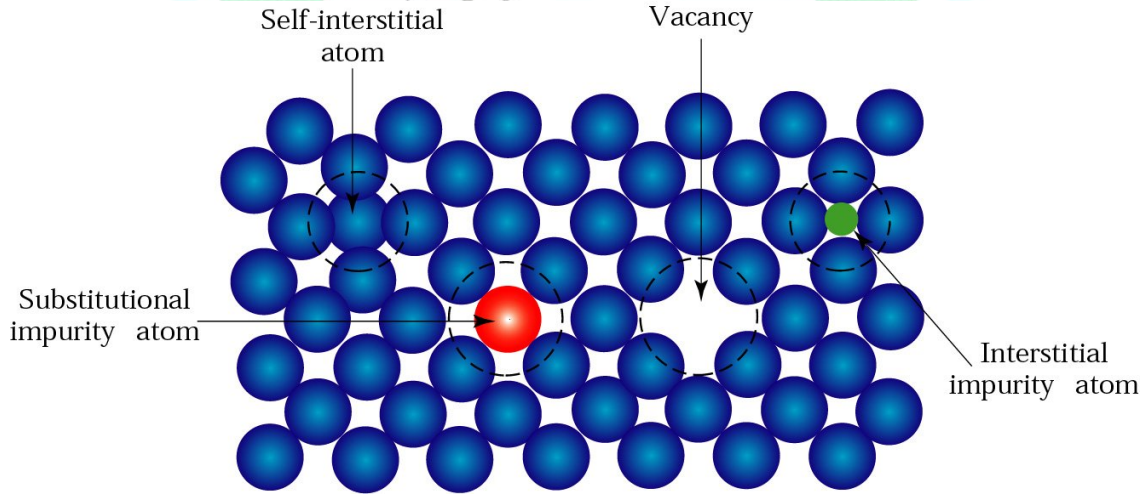


## MALZEME KUSURLARI

### Deformasyonda Birinci Özelliğe Sahip Hatalar:

**A. Noktasal Hatalar:** Kafes düzeninin çok küçük bölgelerindeki (1-2 atom boyutu) bozukluğa verilen addır. Bunlar ;

**1. Boşluklar :** Kafeslerde atomların olması gereken yerlerde boşlukların bulunmasıdır.



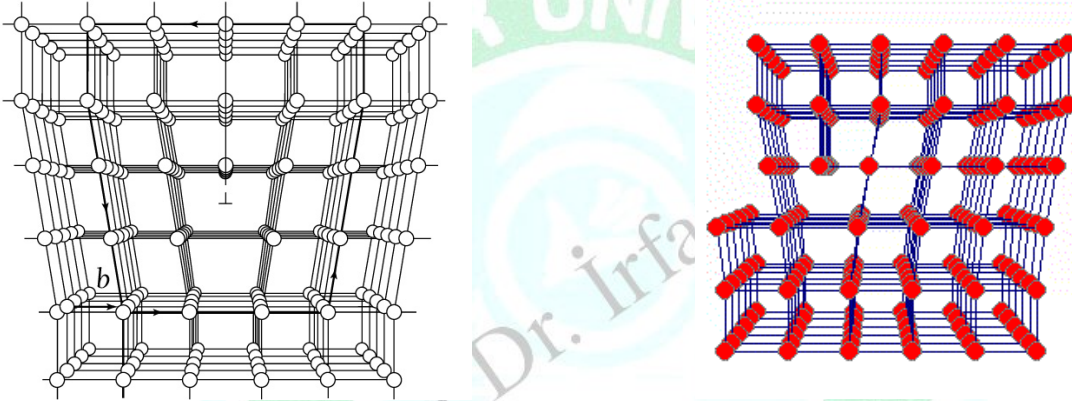
**2. Arayer Atomları :** Bir atomun kafesteki yerinden ayrılıp atomlar arasındaki boşluğa yerleşmesine denir. Bunlar atom bağlarının zayıflamasına ve gerilim alanı oluşmasına sebep olurlar

**3. “Yeralan” Hataları :** B atomu A atomunun yerine geçmek suretiyle yapı içinde yeralan hatasını oluştururlar. Bu tip hatada eğer  $B > A$  atomu ise bası gerilmesi  $B < A$  atomu ise çeki gerilmesi oluşarak gerilme alanı doğar.

Bu hata bazen kasıtlı olarak oluşturulur.

**Örneğin :** A atomu bakır (Cu), B atomu nikel (Ni) olsun bakır ile nikel alaşım yaparken nikelin bakır içerisinde erimesi sonucunda alaşım bir “**kati eriyik**” veya “**kati çözelti**” olarak adlandırılıp nikel atomları bakır atomlarının mukavemet ve sertliğinin artmasına neden olurlar. Buna **KATI ERİYİK SERTLEŞMESİ** adı verilir.

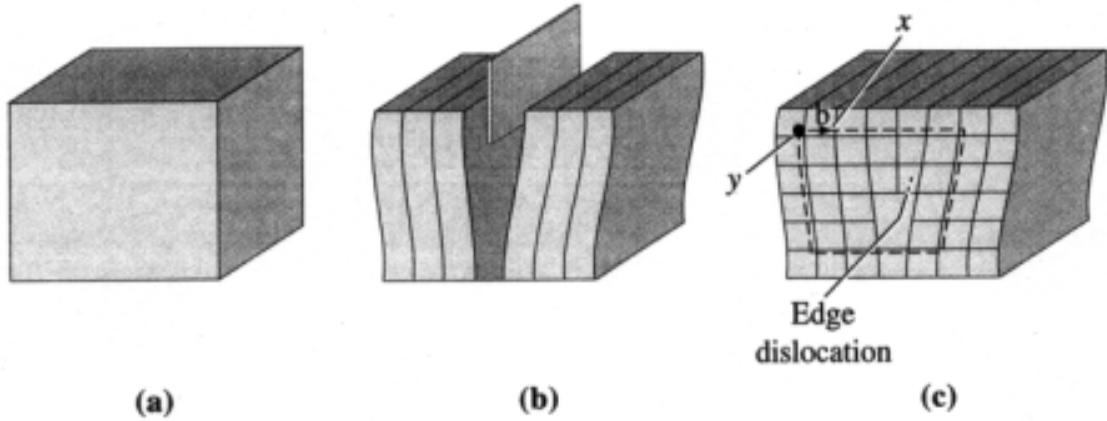
**B. Çizgisel Hatalar** : Kristaldeki düzensizlik bir çizgi boyunca gidiyorsa buna çizgi hataları denir. Daha çok **dislokasyonlar** bu hataları oluşturur.



Dislokasyonlar malzemelerin birçok davranışının nedeni olan olayın açıklanmasına yardımcı olan kristal kusurlarıdır. Bir dislokasyon iki saf bileşenden oluşur.

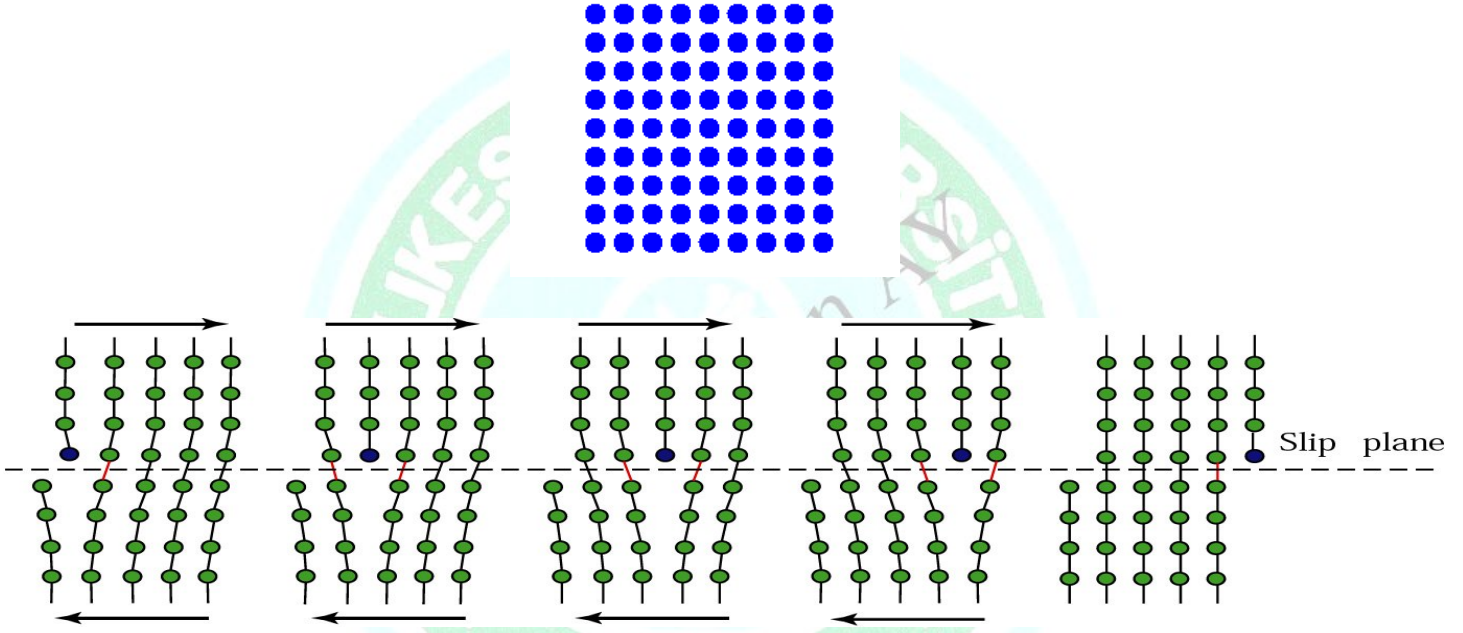
### 1. Kenar Dislokasyonu :

Şekilde kusursuz bir kristal parçası (a) görülmektedir. Bu kristal parçacığın tam ortasına bir düzlem yerleştirildiğini düşünelim (b). Düzlemin alt tarafında atomlar arası mesafe değişmezken üst kısımda bir sıkışma olur ve atomlar arası mesafe değişir.(c)

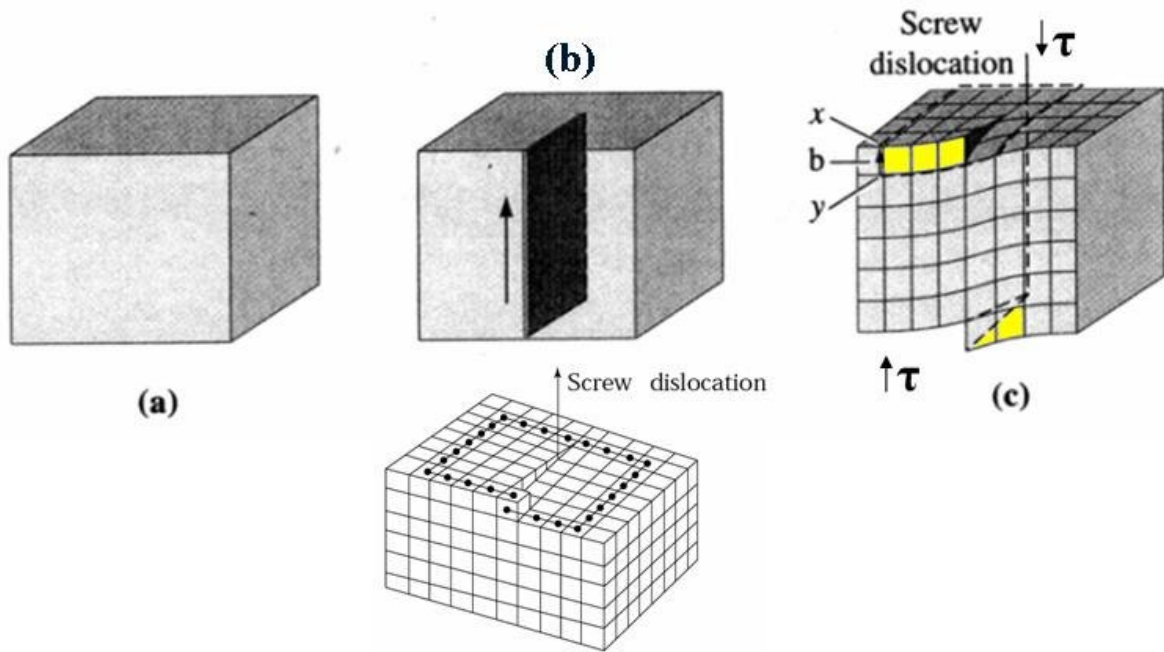


Bu düzensizliğin merkezi olan doğruya **kenar dislokasyonu** denir ve ( $\perp$ ) işareti ile gösterilir.

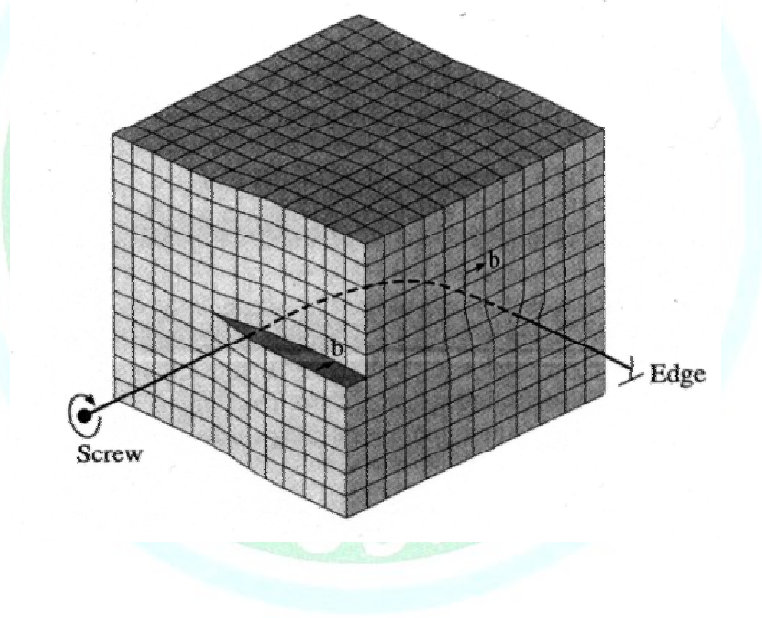
Eğer kristal parçacığına  $\tau$  kayma gerilmeleri uygulanırsa şekilde görüldüğü gibi fazladan düzlemlerle birlikte siyah nokta sağa doğru hareket edecektir. Buna dislokasyonun kayma hareketi denir. Kat edilen mesafe ve kayma yönü b (burgers) vektörü ile gösterilir.



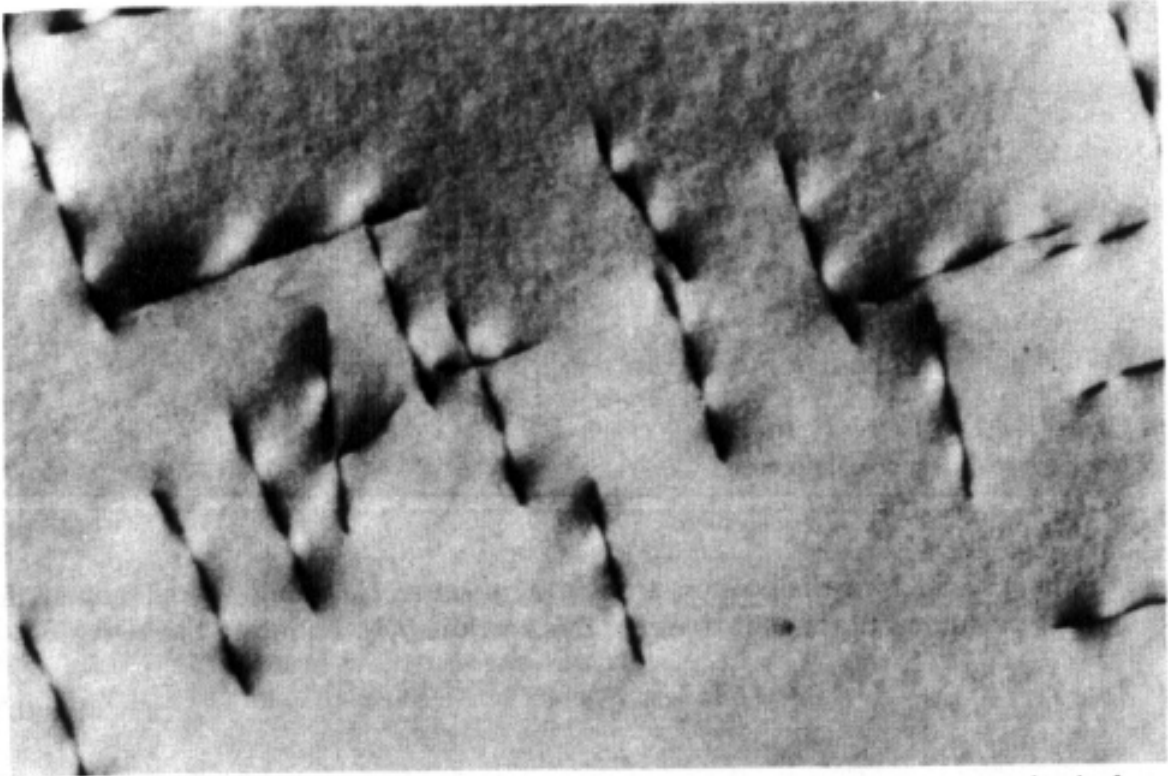
**2. Vida Dislokasyonu :** Şekilde kusursuz bir kristal parçası (a) görülmektedir. Bu kristal parçacığın tam ortasına bir düzlem yerleştirildiğini düşünelim (b). Düzlemin alt tarafından ve üst tarafından kayma gerilmesi uygulayalım (c) Kaymış ve kaymamış bölgeleri ayıran hatta vida dislokasyonu denir.



**3. Karışık Dislokasyonlar :** Gerçekte dislokasyonlar kristalde karışık dislokasyonlar halindedir. Şekilde görülen yay boyunca böyle bir dislokasyon hattı görülmektedir. Bir kenar dislokasyonu  $90^\circ$  vida dislokasyonu  $0^\circ$  karışık dislokasyonu ise  $\gamma^\circ$  dislokasyonu olarak adlandırılırlar.



**Halı hareketi**



TEM (Transmission Electron microscopy) de siyah görülen dislokasyonların kesişmesi.

Dislokasyonlar kısaca  $D^n$  şeklinde gösterilir. Yoğunluk olarak;

- Çok saf tek kristalde (tavlanmış halde) =102-103 cm/cm<sup>3</sup>
  - Tavlanmış polikristal de 106 cm/cm<sup>3</sup>
  - Aynı polikristal metale soğuk işlem uygulanırsa = 1011-1012 cm/cm<sup>3</sup>
- dislokasyon bulunur. Dislokasyon yoğunluk formülü aşağıdaki gibidir.

$$D^n = \rho = \frac{\text{cm olarak } D^n \text{ uzunluğz}}{\text{cm}^3}$$

1 cm<sup>3</sup> metaldeki  $D^n$  çizgileri uç uca eklenerek dislokasyon uzunluğu cm olarak bulunur. Dislokasyonların plastik deformasyon sonucu birikerek yığılması ve bir engele takılması sonucu **work hardening = strain hardening = pekleşme** olayını doğurur.

Aşağıda değişik kristallerdeki dislokasyon yoğunlukları ve elde edilen mukavemet değerleri görülmektedir.

Kristal tipi	Dn yoğunluk (cm/cm <sup>3</sup> )	Mukavemet (Psi)
Demir Kıl gibi ince tek kristal	0	106 Psi
Demir Metal	106	100-1000 Psi

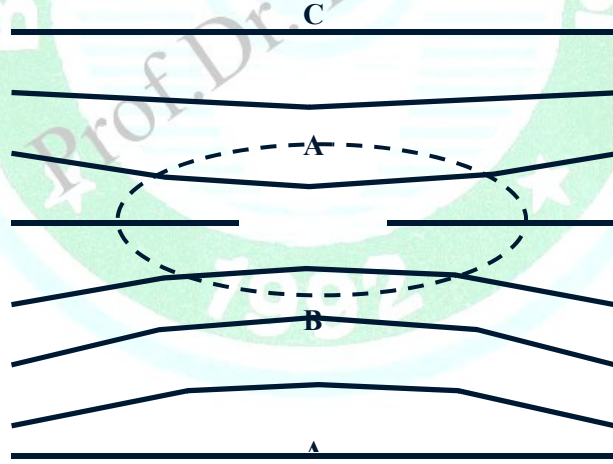
### Kırılmada Birinci Özelliğe Sahip Hatalar

**A. Düzlemsel Hatalar :** Malzemenin yapısında atomların diziliş düzenindeki bozukluk bir yüzey boyunca oluşmuşsa buna düzlemsel hata denir. Malzeme yapısında tane sınırları ikiz sınırları ve yığılmalar bu tür hatalardandır.

**1. Tane sınırları :** Metal sıvı halden katı hale geçerken taneler oluşur. Tane içlerinde düzgün olan atom dizilişi tane sınırlarında düzensiz hale gelir. Tane sınırlarında atomlar arası mesafe büyük veya küçük olabilir. Çekim kuvvetleri her yönde aynı olmayabilir. Dolayısıyla tane sınırlarının bir enerjisi vardır. Malzeme kararlı duruma geçmek için serbest enerjisini azaltmak ister. Bunun içinde tane sınırları yüzey alanı küçülme eğilimindedir. Küçük açılı ve büyük açılı iki tip tane sınırı bulunur. Küçük açılıda enerji az, büyük açılıda enerji fazladır. Yüksek enerjili tane sınırlarının dislokasyonlardan oluştuğu ileri sürülmektedir.

**2. İkiz Sınırları :** Eğer kristalde iki bölge bir düzlem göre birbirinin aynadaki görüntüsü ise bu iki bölgeyi ayıran düzleme **ikiz sınıırı** denir. Deformasyon için uygulanan gerilme kristalde belli bir yönde dislokasyonla deformasyon oluşturamıyorsa ikiz teşekkülü ile oluşturur.

**3. Yığılma Hataları :** Atom düzlemlerinin yığılma sırası bozulursa daha önceden ABC ABC ABC şeklindeki yığılma sırası bu hata sonucu ABC AB AB CA şeklinde olur. Bu hata kristalleşme sırasında veya iki ayrı dislokasyon arasındaki bölgede yığılma düzeni bozularak meydana gelir.



### Kristal Hatalarının Malzeme Özelliklerine Etkisi

- Saf bakır soğuk deforme edilip dislokasyon yoğunluğu artarsa iletkenliği bir miktar düşer. Bakır tavlanylınca dislokasyon yoğunluğu düşürülürse iletkenliği tekrar artar.
- Metallerde dislokasyonların bulunması onlara şekillendirilebilirlik özelliğini vermiştir. Bu sayede metalleri kırmadan büyük miktarlarda deforme etmek mümkündür.  
Atom boşluğu yabancı atom, tane sınırı gibi kusurlar dislokasyon hareketini güçleştirici etkenlerdir. Bunlarla malzemenin mukavemeti artırılır veya azaltılır.