

Metalurji Mühendisliğine Giriş



Temel Malzeme Grupları

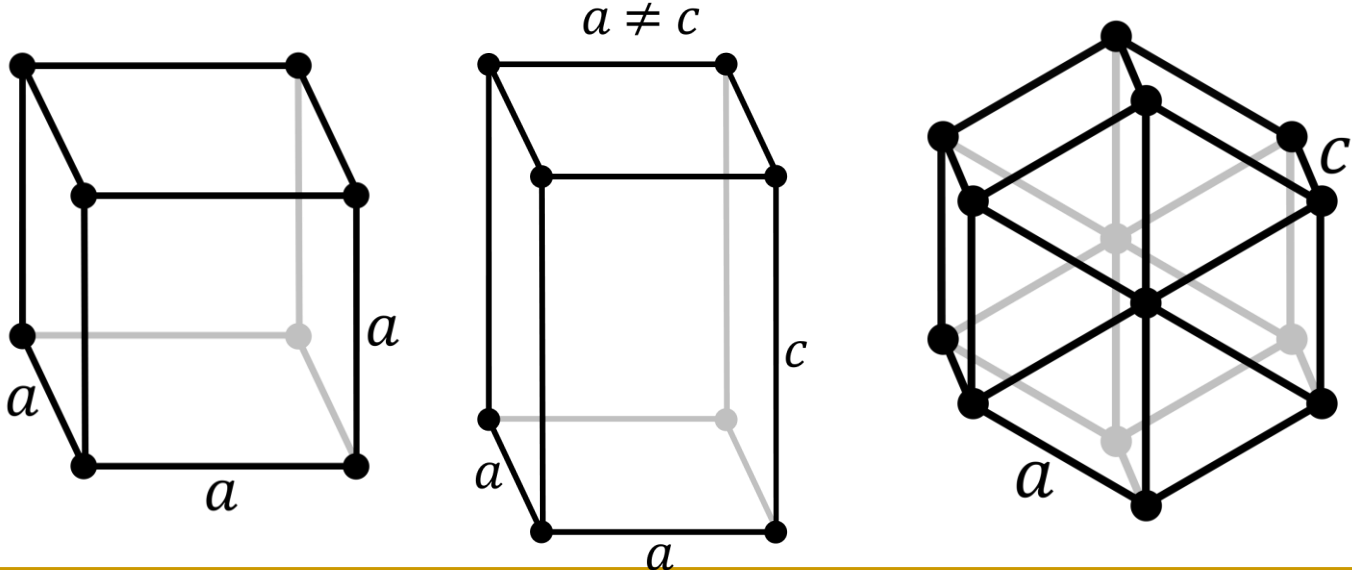
Doç. Dr. Rıdvan YAMANOĞLU

DERS 5

Temel Malzeme Grupları

Kafes sistemleri

Yüzeysel ağlardaki eşdeğer noktalar bir üçüncü yönde de periyodik olarak tekrarlanırsa, üç boyutlu bir kafes olan hacimsel kafes elde edilir. Hacimsel kafesin en küçük birimine birim hücre denir.

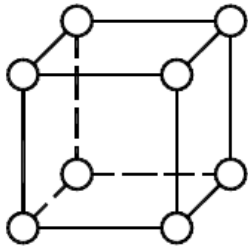


Temel Malzeme Grupları

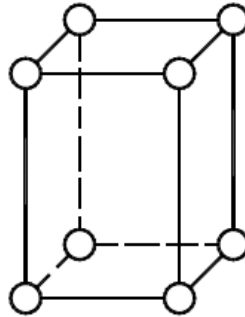
Kafes sistemleri

Metallerin ve özellikle bu gruba dahil olan demir karbon alaşımlarının önemli bir özelliği kristal yapıya sahip olmalarıdır. Sıvı halde iken bir kristal yapı söz konusu değildir. Atomlar serbest olarak hareket ederler. Metaller katı halde kristal halindedirler. Metali oluşturan atomlar üç boyutlu bir düzende bulunurlar. Eğer yapı kristallerden oluşmuyor ise malzeme amorf olarak adlandırılır. Amorf olarak camlar, sıvılar ve bazı suni malzemeler sayılabilir.

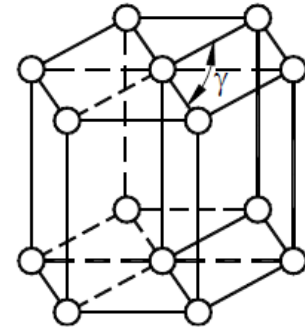
Bütün metaller, önemli sayıda seramikler ve bazı polimerler kristal yapıya sahiptir.



Kubik sistem
 $a = b = c$



Tetragonal sistem
 $a = b \neq c$



Heksagonal sistem
 $a = b \neq c$

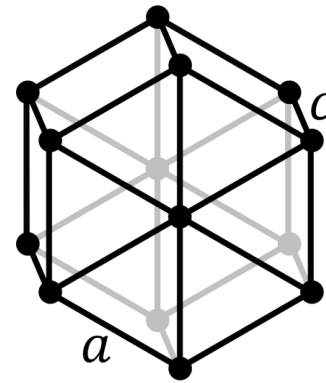
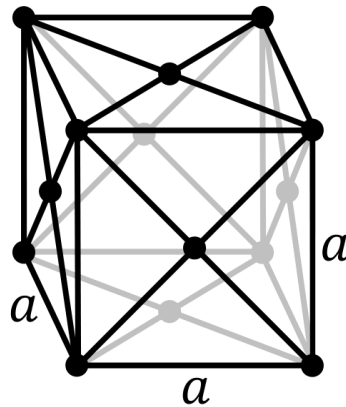
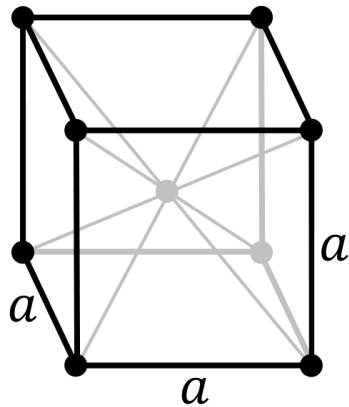
Temel Malzeme Grupları

Kafes sistemleri

Metallerde en çok rastlanan kafes türleri

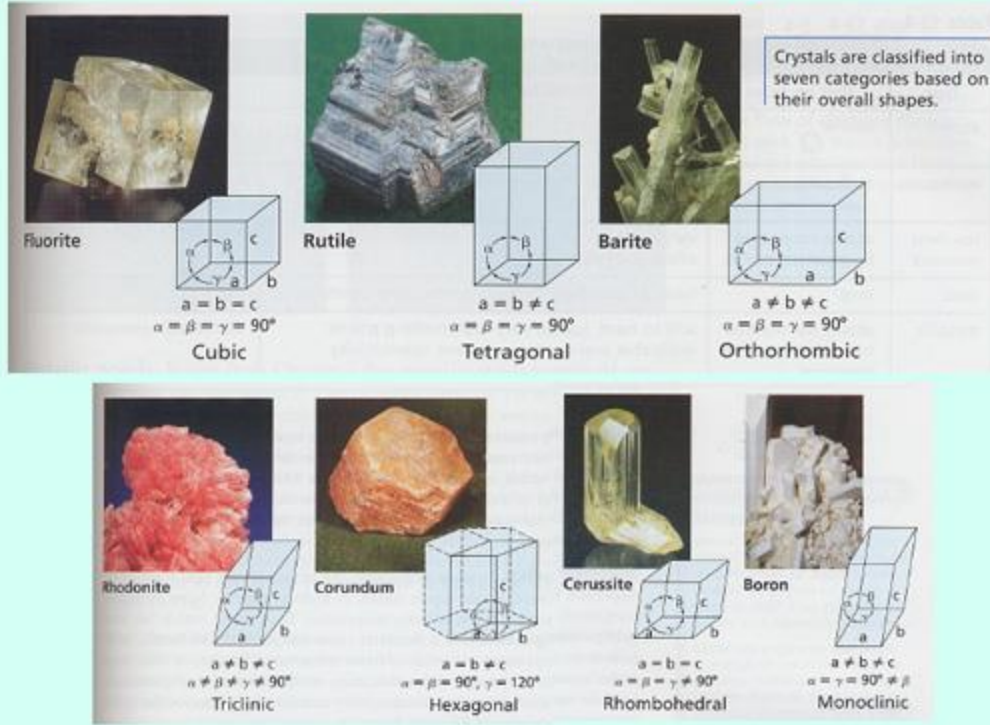
1. Kübik yüzey merkezli (kym)
2. Kübik hacim merkezli (khm)
3. Sıkı paket hegzagonal (sph)

Atomların birbirlerine olan uzaklıkları kafes parametresi olarak adlandırılır. Metallerde kafes paramteresinin büyüklüğü genelde 0,25 ile 0,5 nm arasındadır.



Temel Malzeme Grupları

Seven Basic Crystal Systems

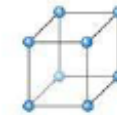


- Doğadaki bütün kristal malzemeler **7 kristal sistem** ve **14 kristal kafesin** birine uyarlar.
- **Metaller genelde** bu sistemlerin **3 tane** sinin birine sahiptirler.

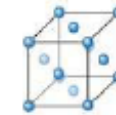
Temel Malzeme Grupları

Atomların bu kafes sistemi içerisinde nasıl yerleştiklerini 14 adet "**Bravis kafes sistemi**" ifade eder.

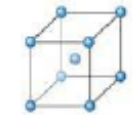
1. Basit Kübik
2. Hacim Merkezli Kübik
3. Yüzey Merkezli Kübik
4. Basit Tetragonal
5. Hacim Merkezli Tetragonal
6. Basit Ortorombik
7. Hacim Merkezli Ortorombik
8. Taban Merkezli Ortorombik
9. Yüzey Merkezli Ortorombik
10. Basit Rombohedral
11. Basit Hegzagonal
12. Basit Monoklinik
13. Taban Merkezli Monoklinik
14. Triklirik



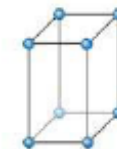
Simple cubic



Face-centered cubic



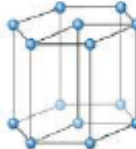
Body-centered cubic



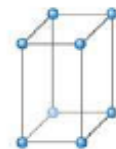
Simple tetragonal



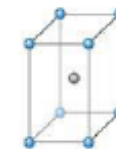
Body-centered tetragonal



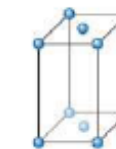
Hexagonal



Simple orthorhombic



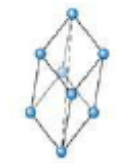
Body-centered orthorhombic



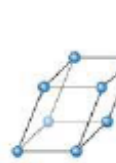
Base-centered orthorhombic



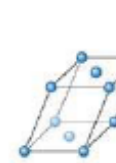
Face-centered orthorhombic



Rhombohedral



Simple monoclinic



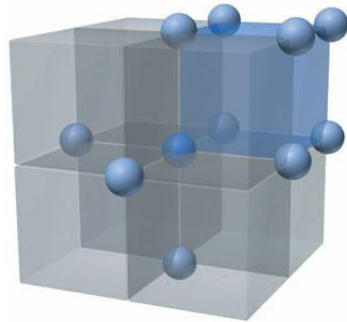
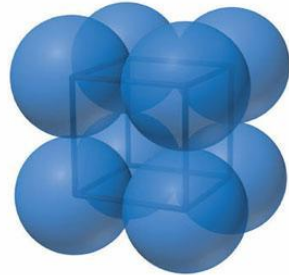
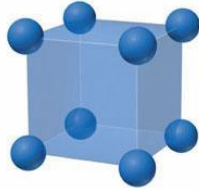
Base-centered monoclinic



Triclinic

Temel Malzeme Grupları

Simple cubic



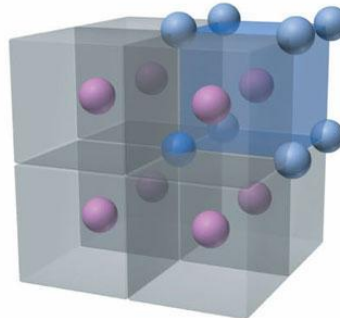
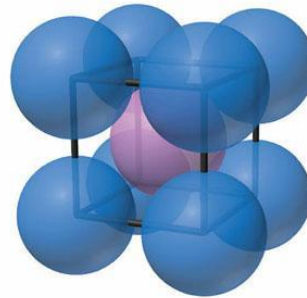
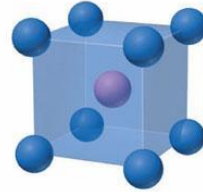
Coordination number = 6

$\frac{1}{8}$ atom
at 8 corners



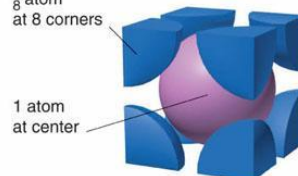
Atoms/unit cell = $\frac{1}{8} \times 8 = 1$

Body-centered cubic



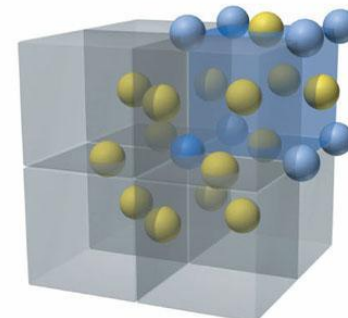
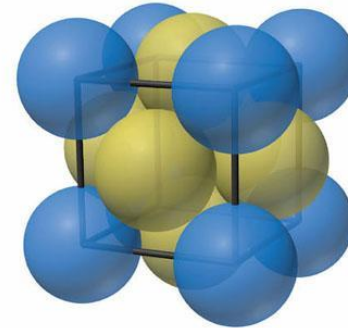
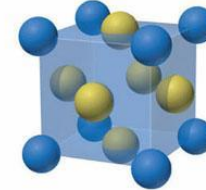
Coordination number = 8

$\frac{1}{8}$ atom
at 8 corners



Atoms/unit cell = $(\frac{1}{8} \times 8) + 1 = 2$

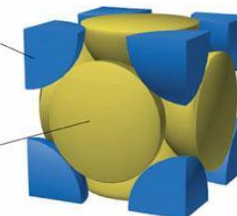
Face-centered cubic



Coordination number = 12

$\frac{1}{8}$ atom
at 8 corners

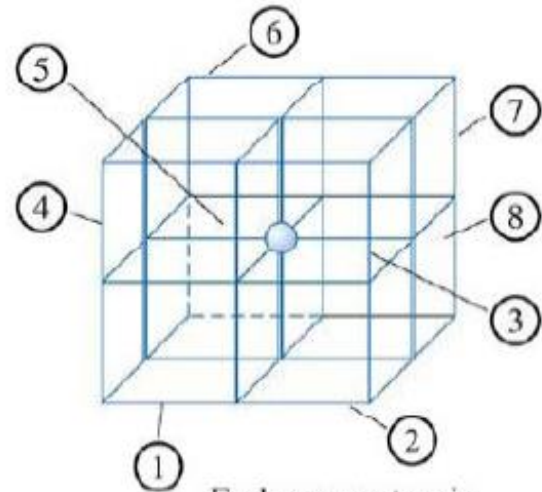
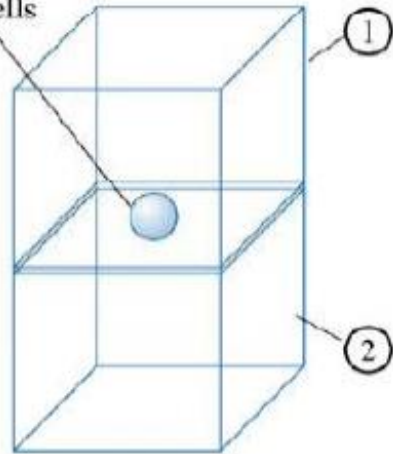
$\frac{1}{2}$ atom
at 6 faces



Atoms/unit cell = $(\frac{1}{8} \times 8) + (\frac{1}{2} \times 6) = 4$

Temel Malzeme Grupları

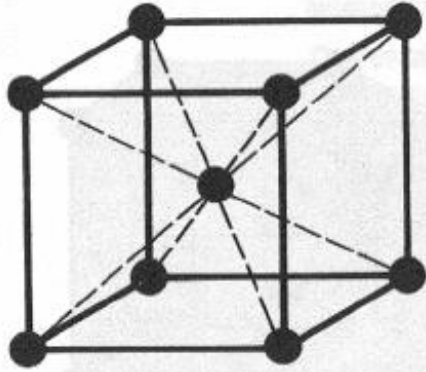
Face center atom
shared between
two unit cells



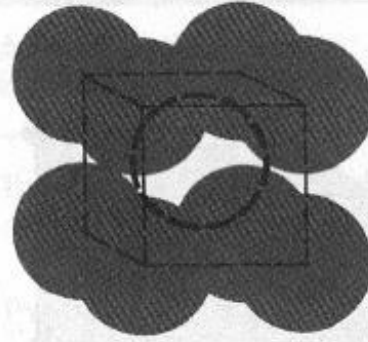
Each corner atom is
shared by 8 unit cells
(1-4 in front, 5-8 in back)

(a)

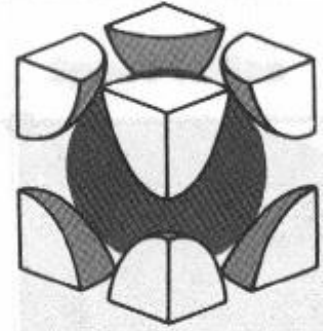
Temel Malzeme Grupları



(a)



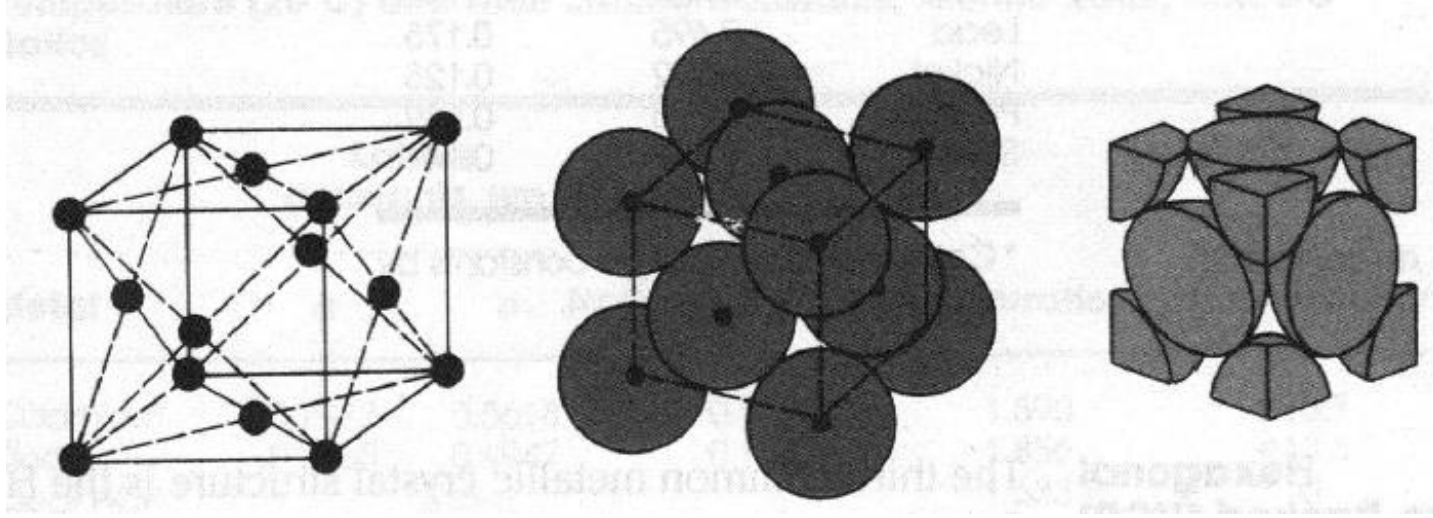
(b)



(c)

Merkezde 1 atom
Köşelerde 8 adet $1/8$ hacimli atom $8 \times 1/8 = 1$
Birim hücredeki toplam atom sayısı 2 olur.

Temel Malzeme Grupları



Merkezde atom yok

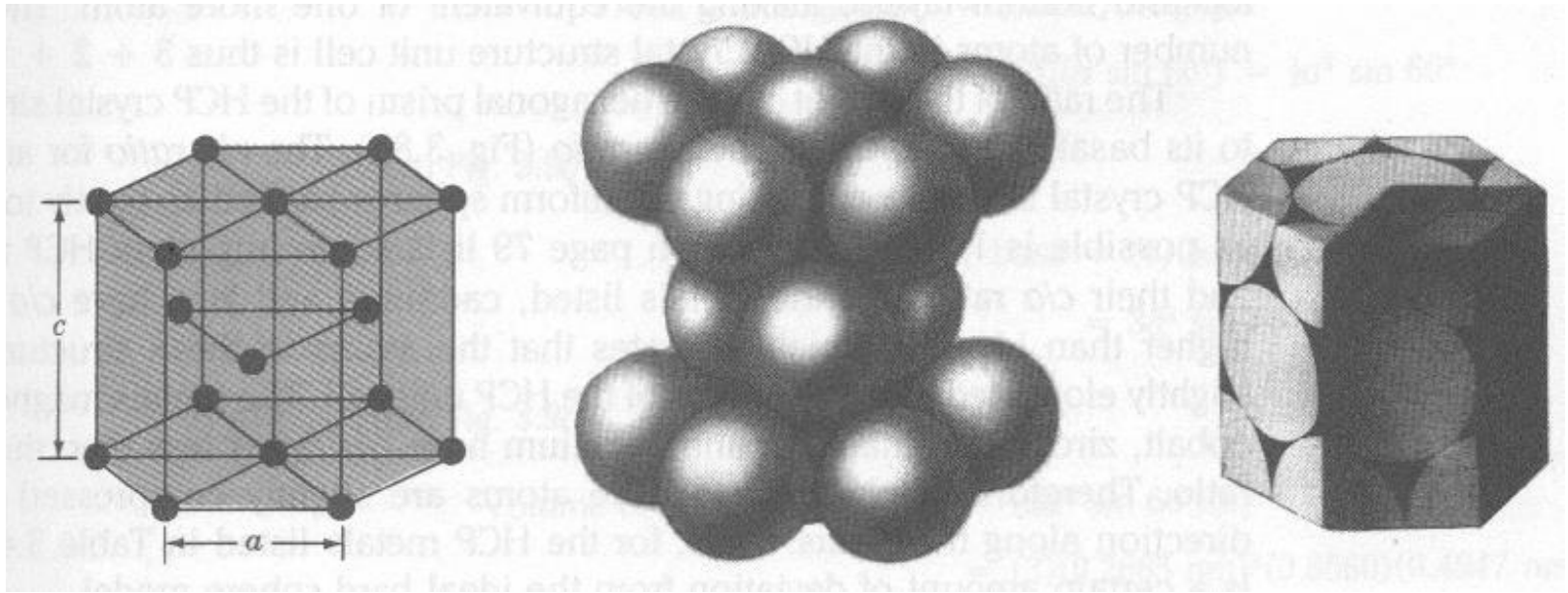
Yüzeylerde diğer yüzeyler ile paylaşılan yanı yarım olarak kabul edilecek 6 adet atom var.

Dolayısı ile $6 \times \frac{1}{2} = 3$ atom yüzeyden geliyor.

Her zamanki gibi birim kafesin özelliği olarak da köşelerden $8 \times \frac{1}{8} = 1$ atom gelir.

Birim hücredeki toplam atom sayısı 4 olur.

Temel Malzeme Grupları



Köşelerdeki atom sayısı = $12 \times 1/6 = 2$

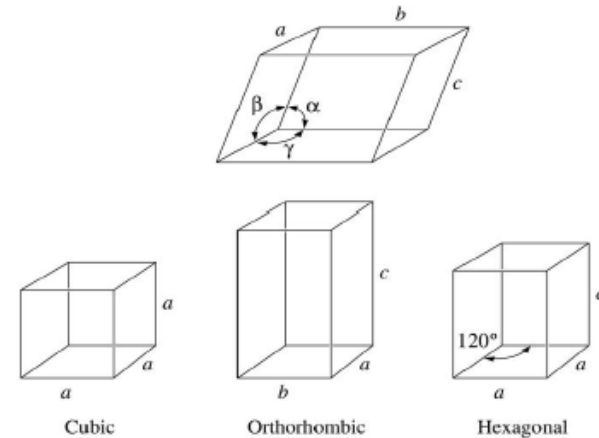
Alt ve üst yüzyede $2 \times 1/2 = 1$

Birim hücre ortasında 3 adet atom

Birim hücredeki toplam atom sayısı 6 olur.

Temel Malzeme Grupları

- Atomlar her bir birim hücrede **kafes noktaları**nda bulunur.
- Her bir birim kafes; **kafes kenar** ve eksenler arası **açıları** içeren **kafes parametreleri** ile ifade edilir.



Şekil 3.2: Birim hücre geometrisi

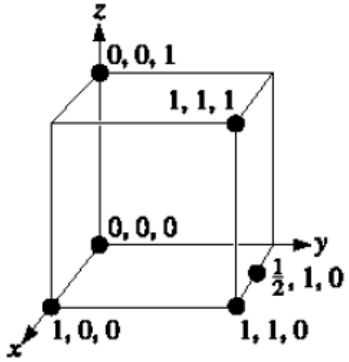
TABLE 3-1 ■ Characteristics of the seven crystal systems

Structure	Axes	Angles between Axes	Volume of the Unit Cell
Cubic	$a = b = c$	All angles equal 90°	a^3
Tetragonal	$a = b \neq c$	All angles equal 90°	a^2c
Orthorhombic	$a \neq b \neq c$	All angles equal 90°	abc
Hexagonal	$a = b \neq c$	Two angles equal 90° . One angle equals 120° .	$0.866a^2c$
Rhombohedral or trigonal	$a = b = c$	All angles are equal and none equals 90°	$a^3\sqrt{1 - 3\cos^2\alpha + 2\cos^3\alpha}$
Monoclinic	$a \neq b \neq c$	Two angles equal 90° . One angle (β) is not equal to 90°	$abc \sin\beta$
Triclinic	$a \neq b \neq c$	All angles are different and none equals 90°	$abc\sqrt{1 - \cos^2\alpha - \cos^2\beta - \cos^2\gamma + 2\cos\alpha\cos\beta\cos\gamma}$

Temel Malzeme Grupları

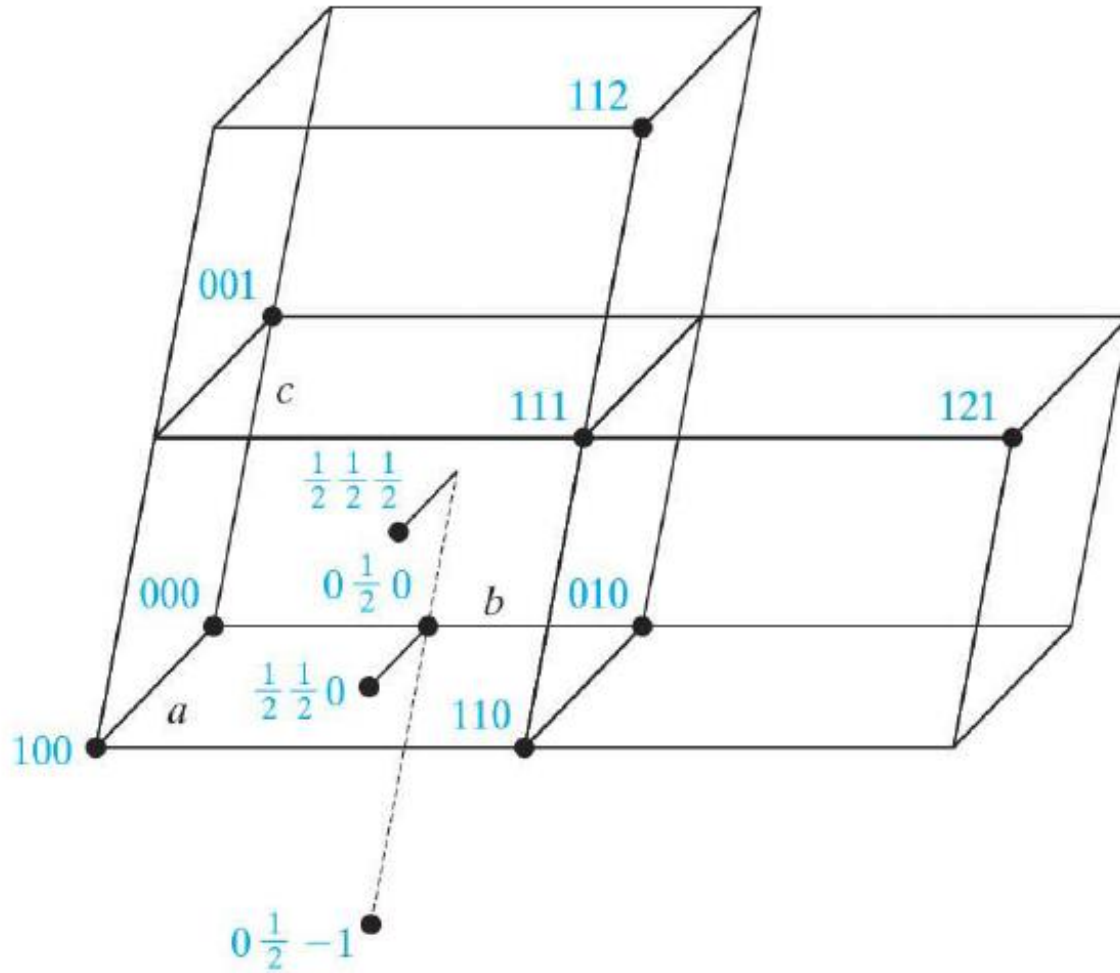
Kafes Noktaları

Birim hücrelerde atom yerlerini belirlemek için birbirine dik x, y ve z eksenlerinden yararlanılır.



- **Kafes noktaları:** Atomların kafes içerisinde buldukları koordinatlarıdır (noktaların).
- Kafes noktaları; atomların uzayda buldukları koordinatların, birim **hücre boyutlarının katları** veya **kesirleri** şeklinde ifadesidir.
- Kesirli ifadeler bulunabilir.
- x,y,z veya xyz şeklinde ifade edilebilir.

Temel Malzeme Grupları



Temel Malzeme Grupları

Kristal kafeslerde belirli yönleri tanımlamak gerekir. Bu yönlenmelere bağlı olarak metal ve alaşımların özellikleri değişebilir. Metaller yakın temas halindeki atomlar doğrultusunda şekil değiştiriler.

Doğrultu ve düzlemlerin ifade edilmesi için Miller indisleri kullanılır. Kübik bir birim hücrede yönü şekille göstermek için kübün bir köşesinden çıkıp yüzeyin birini geçen bir yön vektörünü çizeriz. Yön vektörünün küp yüzeyinden çıktığı yerlerin koordinatları tam sayılara dönüştürülerek birim hücrenin yön işaretleri elde edilir. Yön işaretleri köşeli parantez ile belirtilir ve virgülle ayrılmaz.

(1,0,0) noktasından çıkan yön vektörü [100] şeklinde gösterilir.

(1, ½, 0) noktasından çıkan yön vektörü $2(1, \frac{1}{2}, 0) = [210]$ olacaktır.

(-1, -2, 2) noktası için vektör $[-1\ 2\ 2]$

Miller indisleri kesirli sayı ile ifade edilmez, gerektiğinde 2 ile çarpılarak tam sayıya çevrilir.