

# Bölüm 1. Tarihsel Bakış

Malzemeler, uygarlığımızı muhtemelen çoğumuzun farkında olduğundan daha derin bir şekilde etkilemiştir.

➤ Ulaşım, konut, giyim, iletişim ve gıda üretimi

Tarihsel olarak, toplumların gelişmesi ve ilerlemesi, ihtiyaçların karşılanması için, malzemeleri üretme ve kullanma kabiliyetleri ile yakından ilişkilidir.

İlk uygarlıklar geliştirdikleri malzemelerin düzeylerine göre adlandırılmışlardır.

# Tarihsel Bakış

İlk insanlar taş, tahta, kil ve deri gibi doğada kendiliğinden bulunan malzemeleri kullanmışlar, zaman içinde doğada hazır bulunan bu malzemelere göre daha üstün özelliklere sahip bazı metalleri ve çömlek yapımında kullanılan malzemeleri üretecek teknikleri keşfetmişlerdir.

Bunun da ötesinde, başka maddelerin eklenmesi ve ısı işlem yoluyla malzeme özelliklerinin değiştirilebileceğini öğrenmişlerdir.

# Tarihsel Bakış

Bilim adamlarının, malzemelerin yapı bileşenleri ile özellikleri arasındaki ilişkiyi anlayabilmeleri ancak yakın zamanlarda gerçekleşmiştir.

Yaklaşık olarak son yüzyıl boyunca kazanılan bu bilgi birikimi, bilim adamları ve mühendisler malzeme özelliklerini büyük ölçüde şekillendirme kabiliyeti kazandırmıştır.

Bu sayede, modern toplumumuzun ihtiyaçlarını karşılamak üzere, belirli özelliklere sahip çok sayıda farklı metal, seramik, polimer malzeme geliştirilmiştir.

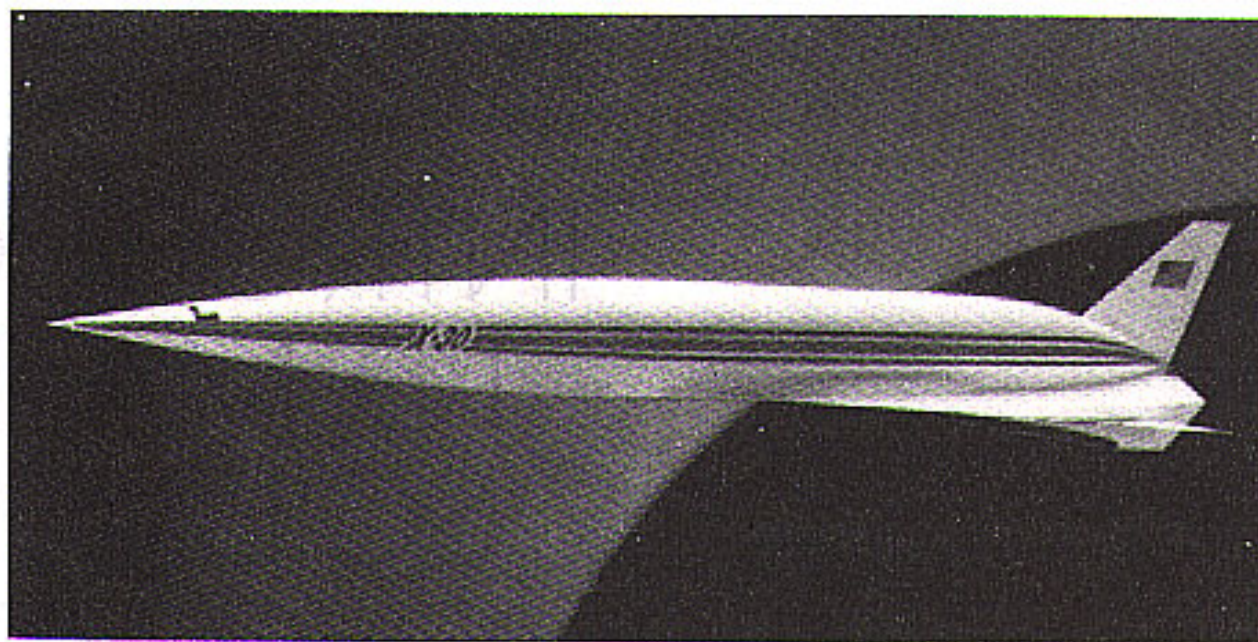
# Tarihsel Bakış

Yaşantımızı kolaylaştıran çoğu teknolojinin gelişimi, uygun malzemelerin üretilebilirliği ile yakından ilişkilidir.

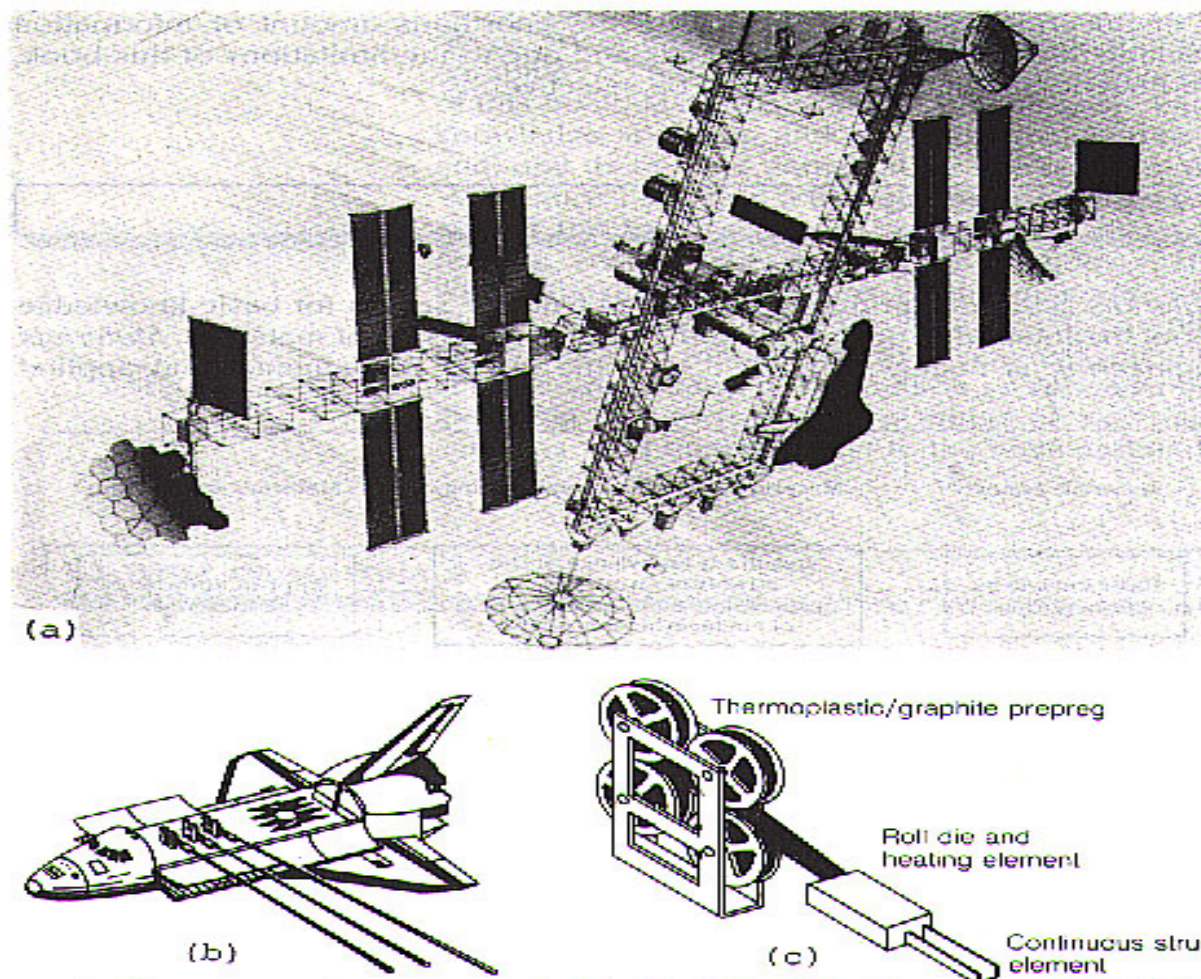
Bir malzemedeki kaydedilen bir ilerleme, genellikle bir teknolojinin aşamalı olarak gelişmesinin habercisi olmaktadır.

✓Örneğin; düşük maliyetli çelik ve yerine kullanılabilecek bazı benzer malzemeler olmasaydı, otomobil imalatı mümkün olamazdı.

✓Günümüzde, karmaşık elektronik cihazlar varlıklarını yarı iletken olarak adlandırdığımız malzemelerden imal edilen parçalara borçludur.



**FIGURE 1.1** Materials play an important role in modern high technology. For example, the airframe temperatures expected to be reached by the hypersonic-speed X-30 spaceplane are far beyond the melting points of today's superalloys. The success of the spaceplane project will depend on the development of new materials that can withstand extremely high temperatures. (After *Aviation Week*, Mar. 7, 1988, p. 40.)



**FIGURE 1.2** (a) An artist's concept of the enhanced configuration of the permanently manned space station produced by Martin Marietta. [After *Journal of Metals*, 40(5):12(1988).] (b) and (c) One proposal is to construct the station frame from in-orbit-fabricated I beams and channels made from advanced thermoplastic composites using the pultrusion process. (After *Modern Plastics*, August 1988, p. 102.)

# *Malzemeler ve Mühendislik*

## ■ **Malzeme Nedir ?**

Malzeme kendilerinden bir şeyler oluşturulan veya yapılan maddelerdir.

Uygarlığın başlangıcından beri malzemeler enerji ile birlikte insanın yaşama standardını yükseltmek için kullanılmıştır.

# ***Malzeme Bilimi ve Mühendisliği***

## **Malzeme Bilimi:**

Malzemenin **yapısı** ve **özellikleri** arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarır.

## **Malzeme Mühendisliği:**

Bu yapı-özellik ilişkileri temeline dayanarak bir malzemenin belirlenen özelliklerde tasarımını yapar.

İşlevsel açıdan bakıldığında;

Malzeme Bilimcisi, yeni malzemeler üretmek ve sentezlenmek

Malzeme Mühendisi, mevcut malzemeleri kullanarak yeni ürünlerin ve sistemler oluşturmak ve/veya malzemelerin işleminden geçirilmesi için yeni teknikler geliştirmek.

# *Malzeme Bilgi Spektrumu*

## **Malzeme Bilimi ve Müh.**

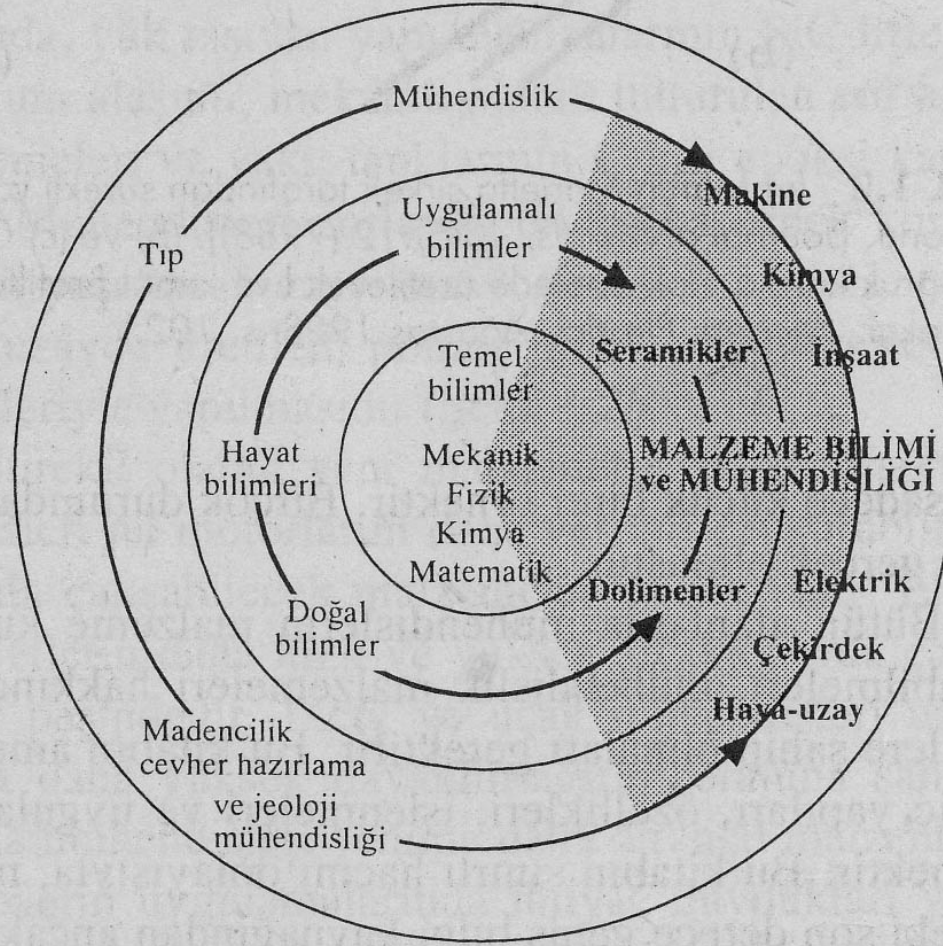
### **Malzeme Bilimi**

Malzeme temel bilimleri

Mühendislik malzemelerinin  
Yapısı, özellikleri, işlenmesi  
Ve başarımları hakkında  
elde edilen bilgiler

### **Malzeme Müh.**

Malzeme uygulamalı bilimleri



# *Yapı, Proses, & Özellikler*

*Bu bölümün amacı:*

- Uygun iş için uygun malzeme seçimi.
- **Özellik, yapı** ve **proses** arasındaki ilişkinin anlaşılması.
- Önerilen malzeme seçimi ile yeni tasarım fırsatları.

# *Malzeme Seçim Prosesi*

1. **Uygulamalar** → Gerekli **Özelliklerin** belirlenmesi

Özellikler: mekanik, elektrik, ısı, manyetik, optik, kimyasal.

2. **Özellikler** → Aday **Malzeme(lerin)** belirlenmesi

Malzeme: yapı, kompozisyon.

3. **Malzeme** → Gerekli **Prosesin** tanımlanması

Proses: *yapı* ve *şekil* değişiklikleri

Ör: döküm, sinterleme, buhar yoğunlaşması, kaynak, ısı işlem.



**Figure 1.1** The four components of the discipline of materials science and engineering and their interrelationship.

Yapı terimi: Bir malzemenin yapısı, içinde bulunan birleşenlerin oluşturdukları düzen ile ilişkilidir.

- Atom altı yapı, her bir atomunun elektronları ve elektronların çekirdekleri ile etkileşimlerini kapsarken,
- Atomsal düzeyde yapı, atomların ya da moleküllerin oluşturdukları düzeni içerir.

✓ Mikroyapı

✓ Makroyapı



**Figure 1.1** The four components of the discipline of materials science and engineering and their interrelationship.

Özellik kavramı: Bütün malzemeler kullanımları sırasında maruz kaldıkları dış etkenlere karşı belirli tepkiler verirler.

✓ Örneğin; cisimler kuvvetler altında deforme olur ya da parlatılmış bir metal yüzeyi ışığı yansıtır.

Özellik, belirli bir dış etkiye karşılık olarak, tür ve büyüklük bakımından malzemenin kendisine özgü bir biçimde verdiği bir cevap veya tepkidir.

# ***Katı malzemelerin özellikleri***

- ✓ **Mekanik özellikler:** uygulanan bir yük veya kuvvet sonucu meydana gelen deformasyon ile ilgilidir.

*Elastik modül, tokluk ve mukavemet*

- ✓ **Elektriksel özellikler:** dış etki elektriksel alandır.

*Elektrik iletkenliği ve dielektrik sabiti*

- ✓ **Isıl özellikler**

*Isı kapasitesi ve ısı iletkenliği*

# ***Katı malzemelerin özellikleri***

- ✓ **Manyetik özellikler:** uygulanan bir manyetik alanın etkisi altındaki davranışı belirtir.

*Manyetizma*

- ✓ **Optik özellikler:** dış etki elektromanyetik veya ışık radyasyonudur.

*Kırılma indeksi ve yansıtma oranı*

- ✓ **Kimyasal özellikler:** malzemelerin kimyasal tepkimeye girme yatkınlığı ile ilgilidir.

*Kimyasal reaksiyon*



**Figure 1.1** The four components of the discipline of materials science and engineering and their interrelationship.

Yapı ve özelliklerin yanında, malzemelerin işlenmesi ve performansı olmak üzere iki önemli bileşen daha bulunmaktadır.

Bu dört bileşen arasındaki ilişki açısından malzemelerin yapısı, nasıl işlem gördüklerine bağlı iken malzemelerin performansı da özelliklerinin bir fonksiyonu olarak değişir.



**Figure 1.1** The four components of the discipline of materials science and engineering and their interrelationship.

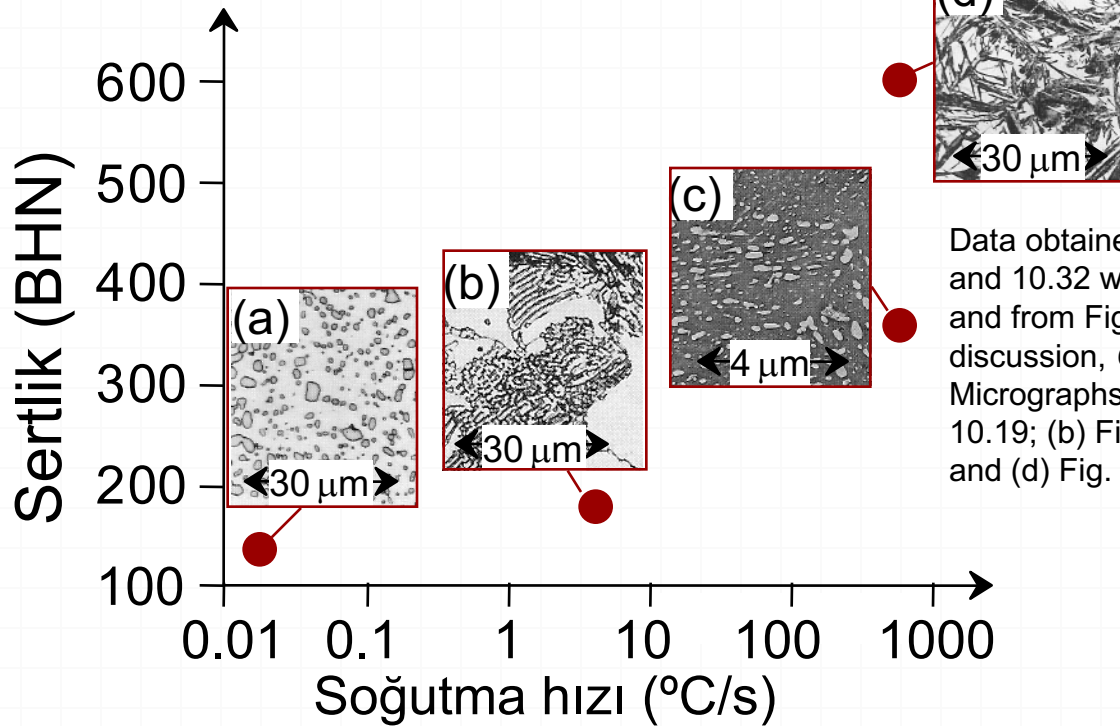
❑Yapı  $\leftrightarrow$  nasıl işlendiğine bağlıdır

❑Performans  $\leftrightarrow$  özelliklere bağlıdır

# Yapı, Proses & Özellikler

- Özellikler yapıya bağlıdır

Ör: sertlik- çeliğin yapısı

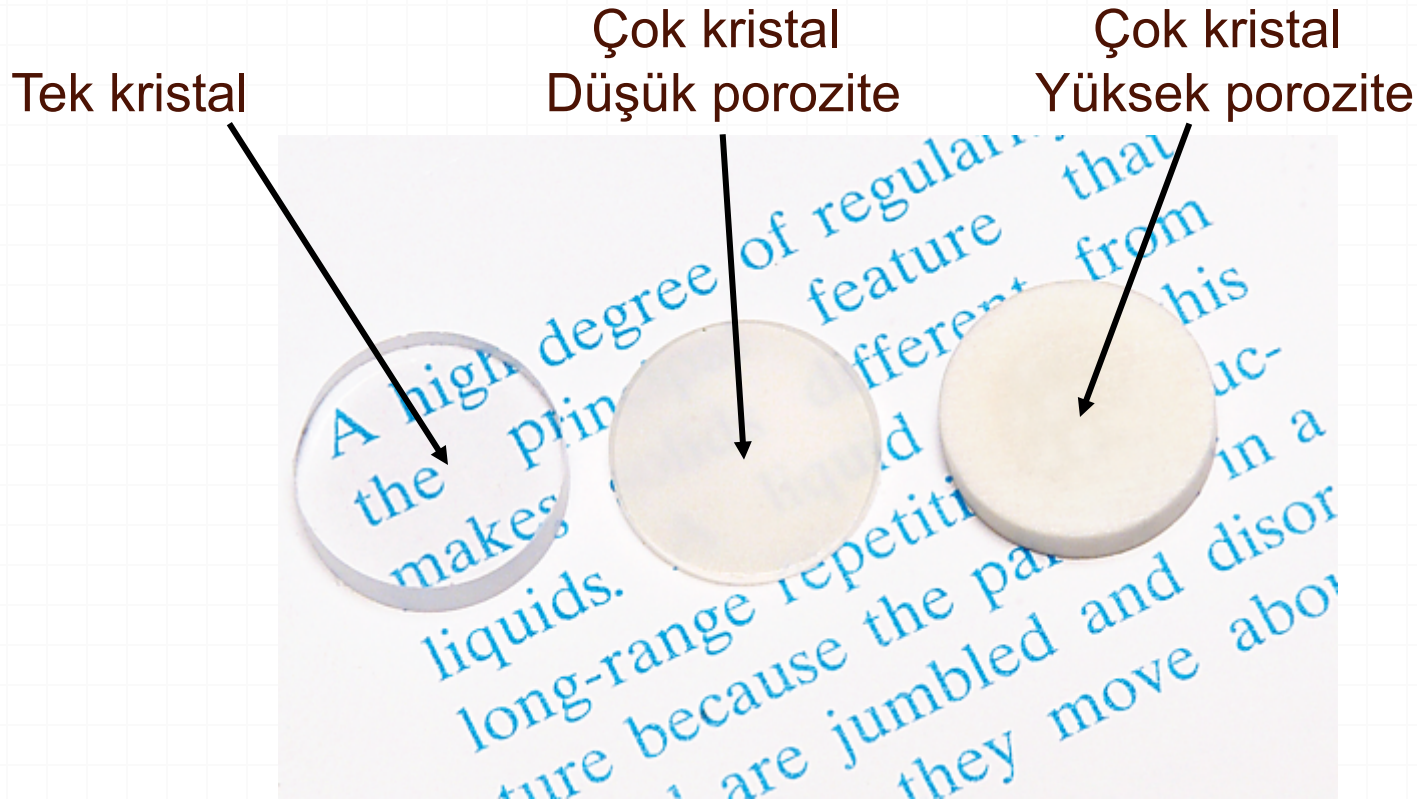


Data obtained from Figs. 10.30(a) and 10.32 with 4 wt% C composition, and from Fig. 11.14 and associated discussion, *Callister 7e*.

Micrographs adapted from (a) Fig. 10.19; (b) Fig. 9.30; (c) Fig. 10.33; and (d) Fig. 10.21, *Callister 7e*.

- Proses yapıyı değiştirebilir  
Ör: Yapı-çeliğin soğuma hızı

# Yapı, Proses & Özellikler



- ✓ Hepsi aynı malzeme Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- ✓ Bu üç numunenin sahip olduğu yapıların, kristal sınırı ve gözenekliliği açısından farklı olmas, optik geçirgenliklerini doğrudan etkilemektedir.

# Malzeme Biliminin Önemi

Makine, inşaat, kimya, elektrik mühendisleri ve mimarlık, iç mimarlık ve endüstriyel tasarım alanlarında çalışanların çoğu kariyerlerinin herhangi bir döneminde malzemeleri içeren bir tasarım problemi ile uğraşmak zorunda kalmaktadır.

Bu problemlere örnekler;

- Aktarma organına ait bir dişli
- Bir bina yapısı
- Bir entegre devre ...

# Malzeme Biliminin Önemi

Çoğu zaman bir malzeme problemi mevcut binlerce malzeme içinden doğru olanı seçme işlemidir. Genellikle karar birkaç kritere göre belirlenir.

- 1.Gerekli malzeme özelliklerinin belirlenmesi için servis çalışması koşullarının tanımlanması
- 2.Malzeme özelliklerinin servis şartlarında bozulma olasılığının göz önüne alınması
- 3.Maliyet

# Malzemelerin Sınıflandırılması

- ☐ Metalik Malzemeler
- ☐ Polimerik Malzemeler
- ☐ Seramik Malzemeler
- ☐ Kompozit Malzemeler

# ***Metalik Malzemeler***

Bu malzemeler bir veya daha fazla metalik elementten meydana gelen ve bazı metalik olmayan elementleri de içeren, organik olmayan maddelerdir.

**Ör :** Demir, bakır, alüminyum, nikel ve titanyum

# ***Metalik Malzemeler***

- ✓ Kristal yapı belirli bir düzende
- ✓ Isıl ve elektriksel iletkenlik
- ✓ Oda sıcaklığında kuvvetli ve sünek
- ✓ Yüksek sıcaklıkta iyi mukavemet

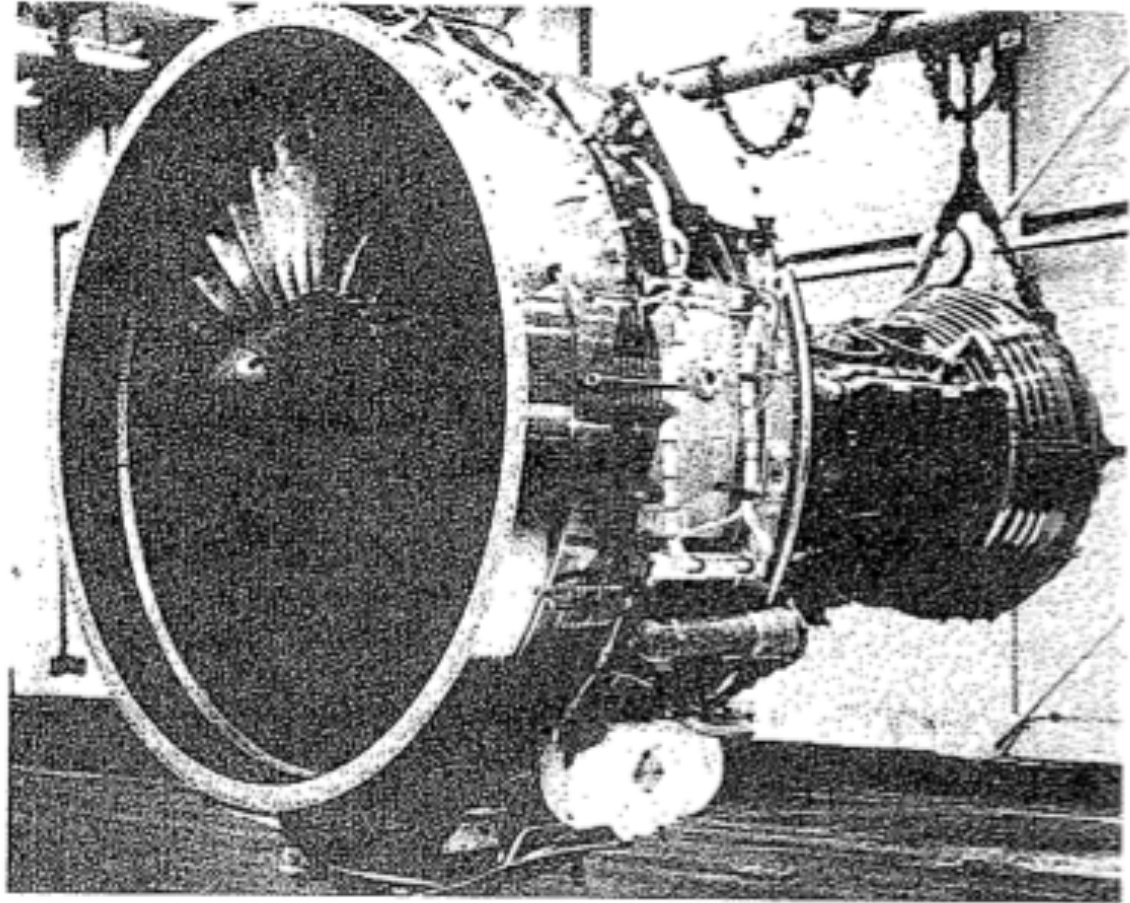


# *Metal ve Alaşımlar*

İkiye ayrılırlar:

- 1-) Çelik ve dökme demir gibi büyük oranda demir içeren demir asıllı metal ve alaşımlar
- 2-) Demir içermeyen veya nispeten az miktarda demir içeren demir dışı metal ve alaşımlar

**ŞEKİL 1.5** Esas olarak metal alaşımlarından yapılan uçak türbin motoru (PW2037). Bu motorda en son nikel asıllı yüksek sıcaklığa dayanımlı alaşımlar kullanılmıştır. Motor, uçuş personelinin sık sık müdahalesine ihtiyaç göstermeyen bir katı hal elektronik sayısal denetim sistemine sahiptir. Motorun öncekilerden daha verimli soğutulması motor verimini yükseltmiş ve yakıt sarfiyatını azaltmıştır. Bu cins motorlar yoğun bir araştırma ve geliştirmeyle devamlı yenilenmektedir. (Pratt and Whitney Co. izniyle.)



# *Polimerik Malzemeler*

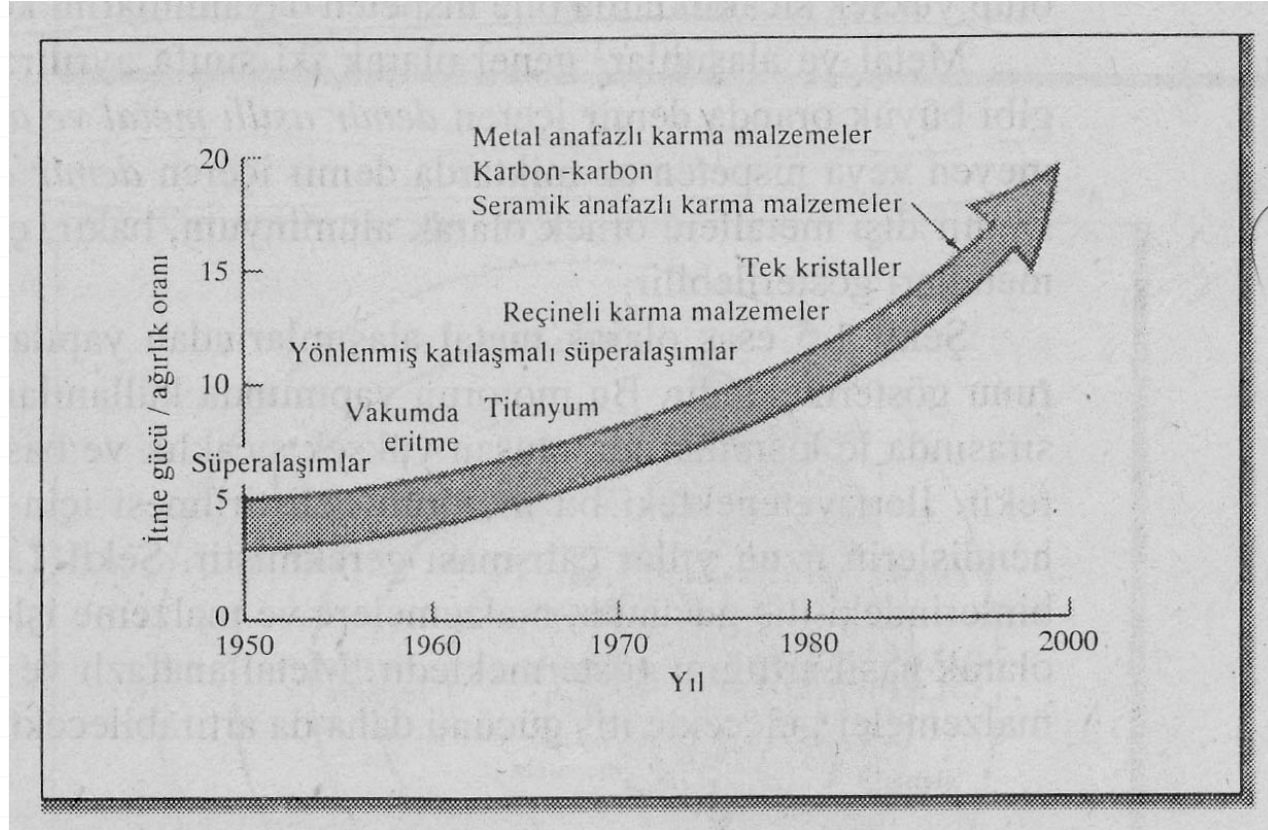
- ❑ Organik ( C içeren ) uzun molekül zincirlerine ve ağlarına sahiptir.
- ❑ Yapısal olarak polimer malzemelerin çoğu kristalli değildir fakat bazılarında kristalli ve kristalsiz bölgeler beraberce bulunabilmektedir.

# *Polimerik Malzemeler*

- ✓ Organik
- ✓ Kristal olmayan
- ✓ Yüksek mukavemet ve süneklik
- ✓ Zayıf iletkenlik
- ✓ Düşük yoğunluk
- ✓ Düşük yumuşama ve bozunma



# *Polimerik Malzemeler*



Son yıllarda malzemelerdeki ve malzeme işlemlerindeki gelişmeler gaz türbinlerinin verimindeki artışla aynı oranda gitmiştir.

# *Seramik Malzemeler*

- ❑ Kimyasal olarak birbirine bağlı metalik ve metalik olmayan elementlerden oluşan, organik olmayan malzemelerdir
- ❑ Kristalli, kristalsiz ya da karışımı olabilirler

# *Seramik Malzemeler*

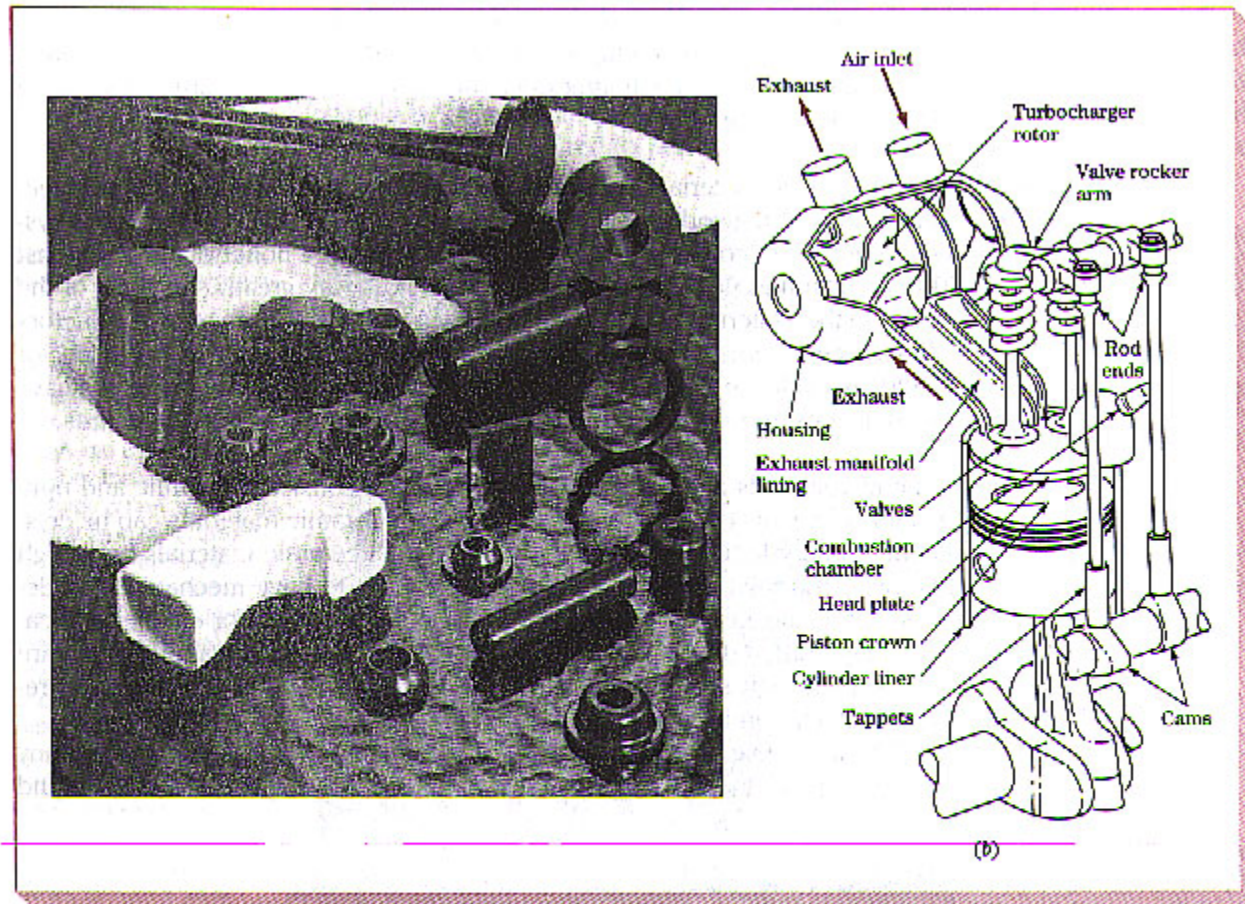
- ✓ Yüksek sıcaklık dayanımına ve yüksek sertliğe sahiptirler.
- ✓ Mekanik olarak kırılabilirler.
- ✓ Yalıtım özellikleri ve ısı ve aşınmaya karşı dirençleri nedeniyle yüksek sıcaklık sıvı metal fırınlarında astar olarak kullanılırlar.
- ✓ Uzay taşıtlarındaki dış yüzeyde bulunan alüminyum üzeri seramik ile kaplanarak yüksek sıcaklık koruması sağlar.

# *Seramik Malzemeler*

- ✓ İnorganik
- ✓ Kristalin, kristal olmayan ve karışık
- ✓ Yüksek sertlik
- ✓ Yüksek T mukavemet
- ✓ Kırılgan



# Mühendislik Seramikleri



**FIGURE 1.8** (a) Examples of a newly developed generation of engineered ceramic materials for advanced engine applications. The black items include engine valves, valve seat inserts, and piston pins made of silicon nitride. The white item is a port-manifold liner made of an alumina ceramic material. (Courtesy of Norton/TRW Ceramics.) (b) Potential ceramic component applications in a turbocharged diesel engine. (After *Metals and Materials*, December 1988.)

## *Karma ( Kompozit ) Malzemeler*

- ❑ İki veya daha fazla malzemenin karışımıdır.
- ❑ Çoğu uygun dolgu ve güçlendirme malzemeleri ile bağlayıcı reçineden ibarettir.
- ❑ Genellikle bileşenler birbirleri içerisinde çözünmez ve birbirlerinden belirli bir ara yüzey ile ayrılırlar.

# *Karma Malzemelerin Özellikleri*

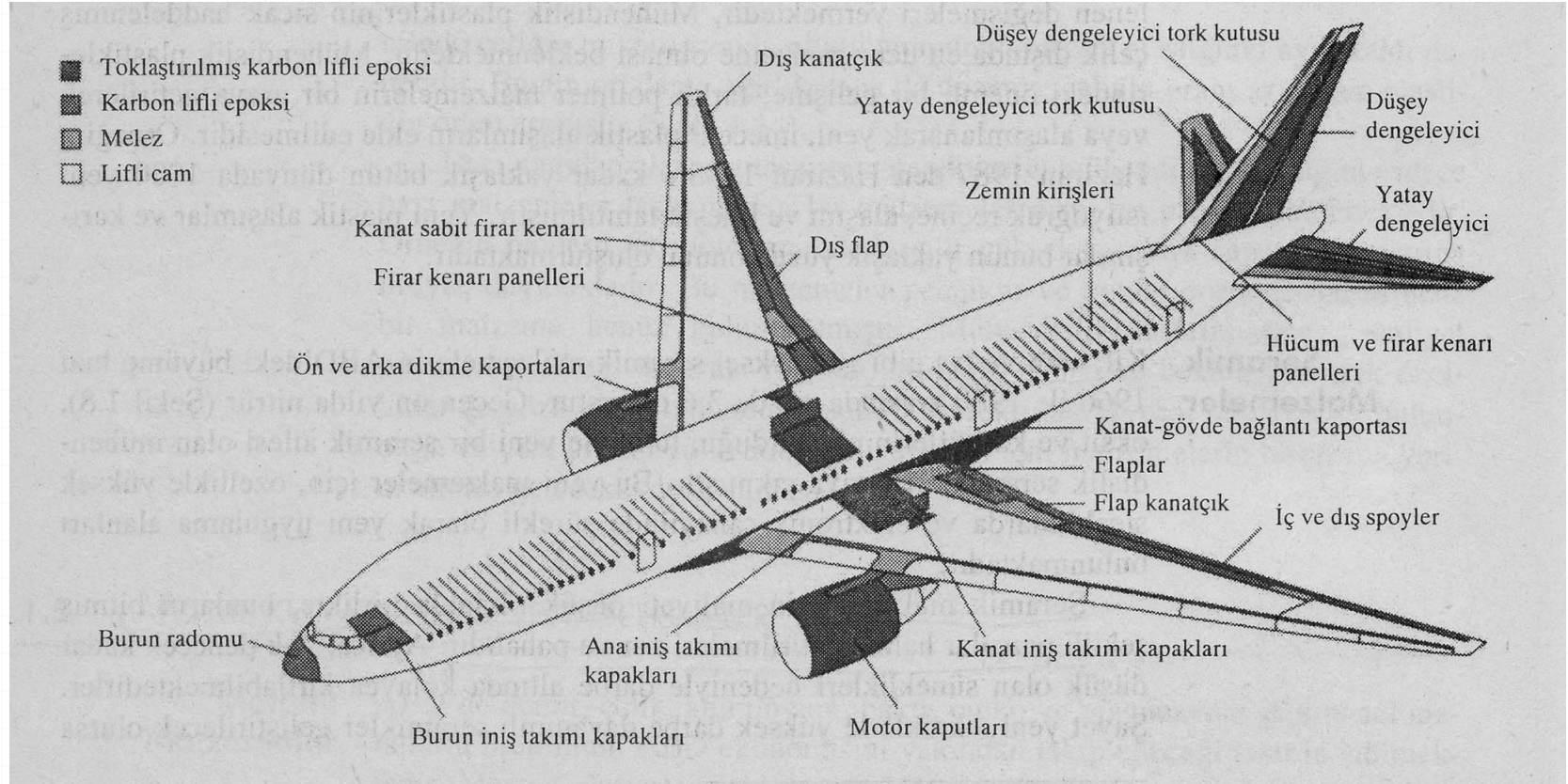
- ✓ Anafaz metal, seramik ya da polimer olabilir.
- ✓ Güçlendirici lifler ya da parçacıklar metal veya seramik olabilir.

Ör: Polyester veya epoksi anafaz içinde güçlendirici cam liflerinde olan yapı

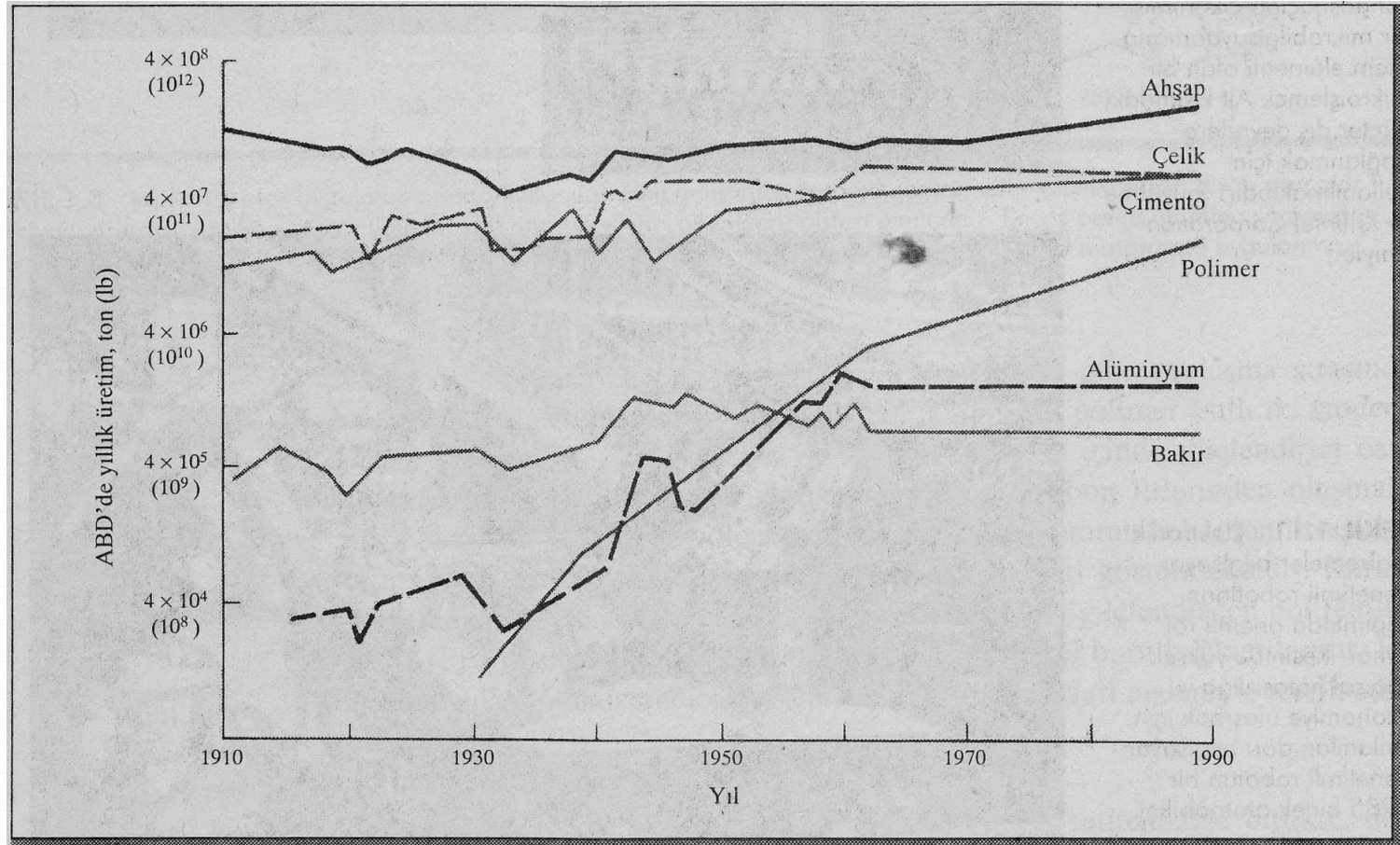
Ör: Epoksi anafaz içinde güçlendirici karbon liflerinden olan yapı

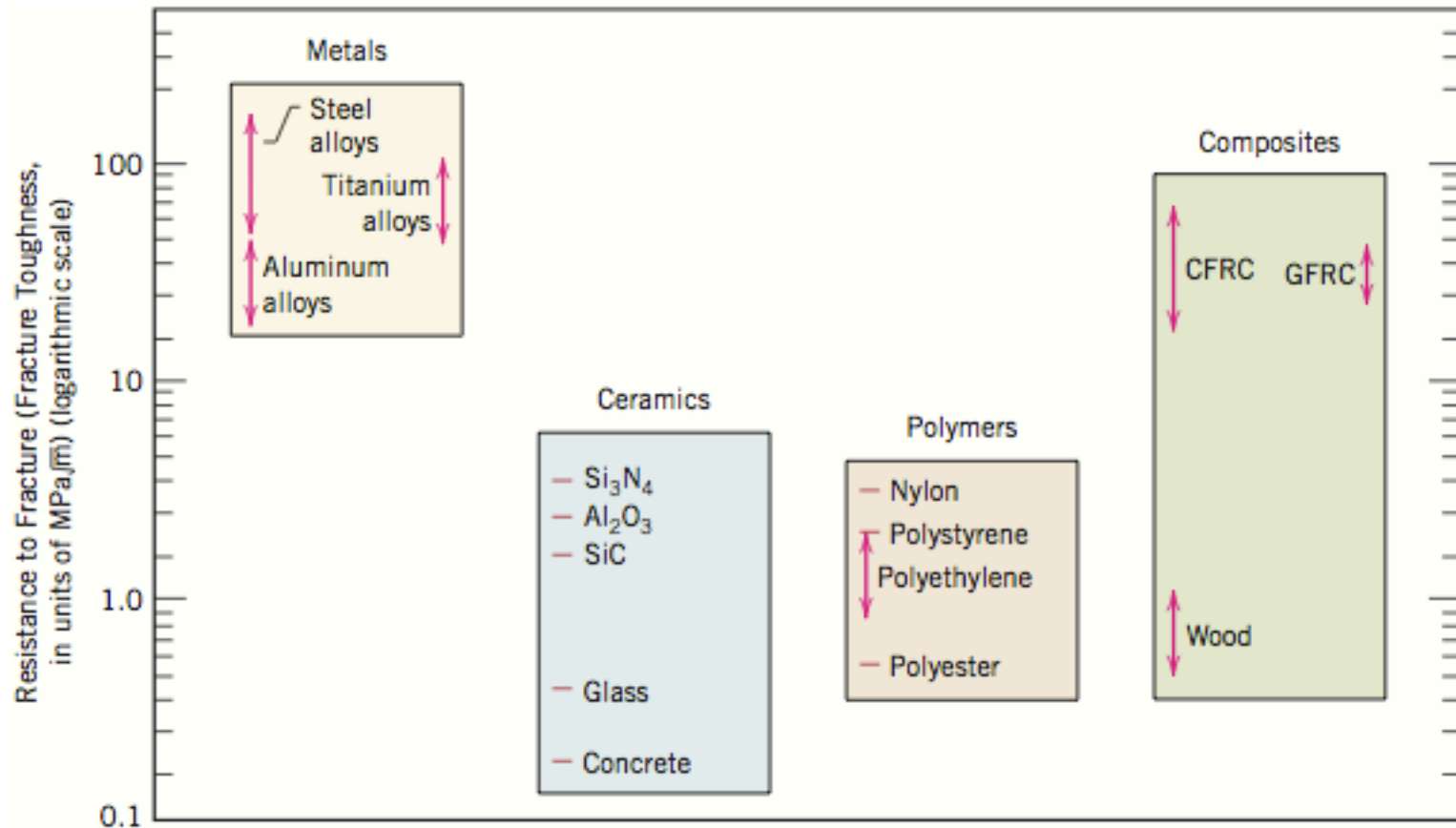
Ör: Petrol boru bağlantıları için camla güçlendirilen polifenilen sülfür (PPS). (Yenim direnci yüksek)

# Karma Malzemeler



# *Malzemeler Arasında Karşılaştırma*





**Figure 1.6** Bar-chart of room-temperature resistance to fracture (i.e., fracture toughness) for various metals, ceramics, polymers, and composite materials. (Reprinted from *Engineering Materials 1: An Introduction to Properties, Applications and Design*, third edition, M. F. Ashby and D. R. H. Jones, pages 177 and 178, Copyright 2005, with permission from Elsevier.)

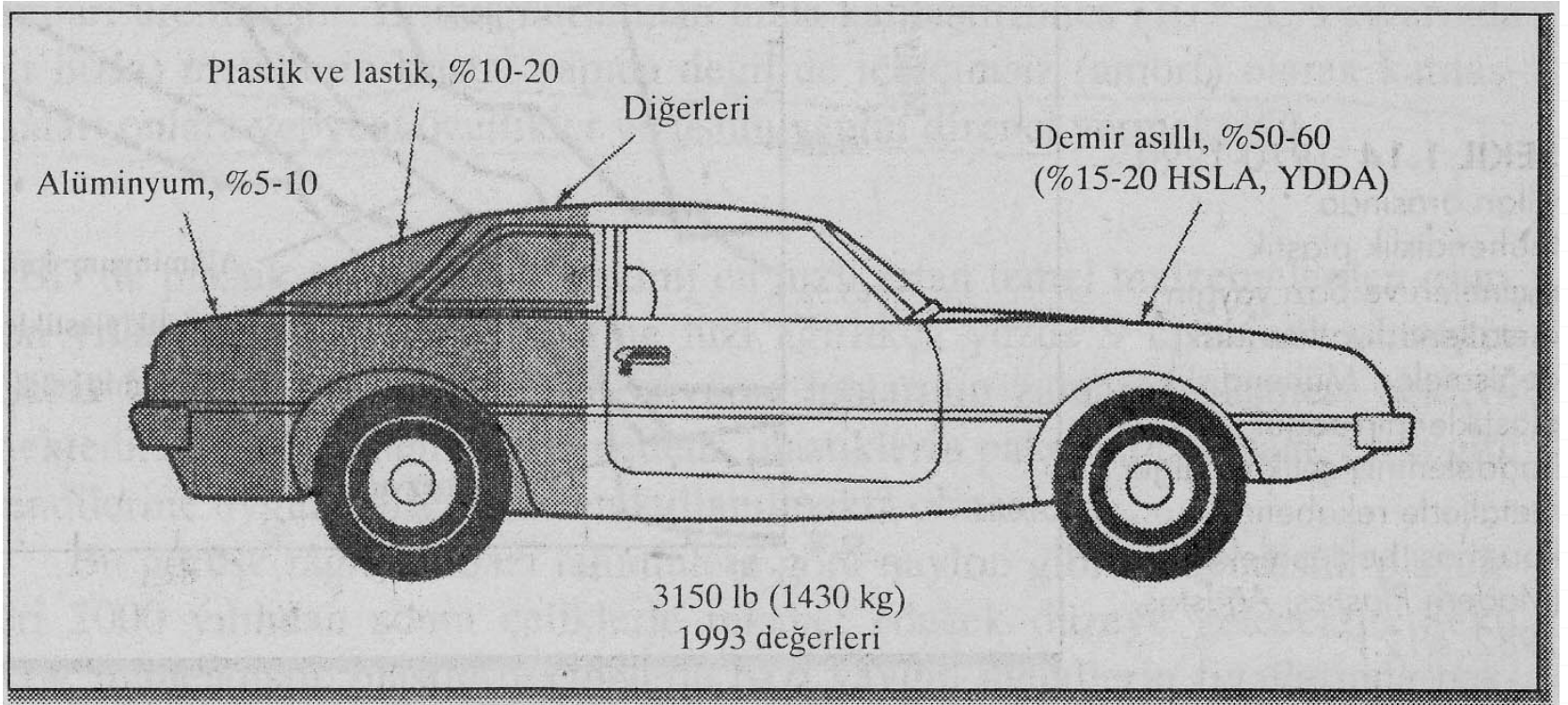
# *Malzemeler Arası Rekabet*

**1978 ; bir ABD arabası 1800 kg**

**%60 demir ve elik**

**%10-20 plastik**

**%3-5 Al**



# İleri Malzemeler

Yüksek teknoloji uygulamalarında kullanılan malzemeler;

- Yarı iletkenler
- Biyomalzemeler
- Akıllı malzemeler
- Nanomalzemeler

\*\* İleri teknoloji kavramı ile nispeten gelişmiş ve karmaşık prensiplere göre fonksiyonunu yerine getiren veya çalışan cihazlar ya da ürünler kastedilmektedir.

# İleri Malzemeler

İleri malzemeler, tipik olarak özellikleri iyileştirilmiş geleneksel malzemeler veya yeni geliştirilmiş yüksek performanslı malzemeler olabilir.

Metal, seramik, plastik gibi bütün malzeme türlerinden olabilen bu malzemelerin genellikle maliyetleri yüksektir.

\*\* Lazerlerde, entegre devrelerde, manyetik bilgi depolama cihazlarında, LCD lerde, fiber optiklerde, uzay araçlarında, insan vücudunda, uçaklarda...

# İleri Malzemeler

Yarı İletkenler:

Elektriksel özellikleri, elektriksel açıdan iletken metal ve alaşımları ile yalıtkan seramik ve polimer malzemelerin arasındadır.

Yaklaşık son 30 yılda, elektronik ve bilgisayar endüstrisinde devrime yol açan entegre devrelerin gelişmesini sağlamıştır.

# İleri Malzemeler

Biyomalzemeler:

Vücudun hastalanmış veya hasar görmüş kısımlarının tamiri veya yerine geçmesi üzerine insan vücuduna yerleştirilen parçalarda kullanılır.

Bu malzemelerin toksik madde üretmemesi ve vücut dokusu ile uyumlu olması gerekir.

Bütün malzeme türleri, biyomalzeme olarak kullanım alanı bulmuştur.

# İleri Malzemeler

Akıllı Malzemeler:

Birçok teknoloji üzerinde önemli etkileri bulunan en yeni malzeme grubudur.

Akıllı nitelmesi bu malzemelerin, yaşayan organizmalarda görüldüğü gibi, bulundukları ortamda meydana gelen değişiklikleri hissedebildiklerine ve önceden belirlenen bir cevap oluşturabildiklerine işaret etmektedir.

# İleri Malzemeler

## Akıllı Malzemeler:

Bir akıllı malzeme giriş sinyalini algılayan bir çeşit sensör ve bu sinyale uygun bir cevap oluşturan bir aktüatörden (uyarıcıdan) oluşur. Aktüatörlerden, sıcaklıkta, elektriksel ve/veya manyetik alanda meydana gelen bir değişikliğe karşılık olarak şekillerini, konumlarını, doğal frekanslarını ya da mekanik özelliklerini değiştirmeleri beklenir.

# İleri Malzemeler

## Nanomalzemeler:

Son derece dikkat çekici özellikleri ile teknolojiye beklentinin yüksek olduğu bir malzeme sınıfıdır. Nanomalzemeler, dört temel malzeme türünün herhangi birine ait olabilir. Diğer malzemelerden, kimyasal yapılarına göre değil, boyut açısından ayrılırlar.

\*\*Nano ön eki ( $10^{-9}$  m) ölçeğinde ve 100 nm nin altında (yaklaşık olarak 500 atom çapına denk)

# İleri Malzemeler

## Akıllı Malzemeler:

Parçacık boyutları atomsal boyutlara yaklaştığında, malzemelerin sergiledikleri bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerde çarpıcı değişiklikler meydana gelir.

✓ Örneğin; makro ölçekte mat davranan malzemeler, nano ölçekte saydam hale gelebilirler. Elektriksel olarak yalıtkan malzemeler, iletken davranabilirler.

Nanomalzemeler, elektronik, biyomedikal, spor, enerji üretimi ve diğer endüstriyel uygulamalarda

# *Atom Yapısı ve Bağlar*

- 0 Malzemelerin temel yapı birimidir,
- 0 Atomlar başlıca üç temel parçacıktan oluşur :
  - protonlar
  - nötronlar
  - elektronlar

Çekirdek çapı= $10^{-14}$  m

Protonun kütlesi: $1.673 \times 10^{-24}$ g

Birim yükü= $+1.602 \times 10^{-19}$  C

Nötronun kütlesi: $1.675 \times 10^{-24}$ g

Elektronun kütlesi: $9.109 \times 10^{-28}$ g (protonun  $1/1836$ ' si)

Birim yükü= $-1.602 \times 10^{-19}$  C

*Dış yörüngedeki elektronlar;*

0Elektrik

0Mekanik

0Kimyasal

0Isıl

*Özellikleri belirler*

# *Atom numarası ( $^ZX$ ) ve Atom kütlesi* *(kütle numarası, $_AX$ )*

0 Proton sayısı

0 Her elementin kendine özgü atom sayısı vardır

0 Avogadro sayısı

Bir atomun bağıl atom kütlesi o elementin  $6,02 \cdot 10^{23}$  atomunun gram cinsinden kütlesine eşittir.

## Atom Sayıları (Atom Numarası, $^Z X$ )

|                        |                     |                    |                    |                    |                     |                    |                     |                    |                     |                    |                     |                    |                    |                     |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                     |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                     |                    |                     |                    |                     |                    |  |  |  |  |  |
|------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--|--|--|--|--|
| 1A                     |                     |                    |                    |                    |                     |                    |                     |                    |                     |                    |                     |                    |                    |                     |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                     | 8A                  |                    |                    |                    |                    |                    |                     |                    |                     |                    |                     |                    |  |  |  |  |  |
| 1<br>1s                | 1<br>H<br>1.00797   | 2A                 |                    |                    |                     |                    |                     |                    |                     |                    |                     |                    |                    |                     |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                     | 2<br>He<br>4.0026   |                    |                    |                    |                    |                    |                     |                    |                     |                    |                     |                    |  |  |  |  |  |
| 2<br>2s2p              | 3<br>Li<br>6.941    | 4<br>Be<br>9.0122  |                    |                    |                     |                    |                     |                    |                     |                    |                     |                    |                    |                     |                     |                    |                    | 5<br>B<br>10.811   | 6<br>C<br>12.01115 | 7<br>N<br>14.0067  | 8<br>O<br>15.9994   | 9<br>F<br>18.9984   | 10<br>Ne<br>20.179 |                    |                    |                    |                    |                     |                    |                     |                    |                     |                    |  |  |  |  |  |
| 3<br>3p3p              | 11<br>Na<br>22.9898 | 12<br>Mg<br>24.305 | 3B                 | 4B                 | 5B                  | 6B                 | 7B                  | 8B                 |                     |                    |                     | 1B                 | 2B                 | 13<br>Al<br>26.9815 | 14<br>Si<br>28.086  | 15<br>P<br>30.9738 | 16<br>S<br>32.064  | 17<br>Cl<br>35.453 | 18<br>Ar<br>39.948 |                    |                     |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                     |                    |                     |                    |                     |                    |  |  |  |  |  |
| 4<br>4s3d4p            | 19<br>K<br>39.098   | 20<br>Ca<br>40.08  | 21<br>Sc<br>44.956 | 22<br>Ti<br>47.88  | 23<br>V<br>50.942   | 24<br>Cr<br>51.996 | 25<br>Mn<br>54.9380 | 26<br>Fe<br>55.847 | 27<br>Co<br>58.9332 | 28<br>Ni<br>58.69  | 29<br>Cu<br>63.54   | 30<br>Zn<br>65.38  | 31<br>Ga<br>69.72  | 32<br>Ge<br>72.59   | 33<br>As<br>74.9216 | 34<br>Se<br>78.96  | 35<br>Br<br>79.904 | 36<br>Kr<br>83.80  |                    |                    |                     |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                     |                    |                     |                    |                     |                    |  |  |  |  |  |
| 5<br>5s4d5p            | 37<br>Rb<br>86.47   | 38<br>Sr<br>87.62  | 39<br>Y<br>88.906  | 40<br>Zr<br>91.22  | 41<br>Nb<br>92.906  | 42<br>Mo<br>95.94  | 43<br>Tc<br>(98)    | 44<br>Ru<br>101.07 | 45<br>Rh<br>102.906 | 46<br>Pd<br>106.4  | 47<br>Ag<br>107.870 | 48<br>Cd<br>112.41 | 49<br>In<br>114.82 | 50<br>Sn<br>118.69  | 51<br>Sb<br>121.75  | 52<br>Te<br>127.60 | 53<br>I<br>126.905 | 54<br>Xe<br>131.29 |                    |                    |                     |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                     |                    |                     |                    |                     |                    |  |  |  |  |  |
| 6<br>6s(4f)<br>5d6p    | 55<br>Cs<br>132.905 | 56<br>Ba<br>137.33 | 71<br>Lu<br>174.97 | 72<br>Hf<br>178.49 | 73<br>Ta<br>180.948 | 74<br>W<br>183.85  | 75<br>Re<br>186.2   | 76<br>Os<br>190.2  | 77<br>Ir<br>192.2   | 78<br>Pt<br>195.08 | 79<br>Au<br>196.967 | 80<br>Hg<br>200.59 | 81<br>Tl<br>204.38 | 82<br>Pb<br>207.19  | 83<br>Bi<br>208.980 | 84<br>Po<br>(209)  | 85<br>At<br>(210)  | 86<br>Rn<br>(222)  |                    |                    |                     |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                     |                    |                     |                    |                     |                    |  |  |  |  |  |
| 7<br>7s(5f)<br>6d7p    | 87<br>Fr<br>(223)   | 88<br>Ra<br>226    | 103<br>Lr<br>(260) | 104<br>Rf<br>(257) | 105<br>Ha<br>(260)  |                    |                     |                    |                     |                    |                     |                    |                    |                     |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                     |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                     |                    |                     |                    |                     |                    |  |  |  |  |  |
| *Lantanit serisi<br>4f |                     |                    |                    |                    |                     |                    |                     |                    |                     |                    |                     |                    |                    |                     |                     |                    |                    |                    |                    | 57<br>La<br>138.91 | 58<br>Ce<br>140.12  | 59<br>Pr<br>140.907 | 60<br>Nd<br>144.24 | 61<br>Pm<br>(145)  | 62<br>Sm<br>150.36 | 63<br>Eu<br>151.96 | 64<br>Gd<br>157.25 | 65<br>Tb<br>158.924 | 66<br>Dy<br>162.50 | 67<br>Ho<br>164.930 | 68<br>Er<br>167.26 | 69<br>Tm<br>168.934 | 70<br>Yb<br>173.04 |  |  |  |  |  |
| †Aktinit serisi<br>5f  |                     |                    |                    |                    |                     |                    |                     |                    |                     |                    |                     |                    |                    |                     |                     |                    |                    |                    |                    | 89<br>Ac<br>227.03 | 90<br>Th<br>232.038 | 91<br>Pa<br>231.04  | 92<br>U<br>238.03  | 93<br>Np<br>237.05 | 94<br>Pu<br>(244)  | 95<br>Am<br>(243)  | 96<br>Cm<br>(247)  | 97<br>Bk<br>(247)   | 98<br>Cf<br>(251)  | 99<br>Es<br>(252)   | 100<br>Fm<br>(257) | 101<br>Md<br>(258)  | 102<br>No<br>(259) |  |  |  |  |  |

## Örnek 2.1

### Örnek Problem 2.1

- (a) Bir bakır atomunun gram cinsinden kütlesi nedir?  
(b) 1 g bakırda ne kadar bakır atomu bulunur?

#### Çözüm:

- (a) Bakırın atom kütlesi 63.54 g/mol'dür. 63.54 gram atomda  $6.02 \times 10^{23}$  atom bulunduğu için, bir gram atomdaki atom sayısı şöyle hesaplanır:

$$\frac{63.54 \text{ g/mol Cu}}{6.02 \times 10^{23} \text{ atom/mol}} = \frac{x \text{ g Cu}}{1 \text{ atom}}$$

## *Atom Sayıları ve Atom Kütleleri*

$x = 1$  Cu atomunun kütlesi

$$= \frac{63.54 \text{ g/mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ atom/mol}} \times 1 \text{ atom} = 1.05 \times 10^{-22} \text{ g} \blacktriangleleft$$

(b) 1 g bakırdaki bakır atomlarının sayısı:

$$\frac{6.02 \times 10^{23} \text{ atom/mol}}{63.54 \text{ g/mol Cu}} = \frac{x \text{ Cu atomu}}{1 \text{ g Cu}}$$

$$\begin{aligned} x = \text{Cu atomlarının sayısı} &= \frac{(6.02 \times 10^{23} \text{ atom/mol})(1 \text{ g Cu})}{63.54 \text{ g/mol Cu}} \\ &= 9.47 \times 10^{21} \text{ atom} \blacktriangleleft \end{aligned}$$

## Örnek 2.2

0 ABD 2.5 Cent' in dış metal tabakası ağ. 75 wt % bakır ve ağ. 25 % nikelden oluşan bir alaşımdır. Bu malzemedeki Cu ve Ni' in atomsal yüzdeleri nedir?

# *Atom Sayıları ve Atom Kütleleri*

## **Çözüm:**

Ağ. %75 bakır ve ağ. %25 nikel alaşımının yüz gramında 75 g Cu ve 25 g Ni vardır. Buna göre bakır ve nikelin gram-mol sayıları şöyledir:

$$\text{Cu'ın gram-mol sayısı} = \frac{75 \text{ g}}{63.54 \text{ g/mol}} = 1.1803 \text{ mol}$$

$$\text{Ni'in gram-mol sayısı} = \frac{25 \text{ g}}{58.69 \text{ g/mol}} = \underline{0.4260 \text{ mol}}$$

$$\text{Toplam gram mol} = 1.6063 \text{ mol}$$

Buna göre Cu ve Ni'in atom yüzdeleri şöyle olur:

$$\text{Atom \% Cu} = \left( \frac{1.1803 \text{ mol}}{1.6063 \text{ mol}} \right) (\%100) = \text{at \% } 73.5 \blacktriangleleft$$

$$\text{Atom \% Ni} = \left( \frac{0.4260 \text{ mol}}{1.6063 \text{ mol}} \right) (\%100) = \text{at \% } 26.5 \blacktriangleleft$$

# Atomların elektron yapıları

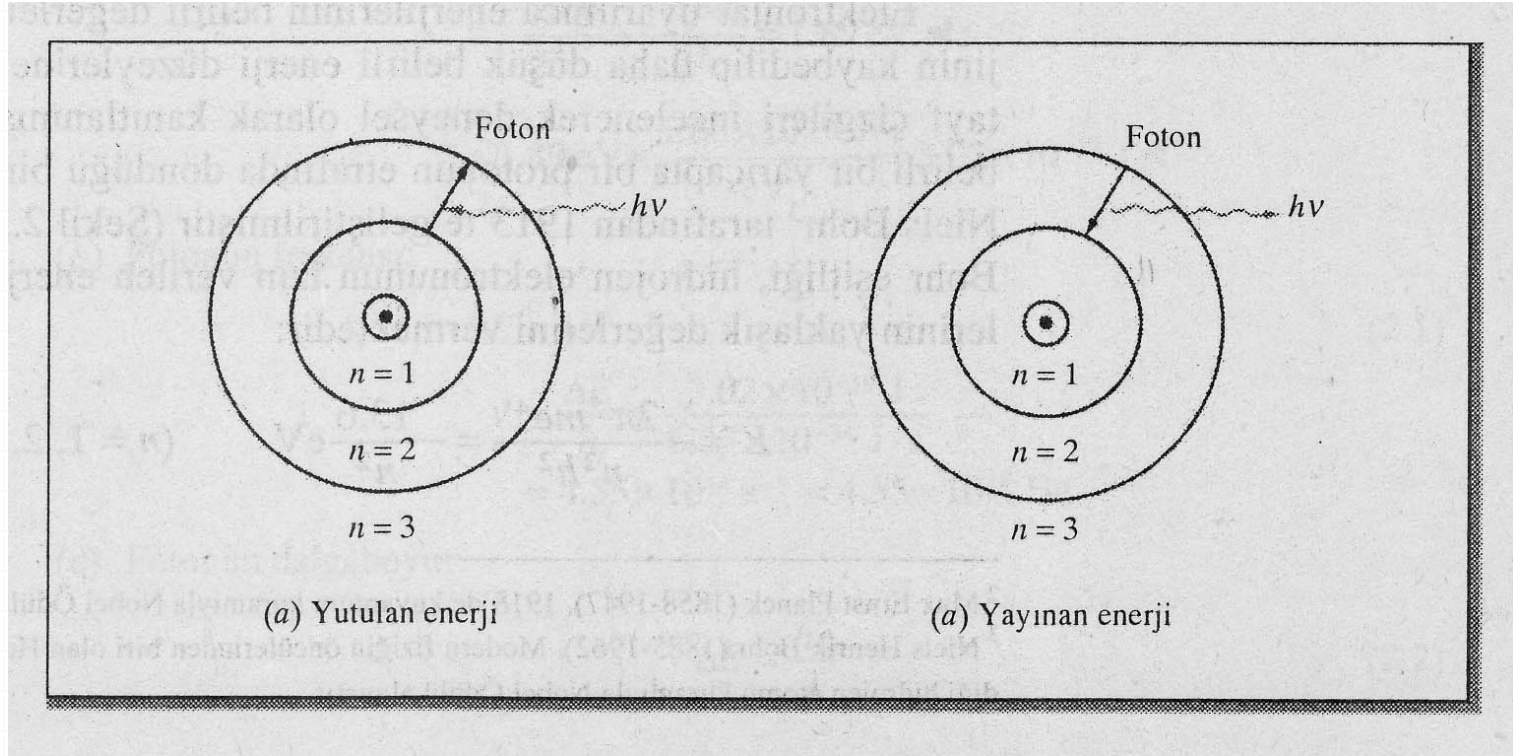
**Hidrojen atomu bir protondan oluşan çekirdeğin etrafını çeviren bir elektronla en basit atomdur.**

**Hidrojen elektronunun, çekirdeğin etrafında bulunabileceği belirli yörüngeleri vardır.**

Elektronların sınırlı enerji değerlerine sahip olmalarının nedeni sadece belirli enerji değerlerine izin veren kuantum mekaniği yasalarına uymalarıdır.

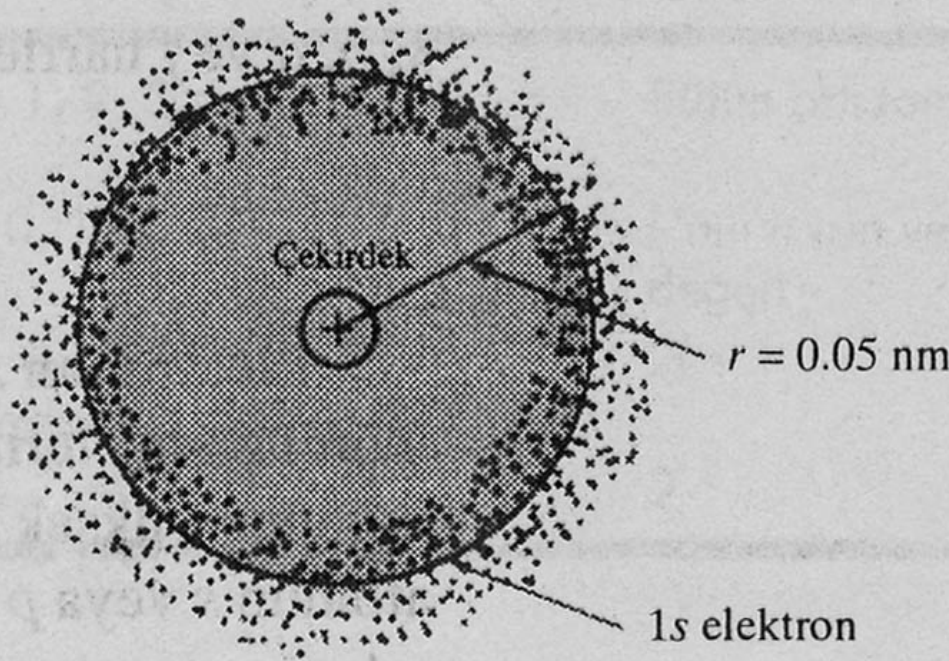
- Buna göre bir H elektronu daha yüksek bir yörüngeye uyarılacak olursa belirli miktarda enerji soğuracaktır.
- Elektron daha alttaki bir enerji düzeyine düştüğünde de yine belirli miktarda enerji açığa çıkacaktır.

# Atomların elektron yapıları



- (a) Daha yüksek bir yörüngeye uyarılan hidrojen elektronu;
- (b) hidrojen elektronunun yüksekteki bir enerji yörüngesinden daha alttaki bir yörüngeye geçişi ve bunun bir sonucu olarak  $h\nu$  enerjisinde bir fotonun açığa çıkması

# Atomların Elektron Yapıları



Taban durumundaki H atomunun etrafındaki elektron enerjisini bulutunun gösterimi  $r = 0.05 \text{ nm}$  deki dış daire ilk Bohr yörüngesini göstermektedir ve elektronun bulunma olasılığının en fazla olduğu bölgedir.

# *Atomların Kuantum Sayıları*

- 0) Elektronların çekirdekleri etrafında hareketlerinin ve enerjilerinin sadece birincil kuwantum sayısıyla değil dört ayrı kuwantum sayısıyla tanımlanmaktadır,
- 1) birincil kuwantum sayısı  $n$ ,
- 2) ikincil kuwantum sayısı  $\ell$ ,
- 3) mıknatısal kuwantum sayısı  $m_\ell$ ,
- 4) elektron dönü kuwantum sayısı  $m_s$ ,

## *Birincil kuvantum sayısı ( $n$ )*

- Temel enerji seviyelerini gösterir
- $n$  değerleri 1-7

## Birincil kuvantum sayısı, $n$

Birincil kuvantum sayısı Bohr eşitliğindeki  $n'$  ye karşılık gelir.

Artı tamsayılarla gösterilir.

$n'$  nin değeri büyüdükçe kabuk çekirdekten uzakta yer alır, dolayısıyla bir elektronun birincil kuvantum sayısı büyüdükçe elektron çekirdekten daha uzakta bulunacak demektir.

## *İkicil kuvantum sayısı, (l)*

- Özel alt enerji seviyeleri vardır
- 0,1,2,3,..... (n-1)
- s,p,d,f alt enerji seviyeleri

| Sayı tanımlaması (l) | 0 | 1 | 2 | 3 |
|----------------------|---|---|---|---|
| Harf tanımlaması (l) | s | p | d | f |

## *İkincil kuvantum sayısı, $\ell$*

Bir diğer kuvantum sayısıdır,

Ana enerji düzeyleri içindeki ikincil enerji düzeylerini tanımlar

Elektronun  $s$ ,  $p$ ,  $d$  ve  $f$  alt enerji düzeyleri *yörüngemsiler* diye adlandırılır,

## *Manyetik kuvantum sayısı ( $m_l$ )*

- Elektron enerjilerindeki etkisi çok düşüktür
- $l$  orbitaline bağlıdır  
 $m_s = +l$  arası  $-l$  ve 0  
Toplam sayı  $= 2 * l + 1$ 
  - Bir  $s$  orbitali
  - Üç  $p$  orbitali
  - Beş  $d$  orbitali
  - 7  $f$  orbitali

# *Manyetik kuvantum sayısı, $m_\ell$*

Üçüncü kuvantum sayısı, tek bir atom yörüngemsisinin uzaydaki yönlemini tanımlamakta olup elektronun enerjisi üzerinde pek az etkisi vardır,

$m_\ell$  değeri sıfır dahil  $-\ell$  ' den  $+\ell$  ' ye kadar değer alabilmektedir,

$\ell=0$  için  $m_\ell=0$  ' dır,

$\ell=1$  için  $m_\ell=-1,0,+1$  ' dir, yani izin verilen değer üçtür

## *Elektron dönü kuvantum sayısı, ( $m_s$ )*

$m_s$  değerleri  $+1/2$  ve  $-1/2$

- Elektron enerjileri üzerinde oldukça düşük etkileri vardır.

## *Pauli Exclusion Prensibi:*

*Bir atomik orbital en fazla iki elektron taşıyabilir ve bu elektronlar ters yönde dönerler.*

## *Elektron dönü kuvantum sayısı $m_s$*

Saat yönü ve saatin ters yönünde dönümler için izin verilen değerler  $+1/2$  ve  $-1/2$  ' dir,

Pauli teklik ilkesine göre bir atomdaki iki elektron aynı dört kuvantum sayısına sahip olamaz

## Elektronların Kuantum Sayıları için İzin Verilen Değerler

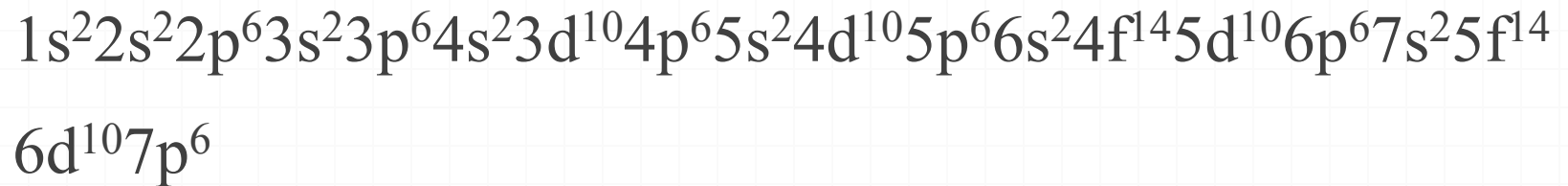
|       |                           |  |                                  |
|-------|---------------------------|--|----------------------------------|
| $n$   | Birincil kuantum sayısı   | $n = 1, 2, 3, 4, \dots$                          | Bütün artı tamsayılar            |
| $l$   | İkincil kuantum sayısı    | $l = 0, 1, 2, 3, \dots, (n - 1)$                 | $l$ 'nin $n$ izin verilen değeri |
| $m_l$ | Mıknatısal kuantum sayısı | sıfır dahil $-l$ 'den $+l$ 'ye kadar tam sayılar | $2l + 1$                         |
| $m_s$ | Dönü kuantum sayısı       | $+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$                     | 2                                |

Her bir kabukta bulunabilecek en yüksek elektron sayısı

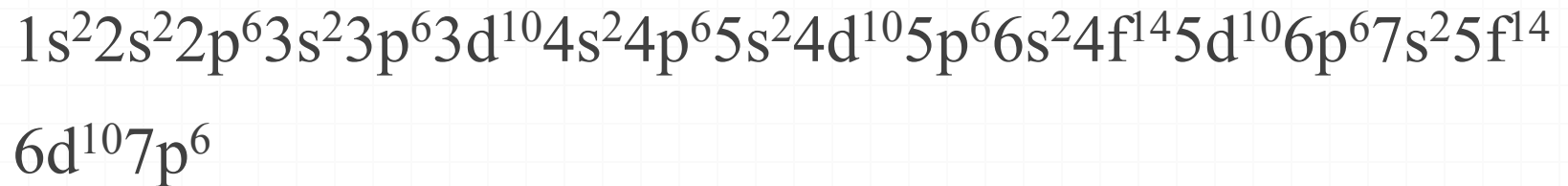
| Kabuk sayısı, $n$<br>(birincil kuvantum sayısı) | Her bir kabukta<br>bulunabilecek<br>en yüksek<br>elektron adedi<br>( $2n^2$ ) | Yörüngemsilerde<br>bulunabilecek<br>en yüksek<br>elektron adedi |
|---|---|---|
| 1   | $2(1^2) = 2$  | $s^2$   |
| 2   | $2(2^2) = 8$  | $s^2 p^6$   |
| 3   | $2(3^2) = 18$   | $s^2 p^6 d^{10}$  |
| 4   | $2(4^2) = 32$   | $s^2 p^6 d^{10} f^{14}$   |
| 5   | $2(5^2) = 50$   | $s^2 p^6 d^{10} f^{14} \dots$                                   |
| 6   | $2(6^2) = 72$   | $s^2 p^6 \dots$   |
| 7   | $2(7^2) = 98$   | $s^2 \dots$   |

# *Elementlerin Elektron Kurulumları*

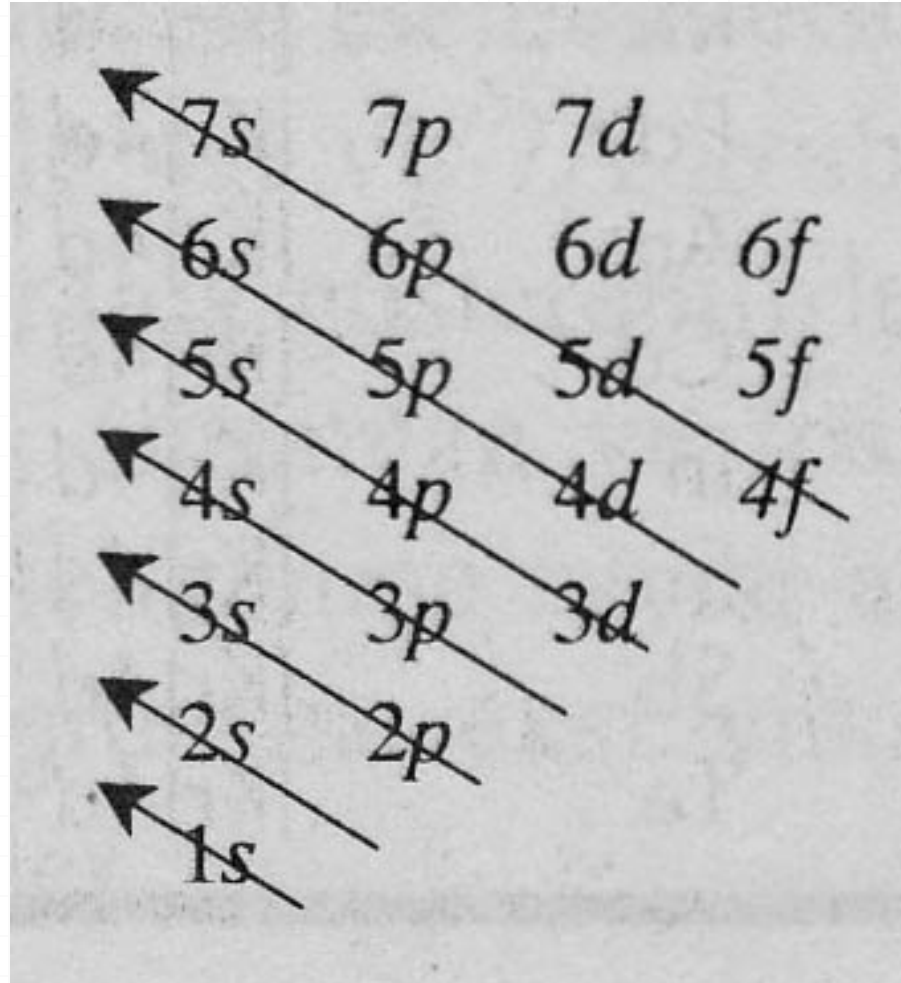
Elektronların yörüngemsileri doldurma düzeni:



Şöyle de olabilir:



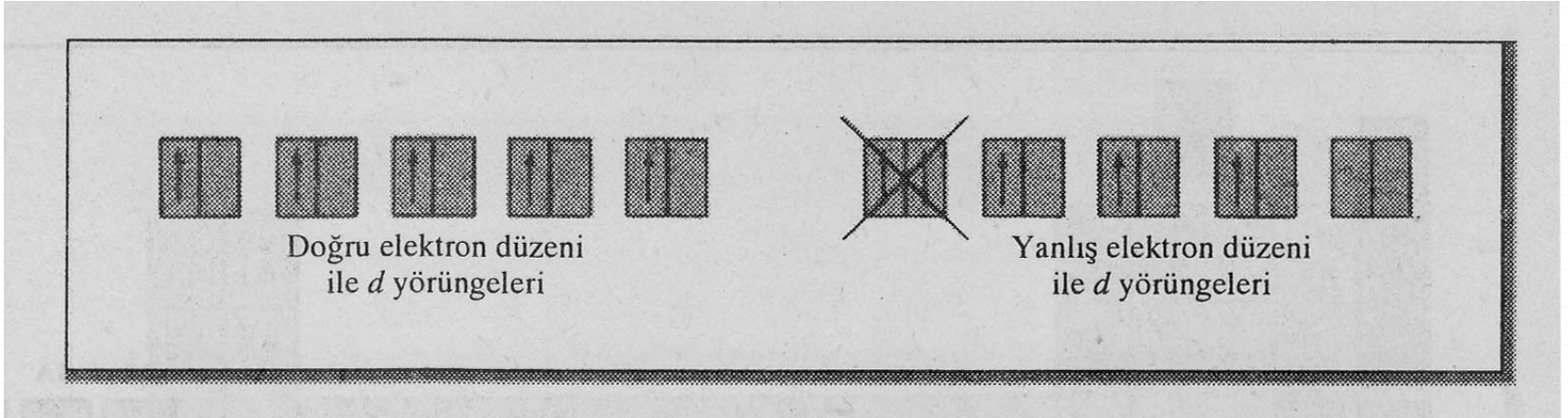
# *Elektron Kurulumları*



# *Elektron Kurulumlarındaki Düzensizlikler*

- 0 Bakırın ( $Z=29$ ) dış elektron kurulumu  $3d^{10}4s^1$  dir. Oysa verilen sisteme göre  $3d^94s^2$  olması gerekmektedir,
- 0 Aynı ikincil kuantum sayısına sahip elektronlar mümkün olan en fazla sayıda paralel dönülere sahiptir, buna göre eğer d yörüngesinde 5 elektron varsa her bir d yörüngesinde bir elektron olacak ve bütün elektronların dönü yönleri aynı olacaktır

# *Elektron Kurulumlarındaki Düzensizlikler*



**$d$  yörüngesindeki çiftlenmemiş elektronların dönü  
yönleri**

# ***Oksidasyon numarası***

- 0 ***Elektro pozitif element:*** metalik, elektron bırakır; katyon üretir (1A-2A)
- 0 ***Elektro negatif element:*** nonmetalik element, elektron alır; anyon üretir (6A-7A)
- 0 4A-7A grubundaki bazı elementler her ikisi gibi davranır. (Karbon, germanyum, arsenik, antimon, fosfor and silika)

# *Elektron yapısı ve kimyasal tepkinlik*

- 0 Soygazlar
- 0 Elektropozitif elementler
- 0 Elektronegatif elementler

## *Elektronegatiflik:*

Bir atomun elektronları kendine çekme derecesidir.

|                  |                  |                  |  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |   |  |
|------------------|------------------|------------------|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---|--|
|                  |                  |                  |  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <b>H</b><br/>2.1         </div> |  |
| <b>Li</b><br>1.0 | <b>Be</b><br>1.5 |                  |  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  | <b>B</b><br>2.0  | <b>C</b><br>2.5  | <b>N</b><br>3.1  | <b>O</b><br>3.5  | <b>F</b><br>4.1   |  |
| <b>Na</b><br>1.0 | <b>Mg</b><br>1.3 |                  |  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  | <b>Al</b><br>1.5 | <b>Si</b><br>1.8 | <b>P</b><br>2.1  | <b>S</b><br>2.4  | <b>Cl</b><br>2.9  |  |
| <b>K</b><br>0.9  | <b>Ca</b><br>1.1 | <b>Sc</b><br>1.2 | <b>Ti</b><br>1.3                           | <b>V</b><br>1.5  | <b>Cr</b><br>1.6 | <b>Mn</b><br>1.6 | <b>Fe</b><br>1.7 | <b>Co</b><br>1.7 | <b>Ni</b><br>1.8 | <b>Cu</b><br>1.8 | <b>Zn</b><br>1.7 | <b>Ga</b><br>1.8 | <b>Ge</b><br>2.0 | <b>As</b><br>2.2 | <b>Se</b><br>2.5 | <b>Br</b><br>2.8  |  |
| <b>Rb</b><br>0.9 | <b>Sr</b><br>1.0 | <b>Y</b><br>1.1  | <b>Zr</b><br>1.2                           | <b>Nb</b><br>1.3 | <b>Mo</b><br>1.3 | <b>Tc</b><br>1.4 | <b>Ru</b><br>1.4 | <b>Rh</b><br>1.5 | <b>Pd</b><br>1.4 | <b>Ag</b><br>1.4 | <b>Cd</b><br>1.5 | <b>In</b><br>1.5 | <b>Sn</b><br>1.7 | <b>Sb</b><br>1.8 | <b>Te</b><br>2.0 | <b>I</b><br>2.2   |  |
| <b>Cs</b><br>0.9 | <b>Ba</b><br>0.9 | <b>La</b><br>1.1 | <b>Hf</b><br>1.2                           | <b>Ta</b><br>1.4 | <b>W</b><br>1.4  | <b>Re</b><br>1.5 | <b>Os</b><br>1.5 | <b>Ir</b><br>1.6 | <b>Pt</b><br>1.5 | <b>Au</b><br>1.4 | <b>Hg</b><br>1.5 | <b>Tl</b><br>1.5 | <b>Pb</b><br>1.6 | <b>Bi</b><br>1.7 | <b>Po</b><br>1.8 | <b>At</b><br>2.0  |  |
| <b>Fr</b><br>0.9 | <b>Ra</b><br>0.9 | <b>Ac</b><br>1.0 | Lanthanides: 1.0-1.2<br>Actinides: 1.0-1.2 |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |   |  |

|           |           |           |  |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Li</b> | <b>Be</b> |           |  |           |           |           |           |           |           |           |           | <b>B</b>  | <b>C</b>  | <b>N</b>  | <b>O</b>  | <b>F</b>  |
| 1.0       | 1.5       |           |  |           |           |           |           |           |           |           |           | 2.0       | 2.5       | 3.1       | 3.5       | 4.1       |
| <b>Na</b> | <b>Mg</b> |           |  |           |           |           |           |           |           |           |           | <b>Al</b> | <b>Si</b> | <b>P</b>  | <b>S</b>  | <b>Cl</b> |
| 1.0       | 1.3       |           |  |           |           |           |           |           |           |           |           | 1.5       | 1.8       | 2.1       | 2.4       | 2.9       |
| <b>K</b>  | <b>Ca</b> | <b>Sc</b> | <b>Ti</b>  | <b>V</b>  | <b>Cr</b> | <b>Mn</b> | <b>Fe</b> | <b>Co</b> | <b>Ni</b> | <b>Cu</b> | <b>Zn</b> | <b>Ga</b> | <b>Ge</b> | <b>As</b> | <b>Se</b> | <b>Br</b> |
| 0.9       | 1.1       | 1.2       | 1.3  | 1.5       | 1.6       | 1.6       | 1.7       | 1.7       | 1.8       | 1.8       | 1.7       | 1.8       | 2.0       | 2.2       | 2.5       | 2.8       |
| <b>Rb</b> | <b>Sr</b> | <b>Y</b>  | <b>Zr</b>  | <b>Nb</b> | <b>Mo</b> | <b>Tc</b> | <b>Ru</b> | <b>Rh</b> | <b>Pd</b> | <b>Ag</b> | <b>Cd</b> | <b>In</b> | <b>Sn</b> | <b>Sb</b> | <b>Te</b> | <b>I</b>  |
| 0.9       | 1.0       | 1.1       | 1.2  | 1.3       | 1.3       | 1.4       | 1.4       | 1.5       | 1.4       | 1.4       | 1.5       | 1.5       | 1.7       | 1.8       | 2.0       | 2.2       |
| <b>Cs</b> | <b>Ba</b> | <b>La</b> | <b>Hf</b>  | <b>Ta</b> | <b>W</b>  | <b>Re</b> | <b>Os</b> | <b>Ir</b> | <b>Pt</b> | <b>Au</b> | <b>Hg</b> | <b>Tl</b> | <b>Pb</b> | <b>Bi</b> | <b>Po</b> | <b>At</b> |
| 0.9       | 0.9       | 1.1       | 1.2  | 1.4       | 1.4       | 1.5       | 1.5       | 1.6       | 1.5       | 1.4       | 1.5       | 1.5       | 1.6       | 1.7       | 1.8       | 2.0       |
| <b>Fr</b> | <b>Ra</b> | <b>Ac</b> | <b>Lanthanides:</b> 1.0-1.2<br><b>Actinides:</b> 1.0-1.2 |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 0.9       | 0.9       | 1.0       |  |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |

## **Metal ve Metal Olmayan Elementlerde Bazı Elektron Yapısı–Kimyasal Özellik İlişkilerinin Özeti**

### **Metaller**

1. Dış kabuklarında az sayıda, çoğunlukla üç veya daha az elektron bulunur
2. Elektronlarını kaybederek katyonlar oluştururlar
3. Düşük eksi ilgililiğe sahiptirler

### **Metal Olmayanlar**

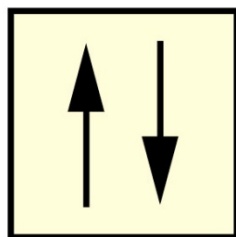
1. Dış kabuklarında dört veya daha fazla elektron bulunur
2. Elektron kazanarak anyonlar oluştururlar
3. Yüksek eksi ilgililiğe sahiptirler

Her bir orbital grubu özel bir enerji taşır ve elektronlar boş orbitallere giderler (*Hund's rule*).

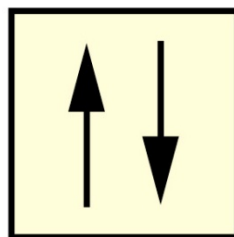
Elektronlar orbitallerin yarısını doldurur ve paralel yönde dizilirler.

# *Elektron Dizilimi*

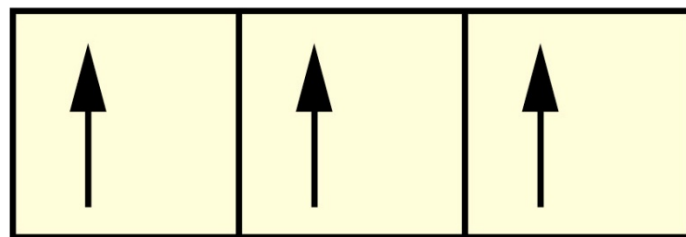
N:



$1s$



$2s$



$2p$

# *Atomik ve Moleküler Bağlar*

**Bağlı durumda atomların potansiyel enerjilerinde net bir azalma olduğundan atomlar arasında kimyasal bağlar meydana gelir. Diğer bir deyişle bağlı atomlar bağırsız atomlardan daha kararlı enerji durumundadır.**

- Birincil veya kuvvetli
  - İkincil veya zayıf

# *Atom ve Molekül Bağlarının Tipleri*

## 0 Birincil Atom Bağları

1. İyonik bağlar
2. Ortaklaşım (kovalent) bağları
3. Metalik bağlar

## 0 İkincil Atom ve Molekül Bağları

1. Kalıcı çift kutup bağları
2. Değişken çift kutup bağları

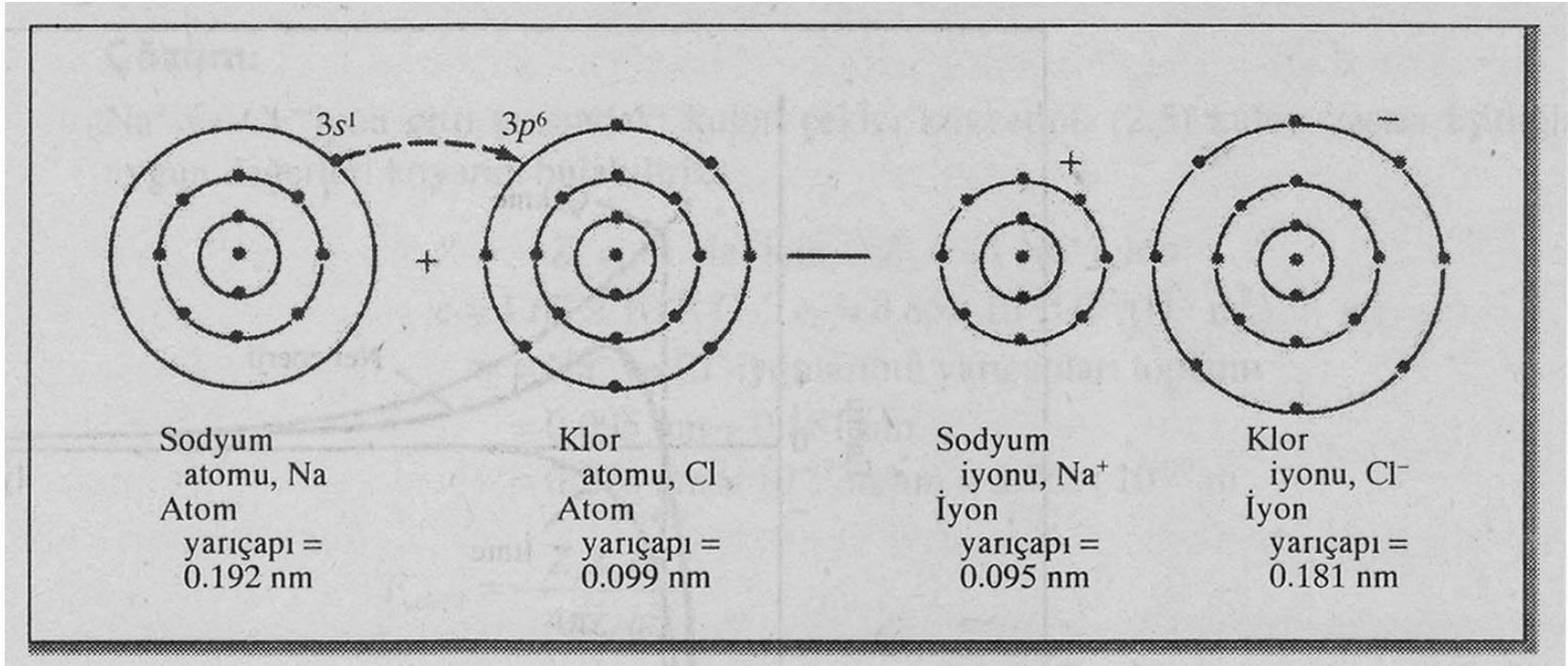
# *İyonik Bağ*

**Yüksek artı ilgili elementlerle (metal) yüksek eksi ilgili elementler arasında oluşan bağlardır.**

**Iyonik bağda bağ kuvvetleri, karşıt yükteki iyonların elektrostatik kuvvet veya kulon kuvveti ile birbirlerini çekmeleri sonucudur.**

- Elektron transferi
- *Neden:* bağlanmadan sonra net iyonik enerji potansiyelini azaltmak
- Na-Cl

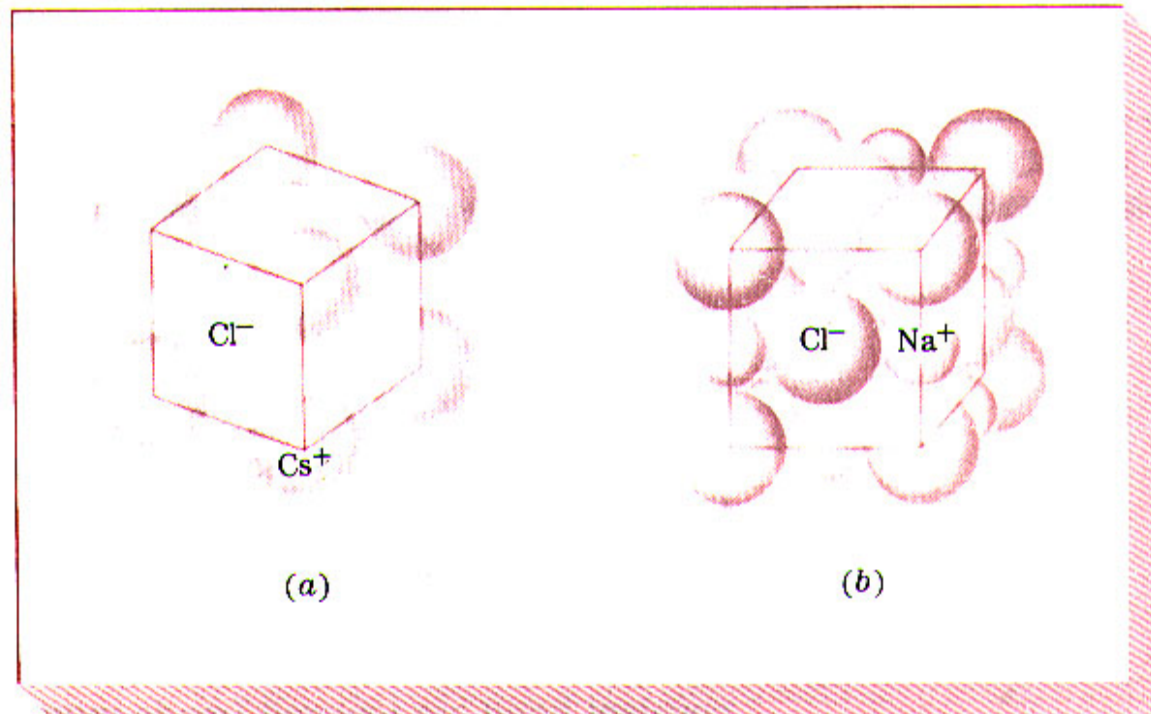
# *İyonik Bağlar*



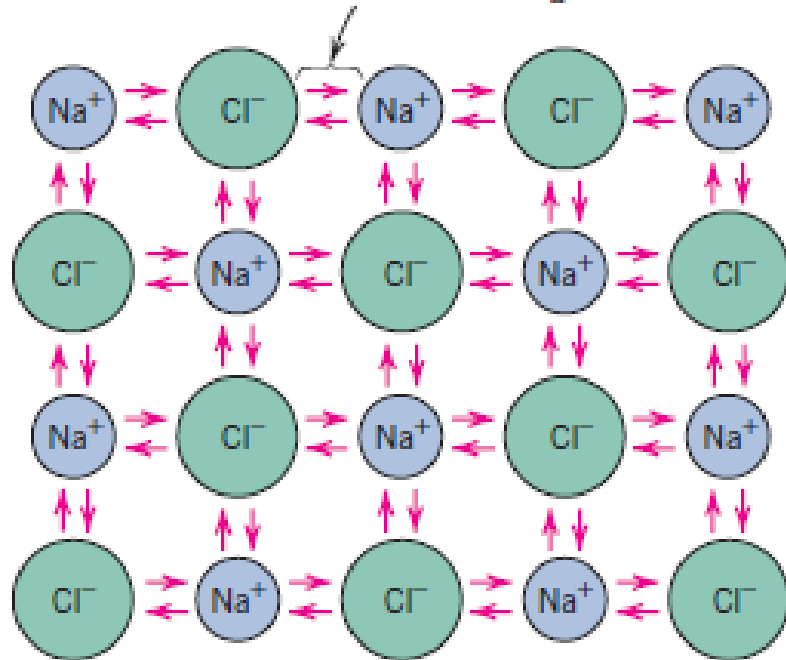
Sodyum ve klor atomlarından bir sodyum klorür iyon çiftinin oluşması. İyonlaşma sürecinde sodyum atomunun bir  $3s^1$  elektronu klor atomunun yarı boş  $3p$  yörüngemesine geçer.

# *İyonik katılarda Düzenlemeler*

**FIGURE 2.13** Ionic packing arrangements in (a) CsCl and (b) NaCl. Eight  $\text{Cl}^-$  ions can pack around a  $\text{Cs}^+$  ion, but only six  $\text{Cl}^-$  ions can pack around a  $\text{Na}^+$  ion. (After C. R. Barrett, W. D. Nix, and A. S. Tetelman, "The Principles of Engineering Materials," Prentice-Hall, 1973, p. 27.)



Coulombic bonding force



# *İyonik bağlı katıların özellikleri*

0 Latis enerjileri ve kaynama noktaları yüksek

0 İyon boyutu arttıkça latis enerjileri azalır



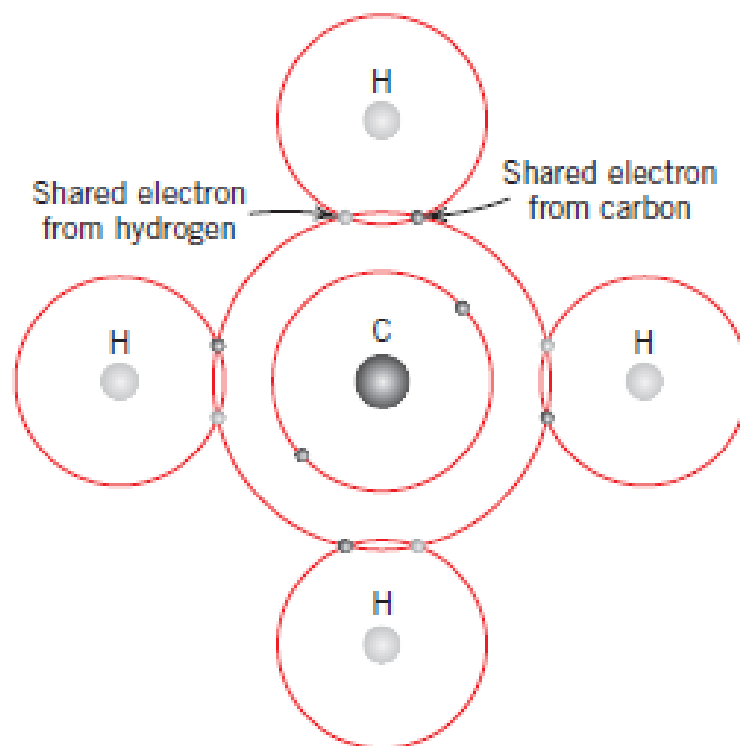
0 İyonik yapıdaki birden fazla bağ latis enerjisiyi artırır.

# *Kovalent bağ*

**İyonik bağ yüksek artı ilgilive eksi ilgili atomlar arasında olduğu halde kovalent bağ eksi ilgililikteki farkları az olan elementler çizelgesinde birbirine yakın atomlar arasında meydana gelir.**

**Kovalent bağlanmada atomlar yaygın olarak dıştaki s ve p elektronlarını paylaşarak soy gaz kurulumunu alırlar.**

- 0 Elementler arası elektronegativite farkı azdır
- 0 Atomlar elektron paylaşır (*s* ve *p*)
- 0 Asal gaz atomu gibi davranır
- 0 Tek bir atom kendi ve diğerleri ile çoklu elektron çiftleri de oluşturabilir.

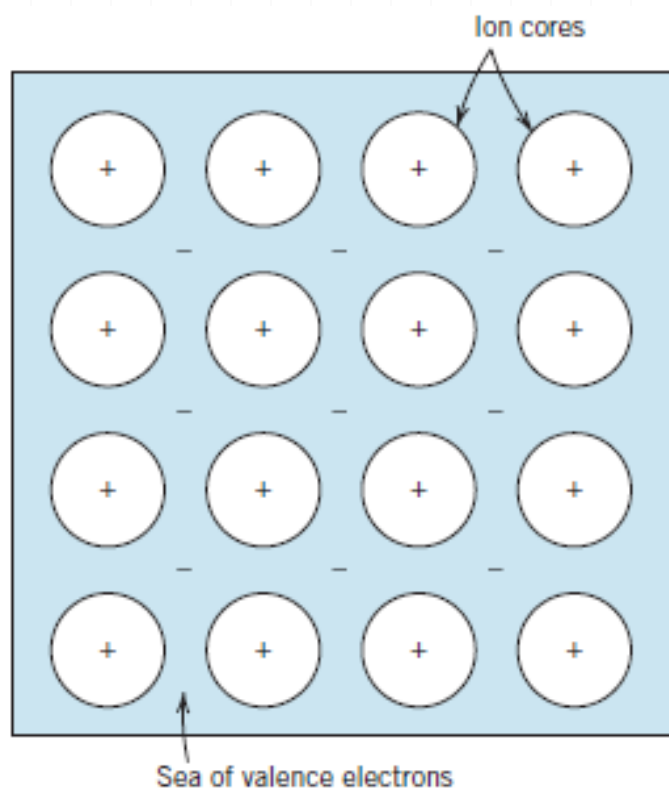


**Figure 2.10** Schematic representation of covalent bonding in a molecule of methane ( $\text{CH}_4$ ).

# ***Metalik bağ***

**Elektron yük bulutu halindeki belirli bir yere bağlı olmayan dış elektronların metal atomları topluluğu tarafından paylaşılmasıyla oluşan yönsüz bağdır.**

- 0 Elektronlar serbest
- 0 Elektrik ve ısı iletkenlik
- 0 Kırılmadan deforme olabilir
- 0 Yönsüz bağlanma
- 0 Valans elektronları etraftaki bir çok elektron tarafından paylaşılır
- 0 1A ve 2A grupları arasında olur

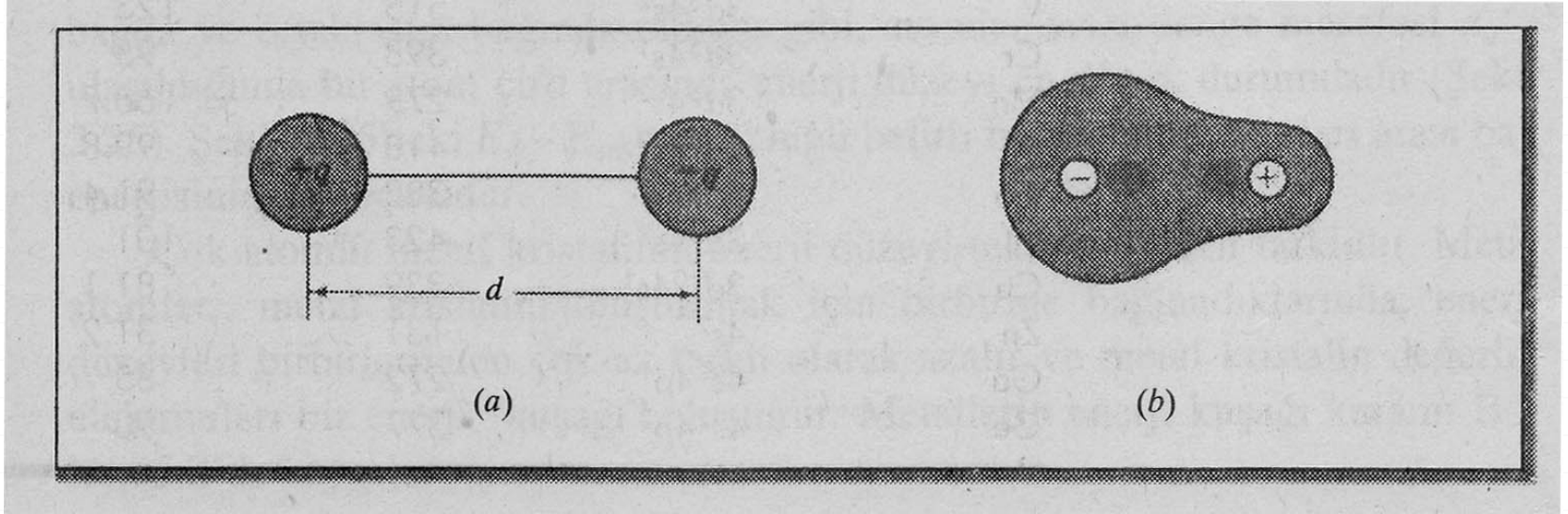


**Figure 2.11** Schematic illustration of metallic bonding.

## *İkincil Bağlar*

- 0 Birincil atomsal bağlarda itici güç, bağlanan elektronların enerjilerinin azalmasıdır,
- 0 İkincil bağlar birincil bağların aksine oldukça zayıftır,
- 0 İkincil bağların oluşmasındaki itici güç atom ve moleküllerdeki elektrik çift kutuplarının birbirine çekmesidir.

## İkincil Bağlar



(a) Bir elektrik çift kutubu. Çift kutup momenti  $qd'$  dir. ( $q$ =elektriksel yükün büyüklüğü,  $d$ =yük merkezleri arasındaki uzaklık)

(b) Ortaklaşım bağlı bir moleküldeki bir elektrik çift kutbu. Artı ve eksi yük merkezleri arasındaki mesafeye dikkat edilmelidir.

**İkincil bağlar, enerjilerinin zayıf olmalarına rağmen atom ve molekülleri bir arada tutan tek bağ olduklarında önemlidir.**

# *İkincil Bağlar*

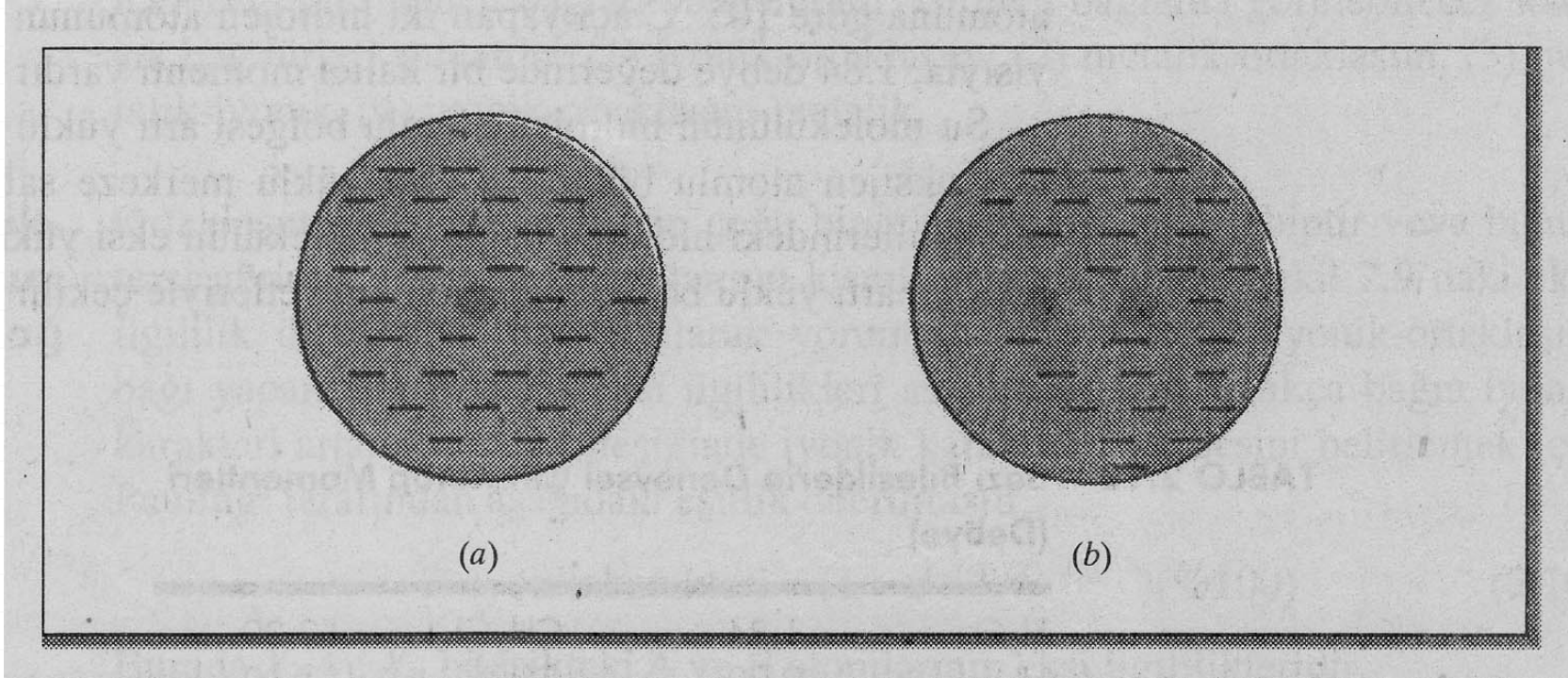
## *Değişken Çift Kutup Bağları :*

Atomların çekirdekleri etrafındaki elektron yoğunluklarının bakışimsız dağılımları nedeniyle çok zayıf, çift kutuplu bağlar meydana gelebilir. Çünkü büyük bir ihtimalle her an herhangi bir noktada atomun bir tarafında diğer tarafından daha fazla elektron yükü olacaktır.

Bu cins bağa değişken denmesinin sebebi, elektron yoğunluğunun sürekli değişmesidir. (asal gazlar)

# *İkincil Bağlar :*

## *Değişken Çift Kutup Bağları*



Bir soy gaz atomunda elektrik yükü bulutu dağılımı. (a) İdeal bakışimli elektron yükü bulutu dağılımı. (b) Gerçek durumda simetrik olmayan elektron yükü bulutu dağılımı zamanla değiştiğinden “değişken elektrik çift kutbu” yaratır

## *İkincil Bağlar :*

### *Kalıcı Çift Kutuplar:*

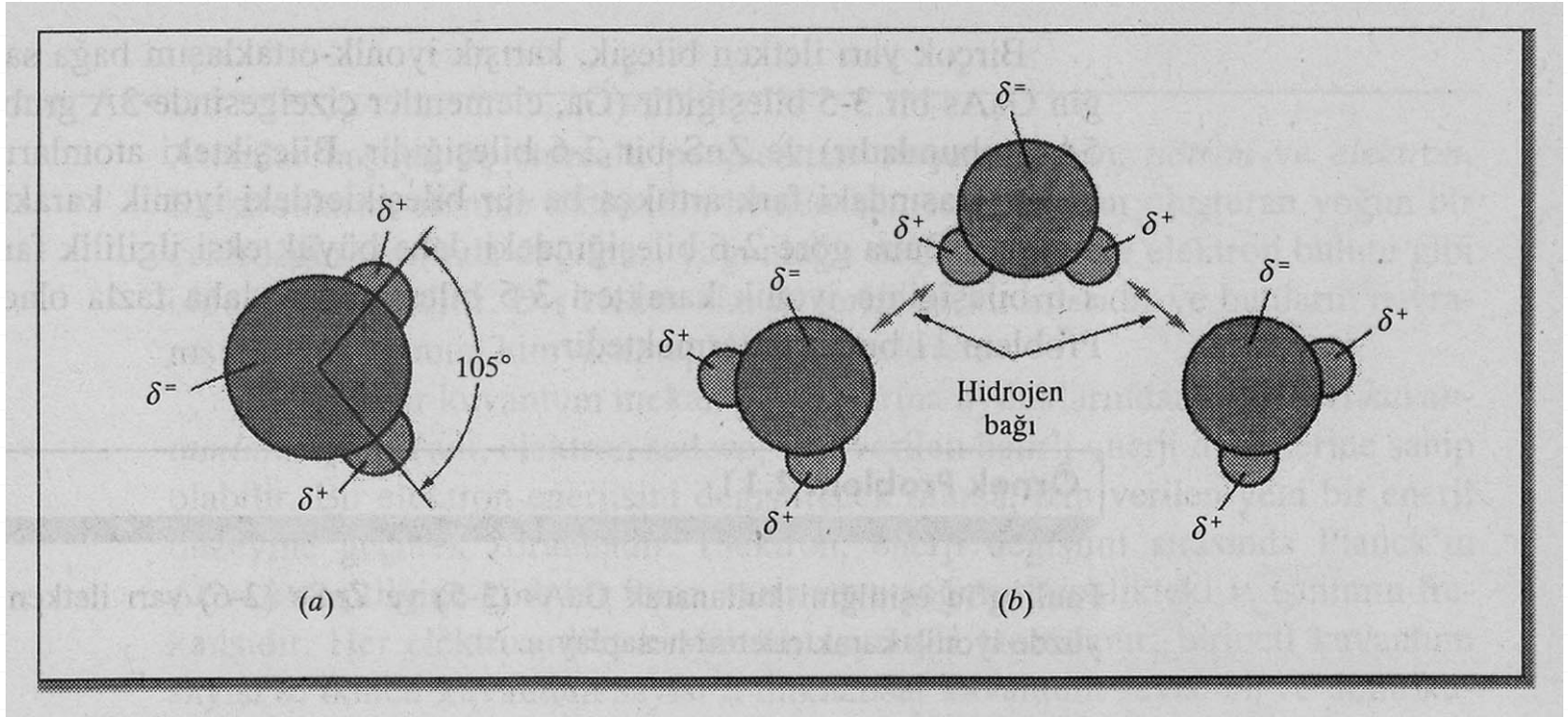
Ortaklaşım (kovalent) bağıyla bağlanmış moleküller arasında kalıcı çift kutuplar varsa zayıf bağ kuvvetleri oluşabilmektedir.

## *İkincil Bağlar : Kalıcı Çift Kutuplar*

**Ortaklaşım bağıyla bağlanmış moleküller arasında kalıcı çift kutuplar varsa zayıf bağ kuvvetleri oluşabilmektedir.**

**Kalıcı çift kutup bağları, su ve hidrokarbonlar gibi kutup oluşturan ortaklaşım bağlarına sahip moleküllerde etkili olan bağ kuvvetleridir.**

# *İkincil Bağlar : Kalıcı Çift Kutuplar*



**(a) Su molekülünün kalıcı momentli yapısı. (b) Kalıcı çift kutup çekimi etkisiyle su moleküllerinde oluşan hidrojen bağı.**

**Table 2.3** Bonding Energies and Melting Temperatures for Various Substances

| <i>Bonding Type</i> | <i>Substance</i> | <i>Bonding Energy</i> |                               | <i>Melting Temperature (°C)</i> |
|---------------------|------------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------------------|
|                     |                  | <i>kJ/mol</i>         | <i>eV/Atom, Ion, Molecule</i> |                                 |
| Ionic               | NaCl             | 640                   | 3.3                           | 801                             |
|                     | MgO              | 1000                  | 5.2                           | 2800                            |
| Covalent            | Si               | 450                   | 4.7                           | 1410                            |
|                     | C (diamond)      | 713                   | 7.4                           | >3550                           |
| Metallic            | Hg               | 68                    | 0.7                           | -39                             |
|                     | Al               | 324                   | 3.4                           | 660                             |
|                     | Fe               | 406                   | 4.2                           | 1538                            |
|                     | W                | 849                   | 8.8                           | 3410                            |
| van der Waals       | Ar               | 7.7                   | 0.08                          | -189                            |
|                     | Cl <sub>2</sub>  | 31                    | 0.32                          | -101                            |
| Hydrogen            | NH <sub>3</sub>  | 35                    | 0.36                          | -78                             |
|                     | H <sub>2</sub> O | 51                    | 0.52                          | 0                               |

# *Karışık Bağ*

0 Atom ve iyonların kimyasal bağları aynı zamanda birden fazla birincil bağı içereceği gibi ikincil bağları da içerebilir. Birincil bağlarda görülebilecek karışık bağ türleri :

- **Iyonik – ortaklaşım**
- **Metalik – ortaklaşım**
  - **Metalik – iyonik**
- **Iyonik – ortaklaşım - metalik**

# *Karışık Bağ*

İyonik – ortaklaşım : Kovalent bağlı moleküllerin çoğu biraz da iyonik bağa sahiptir veya bunun tersi de görülür.

PAULING eşitliği;

$$\% \text{ iyonik karakteri} = (1 - e^{(-1/4)(X_A - X_B)^2})(\%100)$$

# *Karışık Bağ*

- 0 Metalik - ortaklaşım : yaygın olarak rastlanmaktadır. Geçişim metalleri dsp bağ yörüngensimleri bu bağa sahiptirler. Bu metallerin yüksek erime sıcaklıkları bu bağdan dolayıdır.
- 0 Metalik - iyonik :metaller arası bileşik oluşturan elemnetlerin eksi ilgililikleri arasında önemli bir fark varsa bileşikte önemli miktarda elektron alışverişi vardır(iyonik bağ). Bu nedenle bazı metaller arasında metalik-iyonik bağ oluşmaktadır.