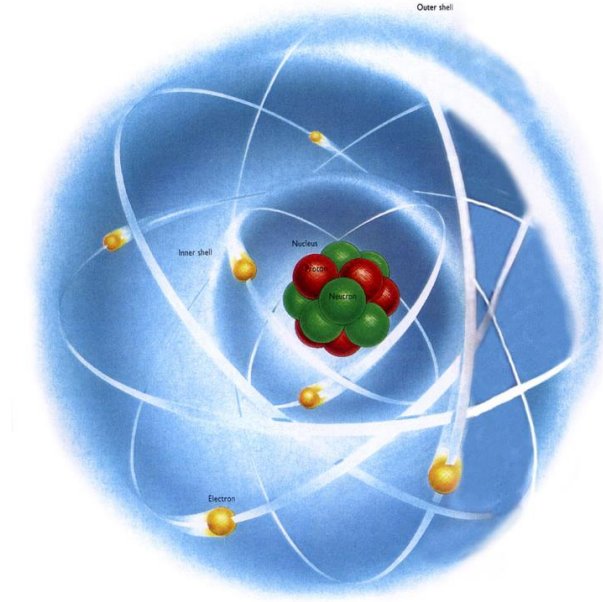


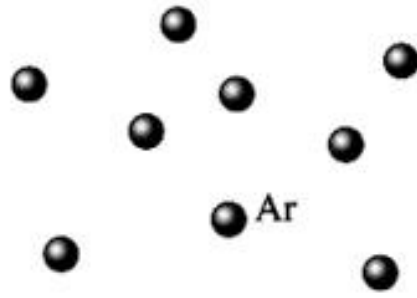
MALZEME BİLİMİ



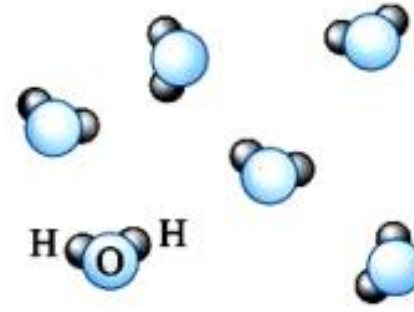
KRİSTAL YAPILARI VE KRİSTAL GEOMETRİSİ

ATOMİK DİZİLİM

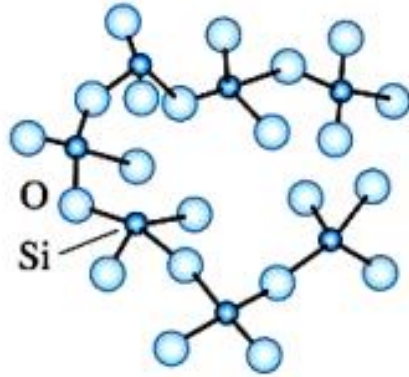
- Düzensiz → atomların dizilişinde düzen yoktur, argon gibi asal gazlar
- Kısa mesafede düzen → atomların özel dizilişinin sadece atomların en yakın komşularına kadar uzanması, su molekülü, seramik camlar
- Uzun mesafede düzen → atomların üç boyutta belirli bir geometrik düzene göre dizilmesi, metaller, birçok seramik ve az sayıda polimerler



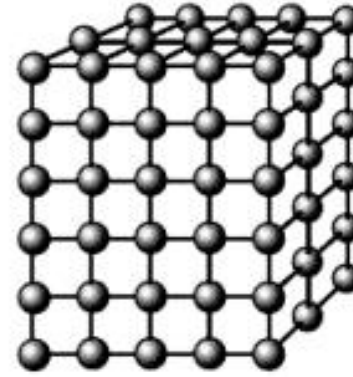
(a)



(b)



(c)



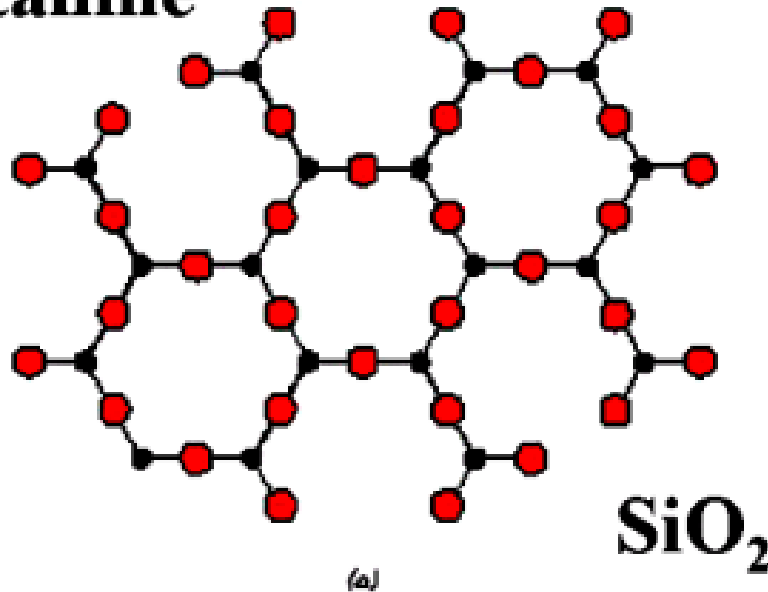
(d)

Malzemelerde atomik dizilme, (a) inert tek atomlu gazlar, (b) ve (c) su buharı ve cam gibi bazı malzemeler sadece kısa bir mesafede düzenli dizilirler, (d) metaller, birçok seramik ve az sayıda polimerik katı malzemede atomlar tamamen düzenli şekilde dizilirler

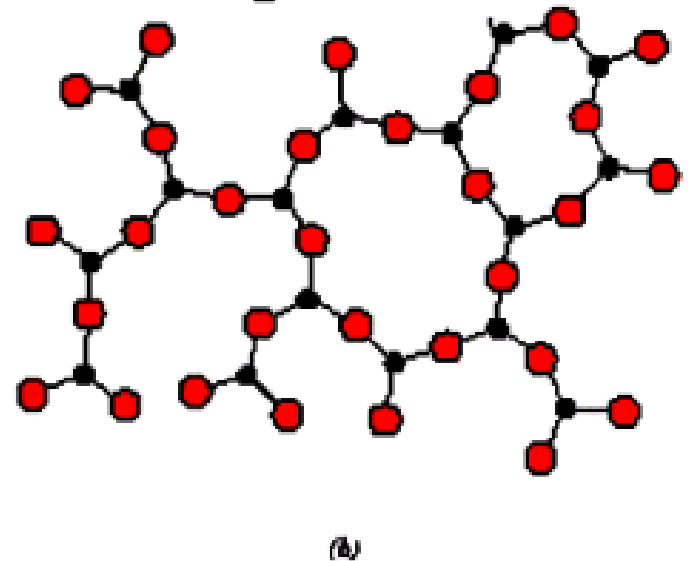
Katı malzemeler;

- Kristal yapılı ve
- Kristal olmayan(=amorf) olmak üzere iki gruba ayrılır

Crystalline



Amorphous



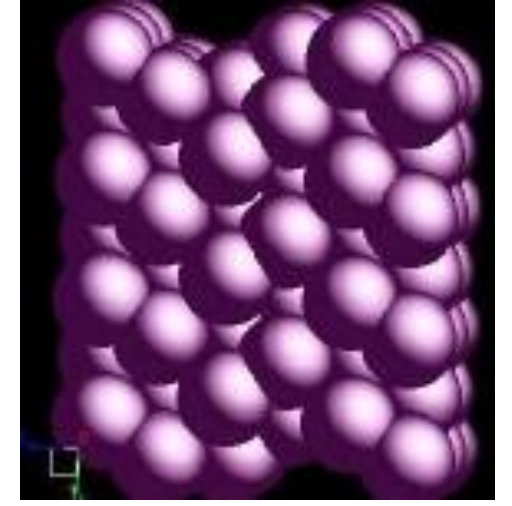
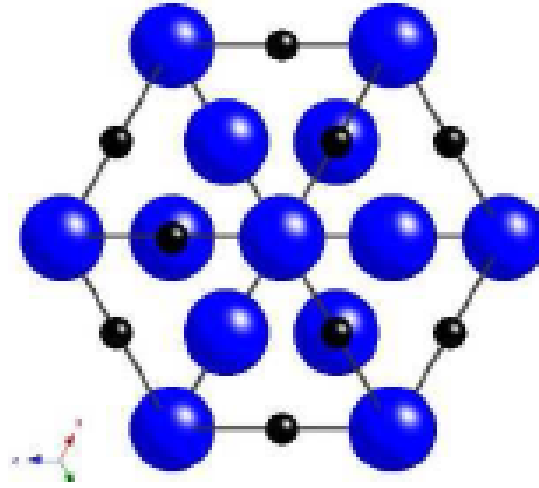
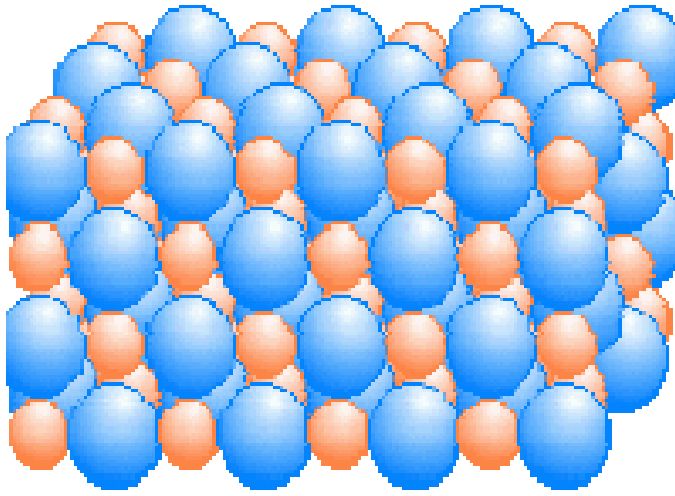
KRİSTAL YAPILARI

Denge konumunda bulunan atomlar üç boyutlu belirli bir düzene göre dizilmişlerse, merkezlerinin birleşmesi ile ortaya çıkan görünüme kristal kafesi denir. Bütün metaller önemli sayıda seramikler ve bazı polimerler kristal yapıya sahiptir.

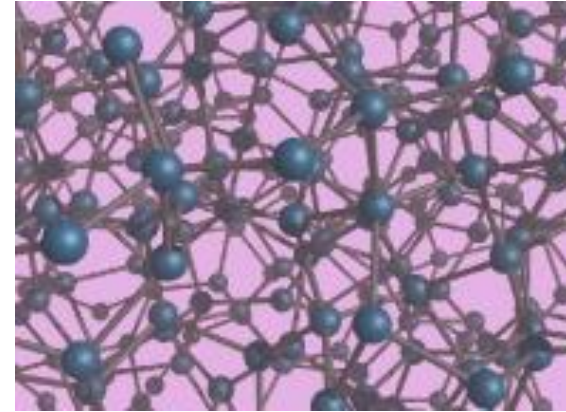
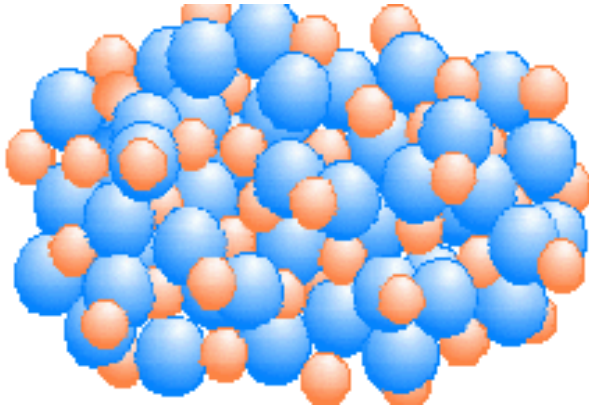
KRİSTAL YAPILARI

Malzeme içindeki atomlar 3 şekilde bulunur;

- Kristal yapı – atomların dizilişi düzenli.
- Amorf yapı - atomların dizilişi düzensiz.
- Cam yapı - bir atom komşusu ile düzenli komşu olmayanla dizilişi düzensiz.



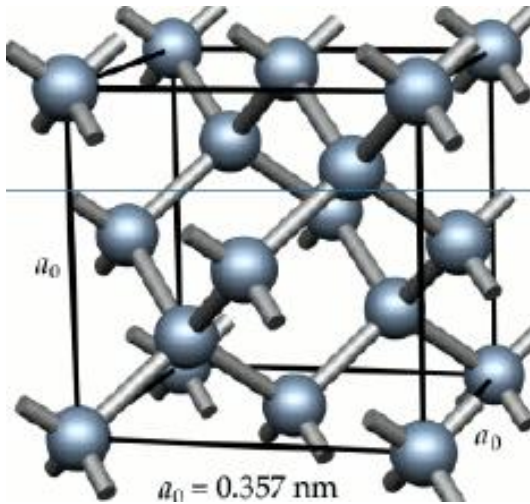
Kristal yapı örnekleri



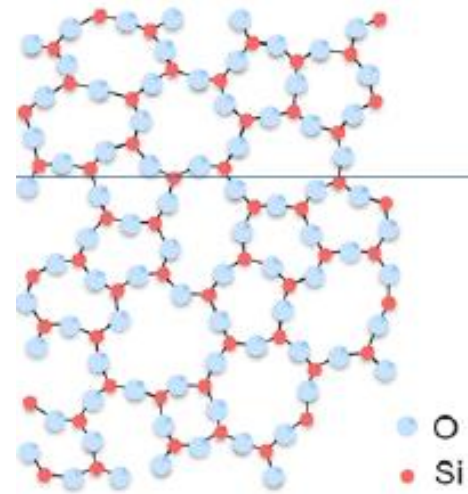
Amorf yapı örnekleri

SERAMİKLERİN KRİSTAL YAPILARI

Seramikler metaller gibi kristal yapıya sahip olabilirler, fakat kristal yapıya sahip olmayan pek çok seramik vardır. Seramik kristal yapıya sahip değilse cam'dır.



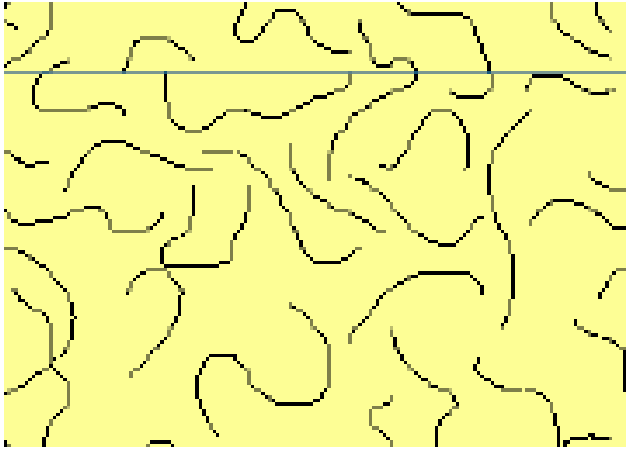
Kristal seramik



Cam seramik

PLASTİKLERİN YAPILARI

Plastiklerin iç yapıları metal ve seramiklerden farklıdır. Polimeri oluşturan monomer'lerin birbirine eklenmesi ile oluşan molekül zincirleri aşağıdaki gibidirler.



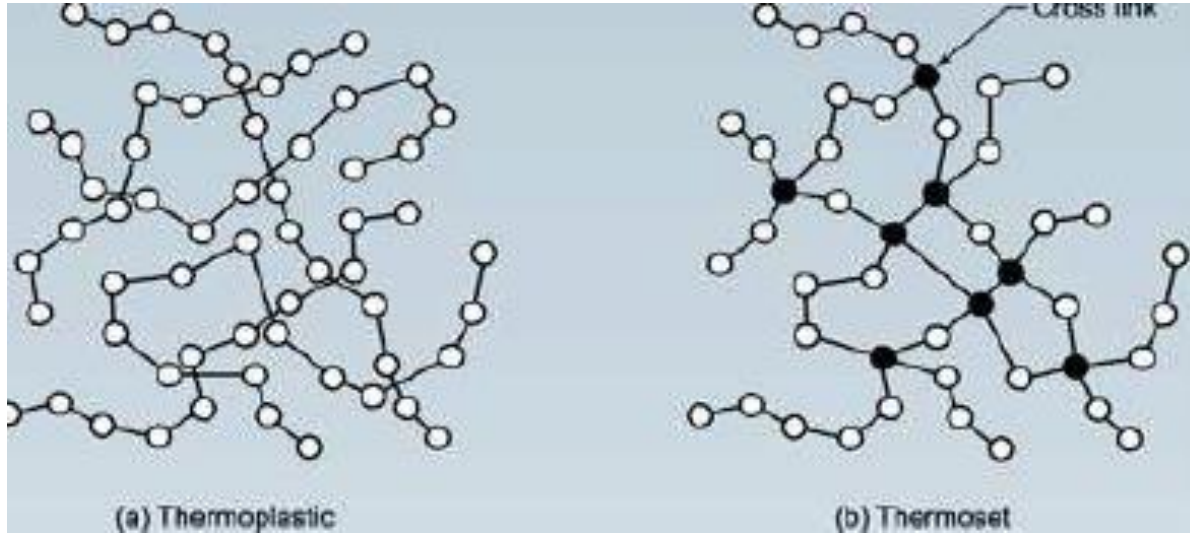
Amorf polimer yapı



Yarı kristalin polimer yapı

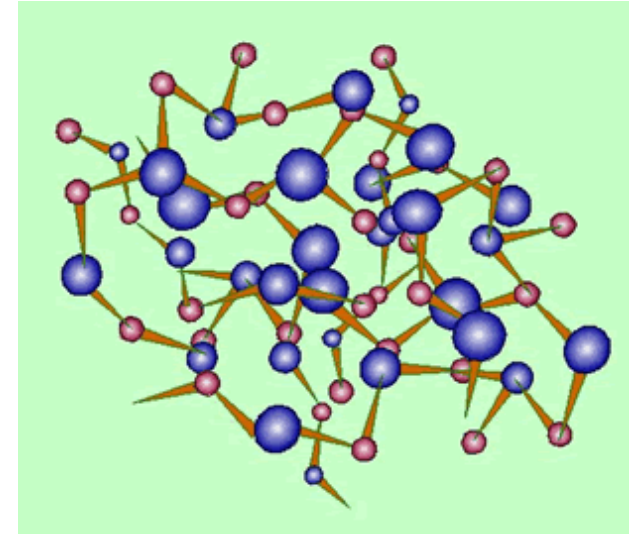
PLASTİKLERİN YAPILARI

Amorf yapılar da zincir bağlantıları çeşitlidir.



Termoplastik

Termoset

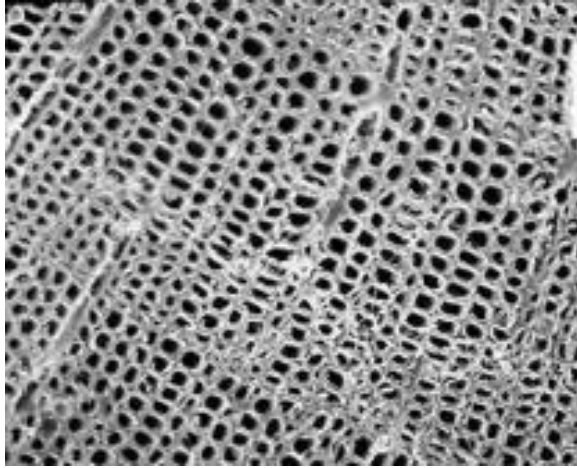


Network

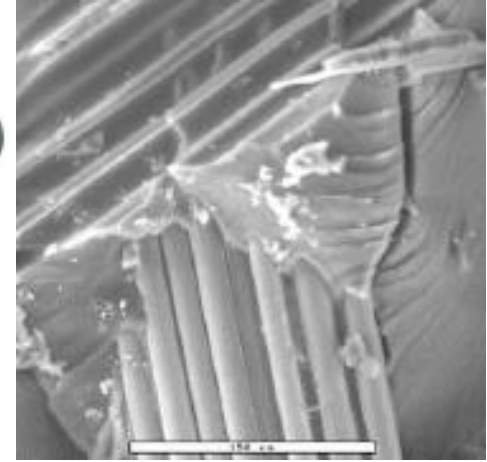
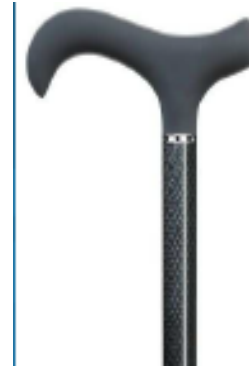
KOMPOZİTLERİN YAPILARI

Bu malzemeler metal, seramik ve polimerlerin birbiri ile karıştırılmasından meydana gelmiştir.

ELYAF TİPLİ KOMPOZİTLER



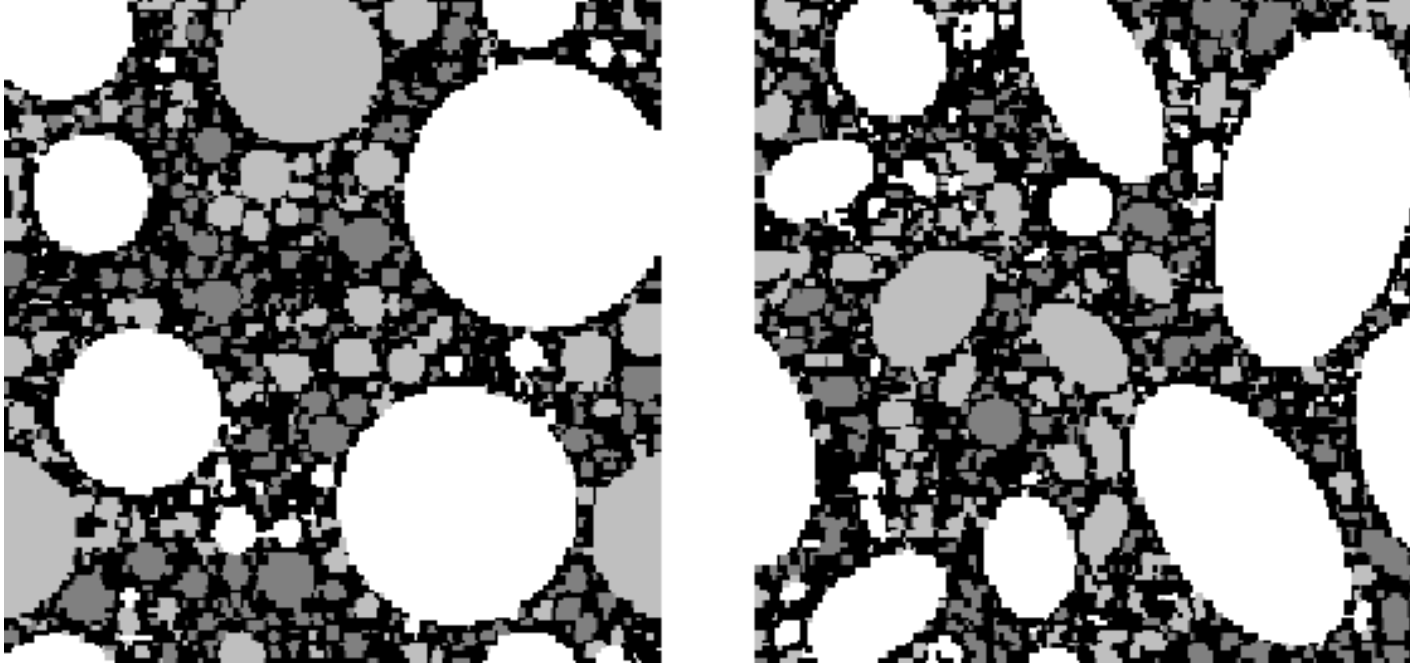
Ağacın iç yapısı



Karbon fiber iç yapısı

KOMPOZİTLERİN YAPILARI

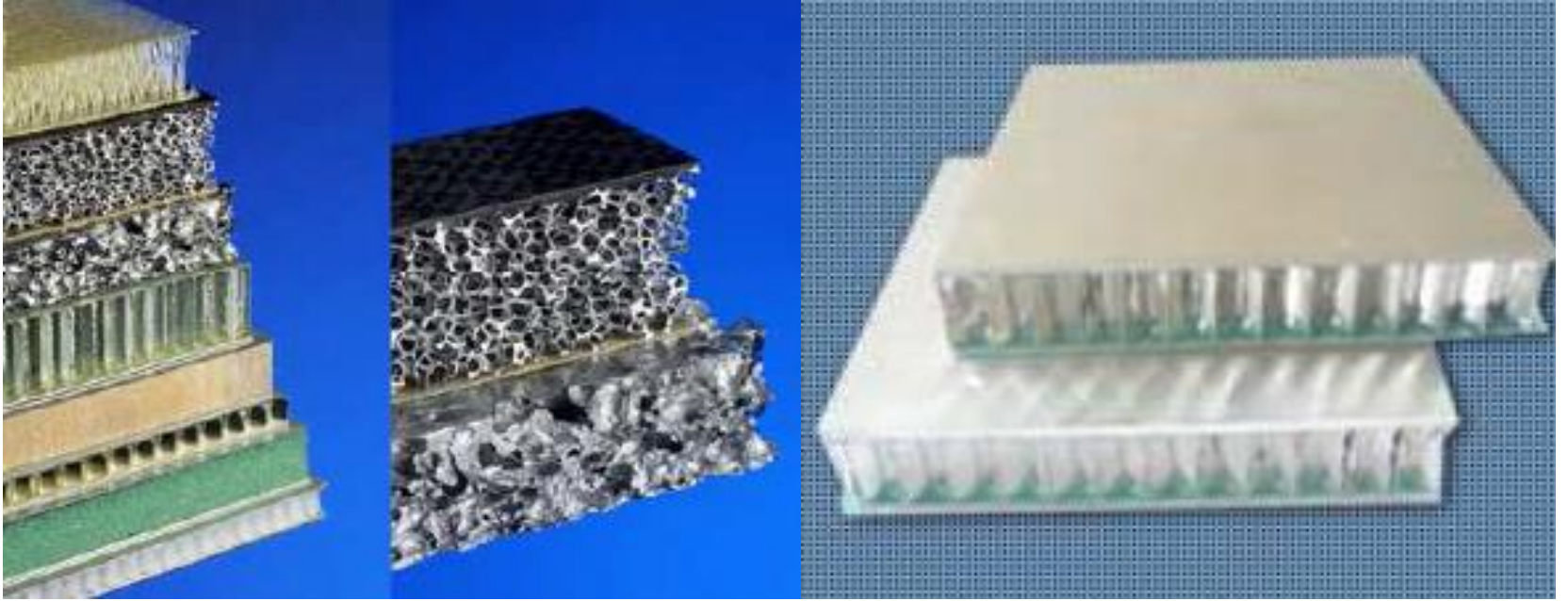
TANECİKLI KOMPOZİTLERİN İÇ YAPISI



Beton, çimento+kum karışımı kompozit malzemedir.

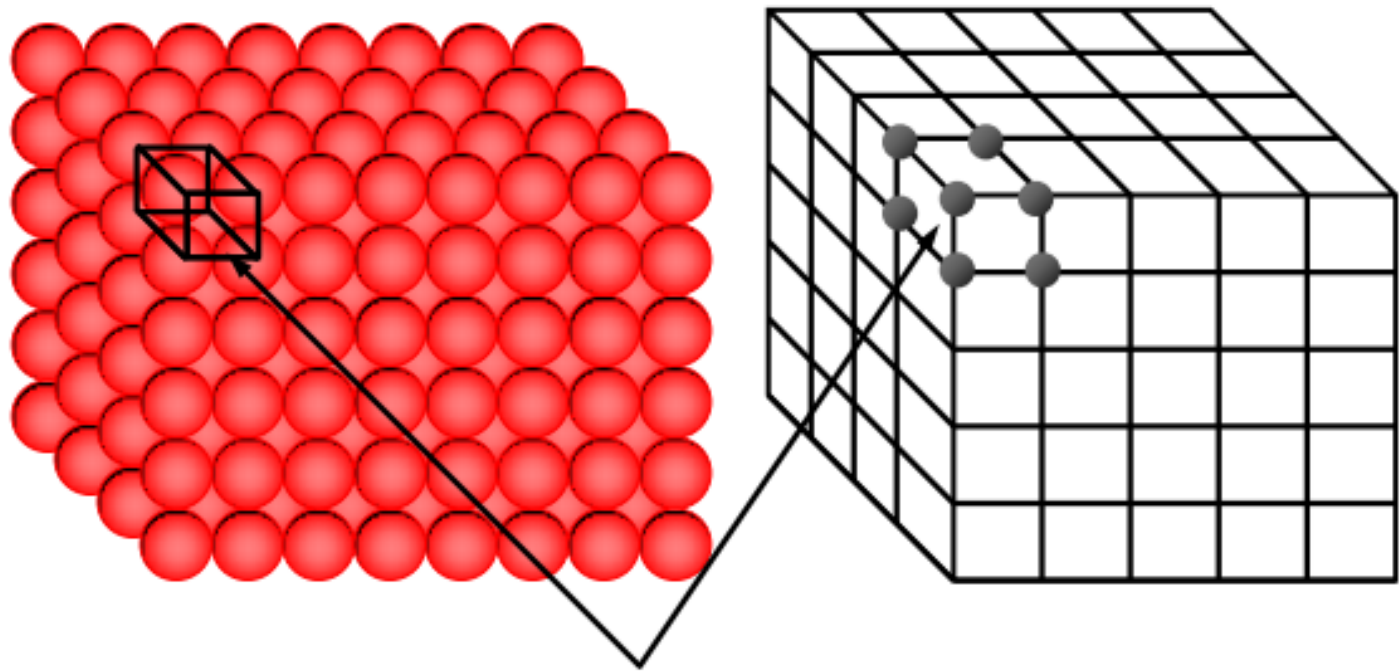
KOMPOZİTLERİN YAPILARI

TABAKALI KOMPOZİTLER



KRİSTAL YAPILARI

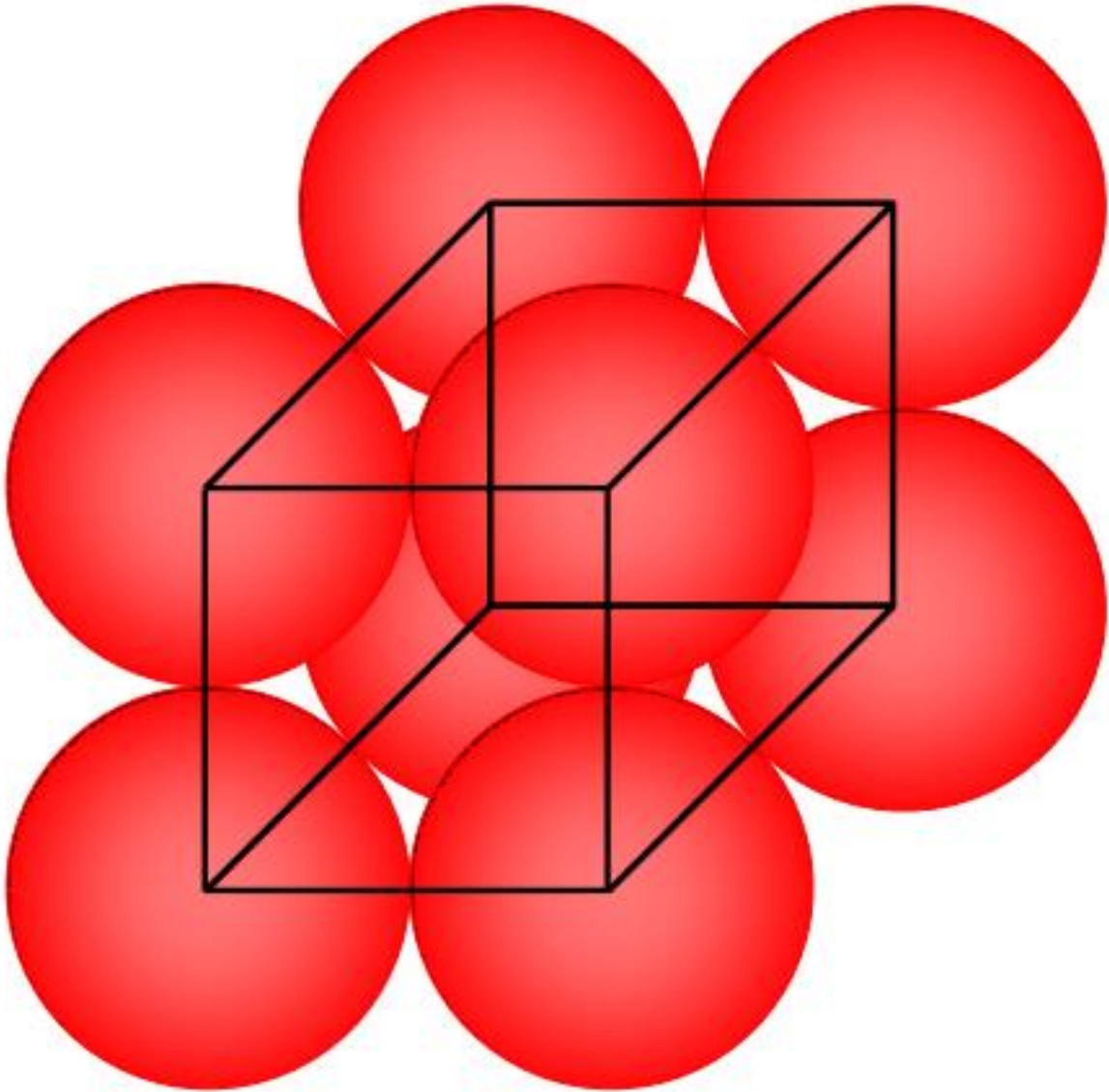
Kristal kafesi, yan yana gelerek kendisini oluşturan ve birim hücre olarak adlandırılan basit geometrik cisimler yardımıyla tanımlanabilir. Birim hücre, bir eksen takımında (x, y, z eksenleri) eksenler üzerindeki a, b, c atom uzaklıkları (kafes parametresi) ve eksenler üzerindeki α, β, γ açıları ile belirlenir. Atomların merkezinden geçen herhangi bir kafes kesiti, kafes düzlemi olarak adlandırılır.



Birim hücre

Kristal yapı malzemelerde;

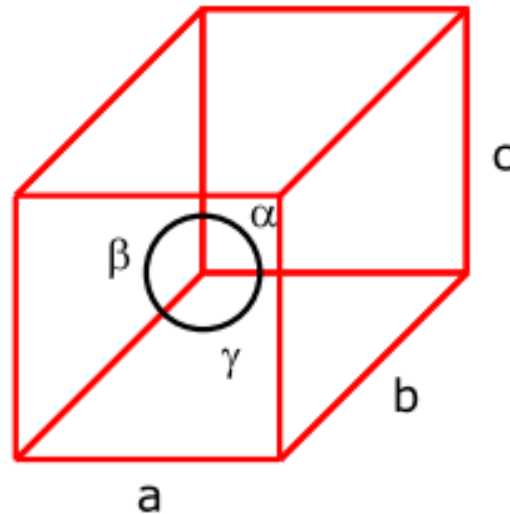
- Atomlar üç boyutta belirli bir düzene göre dizilerek **hacim kafesi** (ya da **latis**) oluştururlar
- Atomların bulunduğu yerlere kafes noktası denir ve kristal yapıda bütün kafes noktaları özdeştir
- Düzenli yapının tekrarlanan en küçük birimine **birim hücre** adı verilir



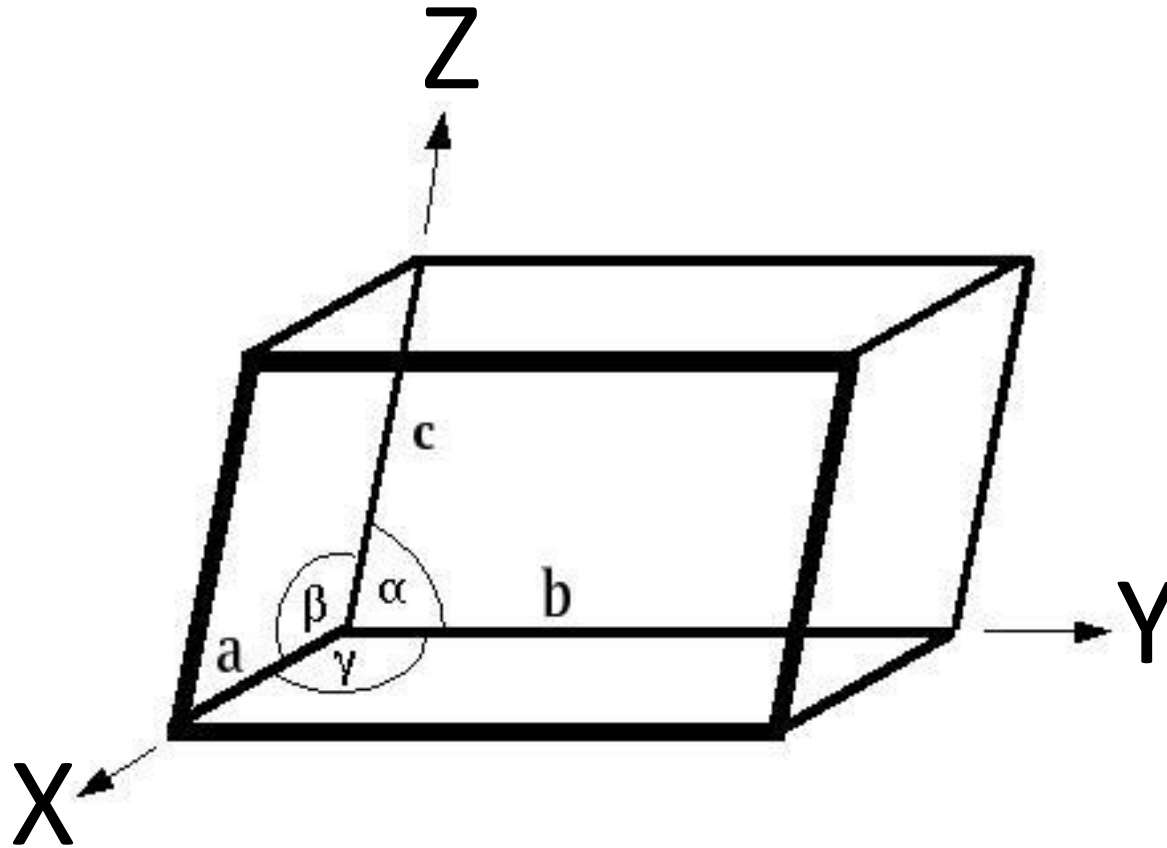
KAFES YA DA LATIS PARAMETRESİ

- birim hücre kenar uzunlukları ile kenarlar arasındaki açıdır
- birim hücrenin boyut ve şeklini tanımlar

Kübik kristal sistemde küpün bir kenar uzunluğu birim hücreyi belirlemek için yeterlidir.



KAFES YA DA LATIS PARAMETRESİ

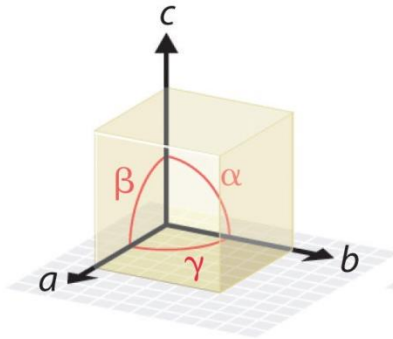


Birim hücrenin belirlenmesi

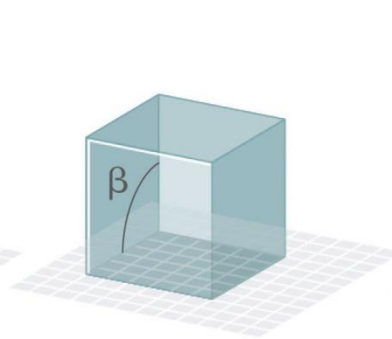
KAFES SİSTEMLERİ

Atomların yerleşimi bakımından dört temel tip birim hücre bulunmaktadır. Bunlar basit, hacim merkezli, yüzey merkezli, taban merkezli. Hacmi dolduran birim hücrenin biçimine göre temel olarak yedi adet kafes sistemi bulunmaktadır. Atomların bu kafes sistemlerine nasıl yerleştirildiği on dört tane kafes ile ifade edilir. Bu kafeslere Bravais kafes sistemi adı verilir.

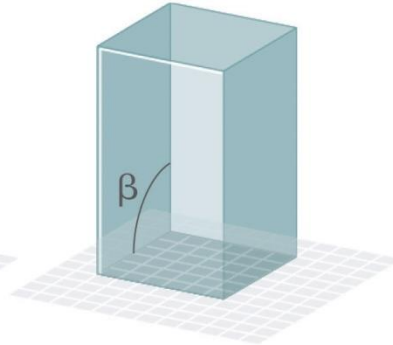
KAFES SİSTEMLERİ



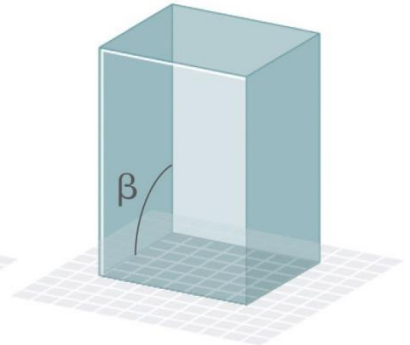
Edges and angles



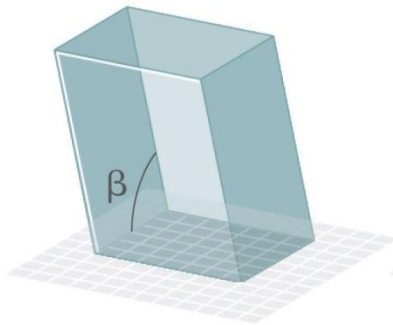
Cubic
 $a = b = c$
 $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$



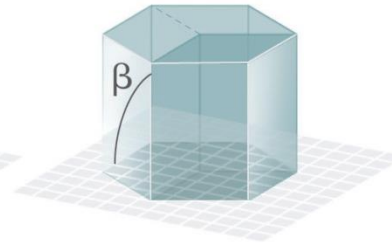
Tetragonal
 $a = b \neq c$
 $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$



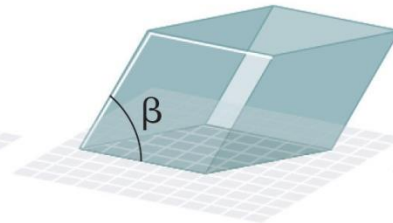
Orthorhombic
 $a \neq b \neq c$
 $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$



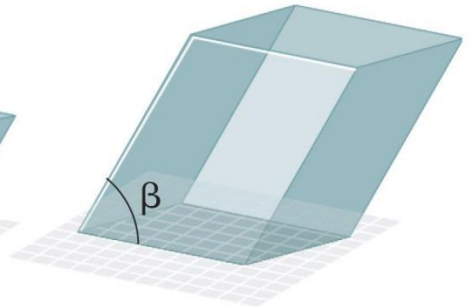
Monoclinic
 $a \neq b \neq c$
 $\alpha = \gamma = 90^\circ \neq \beta$



Hexagonal
 $a = b \neq c$
 $\alpha = \beta = 90^\circ, \gamma = 120^\circ$



Rhombohedral
 $a = b = c$
 $\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$

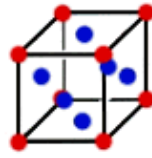


Triclinic
 $a \neq b \neq c$
 $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$

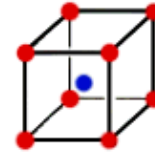
14 BRAVAIS KAFES SİSTEMİ



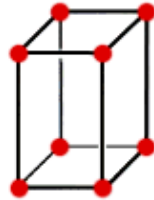
Simple
cubic



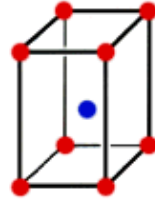
Face-centered
cubic



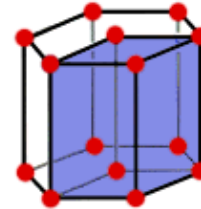
Body-centered
cubic



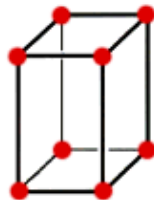
Simple
tetragonal



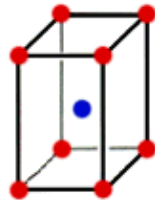
Body-centered
tetragonal



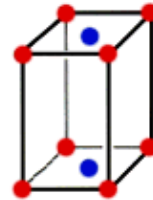
Hexagonal



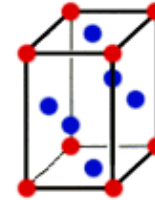
Simple
orthorhombic



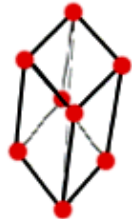
Body-centered
orthorhombic



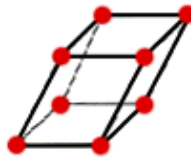
Base-centered
orthorhombic



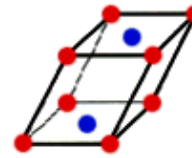
Face-centered
orthorhombic



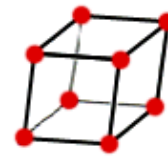
Rhombohedral



Simple
Monoclinic



Base-centered
monoclinic



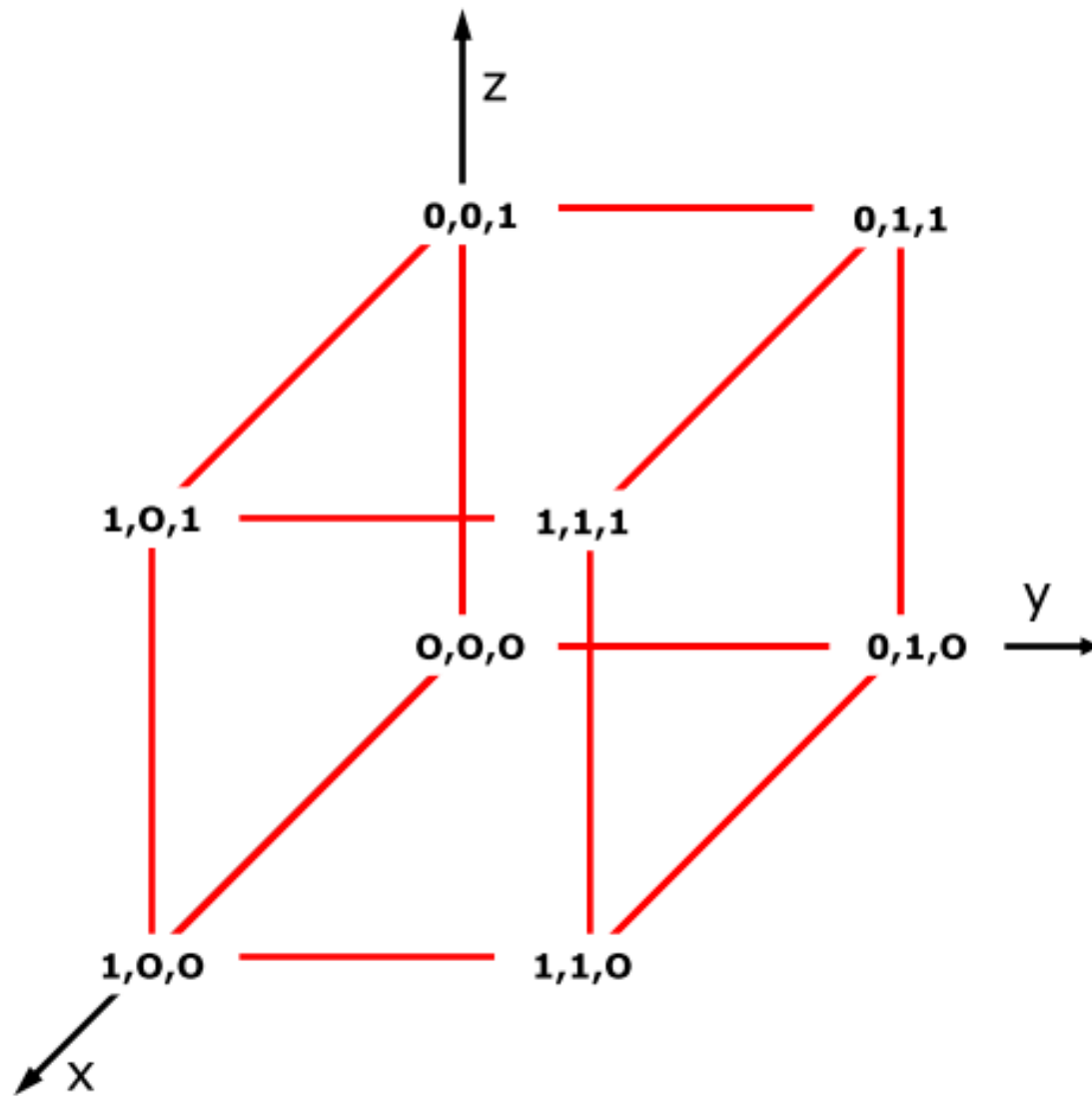
Triclinic

Kristallografik Düzlemler ve Doğrultular

Atomların dizildikleri tabaka veya düzlemlere atom düzlemleri ya da kristallografik düzlemler adı verilir.

Koordinatlar

Birim hücrenin bir köşesi uzay koordinatlarının başlangıç noktası ya da orijin olarak alınır. Bir koordinat sisteminin birim uzunluğu olarak kristal yapının kafes parametresi alınır. Kübik yapının birim hücresi ve koordinat sistemi şekilde gösterilmektedir.

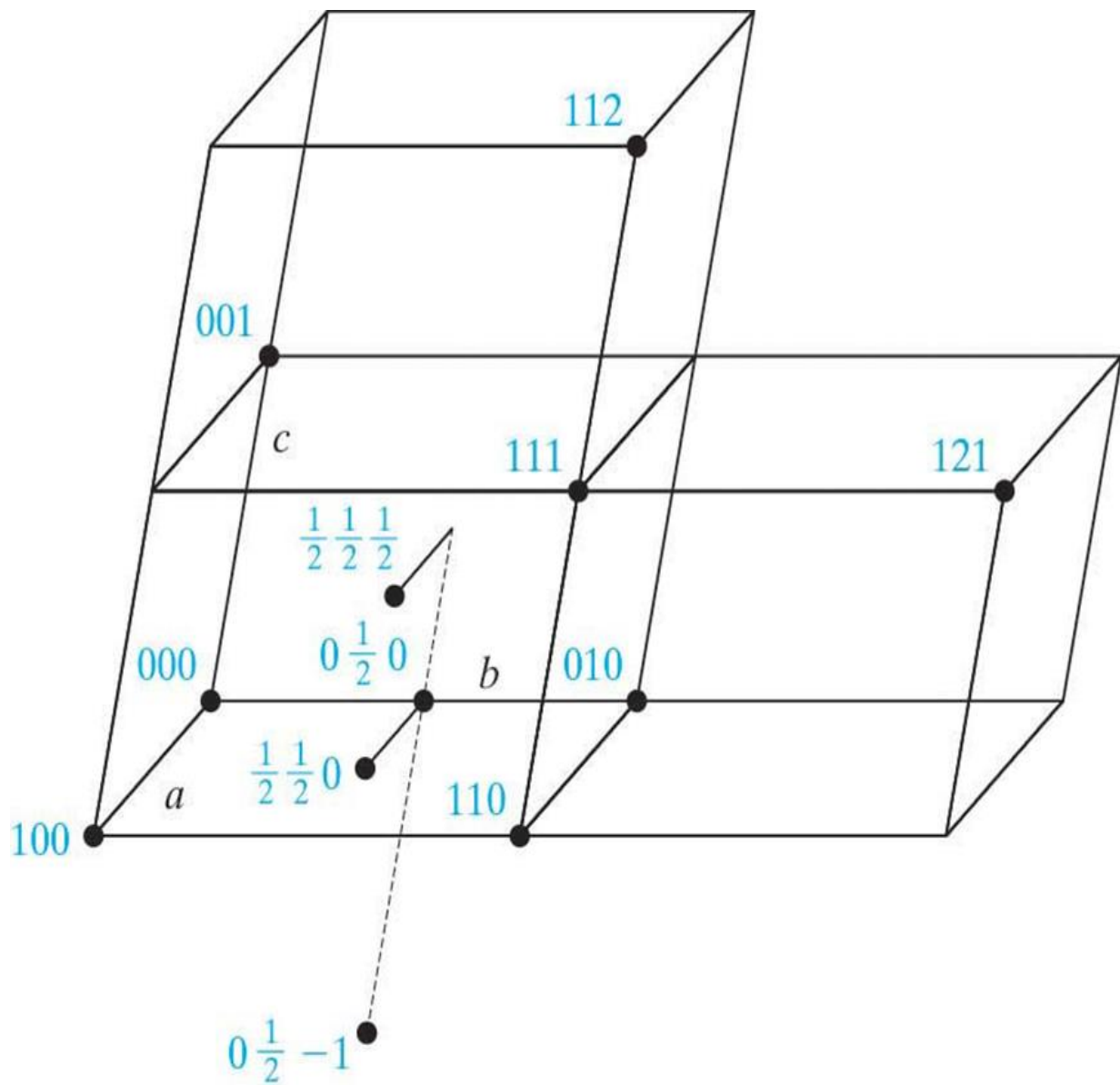
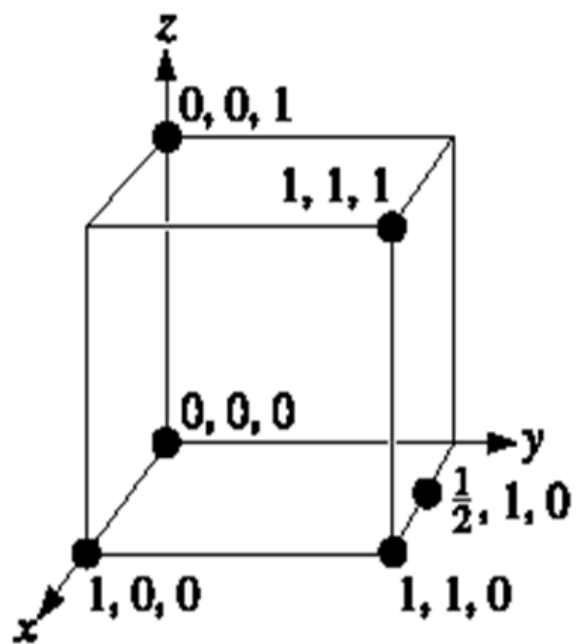


KAFES NOKTALARI

Kafes noktaları, atomların kafes içerisinde bulundukları noktaların koordinatlarıdır.

Aynı zamanda kafes noktaları, atomların uzayda bulundukları koordinatların, birim hücre boyutlarının katları veya kesirleri şeklinde ifadesidir.

Kesirli ifadeler bulunabilir. x, y, z veya xyz şeklinde ifade edilebilir.



KAFES DOĞRULTULARI

Kübik sistemde doğrultu ve düzlemler Miller indisleri ile ifade edilir. Şu şekilde saptanır:

- Birim hücrede başlangıç ve bitiş koordinatları belirlenir.
- Başlangıç koordinatları, bitiş koordinatlarından aritmetik olarak çıkarılır.
- Miller indisleri, kesirli olamaz, tam sayı olmalıdır. Gerekirse orantılı olarak en küçük tam sayıya çevrilir.
- Köşeli parantez içine virgülsüz olarak konur.

DİKKAT EDİLMESİ GEREKENLER

Eksen takımının başlangıcı olarak herhangi bir atom seçilebilir.

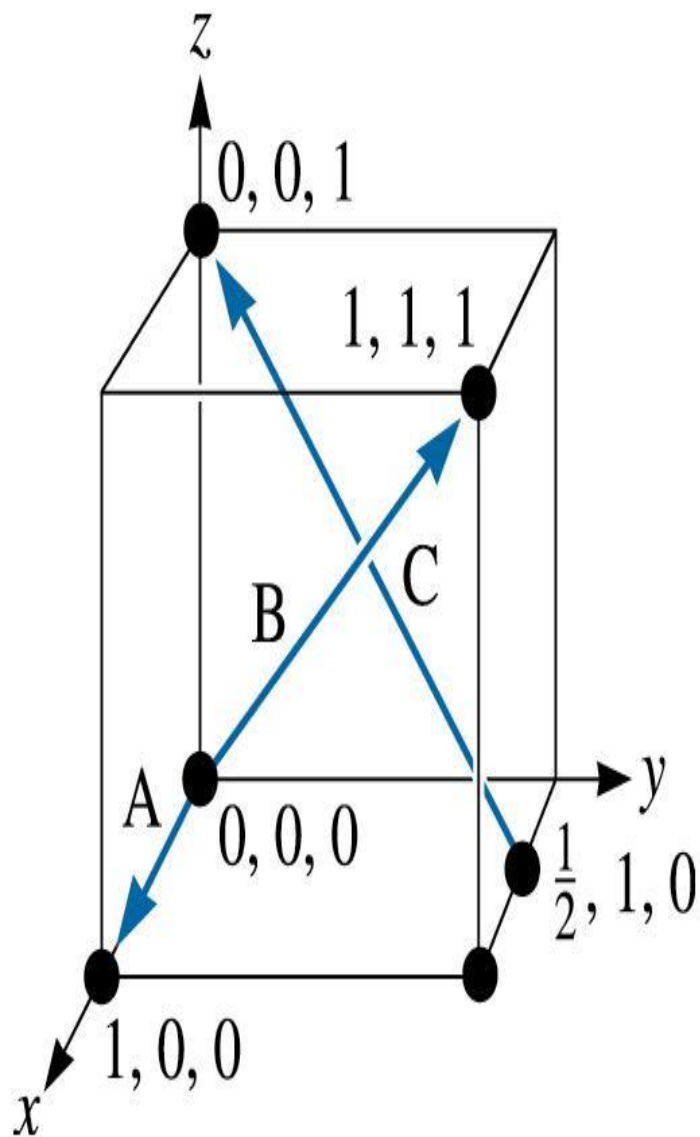
Paralel doğrultuların indisleri aynıdır.

Aynı indisli fakat zıt işaretli doğrultular aynı değildir. $[100] \neq [\bar{1}00]$

Bir doğrultuya ait indislerin hepsinin aynı tamsayı ile çarpılmasıyla elde edilen indislere ait doğrultular aynıdır. $[100] \times 2 = [200]$

Birbirine paralel olmayan (farklı Miller indisli) fakat atom dizilişleri benzer (kübik sistem) olan doğrultular, doğrultu ailesini oluşturur.

$\langle 100 \rangle \rightarrow [100], [010], [001], [\bar{1}00] \dots$



Doğrultu A

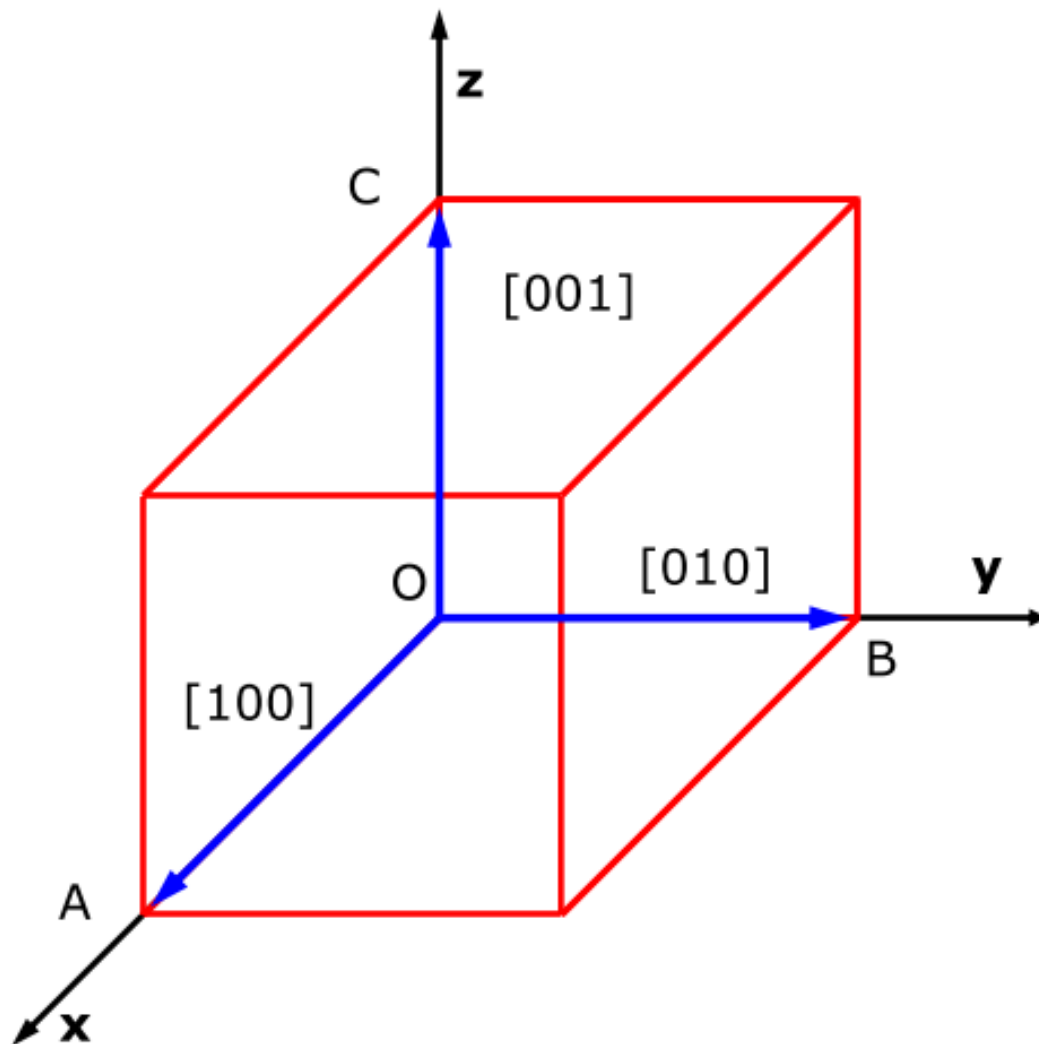
1. Başlangıç ve bitiş: 1, 0, 0 ve 0, 0, 0
2. $1, 0, 0 - 0, 0, 0 = 1, 0, 0$
3. Kesir veya büyük tam sayı yok.
4. $[100]$

Doğrultu B

1. Başlangıç ve bitiş: 1, 1, 1 ve 0, 0, 0
2. $1, 1, 1 - 0, 0, 0 = 1, 1, 1$
3. Kesir veya büyük tam sayı yok.
4. $[111]$

Doğrultu C

1. Başlangıç ve bitiş: 0, 0, 1 ve $1/2, 1, 0$
2. $0, 0, 1 - 1/2, 1, 0 = -1/2, -1, 1$
3. $2(-1/2, -1, 1) = -1, -2, 2$
4. $[\bar{1}\bar{2}2]$



OA doğrultusuna ait indislerin belirlenmesi

	x	y	z
Koordinatlar	1	0	0
Miller indisleri	1	0	0

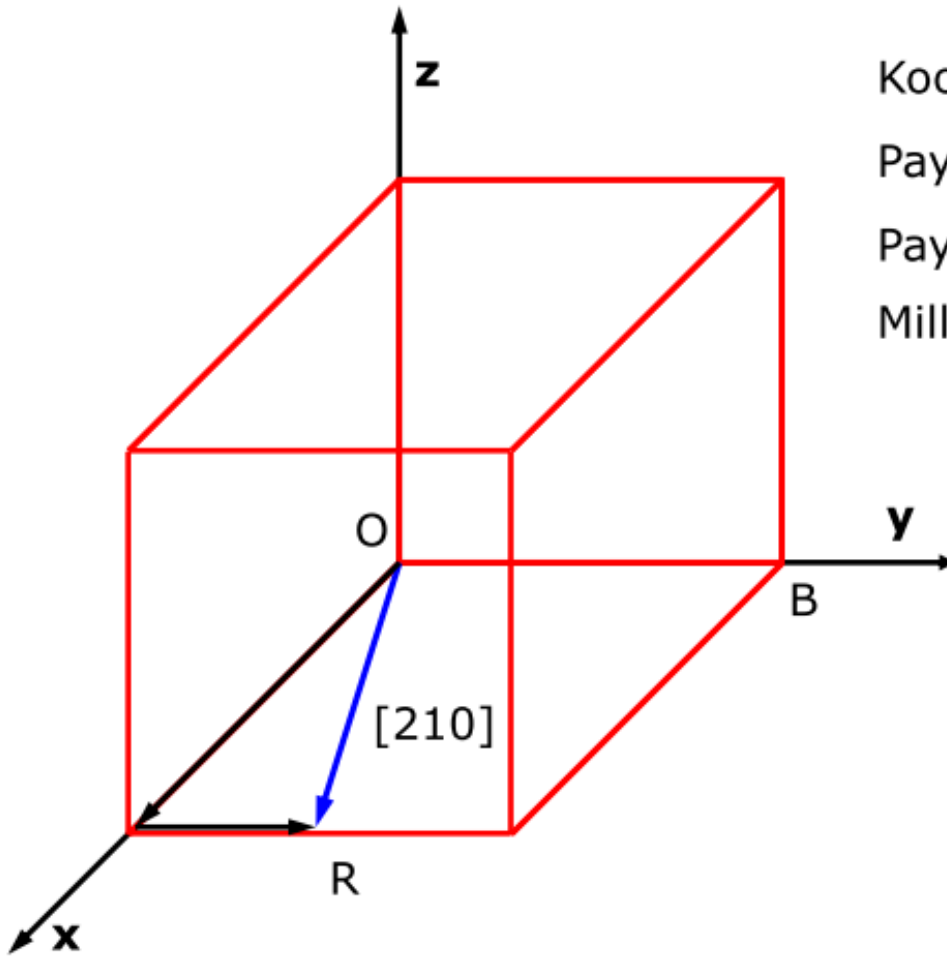
OB doğrultusuna ait indislerin belirlenmesi

	x	y	z
Koordinatlar	0	1	0
Miller indisleri	0	1	0

OC doğrultusuna ait indislerin belirlenmesi

	x	y	z
Koordinatlar	0	0	1
Miller indisleri	0	0	1

OR doğrultusuna ait indislerin belirlenmesi



	x	y	z
Koordinatlar	1	$1/2$	0
Payda eşitlenir	$2/2$	$1/2$	0
Payda atılır	2	1	0
Miller indisleri	2	1	0

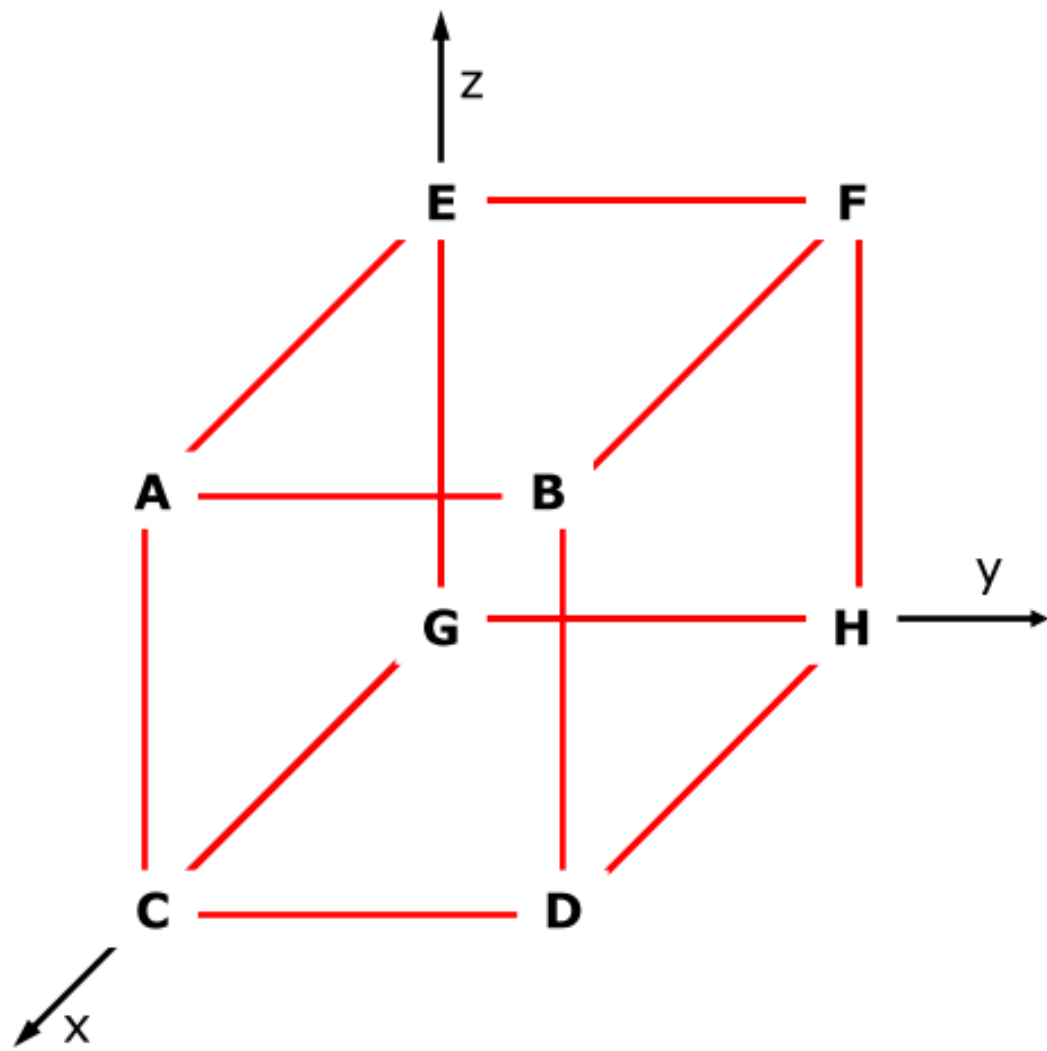
KAFES DÜZLEMLERİ

Düzlemin eksen sisteminden geçmesi durumunda en yakın düzleme paralel olarak kaydırılır. Düzlemin koordinat eksenini kestiği noktalar belirlenir. Bu değerlerin tersi alınır.

İndisler tamsayı olmalıdır. Gerekiyorsa orantılı en küçük tamsayı ile çarpılır. Bulunan sayılar normal parantezde virgülsüz olarak ifade edilir. Negatif sayılar üzerinde (-) işareti ile gösterilir.

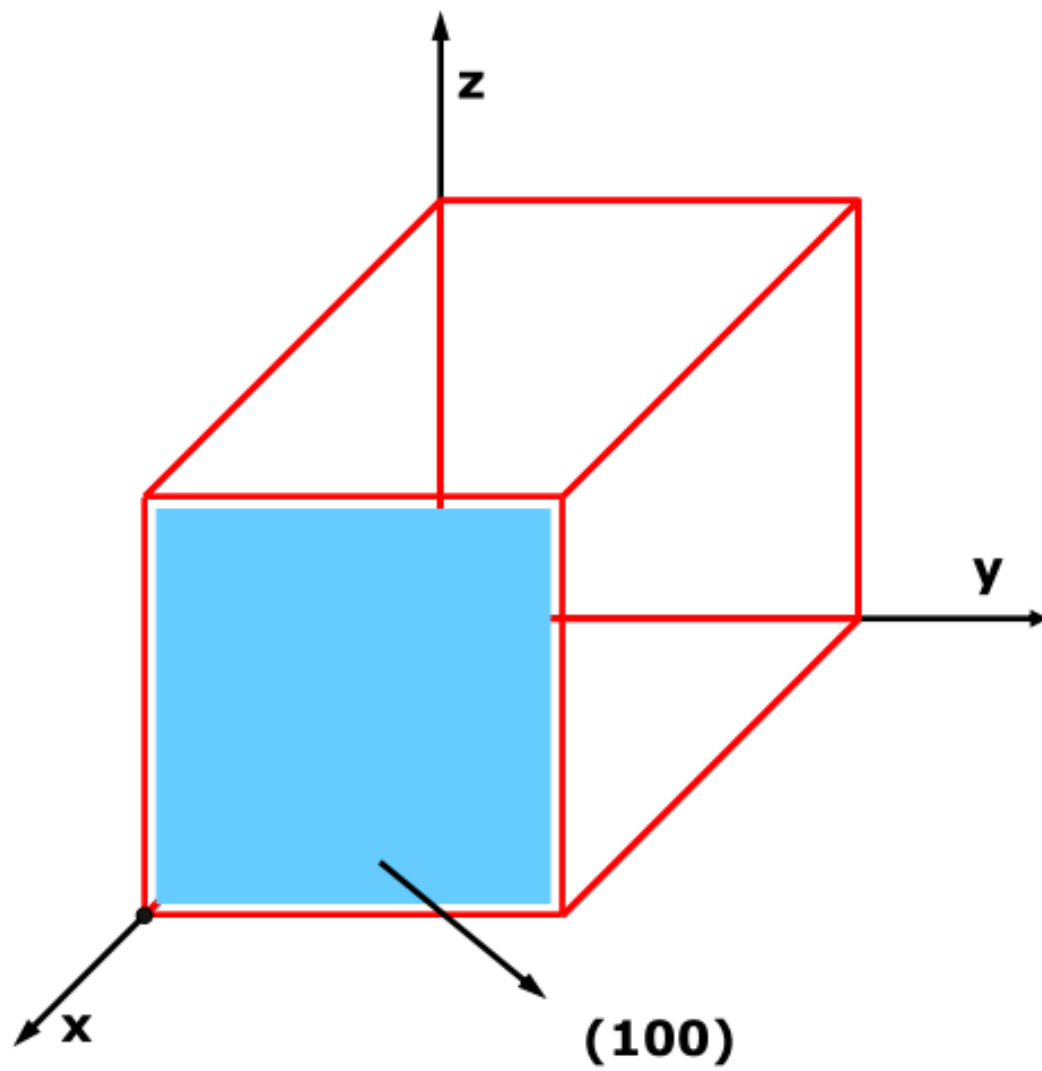
DİKKAT EDİLMESİ GEREKENLER

- Doğrultuların tersine indisleri negatif olan düzlemler aynıdır.
- Doğrultuların tersine indisleri tamsayı ile çarpılarak bulunan düzlemler birbirinden farklıdır.
- Kübik sistemde birbirinin aynı indise sahip olan doğrultu ve düzlemler birbirine diktir.
- Aynı özelliğe sahip düzlemler, düzlem ailesi oluşturur ve küme parantezi ile ifade edilirler.



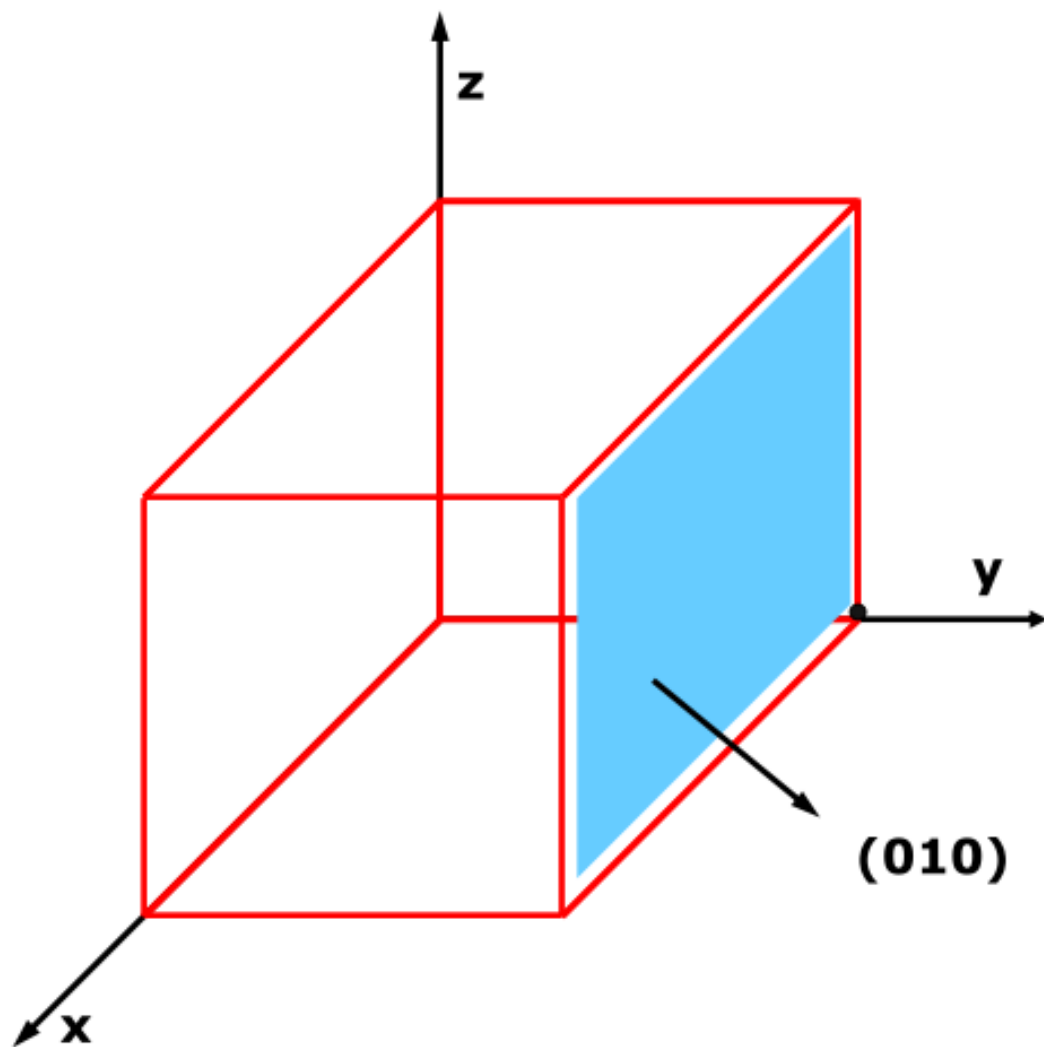
ABCD Düzleminin Miller indislerinin belirlenmesi

	x	y	z
Eksenlerle kesişme noktaları	1	∞	∞
Kesişme noktalarına ait koordinatların tersi	1/1	1/ ∞	1/ ∞
Miller indisleri	1	0	0



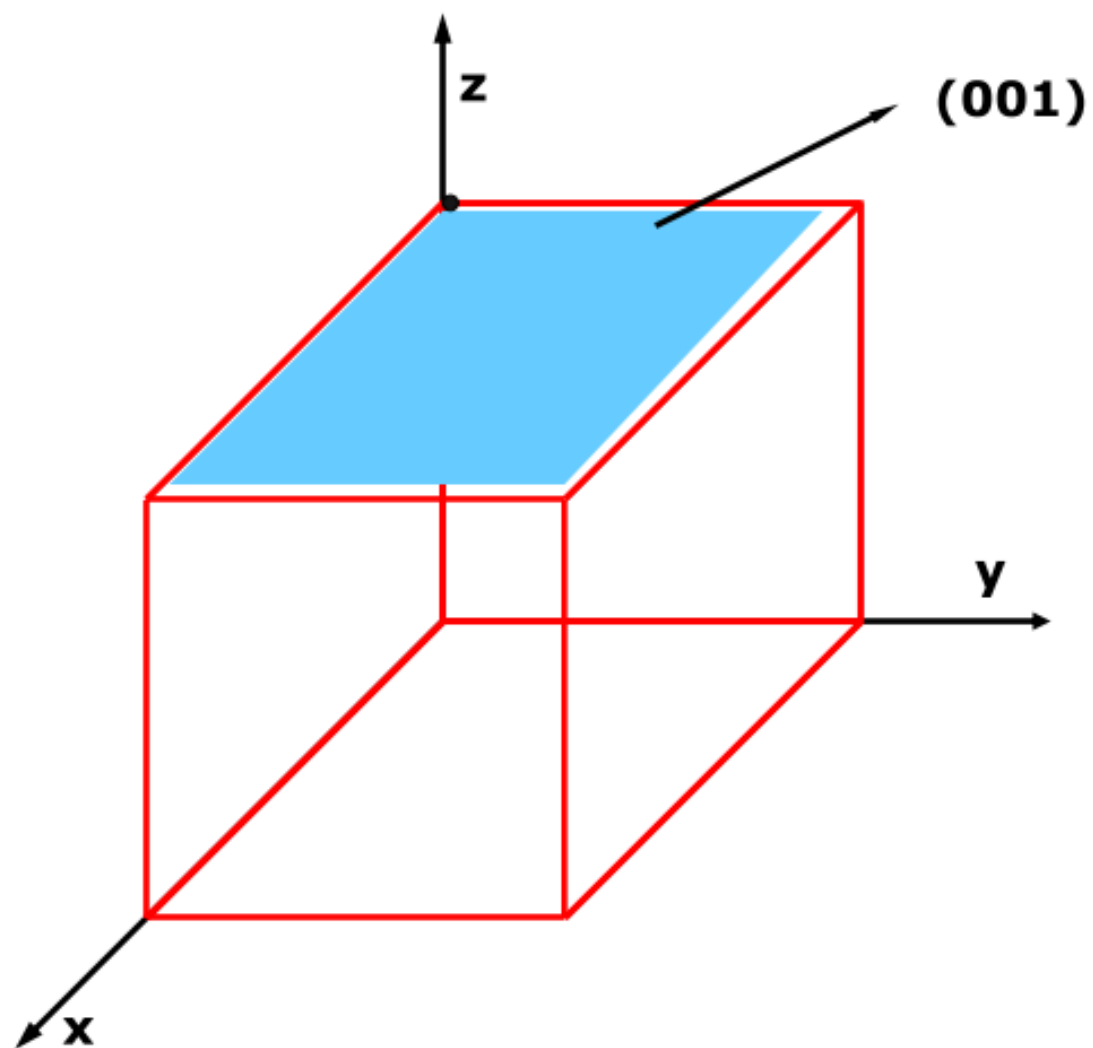
BDFH Düzleminin Miller indislerinin belirlenmesi

	x	y	z
Eksenlerle kesişme noktaları	∞	1	∞
Kesişme noktalarına ait koordinatların tersi	$1/\infty$	$1/1$	$1/\infty$
Miller indisleri	0	1	0



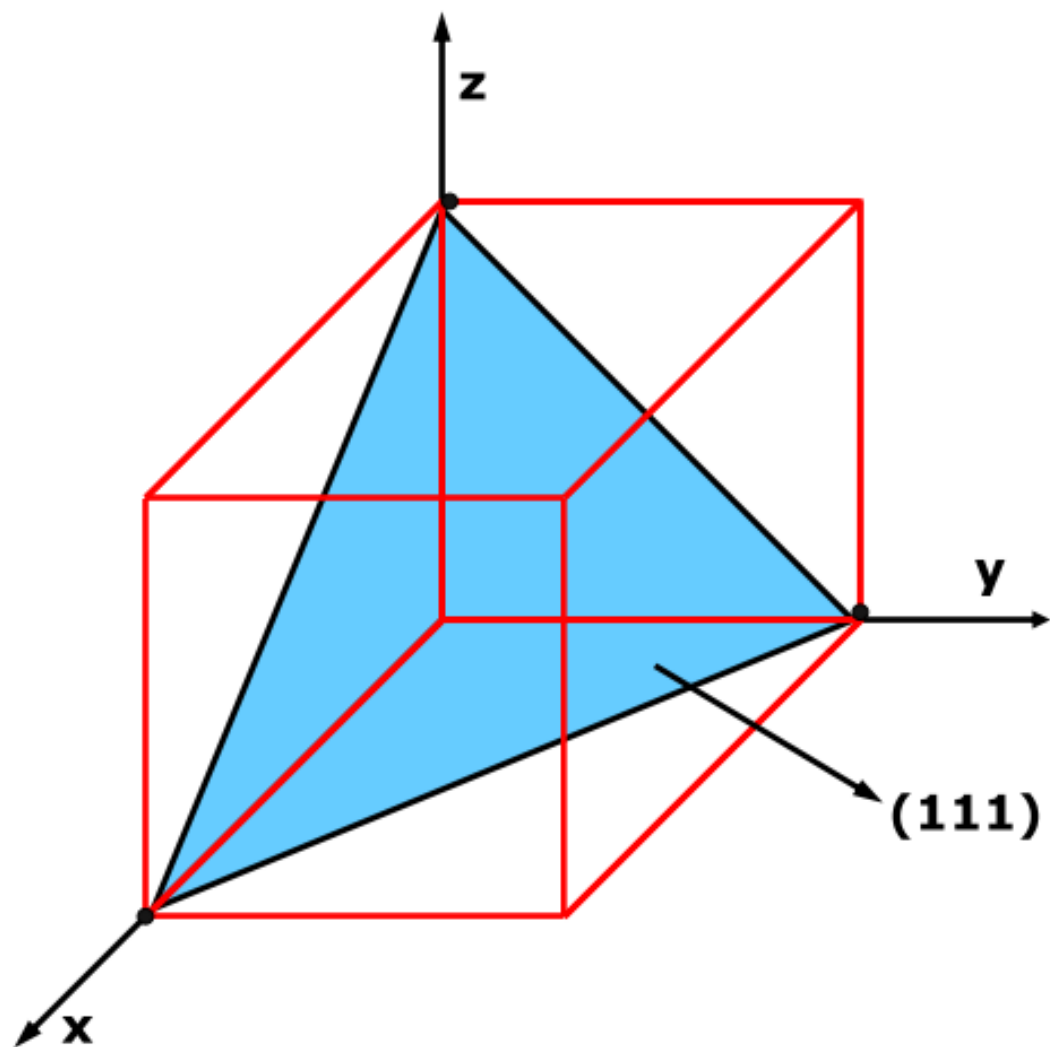
ABEF Düzleminin Miller indislerinin belirlenmesi

	x	y	z
Eksenlerle kesişme noktaları	∞	∞	1
Kesişme noktalarına ait koordinatların tersi	$1/\infty$	$1/\infty$	$1/1$
Miller indisleri	0	0	1



ECH Düzleminin Miller indislerinin belirlenmesi

	x	y	z
Eksenlerle kesişme noktaları	1	1	1
Kesişme noktalarına ait koordinatların tersi	1/1	1/1	1/1
Miller indisleri	1	1	1

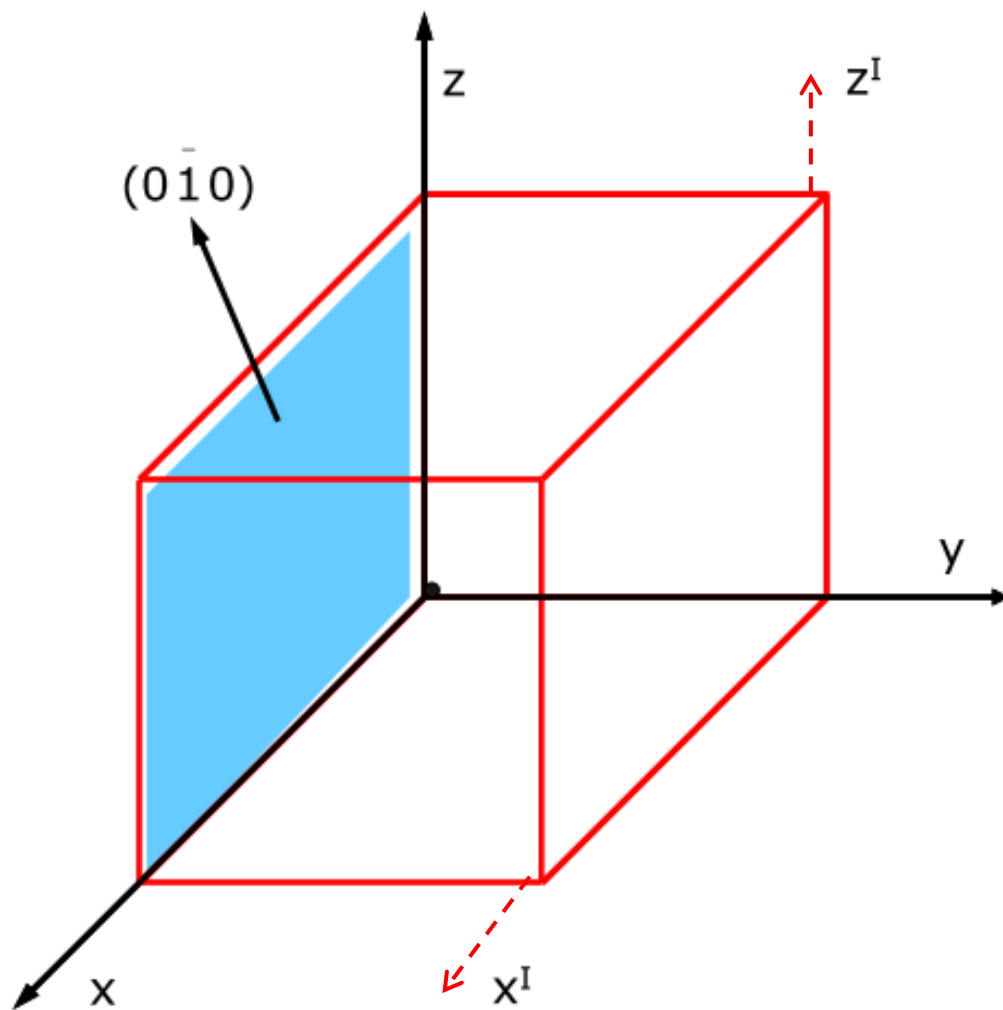


Orijinden geçen düzlemlerin analizi yapılmaz. Bunların yerine bunlara paralel olan düzlemler göz önüne alınır. Çünkü paralel düzlemlerin indisleri aynıdır.

ACEG düzlemi eksen takımının başlangıç noktasından (orijin) geçmesi nedeniyle bu eksen takımına göre belirlenemez. Küpün herhangi bir köşe noktası orijin olarak alınabilir. Örneğin; H noktası orijin olarak alınarak bu düzlem $x' y z'$ eksen takımına göre aşağıdaki gibi belirlenebilir;

ACEG Düzleminin Miller indislerinin belirlenmesi

	x'	y	z'
Eksenlerle kesişme noktaları	∞	-1	∞
Kesişme noktalarına ait koordinatların tersi	$1/\infty$	-1/1	$1/\infty$
Miller indisleri	0	$\bar{1}$	0



y^I

