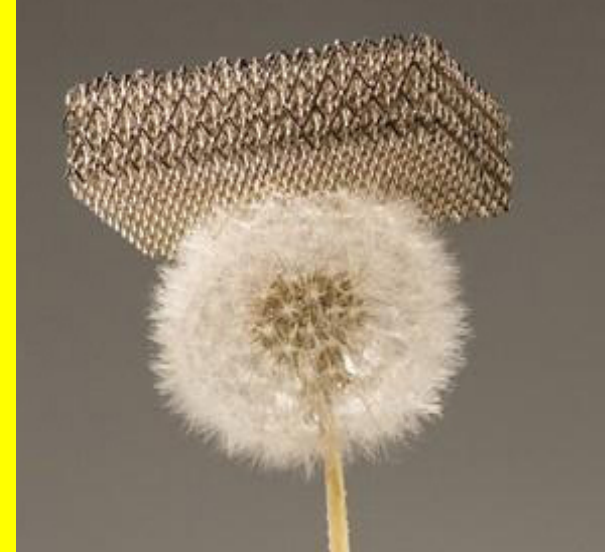
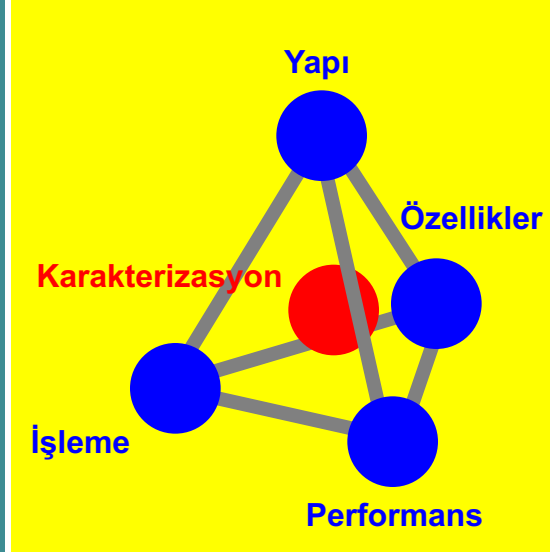
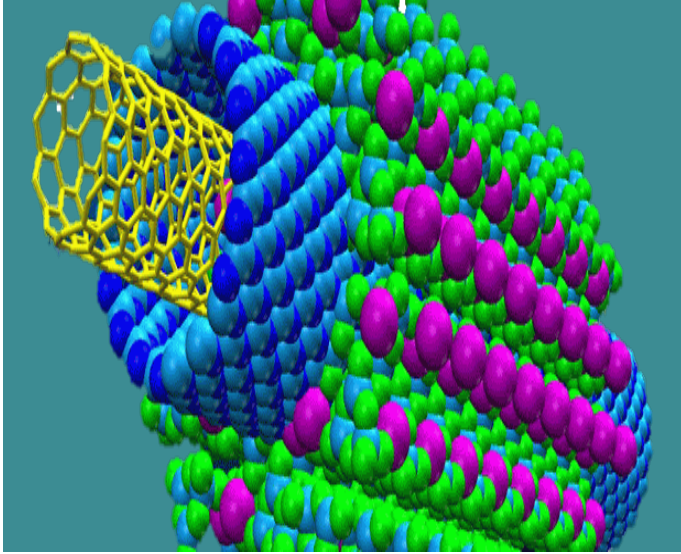


# FZM 220

## Malzeme Bilimine Giriş



Prof. Dr. İlker DİNÇER

Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Fizik Mühendisliği Bölümü

## Ders Hakkında

### FZM 220 Malzeme Bilimine Giriş Dersinin Amacı

Bu dersin amacı, fizik mühendisliği öğrencilerine, malzemelerin yapısal özellikleri ile mekanik, fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkileri tanıtmak ve tasarımlarındaki malzeme seçiminin önemini lisans düzeyinde öğretmektir.

## Dersin İçeriği

Hafta	Konu
1. Hafta	Giriş: Malzeme Bilimi ve Mühendisliğin Önemi ( <u>Ön Çalışma: Dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u> )
2. Hafta	Atomal Yapı ve Atomlararası Bağ-1 ( <u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u> )
3. Hafta	Atomal Yapı ve Atomlararası Bağ-2 ( <u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u> )
4. Hafta	Katılarda Kristal Yapılar-1 ( <u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u> )
5. Hafta	Katılarda Kristal Yapılar-2 ( <u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u> )
6. Hafta	<b>Katılarda Kusurlar</b> ( <u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u> )
7. Hafta	Katılarda Kusurlar-2 ( <u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u> )
8. Hafta	Vize Sınavı ( <u>Ön Çalışma: Önceki haftaların konularını gözden geçirip Vize Sınavına hazırlanınız.</u> )
9. Hafta	Yayınma-1 ( <u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u> )
10. Hafta	Yayınma-2 ( <u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u> )
11. Hafta	Metallerin Mekanik Özellikleri-1 ( <u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u> )
12. Hafta	Metallerin Mekanik Özellikleri-2 ( <u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u> )
13. Hafta	Dislokasyonlar ve Dayanım Arttırıcı Mekanizmalar ( <u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u> )
14. Hafta	Hasar ( <u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u> )

## **Ders Hakkında**

### **FZM 220 Malzeme Bilimine Giriş Dersinin Amacı**

Bu dersin amacı, fizik mühendisliği öğrencilerine, malzemelerin yapısal özellikleri ile mekanik, fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkileri tanıtmak ve tasarımlarındaki malzeme seçiminin önemini lisans düzeyinde öğretmektir.

### **Değerlendirme**

Ara sınav: % 40

Final sınavı: % 60

### **Kaynaklar**

1. Malzeme Bilimi ve Mühendisliği, Yazarlar: W.D. Callister ve D.G. Rethwisch (Ç.E.: K. Genel), Nobel Akademik Yayıncılık

## 4. Katılarda Kusurlar

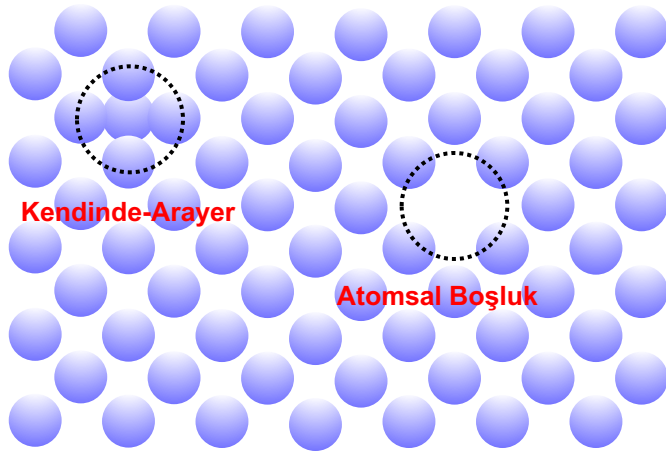
### Giriş

- Bu bölüme kadar, açıkça ifade edilmese de kristal malzemelerde, **atomal ölçekte mükemmel bir düzenin** bulunduğu varsayımı yapılmıştır. Ancak **gerçekte böyle mükemmel bir kristal yoktur** ve bütün kristallerde çeşitli türde çok sayıda **kusur** bulunur.
- Bu bölümde, (bir ya da iki atom konumu ile ilgili olan) **noktasal**, (bir boyutlu) **çizgisel** ve (iki boyutlu) **arayüz** ya da **sınır kusurları** olmak üzere **üç çeşit kristal yapı kusuru** anlatılacaktır.

## 4. Katılarda Kusurlar

### Noktasal Kusurlar: Atomsal Boşluk (Boşyer) ve Kendinde-Arayer Atomları

- Bir atomun bulunması gerekirken **boş kalan atomsal boşluk (boşyer)** veya diğer bir ifadeyle **boş kafes noktaları** en basit **noktasal kusurlar**dır (Aşağıdaki şekil).
- Kristali oluşturan atomlardan biri, normal şartlarda atomların bulunmadığı arayer boşluklarına girebilir. Bu tip atomlara **kendinde-arayer atomu** denir. Aşağıdaki şekilde bu tür bir kusur da gösterilmiştir



Atomsal boşluk ve kendinde-arayer atomu kusurlarının iki boyutta şematik olarak gösterimi.

- **Denge durumu için bir malzemede bulunan atomsal boşluk sayısı  $N_b$**  (sıcaklık arttıkça) sıcaklığa bağlı olarak **üstel bir şekilde** aşağıdaki denkleme göre artar.

$$N_b = N e^{\left(-\frac{Q_b}{kT}\right)}$$

- **N**: Birim hacimdeki kafes noktalarının toplam sayısı,
- **$Q_b$** : Bir boşluğun oluşması için gerekli enerji,
- **T**: Sıcaklık (K),
- **k**: Boltzmann sabiti ( $1.38 \times 10^{-23}$  J/K)

## 4. Katılarda Kusurlar

Bakırın 1000°C'deki atom ağırlığı ve yoğunluğu sırasıyla, 63,5 gr/mol ve 8,4 gr/cm<sup>3</sup> ve atomsal boşluk oluşması için gerekli enerji 0,9 eV/atom olduğuna göre, 1000°C'de denge durumunda 1 m<sup>3</sup> bakır için atomsal boşluk sayısını hesaplayınız.

$$N = \frac{N_A \rho}{A_{\text{Cu}}}$$

$$= \frac{(6,022 \times 10^{23} \text{ atom/mol})(8,4 \text{ gr/cm}^3)(10^6 \text{ cm}^3/\text{m}^3)}{63,5 \text{ gr/mol}}$$

$$= 8,0 \times 10^{28} \text{ atom/m}^3$$

$$N_b = N \exp\left(-\frac{Q_v}{kT}\right)$$

$$= (8 \times 10^{28} \text{ atom/m}^3) \exp\left[-\frac{(0,9 \text{ eV})}{(8,62 \times 10^{-5} \text{ eV/K})(1273 \text{ K})}\right]$$

$$= 2,2 \times 10^{25} \text{ boşluk/m}^3$$

$$N_b = N e^{\left(-\frac{Q_b}{kT}\right)}$$

## 4. Katılarda Kusurlar

### Katılarda Empüriteler

- Yaygın olarak kullanılan metallerin çoğunda, malzemelere belirli özellikler kazandırmak üzere **empürite** (**safsızlık**) atomları bilerek ilave edilir ve dolayısıyla saf metallerin yerine, daha çok **alaşım**ları kullanılır.
- Bir metale **empürite** atomlarının ilave edilmesi sonucu, empüritenin türüne, konsantrasyonuna ve alaşımın sıcaklığına bağlı olarak **katı çözelti** ve/veya yeni ikinci bir faz oluşabilir.

## 4. Katılarda Kusurlar

### Katılarda Empüriteler

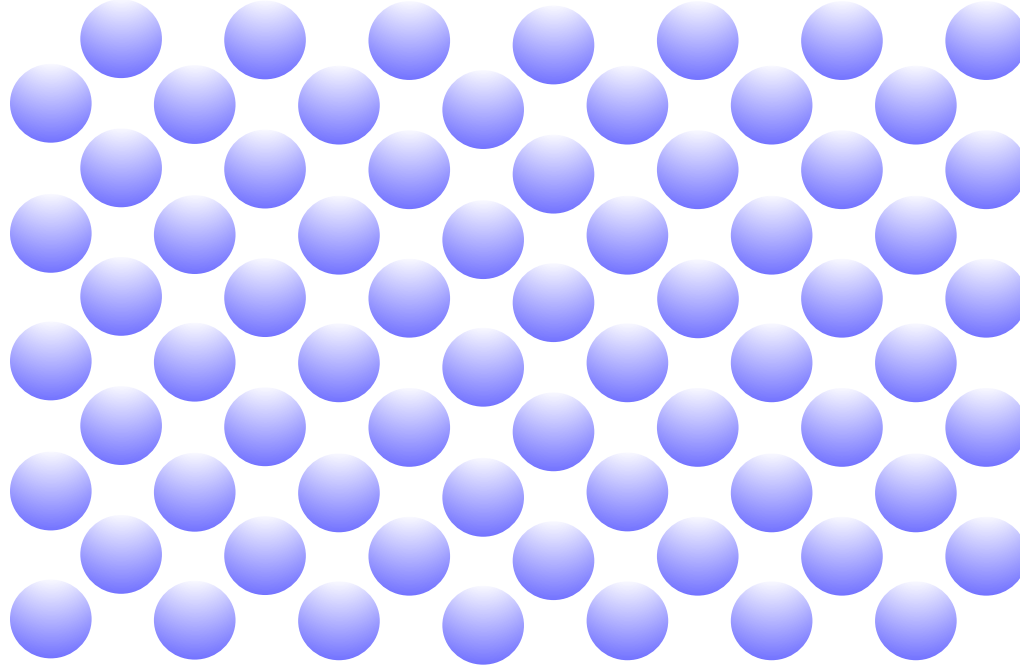
- Alaşımları oluşturan elementlerin anlatımında daha çok **çözen** ve **çözünen** terimleri kullanılır.
- **Çözen**, alaşımın ana yapısını oluşturan ve en yüksek miktarda bulunan element atomları için kullanılır.
- Daha az miktarda bulunan element için ise **çözünen** ifadesi kullanılır.
- Empürite noktasal kusurları, katı çözeltilerde buldukları yere göre **yeralan** ve **arayer** olmak üzere ikiye ayrılır.



## 4. Katılarda Kusurlar

### Katılarda Empüriteler

- Yeralan türünde, çözünen ya da empürite atomları bazı kafes noktalarında, çözen atomlarının yerlerini alır (Aşağıdaki Şekil).

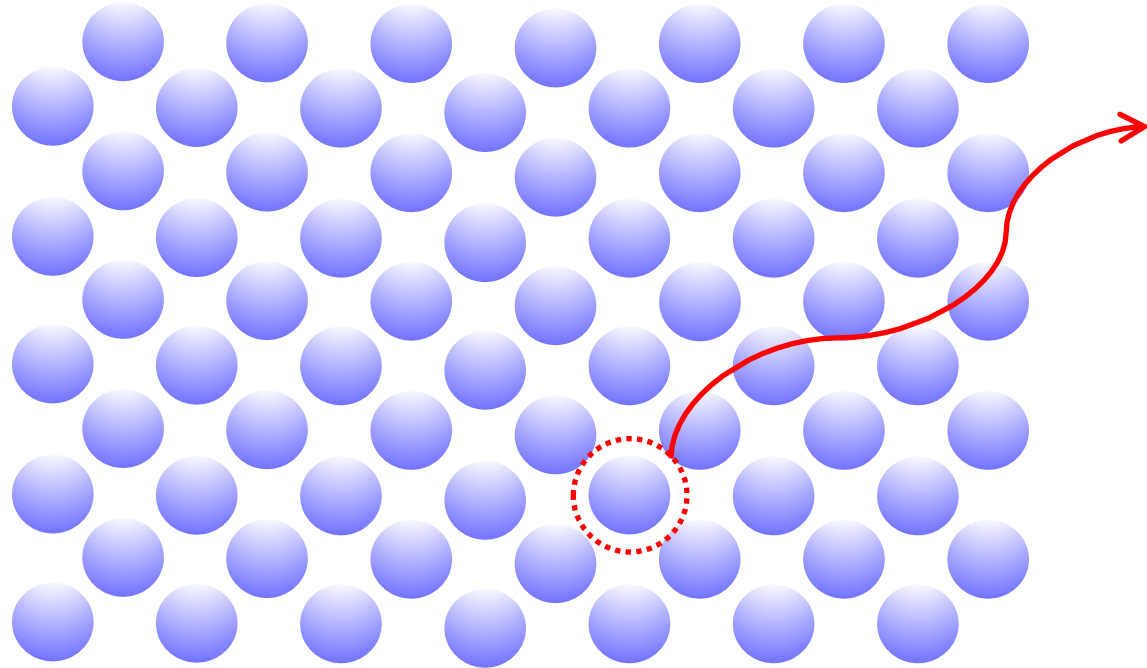


Yeralan ve arayer empürite (safsızlık) atomlarının iki boyutta şematik gösterimi.

## 4. Katılarda Kusurlar

### Katılarda Empüriteler

- Yeralan türünde, çözünen ya da empürite atomları bazı kafes noktalarında, çözen atomlarının yerlerini alır (Aşağıdaki Şekil).

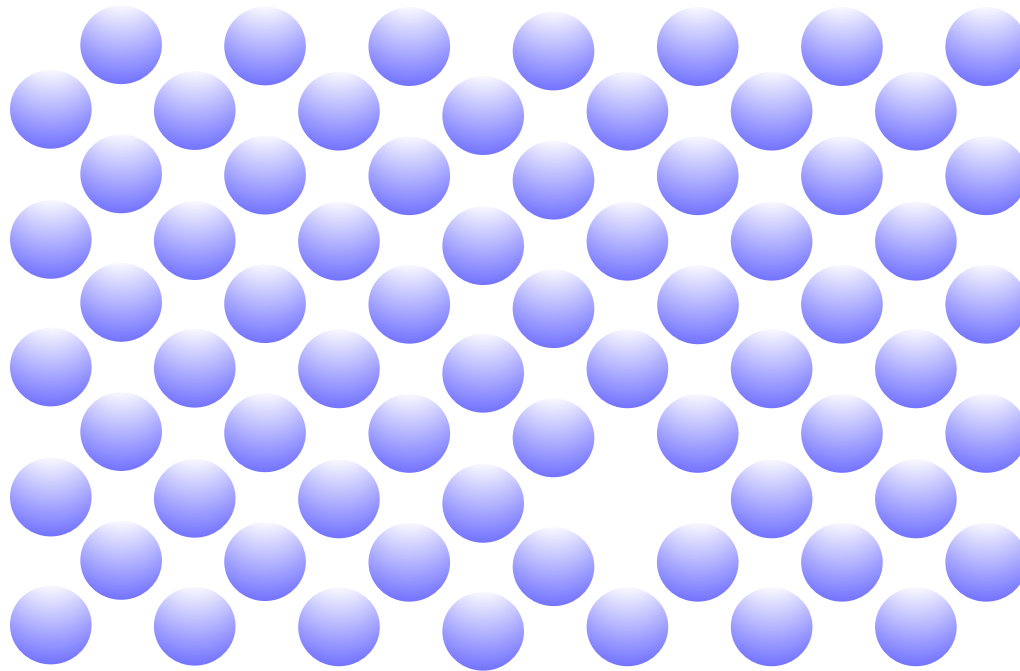


Yeralan ve arayer empürite (safsızlık) atomlarının iki boyutta şematik gösterimi.

## 4. Katılarda Kusurlar

### Katılarda Empüriteler

- Yeralan türünde, çözünen ya da empürite atomları bazı kafes noktalarında, çözen atomlarının yerlerini alır (Aşağıdaki Şekil).

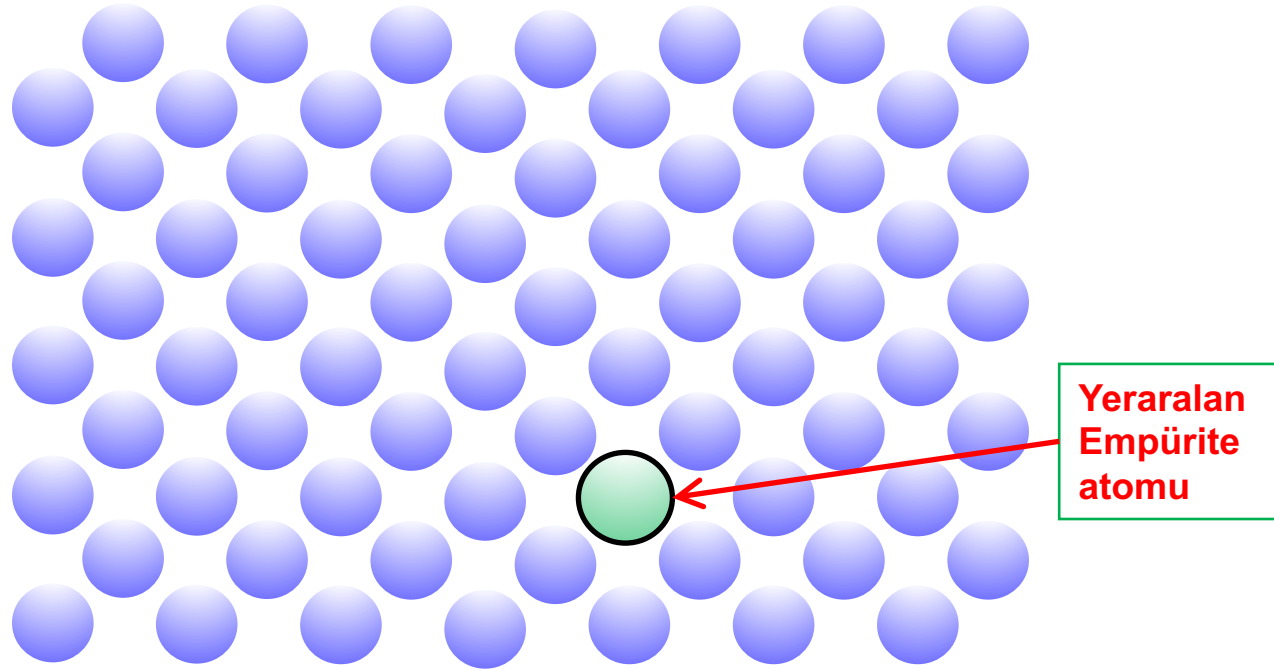


Yeralan ve arayer empürite (safsızlık) atomlarının iki boyutta şematik gösterimi.

## 4. Katılarda Kusurlar

### Katılarda Empüriteler

- Yeralan türünde, çözünen ya da empürite atomları bazı kafes noktalarında, çözen atomlarının yerlerini alır (Aşağıdaki Şekil).

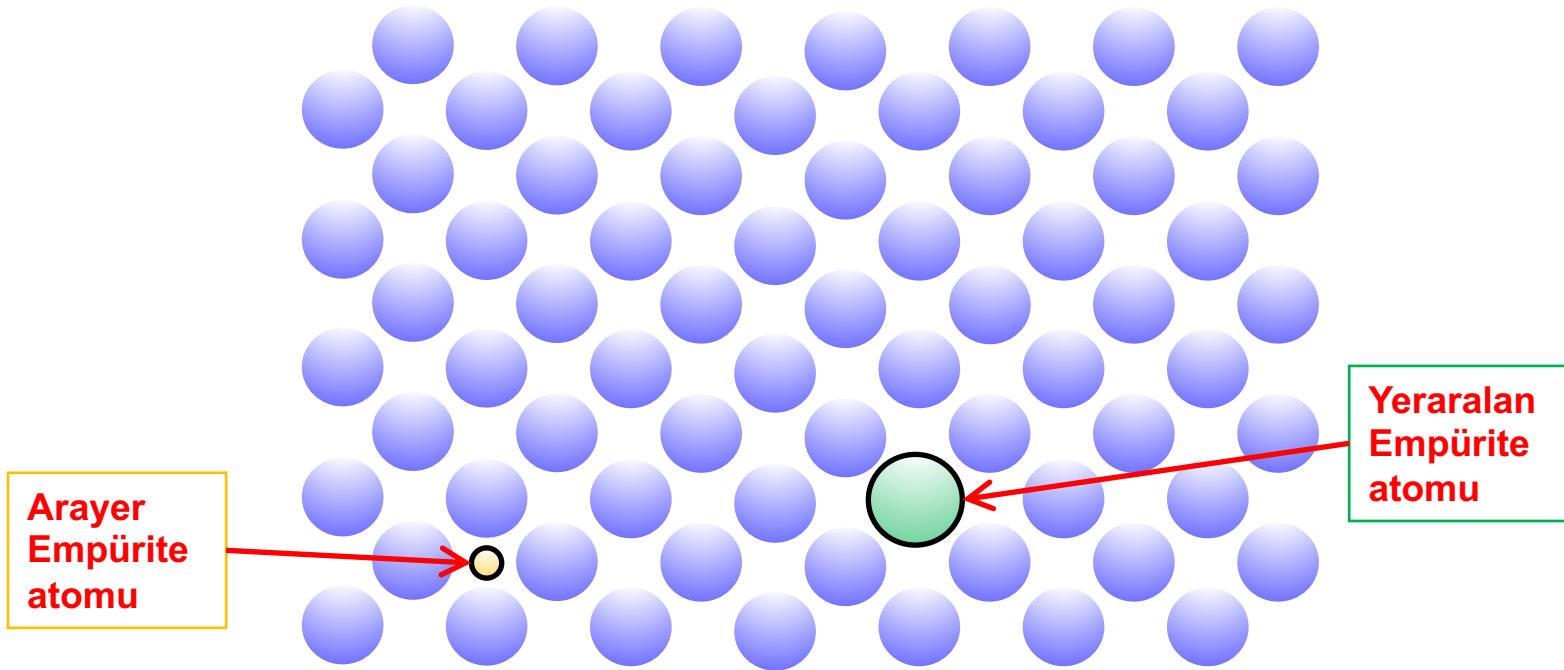


Yeralan ve arayer empürite (safsızlık) atomlarının iki boyutta şematik gösterimi.

# 4. Katılarda Kusurlar

## Katılarda Empüritelere

- Yeralan türünde, çözünen ya da empürite atomları bazı kafes noktalarında, çözen atomlarının yerlerini alır (Aşağıdaki Şekil).



Yeralan ve arayer empürite (safsızlık) atomlarının iki boyutta şematik gösterimi.

## 4. Katılarda Kusurlar

### Bileşimin Belirlenmesi

- Genellikle, bir alaşımın içerdiği elementlere göre **bileşiminin** (ya da **konsantrasyonunun**) belirtilmesi gerekir.
- **Ağırlık Oranı** (yüzdesi) (ağ.%) bir alaşımın yapısında bulunan belirli bir elementin ağırlığının, alaşımın toplam ağırlığı içindeki yüzde oranıdır.

İki elementten oluşan bir alaşımda ağırlık oranının hesabı

$$C_1 = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \times 100$$

$$C_2 = \frac{m_2}{m_1 + m_2} \times 100$$

- Burada,  $m_1$  ve  $m_2$  sırasıyla 1 ve 2 elementlerinin ağırlıklarını göstermektedir (ya da kütleleridir).

## 4. Katılarda Kusurlar

### Bileşimin Belirlenmesi

- **Atom yüzdesi** (at.%) alaşımı oluşturan belirli bir elementin mol sayısının, alaşımın içindeki elementlerin toplam mol sayısı içindeki yüzde oranıdır.

İki elementten oluşan bir alaşımda atom yüzdesinin hesabı

$$C'_1 = \frac{n_{m1}}{n_{m1} + n_{m2}} \times 100$$

$$C'_2 = \frac{n_{m2}}{n_{m1} + n_{m2}} \times 100$$

$$n_{m1} = \frac{m'_1}{A_1}$$

$$n_{m2} = \frac{m'_2}{A_2}$$

- Burada,  $m'_1$  ve  $A_1$  element 1'in gram cinsinden kütlesi ve atom ağırlığı ve  $m'_2$  ve  $A_2$  element 2'in gram cinsinden kütlesi ve atom ağırlığıdır.

## 4. Katılarda Kusurlar

### Bileşimin Dönüştürülmesi

- Bazen bileşimlerin dönüştürülmesi gerekebilir. Örneğin ağırlık oranından atom yüzdesi bulunabilir. Bu durumda dönüşüm ifadeleri aşağıda verilmiştir.

İki elementten oluşan bir alaşımda ağırlık oranının atom yüzdesine dönüştürülmesi

$$C'_1 = \frac{C_1 A_2}{C_1 A_2 + C_2 A_1} \times 100$$

$$C'_2 = \frac{C_2 A_1}{C_1 A_2 + C_2 A_1} \times 100$$

İki elementten oluşan bir alaşımda ağırlık oranının atom yüzdesine dönüştürülmesi

$$C_1 = \frac{C'_1 A_1}{C'_1 A_1 + C'_2 A_2} \times 100$$

$$C'_2 = \frac{C'_2 A_2}{C'_1 A_1 + C'_2 A_2} \times 100$$

$$C_1 + C_2 = 100$$

$$C'_1 + C'_2 = 100$$



## 4. Katılarda Kusurlar

### Bileşimin Dönüştürülmesi

- Ayrıca yeri geldiğinde konsantrasyonun ağırlık oranından bir bileşimin malzemenin birim hacmindeki kütlesine (yani konsantrasyonun ağı%’den  $\text{kg/m}^3$ ’e) dönüştürülmesi gerekmektedir.
- Bu şekilde ifade edilen konsantrasyonlar iki üs kullanılarak gösterilecektir ( $C''_1$  ve  $C''_2$ ) ve hesaplamaları ile ilgili denklemler aşağıdadır.

İki elementten oluşan bir alaşımda ağırlık oranının birim hacimdeki kütleyle dönüştürülmesi

$$C''_1 = \left( \frac{C_1}{\frac{C_1}{\rho_1} + \frac{C_2}{\rho_2}} \right) \times 10^3$$

$$C''_2 = \left( \frac{C_2}{\frac{C_1}{\rho_1} + \frac{C_2}{\rho_2}} \right) \times 10^3$$

- Yoğunluğun ifadelerinde  $\text{g/cm}^3$  cinsinden konulması durumunda  $C''_1$  ve  $C''_2$   $\text{kg/m}^3$  olarak elde edilir.

## 4. Katılarda Kusurlar

### Bileşimin Dönüştürülmesi

- Ayrıca yeri geldiğinde iki bileşenli alaşımlarda ağırlık oranı veya atom yüzdesi olarak verilen bileşimden alaşımın yoğunluğunun ya da atom ağırlığının belirlenmesi istenebilir. Aşağıdaki denklemlerde  $\rho_{ort}$  ve  $A_{ort}$  sırasıyla alaşımın yoğunluğunu ve atom ağırlığını temsil etmektedir.

İki elementten oluşan bir alaşımda alaşım yoğunluğunun hesaplanması

$$\rho_{ort} = \frac{100}{\frac{C_1}{\rho_1} + \frac{C_2}{\rho_2}}$$

$$\rho_{ort} = \frac{C'_1 A_1 + C'_2 A_2}{\frac{C_1 A_1}{\rho_1} + \frac{C_2 A_2}{\rho_2}}$$

İki elementten oluşan bir alaşımda alaşımın atom ağırlığının hesaplanması

$$A_{ort} = \frac{100}{\frac{C_1}{A_1} + \frac{C_2}{A_2}}$$

$$A_{ort} = \frac{C'_1 A_1 + C'_2 A_2}{100}$$

## 4. Katılarda Kusurlar

### Bileşim-Dönüşüm Denkleminin Türetilmesi

- Yandaki denklemin nasıl türetildiğini gösteriniz.

$$C'_1 = \frac{C_1 A_2}{C_1 A_2 + C_2 A_1} \times 100$$

M' gram cinsinden olmak üzere alaşımın toplam kütlesi, alaşımı oluşturan elementlerin kütlelerinin toplamına eşittir:

$$M' = m'_1 + m'_2$$

$$C'_1 = \frac{n_{m1}}{n_{m1} + n_{m2}} \times 100$$

## 4. Katılarda Kusurlar

### Bileşim-Dönüşüm Denkleminin Türetilmesi

- Yandaki denklemin nasıl türetildiğini gösteriniz.

$$C'_1 = \frac{C_1 A_2}{C_1 A_2 + C_2 A_1} \times 100$$

M' gram cinsinden olmak üzere alaşımın toplam kütlesi, alaşımı oluşturan elementlerin kütlelerinin toplamına eşittir:

$$M' = m'_1 + m'_2$$

$$C'_1 = \frac{n_{m1}}{n_{m1} + n_{m2}} \times 100$$

$$n_{m1} = \frac{m'_1}{A_1} \quad n_{m2} = \frac{m'_2}{A_2}$$

## 4. Katılarda Kusurlar

### Bileşim-Dönüşüm Denklemine Türetilmesi

- Yandaki denklemin nasıl türetildiğini gösteriniz.

$$C'_1 = \frac{C_1 A_2}{C_1 A_2 + C_2 A_1} \times 100$$

M' gram cinsinden olmak üzere alaşımın toplam kütlesi, alaşımı oluşturan elementlerin kütlelerinin toplamına eşittir:

$$M' = m'_1 + m'_2$$

$$C'_1 = \frac{n_{m1}}{n_{m1} + n_{m2}} \times 100$$

$$n_{m1} = \frac{m'_1}{A_1} \quad n_{m2} = \frac{m'_2}{A_2}$$

## 4. Katılarda Kusurlar

### Bileşim-Dönüşüm Denklemine Türetilmesi

- Yandaki denklemin nasıl türetildiğini gösteriniz.

$$C'_1 = \frac{C_1 A_2}{C_1 A_2 + C_2 A_1} \times 100$$

M' gram cinsinden olmak üzere alaşımın toplam kütlesi, alaşımı oluşturan elementlerin kütlelerinin toplamına eşittir:

$$M' = m'_1 + m'_2$$

$$C'_1 = \frac{n_{m1}}{n_{m1} + n_{m2}} \times 100$$

$$n_{m1} = \frac{m'_1}{A_1} \quad n_{m2} = \frac{m'_2}{A_2}$$

$$C'_1 = \frac{\frac{m'_1}{A_1}}{\frac{m'_1}{A_1} + \frac{m'_2}{A_2}} \times 100$$

## 4. Katılarda Kusurlar

### Bileşim-Dönüşüm Denkleminin Türetilmesi

- Yandaki denklemin nasıl türetildiğini gösteriniz.

$$C'_1 = \frac{C_1 A_2}{C_1 A_2 + C_2 A_1} \times 100$$

M' gram cinsinden olmak üzere alaşımın toplam kütlesi, alaşımı oluşturan elementlerin kütlelerinin toplamına eşittir:

$$M' = m'_1 + m'_2$$

$$C'_1 = \frac{n_{m1}}{n_{m1} + n_{m2}} \times 100$$

$$n_{m1} = \frac{m'_1}{A_1} \quad n_{m2} = \frac{m'_2}{A_2}$$

$$C'_1 = \frac{\frac{m'_1}{A_1}}{\frac{m'_1}{A_1} + \frac{m'_2}{A_2}} \times 100$$

$$m'_1 = \frac{C_1 M'}{100}$$

$$m'_2 = \frac{C_2 M'}{100}$$

## 4. Katılarda Kusurlar

### Bileşim-Dönüşüm Denklemine Türetilmesi

- Yandaki denklemin nasıl türetildiğini gösteriniz.

$$C'_1 = \frac{C_1 A_2}{C_1 A_2 + C_2 A_1} \times 100$$

M' gram cinsinden olmak üzere alaşımın toplam kütlesi, alaşımı oluşturan elementlerin kütlelerinin toplamına eşittir:

$$M' = m'_1 + m'_2$$

$$C'_1 = \frac{n_{m1}}{n_{m1} + n_{m2}} \times 100$$

$$n_{m1} = \frac{m'_1}{A_1} \quad n_{m2} = \frac{m'_2}{A_2}$$

$$C'_1 = \frac{\frac{m'_1}{A_1}}{\frac{m'_1}{A_1} + \frac{m'_2}{A_2}} \times 100$$

$$m'_1 = \frac{C_1 M'}{100}$$

$$m'_2 = \frac{C_2 M'}{100}$$



# 4. Katılarda Kusurlar

## Bileşim-Dönüşüm Denkleminin Türetilmesi

- Yandaki denklemin nasıl türetildiğini gösteriniz.

$$C'_1 = \frac{C_1 A_2}{C_1 A_2 + C_2 A_1} \times 100$$

M' gram cinsinden olmak üzere alaşımın toplam kütlesi, alaşımı oluşturan elementlerin kütlelerinin toplamına eşittir:

$$M' = m'_1 + m'_2$$

$$C'_1 = \frac{n_{m1}}{n_{m1} + n_{m2}} \times 100$$

$$n_{m1} = \frac{m'_1}{A_1} \quad n_{m2} = \frac{m'_2}{A_2}$$

$$C'_1 = \frac{\frac{m'_1}{A_1}}{\frac{m'_1}{A_1} + \frac{m'_2}{A_2}} \times 100$$

$$m'_1 = \frac{C_1 M'}{100}$$

$$m'_2 = \frac{C_2 M'}{100}$$

$$C'_1 = \frac{\frac{C_1 M'}{100 A_1}}{\frac{C_1 M'}{100 A_1} + \frac{C_2 M'}{100 A_2}} \times 100$$

## 4. Katılarda Kusurlar

### Bileşim-Dönüşüm Denkleminin Türetilmesi

- Yandaki denklemin nasıl türetildiğini gösteriniz.

$$C'_1 = \frac{C_1 A_2}{C_1 A_2 + C_2 A_1} \times 100$$

M' gram cinsinden olmak üzere alaşımın toplam kütlesi, alaşımı oluşturan elementlerin kütlelerinin toplamına eşittir:

$$M' = m'_1 + m'_2$$

$$C'_1 = \frac{n_{m1}}{n_{m1} + n_{m2}} \times 100$$

$$n_{m1} = \frac{m'_1}{A_1} \quad n_{m2} = \frac{m'_2}{A_2}$$

$$C'_1 = \frac{\frac{m'_1}{A_1}}{\frac{m'_1}{A_1} + \frac{m'_2}{A_2}} \times 100$$

$$m'_1 = \frac{C_1 M'}{100}$$

$$m'_2 = \frac{C_2 M'}{100}$$

$$C'_1 = \frac{\frac{C_1 M'}{100 A_1}}{\frac{C_1 M'}{100 A_1} + \frac{C_2 M'}{100 A_2}} \times 100 = \frac{C_1 M'}{100 A_1} \times 100 \div \left( \frac{C_1 M'}{100 A_1} + \frac{C_2 M'}{100 A_2} \right) \times 100 = \frac{C_1 M'}{M' \left( \frac{C_1}{A_1} + \frac{C_2}{A_2} \right)} \times 100$$

## 4. Katılarda Kusurlar

### Bileşim-Dönüşüm Denkleminin Türetilmesi

- Yandaki denklemin nasıl türetildiğini gösteriniz.

$$C'_1 = \frac{C_1 A_2}{C_1 A_2 + C_2 A_1} \times 100$$

M' gram cinsinden olmak üzere alaşımın toplam kütlesi, alaşımı oluşturan elementlerin kütlelerinin toplamına eşittir:

$$M' = m'_1 + m'_2$$

$$C'_1 = \frac{n_{m1}}{n_{m1} + n_{m2}} \times 100$$

$$n_{m1} = \frac{m'_1}{A_1} \quad n_{m2} = \frac{m'_2}{A_2}$$

$$C'_1 = \frac{\frac{m'_1}{A_1}}{\frac{m'_1}{A_1} + \frac{m'_2}{A_2}} \times 100$$

$$m'_1 = \frac{C_1 M'}{100}$$

$$m'_2 = \frac{C_2 M'}{100}$$

$$C'_1 = \frac{\frac{C_1 M'}{100 A_1}}{\frac{C_1 M'}{100 A_1} + \frac{C_2 M'}{100 A_2}} \times 100 = \frac{\cancel{C_1 M'}}{\cancel{100} \left( \frac{C_1}{A_1} + \frac{C_2}{A_2} \right)} \times 100$$

## 4. Katılarda Kusurlar

### Bileşim-Dönüşüm Denkleminin Türetilmesi

- Yandaki denklemin nasıl türetildiğini gösteriniz.

$$C'_1 = \frac{C_1 A_2}{C_1 A_2 + C_2 A_1} \times 100$$

M' gram cinsinden olmak üzere alaşımın toplam kütlesi, alaşımı oluşturan elementlerin kütlelerinin toplamına eşittir:

$$M' = m'_1 + m'_2$$

$$C'_1 = \frac{n_{m1}}{n_{m1} + n_{m2}} \times 100$$

$$n_{m1} = \frac{m'_1}{A_1} \quad n_{m2} = \frac{m'_2}{A_2}$$

$$C'_1 = \frac{\frac{m'_1}{A_1}}{\frac{m'_1}{A_1} + \frac{m'_2}{A_2}} \times 100$$

$$m'_1 = \frac{C_1 M'}{100}$$

$$m'_2 = \frac{C_2 M'}{100}$$

$$C'_1 = \frac{\frac{C_1 M'}{100 A_1}}{\frac{C_1 M'}{100 A_1} + \frac{C_2 M'}{100 A_2}} \times 100 = \frac{\cancel{C_1 M'} / 100}{\cancel{M'} \left( \frac{C_1}{A_1} + \frac{C_2}{A_2} \right)} \times 100 = \frac{C_1 A_2}{C_1 A_2 + C_2 A_1} \times 100$$

## 4. Katılarda Kusurlar

### Ağırlık Oranından Atom Yüzdesine Dönüştürülmesi

Ağırlıkça % 97 alüminyum ve % 3 bakırdan oluşan bir alaşımın atom yüzdesi açısından bileşimini hesaplayınız.

$C_{Al} = 97$  ve  $C_{Cu} = 3$  alınarak, Denklem 4.6a ve 4.6b'ye göre atom yüzdeleri hesaplanır.

$$C'_1 = \frac{C_1 A_2}{C_1 A_2 + C_2 A_1} \times 100$$

$$C'_2 = \frac{C_2 A_1}{C_1 A_2 + C_2 A_1} \times 100$$

$$\begin{aligned} C'_{Al} &= \frac{C_{Al} A_{Cu}}{C_{Al} A_{Cu} + C_{Cu} A_{Al}} \times 100 \\ &= \frac{(97)(63,55 \text{ gr/mol})}{(97)(63,55 \text{ gr/mol}) + (3)(26,98 \text{ gr/mol})} \times 100 \\ &= \text{at. \% } 98,7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C'_{Cu} &= \frac{C_{Cu} A_{Al}}{C_{Cu} A_{Al} + C_{Al} A_{Cu}} \times 100 \\ &= \frac{(3)(26,98 \text{ gr/mol})}{(3)(26,98 \text{ gr/mol}) + (97)(63,55 \text{ gr/mol})} \times 100 \\ &= \text{at. \% } 1,30 \end{aligned}$$