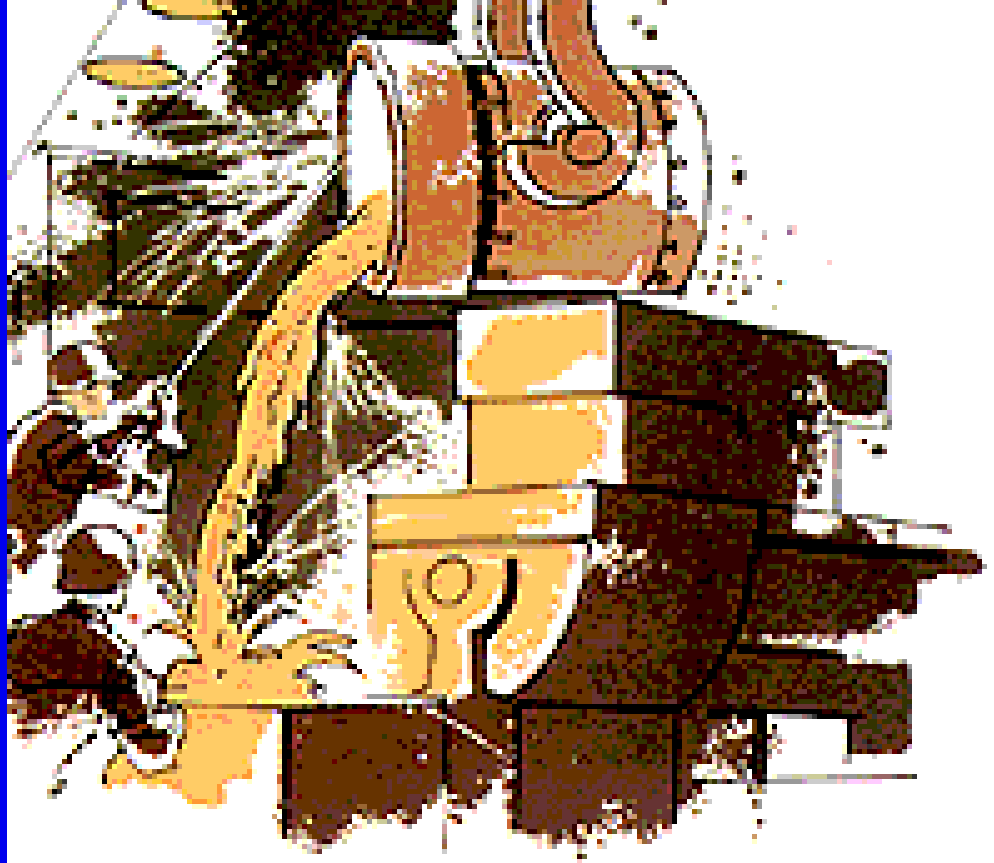


METAL DÖKÜM ALAŞIMLARI

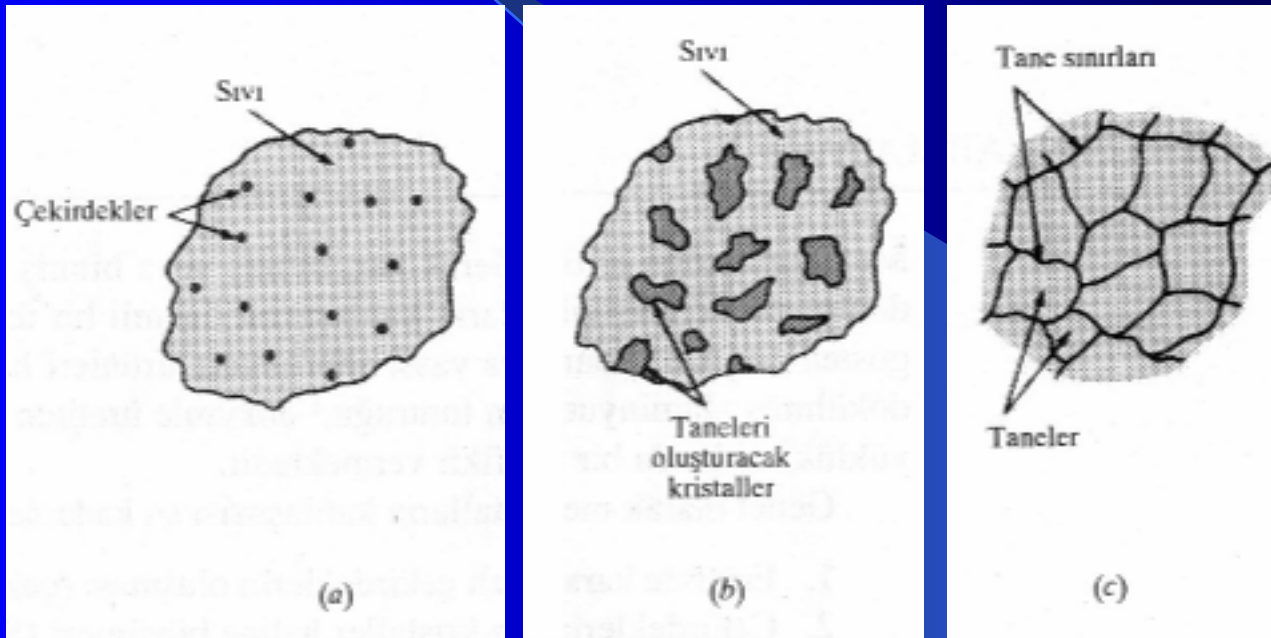
Dr.-Ing. Rahmi Ünal



METALLERDE KATILAŖMA

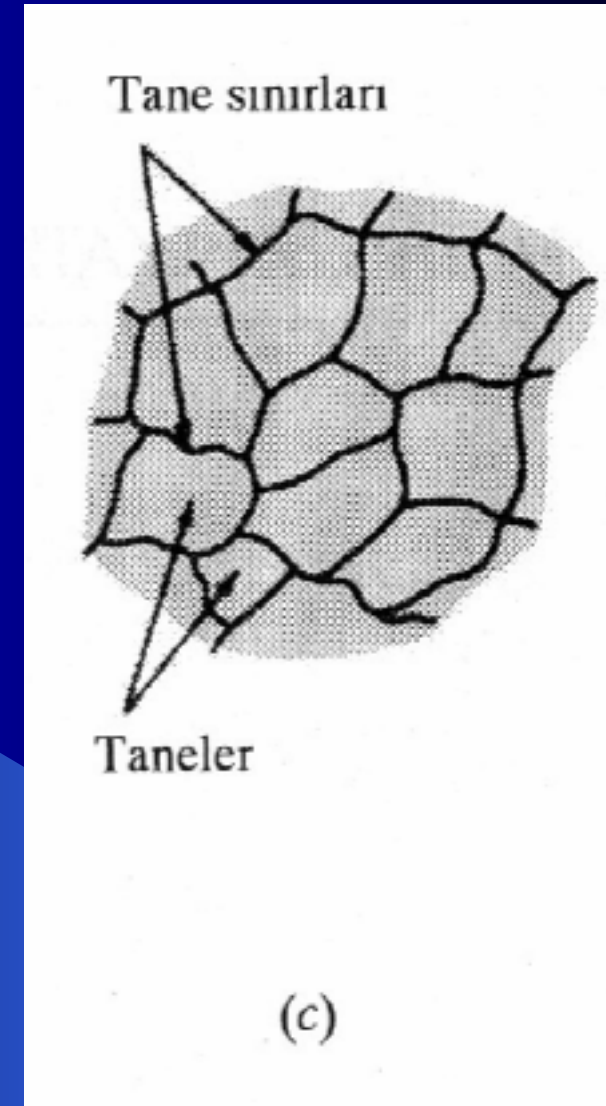
- Döküm yoluyla üretimde metal malzemelerin kullanım özellikleri, katılma aşamasında oluŖan iç yapı ile belirlenir.
- Dolayısıyla malzeme özelliklerinin kontrol edilebilmesi için katılma olayının iyi bilinmesi gerekir.

- Sıvı metal içindeki atomlar düzensiz halde olup, sürekli olarak hareket ederler.
- Soğuma sırasında katılaşma sıcaklığına inildiğinde, ergiyik içinde kristalleşme merkezi veya çekirdekler oluşmaya başlar (şekil a).
- Çekirdekler büyüyerek taneleri oluřturur (şekil b ve c).



Katılaşma iki safhadan oluşur:

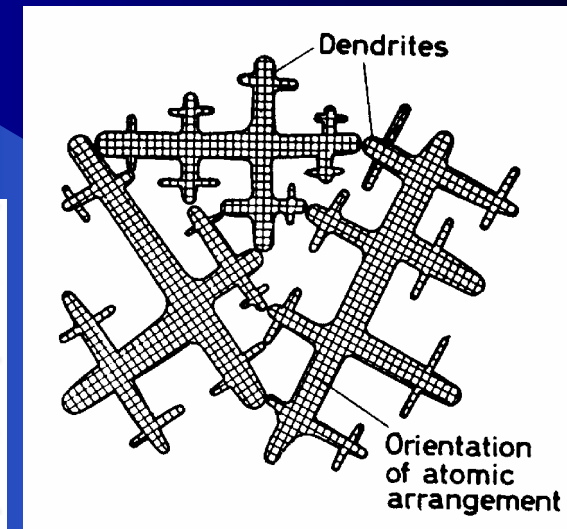
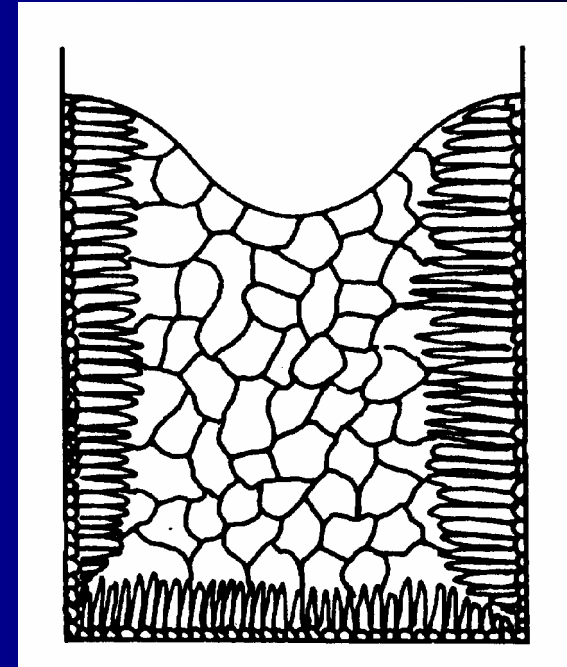
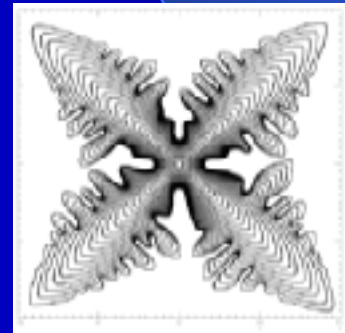
1. Çekirdeklenme
2. Çekirdeklerin büyümesi ile kristal ve sonuçta da tanelerin oluşumu



- Birincil iç yapının tane büyüklüğü, birim zamanda oluşan çekirdek sayısı ve kristallerin büyüme hızına bağlıdır.
- Çekirdek sayısı ne kadar çok olursa, taneler o kadar ince olarak oluşur.
- Kristal büyüme hızının çok büyük olması halinde ilk oluşan az sayıda çekirdek büyüyerek tüm iç yapıyı kaplayacağından daha kaba taneler elde edilir.

- Hızlı soğumada (kokil döküm) aşırı soğuma ve dolayısıyla çekirdek sayısı artar.
- Daha yavaş soğuyan kum dökümde ise durum bunun tam tersidir.
- Katılmadan hemen önce eriyiğe aynı yada yabancı türden çekirdeklerin katılması ile (aşılama) kum kalıpta bile ince taneli bir iç yapının oluşumu sağlanabilir.
- Çekirdek oluşumundan sonra bu çekirdeklere atomların düzenli eklenmesi ile katılma olayı devam eder.

- Eriyik düzgün soğursa eş eksenli, yani toparlak taneler oluşur.
- Isının yönlenmiş olarak uzaklaşması halinde ise uzun (çubuksu) taneler görülür.
- Kristal tercihli yönlerde çok hızlı, diğer yönlerde ise daha yavaş büyür ve bu şekilde oluşan kristallerin hacimsel düzeni dendrit olarak adlandırılır.



Katılma Bağlı Hacim Azalmaları

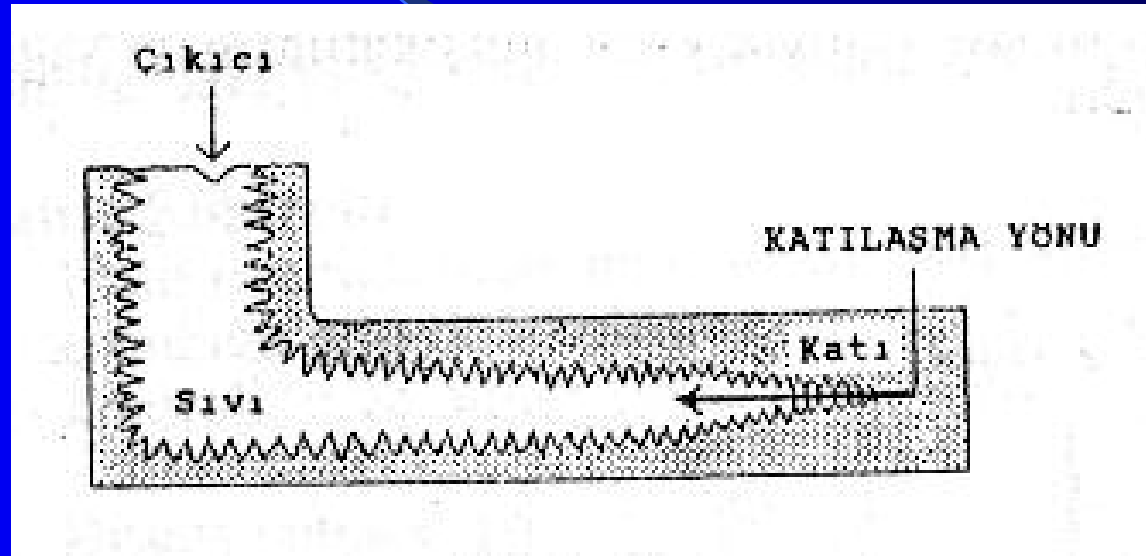
- A) **Sıvının kendini çekmesi:** Döküm sıcaklığından itibaren katılmanın başlayacağı sıcaklığa kadar soğuma sırasındaki hacim azalmasıdır.
- B) **Katılma Çekmesi:** Sıvı/katı dönüşümü sırasında atomların yeniden düzenlenmesi ile ortaya çıkan hacim azalmasıdır.
- C) **Katının Büzülmesi:** Katılmış parçanın oda sıcaklığına kadar soğuması sırasındaki hacim azalmasıdır.

- Sıvının kendini çekmesi ve katılaşma çekmesi nedeniyle döküm boşlukları, gözeneklilik, sıcak yırtılmalar ya da iç gerilmeler ortaya çıkabilir.
- Katının büzülmesi ise boyut değişimlerine, çarpılmalara, çatlaklara ve iç gerilmelere neden olabilir.

Dökümde Katılaşma

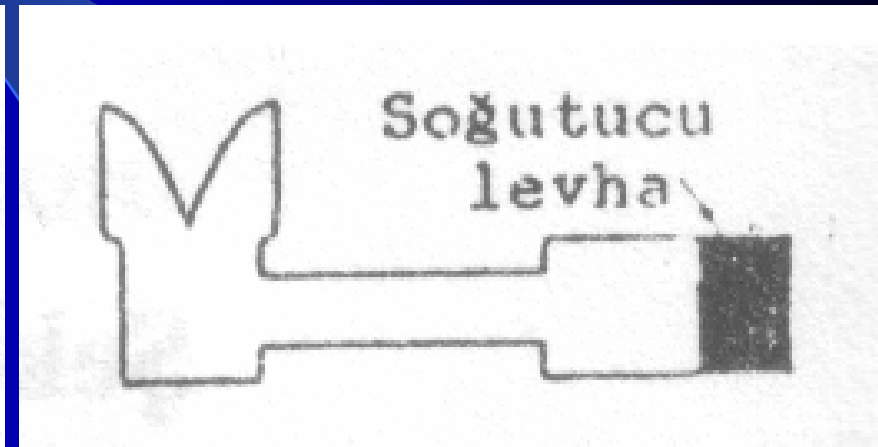
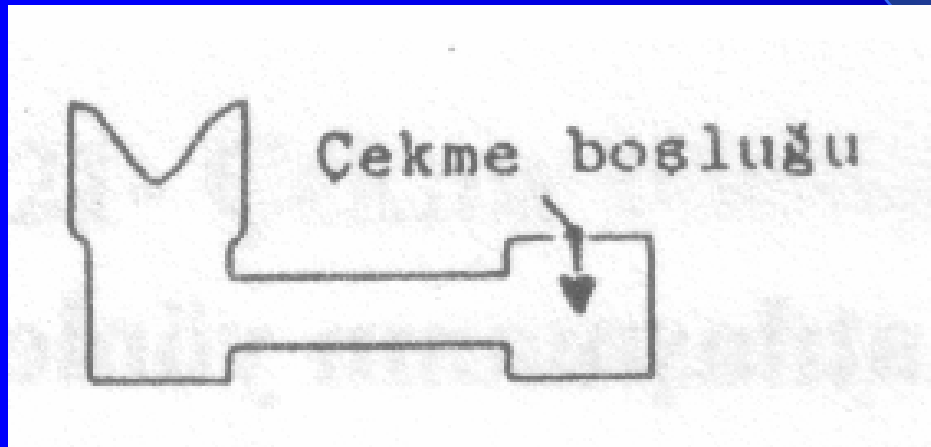
- Kalıp içine dökülmüş metalin katılaşması önce ısının hızla uzaklaştırıldığı cidarlarda katı bir kabuğun oluşumu ile başlar ve bu kabuğun kalınlaşması ile devam eder.
- En son katılaşan bölgede ise hacim azalmaları sebebiyle o ana kadar katılaşmamış kalın kasetlerdeki sıvı metal çekilir.
- İyi tasarlanmış bir kalıpta, bu katılaşma ve kendini çekme olayları kalın kesitleri beslemesiyle kademeli olarak ilerlemeli ve en son katılaşan bölgelerin dışa açık olan yolluk ve çıkıcılarda kalması sağlanmalıdır.

- Böylece çekme boşluğu ya da diğer kusurların parça içinde oluşması önlenmelidir.
- Döküm kalıplar için çok önemli olan bu tasarım prensibi **katılaşmanın yönlendirilmesi** olarak adlandırılır.

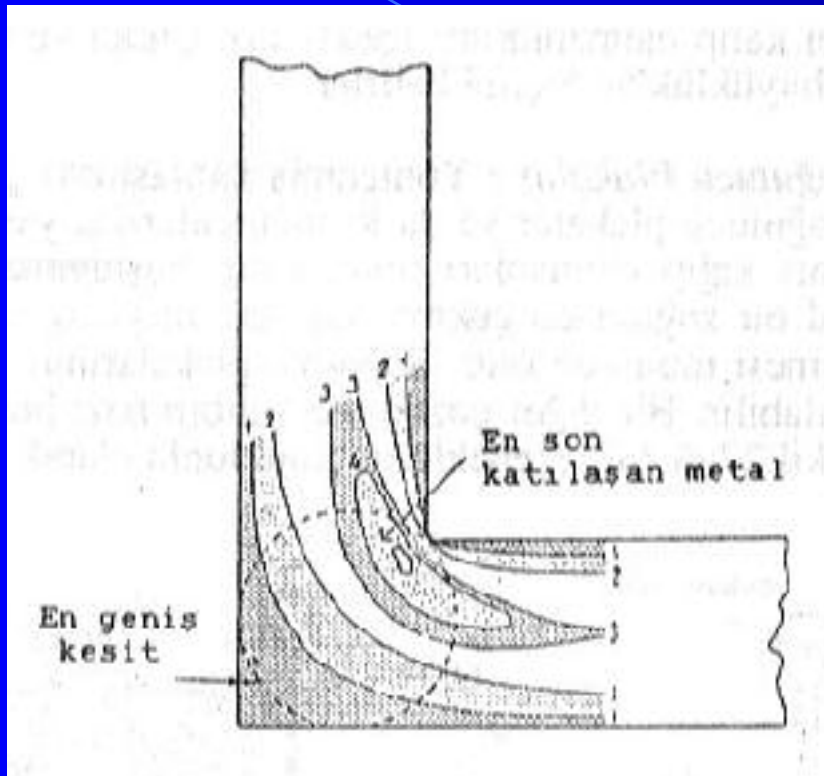


Katılaşmanın yönlendirilmesi

- Yani metal döküldükten sonra, en soğuk metalin kalıbın en uzak bölgesinde, en sıcak metalin ise yolluk ve çıkıcılarda bulunması amaçlanmalıdır.
- Bu kuralın gerçekleştirilmesinin mümkün olmadığı durumlarda katılaşmanın istenilen bölgelerde başlaması için soğutma plakalarından, çekme oluşabilecek yerlerin sıvı metal ile beslenebilmesi için çıkıcı ve besleyicilerden yararlanır.

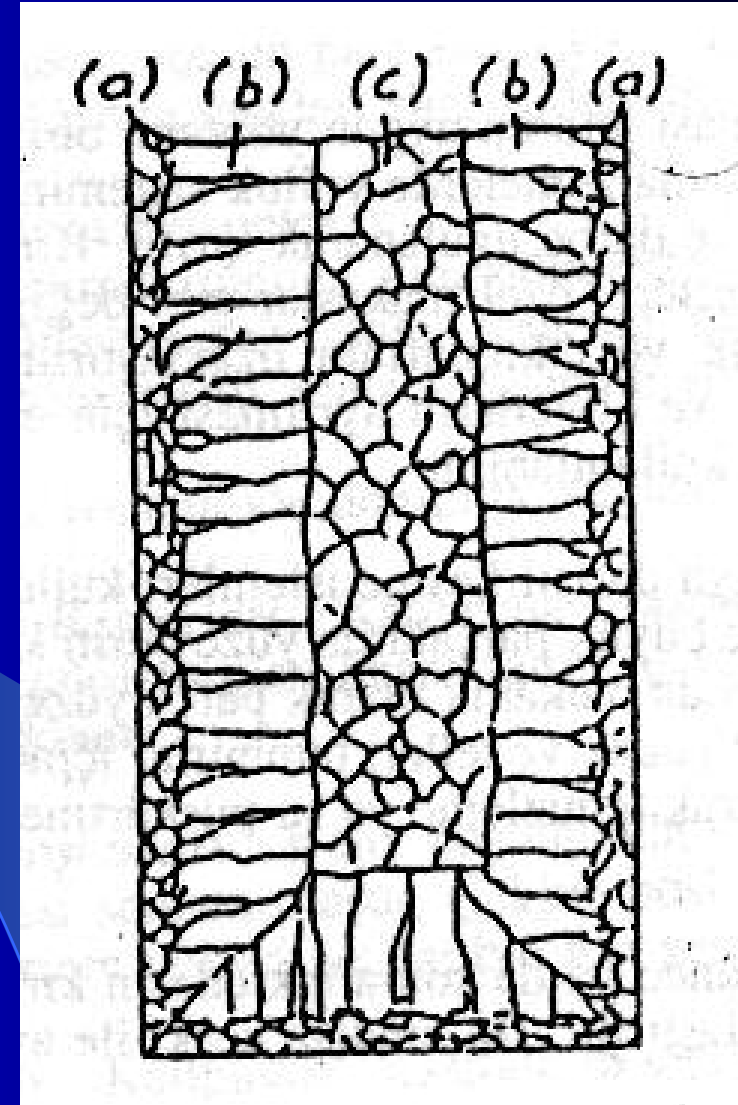


Katılaşmada en sorunlu bölgelerden birisi de köşelerdir. Birleşme noktasındaki kesit, genellikle birleşen kesitlerden büyük olduğundan, bu bölgelerin iç kısımları en son katılaşır ve çekme boşlukları oluşabilir.



Dolayısıyla bu bölgelerde ya kesit inceltmeli, ya da soğutma plakaları yardımıyla katılaşmanın köşeden başlaması sağlanmalıdır.

- a) Hızlı soğuma etkisiyle oluşan küçük ve eş eksenli tanelerin bulunduğu dış kabuk
- b) Sıcaklık gradyeni etkisiyle oluşan uzun çubuksu taneler
- c) Soğumanın her taraftan olması ile ortaya çıkan eş eksenli taneler



DÖKÜM PARÇALARDA KALİTE KONTROLÜ

Bitmiş parça üzerinde yapılan kontroller;

- 1) Yapı süreksizliklerinin kontrolü
- 2) Boyut ve biçim kontrolü
- 3) Kimyasal ve fiziksel özelliklerin saptanması

1) Yapı Süreksizliklerinin Kontrolü:

Parça özelliklerini çok olumsuz etkileyen bu süreksizliklere örnek olarak çekme boşlukları, çatlaklar, pislik ve segregasyonlar gösterilebilir. Bu amaçla değişik tahribatsız muayene yöntemlerinden faydalanılır.

a) Gözle Muayene: Büyük çatlaklar, pislik, eksik döküm, gaz boşlukları, kaymalar, kalıp şişmesi gibi bir çok kusur gözle saptanabilir.

b) Vurarak Kontrol: Parçaya çekiç ile vurularak çıkan ses sağlam bir parçanın sesi ile karşılaştırılır.

c) İleri Tahribatsız Kontroller: Gözle görülemeyen yüzey hataları için penetran sıvı, manyetik toz, makro dağlama ve ultrasonik muayene gibi yöntemler kullanılır. İç süreksizliklerin saptanması için ise ultrasonik muayene ve radyografik muayene (röntgen ve gamma) yöntemleri kullanılır.

2) Boyut ve Biçim Kontrolü: Metal dökümünde geçerli olan toleranslar kullanılan kalıp ve dökülen malzeme türüne bağlı olarak değişik standartlarla belirlenmiştir.

3) Kimyasal ve Fiziksel Özelliklerin Saptanması:

a) Kimyasal Bileşim: Potadaki sıvı metalden ya da dökülmüş parçadan alınan örnekler üzerinde yapılan analizlerle saptanır.

b) Yoğunluk: Döküm parçalarda yoğunluğun saptanması ile parça içindeki boşluklar ve malzemenin kimyasal bileşimi hakkında ip uçları elde edilebilir.

c) Mekanik özellikler: Döküm parça üzerinden çıkarılan ya da parça ile beraber dökülen örnekler üzerinde yapılan çekme, basma, eğme, sertlik, çentik darbe, vb. deneyler ile saptanır.

Numunenin alındığı bölge ya da parçayla birlikte dökülen numune döküm parçayı en iyi temsil edecek şekilde (kalınlık ve soğuma hızı bakımından) olmalıdır.

Bazı durumlarda numuneler potadaki sıvı metalin ayrı bir kalıba dökülmesiyle elde edilir.

METAL DÖKÜM ALAŞIMLARI

Döküm yöntemiyle yapılan üretimlerde kullanılan malzemeler iki ana gruba ayrılırlar;

1. Demir esaslı döküm malzemeleri
 - a) Dökme demirler
 - b) Dökme çelikler
2. Demir dışı döküm alaşımları
 - a) Alüminyum ve alaşımları
 - b) Bakır ve alaşımları
 - c) Magnezyum ve alaşımları
 - d) Çinko ve alaşımları

Dökme Demirler

- Dökme demirler %2-5 karbon içeren demir esaslı alaşımdır
- Korozyona karşı dayanıklılıkları, titreşimleri sönmeme özellikleri, dökümdeki akıcılık ve kalıbı doldurma özellikleri çok iyi olan bir malzemedir.
- Ötektiğe yakın bileşimlerde ergime sıcaklığı düşük (1150 – 1250°C), katılaşma aralığı dardır.
- Karbonun grafit olarak ayrışması sırasında hacim azaldığından, malzemenin kendini çekmesi düşüktür (%1).

- Dökme demirin bileşimindeki karbonun iç yapıda bulunma şekli (sementit veya grafit), içerdiği karbon ve silisyum miktarı ile soğuma hızına bağlıdır.
- Dökme demirler bileşimindeki karbonun iç yapıda bulunuş şekline göre beyaz (sert) dökme demir ve gri dökme demir olarak sınıflandırılır
- Karbon bağlı halde (sementit) ise beyaz dökme demir, serbest halde (grafit) ise kır (gri) dökme demir meydana gelmektedir.

Dökme Çelikler

- Bileşimlerinde %2'den daha az karbon içeren demir esaslı bir alaşımdır.
- Kalıba döküldükten sonra talaş kaldırma dışında başka bir biçimlendirme işlemi görmeyen çeliklerdir.
- Dökme çeliklerin makine yapımında kullanımı dökme demirler ve dövme çelikler kadar yaygın değildir.

Dökme çeliklerin az kullanılmasının sebepleri;

- Çeliklerin ergime sıcaklığı yüksek olduğundan ($\sim 1500^{\circ}\text{C}$) güçlü ergitme ocakları (endüksiyon, ark, siemens-Martin...) ve yüksek sıcaklığa dayanıklı kalıp malzemeleri gerektirir.
- Metalurjik temizlik dökme demirlerden daha önemli olup, kimyasal bileşimin daha dar sınırlar içinde kontrol edilmesi gereklidir.
- Döküm sonarsında kaba taneli iç yapıya sahip olup, çelikler için karakteristik tokluk özelliğini elde edebilmek için ısıtım işlem yapılması zorunludur.
- Çeliğin akıcılığı ve kalıbı doldurma kabiliyeti düşüktür. Kendini çekme %2-3 gibi yüksek olduğundan çekme boşluklarının oluşmaması için özen gösterilmelidir.

Yukarıdaki sebeplerden dolayı dökme çelikler,

- Dökme demirlerin dayanımı ile süneklik özelliklerinin yetersiz kaldığı
- Çelik parçaların döküm ile üretiminin daha ekonomik olduğu
- Kaynaklı birleştirme uygulamasının gerektiği
- Seçilen çeliğin sıcak şekil vermeye uygun olmadığı durumlarda

tercih edilmelidir.

- İslah ve yüzey sertleştirme işlemleri uygulanabilen, dayanımları 1300 N/mm^2 ye, kopma uzamaları % 25'e ulaşabilen dökme çeliklerin alaşımlı ve alaşımsız olmak üzere bir çok türü vardır.
- Genel amaçlı alaşımsız ve alaşımlı yapı çelikleri, paslanmaz çelikler, yüksek sıcaklığa dayanıklı çelikler, sert mangan çelikleri vb. genel amaçlar için kullanılan çelik dökümler TS4034'te dayanımlarına göre (DÇ-38,...DÇ-70) standartlaştırılmışlardır.

ALÜMİNYUM VE ALAŞIMLARI

- Düşük yoğunlukları ($2,7 \text{ g/cm}^3$)
- Yüksek ısı ve elektrik iletkenlikleri
- Bazı ortamlarda iyi korozyon özellikleri
- Kolay ergitilebilir (660°C)
- Döküm özellikleri iyidir

- Ergimiş alüminyumun oksijene ilgisi çok fazladır, ancak sıvı metalin üzerinde oluşan oksit tabakası eriyiği oksidasyona karşı etkin olarak korur.
- Alüminyum alaşımlardan dökülmüş parçalarda en çok rastlanan hata gözenekliliktir.
- Gözenekliliğin sebebi alüminyum alaşımlarının gazları çözündürme eğiliminin yüksek oluşu ve çözünmüş gazların katılaşma sırasında açığa çıkmasıdır.

Alüminyum alaşımları büyük ve az sayıdaki parçalarda kum döküm yöntemi ile dökülebilir.

Kokil döküm ile üretilmiş parçalarda iç yapı daha ince taneli olduğundan mekanik özellikler kum döküme oranla daha iyidir.

Basıncılı döküm yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bunun için özel alaşımlar geliştirilmiştir. Bileşiminde yaklaşık %1 Fe bulunan alaşımlar demir esaslı kalıplara yapışmazlar.

Alüminyum alaşımları kabuk kalıba, alçı kalıba ve savurma döküm gibi değişik yöntemlerle de üretilebilir.

- Alüminyum alaşımları TS 410'da gruplandırılmıştır.
- Al-Cu alaşımları çökeltme sertleşmesi yoluyla yüksek dayanım değerlerine ulaşabilen malzemelerdir. Ancak korozyon dayanımı diğer alaşımlara göre düşüktür.
- Alüminyum döküm malzemelerin çoğunda ana alaşım elementi silisyumdur (%4-12). Si döküm özelliklerini iyileştirir.
- Al-Mg sisteminde olan alaşımlarda çökeltme sertleşmesi uygulanabilir, özellikle deniz suyu gibi ortamlarda korozyon dayanımı yüksektir.
- Al-Zn-Mg alaşımları ise talaşlı işlenebilme ve korozyon dayanımının yüksek olmasının yanında oda sıcaklığında gerçekleşen çökeltme sertleşmesi sonucu yüksek mekanik özelliklere sahiptir.

BAKIR VE ALAŞIMLARI

Bakır saf ya da az miktarda alařımlandırılmıő olarak genellikle elektrik ve ısı iletiminde kullanılır. Bunun dışında en önemli bakır alaşımları ise pirinç ve bronz dur.

Bakır ve alaşımları kum, kokil kalıba döküm, savurma döküm, basınçlı döküm gibi değişik yöntemlerle üretilebilir.

PİRİNÇLER:

- Bileşiminde en az %53 bakır bulunan Cu-Zn alaşımıdır.
- Artan Zn oranı ile dayanım, sertlik ve kopma uzaması artar; döküm sıcaklığı düşer.
- Pirinçlerin katılma aralığı dar olduğundan mikrosegregasyon ve gözeneklilik tehlikesi azdır.
- Al, Pb, Fe, Mn, Si gibi alaşım elemntleri kullanılarak dayanım ve korozyon özellikleri geliştirilmiş değişik özel dökme pirinçler mevcuttur.

BRONZLAR:

Kalay Bronzları: Cu-Sn alaşımlarıdır. Sertlik ve dayanımları pirinçten yüksek, sünekliği ise daha azdır. Korozyona dayanıklıdır. Katılma aralığı geniş olduğundan mikrosegregasyon ve gözeneklilik tehlikesi vardır. Kalay %4-25 arasında katılır.

Yüksek dayanım yanında yeterli tokluğa sahip en uygun dökme alaşımları %12-14 Sn içerirler. Bunlar süs eşyası üretiminde olduğu gibi endüstride aşınma ve korozyon dayanıklılığı nedeniyle somsuz vida dişlileri, pompa çarkları, kasnak yatakları gibi makine parçalarında tercih edilirler.

Kurşun Bronzları: Kalay bronzlarına kurşunun az miktarda (%2-5) katılması işleme kolaylığı sağlarken, ana alaşım elementi olarak %30'a kadar kurşun katılmasıyla değişik yatak alaşımları elde edilebilir.

Alüminyum bronzları: Yaklaşık %10 Al ve gerektiğinde Fe, Ni, Mn gibi elementler içeren bronzlardır. Hem mekanik dayanımları hem de korozyona karşı dayanıklılığı yüksek olan bu malzemeler deniz suyuna, çeşitli asit ve alkalilere karşı dayanıklıdırlar.

Diğer bronzlar: Yukarıda belirtilenlerin dışında ana alaşım elementi silisyum, mangan, nikel ya da berilyum olan yüksek dayanımlı bronzlar da vardır.

MAGNEZYUM VE ALAŞIMLARI

- Magnezyum en düşük yoğunluklu metallere dendir (1,74 g/cm³)
- Saf halde dayanımı yeterli olmadığından makine yapımında alaşımları kullanılır.
- Al ve Zn tokluğu, Mn ise korozyona dayanıklılığı arttırır.
- Döküm sıcaklığı 680-800°C arasındadır.
- Ergitme demir potada koruyucu örtü altında yapılır.
- Kendini çekme %4 dolayında olup boşluk ve gözeneklilik oluşması tehlikesi yüksektir.
- Kum, kokil ve basınçlı döküm yöntemiyle üretilir.

ÇİNKO VE ALAŞIMLARI

- Ergime sıcaklığı düşük olan çinko (419,5°C) alaşımları atmosferik korozyona, alkol ve petrol türevlerinin korozyonuna karşı dayanıklıdır.
- Basınçlı döküm parçalarının %50'si çinko esaslı alaşımlardan üretilir.
- Çinko esaslı dökme alaşımların en önemlileri alaşım elementi olarak Al, Cu ve Mg bisiklet, saat parçaları ile oyuncak gibi eşyalar gösterilir.

BÖLÜM SONU

