

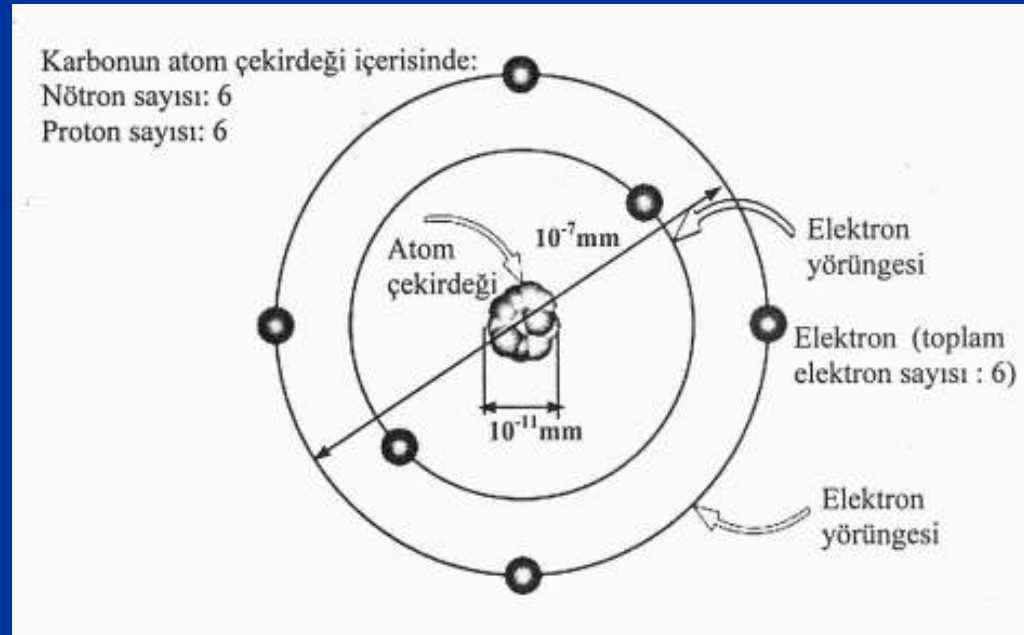
## Atomlar

Atomlar başlıca üç temel altı parçacıktan oluşur:

Protonlar

Nötronlar

Elektronlar



Karbon elementinin şematik atom yapısı

## Malzemelerin İç Yapısı

Atomun çekirdeği pozitif yüklü (+) proton yüksüz (nötr) nötron parçacıklarından oluşur.

Çekirdek etrafında dönen elektronlar ise, negatif (-) yüklü olup, elektriksel yükü protona eşit değerdedir.

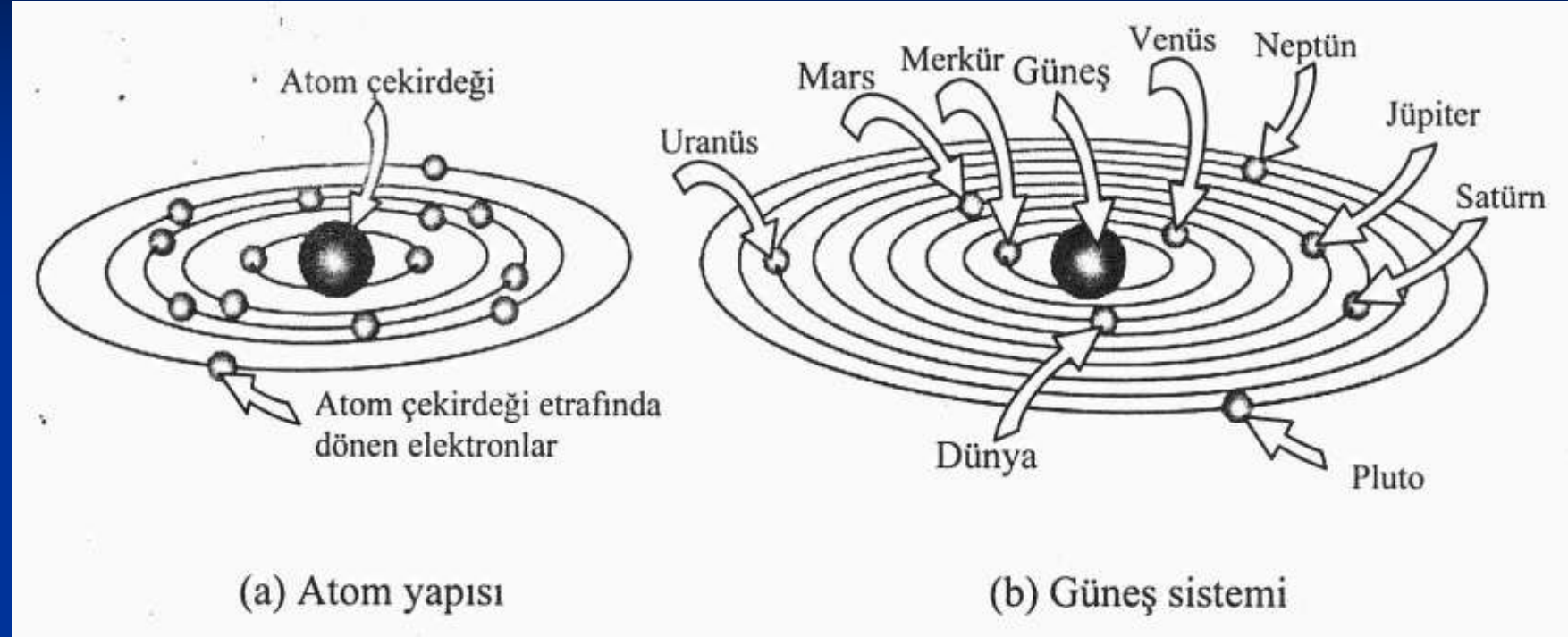
Çekirdek ağırlığı elektron ağırlığının 1836 katıdır.

Atomun hacminin büyük bir kısmını elektron bulutu oluşturur.

Atomun ana parçacıklarının kütleleri ve elektriksel yük değerleri

Atomun ana parçacıkları	Kütlesi (kg) .	Elektriksel Yükü (Coloumb)
Elektron	$9.109 \times 10^{-31}$	$- 1.602 \times 10^{-19}$
Proton	$1.673 \times 10^{-27}$	$+ 1.602 \times 10^{-19}$
Nötron	$1.675 \times 10^{-27}$	0 (yüksüz)

# Malzemelerin İç Yapısı



Atom yapısı ile güneş sistemi arasındaki benzerliğin karşılaştırılması

## Malzemelerin İç Yapısı

Bir atomda elektron ve protonların sayısı eşit olduğu için atom elektriksel yük olarak nötrdür.

Atom çekirdeğindeki proton ve nötron sayıları genelde eşittir.

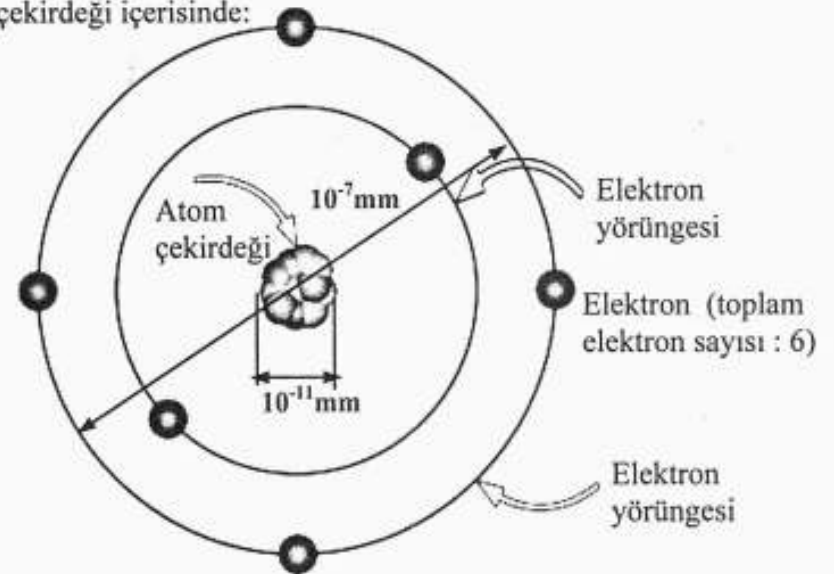
Ancak bazı atomların çekirdek içindeki proton sayısı değişmediği halde, nötron sayısı değişebilmektedir.

Bir atomun proton sayısı nötron sayısından farklı ise, o atoma **izotop atom** adı verilir.

Karbonun atom çekirdeği içerisinde:

Nötron sayısı: 6

Proton sayısı: 6



Bir elementin **atom numarası**, her atomun çekirdeğindeki protonların sayısına veya elektronların sayısına eşittir. Her elementin atom numarası farklıdır.

Örneğin demir elementinin atom numarası 26 iken, altın elementinin atom numarası 79'dur.

**Örnek:**

Elektron sayısı 28 olan nikel elementi atomunun;

- proton ve nötron sayılarını bulunuz.
- nikel elementinin atom numarası kaçtır?

**a)** Bir elementin proton, elektron ve nötron sayıları eşit olduğu için, nikel elementinin proton ve nötron sayıları 28'dir.

**b)** Bir elementin atom numarası proton veya elektron sayısına eşit olduğu için, nikel elementinin atom numarası 28'dir.

Bir elementin **atom kütlesi**, o atomun çekirdeğini oluşturan proton ve nötron sayıları toplamına eşittir.

Bir mol (bir gram-atom) elementte Avagadro Sayısı kadar atom bulunur. Avagadro sayısı  $6.02 \times 10^{23}$  atom/mol olup, bir mol içindeki atom veya moleküllerin sayısını ifade eder. Kütle birimi gram/mol'dür.

Ayrıca amu (bir karbon kütlesinin  $1/12$  kadardır) atom kütle birimi olarak da kullanılabilir ( $1 \text{ gram/mol} = 1 \text{ amu}$ ).

Örneğin; bakır atomunun kütlesi  $63.54 \text{ gram/mol}$ 'dür. Yani  $6.02 \times 10^{23}$  adet bakır atomu,  $63.54 \text{ gram}$  gelmektedir. O zaman bir bakır atomunun ağırlığı ( $63.54/6.02 \times 10^{23}$ ), yani  $10.55 \times 10^{-23} \text{ gram}$ dır.

Genellikle atom kütlesi tamsayı değildir. Çünkü aynı atomların çekirdeklerinde proton sayısı aynı olmasına rağmen nötron sayıları farklı olabilir. Buna o elementin atomlarının izotopları adı verilir.

Bir elementin atom kütlesi hesaplanırken farklı izotoplarına ait atom kütlelerinin ortalama değerleri alınır.

İzotop atomların kimyasal özellikleri aynıdır. Çünkü elementlerin kimyasal özellikleri o elementin atom numarası, dolayısıyla elektron sayıları ile belirlenir.

İzotop atomların atom numaraları değişmediğine göre, kimyasal özelliklerinin aynı olduğu düşünülür.

Fakat izotop atomların fiziksel özellikleri birbirinden farklıdır.

## Malzemelerin İç Yapısı

### Örnek

Neon (Ne) elementinin kütle spektromu incelendiğinde, atomların % 90.92'si 20 nötron, % 0.26'sı 21 nötron ve % 8.82'si 22 nötron içerdiği tespit edilmiştir. Neonun atom numarası 10 olduğuna göre;

a) Neonun ortalama atom kütlelerini hesaplayınız.

b) 100 gram Neonun atom numarasını bulunuz.

#### ÇÖZÜM 1.2

a) Önce değişik nötron sayılarına sahip atomların atom kütlelerini hesaplamamız gerekir.

**20 nötron içeren atomların;**

$$\begin{aligned}\text{Atom kütlesi} &= \text{proton sayısı} + \text{nötron sayısı} \\ &= 10 + 20 \\ &= 30 \text{ gram/mol (Ne}^{30} \text{ izotopu)}\end{aligned}$$

**21 nötron içeren atomların;**

$$\begin{aligned}\text{Atom kütlesi} &= 10 + 21 \\ &= 31 \text{ gram/mol (Ne}^{31} \text{ izotopu)}\end{aligned}$$

**22 nötron içeren atomların;**

$$\begin{aligned}\text{Atom kütlesi} &= 10 + 22 \\ &= 32 \text{ gram/mol (Ne}^{32} \text{ izotopu)}\end{aligned}$$

Neonun ortalama atom kütlelerini bulmak için, her bir izotopun atom kütlesi yüzde miktarları ile çarpılıp, toplanması ile elde edilir.

$$\begin{aligned}\text{Neonun ortalama atom kütlesi} &= (0,9092).(30) + (0,026).(31) + (0,882).(32) \\ &= 20,183 \text{ gram/mol}\end{aligned}$$

b) Neon elementinde bulunan atomlarının sayısı =  $(100 \text{ gr}) (6,02 \times 10^{23} \text{ atom/mol}) / 20,183 \text{ gr/mol}$

$$= 29,82 \times 10^{23} \text{ adet atom vardır.}$$



## Örnek

Kromun özgül ağırlığı  $7.19 \text{ gr/cm}^3$  ve atom kütlesi  $52 \text{ gr/mol}$  olduğuna göre;

- 10 gr kromda kaç atom vardır?
- $1 \text{ cm}^3$  kromda kaç atom vardır?

### ÇÖZÜM 1.3

a)  $52 \text{ gr/mol}$  atom kütlesine sahip kromda, Avagadro sayısı kadar ( $6.02 \times 10^{23} \text{ atom/mol}$ ) atom olduğuna göre, basit bir orantı ile 10 gr kromdaki atomların sayısını bulabiliriz.

$$\begin{array}{ccc} [52 \text{ gr/mol atom kütlesinde}] & \begin{array}{c} \longleftrightarrow \\ \longleftrightarrow \end{array} & [6.02 \times 10^{23} \text{ atom/mol adet atom varsa}] \\ [10 \text{ gr kromda}] & \begin{array}{c} \longleftrightarrow \\ \longleftrightarrow \end{array} & [X \text{ adet atom vardır}] \end{array}$$

---

$$X = 10 (6.02 \times 10^{23}) / 52 = 1.15 \times 10^{23} \text{ adet atom vardır}$$

b) Kromun özgül ağırlığından yola çıkarak,  $1 \text{ cm}^3$  kromun  $7.19 \text{ gram}$  olduğunu söyleyebiliriz. O zaman  $7.19 \text{ gr}$  kromda kaç adet atom olduğunu bulursak,  $1 \text{ cm}^3$  kromdaki atomların sayısını da tespit etmiş oluruz.

$$\begin{array}{ccc} [52 \text{ gr/mol atom kütlesinde}] & \begin{array}{c} \longleftrightarrow \\ \longleftrightarrow \end{array} & [6.02 \times 10^{23} \text{ atom/mol adet atom varsa}] \\ [7.19 \text{ gr kromda}] & \begin{array}{c} \longleftrightarrow \\ \longleftrightarrow \end{array} & [X \text{ adet atom vardır}] \end{array}$$

---

$$X = 7.19 (6.02 \times 10^{23}) / 52 = 0.83 \times 10^{23} \text{ adet atom vardır}$$

## Malzemelerin İç Yapısı

### Örnek

SiO<sub>2</sub>'in özgül ağırlığı 2.65 gr/cm<sup>3</sup> olduğuna göre (Si atom kütlesi 28.09 gr/mol ve O atom kütlesi 15.99 gr/mol);

- 10 cm<sup>3</sup>'te SiO<sub>2</sub>'de kaç adet atom vardır?
- 100 gr SiO<sub>2</sub>'de kaç adet atom vardır?

#### ÇÖZÜM 1.4

a) Önce bir SiO<sub>2</sub> molekülünün ağırlığını bulmamız gerekir.

$$\text{SiO}_2 \text{ molekülünün ağırlığını} = (28.09) + 2 (15.99) = 60.07 \text{ gr/mol}$$

$$\begin{array}{ccc} [60.07 \text{ gr/mol molekül kütlesinde}] & \begin{array}{c} \longleftrightarrow \\ \longleftrightarrow \end{array} & [6.02 \times 10^{23} \text{ atom/mol adet molekül varsa}] \\ [2.65 \text{ gr SiO}_2\text{'de}] & \begin{array}{c} \longleftrightarrow \\ \longleftrightarrow \end{array} & [X \text{ adet molekül vardır}] \end{array}$$

$$X = 2.65 (6.02 \times 10^{23}) / 60.07 = 0.26 \times 10^{23} \text{ adet molekül vardır}$$

$$10 \text{ cm}^3 \text{ SiO}_2\text{'deki molekül sayısı} = (10) (0.26 \times 10^{23}) = 2.6 \times 10^{23} \text{ adet}$$

Bir SiO<sub>2</sub> molekülünde bir Silisyum ve 2 oksijen atomu olmak üzere 3 adet atom bulunduğu göre, 1 cm<sup>3</sup> SiO<sub>2</sub>'de toplam atom sayısı = (3) (2.6 x 10<sup>23</sup>) = 7.96 x 10<sup>23</sup> adet

b)

$$\begin{array}{ccc} [60.07 \text{ gr/mol molekül kütlesinde}] & \begin{array}{c} \longleftrightarrow \\ \longleftrightarrow \end{array} & [6.02 \times 10^{23} \text{ atom/mol adet molekül varsa}] \\ [100 \text{ gr SiO}_2\text{'de}] & \begin{array}{c} \longleftrightarrow \\ \longleftrightarrow \end{array} & [X \text{ adet molekül vardır}] \end{array}$$

$$X = 100 (6.02 \times 10^{23}) / 60.07 = 10.02 \times 10^{23} \text{ adet molekül vardır}$$

Bir SiO<sub>2</sub> molekülünde bir Silisyum ve 2 oksijen atomu olmak üzere 3 adet atom bulunduğu göre, 100 gr SiO<sub>2</sub>'de toplam atom sayısı = (3) (10.02 x 10<sup>23</sup>) = 30.06 x 10<sup>23</sup> adet

## Atomun Elektronik Yapısı

Elektronlar atom çekirdeği etrafında dönmektedir.

Elektronlar çekirdek etrafında gelişigüzel değil, belirli yörüngelerde dönerler.

Belirli yörüngelerde dönen elektronlar, farklı enerji seviyelerine sahiptirler.

Bu enerji seviyeleri de, dört farklı kuantum sayıları ile tanımlanmaktadır:

- 1) Birincil kuantum sayısı (ana kabuk)
- 2) İkincil kuantum sayısı (yörünge sayısı)
- 3) Manyetik kuantum sayısı
- 4) Elektron dönme kuantum sayısı

### Birincil Kuantum Sayısı (n)

Elektronun ana enerji seviyesini gösterir ve elektron bulutu şeklinde olduğu kabul edilir. Aynı zamanda ana kabuk olarak da adlandırılır. Sembolü n dir ve n=1,2,3,4,5,6,7' ye kadar değişebilir.

Ayrıca birincil kuantum sayısı ana kabuk olarak ifade edildiğinde, her bir ana kabuk K,L,M,N,O,P,Q harfleri ile tanımlanır.

Kabuk sayısı, n (birincil kuantum sayısı)	Her bir kabukta bulunabilecek en yüksek elektron adedi ( $2n^2$ )	Yörüngelerde bulunabilecek en yüksek elektron adedi
1	$2(1^2) = 2$	s <sup>2</sup>
2	$2(2^2) = 8$	s <sup>2</sup> p <sup>6</sup>
3	$2(3^2) = 18$	s <sup>2</sup> p <sup>6</sup> d <sup>10</sup>
4	$2(4^2) = 32$	s <sup>2</sup> p <sup>6</sup> d <sup>10</sup> f <sup>14</sup>
5	$2(5^2) = 50$	s <sup>2</sup> p <sup>6</sup> d <sup>10</sup> f <sup>14</sup> ...
6	$2(6^2) = 72$	s <sup>2</sup> p <sup>6</sup> ...
7	$2(7^2) = 98$	s <sup>2</sup> ...

## İkincil Kuantum Sayısı (I)

Atom çekirdeği etrafındaki elektronların bulunduğu her bir ana kabuk, bir elektron bulutu şeklindedir.

Bu kabuk içerisinde farklı enerji seviyelerine sahip ve elektronların hareket ettiği yörüngeler vardır. İkincil kuantum sayısının değeri, birincil kuantum sayısının değerine bağlı olup,  $(n-1)$  ile bulunurlar. Dolayısıyla ikincil kuantum sayıları; 0,1,2,3 olarak belirlenir. Genellikle karışıklığa sebep olmamak için, ikincil kuantum sayıları; s,p,d,f harfleri ile gösterilirler. Örneğin;

I=0 yerine “s” harfi

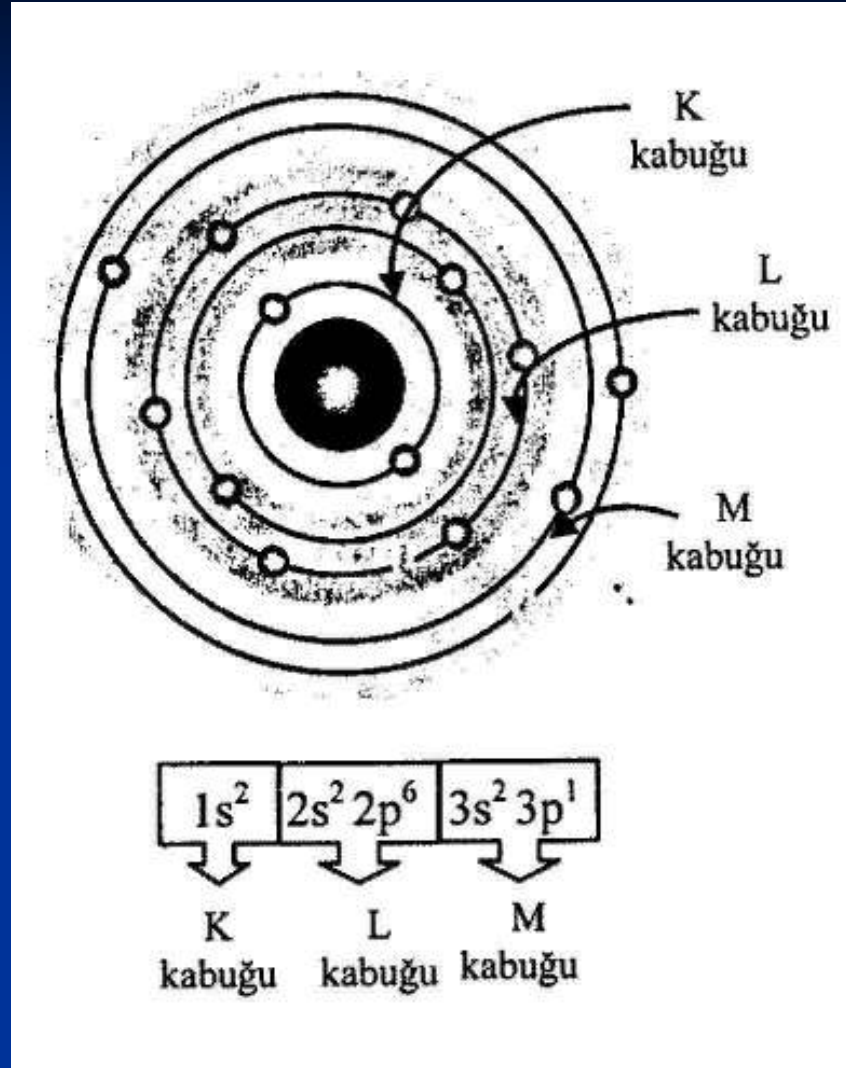
I=1 yerine “p” harfi

I=2 yerine “d” harfi

I=3 yerine “f” harfi kullanılır.

S yörüngesinde 2, p’de 6, d’de 10 ve f’de 14 elektron bulunabilir.

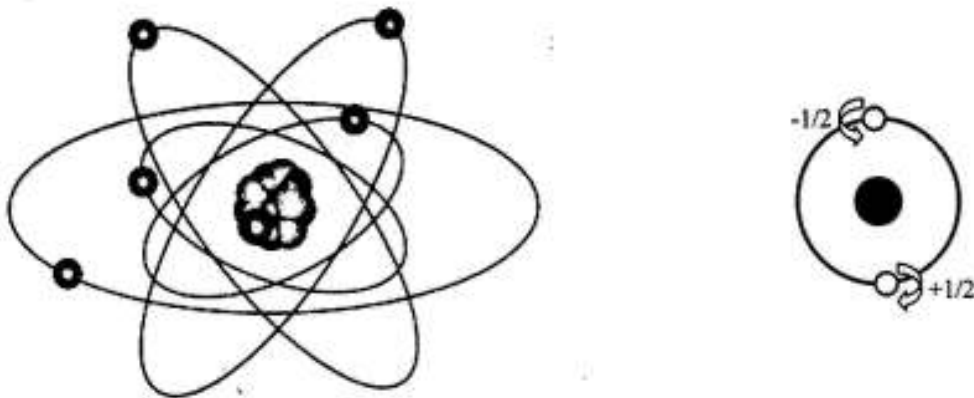
## Malzemelerin İç Yapısı



Alüminyumun K,L,M ana kabuklarındaki elektron dizilişi

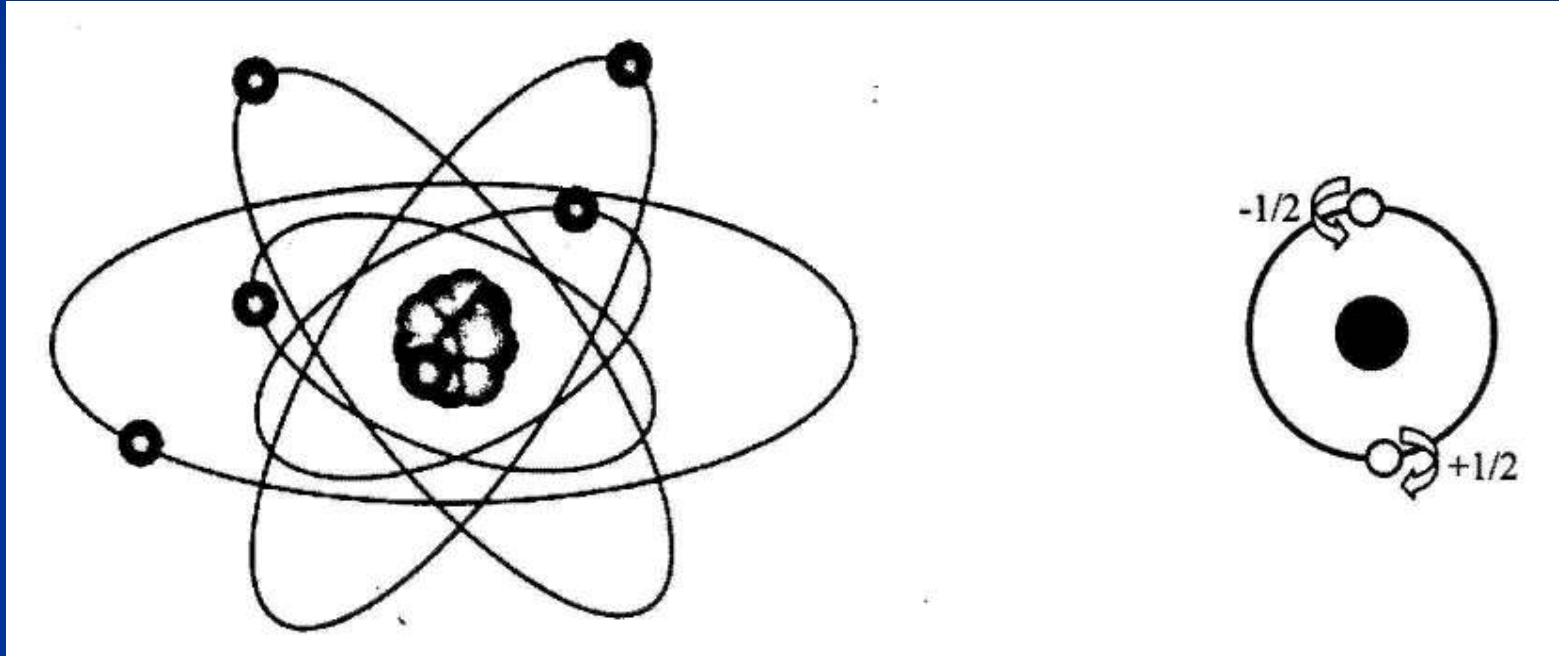
### Manyetik Kuantum Sayısı ( $m_l$ )

Elektronlar bağlı oldukları atomun çevresinde değişik yönde hareket ederler ve farklı açısal momentuma sahiptirler.  $l$  alt kuantum kabuğunda bulunan artı yönde olursa  $+1$ , eksi yönde olursa  $-1$  olur. Manyetik kuantum sayısı  $m_l=0$  olursa, hareket yönü belirsizdir, elektronlar küre üzerinde dairesel yöründe çizerler ve açısal momentum sıfırdır.  $m_l$  sıfırdan farklı ise yörüngeler eliptik biçimdedir, açısal momentumlar sıfırdan farklıdır ve bir koordinat sistemine göre belirli yönleri vardır.



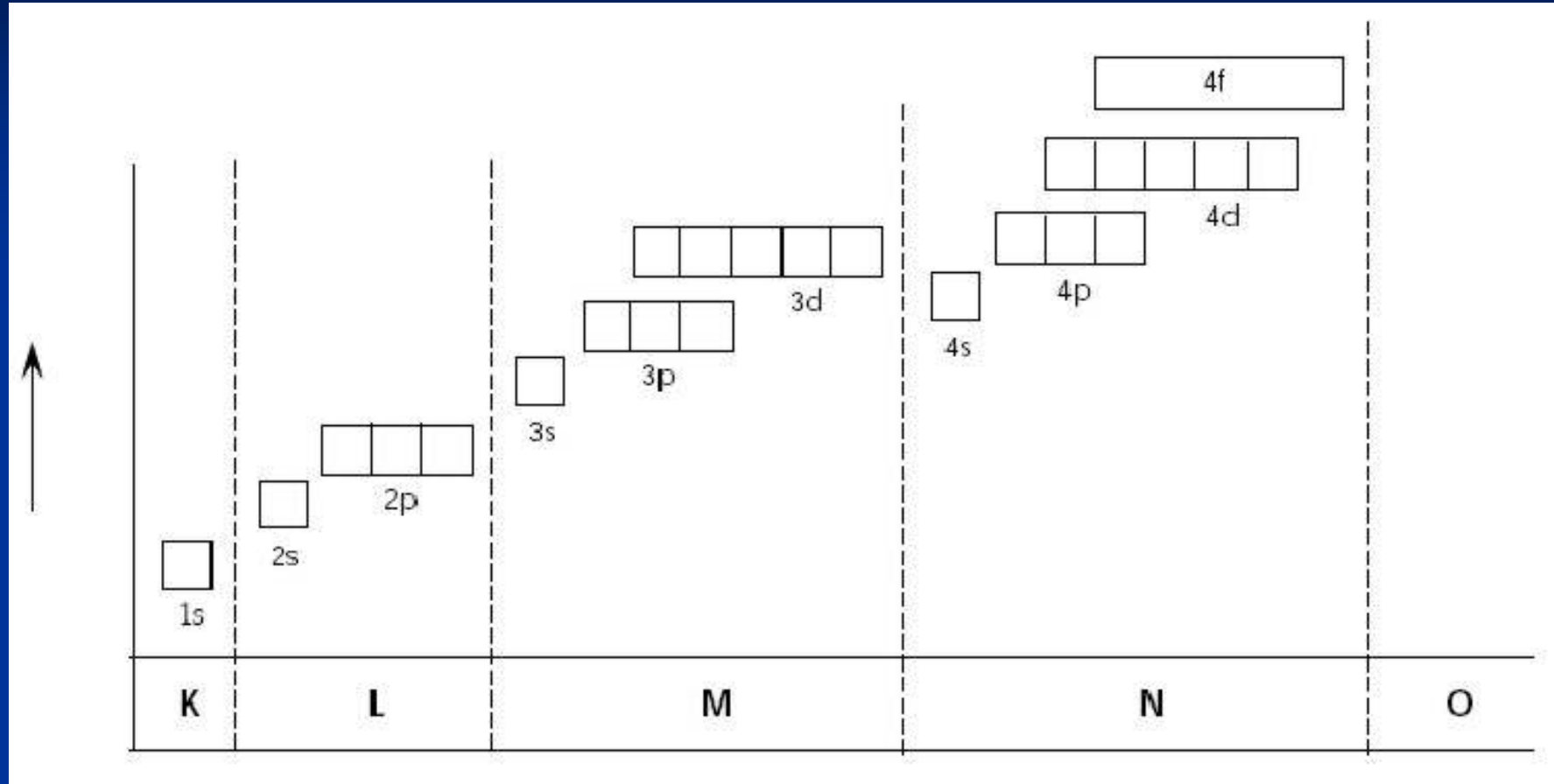
## Manyetik Kuantum Sayısı

## Elektron dönme kuantum sayısı



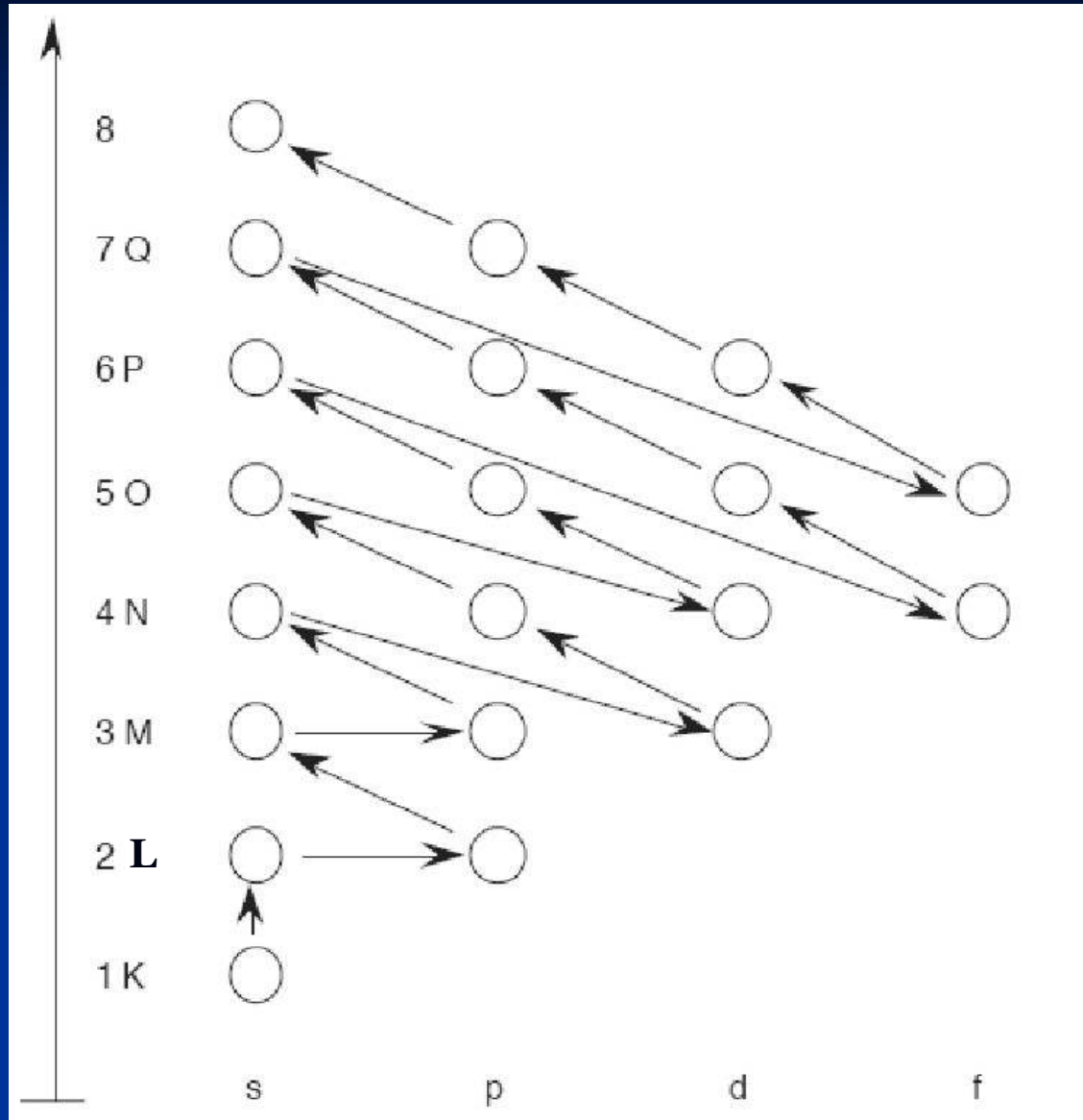


# Malzemelerin İç Yapısı



Elektronların enerji düzeyleri

# Malzemelerin İç Yapısı

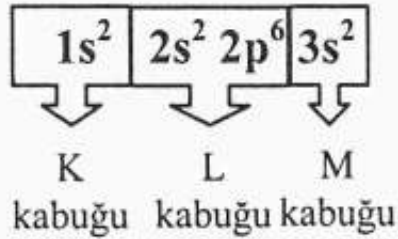


Alt kabuk elektronların dolma sırası

## Örnek

Magnezyumun atom numarası 12 olduğuna göre, Magnezyumun elektron dizilişini yazınız ve ana kabukları işaretleyiniz. Magnezyumun valans elektron sayısı ne kadardır?

### ÇÖZÜM 1.6



Magnezyumun son yörüngesinde 2 valans elektron vardır.

## Örnek

(a) Demir,  $Z = 26$  ve (b) samaryum,  $Z = 62$  elementlerinin elektron kurulumunu yazın.

### Çözüm:

Daha önce sıralanan yörüngeleri doldurma sırasına göre, bu elementlerin elektron kurulumları şöyle olur:

*Demir* ( $Z = 26$ ):  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$

Dolmamış  $3d$  yörüngelerine dikkat edin. Demir atomundaki  $3d^6$  elektronlarının kurulumu asal mıknatıslılığı incelemeye önemli olacaktır.

*Samaryum* ( $Z = 62$ ):  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^6 5s^2 5p^6 6s^2$

## Elektronegatiflik ve Elektropozitiflik

**Elektronegatiflik**, bir atomun bir elektronu alma eğilimini ifade eder. Atomların elektronegatiflik değerleri, atomlar bileşik yaptıklarında birbirlerine ne şekilde bağlanmış olduklarını yani kimyasal bağların cinsini ve bazı özelliklerini anlamamıza yarar.

Örneğin; elektronegatiflik değeri 4 olan flor elementi güçlü bir elektronegatif olup, kolayca elektron alır.

Fakat elektronegatiflik değeri 0.8 olan potasyum elementi kolayca elektron verir ve güçlü bir elektropozitifliğe sahiptir.

Katı eriyik alaşımı oluşturabilmenin bir şartı da alaşımı meydana getirecek element atomlarının yaklaşık aynı elektronegatifliğe sahip olmasıdır.

# Malzemelerin İç Yapısı

IA	Grup														VIIIA			
1 H 2.1															2 He -			
3 Li 1.0	4 Be 1.5															10 Ne -		
11 Na 0.9	12 Mg 1.2	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIIB	VIIIIB				IB	IIIB	13 Al 1.5	14 Si 1.8	15 P 2.1	16 S 2.5	17 Cl 3.0	18 Ar -
19 K 0.8	20 Ca 1.0	21 Sc 1.3	22 Ti 1.5	23 V 1.6	24 Cr 1.6	25 Mn 1.5	26 Fe 1.8	27 Co 1.9	28 Ni 1.8	29 Cu 1.9	30 Zn 1.6	31 Ga 1.6	32 Ge 1.8	33 As 2.0	34 Se 2.4	35 Br 2.8	36 Kr -	
37 Rb 0.8	38 Sr 1.0	39 Y 1.2	40 Zr 1.4	41 Nb 1.6	42 Mo 1.8	43 Tc 1.9	44 Ru 2.2	45 Rh 2.2	46 Pd 2.2	47 Ag 1.9	48 Cd 1.7	49 In 1.7	50 Sn 1.8	51 Sb 1.9	52 Te 2.1	53 I 2.5	54 Xe -	
55 Cs 0.7	56 Ba 0.9	57-71 La-Lu 1.1-1.2	72 Hf 1.3	73 Ta 1.5	74 W 1.7	75 Re 1.9	76 Os 2.2	77 Ir 2.2	78 Pt 2.2	79 Au 2.4	80 Hg 1.9	81 Tl 1.8	82 Pb 1.8	83 Bi 1.9	84 Po 2.0	85 At 2.2	86 Rn -	
87 Fr 0.7	88 Ra 0.9	Aktinitler: 1.1 – 1.7																

Bazı elementlerin elektronegatif değerleri

# Atomlar Arası Bağlar

Etrafımızda gördüğümüz katı ve sıvı gibi maddelerin oluşabilmesi için atomları bir arada tutan çekme kuvvetlerinin olması gerekir. Bu çekme kuvvetlerine Coulomb çekme kuvvetleri adı verilir. Coulomb çekme kuvvetleri sayesinde atomları bir arada tutan atomlar arası bağlar meydana gelir. Malzemelerin yoğunluğu, elektrik iletkenliği, ısıl genleşmesi, mekanik özellikleri, korozyon davranışları, optik özellikleri atomlar arası bağ türleri ve atomlar arası mesafeye bağlı olarak değişir. Bu nedenle malzemelerin özelliklerini iyi tanıyabilmek için, atomlar arası bağ mekanizmalarını ve atomlar arası denge mesafesini etkileyen faktörleri iyi bilmek gerekir.

## Atomlar Arası Bağlar

Atomları bir arada tutan Coulomb çekme kuvvetlerinin gücüne göre, kuvvetli ve zayıf bağlar olmak üzere iki grup atomsal bağ vardır. *İyonik, kovalent ve metalik bağlar* kuvvetli bağlar sınıfına girer. İyonik bağ için gerekli bağ enerjisi 150-370 kcal/mol iken, kovalent bağ için 125-300 kcal/mol ve metalik bağ için 25-200 kcal/mol'dür. Seramik ve metal atomları kuvvetli bağlarla bağlıdır. Bağ enerjileri kuvvetli bağların onda biri kadar olan *Van der Waals bağı* (1-10 kcal/mol) zayıf bağ olarak adlandırılır. Zayıf bağlar hemen hemen bütün maddelerde bulunur. Bağ türlerinin kuvvetlerini daha iyi kavrayabilmek için, Çizelge 'de çeşitli bağlarla bağlanan malzemelerin bağ enerjileri verilmiştir.

Bağ türü	Malzeme	Bağ enerjisi (kcal/mol)
İyonik bağ	NaCl	153
	MgO	239
Kovalent bağ	Si	108
	C (Elmas)	170
Metalik bağ	Al	77
	Fe	97
	W	203
Van der Waals bağı	Ar	1.8
	Cl <sub>2</sub>	7.4
Hidrojen bağı	H <sub>2</sub> O	12.2

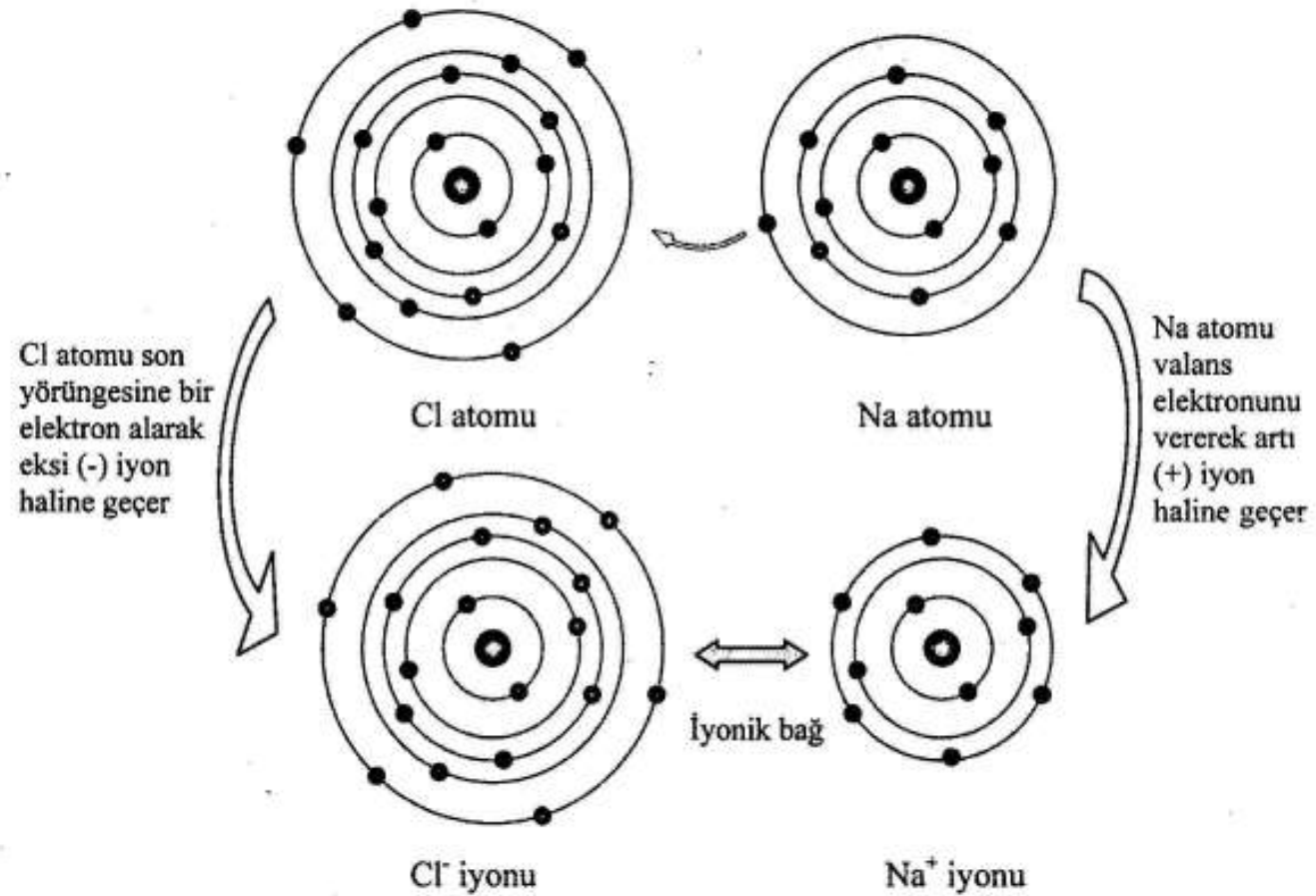


# İyonik Bağ

Elementler, atomlarının dış kabuklarındaki valans elektron sayısına bağlı olarak ya bu elektronları vererek yada dış kabuğuna başka bir element atomundan elektron alarak, kararlı hale geçme eğilimindedirler. Elektron almış olan atom negatif (-) iyon, elektron vermiş atom ise pozitif (+) iyon haline geçerler. Negatif iyon *katyon*, pozitif iyon ise *anyon* adı verilir. Negatif iyon ile pozitif iyon arasındaki Coulomb çekme kuvveti, bir *iyonik bağ* oluşturur. Bu bağ bir metal atomunun (Na, Mg gibi) metal olmayan (Cl, O gibi) bir atoma elektron vermesi ile gerçekleşir.

## İyonik Bağ

İyonik bağa en güzel örnek, sodyum (Na) ve klor (Cl) elementlerinin iyonik bağı sonucu meydana gelen bildiğimiz yemek tuzudur (NaCl). Sodyum elementinin en dış yörüngesinde bulunan bir valans elektronunu kolaylıkla klor elementine vererek, artı yüklü iyon haline gelir. Aynı şekilde son yörüngesinde yedi valans elektronu bulunan klor elementi de kolayca sodyum elementinden bir elektron alarak eksi iyon haline gelir. Böylece sodyum ve klor elementleri kararlı hale gelmiş olurlar. Her iki iyon arasında meydana gelen çekme kuvveti sayesinde, NaCl kristali meydana gelir. Şekil 2.1'de NaCl kristalinde meydana gelen iyonik bağı oluşum mekanizması gösterilmektedir.

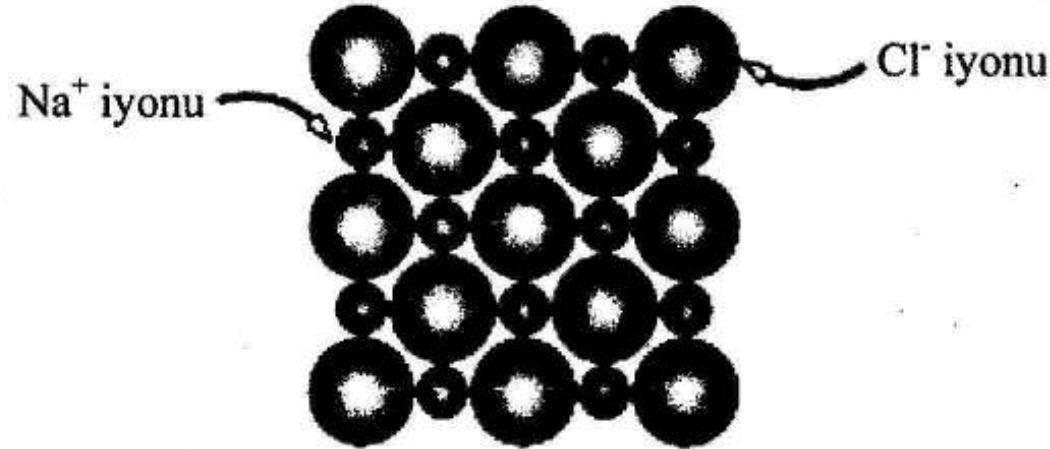


NaCl kristalinde meydana gelen iyonik bağ oluşum mekanizması

# İyonik Bağ

İyonik bağla bağlanan atomların meydana getirdiği malzemeler, kırılgan ve gevrek olurlar. Şekil değiştirme özellikleri çok zayıftır. İyonik bağlı malzemelerde elektrik yükü, iyonların hareket etmeleri ile sağlanır. İyonlar elektronlar kadar kolay hareket edemediklerinden, iyonik bağlı malzemelerin elektrik iletkenliği de zayıftır. İyonik bağ genellikle seramiklerde rastlanan bir bağ türüdür.

İyonik bağla bağlanan elementlerin iyon çaplarına bakıldığında zaman, negatif iyonların çapı pozitif iyonların çapından daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Şekil 2.2'de NaCl kristalinin iyon çapları göz önünde bulundurularak şematik atom dizilişi gösterilmiştir.



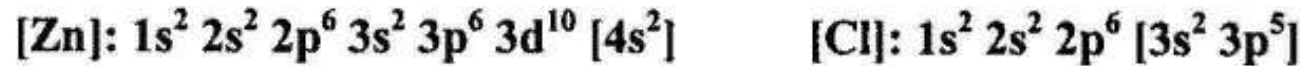
NaCl kristalinin şematik atom dizilişi

## İyonik Bağ

Çinko ile klor elementleri arasında meydana gelen iyonik bağın nasıl oluştuğunu açıklayınız.

### ÇÖZÜM 2.1

Önce çinko ve klorun elektron dizilişlerini göstererek, valans elektron sayılarını bulmamız gerekir.



Çinkonun valans elektron sayısı iki olduğundan, çinko son yörüngesindeki bu iki elektronu vererek  $\text{Zn}^{2+}$  iyonu haline gelme eğilimindedir. Her bir klor atomu ise son yörüngesindeki elektron sayısını sekize tamamlamak için bir elektron alıp  $\text{Cl}^-$  iyonu oluşturma eğilimindedir. Çinko ile klor atomlarının iyonik bağ ile bağlanabilmesi için, çinko iki adet klor atomuna elektron vermesi gerekir. Çünkü bir klor atomu sadece bir tane elektron kabul edebilmektedir. Dolayısıyla çinko ile klor arasındaki iyonik bağ,  $\text{ZnCl}_2$  molekülü şeklinde gerçekleşir.

### Kovalan Bağ

Bir önceki bölümde bahsedildiği gibi, her atomun kararlı olabilmesi için ana kabuklarında toplam bulunması gereken belirli elektron sayısı vardır (K kabuğunda 2 elektron, L kabuğunda 8 elektron gibi). Atomun dış kabuğundaki elektron sayısı tam dolu değil ise, elektron vererek, elektron alarak veya elektronlarını paylaşarak kararlı hale geçme eğilimindedirler. Bir atom, komşu bir atomla en dış kabuğundaki valans elektronlarını paylaşarak kararlı hale geçiyorlarsa, bu tür elektron paylaşımından ortaya çıkan bağa, kovalent bağ adı verilir. Pek çok metalik olmayan element moleküllerinde ( $H_2$ ,  $Cl_2$ ,  $F_2$  gibi) ve farklı atom içeren moleküllerde ( $CH_4$ ,  $H_2O$ ,  $HNO_3$  gibi) kovalent bağ mevcuttur. Ayrıca elmas (karbon), silisyum ve germanyum elementlerinde de bu bağ mekanizması vardır. Genellikle kovalent bağlı malzemeler, düşük sünekliliğe sahip olup, elektrik ve ısı iletkenlikleri de zayıftır.

Kovalent bağ mekanizmasını açıklamak için Şekil 2.3'te gösterildiği gibi, hidrojen molekülünü ( $H_2$ ) örnek olarak verelim. Hidrojen atomunun bir valans elektronu, diğer bir hidrojen atomunun valans elektronu ile paylaşılarak, hidrojen atomları arasında bir kovalent bağ oluşur. Kovalent bağ, paylaşılan eksi yüklü elektronlarla, artı yüklü atom çekirdeği arasındaki bir çekme kuvvetinin sonucu ortaya çıkmaktadır.

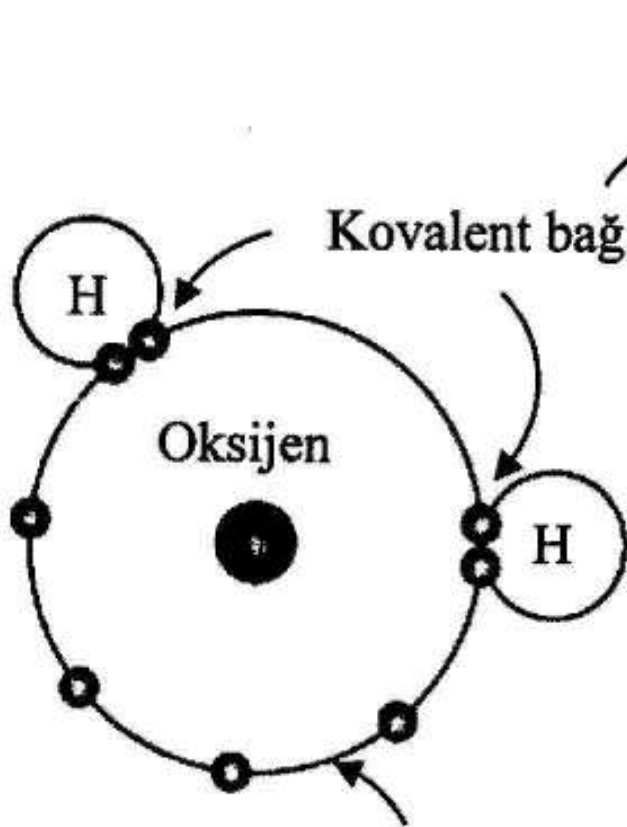
### Kovalan Bağ

Kovalent bağ ile bağlanan silisyum elementinde ise, silisyum 4 valans elektronunu, diğer bir silisyumun 4 valans elektronu ile paylaşarak bir kovalent bağ oluştururlar.

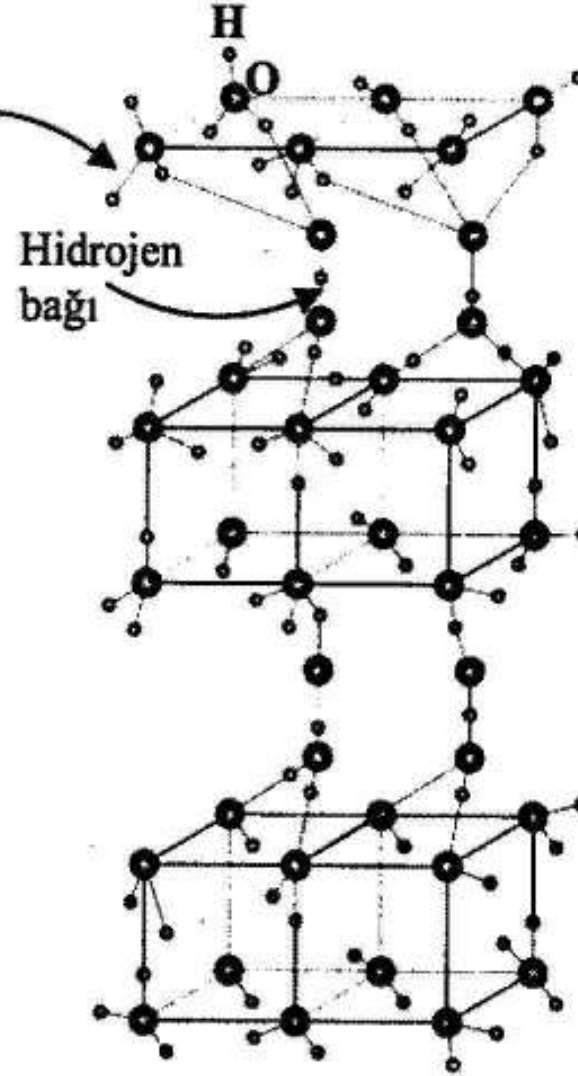
Aynı atomun valans elektronları birbirleri ile elektron paylaşımı yaptığı gibi, farklı atomlar arasında da elektron paylaşımı olup, kovalent bağ meydana gelmektedir. Silisyum oksit molekülünü ( $\text{SiO}_2$ ) örnek olarak verelim. Son yörüngesinde 4 valans elektrona sahip olan silisyum, elektronlarını dört ayrı oksijen atomu ile paylaşır. Bu sayede silisyum atomunun son yörüngesindeki elektron sayısı 8'e tamamlanır. 6 valans elektrona sahip oksijen ise, silisyum atomunun iki elektronunu paylaşarak son yörüngesindeki elektron sayısını da sekize tamamlar. Şekil 2.4'te silisyum oksitin kovalent bağ ile bağlanma mekanizması gösterilmektedir.

Kovalent bağlar arasındaki açılar ve bağ uzunlukları belirli olduğu için, bunlara yönlü bağ denilir. Şekil 2.5'te gösterildiği gibi, Metan ( $\text{CH}_4$ ) molekülünde her kovalent bağ arasında  $109.5^\circ$ 'lik açı olan bir yapı meydana gelir.

# Kovalan Bağ

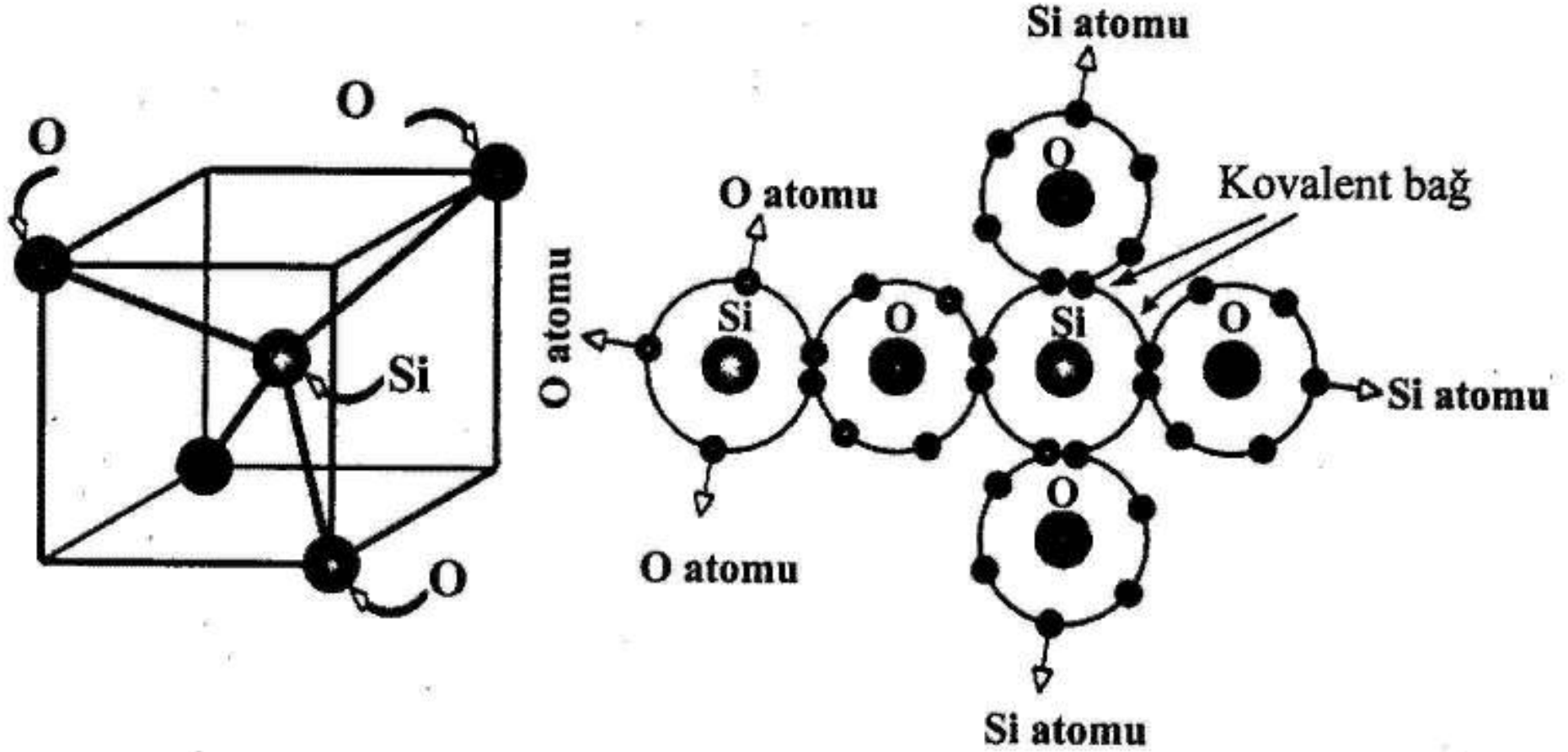


$H_2O$  molekülü



Buz oluşumunda hidrojen bağı

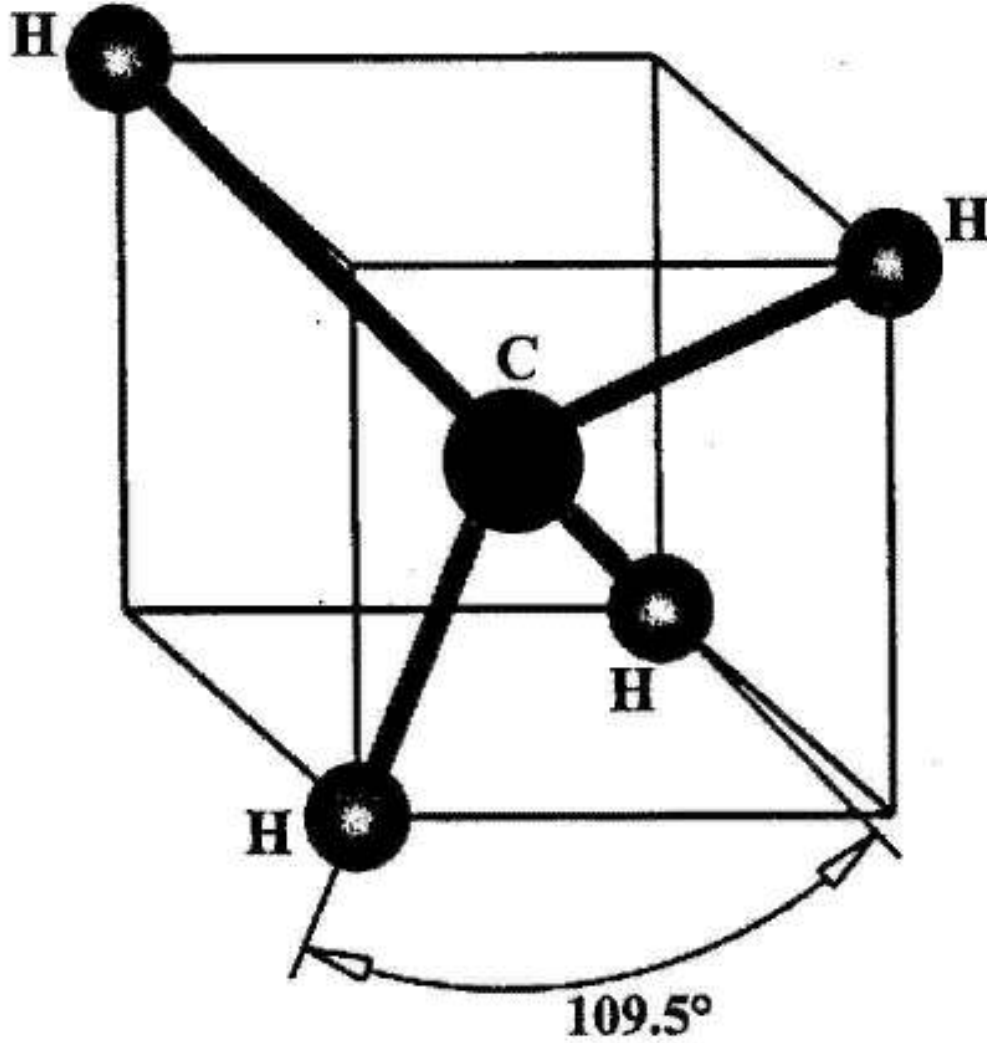
## Kovalan Bağ



Şekil 2.4 Silisyum oksitin (SiO<sub>2</sub>) kovalent bağ ile bağlanma mekanizması



## Kovalan Bağ

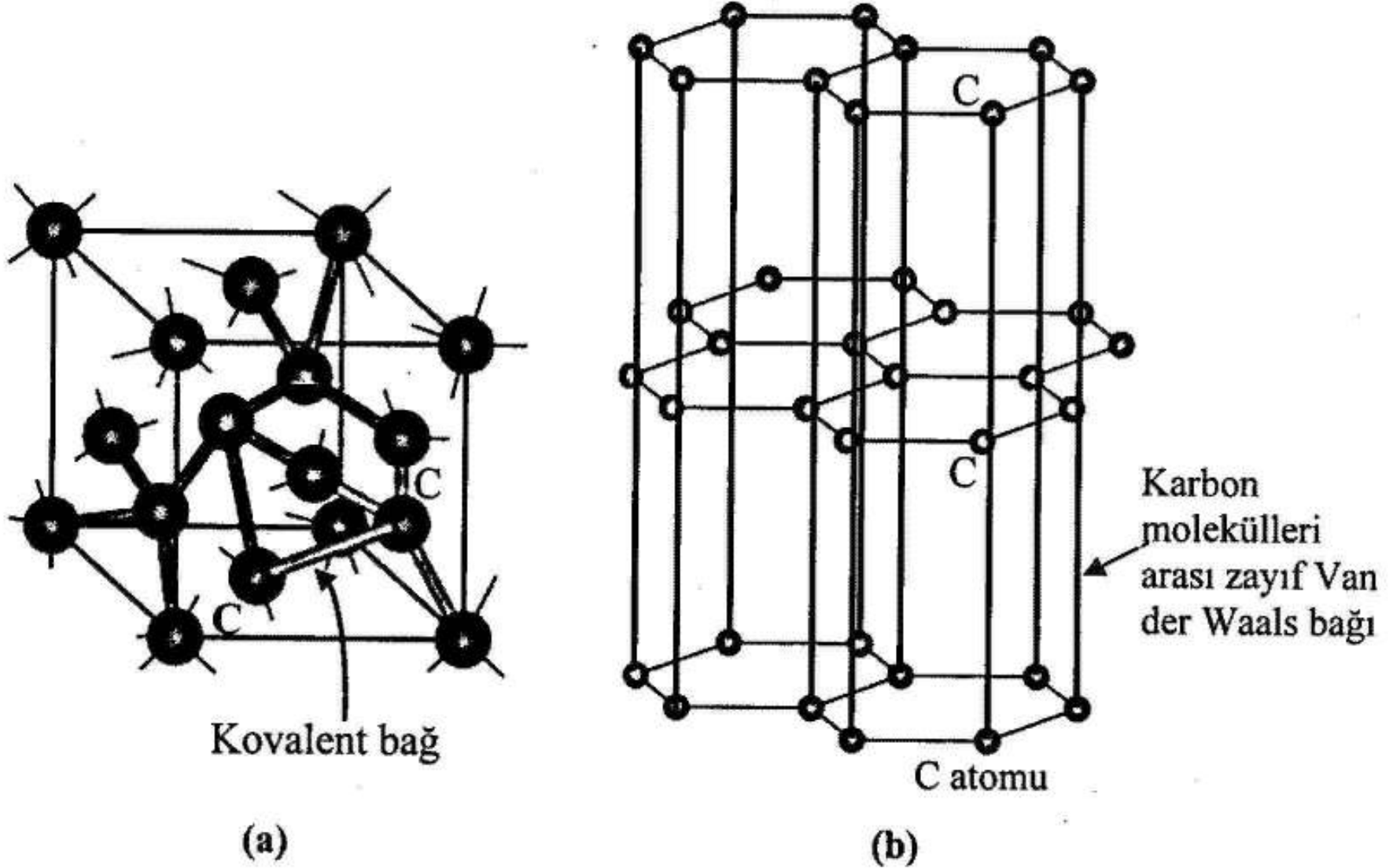


Metan (CH<sub>4</sub>) molekülündeki kovalent bağ arasındaki 109.5°'lik açı

### Kovalan Bağ

Atomların dış kabuğundaki elektronları paylaşarak meydana gelen kovalent bağlar, çok kuvvetlidirler. Bu bağları koparabilmek için, yüksek enerjilere ihtiyaç duyulur. Fakat kovalent bağla bağlanmış moleküllerin dış kabuklarındaki elektron ihtiyacı tamamlanmış olduğundan, komşu molekülleri çekme kuvveti çok zayıftır. Örneğin  $H_2$ ,  $Cl_2$ ,  $CH_4$  moleküllerinin her birisi atomlar arası kuvvetli bir kovalent bağa, fakat moleküller arası ise zayıf bir bağa sahiptirler. Dolayısıyla bu tarz molekülleri koparmak için düşük bir bağ enerjisine ihtiyaç vardır. Karbon atomlarının kovalent bağ ile bağlanarak meydana getirdikleri elmasta ise, bağlar çok kuvvetlidir. Karbonun dış kabuğundaki 4 valans elektronu, komşu karbon atomlarının elektronları ile paylaşarak, tamamen dış kabuktaki elektronlardan ibaret bir kovalent bağ meydana gelir. Bu tarz bir bağ ile bağlanan elmas, çok sert olup bu bağları koparabilmek için  $3300^{\circ}C$ 'ye kadar ısıtılması gerekir. Şekil 2.6 (a)'da karbon atomlarının kovalent bağ ile bağlanması sonucu oluşan bir elmasın yapısı gösterilmektedir. Fakat grafitte ise karbon molekülleri arası zayıf Van der Waals bağı oluşmakta ve bu bağ kolayca kopabilmektedir. Fakat elmasta olduğu gibi karbon atomlarının kovalent bağını koparmak çok zordur. Şekil 2.6 (b)'de grafitin yapısı gösterilmektedir.

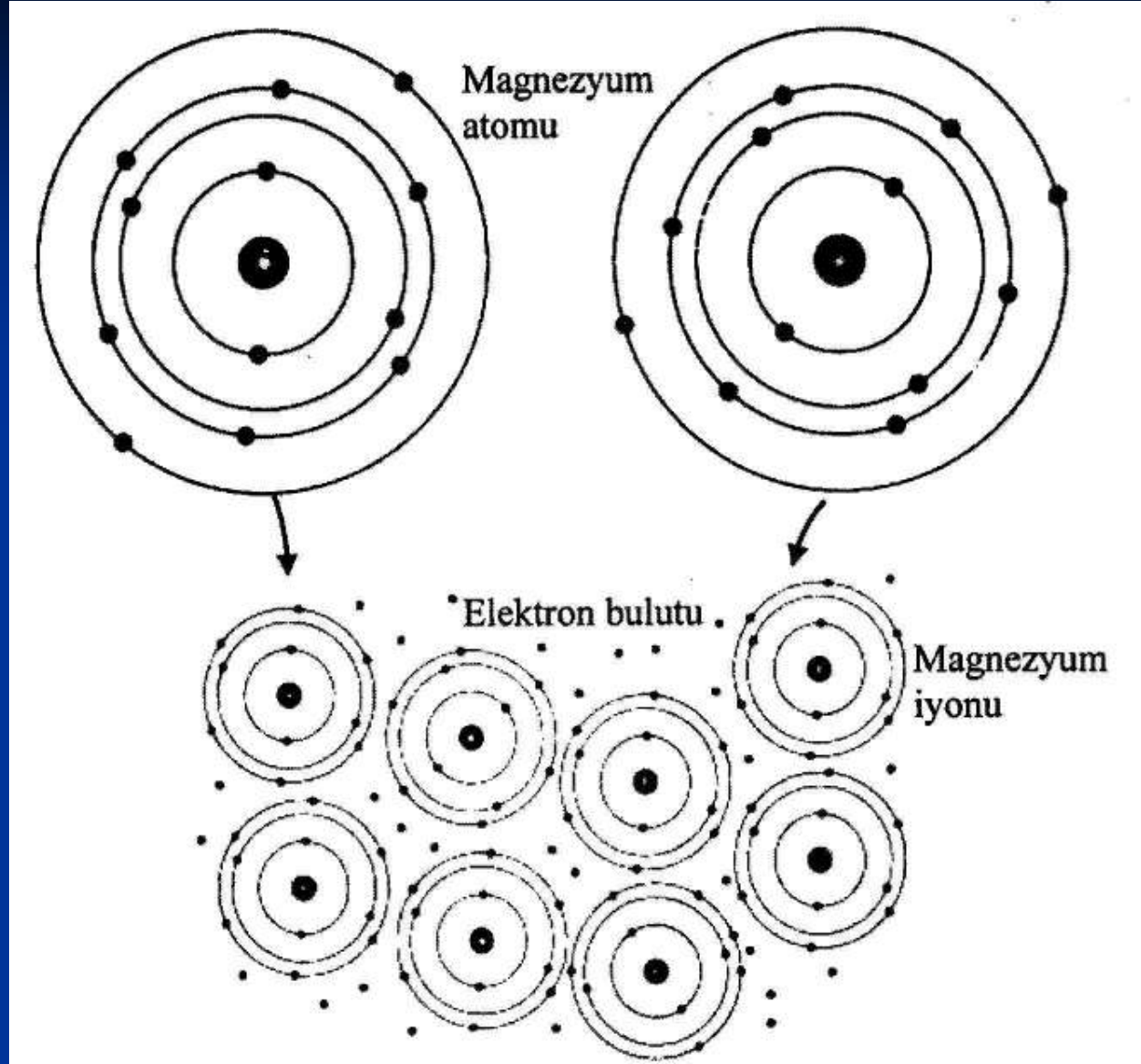
# Kovalan Bağ



Şekil 2.6 (a) Elmasın yapısı (b) Grafitin yapısı

### Metalik Bağ

Metalik bağ, metallerde görülen bir bağ çeşididir. Metal atomlarının dış kabuklarındaki elektronları, iç kabuklardaki elektronlara göre, atom çekirdeğine daha zayıf bağlıdırlar. Dolayısıyla dış kabuktaki bu valans elektronlar, kolaylıkla atomdan ayrılarak serbest kalabilirler. Diğer elektronlar atom çekirdeğine sıkıca bağlı olup, serbest kalan elektronlar ise, bir elektron bulutu meydana getirirler. Dış kabuğundaki elektronlarını bırakan atom, pozitif yüklü iyon haline geçer. Serbest kalan negatif yüklü elektronlar, bu iyonlar arasında bir elektron bulutu oluşturacak şekilde hareket ederler. Pozitif yüklü iyonlarla negatif yüklü elektronlar birbirlerini çekerek kuvvetli bir metalik bağ oluştururlar. Şekil 2.7'de metalik bağ oluşumu şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 2.7 Metalik bağ oluşumunun şematik olarak gösterilmesi

### **Metalik Bağ**

Metalik bağlı malzemelerin Şekil deęiŐtirebilme özellikleri oldukça iyidir. Serbest haldeki elektronlar rahatça hareket edebildikleri için metallerin elektrik ve ısı iletkenliği de yüksektir. Atomların valans elektron sayıları ne kadar az ise, bu valans elektronların serbestçe hareket etmesi o kadar daha hızlıdır. Bakır, altın ve gümüŐ metallerinin valans elektron sayıları 1 olduğu için, valans elektronlarının serbest hareket kabiliyeti çok fazladır. Dolayısıyla bu metaller elektrik ve ısıyı çok daha iyi iletirler.

Metalik bağlı malzemelerde atomlar düzenli bir biçimde dizildikleri için, kristal yapısı meydana getiriler. Kristal yapı ile ilgili geniŐ bilgi bir sonraki bölümde ele alınacaktır.

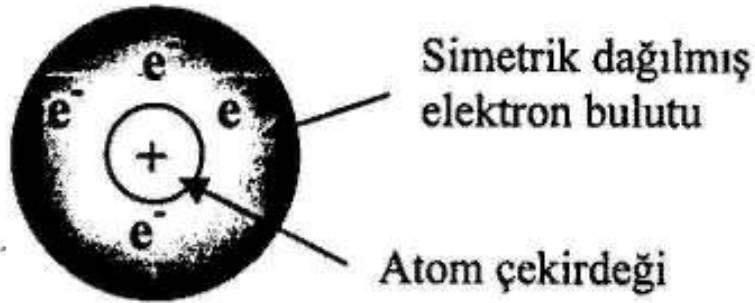
# Van der Waals Bağı (Zayıf Bağ)

Van der Waals bağı iyonik, kovalent ve metalik bağlardan daha zayıf bir bağ olup, sahip olduğu enerji kuvvetli bağların onda biri kadardır. Van der Waals bağları, moleküller veya atomlar arasındaki kutuplaşma sonucu ortaya çıkar. Bu bağ soy gaz atomları arasında ve elektron ihtiyacı kalmamış moleküller arasında olmak üzere iki farklı şekilde oluşur.

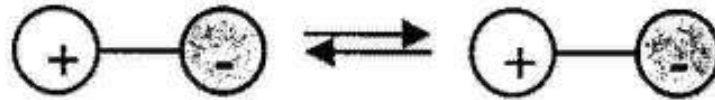
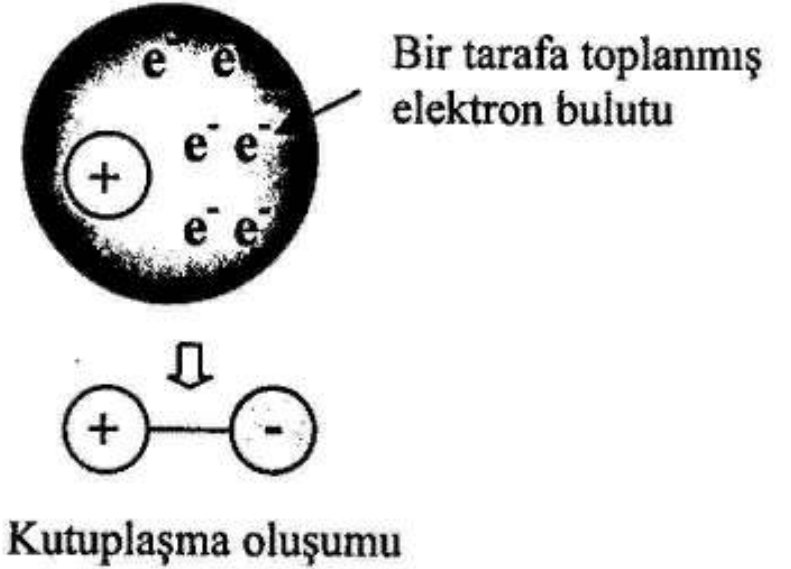
Soy gazlarda atomların dış kabukları elektron ile doludur. Bu nedenle soy gazlarda kuvvetli bağların hiç birisi etkili değildir. Normalde çekirdek etrafındaki elektronlar simetrik olarak yayıldığı halde, bazen elektronların yayılışı kısa bir süre için simetrik olmayabilir. Şekil 2.8'de gösterildiği gibi, atomun bir tarafında diğer tarafından daha fazla elektron yükü oluşabilir. Artı yük merkezi olan çekirdekle, fazla elektronun toplandığı eksi yük merkezi arasında bir kutuplaşma meydana gelir ve zıt işaretli kutuplar birbirlerini çekerek komşu atomlar arasında geçişi zayıf bağ meydana getirirler. Düşük sıcaklıklarda soy gazların yoğunlaşması, atomlar arasında bir zayıf atomlar arası çekimin varlığını bizlere göstermektedir.

## Van der Waals Bağı (Zayıf Bağ)

(a) Elektriksel olarak simetrik bir atom. Çekirdek tam merkezde ve elektronlar simetrik olarak etrafında dağılmış halde



(b) Atomda meydana gelen kutuplaşma. Elektron yükleri bir tarafa doğru yönelmiş halde.

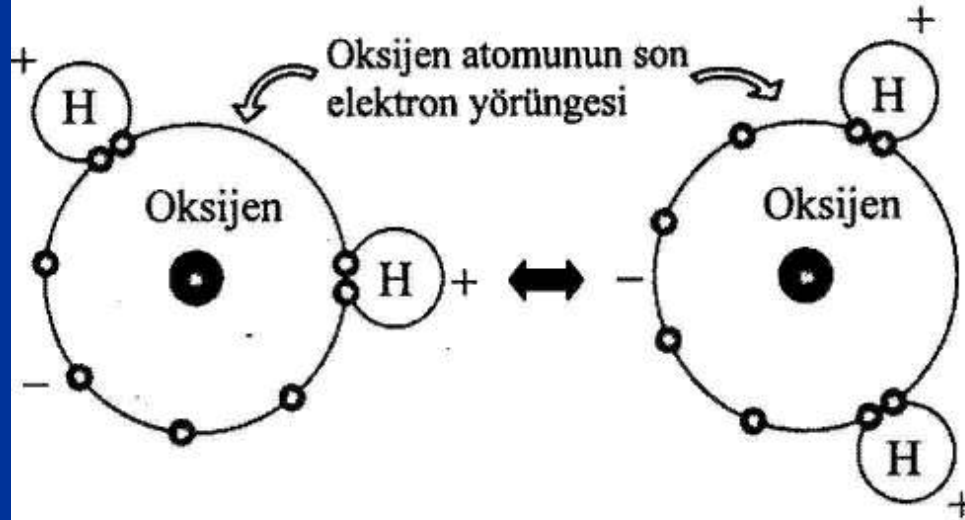


(c) İki kutuplaşma arasında meydana gelen Van der Waals bağı



## Van der Waals Bağı (Zayıf Bağ)

Elektron ihtiyacı kalmamış moleküller arasındaki Van der Waals bağına en güzel örnek sudur ( $H_2O$ ). Hidrojen atomları ile oksijen atomları kovalent bağ ile bağlanarak  $H_2O$  molekülünü oluşturmaktadırlar.  $H_2O$  molekülleri ise, birbirlerine Van der Waals bağı ile bağlanarak suyu oluştururlar. Suyun oluşumunda oksijen içerisindeki eksi yüklü elektronlar artı yüklü hidrojenlerden daha uzağa kaymışlardır. Bunun sonucunda bir yük denge farklılığı ortaya çıkar. Eksi kutuplu oksijen kendisine yakın diğer su molekülünün artı kutuplu hidrojenini çeker. Böylece bir su molekülünün diğer bir su molekülü ile Van der Waals bağı yaparak su meydana gelir. Buna hidrojen bağı adı da verilir. Suyu kaynama noktasına kadar ısıttığımız zaman zayıf bağ olan moleküller arası Van der Waals bağı kopar ve su buharlaşır. Fakat kovalent bağ ile bağlanan oksijen atomu ile hidrojen atomunu birbirinden ayırtmak için çok daha yüksek sıcaklıklara çıkmak gerekir. Şekil 2.9'da su molekülleri arasında meydana gelen Van der Waals bağının oluşumu ve suyun moleküler yapısı gösterilmektedir.



### Karışık Bağlar

Malzemelerde kuvvetli ve zayıf bağlar ayrı ayrı bulunabileceği gibi, tek bir malzemede birden fazla bağ türüne de rastlanır. Kalsiyum sülfatta ( $\text{CaSO}_4$ ) hem iyonik hem de kovalent bağların her ikisi de mevcuttur. Ca ile  $\text{SO}_4$  iyonu arasında bir iyonik bağ varken, kükürt (S) ile oksijen (O) arasında da kovalent bağ bulunur.  $\text{NaZn}_3$  gibi metaller arası bileşiklerde hem iyonik hem de metalik bağ vardır.

Ayrıca ortama bağlı olarak bazı maddelerde bağ yapısı değişebilir. Örneğin, HCl sıvı çözeltilerde klor hidrojenin elektronunu alarak iyonik bağ yapar. Gaz halinde ise, hidrojen elektronunu klor ile paylaşarak kovalent bağ yaparlar.

## Atomlar Arası Denge Mesafesi

Bir malzemenin yapısını atomlar arası mesafe ve atomların diziliş biçimi belirler.

Atomlar arasındaki denge mesafesi, atomlar veya iyonlar arasındaki itme ve çekme kuvveti etkisi ile meydana gelir.

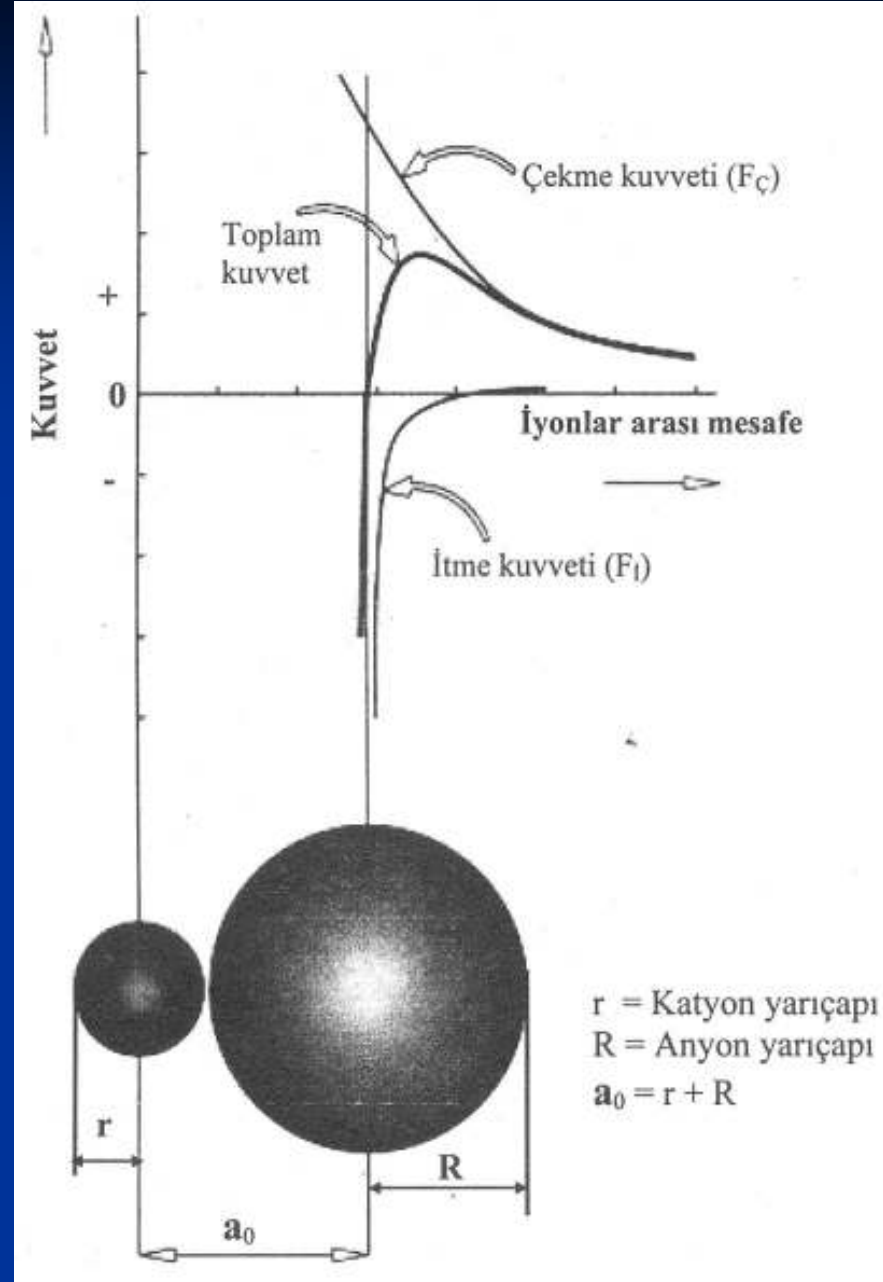
Zıt işaretli iki iyon arasındaki çekme kuvveti sayesinde, iyonlar arası mesafe azalır.

İyonlar birbirine temas ettiğinde, iyonların eksi yüklü elektronları arasında da bir itme kuvveti meydana gelir.

Atomlar arası toplam kuvvet, çekme ve itme kuvvetinin toplamına eşittir.

İyonlar arası çekme ve itme kuvveti eşit olduğunda, toplam kuvvet sıfır olur ve iki iyon arasındaki mesafe **denge mesafesi** dir.

## Malzemelerin İç Yapısı



Atomlar arası mesafe ile itme ve çekme kuvvetleri arasındaki ilişki

## Malzemelerin İç Yapısı

Atomlar arası denge mesafesinin olduğu noktada, bağ enerjisi en düşük seviyededir.

Şekilde gösterilen eğrinin enerji çukuru olarak ifade edilen kısmı bağ enerjisi olarak adlandırılır.

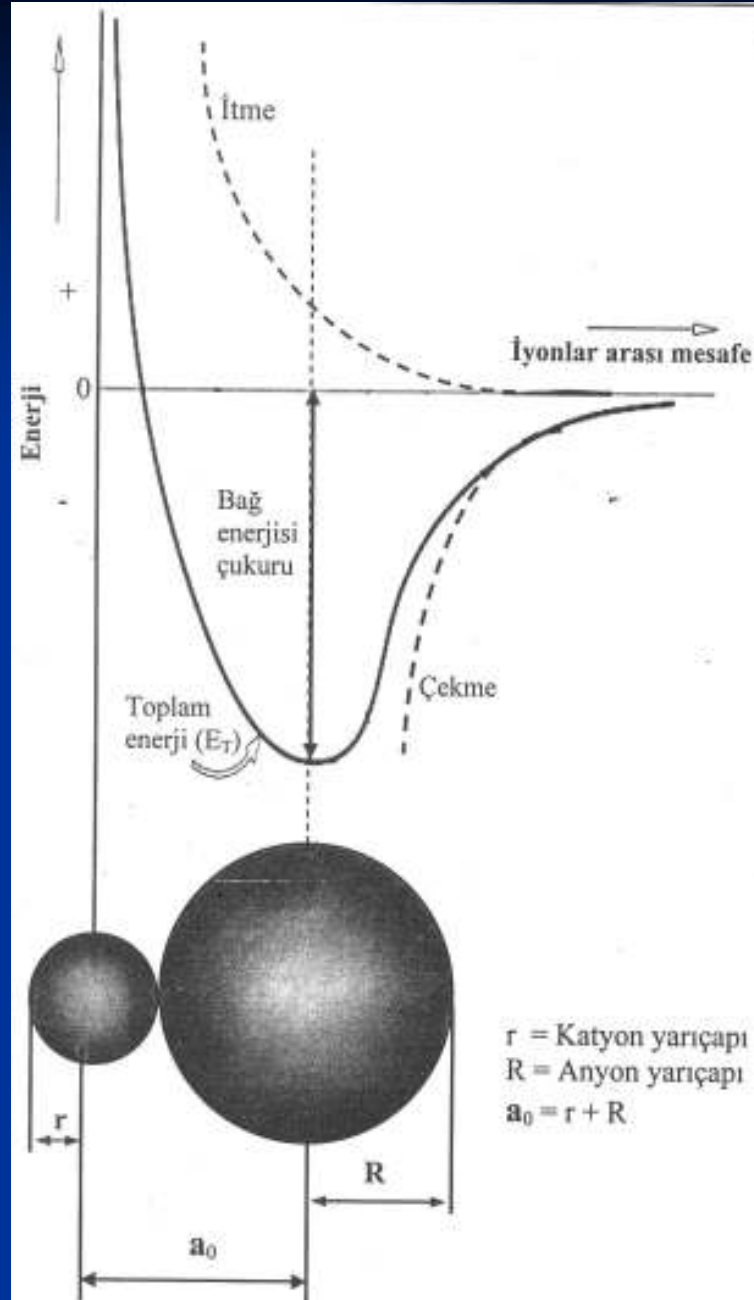
Atomlar arası bağı koparabilmek için bağ enerjisi değeri kadar enerjiye ihtiyaç vardır.

Atomları denge mesafesinden uzaklaştırmak için ilave enerji uygulanmalıdır.

Yüksek mekanik kuvvetler uygulanırsa, atomlar veya iyonlar koparak malzemenin şekil deĐiŐtirmesine veya kopmasına sebep olunur.

Yüksek sıcaklık uygulandığında atomlar yine birbirlerinden ayrılırlar.

## Malzemelerin İç Yapısı



İyonlar arasındaki mesafe ile enerji arasındaki ilişki

İki iyon arasında meydana gelen çekme kuvveti;

$$F_{\text{ç}} = -\frac{A}{r^2}$$

İki iyonun elektronları arasında meydana gelen itme kuvveti;

$$F_{\text{i}} = -\frac{B.n}{r^{n+1}}$$

Atomlar arası kuvvetler (F) ile atomlar arası bağ enerjisi (E) arasındaki ilişki;

$$E = \int F.dr$$

## Malzemelerin İç Yapısı

Atomlar arası bağı koparmak için gerekli toplam enerji miktarını ( $E_T$ ) bulmak için aşağıdaki ifade entegre edilirse;

$$E_T = \int F_T \cdot dr$$

$$E_T = \int F_C \cdot dr + F_I \cdot dr$$

$$E_T = \int \left( -\frac{A}{r^2} \right) dr + \left( -\frac{Bn}{r^{n+1}} \right) dr$$

$$E_T = \left( \frac{A}{r} \right) + \left( \frac{B}{r^n} \right)$$

$E_T$ , toplam enerji miktarı (Joul)

$F_C$ , çekme kuvveti (J/m)

$F_I$ , itme kuvveti (J/m)

$r$ , atomlar veya iyonlar arası uzaklık (m)

$A, B$  ve  $n$  değerleri sabitler olup iyon sistemine bağlı olarak değer alırlar.  $n$ , yaklaşık 9'dur.

Sabit bir değer olan  $A$ 'yı şu şekilde bulabiliriz:

$$A = \left( \frac{1}{4} \pi \epsilon_0 \right) (Z_1 e)(Z_2 e)$$

$\epsilon_0$  = vakum dielektrik sabitesi ( $8.85 \times 10^{12}$  V.m/C)

$Z_1$  = birinci iyonun valans elektron sayısı

$Z_2$  = ikinci iyonun valans elektron sayısı

$e$  = elektron yük değeri ( $0.16 \times 10^{-18}$  Coulomb)



# Atomlar arası denge mesafesini Etkileyen Faktörler

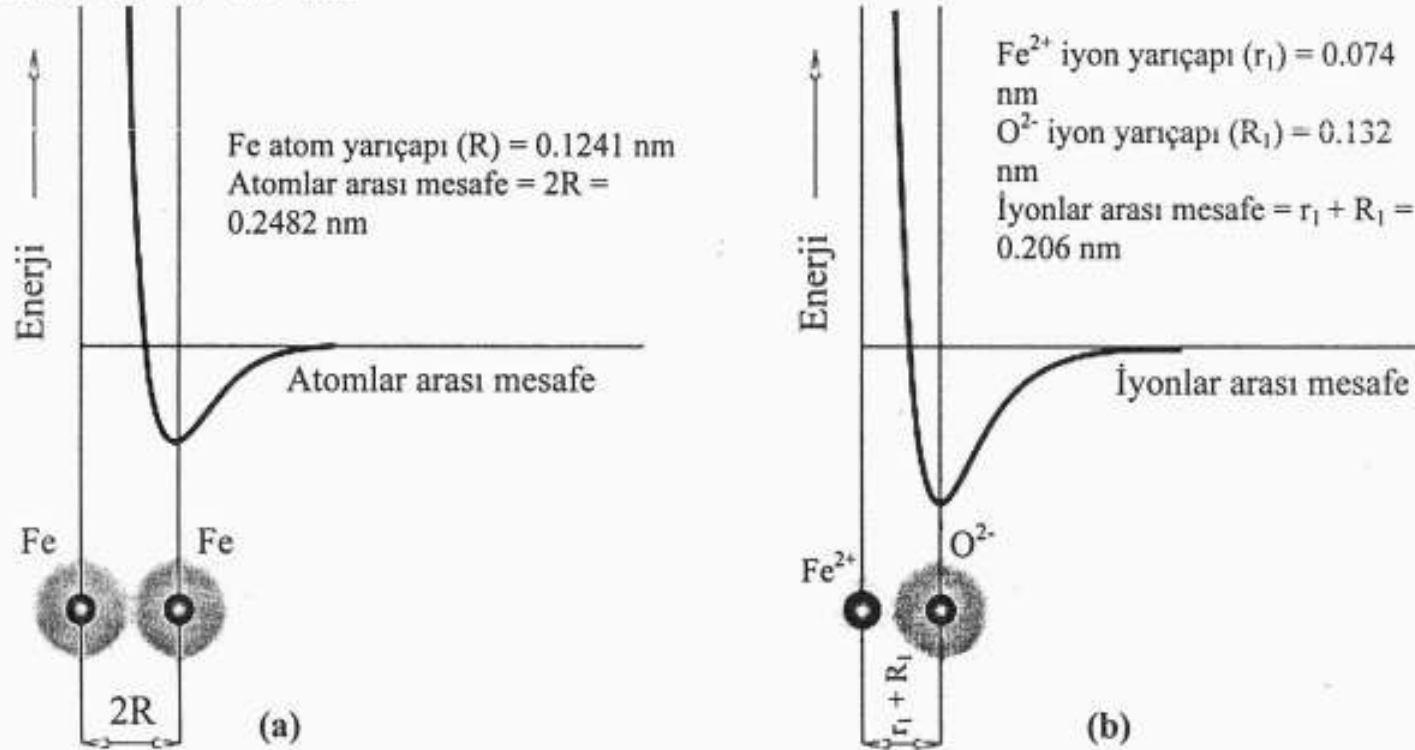
Atomlar arası denge mesafesi, atomların veya iyonların yarı çaplarının toplanması ile hesaplanabilir. Atomlar arası bu mesafeyi bazı faktörler değiştirebilir. Sıcaklık, iyon çapı, komşu atomlarının sayısı ve kovalent bağda paylaşılan elektron sayısı atomlar arası mesafenin değişmesine sebep olan faktörlerdir.

**(a) Sıcaklık:** Atomlar arası mesafe sıcaklık arttıkça büyümektedir.

## Malzemelerin İç Yapısı

(b) **İyon çapı:** Bir atom valans elektronlarını verirse çapı küçülür. Eğer atom son yörüngesine elektron alırsa bu sefer çapı büyür. Atomlar arası mesafe ise iyon yarı çaplarının toplamına eşittir. Örneğin, nötr bir karbon atomunun yarı çapı  $0.77 \text{ \AA}$  dur. Karbon son yörüngesindeki dört elektronunu verip pozitif iyon haline geçtiğinde, dört değerli  $C^{4+}$  iyonunun yarı çapı  $0.16 \text{ \AA}$  a düşmektedir. Aynı şekilde nötr bir oksijen atomunun yarı çapı  $0.60 \text{ \AA}$  dur. Son yörüngesine iki elektron alarak negatif iyon haline gelen iki değerli  $O^{2-}$  iyonunun yarı çapı ise  $1.32 \text{ \AA}$  a çıkmaktadır. MgO iyonunda  $O^{2-}$  iyonunun yarı çapı ise  $1.32 \text{ \AA}$  ve  $Mg^{2+}$  iyonunun yarı çapı  $0.66 \text{ \AA}$  dur. MgO'in iki iyonu arasındaki denge mesafesini bulmak için, bu iki iyon yarı çaplarını toplamamız gerekir. Yani  $1.32 + 0.66 = 1.98 \text{ \AA}$  dur. Şekil 2.12'de saf demir ile FeO'in atomlar arası denge mesafesi gösterilmektedir.

( $1 \text{ mm} = 10^{13} \text{ \AA} = 10^{12} \text{ nm}$ )



(a) Aynı yarıçapa sahip demir atomları arası mesafe ile bağ enerjisi ilişkisi

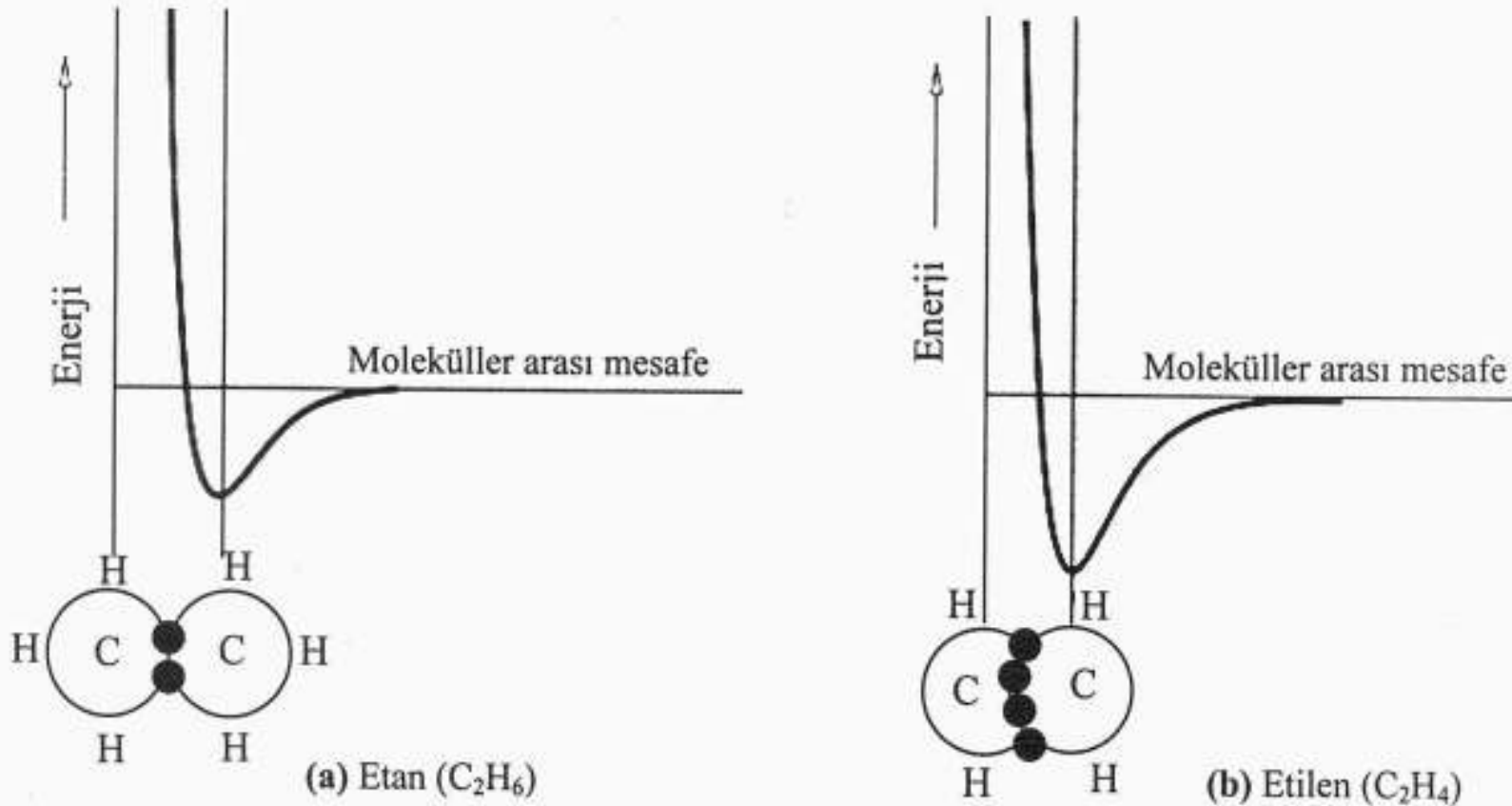
(b) Farklı yarıçapa sahip iyonlar arası mesafe ile bağ enerjisi ilişkisi (FeO)

## Malzemelerin İç Yapısı

**(c) Komşu atomların sayısı:** Metal atomları bir kristal kafesi oluşturacak şekilde düzenli olarak bir arada bulunurlar. Bir küp düşünürsek, küpün her bir köşesinde birer atom ve küpün tam ortasında da bir atom yerleşmiş ise, bu kristal yapısına hacim merkezli kübik sistem adı verilir. Hacim merkezli kübik bir sistemde bir atoma en yakın komşu atomlarının sayısı sekizdir. Eğer küpün her bir köşesinde birer atom ve küp yüzey merkezlerinin her birisinde de birer atom yer alırsa, bu kristal yapısına yüzey merkezli kübik sistem denir. Bu sistem de ise bir atoma en yakın komşu atomlarının sayısı on ikidir. Bu konu bir sonraki bölümün atom koordinasyon sayısı konusunda daha ayrıntılı olarak ele alınacaktır. Yüzey merkezli kübik (YMK) sistemde komşu atomlar, hacim merkezli kübik (HMK) sistemdeki atomlara göre biraz daha uzaktırlar. Bundan dolayı YMK yapıya sahip atomların atomlar arası mesafesi daha fazladır. Örneğin, HMK nötr demirde atomlar arası mesafe  $1.241 \text{ \AA}$  iken YMK nötr demirde biraz artarak  $1.269 \text{ \AA}$  olmaktadır.

## Malzemelerin İç Yapısı

(d) **Kovalent bağda paylaşılan elektron sayısı:** Kovalent bağ ile bağlanan malzemelerde paylaşılan valans elektron sayısı arttıkça, atomlar arası denge mesafesi azalmaktadır. Çünkü ne kadar çok elektron paylaşırsa, atomlar birbirlerini daha kuvvetli çekeceklerdir. Dolayısıyla atomları birbirinden ayırtmak için de daha fazla enerjiye ihtiyaç duyulacaktır. Örneğin, Şekil 2.13'de gösterildiği gibi, etilen molekülünde ( $C_2H_4$ ) iki karbon atomu dört tane valans elektronu paylaşmaktadır. Etan molekülünde ( $C_2H_6$ ) iki karbon atomu iki tane valans elektronu paylaşmaktadır. Daha fazla elektron paylaşan etilen molekülündeki karbon atomları arasındaki denge mesafesi ( $1.3 \text{ \AA}$ ), etan molekülündeki karbon atomlarına ( $1.5 \text{ \AA}$ ) göre daha düşüktür.



Şekil 2.13 Etan ve etilen moleküllerine ait atomlar arası denge mesafesinin karşılaştırılması

## Malzeme Özellikleri ile Atomlar Arası Mesafe ve Bağ Enerjisinin İlişkisi

Malzemelerin özgül ağırlığı, kimyasal özellikleri, optik özellikleri, elektrik ve ısı iletkenliği, ısıl genleşme, ergime ve buharlaşma sıcaklıkları, elastisite modülü ve mukavemet özellikleri atomlar arası bağ türlerine bağlı olarak belirlenir. Daha sonraki bölümlerde detaylı olarak malzemelerin bu özellikleri inceleneceğinden, burada sadece ergime sıcaklığı, ısıl genleşme ve elastisite modülü ile atomlar arası mesafe ve bağ enerjisinin ilişkileri üzerinde durulacaktır.

## Ergime Sıcaklığı

Malzemelerin ergime sıcaklıkları Şekil 2.10 (a)'da gösterilen bağ enerji çukuru ile ilişkisi vardır. Mutlak sıfır sıcaklığında ( $0^{\circ}\text{K}$ ) atomlar arası mesafe dengededir. Bu denge mesafesinde bağ enerjisi minimum seviyede olup, bağ enerji çukurunun en alt noktasını gösterir. Sıcaklık arttıkça atomlar arası mesafe de büyür. Bir malzemeye ait bağ enerji çukuru ne kadar derinse, o malzemenin atomlar arası bağını koparmak için o kadar fazla enerjiye ihtiyaç vardır. Dolayısıyla malzemenin ergime sıcaklığı da o oranda yüksek olur.

## Malzemelerin İç Yapısı

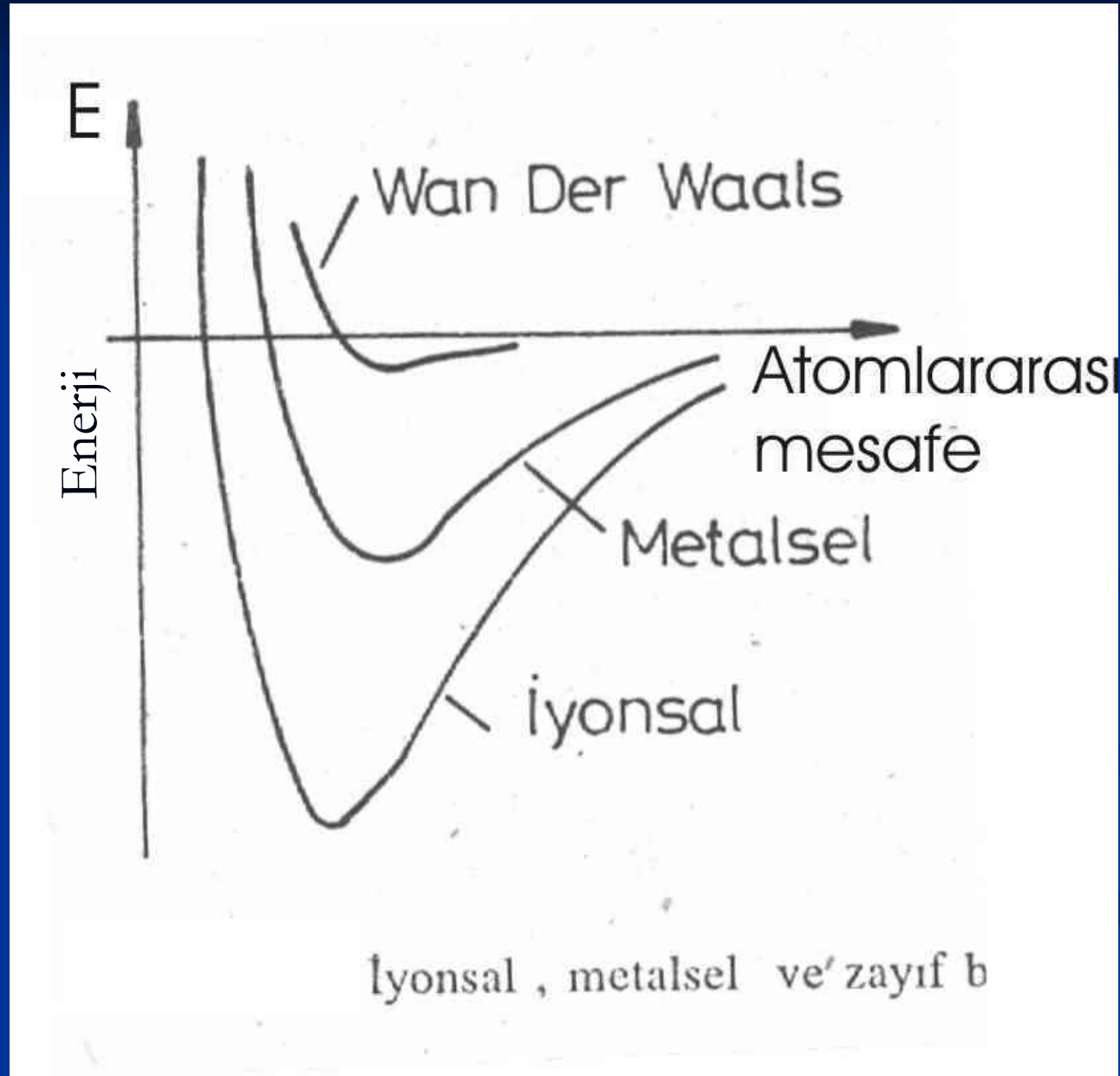
### Isıl Genleşme

Malzemelerin ısıl genleşme özelliği, ergime sıcaklığı ile ters orantılıdır. Ergime sıcaklığı yüksek olan malzemelerin ısıl genleşmeleri daha düşüktür. Yüksek ergime sıcaklığına sahip malzemelerde, sıcaklık arttıkça atomlar arası mesafe daha yavaş büyür. Dolayısıyla bu malzemelerin ısıl genleşmeleri düşüktür diyebiliriz. Ergime sıcaklığı düşük malzemelerde ise, atomlar arası mesafe daha hızlı büyüdüğü için ısıl genleşmeleri daha yüksektir. Örneğin, 3410 °C'lik ergime sıcaklığına sahip tungstenin ısıl genleşme katsayısı  $4.5 \times 10^{-6}$  cm/cm.°C olduğu halde, ergime sıcaklığı 660 °C olan alüminyumun ısıl genleşme katsayısı  $25 \times 10^{-6}$  cm/cm.°C'dir.

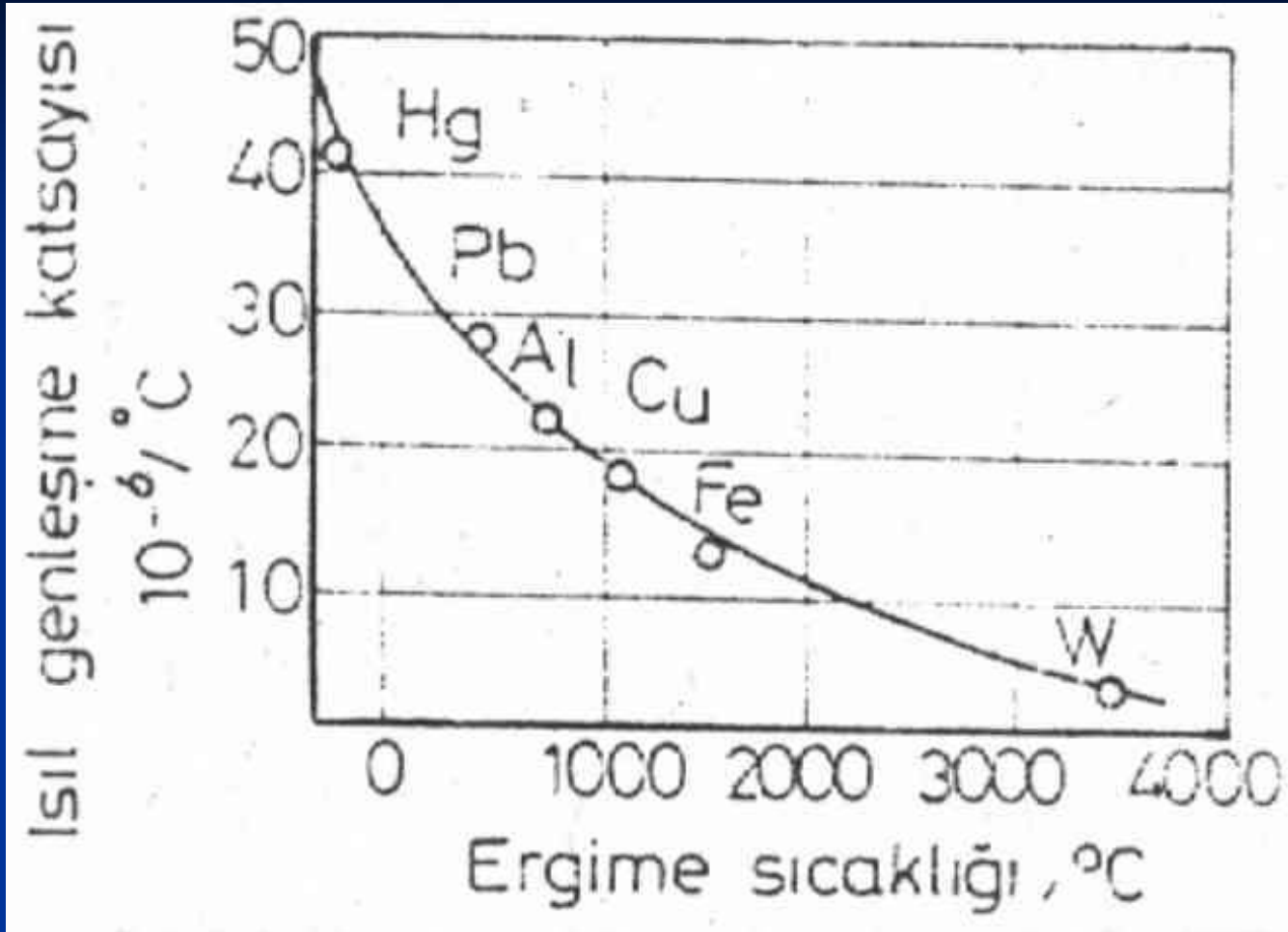
### Elastisite Modülü

Atomlar arası denge mesafesi, çekme ve itme kuvvetlerinin eşit oldukları ve toplam kuvvetin sıfır olduğu noktada meydana geldiği önceki konularda bahsedilmişti (Şekil 2.10 (a)). Atomlar arası toplam kuvvet eğrisinin sıfır olduğu noktadaki eğimi, malzemenin elastisite modülünü verir. Toplam kuvvet eğrisi ile bağ enerjisi arasında da bir ilişki söz konusudur. Bağ enerji çukurunun derinliği arttıkça, eğrinin eğimi de o oranda artmaktadır. Dolayısıyla malzemenin elastisite modülü de artacaktır.

## Malzemelerin İç Yapısı



## Malzemelerin İç Yapısı

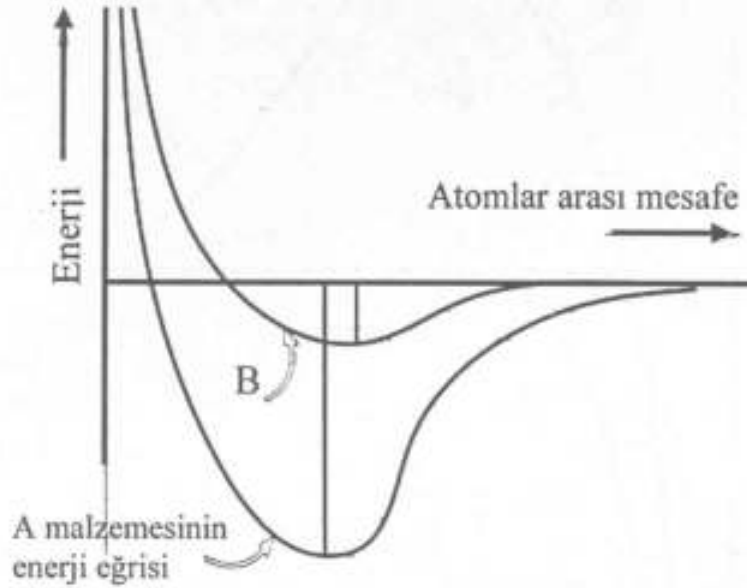




# Malzemelerin İç Yapısı

Aşağıda iki malzemeye ait enerji eğrileri gösterilmektedir.

- Hangi malzemenin ergime derecesi daha yüksektir?
- Hangi malzemenin ısıl genleşmesi daha yüksektir?

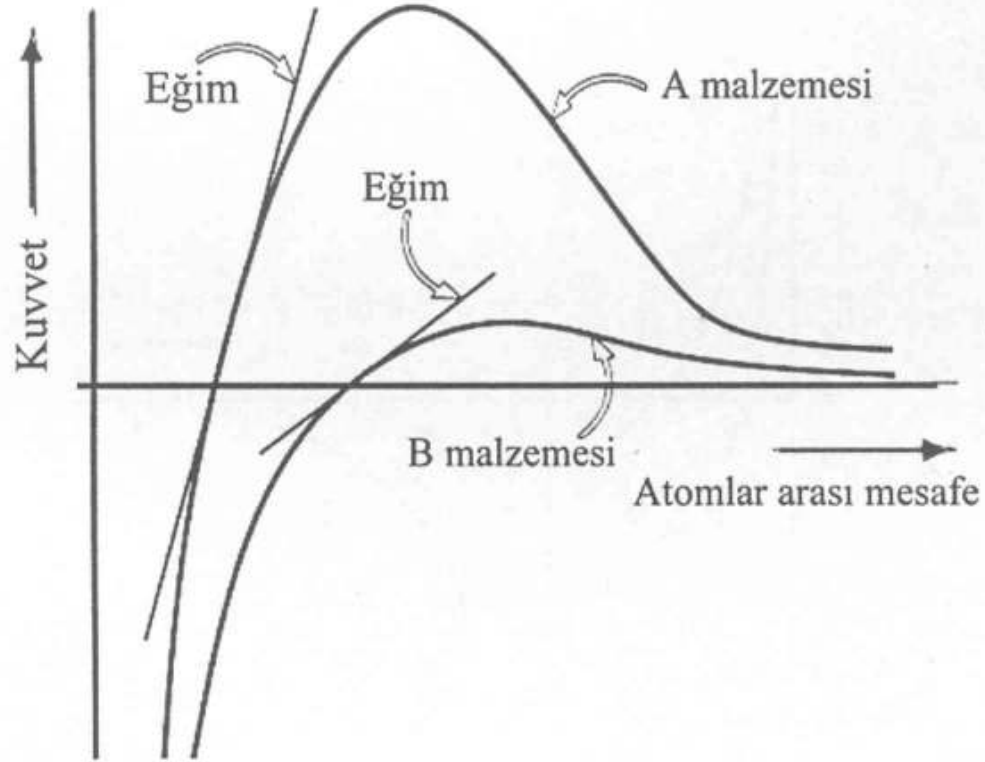


a) A malzemesinin ergime derecesi, B malzemesinden daha yüksektir. Çünkü A malzemesinin bağ enerji çukuru daha derin olup, bağ enerjisi de o nispette yüksek olacaktır. Dolayısıyla A malzemesini eritmek için daha fazla enerjiye ihtiyaç vardır.

b) A malzemesinin ergime derecesi, B malzemesinden daha yüksek olduğu için, A malzemesinin ısıl genleşmesi B malzemesinden daha düşüktür. B malzemesinin ısıl genleşmesi daha yüksektir.

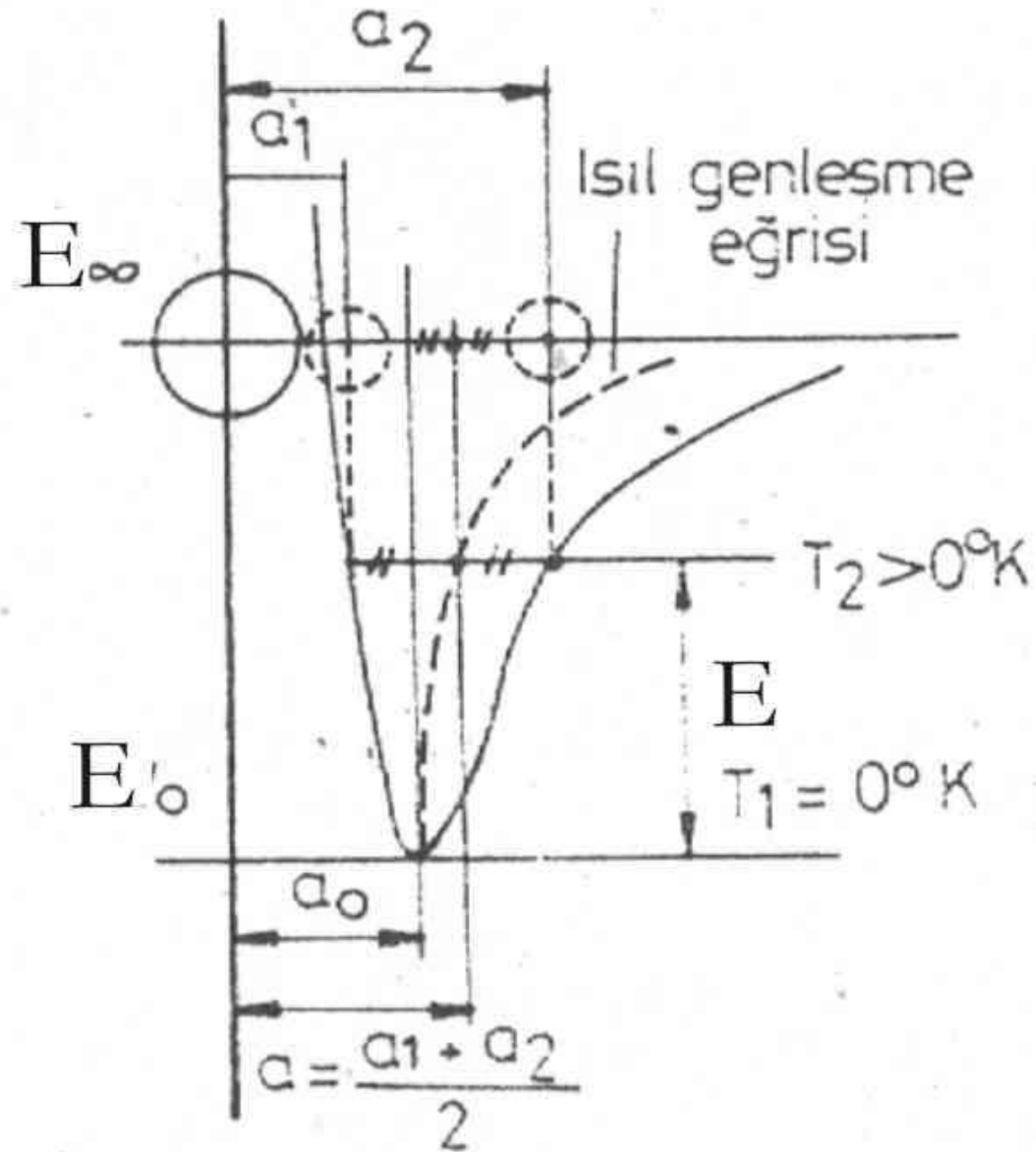
## Malzemelerin İç Yapısı

Aşağıda iki malzemeye ait atomlar arası toplam kuvvet eğrileri gösterilmektedir. Hangi malzemenin elastisite modülü daha büyüktür?



A malzemesinin eğimi, B malzemesinden daha büyük olduğu için, A malzemesinin elastisite modülü de B malzemesinden daha büyüktür.

# Malzemelerin İç Yapısı



### Bölüm Özeti

- Atomlar veya iyonlar arasında meydana gelen çekme ve itme kuvvetlerinin etkisiyle, atomları bir arada tutan atomlar arası bağlar meydana gelir. İyonik, kovalent ve metalik bağlar kuvvetli bağlar olup seramik ve metal malzemelerde bulunurlar. Zayıf bağ olan Van der Waals bağı ise bütün maddelerde bulunabilen bir bağ türüdür.
- Bir metal atomunun, metal olmayan bir atoma elektron vermesiyle, metal atomu pozitif iyon metal olmayan atom negatif iyon haline gelir. Pozitif iyon ile negatif iyon arasında meydana gelen çekme kuvveti sayesinde iyonlar arası bir iyonik bağ oluşur. Sodyum klorür (NaCl) ve MgO gibi maddeler iyonik bağ ile bağlanmışlardır. İyonik bağla bağlanan malzemeler kırılğan ve gevrek olurlar. Elektrik iletkenlikleri zayıftır. Negatif iyonların çapı, pozitif iyonların çapından daha büyüktür.
- Bir atom, komşu bir atomla en dış kabuğundaki valans elektronlarını paylaşarak kararlı hale geçiyorlarsa, bu tür elektron paylaşımından ortaya çıkan bağa, kovalent bağ denir. Pek çok metalik olmayan element moleküllerinde ( $H_2$ ,  $Cl_2$ ,  $F_2$  gibi) ve farklı atom içeren moleküllerde ( $CH_4$ ,  $H_2O$ ,  $HNO_3$  gibi) kovalent bağ mevcuttur. Ayrıca elmas (karbon), silisyum ve germanyum elementlerinde de bu bağ mekanizması vardır. Genellikle kovalent bağlı malzemeler, düşük sünekliliğe sahip olup, elektrik ve ısı iletkenlikleri de zayıftır. Kovalent bağlar arasındaki açılar ve bağ uzunlukları belirli olduğu için, bunlara yönlü bağ da denilir.

### Bölüm Özeti

- Metal atomları dış kabuklarındaki valans elektronlar kolaylıkla atomdan ayrılarak serbest kalırlar ve atom pozitif yüklü iyon haline gelir. Serbest elektronlar bir elektron bulutu şeklinde iyonlar arasında hareket ederler. Bu esnada pozitif yüklü iyonlarla negatif yüklü elektronlar birbirlerini çekerek kuvvetli bir metalik bağ oluştururlar. Metalik bağlı malzemelerin şekil değiştirme özellikleri iyidir, elektrik ve ısı iletkenliği yüksektir. Metalik bağlı malzemelerde atomlar düzenli bir biçimde dizildikleri için kristal yapıya sahiptirler.
- Moleküller veya atomlar arasındaki kutuplaşmanın sonucu ortaya çıkan bağa Van der Waals bağı denir. Zayıf bir bağ olup sahip olduğu bağ enerjisi kuvvetli bağların onda biri kadardır. Bu bağ pek çok maddede mevcut olduğu gibi yaygın olarak soy gaz atomları arasında ve elektron ihtiyacı kalmamış su ( $H_2O$ ) gibi moleküller arasında görülür.
- Bazı malzemelerde birden fazla bağ türüne rastlanmaktadır. Kalsiyum sülfatta ( $CaSO_4$ ) hem iyonik hem de kovalent bağların her ikisi de mevcuttur.  $NaZn_3$  gibi metaller arası bileşiklerde hem iyonik hem de metalik bağ vardır.
- Atomlar arası denge mesafesi, atomlar veya iyonlar arasındaki çekme ve itme kuvvetleri etkisiyle meydana gelir. Atomlar arası denge mesafesi, iki iyon veya iki atom yarıçaplarının toplamına eşittir.

### Bölüm Özeti

- Atomlar arası denge mesafesinin olduğu noktada bağ enerjisi en düşük seviyededir. Atomlar arası bir bağı koparabilmek için bağ enerjisi değeri kadar enerjiye ihtiyaç vardır. Atomları birbirinden uzaklaştırmak için ya mekanik kuvvetler uygulanmalı ya da yüksek sıcaklık ortamına koymak gerekir.
- Sıcaklık arttıkça atomlar arası mesafe büyümektedir. Bir atoma en yakın komşu atomlarının sayısı arttıkça atomlar arası mesafede büyümektedir. Kovalent bağ ile bağlanan malzemelerde paylaşılan valans elektronlarının sayısı arttıkça atomlar arası denge mesafesi azalmaktadır.
- Bir atom valans elektronlarını verirse meydana gelen pozitif iyon çapı, kendi atom çapından daha küçüktür. Bir atom son yörüngesine elektron alırsa meydana gelen negatif iyon çapı, kendi atom çapından daha büyüktür.
- Malzemelerin elastisite modülü, ergime sıcaklığı ve ısıl genleşme özellikleri atomlar arası mesafe ve bağ çeşidine göre değişmektedir. Bir malzemenin ergime sıcaklığı ve ısıl genleşmesi, bağ enerji çukuruna bakılarak tahmin edilebilir. Aynı şekilde bir malzemenin elastisite modülü atomlar arası toplam kuvvet eğrisine bakılarak tahmin edilebilir.

## Bölüm Özeti

*Anyon* - Metal olmayan bir atomun dış kabuğuna elektron kabul ederek meydana gelen negatif yüklü iyon

*Atomlar arası mesafe* - İki atom veya iki iyon yarıçaplarının toplamı olup, iki atom veya iyon arasındaki denge mesafesidir.

*Bağ enerjisi* - Atomlar arası bağı koparmak için gerekli enerji miktarı

*İyon* - Dış yörüngesine elektron alarak veya dış kabuğundaki valans elektronları vererek kararlı hale gelen atom

*İyonik bağ* - Pozitif iyon ile negatif iyon arasında meydana gelen çekme kuvveti neticesinde oluşan bağ

*Kasyon* - Metal atomunun dış kabuğundaki valans elektronlarını vererek meydana gelen pozitif yüklü iyon

*Kovalent bağ* - İki atom elektronlarını paylaşarak meydana getirdiği bağ

*Metalik bağ* - Metal iyonları arasında elektron bulutu şeklinde serbestçe dolaşan elektronlar ile iyonlar arasında meydana gelen çekme kuvveti sonucu oluşan bağ

*Van der Waals bağı* - Moleküller veya atomlar arası kutuplaşma neticesinde ortaya çıkan bağ

### Soru Bankası

#### ***Atomların yapısı nasıldır?***

Atomlar merkezlerinde bir çekirdek ile onu çevreleyen elektronlardan oluşur. Çekirdekteki protonlar (+) yüklü, elektronlar (-) yüklü ve nötronlar yüksüzdür. Nötr bir atomda elektronların sayısı, nötronların sayısına eşittir. Böyle bir durumda, toplam elektriksel yük sıfırdır. Bir atomda bulunan protonların sayısı o atomun atom numarasını belirtir. Örneğin sodyum (Na) atomunun çekirdeğinde 11 proton ve çevresinde 11 elektron vardır. Bu nedenle sodyumun atom numarası 11 dir.



### ***Atomal ağırlığın malzeme üzerindeki etkisi nasıldır?***

Atomal ağırlık ile malzemelerin özellikleri arasında, özgül ağırlık hariç hiçbir ilişki yoktur. Özgül ağırlık bir cismin birim hacmindeki atomların sayısını atom bireylerinin ağırlıkları ile çarparak elde edilir.

Cisimlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri büyük ölçüde valans elektronları tarafından belirlenir.

### ***Atomlararası kuvvetli bağ ile zayıf bağın oluşum yönünden farkı nedir?***

Kuvvetli bağlar genellikle atomlararası elektron alışverişi veya elektron paylaşılması, zayıf bağlar ise atomlar veya moleküller içerisinde elektronların asimetric dağılışından kaynaklanan elektriksel kutuplaşma sonucunda oluşurlar. Her iki durumda da elektrostatik çekme kuvvetleri etkili olur, ancak büyüklükleri dolayısıyla enerjileri çok farklıdır. Zayıf bağları koparmak için gerekli olan enerji kuvvetli bağları koparmak için gerekli olanın 1/10'u kadardır. Kuvvetli bağlar egemen olduğu zaman zayıf bağlar önemsizdir. Ancak bazı malzemelerde (lineer polimerler) atom grupları arası tek bağlayıcı kuvvet olunca önem kazanır ve mekanik özellikleri belirler.

***Metallerde serbest elektron bulutu hangi özelliklerin oluşmasında etkilidir?***

Elektriksel ve ısıl iletkenlik özelliklerinin oluşmasında etkili olur.

### ***Atomlararası uzaklığı neler etkiler?***

Sıcaklık artarsa atomlararası uzaklık artar.

İyonsallık derecesi artarsa, yarıçaplar arasındaki fark artar

Kovalanlık derecesi arttıkça atomlararası uzaklık azalır.

Komşu atomların sayısı arttıkça atomlararası uzaklık artar.

### ***Moleköl nedir?***

Atomlar çoğunlukla komşuları ile bağ kurarak daha düşük enerjili dolayısıyla kararlı halde bulunurlar. Pek azı, asal gazlar gibi, bireysel haldedir. Moleküller arası bağ zayıf türdendir. Çoğunlukla gaz halindedirler. 8 adet valans elektronla çevrilmişlerdir. Örnek; H<sub>2</sub>, F<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>.

***Elektriksel kutuplaşmayı tanımlayın ve kaç tür kutuplaşma oluştuğunu belirtiniz?***

Atomlar veya moleküller içinde elektronlar asimetric dağılırsa, artı ve eksi elektriksel yük merkezleri çakışmaz. Bunun sonucunda elektriksel kutuplaşma meydana gelir.

Sürekli kutuplaşma,  
Geçici kutuplaşma olmak üzere iki çeşittir.

### ***Özgöl ağırlık ile atomlararası bağ türleri arasında nasıl bir ilişki vardır?***

Birim hacim içinde bulunan atomların sayısı ile bir atomun ağırlığı çarpılırsa cismin özgöl ağırlığı elde edilir. Atomların düzenli dizilişleri kristal yapıyı oluşturur. Kristal yapı türü bilinirse birim hacimdeki atomların sayısı kolaylıkla hesaplanır. Ancak doğadaki kristaller değişik kusurlar içerir. Bu nedenle kusurlu kristalde bulunan atom sayısı, kusursuz kristalde bulunan atom sayısından biraz azdır. Teorik olarak bulunan özgöl ağırlık değeri, deneyle bulunacak özgöl ağırlık değerinden biraz küçüktür.

***Malzemelerin sınıflandırılmasını açıklayın ve içerdikleri atomsal bağ türlerini belirtiniz?***

Malzemeler metaller, seramikler ve plastikler olmak üzere üç sınıfa ayrılır.

Metaller metalsel bağa sahiptir.

Seramikler iyonsal bağa sahiptir.

Plastikler veya polimerler kovalan bağa sahiptir.



### ***Seramikleri tanımlayınız ve genel özelliklerini belirtiniz?***

Seramikler metal veya metal olmayan elemanların oluşturduğu iyonsal bileşiklerdir. Doğada kristalli ve kısmen amorf yapıda bulunurlar. Özgül ağırlıkları çoğunlukla 2-3 gr/cm<sup>3</sup> arasındadır. Plastik şekil değiştiremezler, sert ve gevrek olurlar. Yüksek sertlikleri dolayısıyla Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> aşındırıcı olarak kullanılmaya elverişlidirler. Ergime sıcaklıkları yüksek, ısı ve elektrik iletkenlikleri düşüktür. Saydamdırlar, ışığı kötü yansıtırlar. Çekme mukavemetleri düşük, basınç mukavemetleri yüksektir. Dış etkilere iyi dayanırlar. Beton, taş, tuğla ve kiremit gibi seramik malzemeler yapılarda büyük ölçüde kullanılırlar.

## *Plastiklerin atomsal yapısını ve atomlararası bağ türlerini açıklayınız?*

Plastikler kovalan bağlı malzemelerdir. Ana eleman C olup bunun yanında çoğunlukla H, bazılarında Cl, F, O, N ve S bulunabilir. Monomer denen molekül bireyleri birbirlerine kovalan bağlarla eklenerek çok büyük dev moleküller dönüştürülür ve dolayısıyla polimer adını alırlar. Plastikler kovalan bağın sürekliliği ve atomların diziliş biçimine göre iki tür moleküler yapıya sahiptirler. Lineer polimerde denen birinci türde molekül birimleri veya merler kovalan bağlarla bir boyutta zincir şeklinde dizilirler, moleküller arası bağlar zayıf türdendir. Isıtılınca zayıf bağlar koptuğundan kolayca yumuşarlar, soğuyunca sertleşirler ve tekrar kullanılabilirler. Endüstride bunlara termoplastikler denir. Örnek; polietilen, polivinilklorür, polistiren.

Uzay ağı polimerleri denen ikinci tür yapıda üç veya daha fazla reaksiyon bağına sahip merler üç boyutlu uzayda sürekli kovalan bağı oluştururlar. Bu tip polimerler üretim süresinde sertleştikten sonra ısıtılma ile yumuşamazlar., aşırı sıcaklıkta kovalan bağlar koparak parçalanır, dolayısıyla tekrar kullanılmazlar. Bu tür polimerlere termoset plastikler denir. Örnek; bakalit, epoksi ve polyester.

***Metaller opaktır, saydam olmazlar, seramikler ve plastikler saydam olabilirler. Bunun nedeni nedir?***

Metaller serbest elektron içerdiklerinden saydam değil opaktırlar, ışığı iyi yansıtırlar. Seramikler iyonsal bağ içerdiklerinden saydamdır. Işığı iyi yansıtırlar. Plastikler kovalan bağlı olduklarından genellikle saydamdırlar. Işığı geçirirler. Kötü yansıtıcıdırlar.

*Metaller çoğunlukla ağır malzemelerdir. Nedenini açıklayınız?*

Metallerin hacimsel atom yoğunlukları yüksektir, dolayısıyla %80 kadarında  $K_S=12$ , geri kalanlarda 8 dir. Bu nedenle özgül ağırlıkları diğer sınıflara göre büyüktür.

*Aşağıdaki malzemelerde mevcut bağ türlerini belirtiniz?*

Alüminyum: İyonsal bağ

Tuğla: İyonsal bağ

Kauçuk: Kovalan bağ

Polietilen: Kovalan bağ

Tuz: İyonsal bağ

*Aşağıdaki malzemelerin sınıflarını belirtiniz?*

Cam: Seramik

Beton: Seramik

elik: Metal

Bakalit: Plastik

Ahşap: Polimer (Polimersel kompozit)