



13-15 September / Eylül 2012, Tüyap, İstanbul

6th International Ankiros Foundry Congress
6. Uluslararası Ankiros Döküm Kongresi



**Bu bildiri 6. Uluslararası Ankiros Döküm
kongresinde sunulmuştur**

**This paper was presented on 6th Ankiros
Foundry Congress**

<http://kongre.tudoksad.org.tr/>

Eylül 2012
September 2012
Tüyap, İstanbul

METALOGRAFİ VE KATILAŞMA

Dr. Feyyaz Önder Orhaner
AKDAS DÖKÜM SANAYİ VE TİC. A.Ş.
ve

Prof. Dr. Erdoğan Tekin
METALURJİ VE MALZEME MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
ATILIM ÜNİVERSİTESİ / ANKARA

KAPSAM

- Metalografi Bilimi ve Örnekler
- Katılma
- Katılma Yapıları
- Çelik ve Dökme Demirlerin Katılma Yapıları

GİRİŞ

Metalografi, metal gereçlerin yapısal içeriklerini bilimsel yöntemlerle inceleyip çözümleyen ve saptayan bir bilim dalıdır.

Metal gereçlerin yapısal içerikleri, çıplak gözle incelemelerden ışık mikroskopuyla incelemelere ve en modern elektron mikroskoplar kullanılarak $10^6\times$ büyütmelere dek incelemelerle belirlenebilir.

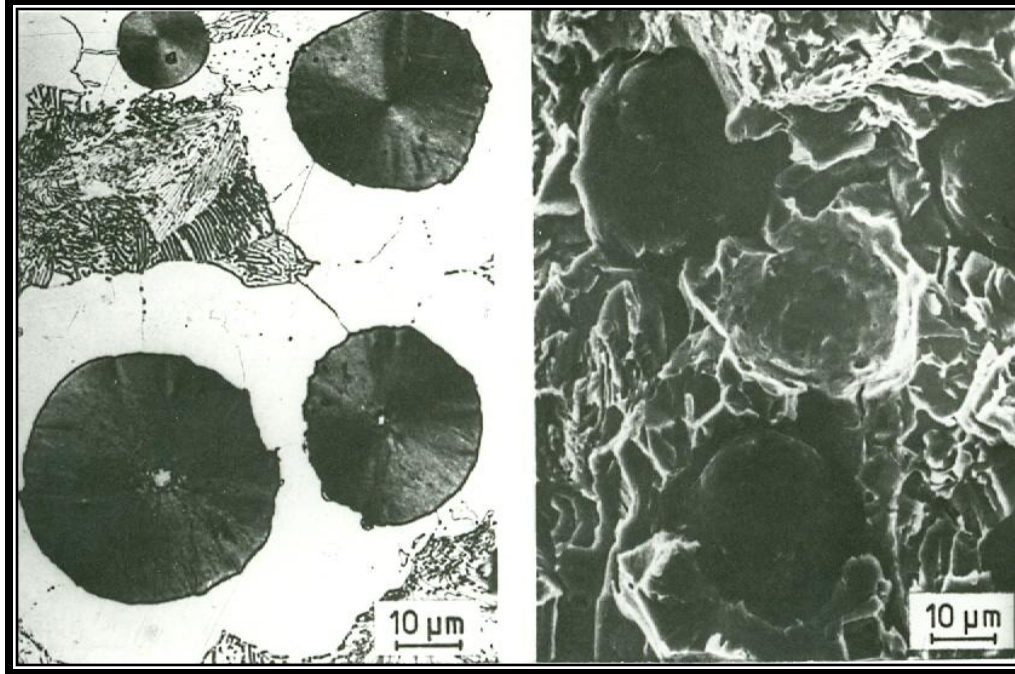
GİRİŞ

Işık mikroskobu ile 50x-1000x büyütme aralığında yapısal bileşenleri $\sim 0.2 \mu\text{m}$ çözünübilirlikle incelemek olasıdır.

Taramalı elektron mikroskobunun (S.E.M) olağan araştırmalar için kullanılan türleri $\sim 4 \text{ nm}$, özel araştırma türleri ise $< 1 \text{ nm}$ çözünürlüğe ulaşabilmektedirler.

Taramalı elektron mikroskobunun bir başka üstünlüğü de, çok yüksek alan derinliği sağlamasıdır; 100.000x büyütmede $1 \mu\text{m}$ derinlik çözünürlüğüne erişilebilir. Bu üstün alan derinliği, özellikle kırık yüzey incelemelerinde bir devrim yaratmıştır.

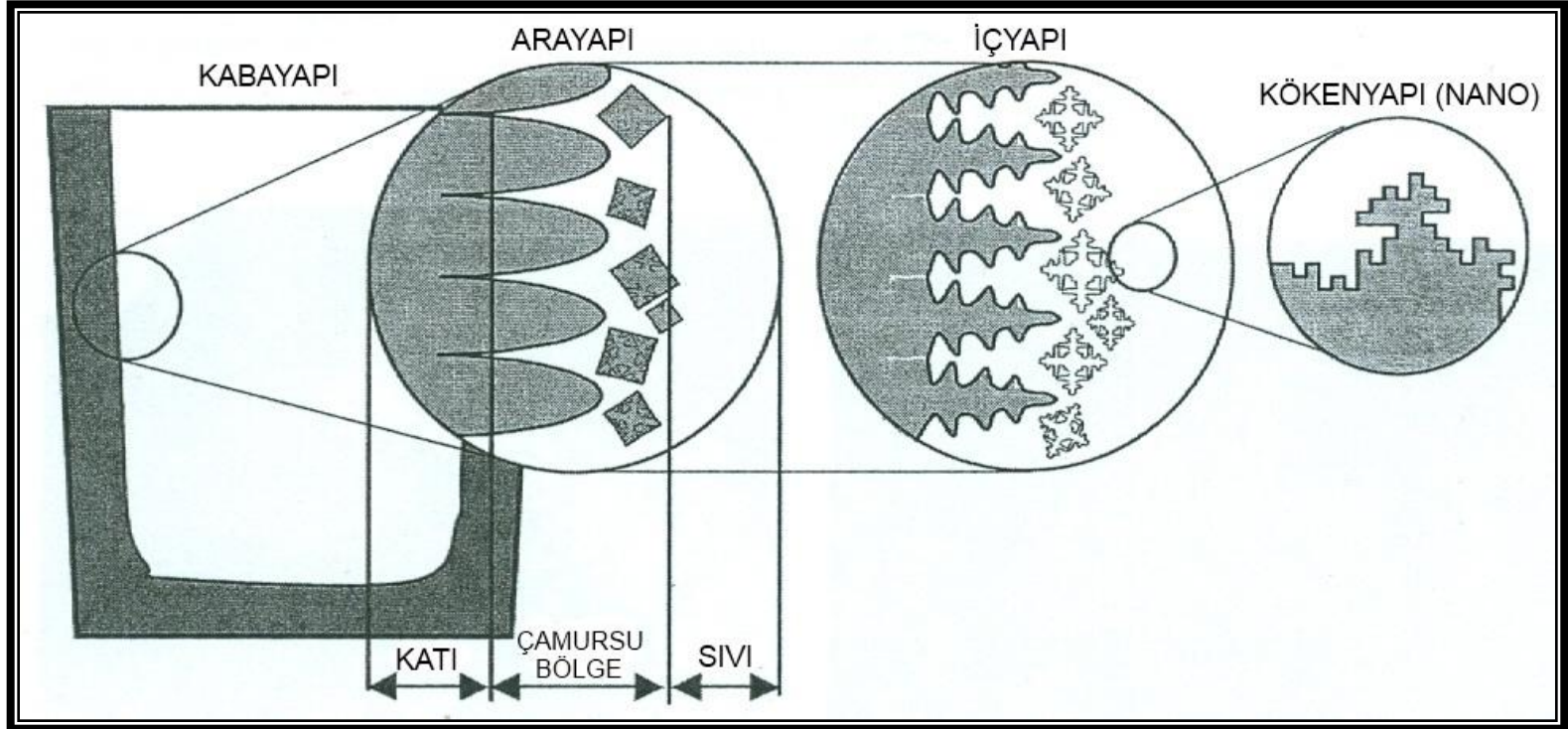
GİRİŞ



Taramalı elektron mikroskobu, artık, metal üretimi ve kullanımı uygulayan önemli ve büyük sanayi kuruluşların nitelik denetimi ve ARGE laboratuvarlarının ayrılmaz bir parçası olmuştur.

GİRİŞ

Metalografi incelemeleri, gereksinmeye uygun olarak **KABAYAPISAL** (makroskobik), **ARAYAPISAL** (=mezoyapısal), **İÇYAPISAL** (=mikroskobik) ve **KÖKENYAPISAL** (=nanoyapısal) düzeylerde gerçekleştirilebilir.



GİRİŞ

Kabayapı (=makroyapı) 10^{-3}m ile 1m arasındaki ayrıntıları kapsar ve çekme boşluğu, çatlaklar, kaba birikim (=makrosegregasyon), yüzey pürüzlülüğü ile boyutsal görünüm gibi bileşenlerden oluşur. Katılaşma sonucu beliren iri dallantılar ve havuçsu taneler de bunlar arasında en belirginleridir

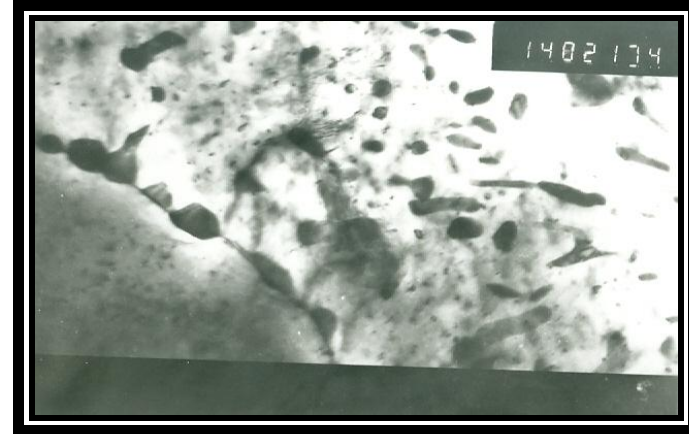
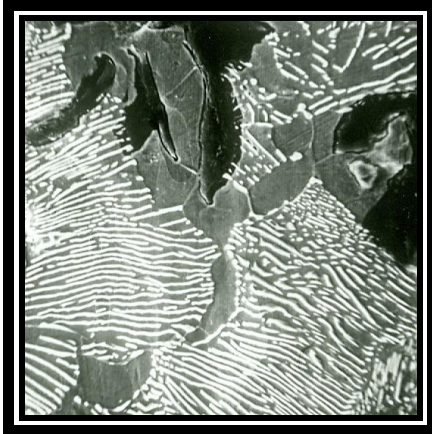
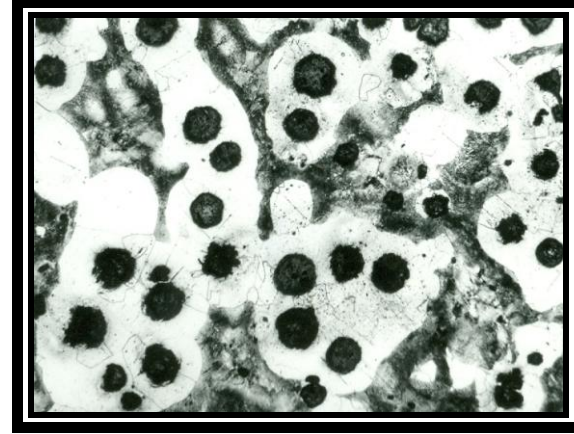
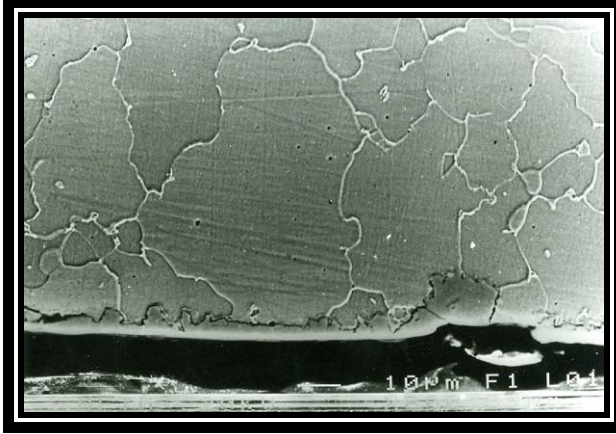
GİRİŞ

Arayapısal incelemeler 100 μm (10^{-4} m) ile 1 mm (10^{-3} m) yapısal büyüklükleri kapsar. Tane içyapısı ayrıntılarına girmeden tane büyüklükleri, dökümlerde ötektik göze büyüklükleri; dallantılar ve dallantı kolları; havuçsu, eşeksenli tanelerin v.b biçimi; birikim (=segregasyon) türü; gözeneklilik durumu hep yeni bir deyim olan araölçekli (=mesoscale) büyütmelerde saptanmaktadır

GİRİŞ

İçyapı (=mikroyapı), metalografi biliminde kullanılagelen klasik bir sözcüktür. İçyapı, metal gereçlerin mikroskop altında $0.10\ \mu\text{m} - 1000\ \mu\text{m}$ ölçek aralığında incelenen yapısal bileşenlerini kapsar. İçyapının metal gereçlerin mekanik özelliklerini belirlediği, metalografi biliminin doğuşundan beri bilinmektedir. Ortalama tane büyüklükleri, ikizler ile çökeltilerin tür, büyüklük ve dağılımları hep ışık mikroskobunun $\sim 0.2\ \mu\text{m}$ düzeyindeki çözünürlük-kısıtları içindedir.

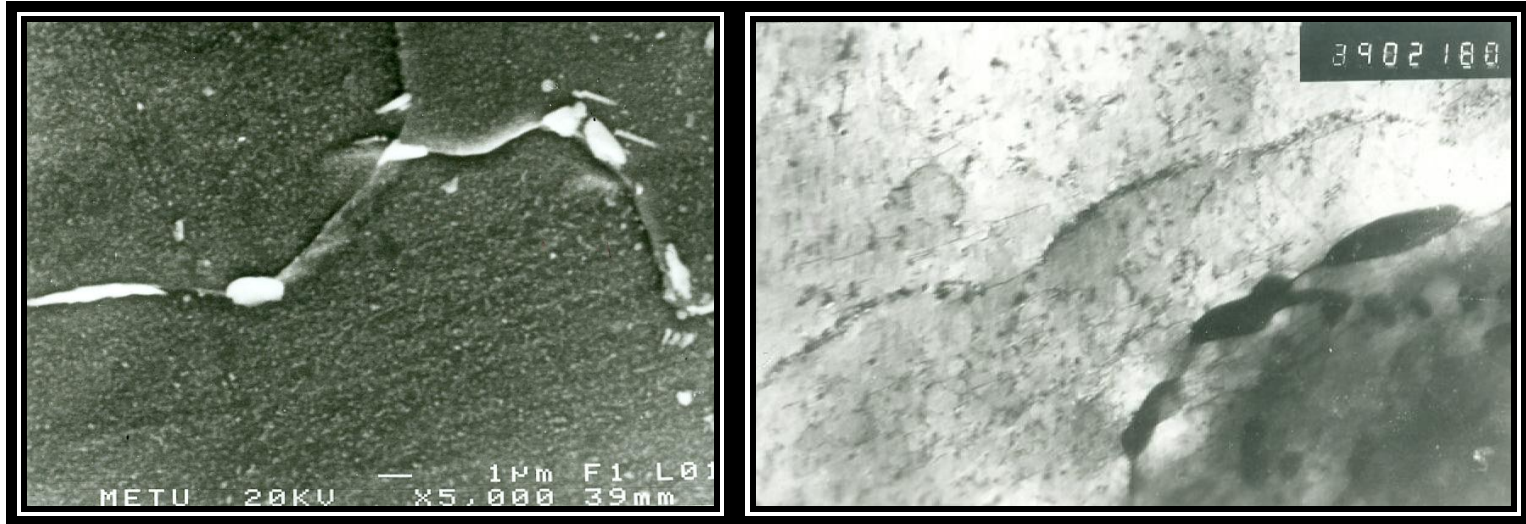
GİRİŞ



a) Arı demir metalinde tane büyüklükleri (SEM), b) Küresel dökme demirin ferritli + perlitli içyapısı (IM), c) Gri dökme demirin ferritli + perlitli içyapısı (SEM), d) Çelik içyapısında çökelti (SEM)

GİRİŞ

İncelemeler için gerektiğinde taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile geçirimli elektron mikroskobu (TEM) de kullanılabilir. Örneğin, sapıntılar (=dislokasyonlar), çok küçük ve bağdaşık çökeltilerle GP bölgecikleri, mıkmatıssal bölgecikler, martensitli içyapıların ayrıntılarının belirlenmesi uzun yıllar elektron mikroskobunu bekledi.



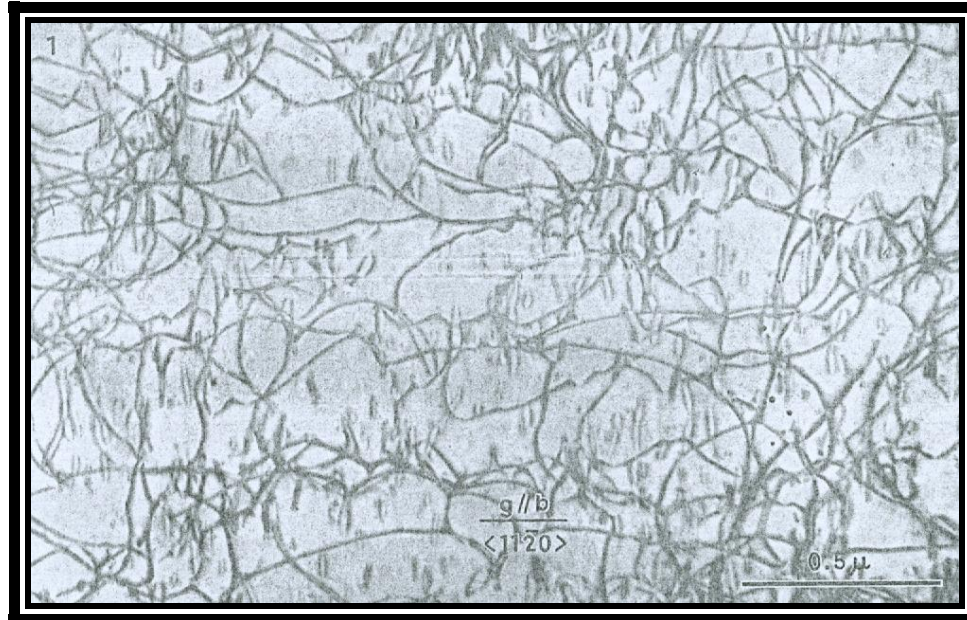
Çeliklerin tane içleri ve tane sınırlarında çökeltiler a) SEM, b) TEM

GİRİŞ

Kökenyapı (=nanostructure) atomsal düzeyde oluşumları anlatmak için kullanılmaya başlanan bir sözcüktür. Nano, yunanca cüce sözcüğünden türetmedir; ancak, bilim dünyasında 10^{-9} m büyüklükler için kullanılmaktadır. Özellikle, katılaşma aşamalarında atomsal düzeydeki oluşumlar metal yapıların kökenini başlattığından, türkçe karşılık olarak, buna kökenyapı sözcüğünü kullandım. İçyapılarda, arayapılarda ve kabayapılarda gözlemlenen tüm oluşumların başlangıcı kökenyapıdır.

GİRİŞ

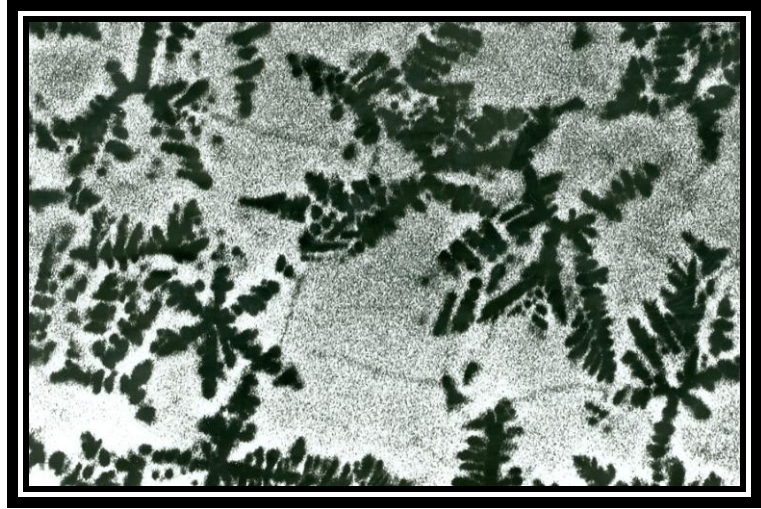
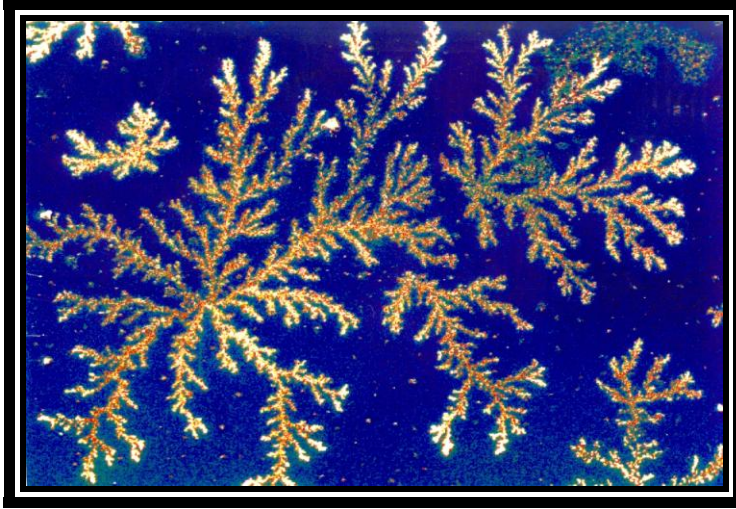
Kökenyapı olarak adlandırılan nanoyapı, 10^{-9} m = 1nm ölçeklerde atomların katı/sıvı arayüzlerindeki yerleşimleriyle başlar. Bu ölçekte katılaşmanın, çekirdeklenme ve büyüme kinetiği atomların sıvıdan katıya aktarımı olgusu içinde tartışılır. Atomlar, atom kümeleri ve sapıntılar (=dislokasyonlar) elektron mikroskopuyla incelenir.



Fe-Mn-Si alaşımında dislokasyonlar (TEM x67.000)

GİRİŞ

Katılaşma yapılarının en genel ve yaygın gözlemleneni dallantılı yapılardır. Metallerde oluşan dallantılar, aynı kar tanelerinin oluşumundaki dallantılara benzer.



a) Kar tanelerinde dallantılar, b) Metal içyapısında dallantılar

GİRİŞ

Metal dallantılar, genellikle, kimyasal bileşim farklılıkları sergilerler: birincil, ikincil ve üçüncül dallantı kolları dallararası bölgelerden daha az alaşım elementleri ve katışkı elementleri içerirler. Bu olguya KATILAŞMA denir. Bu nedenle de dağlama tepkimeleri, dallar ile dallar arasında farklılıklar gösterir.

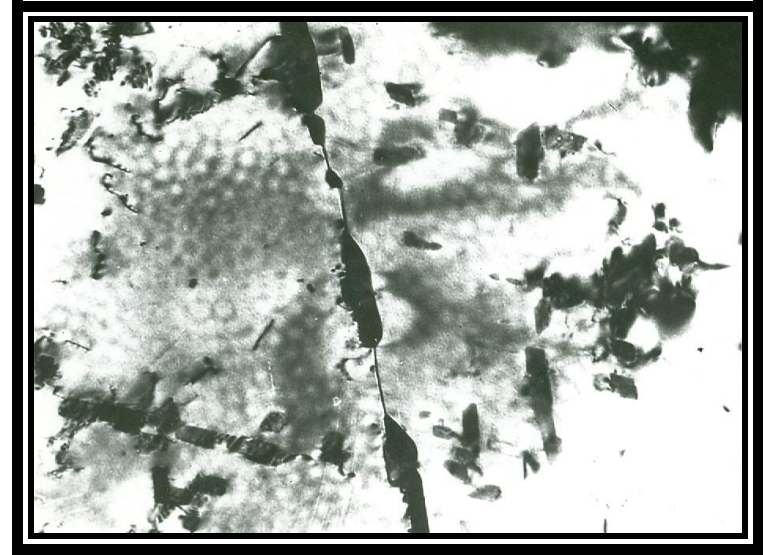
GİRİŞ

Katı hacmi sıvı hacminden daha küçük olduğundan çoğu metal, katılaşma sürecinde çekme yaşar. Bu nedenle, dallantı kolları arasında sıkışıp kalan en son sıvı, katılaşma sonlandığında dallantı kolları arasındaki boşluğu dolduramayabilir.

Bu durum çekme boşlukcuklarının doğmasına yol açar. Bunlar oluştuğunda ışık mikroskopuyla gözlemlenebilir. Boşlukcuklar, parlatılmış fakat dağlanmamış metal yüzeylerde, dağlanmışlara kıyasla, daha kolay gözlemlenebilir. Parlatılmış fakat dağlanmamış yüzeylerde, kalıntılar ve dışık (=cüruf) parçacıkları da daha kolaylıkla gözlemlenebilir.

GİRİŞ

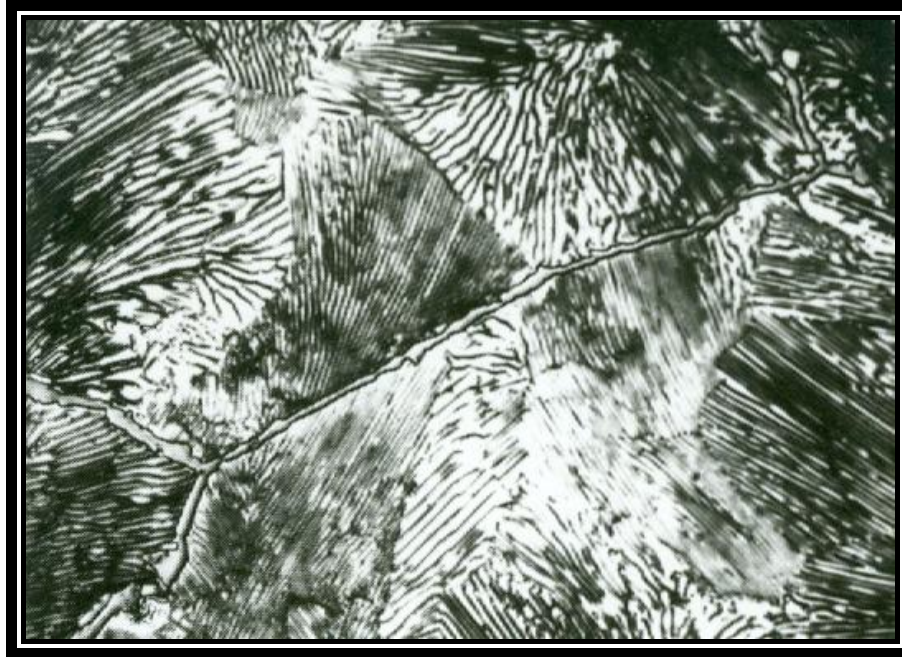
Yüksek sıcaklıklarda oluşan evre dönüşümleri sıklıkla, tane sınırlarında çökelim içerirler. Bunlar, anayapı içinde farklı, dağınık ve tanesal ya da tane sınırları boyunca sürekli çökelti olarak doğabilirler.



Tane sınırlarında çökelti a) Işık mikroskobu, b) TEM

GİRİŞ

Ötektiküstü çeliklerde iri döküm parçalarının soğumaları sırasında, ötektoidöncesi Fe_3C , östenit tane sınırlarında oluşan sürekli çökelti olarak γ tanelerini çevreleyen zar oluşturur. Bu gibi oluşumlar çarpma tokluğunu aşırı düşürdüğünden çok zararlıdır.



Bir ötektoidüstü çelikte Tane sınırı Fe_3C zarı

İÇYAPILARIN YORUMLANMASINDA KULLANILAN FİZİKSEL METALBİLİM KAVRAMLARI

Metalografi araştırmalarında numune seçimi ve görüntü elde etme kadar, belki daha da önemlisi, görüntülerin yorumlanmasıdır. İçyapı görüntülerinin yorumlanması aslında biraz sanat, biraz deneyim ve biraz da bilimin karışımıdır denilebilir.

Deneyim, yıllardan beri metalografi alanında çalışanların birikimlerinin sonucudur. Ancak, hiçbir metalografi uzmanı her türlü alaşımın her tür içyapısını yorumlayabilecek deneyime sahip olamaz.

İÇYAPILARIN YORUMLANMASINDA KULLANILAN FİZİKSEL METABİLİM KAVRAMLARI

Metal döküm yöntemlerinin temel olgusu, KATILAŞMA SÜRECİ'dir. Katılaşma süreci iyice ve doğru anlaşılmadan, içyapı ile mekanik özellikler ilişkisi tam kavranamaz.

Katılaşma, en geniş anlatımıyla, sıvı maddenin katı maddeye dönüşümü olarak tanımlanabilir. Katılaşma sonucu oluşan içyapı doğrudan kullanıma hazır olabilir ve bu durumda katılaşmış ürünün içyapısı mekanik özellikleri doğrudan etkiler.

Diğer başka uygulamalarda ısı işlemler ile döküm içyapısı değiştirilerek farklı mekanik özellikler elde edilebilir. Ne var ki bu değiştirilmiş içyapı da, döküm içyapısına bağlı ve ondan etkilenmiş durumdadır.

KATILAŞMA

Tüm metaller ve alaşımlar eritilir ve bir kalıba dökülürler.

Erimiş bir metal ya da alaşım, sıcaklığı düştükçe katılaşma olgusu yaşar.

Sıvı içinde atomlar (ve iyonlar), birbirlerinin kısıtlamaları dışında, özgürce devinirler.

Sıcaklık düştükçe devinirlik azalır ve **KATILAŞMA SICAKLIĞI**'na ulaşıldığında atomlar rastgele devinimleri geride bırakarak bir düzen içine girerler.

KATILAŞMA

Katılma olgusu iki aşamada incelenebilir:

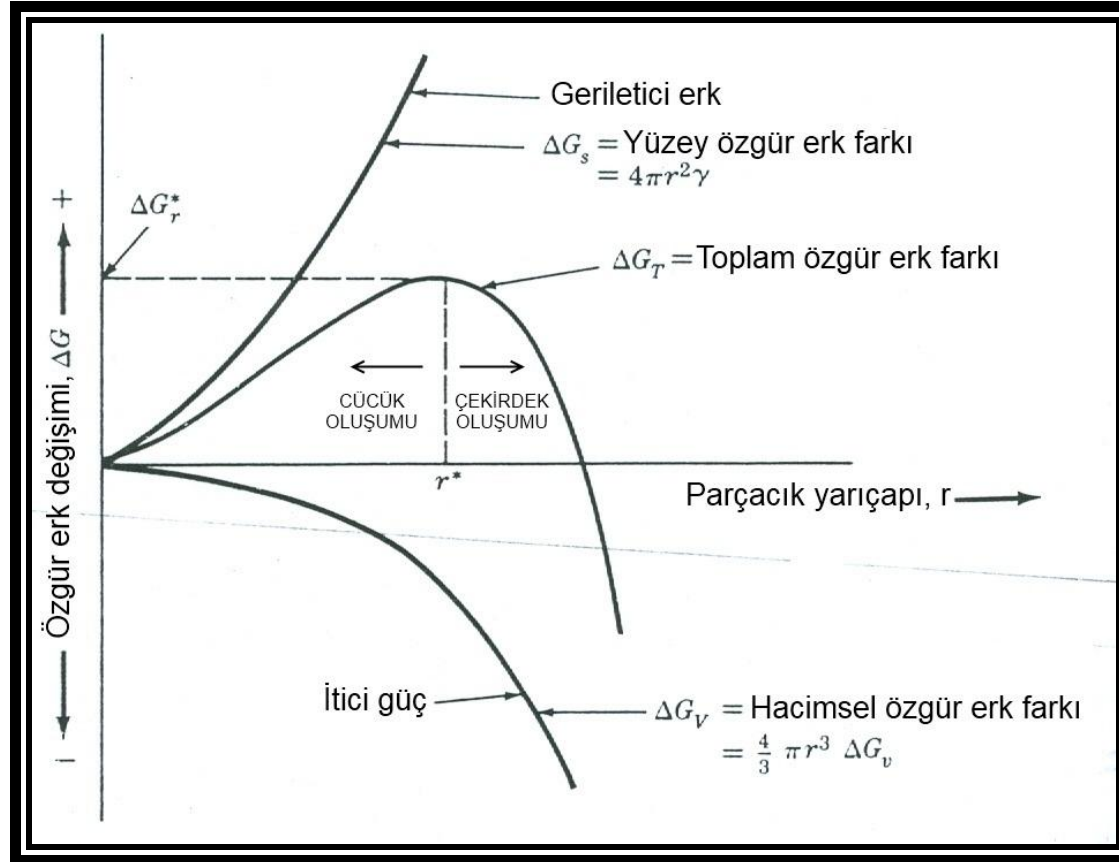
1. **ÇEKİRDEKLENME** sırasında sıvı içinde **DENGELİ ÇEKİRDEKLER** oluşur;
2. **BÜYÜME VE TANE OLUŞUMU** aşamasında ise dengeli çekirdekler büyüyerek **ÖRÜT (=KRİSTAL)** oluşturur ve buradan da taneler ortaya çıkar.

Bir çekirdeğin dengeli duruma erişip örüt (=kristal) oluşumuna geçebilmesi için büyüklüğünün **DÖNÜŞÜL (=KRİTİK) BÜYÜKLÜK'e** ulaşması gerekir.

Dönüşül büyüklükten daha küçük boyuttaki atom topluluğuna **CÜCÜK (=embryon)**; daha büyüklerine ise **ÇEKİRDEK** denir.

Cücükler, sıvı metal içinde sürekli olarak oluşup ayrışır.

KATILAŞMA



Özgür erk değişimine göre çekirdeklenme

KATILAŞMA

Doğada, bir sistem yüksek bir erk durumundan düşük bir erk durumuna kendiliğinden geçebilir.

Katılaştan bir sıvı metalde, katı parçacıkların yarıçapı $< r^*$ (=dönüşül yarıçap) ise sistemin toplam erki, bunlar yeniden eridiğinde düşer. Bu nedenle, bu tür parçacıklar sıvıya geri döner.

Bunun karşısında katı parçacıkların yarıçapı, dönüşül yarıçap (r^*)'dan daha büyük ise, sistemin toplam erki bu parçacıklar büyüyünce düşecektir.

KATILAŞMA

ÇEKİRDEKLENME, iki ayrı tür olarak değerlendirilebilir.

Türdeş (homojen) Çekirdeklenme: Bu tür çekirdeklenme, katı ile aynı kimyasal bileşime sahip alt katmanlarda başlar; ancak, döküm alaşımlarında pek görülmez.

Çokkökenli (heterojen) Çekirdeklenme: Bu tür çekirdeklenme sürecinde tanelerin gelişmesi, katıdan farklı kimyasal bileşimlere sahip alt katmanlar üzerinde gerçekleşir. Bu tür çekirdeklenme, erimiş metal içine, aşılama amacıyla, alt katman parçacıklarının katımı ile olur. Metal alaşımların katılaşmasında, bu uygulama yaygın olarak kullanılır.

KATILAŞMA

Çok kökenli çekirdeklenmede dengeli bir çekirdek oluşumu için gerekli toplam özgür erk değişimi daha düşük, ve dönüşül çekirdek büyüklüğü de daha küçüktür.

Bu nedenle, çok kökenli çekirdeklenmede dengeli çekirdek oluşturmak için çok daha az aşırı soğutma gerekmektedir.

Aşırı Soğuma : Katılaşma sıcaklığı ile denge sıcaklığı arasındaki farkı tanımlamada kullanılır ve katılaşmanın başlangıç aşaması olan çekirdeklenmenin oluşmasında önemli bir rol oynar.

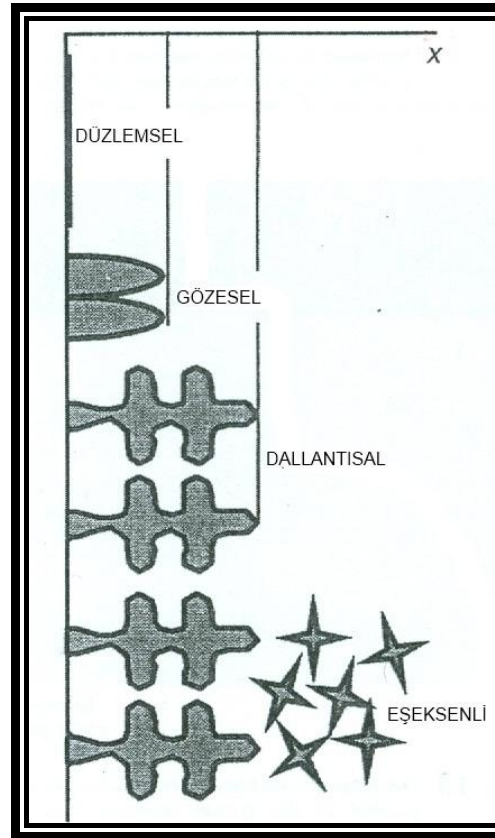
KATILAŞMA

Çok kökenli çekirdeklenme, kalıp yüzeyleri, çözünmemiş kalıntılar ve diğer nesneler üzerinde gerçekleşebilir.

Sanayideki döküm koşullarında aşırı soğuma kertesı büyük olmadığından çekirdeklenme çok kökenli olarak gerçekleşir.

KATILAŞMA

Bir yüzeyde başlayan çekirdeklenme, düzlemsel, gözesel, dallantısal ve eşeksenli biçimlerde büyüyebilir. Bu büyüme şekilleri katı / sıvı ara yüzey hızı tarafından belirlenir.



Çokkokenli çekirdeklenme biçimleri

KATILAŞMA

TANE OLUŞUMU: Dengeli bir çekirdek oluşumu aşamasından sonra bu çekirdekler **örütleşme (=kristalleşme)** aşamasına geçer. Atomlar düzenli bir dizilenme ile yinelenen bir 3 boyutlu biçimde **örüt (=kristal)** oluştururlar. Bu aşama köken yapılaşma aşamasıdır.

Katılaşma sonlandığında, katılaşmış metal parçacıklarına TANE denir. Tanelerin her birinin örütü aynı olmakla birlikte konumları ve yönelmeleri farklıdır.

Bu nedenle tüm katı, farklı farklı konumlarda ve yönlerde yer almış çok sayıda tanelerden oluşur. Böyle katılara **çok taneli** (=polycrystalline ya da polygranular) denir.

KATILAŞMA

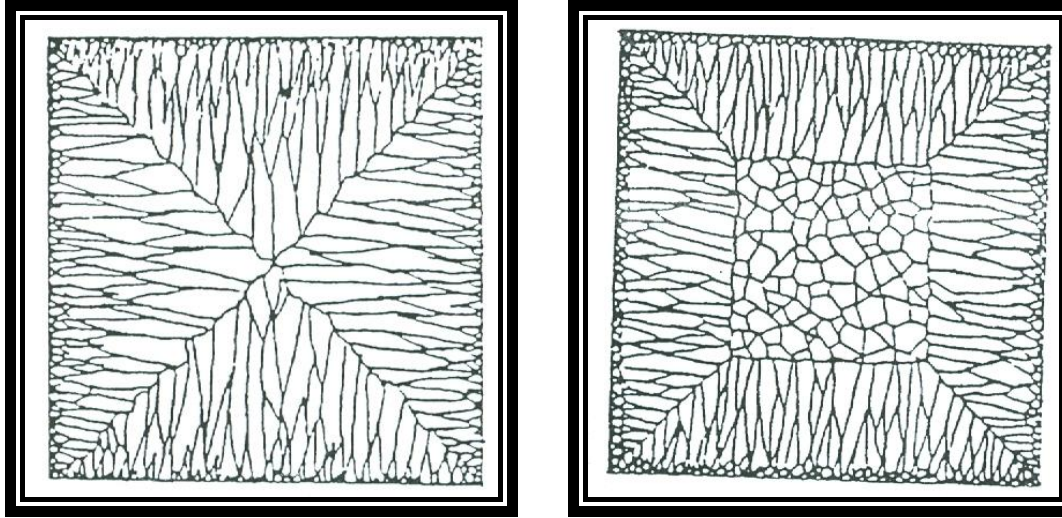
Taneler, atom diziliş bakımından süreklilik içinde olmadığından taneler arasında **tane sınırları** belirir. Tane sınırları katının birkaç atom genişliğinde düzensiz atom diziliş sergileyen bölümleridir.

Çekirdeklenme noktalarının sayısı ve soğuma hızı, oluşan tanelerin büyüklük ve sayısını doğrudan etkiler: Az sayıda çekirdeklenme noktası var ve soğuma hızı da düşükse, az sayıda çekirdek oluşur fakat, hızlıca büyürler. Bu nedenle de **kaba taneler** oluşur. Aksi durumda **küçük taneler** oluşacaktır. Katılaşmanın bu aşaması içyapı oluşumunu kapsar.

Tanelerin küçüklüğü akma sınırının ve çarpma tokluğunun yüksek olmasını sağlar. Bu nedenle sanayide hep küçük taneli döküm yapılması amaçlanır. Bunu sağlamak için **tane küçültücü** madde katımları yapılır. Bu işleme AŞILAMA ve kullanılan maddelere de **aşılایıcı maddeler** denir.

KATILAŞMA

Ingot kalıplarında oluşan katılaşma sonunda en dıştaki kabuk çok küçük taneler içerir. Merkeze doğru **havuçsu taneler** görülür; soğuma koşullarına bağlı olarak da merkez bölgede **eşeksenli taneler** oluşabilir.



Havuçsu tane oluşumu ve merkezde eşeksenli tane oluşumu

KATILAŞMA

Aslında, kabuktaki küçük taneler de eşeksenli tanelerdir. Çekirdekler her yönde eşit hız ve miktarda büyürlerse eşeksenli taneler oluşur. İlk katılaştan kabuk taneleri, çok yüksek kerte de aşırı soğuma yaşadığından çok sayıda çekirdek oluşur. Ancak, soğuma hızı çok yüksek olduğundan bunlar büyüyemez ve küçük kalırlar.

Buna karşın havuçsu taneler kenardan merkeze doğru uzamış havuç biçimli tanelerdir. Bunlar, yüksek sıcaklıklarda ve sıcaklık farkının düşük olduğu, yavaş soğumalarda oluşurlar. Bu koşullarda az sayıda çekirdek oluşur ve sıcaklık eğimi yönünde merkeze doğru uzayıp büyürler.

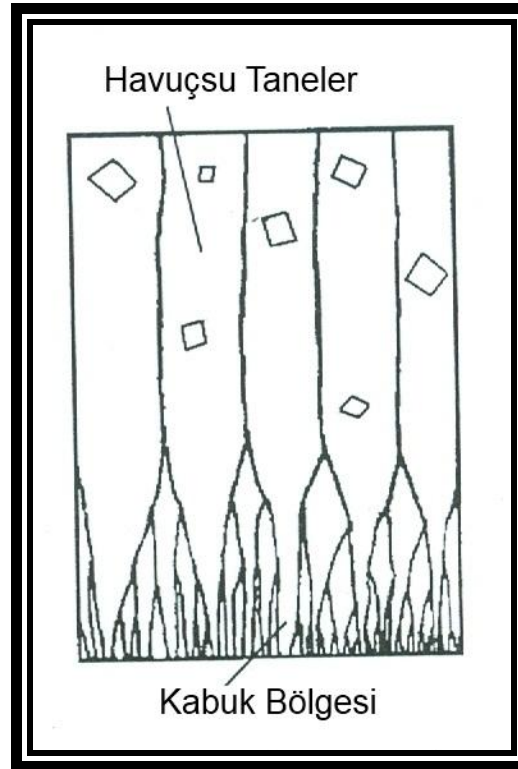
KATILAŞMA

Bazen, merkez bölgedeki türbülans sonucu havuçsu tanelerin uçları kırılıp kopabilir. Bu kopmuş parçalar birer çekirdek görevi görerek tane oluşumunu başlatırlar.

Merkez bölgede koşullar her yönde benzer olduğundan olağan taneler EŞEKSENLİ olarak oluşur. Sıcaklığın yüksek olmasından ötürü de bu eşeksenli taneler görece büyüktür.

KATILAŞMA

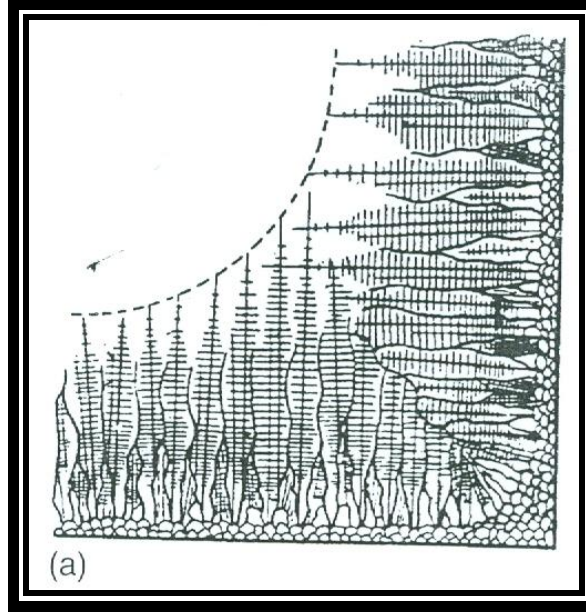
Havuçsu Yapı: İlk katılaşan ve kabuk diye adlandırılan katı çeliğin ardından çok daha iri ve DALLANTI adı verilen taneler oluşur.



Kabuk bölgesinden havuçsu tanelerin oluşumu

KATILAŞMA

Bunlar kalıp yüzeyine dik yönde büyür ve dallanırlar.



Kalıp duvarlarından sıvıya doğru dallantıların büyümesi

Sonunda iri havuç biçimli tanelere dönüşürler. Bu nedenle oluşan yapıya HAVUÇSU YAPI adı verilir.

KATI ÇÖZELTİLERİN KATILAŞMA YAPILARI

Alaşımlar, Fe, Al, Cu, Ni v.b. bir ana metal ile, istenilen özellikleri yaratmak amacıyla buna katılan ve çözünen bileşeninin elementlerini içerirler. En yalın katılaşma sürecinde çözünen ile çözen sürekli çözünürlük içindedir.

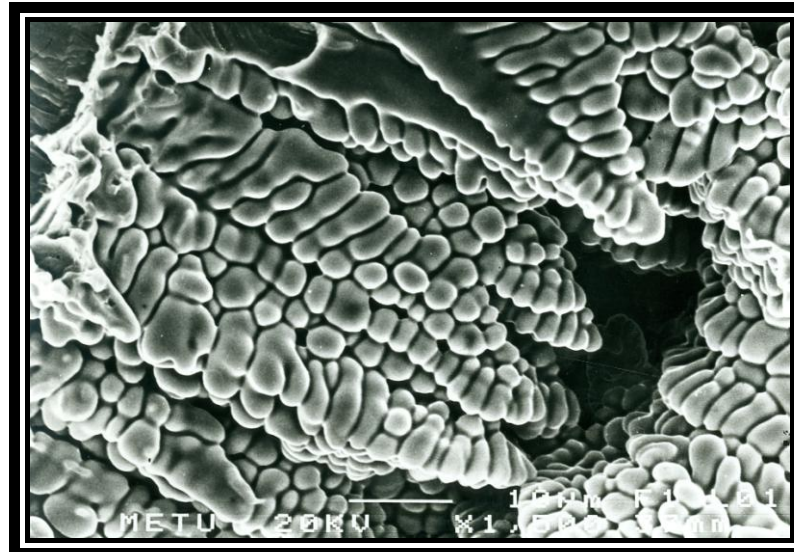
Ancak, bir çok ikili alaşımda katılaşma, ötektik (=kolayerir), peritektik (=çevrelenik) ve monotektik (=tekerir) tepkimeler sonucu oluşur. Katı çözeltinin katılaşma ayrıntılarını bilmek, oluşan içyapıyı ve buna bağlı olarak ta mekanik özellikleri anlamak için gereklidir.

KATI ÇÖZELTİLERİN KATILAŞMA YAPILARI

- **Ötektik (=Kolayerir) Yapı**
 - $L \rightarrow \alpha + \beta$
- **Peritektik (=Çevrelenik) Yapı**
 - $L + \alpha \rightarrow \beta$
- **Monotektik (=Tekerir) Yapı**
 - $L_1 \rightarrow \alpha + L_2$

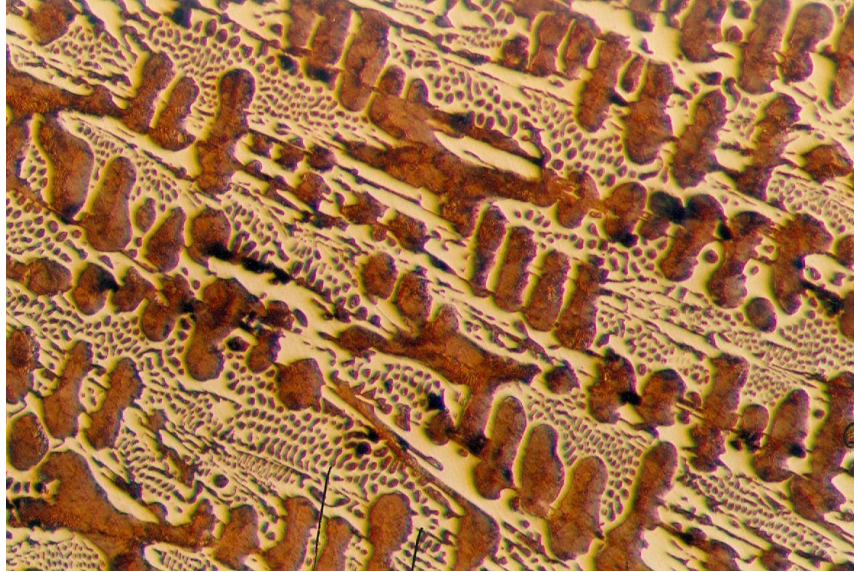
KATI ÇÖZELTİLERİN KATILAŞMA YAPILARI

Dallantılı yapılar: Katılaşmış yapılar arasında en yaygın olarak gözlemlenen dallantılı yapılardır. Dallantılar karmaşık, 3-boyutlu ve ağaç benzeri nesneler olduklarından, 2-boyutlu metalografi numunelerinin yüzeylerinde gözlemlendiklerinde yorumlanmaları dikkatli yapılmalıdır. Dallantıları 3-boyutlu olarak gözlemleyebilmek için, katılaşma yarıda kesilip sıvı metal boşaltılır. Görüntü gerçek olarak aşağıdaki fotoğraftaki gibidir.



Gerçek 3-boyutlu dallantıların görüntüsü (SEM)

KATI ÇÖZELTİLERİN KATILAŞMA YAPILARI



Ötektikaltı beyaz dökme demirde dallantı oluşumu (I.M.)

Ancak, 2-boyutlu bir düzlemdeki 3-boyutlu dallantılı kesit düzleminin görüntüsü, dallantının nereden kesildiğine bağlı olarak, bağımsız adacıklar gibi görünümünden dallı budaklı nesnelere dek görünümsergileyebilir.

KATI ÇÖZELTİLERİN KATI LAŞMA YAPILARI

Aşırı Soğuma Etkisi

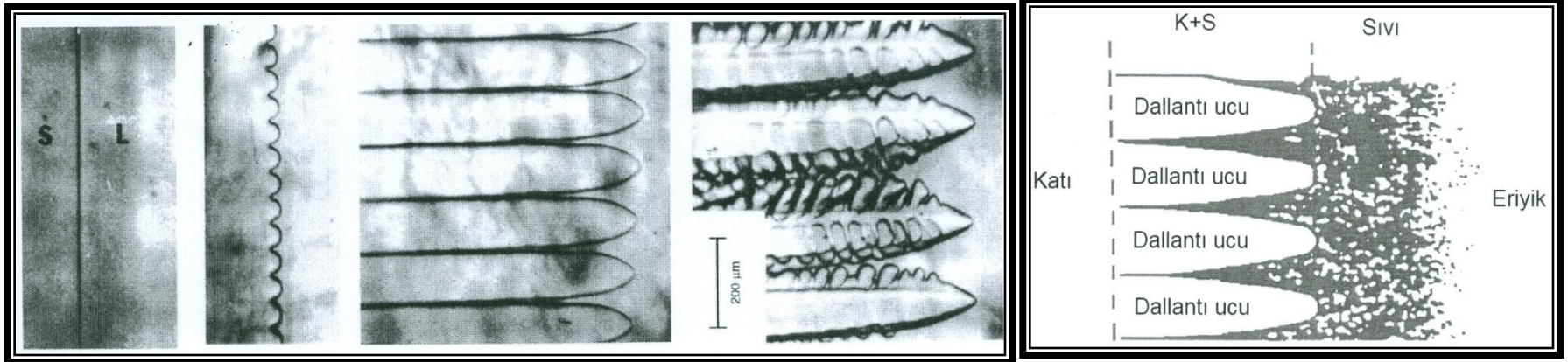
Aşırı soğuma yüksek olduğunda gözesel katılaşma dallantısal katılaşmaya döner.

Isıl eğim yüksek ise havuçsu dallantılar, küçük ise eşeksenli dallantılar katılaşacaktır.

KATI ÇÖZELTİLERİN KATILAŞMA YAPILARI

Katılaşma Hızı Etkisi

Sıcaklık eğimi ile birlikte içyapı görüntüsünü etkileyen en önemli etmen katılaşma hızıdır. Gerek gözesel, gerek dallantısal ve gerekse dallanma ve dallanma ucu yarıcapı oluşumu hep katılaşma hızına bağlıdır.



- Soğuma hızına bağlı olarak büyüme hızının k/s arayüzeyine etkisi,
- Dallantı uçlarının eriyik içine büyümesi

ÇELİKLER VE DÖKME DEMİRLERİN KATILAŞMA YAPILARI

Tecimsel alaşımların en önemlileri demir alaşımlarıdır. Yalın karbonlu ve düşük alaşımlı çeliklerin katılaşma içyapıları, döküm koşullarından ve oksijen giderme uygulamasından bağımsız olarak eşeksenli ya da havuçsu dallantılardan oluşur.

ÇELİKLER VE DÖKME DEMİRLERİN KATILAŞMA YAPILARI

Kabayapılar: Çeliklerde, katılaştığı-gibi tane yapıları olağan metalografi yöntemleri uygulanarak belirlenebilir. Katılama sırasında C, S ve çoğu alaşımlama elementi katılan dallantılardan dışlanırlar ve dallantı sınırlarında birikirler. Böylece dağlama sonucu hem dallantılar ve hem de dallantı sınırları açığa çıkarılabilir.

Kükürt baskı yöntemi de bir başka yöntemdir.

Katılama tane büyüklüğü ısı dağlama ile de belirlenebilir.

ÇELİKLER VE DÖKME DEMİRLERİN KATILAŞMA YAPILARI

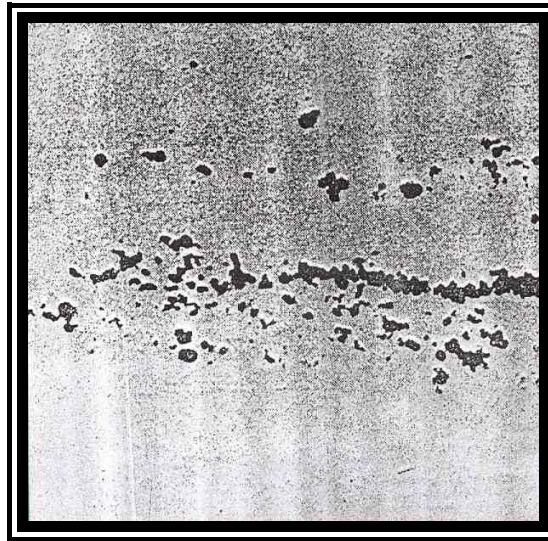
İçyapılar: Çeliklerin katılaşma içyapıları, kimyasal bileşimleri ile soğutma koşullarına bağlıdır. Çeliklerde katılaşma yapısı ostenit tanelerinden oluşur. Ancak, oda sıcaklığına dek soğutma sırasında oluşan katı evre dönüşümleri katılaşma yapısını değiştirir.

Ötektoidaltı çeliklerde ($\%C < 0.8$) içyapı ötektoidöncesi ferrit + perlit içerir; ötektoidüstü çeliklerde ise ötektoidöncesi Fe_3C + perlit içerir.

Soğuma hızına ve bileşime bağlı olarak katı-katı dönüşümleri sonucu çeliklerin içyapıları ferritli, perlitli, beynitli, martensitli olabilir.

ÇELİKLER VE DÖKME DEMİRLERİN KATILAŞMA YAPILARI

Metaldışı Kalıntılar: Çoğu metaldışı kalıntı ostenitleme işleminden etkilenmez, ilk konumunu ve biçimini korur. Alüminatlar, silikatlar ve oksitler katılaşma öncesi sıvıda oluşurlar; sülfürler ise katılaşma sırasında oluşurlar. MnS kalıntıları, genellikle, dallantılararası bölgelerde ve tane sınırlarında oluşurlar. Buna karşın silikatlar ve oksitler katılaşmış yapının her yanına dağılmış kümeler oluştururlar.



Çeliklerde oksit kalıntıları

ÇELİKLER VE DÖKME DEMİRLERİN KATI LAŞMA YAPILARI

Dökme Demirlerin Kabayapıları

Ötektik Gözeler: Gri dökme demirin kabayapısı, seçmeli dağlamalar ile fosfür ötektiğini belirleyerek ortaya konur. Fosfür ötektiği en son katılaştığı için bu belirlemede etkindir. Ötektik tanelerine **ötektik gözeleri** adı verilmektedir.

Ötektik gözeleri yüksek soğuma hızı ve aşılama ya bağı olarak daha küçük oluşur. Örneğin, disk fren dönemeçlerinin köşelerinde ötektik taneleri, içbölgelere göre daha küçük oluşur.

ÇELİKLER VE DÖKME DEMİRLERİN KATILAŞMA YAPILARI

İçyapı: Gri dökme demirin içyapısından beyaz dökme demirin içyapısına geçiş, çekirdeklenme ile büyüme arasındaki yarışa dayanır. Çekirdeklenme de büyüme de soğuma hızından etkilenir. Yüksek C_E ve düşük soğuma hızı gri dökme demirin katılaşmasını destekler. Bunların zıttı etkiler ise beyaz dökme demirin katılaşmasını destekler.

Gri dökme demirin ostenit + grafit ötektiğinin biçimi kimyasal bileşim ve soğuma hızına bağlıdır. Dökme demirlerde G_T/V ve Mg, Ce ya da S gibi katışkı elementlerinin miktarlarını ayarlamakla, değişik grafit ve anayapılar oluşturulabilir.

ÇELİKLER VE DÖKME DEMİRLERİN KATILAŞMA YAPILARI

Gri dökme demirden beyaz dökme demire geçiş çoğunlukla G_T/V (hacimsel serbest enerji) oranına bağlı ise de yapraksıdan solucansı ve küresel grafit biçimine geçiş çoğunlukla %Ce bağlıdır.

Küresel grafitin bozulması sonucu düzensiz grafit biçimleri oluşur. Örneğin, küresel grafitin dallanması sonucu tıknaz (=chunky) grafit oluşur. Bunlar tek tek değil çoğunlukla aralarında bağlantılı olan parçalardır. Oluşumlarını önlemek için C_E ve %Si'i azaltıp soğuma hızını artırmak çözüm olabilir.

Yapraksı grafitlerin yapraklararası uzaklığı (λ) soğuma hızı ile bileşimine bağlıdır. Düşük C_E ya da düşük %S ile yüksek soğuma hızlarında λ azalır ve dağılımı ASTM A-türünden D-türüne dönüşür.

ÇELİKLER VE DÖKME DEMİRLERİN KATI LAŞMA YAPILARI

Küresel dökme demirde temel katılaşıma birimi, içinde grafit yumrularının ötektik tepkime ile büyüdüğü birincil östenit dallantılarından oluşur.

Beyaz dökme demirin katılaşıma içyapısı östenit dallantıları ile $\gamma + \text{Fe}_3\text{C}$ (ledebürit) içerir. Ötektiküstü alaşımlarda ise östenit dallantıları yerine birincil Fe_3C oluşur. Ledebüritin oluşumu bir Fe_3C levhası üzerinde östenit dallantısının çekirdeklenme ve büyümesi ile başlar.

SONUÇ

Döküm sanayinde, dökümün oluşumunda KATILAŞMA en önemli etmendir. Katılaşmayı izlemenin ve anlamının en önemli yolu metalografi incelemeleri gerçekleştirmektir. Bu bildiride bu konuya ilişkin önemli anahtar kavramlar işlenerek, örnekler verilmiştir.

İLGİLERİNİZ İÇİN TEŞEKKÜRLER

Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü
Atılım Üniversitesi
İncek, Ankara
Tel: (0312) 586-83-98
e-posta: mate@atilim.edu.tr
URL: <http://mate.atilim.edu.tr/>