



**MAKİNE PROGRAMI
MALZEME
TEKNOLOJİSİ-I-
(DERS NOTLARI)
Prof.Dr.İrfan AY**

Öğr. Gör. Fahrettin Kapusuz



2008-2009

BALIKESİR

Prof. Dr. İRFAN AY / Öğr. Gör. FAHRETTİN KAPUSUZ



DEMİR-KARBON

(Fe-C)

DENGE DİYAGRAMI



Prof. Dr. İRFAN AY / Öğr. Gör. FAHRETTİN KAPUSUZ

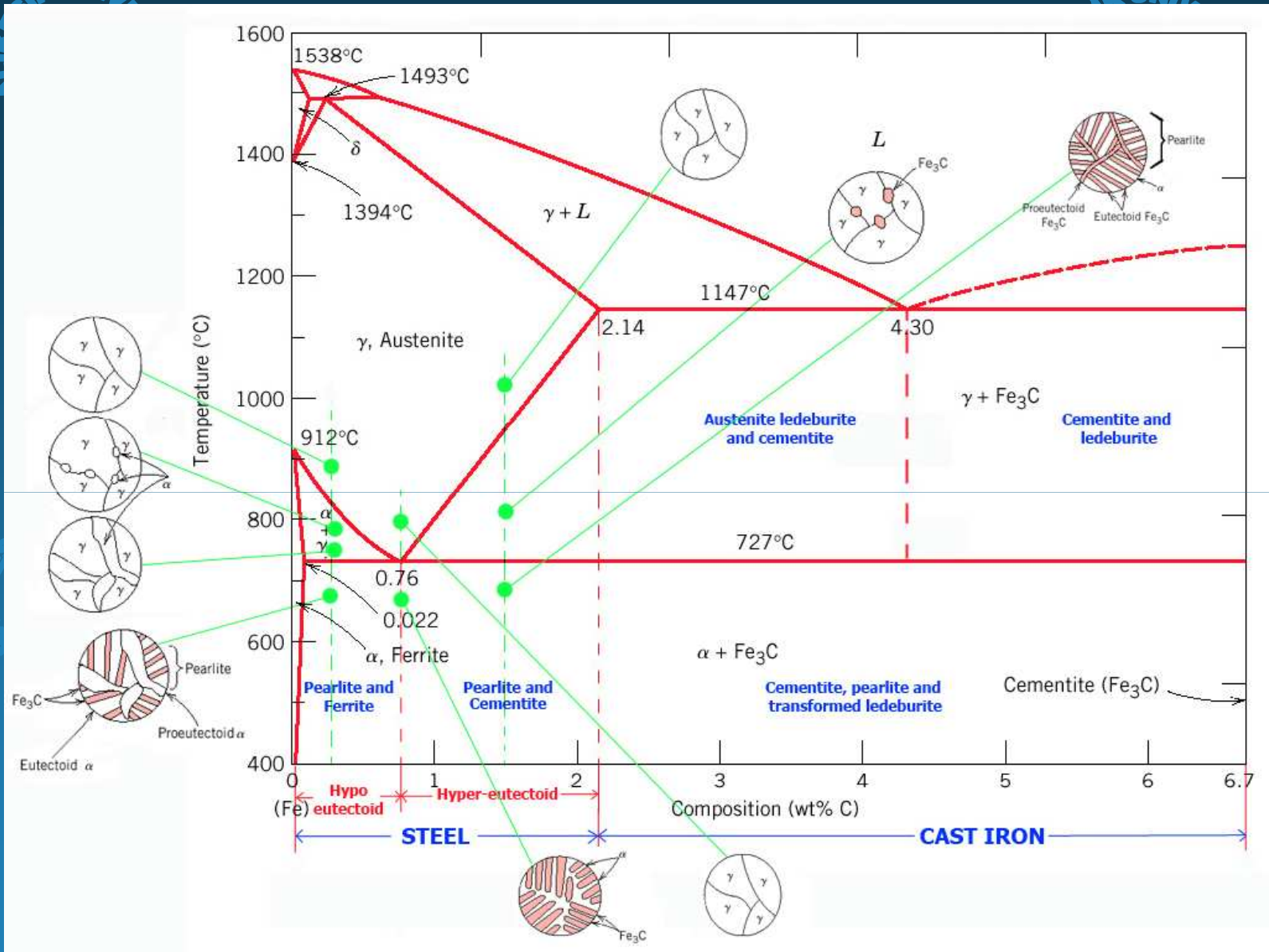


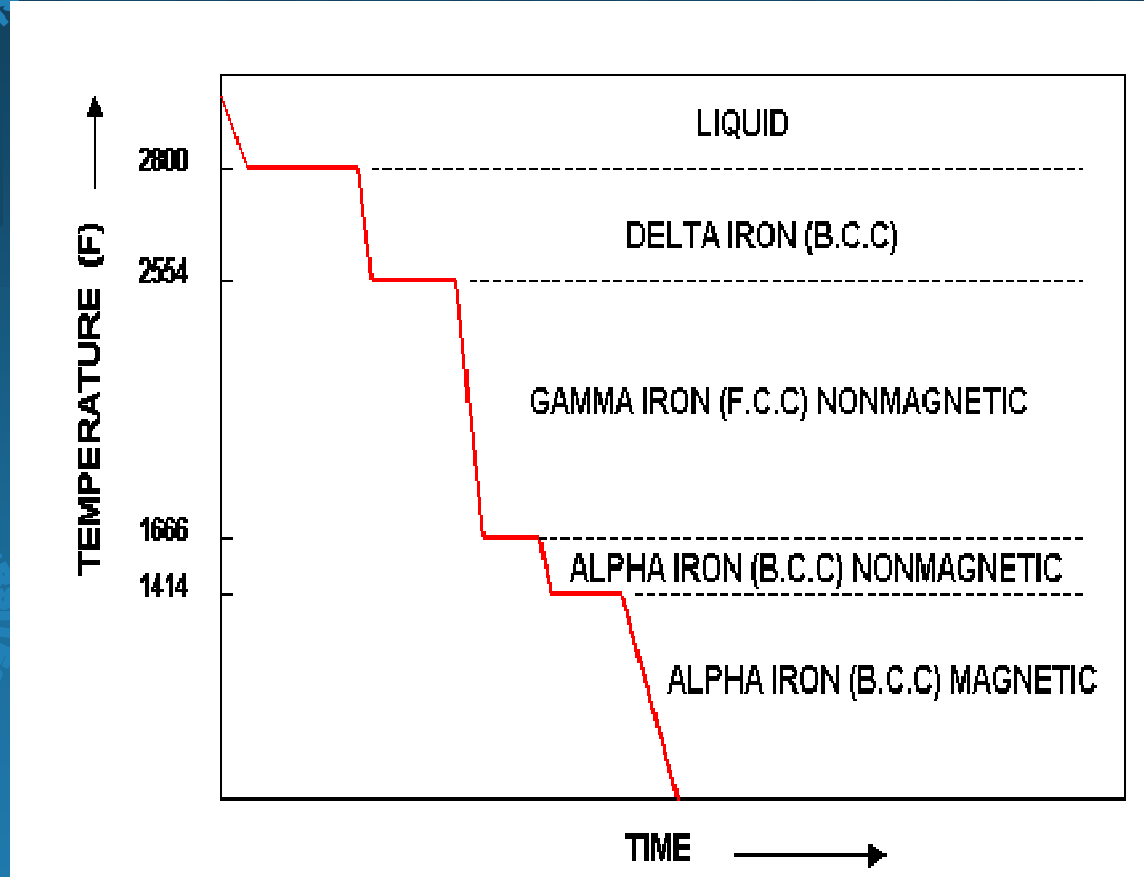
ÇELİKLERE UYGULANAN ISIL İŞLEMLER

Genel olarak **ısıtım işlemi** çelikte ;

- Tokluğu iyileştirme,
- Sertliği artırma,
- Sünekliliği artırma,
- Makinada işlenebilirliği artırma,
- Tane yapısını inceltme,
- Artık gerilmeleri giderme
- Aşınma direncini iyileştirme ,
için yapılır.



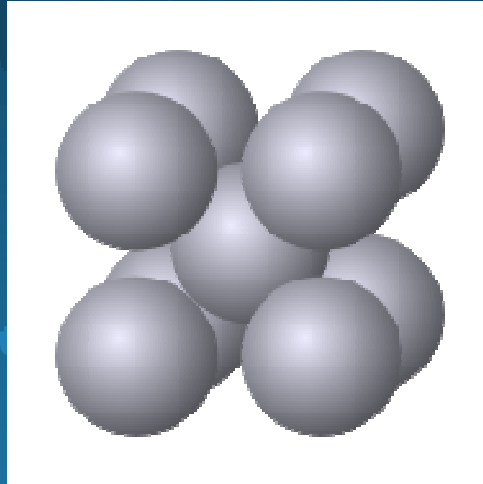




Saf demirdeki ısıtma soğuma diyagramı



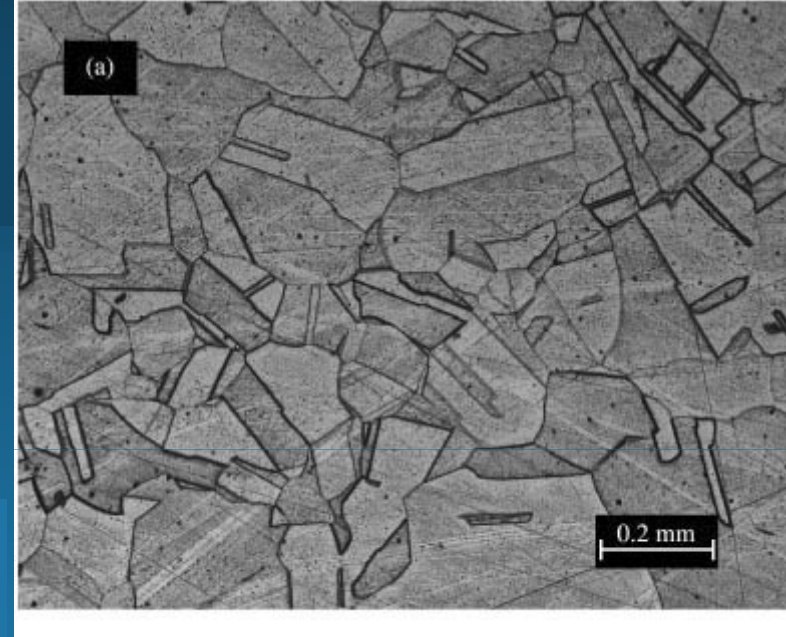
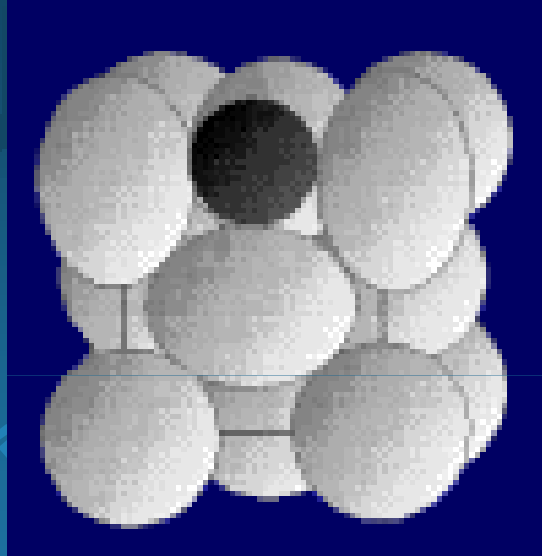
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
1992



Hacim merkezli kübik-(α - Demiri = Ferrit yapı)



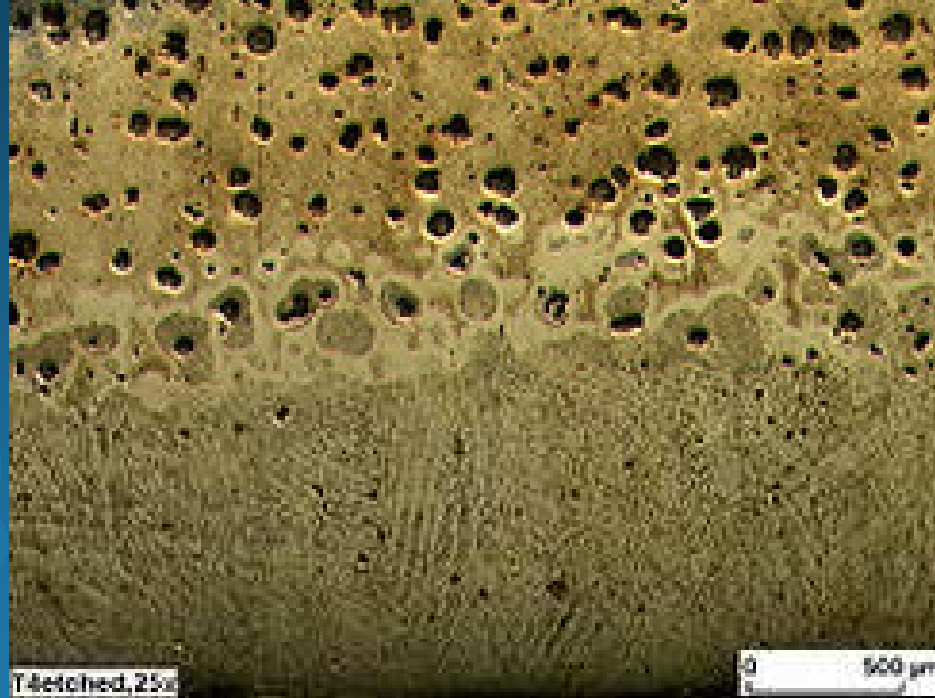
Prof. Dr. İRFAN AY / Öğr. Gör. FAHRETTİN KAPUSUZ



Ostenit kristal yapı- **yüzey merkezli kübik** ve γ -
ostenitin mikroyapısı



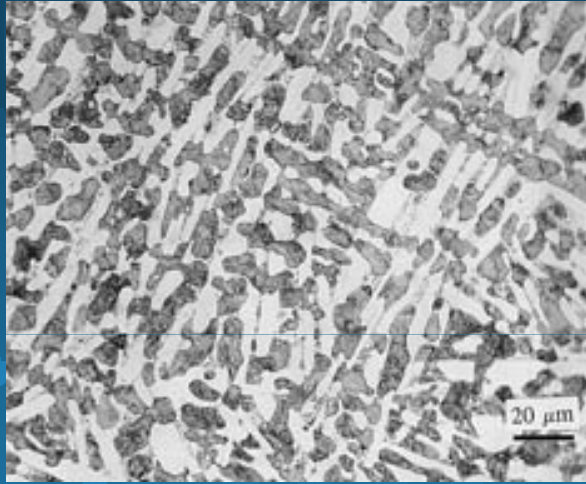
Ötektik nokta (%4,3 C ve 1147⁰ C) Yapı - Ledeburit



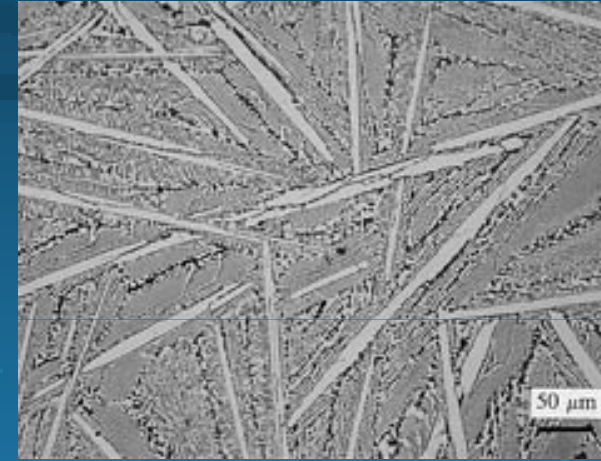
Ledeburite yapı



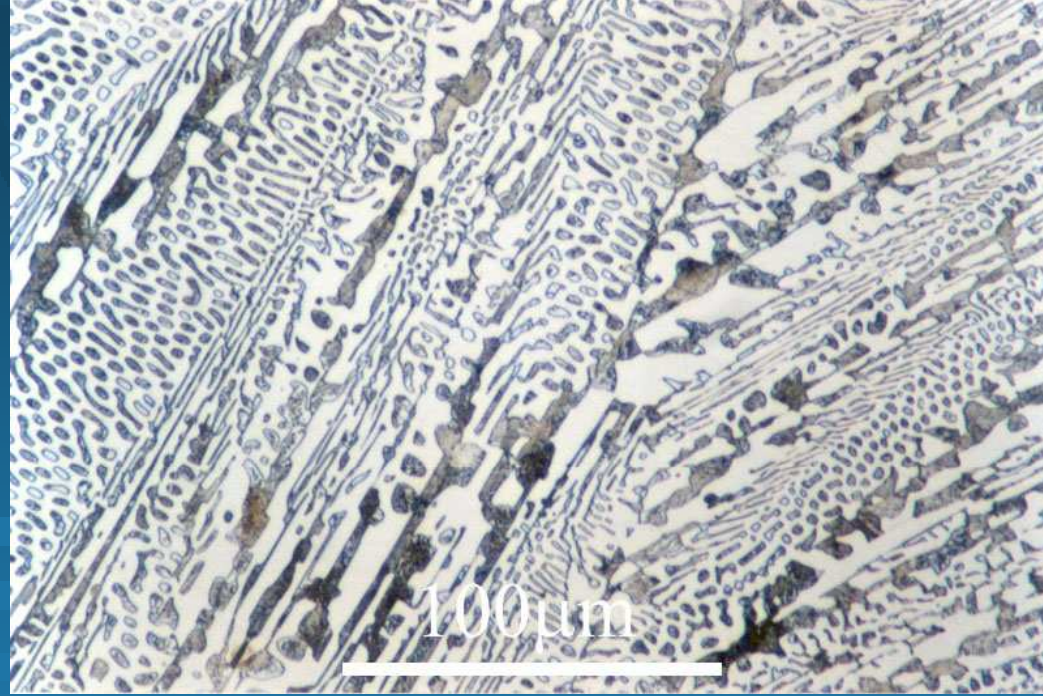
Fe-C Denge Diyagramındaki yapılar Ötektikaltı ve ötektiküstü yapılar



Ledeburite mikroyapı
Ötektikaltı
 $\gamma + \text{Fe}_3\text{C} + \text{L}$



Ledeburite mikroyapı
Ötektiküstü
 $\text{L} + \text{Fe}_3\text{C}$



Dönüşmüş ledeburite



Prof. Dr. İRFAN AY / Öğr. Gör. FAHRETTİN KAPUSUZ



BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
1992

BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
1992



Sementit yapı
(Fe_3C)



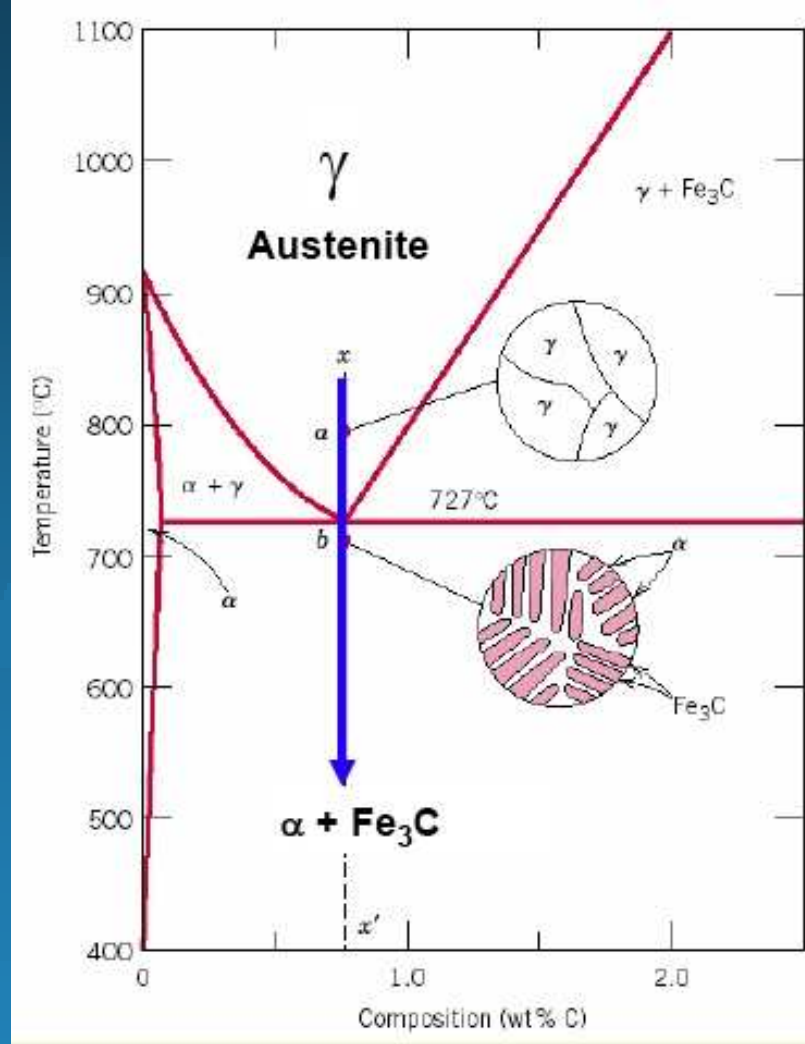
Prof. Dr. İRFAN AY / Öğr. Gör. FAHRETTİN KAPUSUZ



BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
1992

Ötektoid noktanın yeri (%0,85 C – 723° C)

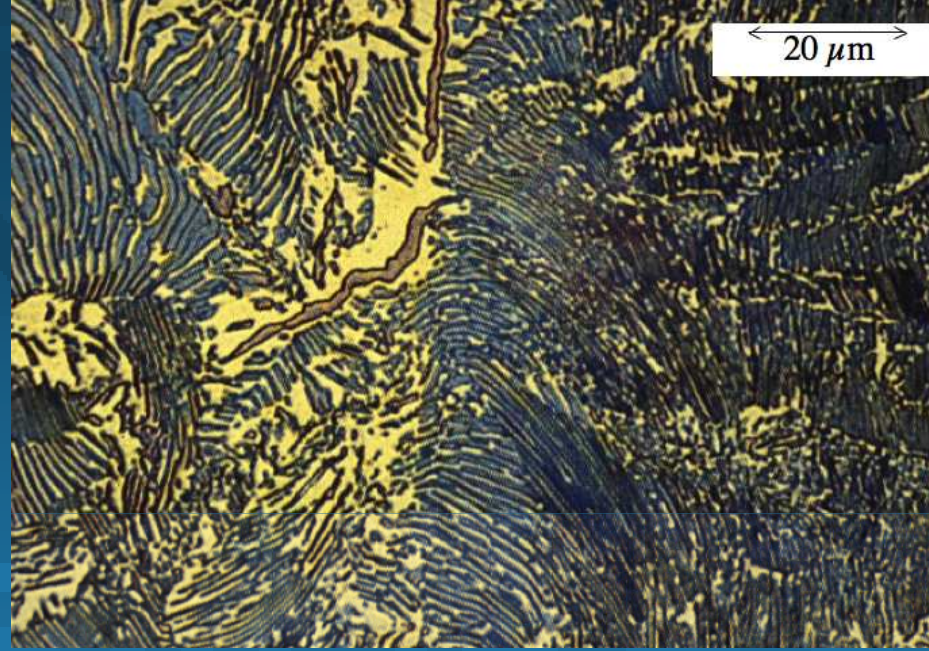
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
1992



BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
1992

BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
1992



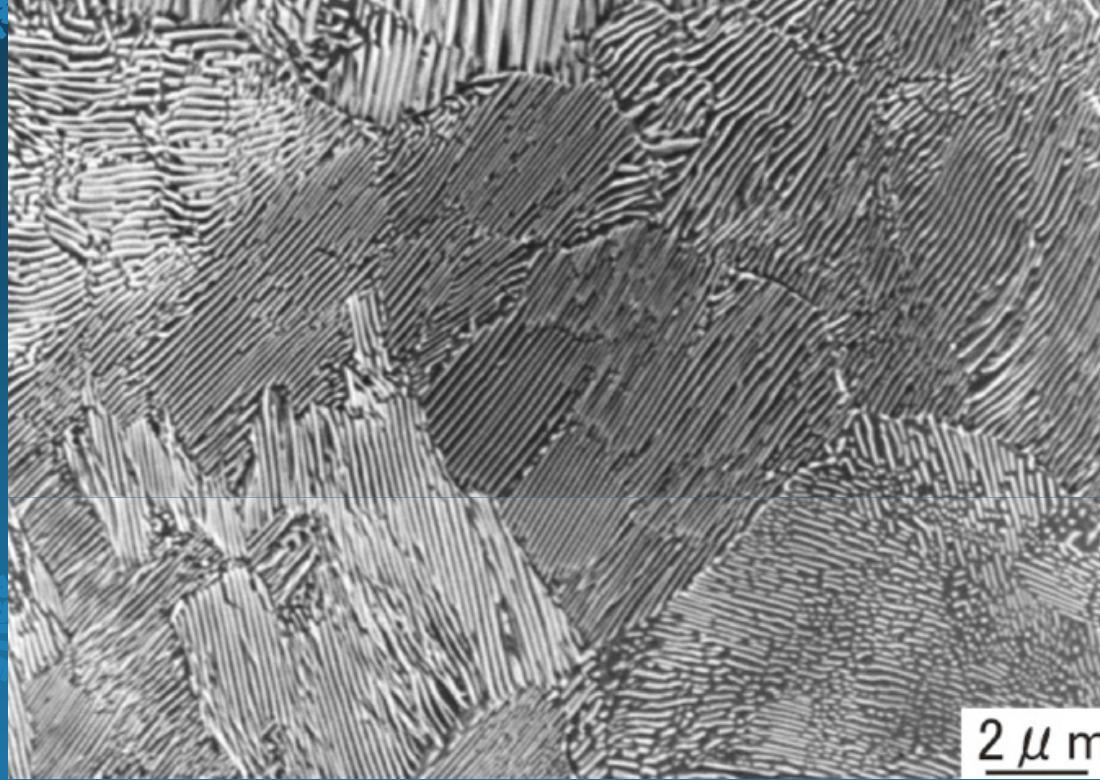


Perlit yapı ($\alpha + \text{Fe}_3\text{C}$)
= **Ferrit** (beyaz) + **Sementit** (siyah)



BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
1992

BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
1992

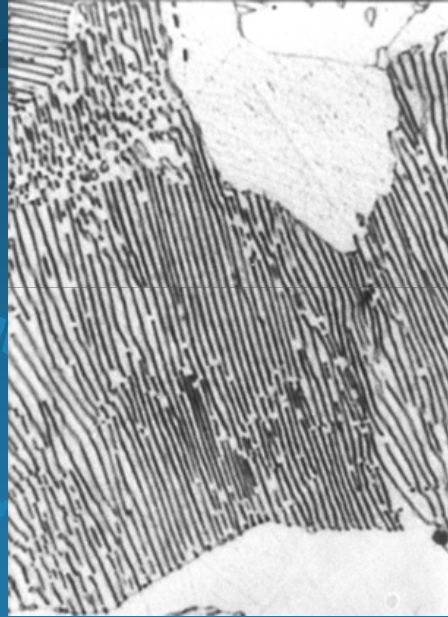


Başka bir perlit yapısı

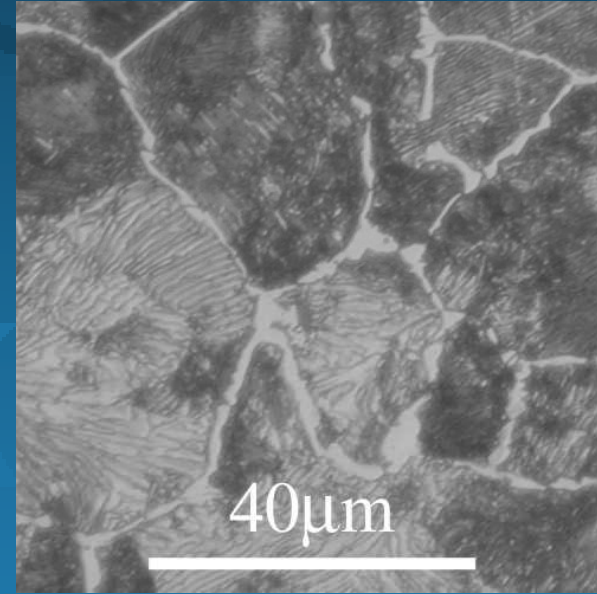


Prof. Dr. İRFAN AY / Öğr. Gör. FAHRETTİN KAPUSUZ

Ötektoid noktanın üstü ve altı (% 0,85 C ve 723⁰ C)



Ötektoidaltı
yapı
Ferrit+Perlit



Ötektoidüstü yapı
Perlit+sementit



BALIKESİR
ÜNİVERSİTESİ

TAVLAMA



BALIKESİR



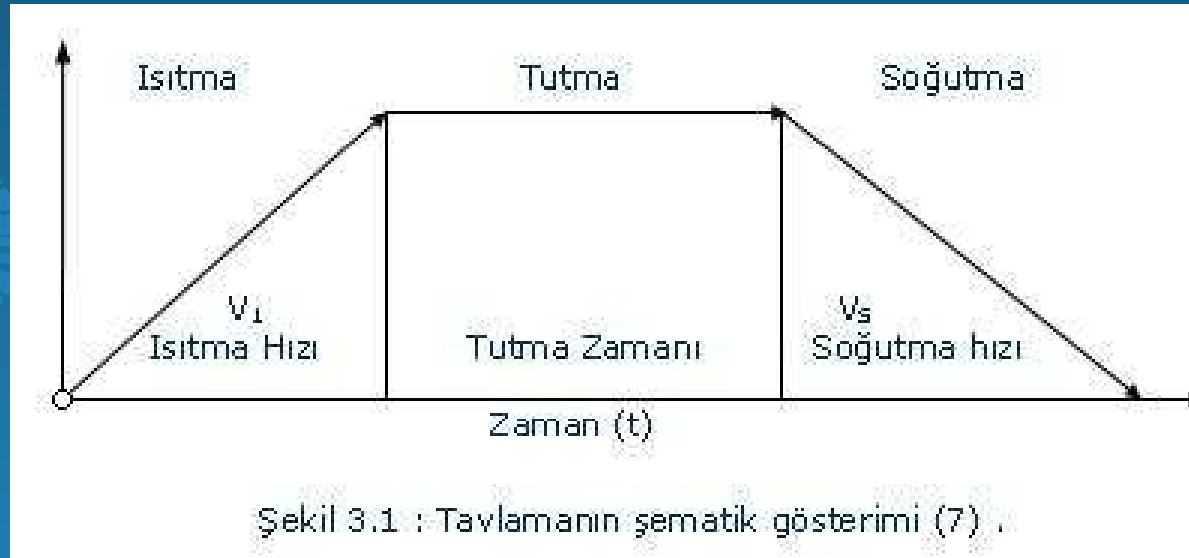
ÜNİVERSİTESİ

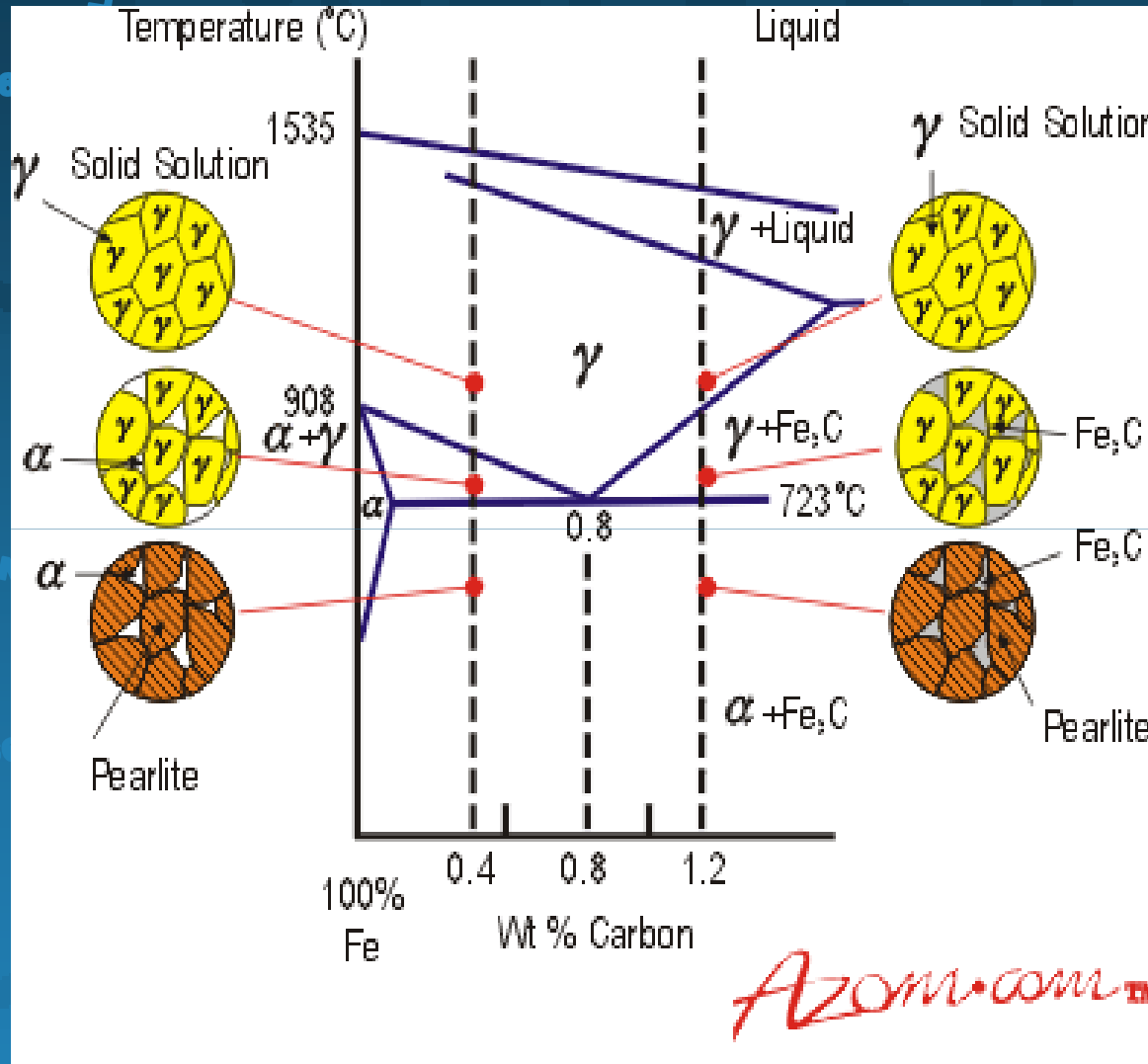


Prof. Dr. İRFAN AY / Öğr. Gör. FAHRETTİN KAPUSUZ

Çeliği tavlama ne demektir?

- * Çeliği belli sıcaklığa kadar ısıtmak
- * O sıcaklıkta bir süre tutmak,
- * Oda sıcaklığına tekrar getirmek.

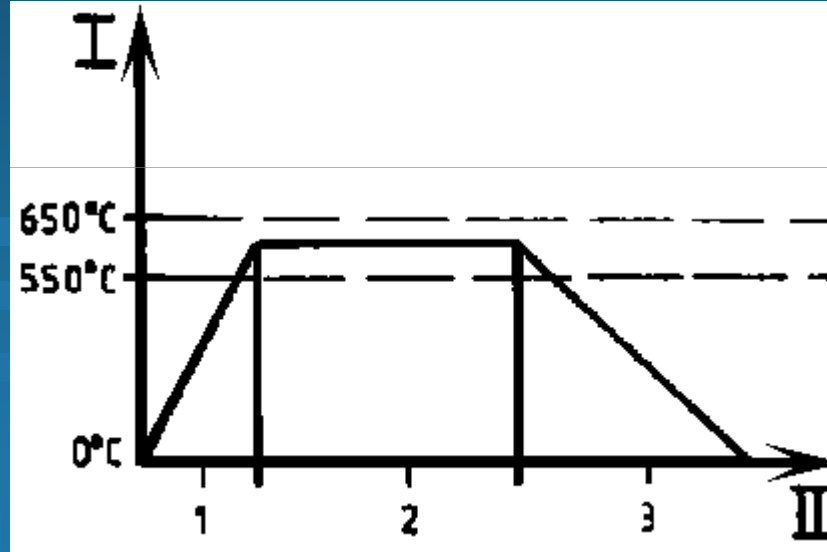






1. Gerilim giderme tavlama – (stress-relief annealing)

Çelik içerisinde soğuk deformasyon veya herhangi bir nedenle bulunan “**artık gerilme**”leri gidermek için **550° – 650° C** arasında sıcaklığa ısıtmak orada bekletmek sonra da fırın dışında yavaşça soğutmak la giderilir.



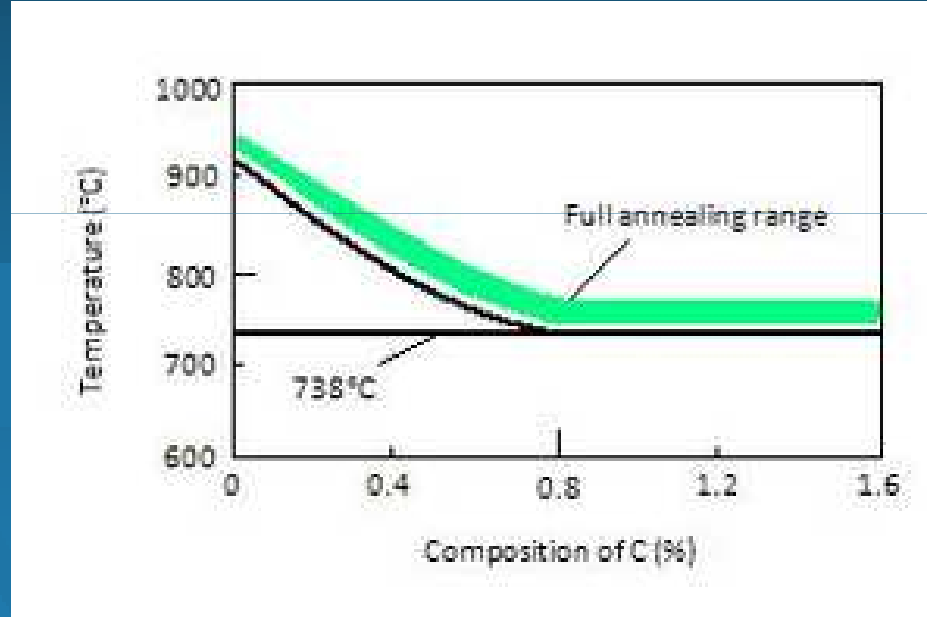
1. Isıtma 2. Tutma 3. Yavaş soğutma





2. Tam tavlama - (Full annealing)

Isıtma Öncesi ötektoidaltı çeliğin “**östenit**” yapısı tahrip olmuştur. Siyah çizginin 100°C üstüne ısıtıp sonra yavaş soğuma ile orijinal yapı **Ferrit** ve **perlite** dönüş yaptırılır.

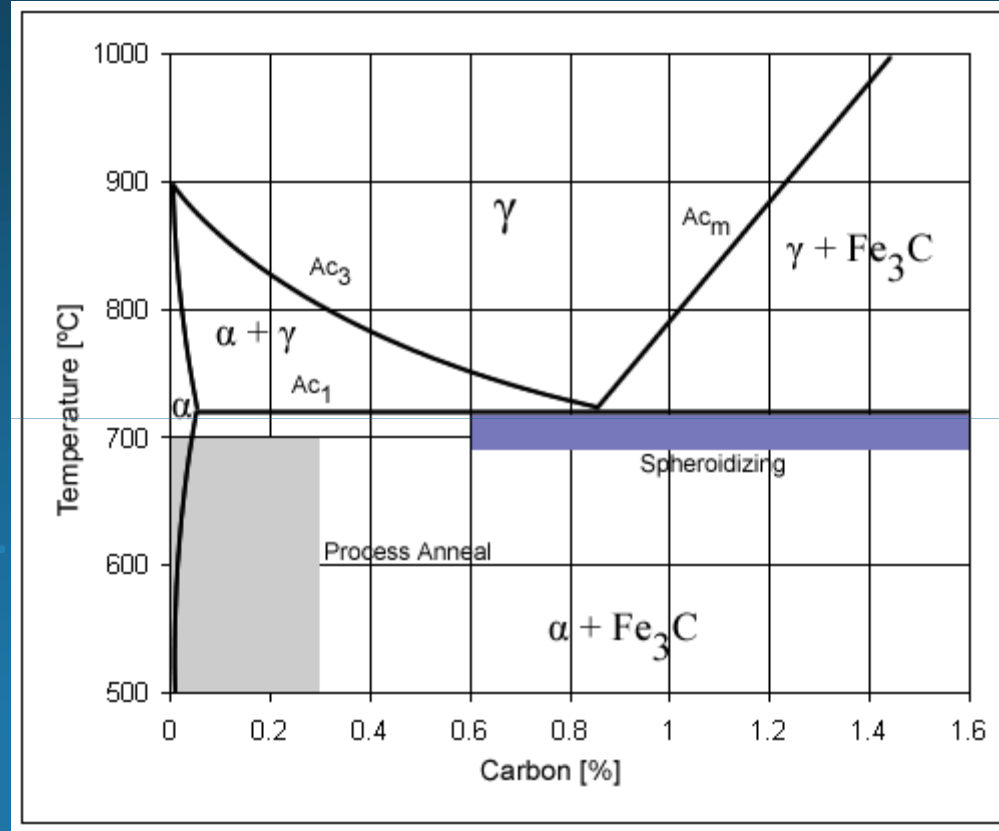


1. Isıtma 2. Tutma 3. Fırında çok yavaş olarak oda sıcaklığına kadar soğutma



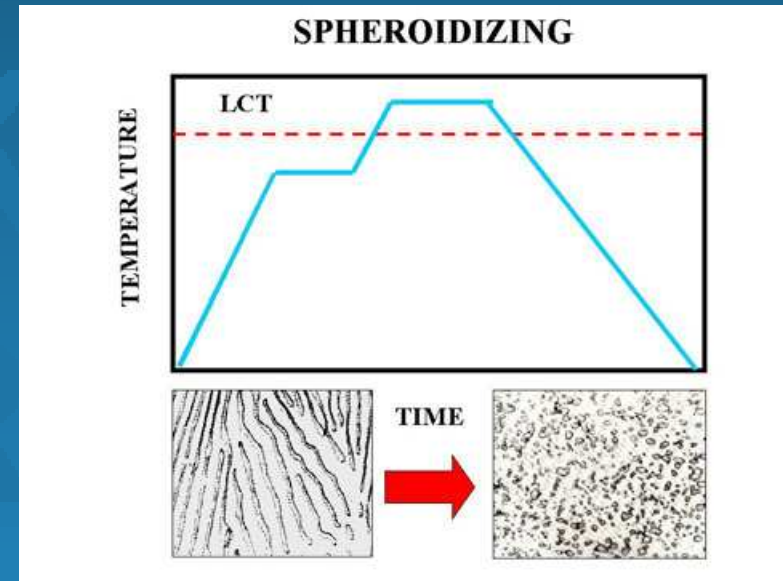
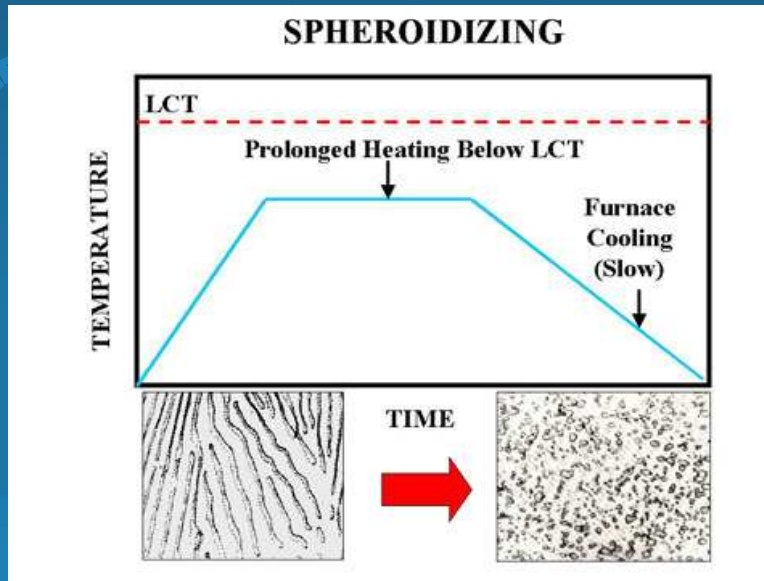


3. Fe-C Denge diyagramında Küreselleştirme tavlı bölgesi



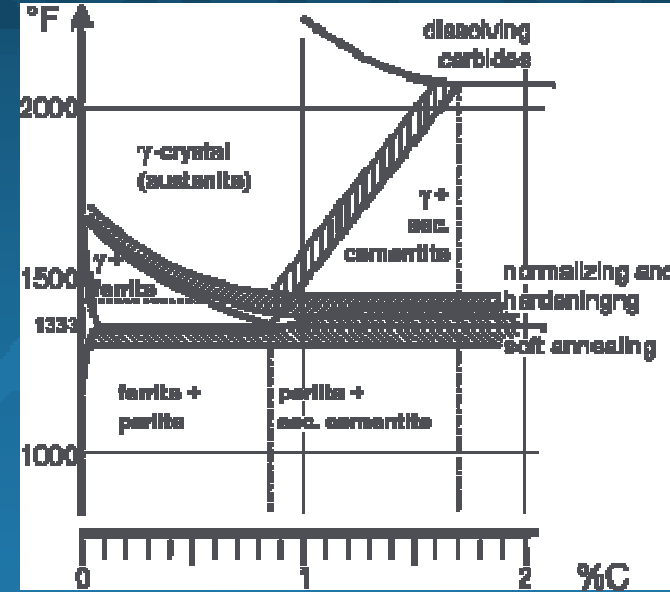
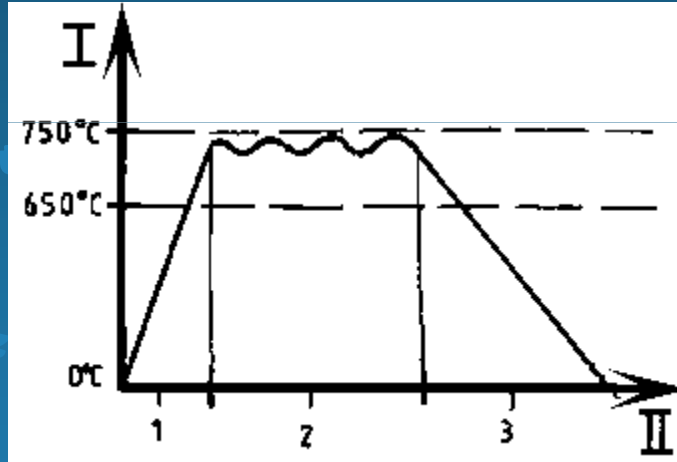
Küreselleştirme tavaı – (Spheroidizing)

Ötektoidüstü çeliklerin iç yapısında “**perlit ve sementit**” vardır. Sementit makinada işlerken pürüz çıkartır. İyi leştirmek için küreselleştirme tavaı yapılır. Böylece sementit ve perlitik yapı bozular, ferritik matrix'teki **karbür** taneler küreselleşerek yapıda min. sertlik, max.süneklik, max. İşlenebilirlik elde edilir.



4. Yumuşatma tavlaması - (soft annealing)

Karbonu yüksek olan (% C 0,9) malzemeleri işlemek zor olur. Kolay şekil değiştirilmezler bunu kolaylaştırmak için yumuşak tav yapılır.



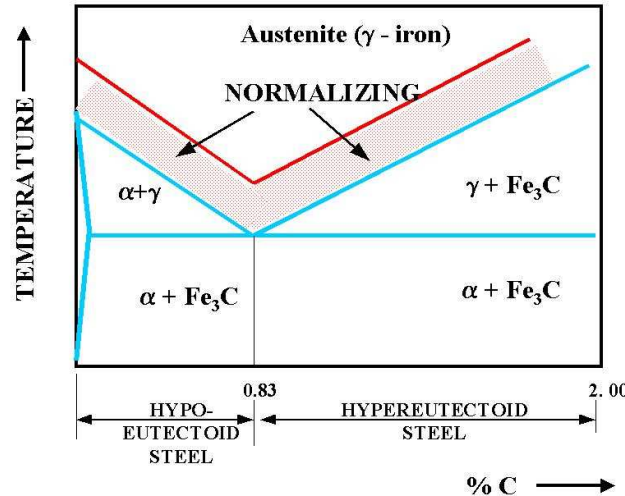
1. Isıtma
2. Tutma (dalgalı bir şekilde)
3. Yavaş soğutma



5. Normalize tavlı - (normalizing)

Çekiçle dövülmüş, eğme yapılmış malzemelerin iç yapısı çarpılır, sertleşir, iri taneli iç yapı oluşur. Bu tip malzemeler aşırı gerilmiş olup kullanmada cazip olmaktan çıkar.

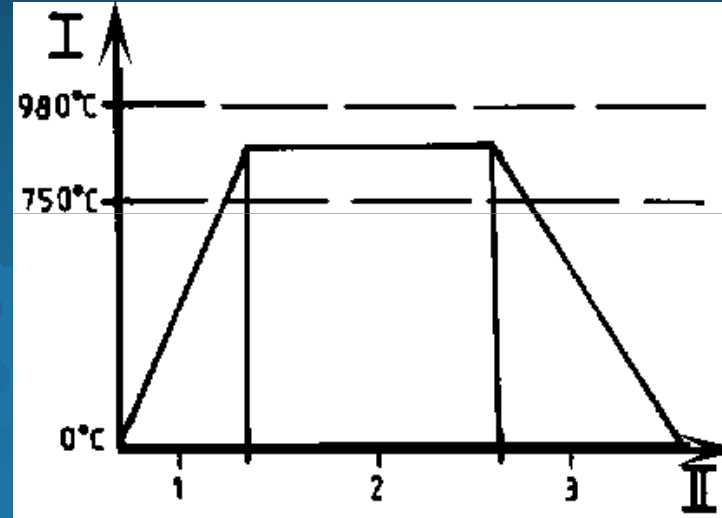
A_{c1} ve A_{cm} eğrilerinin $40-50^{\circ}\text{C}$ üstünde bir sıcaklıkta Normalizasyon tavlı ile düzensizlikler dengelenir, ince taneli yapıya ulaşılır.





Normalize tavı yapım aşamaları

Parça aşağıdaki sıcaklıklara kadar ısıtılır, bu sıcaklıkta 10-20 dakika tutulur. Sonra durgun havada fırın dışında soğumaya bırakılır.



1. Isıtma 2. Tutma 3. Yavaşca durgun havada soğutma





BALIKESİR
ÜNİVERSİTESİ

SERTLEŞTİRME



BALIKESİR



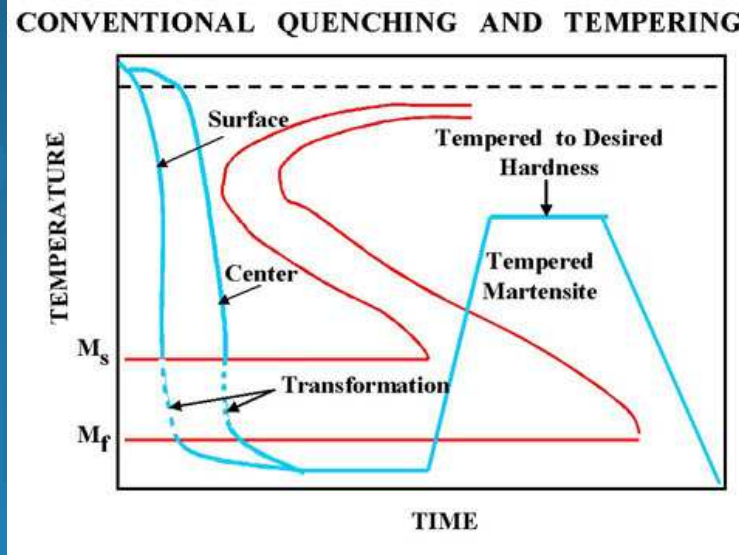
ÜNİVERSİTESİ



Prof. Dr. İRFAN AY / Öğr. Gör. FAHRETTİN KAPUSUZ



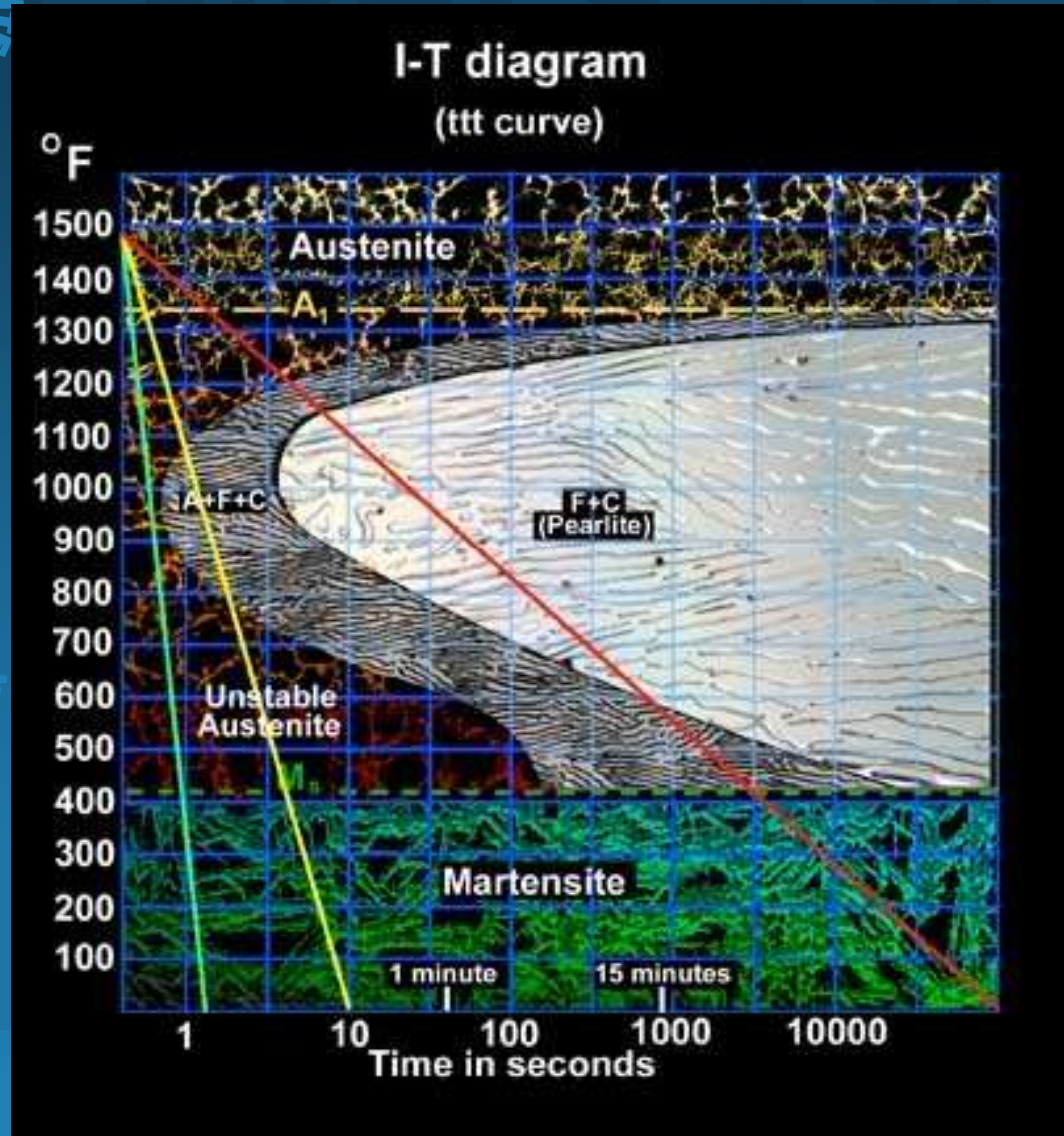
SERTLEŞTİRME : Bir çeliğin sertleşebilmesi için içinde %0,2 den fazla C olması gerekir. Çeliği ısıtınca **ferrit /perlit** yapısı mutlaka **Ostenit**'e döner. Sonra hızlı bir şekilde suda veya yağda soğutulur. İç yapı **Martenzite** dönüşünce çelik sertleşmiş olur. Martenzit aşırı sert ve kırılgan olduğundan biraz sünek hale getirmek için **MENEVİŞ** yapılır. Yani **temperlenir**. Meneviş sıcaklıkları her çelik için değişik olur.





BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ 1992

BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ 1992



BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ 1992

BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ 1992





BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
1992

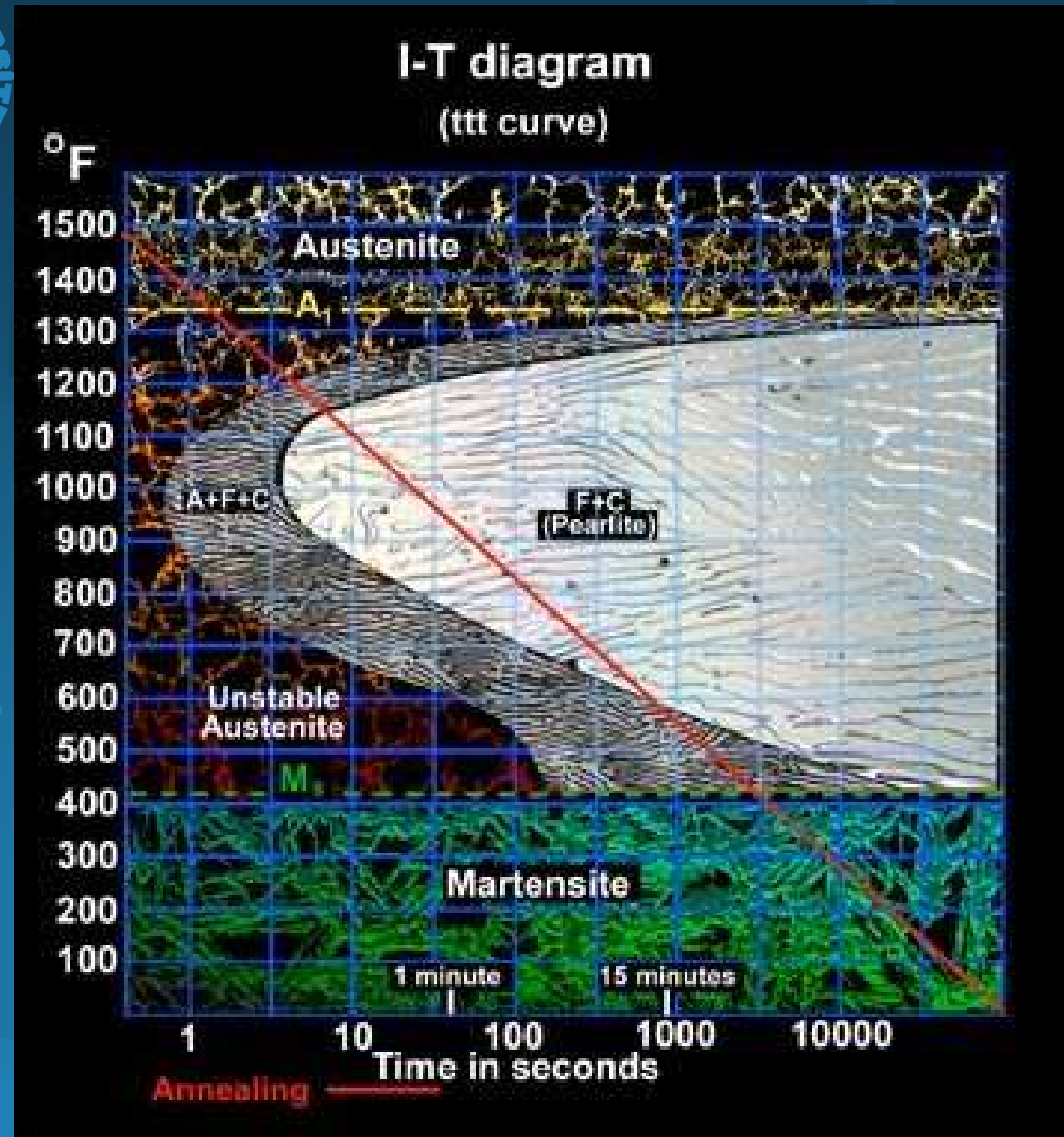
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
1992

BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
1992

BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
1992



Prof. Dr. İRFAN AY / Öğr. Gör. FAHRETTİN KAPUSUZ





Sertleşme sonucu oluşan martenzit yapı



Martenzit, HMK yapının çarpıtılmış halidir. İğne yaprak şeklinde görüntüsü vardır. Sert ve kırılgandır.



1. MENEVİŞLEME (Temperleme)

Menevişleme, sertleştirme işleminin hemen arkasından derhal yapılır. Çeliğin soğukluğu 40°C ye düşüncce hemen meneviş için ön ısıtma ile $150-400^{\circ}\text{C}$ ye ısıtılır. Yapı sementit ve ferrite dönüşür. Isıtmalar genelde homojen olsun diye tuz banyolarında yapılır. Burada 2 saat tutulur. Sonra havada soğutulur. Sertlik, tokluk, mukavemet ve süneklik istediğimiz seviyede olur.

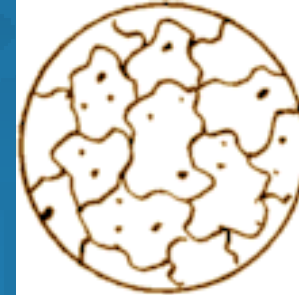


MARTENSİTE



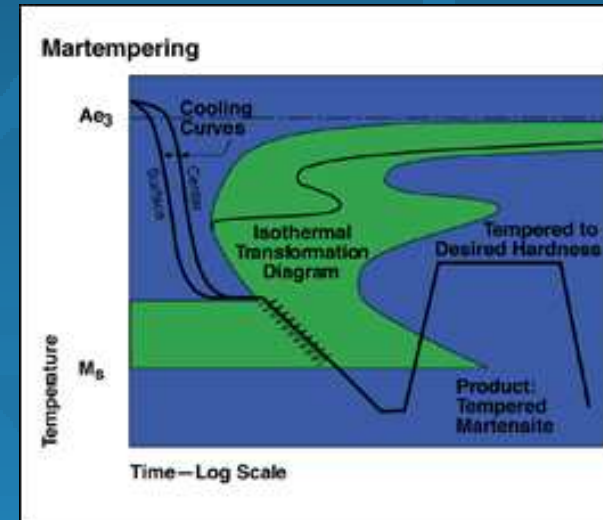
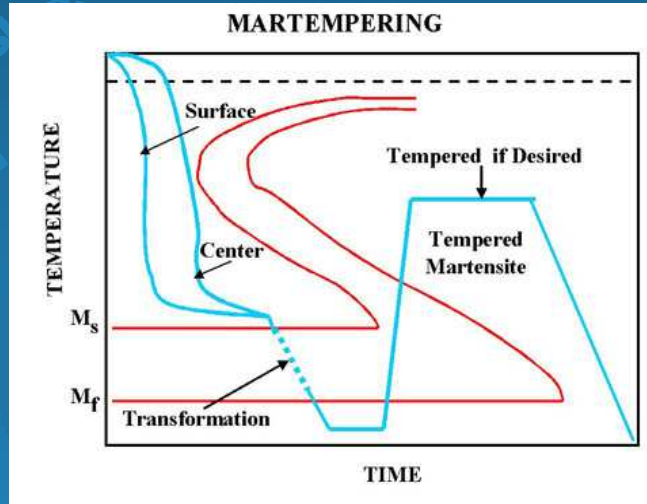
CEMENTİTE

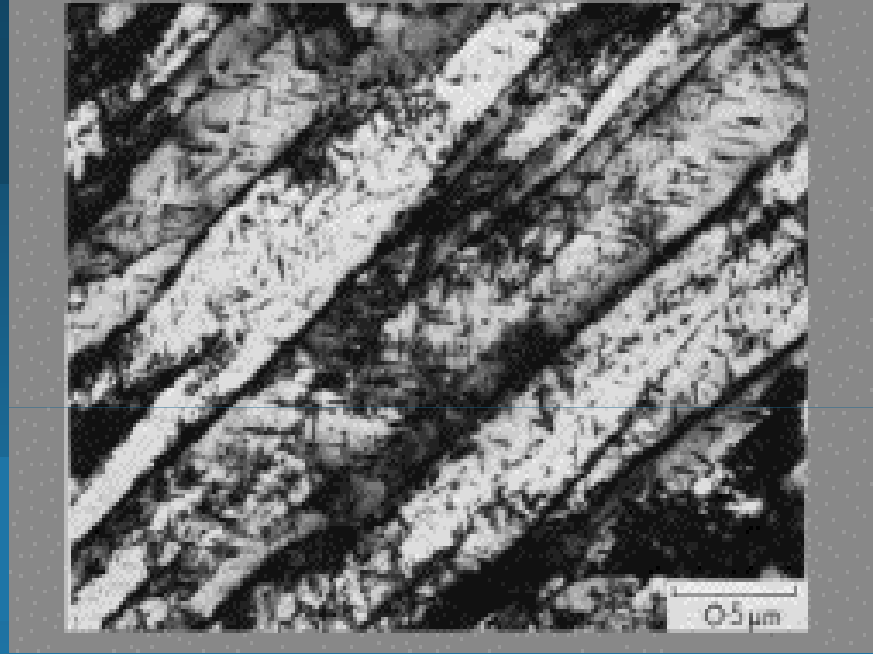
+



FERRİTE

2. MARTEMPERLEME bir soğutma tekniğidir. Çatılma tehlikesi olan parçalar M_s sıcaklığının az üzerine kadar hızlı soğutulur burada bir müddet tutulur. Sonra soğutulur. Bu işleme **martem perleme** denir. Bu işlem sonunda çelikteki iç gerilmeler ortadan kalkar. yapı martenzittir ama iç gerilmeleri alınmıştır.

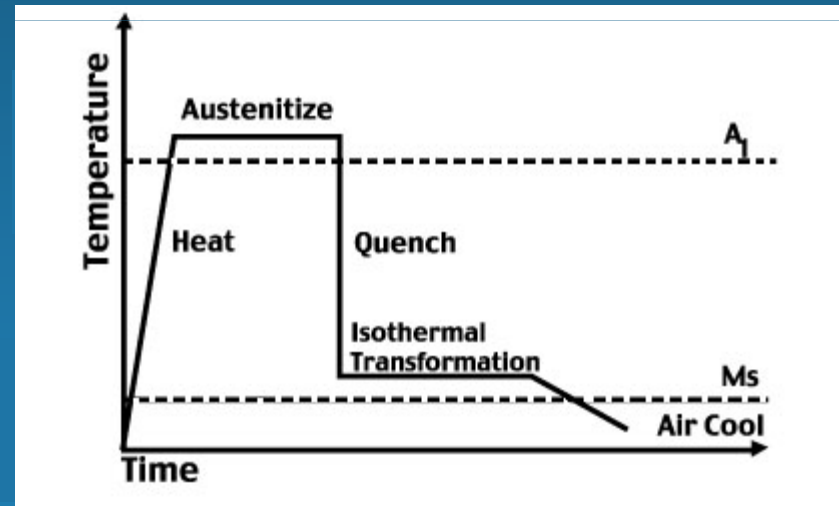
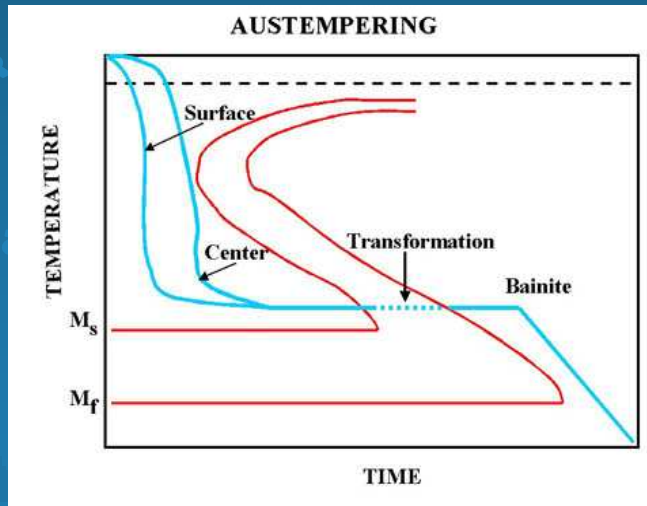




Martenzit'in temperlenmiş hali
martemperleme olayıdır.



3. **OSTEMPERLEME** bir soğutma tekniğidir. Mikroyapı ve mekanik özellikler açısından doğrudan **perlit** veya **beynit** yapısı elde etmek için M_s sıcaklığının az üzerine de bu iç yapılar oluşuncaya kadar bekletip soğutma işlemine **ostemperleme** adı verilir.





JOMİNY ÇELİK UCU SERTLEŞTİRME TESTİ

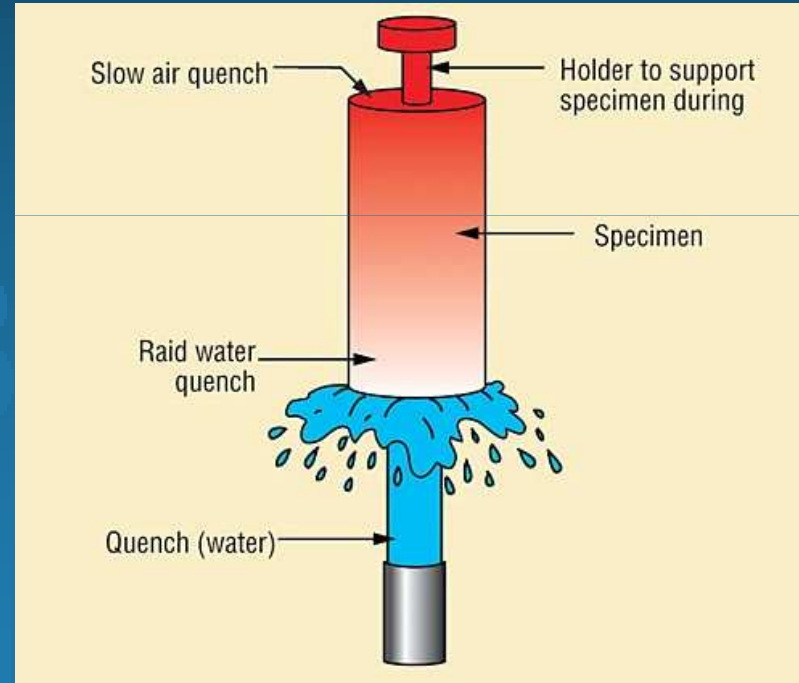
Bu test, çeliklerin sertleşme kabiliyetini ölçen bir testtir.

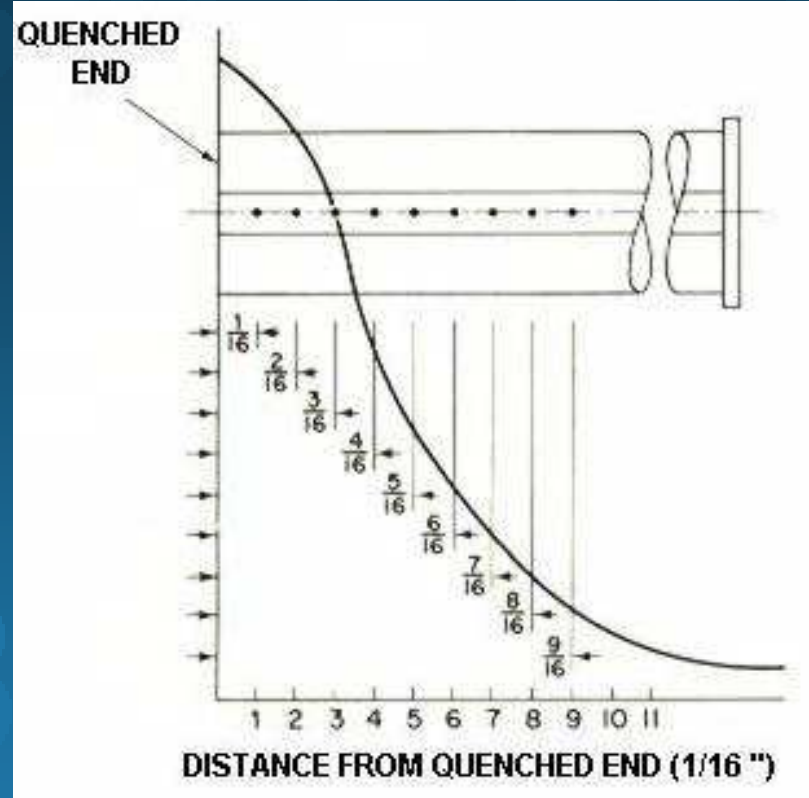


1. Önce 25 mm çapında ve 100 mm boyunda standart bir test numunesi hazırlanır.
2. Numune östenit bölgesinde 980 -1010 °C sıcaklığa kadar ısıtılır.



3. Numune standart yerine takıldıktan sonra belli mesafeden altına su püskürtülür. Bu su numunenin altından az içeriye kadar gidebilir. Bir müddet beklenir.



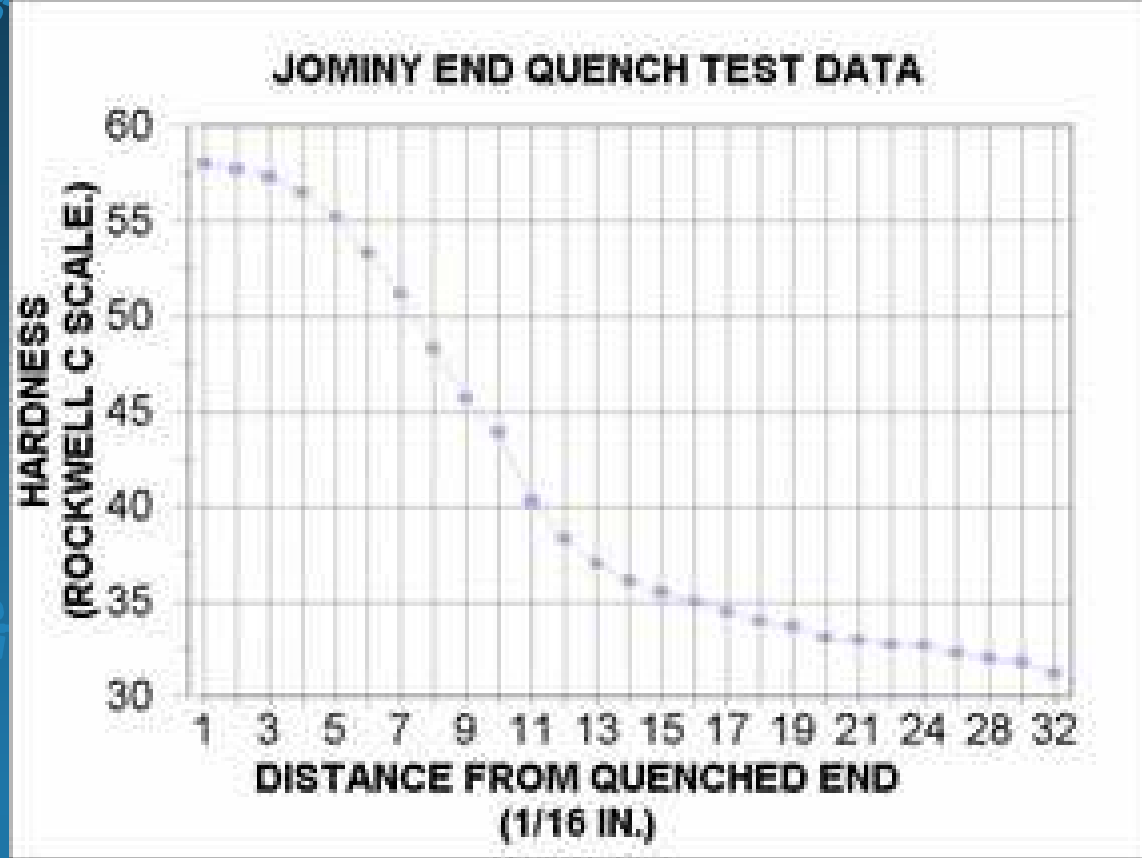


4. Sertleştirilen çelik üzerinde belli aralıklarla uç'tan içe doğru sertlikler HRC şeklinde ölçülür.



BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
1992

BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
1992



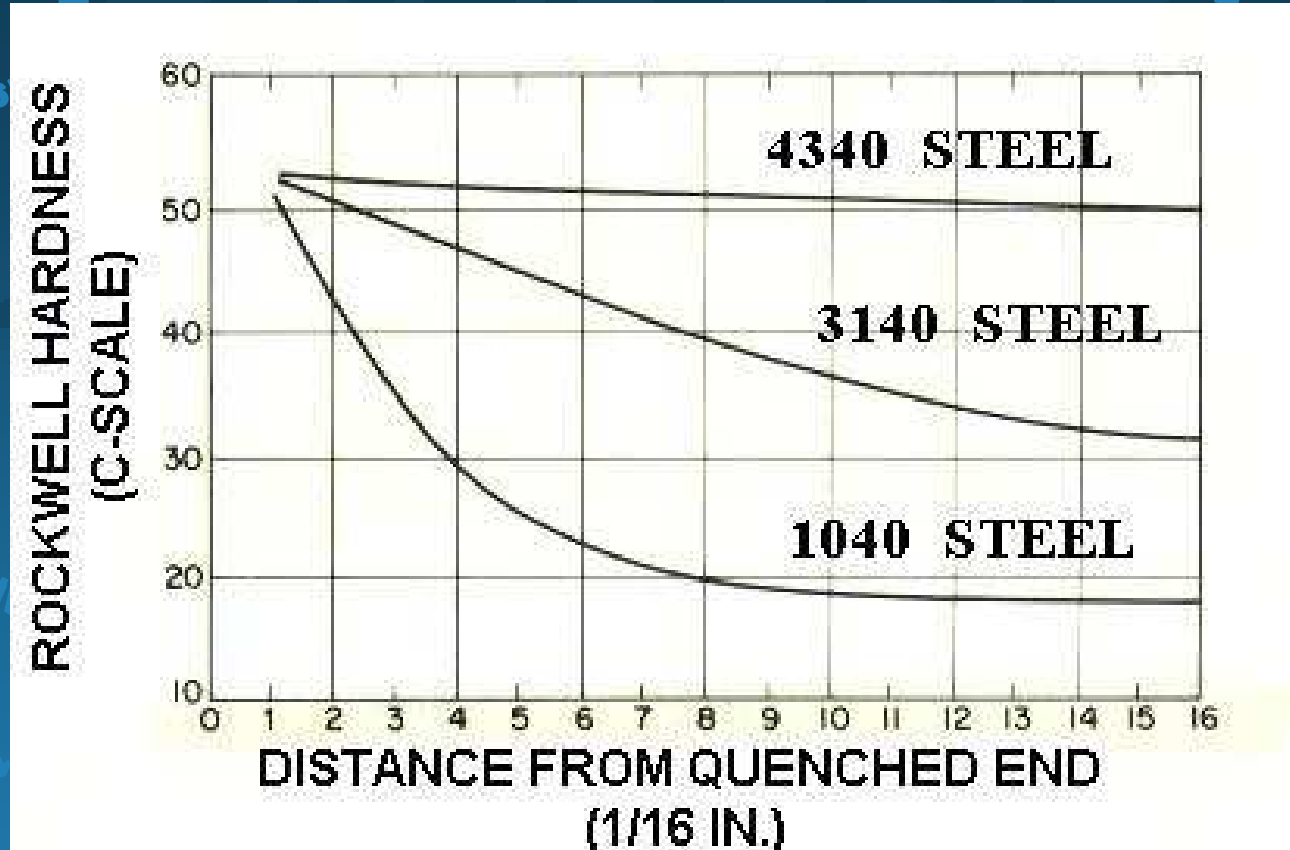
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
1992

BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
1992

5. Böylece ölçülen değerler diyagrama taşınır.



Prof. Dr. İRFAN AY / Öğr. Gör. FAHRETTİN KAPUSUZ



6. Değişik çeliklerin sertleştirme sonuçları



**Jominy deneyi testi videosunu
izleyiniz.**



BALIKESİR



Prof. Dr. İRFAN AY / Öğr. Gör. FAHRETTİN KAPUSUZ



Bu konudan sorulacak sorular

1. Çeliğe ısı işlem niçin yapılmaz?

- a)- Artık gerilmeleri giderme
- b)- Sertliği artırma,
- c)- Tokluğu iyileştirme,
- d)- Parçayı kesme,

2. Saf demir eritilene kadar ısıtılırsa kristal yapısı hangi sıcaklıklarda değişir?

- a)- 1000° – 1536° C de
- b)- 723° - 1000° C de
- c)- 911° – 1400° C de
- d)- 600° - 800° C de





BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ

BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
1992

3. Fe-C denge diyagramında ötektik nokta ile ötektoid noktanın sıcaklıkları ve % C oranları nasıldır?

- a) -ötektik %4,3C -1147°C Ötektoid %0,8C -723°C
- b) -ötektik %1,3C -723°C Ötektoid %1,8C -923°C
- c) -ötektik %3,3C -911°C Ötektoid % 0,8C -1000°C
- d) -ötektik %0,3C -1400°C Ötektoid %2,8C -1400°C

4. Ötektik noktanın altında ve üstünde hangi yapılar vardır?

- a) -altında - katı sementit , üstünde -katı ergiyik
- b) -altında - katı ferrit , üstünde -sıvı ergiyik
- c) -altında - katı lederbürit , üstünde -sıvı ergiyik
- d) -altında - katı ostenit , üstünde -sıvı ergiyik





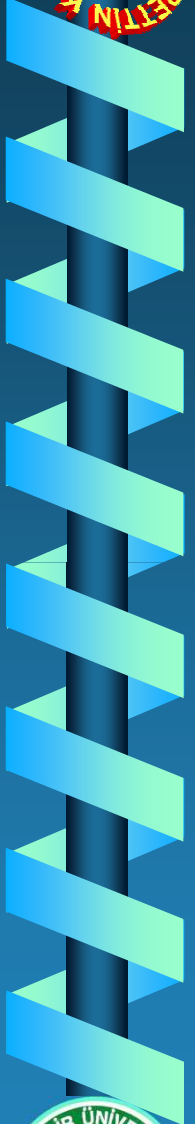
5. Ötektoid noktanın altında ve üstünde hangi yapılar vardır?

- a) -altında - katı sementit , üstünde -katı ergiyik
- b) -altında - katı perlit , üstünde -katı ostenit
- c) -altında - katı sementit , üstünde -katı ergiyik
- d) -altında - katı perlit , üstünde -katı lederbürit

6. Tavlama ne demektir?

- a) -çeliği ısıtma-soğutma-tutma
- b) -çeliği ısıtma-tutma-tekrar ısıtma
- c) -çeliği tutma-soğutma-tekrar ısıtma
- d) -çeliği ısıtma-tutma-soğutma





7. Yumuşatma tava ve normalize tava niçin yapılır?

- a)-y.tava-işlemeyi zorlaştırma, n.tava-iri taneyi homojenleştirme ,
- b)-y.tava-işlemeyi kolaylaştırma, n.tava-iri taneyi homojenleştirme
- c)-y.tava-işlemeyi zorlaştırma, n.tava-iri taneyi irileştirme ,
- d)-y.tava-işlemeyi zorlaştırma, n.tava-ince taneyi inceltme

8. Gerilim giderme tava niçin yapılır?

- a)- 550-650⁰C de tane irileştirme
- b)- 550-650⁰C de tane inceltme
- c)- 550-650⁰C de artık gerilmeyi giderme
- d)- 550-650⁰C de iç yapıyı homojenleştirme



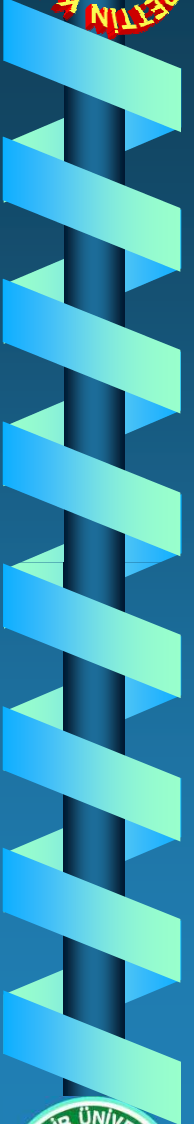
9. Bir çeliğin sertleşebilme şartı nedir?

- a)-En az% 0.1C içerme-ostenite ısıtma-soğutma
- b)-En az% 0.2C içerme-ostenite ısıtma-soğutma
- c)-En az% 0.2C içerme-perlite ısıtma-soğutma
- d)-En az% 1.2C içerme-ostenite ısıtma-soğutma

10. Sertleşme sonucu martenzit oluşur. Bu yapı nasıl bir yapıdır? Niçin istenmez?

- a)- Mart. Çam iğne yapraklı – sert kırılğan
- b)- Mart. Küresel şekilli – sert kırılğan
- c)- Mart. Lamelli grafit – sert kırılğan
- d)- Mart. Yumak grafit – sert kırılğan





11. Meneviş veya temperleme niçin yapılır?

- a)- Ötektik yapma b)-Ostenit yapma c)-Ferrit yapma d)- Gerilim giderme

12. Martemperleme ile Ostemperleme aynı şeymidir?

- a)-Evet b)-Hayır c)-hem evet hem hayır d)-Hiçbiri

13)- Jominy sertlik testi hangi amaç için yapılır?

- a)- Ferrit yapı kazandırma,
- b)- Sementit yapı kazandırma,
- c)- Ostenit yapı kazandırma,
- d)- Martenzit yapı kazandırma