atomu  $1e^-$  'nu halojen atomuna vererek bağ yapar ve kararlı duruma geçer. Kararlı durumdaki atomların son yörüngeleri tamamen doludur (soy-gazlar).

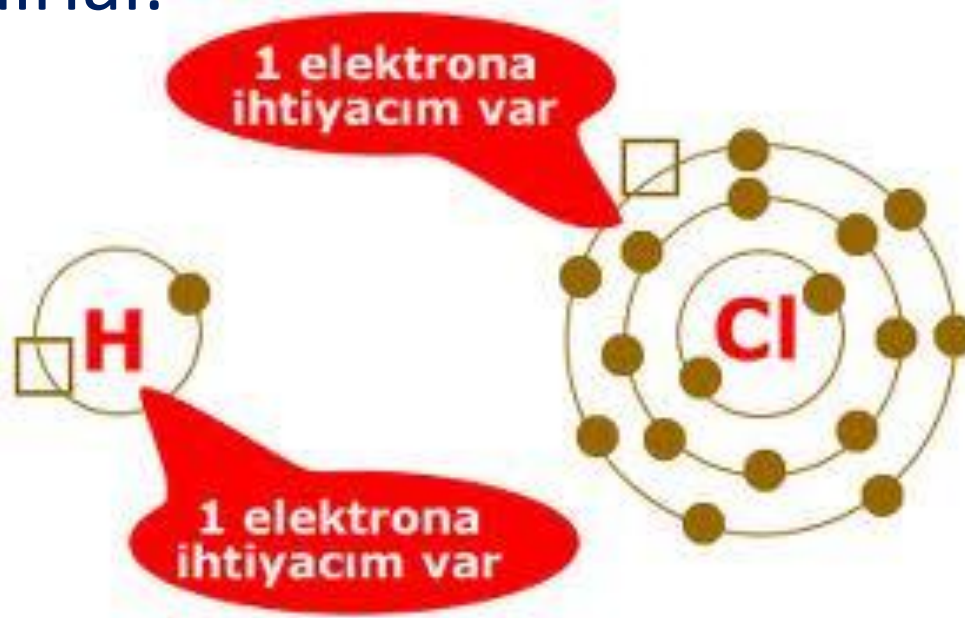


# *Kovalent Bağ*

- Aynı türden ya da farklı atomların  $1e^-$  veya  $2e^-$  *paylaşmaları* ile oluşan bağa *kovalent bağ* denmektedir.

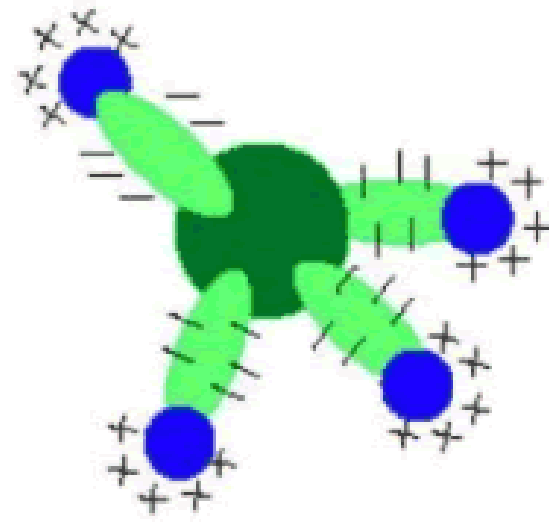
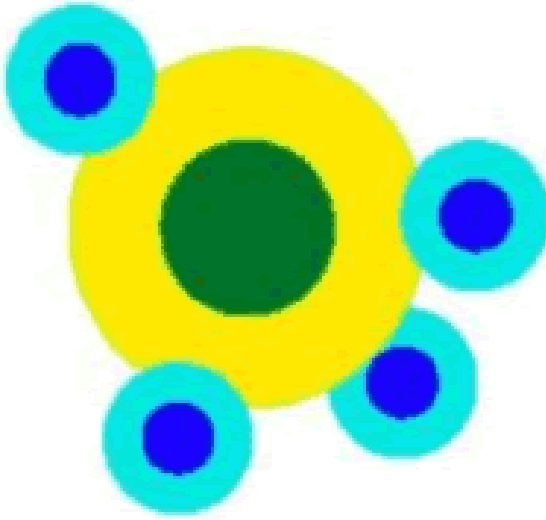


- $N_2$ ,  $O_2$ ,  $H_2O$ ,  $SiC$ ,.....gibi moleküllerde ya da kristallerde atomlar kovalent bağ ile bağlanırlar.



# *Vander Waals Bağı*

- Vander Waals tipi bağlanma, dışarıya karşı nötr olan gaz ortamlarda görülür.
- $(\text{H}_2)_2$ ,  $(\text{O}_2)_2$ , Ar-HF, Ar-HCl,  $\text{H}_2$ -Ne,  $\text{H}_2$ -Ar,  $\text{H}_2$ -Kr ve  $\text{H}_2$ -Xe gibi ikili molekül bağları oluşturan yapılar (dimerler) sayılabilir.
- Bu tip, atom yada moleküller belli bir uzaklığa geldiğinde aralarında etkileşim başlar.

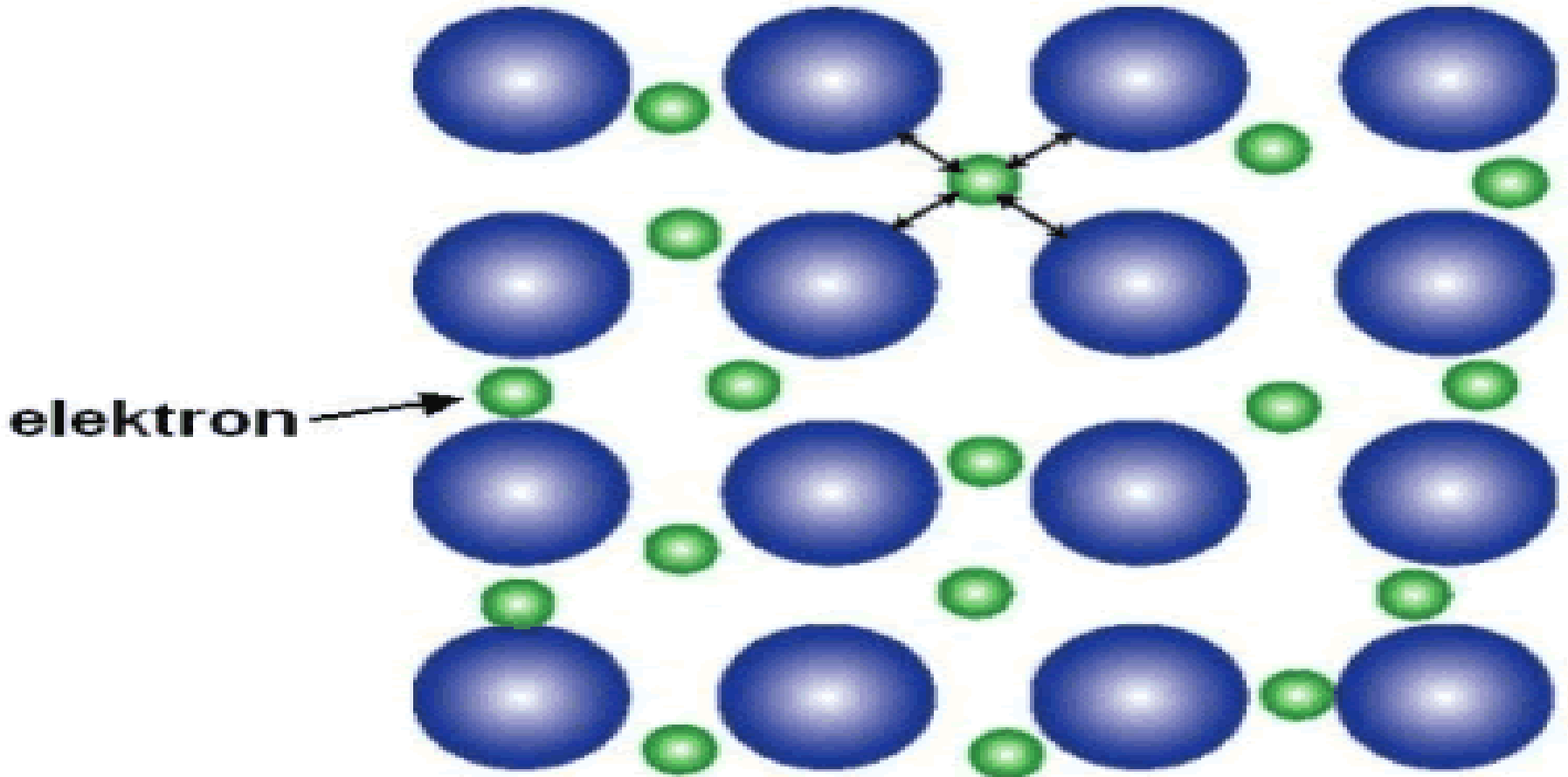


- Bir atomun dipol momentinin zaman ortalaması sıfır olmasına rağmen çok küçük bir zaman aralığında ise sıfır olmaz. Bu nedenle atomlar arası uzaklık belli bir  $r_0$  değerine geldiğinde kararlı bir bağlanma oluşur. İşte buna ***Van der Waals bağlanma*** denir.

# *Metalik Bağ*

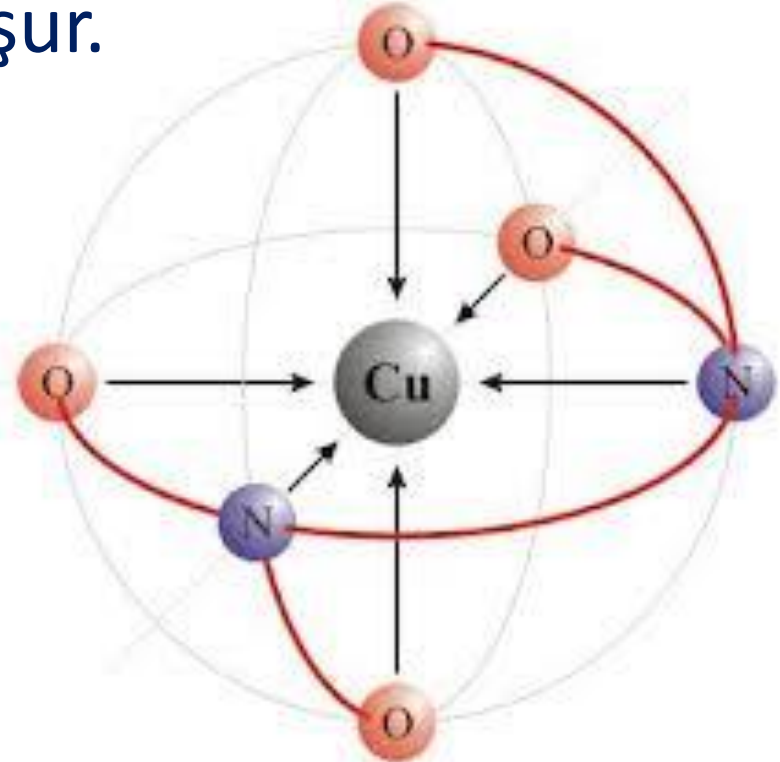
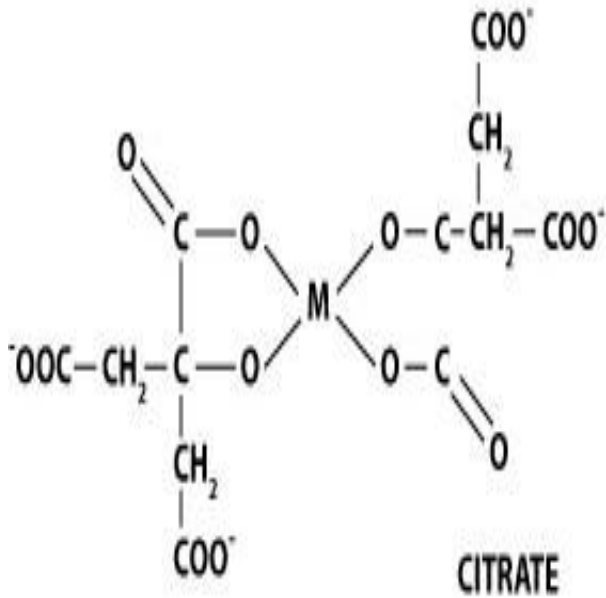
- Metal atomları metal içinde birbirine çok yakın olduğundan, herhangi bir metal atomunun  $e^-$  komşu atom çekirdeğinin de etkisinde kalır.
  - Çünkü metal atomlarında valans elektronları atomun çekirdeğine çok zayıf bağlıdır.
  - Valans  $e^-$  metal içinde belirli süreler de olsa hangi atoma ait olduklarını neredede ise şaşırırlar. Böylece metal içinde bir “ serbest elektronlar denizi “ oluşur.
  - Metale küçük bir gerilim uygulandığında bunlar kolayca hareket ederler.
  - Metallerin iyi iletken olmasının nedeni budur.
    - Atomların birbirine bağlanma eğilimine **valans** denir.

- Metal atomları arasında valans  $e^-$  paylaşımı da metallere özgü bir bağ türü ortaya çıkarır ve bu bağa metalik bağ denir.



# Chelate

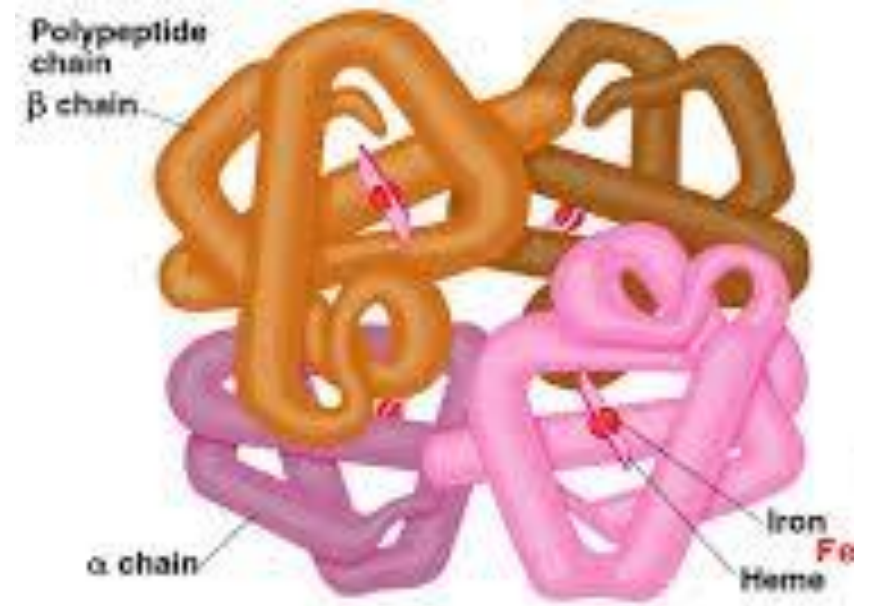
- Aynı moleküle ait 2 veya daha fazla grup ortalarındaki bir metal atomuna birer çift  $e^-$  bağışladıklarında kapalı halka tipinde bir koordinasyon bağı oluşur.



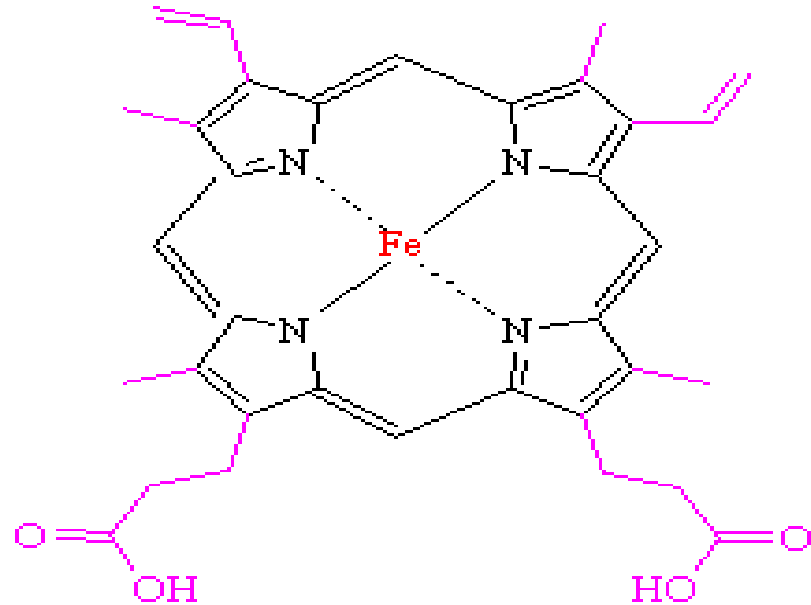


# Hemoglobin

Biyolojik sistemlerde şelat yapıların önemli örnekleri görülür. Hemoglobinde büyük tek bir moleküle ait olan 4 N atomu 1 Fe atomuna koordine olarak **hem grubunu** meydana getirir.



Hemoglobin



# *Hidrojen Bağı*

- Hidrojen bağı iki atomun hidrojen üzerinden kurdukları bağlantıdır.
- Su dahil bütün önemli biyolojik moleküllerin (proteinler ve amino asitler) yapı ve özelliklerini doğrudan etkiler.
- Bir molekülde hidrojen F, O, N ve S gibi elektronegatif atomlara bağlı ise başka moleküllerin aynı tür atomlarına bağlanabilir.
  - Bir Alkol ve bir su molekülü arasında mevcuttur
  - Birçok karboksilik asitte iki molekül bir çift hidrojen bağı ile dimer oluşturur.
  - Katı haldeki şekerlerde hidrojen bağı yaygındır
  - Suyun yapısında

- Biyolojik moleküllerde atomlar
  - Kovalent bağ (C, N, O, H arasındaki)
  - İyonik bağ (tuzdaki atomlar arasındaki)
- Diğer taraftan atomlar arasında/ moleküller arasında başka tür etkileşimler de vardır. Bunlar (metaller arasındaki etkileşimler dışında) ***zayıf etkileşimlerdir.***
  - Van der Waals
  - İyon-dipol ve dipol-dipol çekimi
  - London disperziyon kuvvetleri
  - İtme kuvvetleri
  - Hidrojen bağı

# Kaynaklar

- Stanford Jr. Al. Foundations of Biophysisc. Academic Press, New York. Ch:2
- Sybesma C. An Introduction to Biophysics. Academic Press, New York. Ch:3, 4.

Bileşiklerden hangisi/ hangileri kovalent bir bileşik değildir?

CO<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub>, NaCl

Biyolojik moleküllerde en yaygın olan moleküler bağ hangisidir?

Aşağıdakilerden hangisinde molekülleri arası hidrojen bağı vardır?

Alkol-su, CO<sub>2</sub>-su, H-H, Lipid-su

Bir molekülde aşağıdaki elementlerden hangisine bağlı olan hidrojen atomu hidrojen bağına katılmaz?

F, C, S, N, Ca