MALZEME BİLİMİ

Vize Çalışma Soruları

1- Yüzey merkezli kübik yapıdaki atomik dolgu faktörünü bulunuz.

Atomik Dolgu Faktörü = $\frac{\text{Atom hacmi (Küre)}}{\text{Birim hücrenin hacmi}}$

Yüzey merkezli kübik hücrede; her hücrede 4 tane nakleus vardır.

$$ADF = \frac{4\left(\frac{4}{3}\pi r^3\right)}{a_0^3} = \frac{\pi}{\sqrt{18}} = 0{,}74$$

$= 4r/\sqrt{2}$

$= 2\sqrt{2}r$

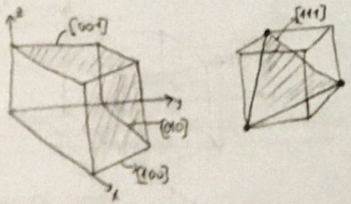
2- Hacim merkezli kübik yapıdaki atomik dolgu faktörünü bulunuz.

Hacim merkezli kübik hücrede; her hücrede 2 tane nakleus vardır.

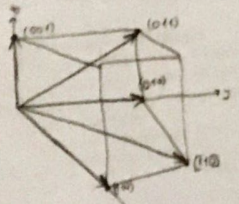
$$ADF = \frac{2\cdot\left(\frac{4}{3}\pi r^3\right)}{a_0^3} = 0{,}68$$

$= 4r/\sqrt{3}$

3- Kübik sistemde (200) (010) (001) (111) düzlemlerini çiziniz.



4- Kübik sistemde (001) (010) [001] (110) (011) sistemini çiziniz.



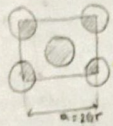
5. Hacim merkezli kübik yapıda (100) düzlemindeki düzlemsel atom yoğunluğunu bulunuz.

Düzlemsel Atom Yoğunluğu = $\frac{\text{Atomun kapladığı dış}}{\text{Düzlem alanı}}$

$$DAY = \frac{\pi r^2}{\left(\frac{4r}{\sqrt{3}}\right)^2} = \frac{3\pi}{16}$$

$a = \frac{4r}{\sqrt{3}}$

6- Yüzey merkezli kübik yapıda (100) düzlemindeki düzlemsel atom yoğunluğunu bulunuz.



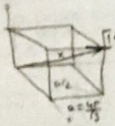
$$DAY = \frac{2\pi r^2}{(2\sqrt{2}r)^2} = \frac{2\pi r^2}{4r^2} = \frac{\pi}{4}$$

$a = 2\sqrt{2}r$

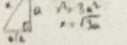
$= \frac{4r}{\sqrt{2}}$

7- Hacim merkezli kübik yapıda (111) yönünün lineer (doğrusal) atom yoğunluğunu bulunuz.

Doğrusal (Lineer) Atom Yoğunluğu = $\frac{\text{Atom merkezinden geçen vektörler}}{\text{Toplam vektörler}}$



$$LAY = \frac{2\cdot\frac{1}{2}+1}{\sqrt{3}a} = \frac{2}{\sqrt{3}\cdot\frac{4r}{\sqrt{3}}} = \frac{1}{2r}$$

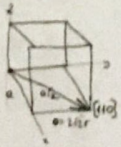


$x = a^2 + a^2 = 2a^2$

$\lambda = 3a^2$

$x = \sqrt{2}a$

8- Yüzey merkezli kübik yapıda (110) yönünün lineer (doğrusal) atom yoğunluğunu bulunuz.



$$LAY = \frac{2\cdot\frac{1}{2}+1}{a\sqrt{2}} = \frac{2}{2\sqrt{2}r/\sqrt{2}} = \frac{1}{2r}$$

$a = 2\sqrt{2}r$

9- Hacim merkezli kübik yapıda demir gaydırılışını 7,87 gram/cm³ olmasıdır. Hacim merkezli kübik hücrenin kenarlarının hesaplayınız. ($a_0 = 2{,}866 \times 10^{-8}$ cm) ($N_A = 6{,}02 \times 10^{23}$)

$\rho = \frac{\text{Ağırlık}}{\text{hacim}} = g/cm^3$

$\rho = \frac{n \cdot w}{a \cdot N_A}$

n = atom sayısı (atom)

w = atom ağırlığı (gr/mol)

a = kristal hücre (cm³)

N_A = Avogadro sayısı ($\frac{\text{atom}}{\text{mol}}$) $= 6{,}02 \times 10^{23}$

$$7{,}87 = \frac{55{,}847 \cdot x}{6{,}02 \times 10^{23} \cdot 12{,}866 \times 10^{-24}}$$

$x = 1{,}9971$

$B_{yk} = 2 - 1{,}9971 = 0{,}0029$

$$\frac{0{,}0029}{2{,}866 \times 10^{-8}} = 1{,}23 \times 10^{5}$$

10- 0,05 mm tane boyutuna sahip çeliğin akma mukavemeti 20000 psi, tane boyutu 0,004 mm iken akma mukavemeti 30000 psi'dir. Akma mukavemetinin 30000 psi olması için tane boyutu ne olmalıdır?

Hall-Petch eşitliği; $\sigma_y = \sigma_0 + Kd^{-1/2}$

σ_y = Malzemenin kalıcı deformasyon yaptığı akma dayanım gerilmesi

d = Ortalama arbalama çapı

1,000 psi = 6,895 MPa

Tane boyutu 0,05 mm da akma gerilmesi

$20 \times 6{,}895 = 137{,}9$ MPa

$$137{,}9 = \sigma_0 + \frac{K}{\sqrt{0{,}05}}$$

Tane boyutu 0,004 mm'de akma gerilmesi

$40 \times 6{,}895 = 275{,}8$ MPa

$$275{,}8 = \sigma_0 + \frac{K}{\sqrt{0{,}004}}$$

$K = 15{,}62$ MPa·mm$^{1/2}$

$$206{,}8 = \sigma_0 + \frac{15{,}62}{\sqrt{0{,}004}}$$

$\sigma_0 = 95{,}5$ MPa

Tane boyutu d akma gerilmesi

$30 \times 6{,}895 = 206{,}8$ MPa

$$206{,}8 = 95{,}5\,MPa + \frac{15{,}62}{\sqrt{d}}$$

$$151{,}4 = \frac{15{,}62}{\sqrt{d}}$$

$d = 0{,}0548$ mm

12- Gümüş atomları bakır içinde difüzyona uğrayor. Yüzeyden x_1 derinliğinde $1m^3$'ü 10^{17} tane atomu, x_2 derinliğinde $1m^3$'ü 10^{15} tane atomu vardır. x_1 ve x_2 arasındaki mesafe 0,08 mm'dir. 900 derecedeki x_1'den x_2'ye difüzyon olayını akışını bulunuz. ($D = 4 \times 10^{-9}$ m²/s)

$$J = -D\left(\frac{\Delta C}{\Delta x}\right)$$

$\frac{C_2 - C_1}{x_2 - x_1}$ = atom sayısı mesafe

J = akı (atomlar/m²s)

D = difüzyon katsayısı (m²/s)

ΔC/Δx = konsantrasyon gradyanı (atomlar/m³·m)

$$J = -4 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{10^{17} - 10^{15}}{0{,}08 \cdot 10^{-3}} = -4 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{10^{17}}{8 \cdot 10^{-5}}$$

$= 199$ atom/m²s

13- Yüzey merkezli kübik yapılı çelikte nitrojen 600°C'de $D_{600} = 10^{-10}$ m²/s'den 900°C'de $D_{900} = 10^{-8}$ m²/s'dir. Nitrojen difüzyon katsayısını hesaplayınız.

$$D = D_0 \cdot e^{-Q/RT}$$

Q = difüzyon enerjisi (J/mol)

R = gaz sabiti (8,314 J/mol·K)

T = mutlak sıcaklık (K)

D_0 = sabit

$T_1 = 600°C = 600 + 273K$

$= 873K$

$T_2 = 900°C = 900 + 273K$

$= 1173K$

$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{D_0 \cdot e^{-Q/RT_2}}{D_0 \cdot e^{-Q/RT_1}}$$

$$\frac{D_2}{D_1} = e^{-\frac{Q}{R}\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)}$$

$$\ln\left(\frac{D_2}{D_1}\right) = -\frac{Q}{R}\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)$$

$$\ln\left(\frac{10^{-8}}{10^{-10}}\right) = \frac{-Q}{8{,}314} \cdot \left(\frac{1}{1173} - \frac{1}{873}\right)$$

$$\ln(10^2) = \frac{-Q}{8{,}314} \cdot \left(\frac{300}{1024029}\right)$$

$Q = 2{,}44 \times 10^5$ J/mol

14- Atomlarının kafesinde Mg 450°C'deki D hesaplayınız. ($D_0 = 1{,}2 \times 10^{-4}$ m²/s, Q = 133 kJ/mol)

$$D = D_0\, e^{(-Q/RT)}$$

$$D = 1{,}2 \times 10^{-4} \cdot e^{\left(-133 \cdot 10^3 / 8{,}314 \cdot (450+273)\right)}$$

$D = 4{,}073 \times 10^{-14}$ m²/s

14- Makromolekül ağırlıkla hesaplanan, dislokasyonlar, düzeltilmiş sertleşme; katı eriyik sertleşmesi, ince taneli sertleşme, dekorasyon sertleşmesi, kristalik düzensizlik (iç atomsal düzensizlik), dislokasyon sıvanmasının ölçülmesi

- Makromolekül ağırlıkla hesaplanan:
• Sağlık ilkesi
• Çözücülere dayanıklılık
• Düşük ağırlıkla ile çalışılana (TOA metodu ile)
• Aşınma dayanımı
• Tane büyüklüğü kontrolü
• Kristalik düzensizlik ile
• Dekorasyon yapılandırılmış

- Düzeltilmiş Sertleşme (TOA metodu ile):
Düzeltilmiş durumda, sınırlı uzamasına sahip olduklar, bazı yerlerde bazı noktalı kısımlar, katı çözücülerden çıkarma

- Sertleştirilmiş:
Çeşitli şekil verildikten sonra çıkarmaya, mavi renk kalınlık kazandırılmıştır.

- Dislokasyon: Malzeme parçacıklarının kaymaya mücadeleyi sağlayan ve bozunmuş bir şekilde parçacıklar arasındaki mesafeyi azaltan rol yaradı.

- Dislokasyonlar (Çizgisel Hatalar)
Kristal yapıdaki atomsal düzeltilmede bir çizgi boyunca gözlenen bozukluklar
• Kenar Dislokasyonlar
• Vida Dislokasyonlar
• Karışık Dislokasyonlar
• Burgers

- Tane Boyutunu Kontrol:
Malzemenin mukavemetinin artırılması için temel bir dur, tane sınırlarına bağlanıp dizer, dislokasyonun sınırında uyum sağlar

- Dislokasyon Sertleşmesi
Malzemelerdeki; Tranzit. Metal kaynağı, Termoplastikler

- Katı Eriyik Mukavemetlendirilmesi

- Dislokasyon
Malzemelerdeki, oksijen, azotlar, diğer dizayn
Bakır; nikel (dislokasyon kaymayı kapalı, dislokasyon hareketini kısıtlar, yıldız (dislokasyon mesafesini azaltır, dislokasyon hareketini kısıtlar), Dislokasyon Tahkimler, Dislokasyon ve dislokasyon kaymayı, dislokasyon kilitlenmesi, katı çözücü ve kristal yapı
Basit Endüstriyel Uygulamalar, Sertleştirilmiş çelik, yüksek karbonlu çelikler, Alaşımlar ve ara malzemeler

15- Allotropik dönüşüm, ön doğrulma, polimorfik dağılımlar, ostenitler, katılar (katılar, ya olan, yıldız katılar 15)

- Allotropik ve Polimorfik Dönüşümler:
Allotropi, sıcaklık ve basınca bağlı olarak, birden fazla kristal yapıda var olan elemanın kondisiyonudur.
Polimorfizm, birden fazla kristal ağı sağlayan kristal yapılardır.
Birden fazla kristal yapıya sahip olanlar malzemeler allotropik veya polimorfik olarak adlandırılır.
Demir, karbon, çinko ölçü vardır.
Düşük sıcaklıkta demir farklı yapılardır. Yüksek sıcaklıkta YMK yapıya dönüşür.

- Katılar
• Kristal Katılar; Tuz olan, Amyan, Dokuz, Fosfat, Sülfat
• Kısmi Katılar (Polimorfizm); Kuvar, Vida, Kristal, Hayma
• Çizgisel Katılar; Dis Etme, Tane sınırları, Katı Alanı, ISF
• Hacimsel Katılar; Boşluklar, Çökelti Çökelti

- Ostenitler:
Ostenit, bir katıdan sıcak yüksek aşırı mavik Ostenit yapılarıyla, verilerek...
Ostenit, bir malzemenin mekanik ömrü daha fazla yükseltir.

- Son dağılımı:

Final Çalışma Kondan

1- Katı Eriyik ve Faz Diyagramları

- 3.3 Sınırsız Çözünürlülük / Çözünürlük Kuralları
  - Hume-Rothery Kuralları:
    - Boyut Faktörü
    - Kristal Yapı
    - Valans
    - Elektronegatiflik
- 3.4 Katı-Eriyik (Çözeltili) Mukavemetlendirmesi
  - Katı Eriyik Mukavemetlenmesinin Doğası
    - Boyut Farkı ↑, bölgesel çarpılma ↑, Mukavemet ↑
    - Alaşım Elemanı Miktarı ↑, Mukavemet ↑
  - Katı Eriyik Mukavemetlenmesinin Mekanik Özellikler Üzerine Etkisi
    - Alaşımlandırma ile
    - Çekme, akma ve sertlik değerleri artar
    - Süneklik genellikle azalır.
    - Elektriksel iletkenliği azalır.
- Katı Eriyikler
  - 1. Ara-yer Katı Eriyiği
    - 2. Yer-değiş Katı Eriyiği

- Denge Diyagramları
  - Sıvı ve katı halde tam çözünürlük
    - Solidus, Likidus
  - Sıvı Durumda Tam Çözünürlük, Katı Durumda Tam Çözünmezlik Durumu

2- Demir - Karbon Denge Diyagramları

- Ferrit: Karbonun α demiri içinde erimesi sonucu oluşan katı eriyiğe denir.
  Ferrit'in çözemediği karbon kristalin dışına atılır ve sementit oluşur. Ferritten ayrılan sementite üçüncü sementit denir.
- Sementit: Diğer adı demir karbürdür. Sert ve kırılgan olup normalde seramik olarak sınıflandırılır.
- Östenit: Karbonun γ demiri içinde erimesi sonucu oluşur. Gelişim sıcak şekillendirme ve ısıl işlemlerin pek çoğu östenit fazında yapılır.
  Kristalin dışına atılan karbon sementit oluşturur. Östenitten oluşan ev sementite, 2. sementit denilir.
- δ demiri: En çok 1493°C'de %0.08 karbon erirebilir.
- Perlit: Ferrit ve sementitin karışımıyla elde edilen bileşime perlit denir.

$$\text{Östenit}(\%0,8C) \longleftrightarrow \text{Sementit}(\%6,67C) + \text{Ferrit}(\%0,025C)$$

Perlit, sert ve yüksek dayanımlıdır. Çoğu çelik türünde kullanılır. Çelik kablolar, bıçaklar, kesiciler

- Düşük Karbonlu Çelikler
  - Orta Karbonlu Çelikler
  - Yüksek Karbonlu Çelikler

3- Mekanik Özellikler ve Deneyler

- Şekil Değiştirme
  - Dış kuvvetler altında malzemeler şekil değiştirir. Kuvvetlerin kaldırılması halinde malzeme başlangıç boyut ve şekline dönerse şekil değiştirmi "elastik", başlangıç şekline dönmez ise plastik olur.
- Malzemelerin Elastik Sabitleri:
  - Elastisite Modülü E (Young modülü)
  - Kayma Modülü G
  - Poisson Oranı (ν)
  - Hacim modülü (K)
- Elastisite Modülü E (Young Modülü)
  - E'ye etki eden parametreler:
    - Kimyasal bileşim
    - Ortam sıcaklığından etkilenir. Sıcaklık arttıkça, E azalır.
    - Isıl işlemden etkilenmez.
- Hacim Modülü (K)
  - Plastik şekil değişiminde hacim sabit kalır.
- Plastik (Şekli) Direniş
  - Sıcaklık sınırlarına bağlı olarak farklı şekil değiştirme mekanizmaları meydana gelir.
    Soğuk, Sıcak ve ılık Plastik Şekil değiştirmeleridir. Bu sıcaklık sınırlarını belirleyen sıcaklık ile belirlenir.
- Soğuk Şekil Değiştirme
  - Soğuk şekil değiştirmede iki tür şekil değiştirme mekanizması etkin olabilir.
    - Kayma
    - İkizleme
- Asertlik Ölçme Deneyi
  - Küresel veya konik standart bir uç malzemeye belli bir yük altında uygulanmasına karşı malzemenin gösterdiği direnci.
  - Malzemenin sertliği iç bağlarının ile ters orantılıdır.
  - Bir cismin sertliğinin bilinmesinde şu yararlar vardır:
    - Malzemenin kalınlığı hakkında bilgi verir. İşlenebilme özelliğini gösterir.
  - Metal endüstrisinde Rockwell, Brinell ve Vickers sertlik deneyleri kullanılmaktadır.
- Sertlik ile Mukavemet Arasındaki İlişki:
  - Hem sertlik hem de çekme dayanımı metallerin plastik deformasyona karşı direncini gösterir. Sonuç olarak bu iki değerde kabaca orantılıdır.
  - Dökme demir, çelik ve pirincin çekme dayanımı Brinell sertliğinin bir fonksiyonudur. Aynı orantısal ilişki tüm metaller için kullanılamaz.
- B. Çekme Deneyi
  - Çekme Deneyinde Elde edilen Mekanik Özellikler:
    1. Elastisite Modülü
    2. Akma ve akma dayanımı: Şekillendirme veya şekil değiştirme işlemi gerektiren parçaların üretiminde, gerilme, malzemenin şeklinde kalıcı bir değişiklik oluşturması için, akma dayanımının üzerinde olmalıdır.
    3. Çekme Dayanımı: Bir malzemenin kopmuyor veya kırılmıyor kadar dayanabileceği en yüksek çekme gerilmesi.
  - Akma sınırı geçilmediği sürece, uzama üniformdur. Akma sınırını geçince, boyun verme başlar.
  - Metaller, çekme dayanımı aşıldığında boyun verme dur.
  - Seramikler, çekme dayanımı aşılınca kırılma kırılma veya çatlama dur.
    4. Süneklik: Malzemenin kopmaksızın dayanabileceği şekil değiştirme miktarıdır.
    Gerilme karşısında gösterdiği plastik deformasyon miktarı büyük olan malzemeler süneklir.
  - Gerek malzeme, kuvvet etkisi altında olmadan kopan malzemedir.
  - Birçok metalin oda sıcaklığındaki süneklik ortamı sevgededir. Çoğu sıcaklık azaltıldığında kırılgan olur.
  - 5. Resilyans: Malzemenin zahiri elastik şekil değiştirme için harcanan enerjinin veya elastik şekil değiştirme sırasında malzemenin depoladığı enerji.
    6. Tokluk: Malzeme kırılıncaya kadar enerji absorbe etme yeteneğini gösterir.
  - Tok malzeme aynı anda hem sünek hem de dayanımı yüksek olmalıdır.
  - Tokluğa etki eden faktörler; numune geometrisi ve yükün etkime şekli
  - Kuvvet - Gerilme Davranışına Etkiyen Faktörler
    - Önceliğli Deformasyon
    - İmpuritelerin varlığı
    - Önceliğli ısıl işlem
    - Sıcaklık
- C. Basma Deneyi
- D. Tokluk ve Gerilme Darbe Deneyi
  - Gerilme Darbe Deneyi
    - Darbe sırasında numuneyi kırmak için gereken enerji miktarını ölçer
  - Malzemenin darbeye dayanıklılığını etkileyen faktörler:
    - Şekli ve boyutu,
    - kuvvetin uygulanması,
    - gerilme yüklemesinin hızı,
    - sıcaklık
  - Metaller için Charpy Deneyi: Ani bir darbe nedeniyle malzemenin absorbe ettiği enerji miktarı ölçer.
  - Polimerler için Izod Deneyi: Charpy deneyi arasındaki farklı deney sırasının boyutu, mentelleri ve yükleme şekilleri
  - Darbe enerjisine etki eden faktörler
    - Dayanım
    - Kristal Yapı
    - Sıcaklık
    - Kimyasal Bileşim
  - Kristal Yapı
    - YMK: sünek ve tok
    - SDH: gevrek
    - HMK: bazı şartlarda gevrek bazılarında tok davranmaktadırlar.
- E. Yorulma Deneyi
  - Yorulma Deneyi Türleri
    - Eksenel, Eğme, Burma ve Bileşik Gerilmeli Yorulma Deneyi
  - Malzemede Yorulma olayına Etki Eden Faktörler
    - Malzemenin Cinsinin, Bileşiminin ve Yapısının Etkisi
    - Yüzey özelliklerinin etkisi
    - Gerilme Etkisi
    - Gerilmelerin Etkisi
    - Korozyonun Etkisi
    - Sıcaklığın Etkisi
    - Frekansın (Deney Hızının) Etkisi
- E. Sürünme Deneyi
  - Yüksek sıcaklıklarda plastik şekil değiştirmedir.
- F. Aşınma
  - Adezif Aşınma
    - Düzgün görünen yüzey altında gizlenmiş aşınmalar olmasıdır.
  - Abrasif Aşınma
    - Sürtünen cismin bir yumuşak diğeri sert ise yumuşak olanı aşınmalı
  - Korozif Aşınma
    - İki cisim arasında sıvının bulunması ile cisimlerin aşınması

4 - Uygulamalar ve Metal Alaşımlarını İşlemesi

— Metal Alaşım Türleri

— 11.2 Demir Esaslı Alaşımlar

↳ Çelikler

- Düşük, Orta, Yüksek Karbonlu Çelikler
- Paslanmaz çelikler : Bu çeliklerde korozyon direncini sağlamaya yardımcı olan en önemli alaşım elementi krom olup paslanmaz çeliklerin kimyasal bileşimde en az ağırlıkça %11 olması gerekir.

↳ Dökme Demirler

$Fe_3C \rightarrow 3Fe(\alpha) + C$ (grafit)

- Kir (Gri) Dökme Demir
- Küresel (Sfero) Dökme Demir
- Beyaz dökme demir ve Temper Dökme Demir
- Kompakt Grafitli Dökme Demir

— 11.3 Demir Dışı Alaşımlar

- Gevrek ve normal şartlarda yeşillendirilebilme özelliğine sahip olmayan alaşımlar dökme alaşımlar olarak sınıflandırılır.
- Metalik olarak yeşillendirilebilme özelliğine sahip olanlar ise yoğurma alaşımlar olarak tanımlanırlar

↳ Bakır ve Alaşımları

- Bileşiminde baskın alaşım elementi olan çinkonun yer aldığı pirinç

↳ Alüminyum ve Alaşımları

↳ Magnezyum ve Alaşımları

↳ Titanyum ve Alaşımları

↳ Refrakter Metal

- Ergime sıcaklıkları çok yüksek olan metallerdir.

↳ Süper alaşımlar

↳ Soy (Ulvert) metaller

↳ Demir Dışı Diğer Metaller

— Metallere Uygulanan İmalat Yöntemleri

— 11.4 Plastik Şekil Verme Yöntemleri

↳ Dövme

↳ Haddeleme

↳ Ekstrüzyon

↳ Çubuk Çekme

— 11.5 Döküm

↳ Kum Kalıba Döküm

↳ Basınçlı Döküm

↳ Hassas Döküm

- Mum veya plastik gibi düşük sıcaklıkta eriyebilen malzemeden yapılır.

↳ Sıvıdar Modeli Kalıba Döküm (Kayıp Köpük)

- Parçanın modeli boncuk şeklindeki polistiren ile istenen geometriye sağlayacak şekilde sıkıştırılmasıyla elde edilir.

↳ Sürekli Döküm

— 11.6 Diğer Yöntemler

↳ Toz Metalürjisi

- Sinterleme olarak da geçer.

↳ Kaynakla Birleştirme

— Metallere Uygulanan Isıl İşlemler

↳ Tavlama Yöntemleri

↳ Yeniden Kristalleşme Tavı

- Metal veya alaşımın daha önce gördüğü soğuk şekil değiştirmenin olumsuz etkilerini gidermeye yönelik bir ısıl işlemdir.

↳ Gerilme Giderme Tavı

↳ Demir Alaşımlara Uygulanan Tavlama İşlemleri

- Normalleştirme Tavı : Tavlama ısıl işleminden, önceki inceltilmeli, daha homojen bir iç yapı ve dağılımın sağlanması amacıyla yürütülür. Difüzyonla olarak da tanımlanır.
- Tam Tavlama
- Küreselleştirme Tavı

— 11.8 Çeliklere Uygulanan Isıl İşlemler

↳ Sertleştirilme Kabiliyeti

- Jominy (Uçtan Uca Su Verme) Deneyi

— 11.9 Çökelme Sertleştirmesi

↳ Isıl İşlemler

- Gerilim Alma Isıl İşlemi
- Yaşlandırma (Çökelme) Isıl İşlemi

↳ Sertleşme Mekanizmaları