HEP İLERİ

ALWAYS FORWARD

BAKIR ESASLI ALAŞIMLAR

DÖKÜM HATALARI

SARBAK METAL

TİCARET VE SANAYİ ANONİM ŞİRKETİ

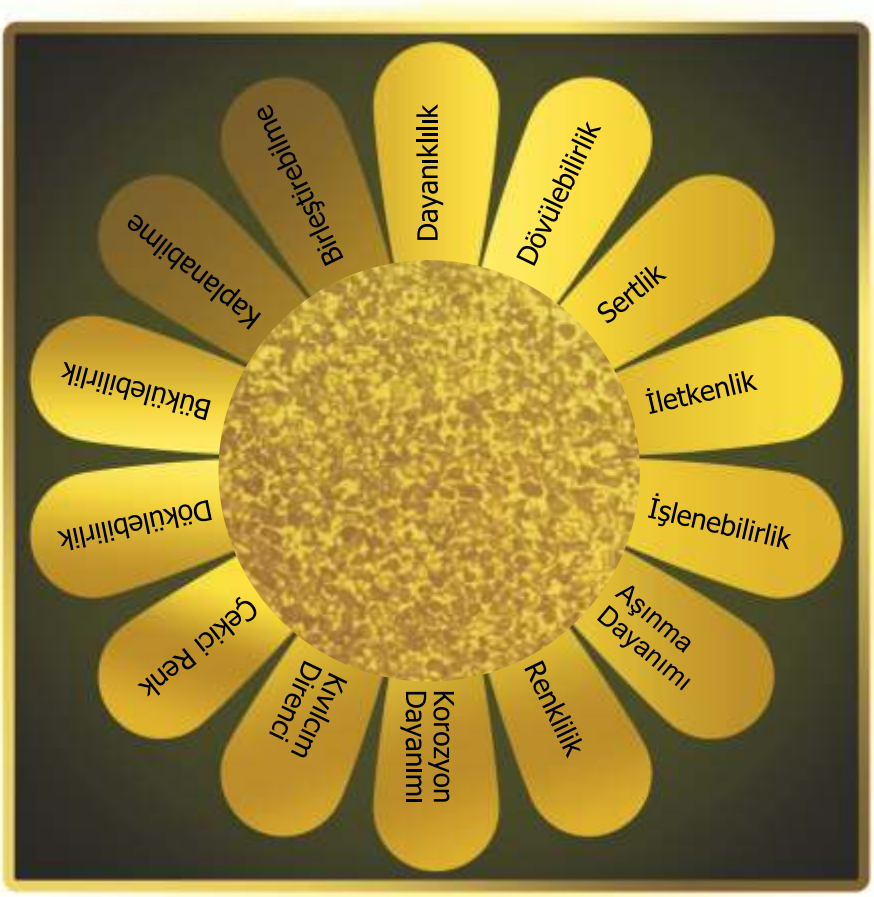
PİRİNÇ, BAKIR ALAŞIMLARI MAMÜLLERİ İMALATI

www.sarbak.com.tr
www.ekosari.com

Bir Sarbak Metal A.Ş. Yayınıdır.

"Bu Kitap SARBAK METAL TİC. ve SAN. A.Ş.'nin sektöre armağanıdır. Para ile satılmaz."

BAKIR ESASLI ALAŞIMLAR
"DÖKÜM HATALARI"



SARBAK METAL

TİCARET VE SANAYİ ANONİM ŞİRKETİ

PİRİNÇ, BAKIR ALAŞIMLARI MAMÜLLERİ İMALATI

MERKEZ

Arapcami Mahallesi, Galata Mahkemesi Sk. Nafe Han No.13 Kat: 2 D: 12 34420 Karaköy - Beyoğlu - İSTANBUL

Tel.: 0090 (212) 237 66 04 (Pbx) Fax : 0090 (212) 253 51 45

FABRİKA

Organize Sanayi Bölgesi Gazi Osman Paşa Mah. 8.Cad. No.3 59500 Çerkezköy - TEKİRDAĞ

Tel.: 0090 (282) 725 19 60 (Pbx) Fax: 0090 (282) 725 19 70

www.sarbak.com.tr • www.ekosari.com

E-mail: sarbak@sarbak.com.tr

Bu kitap SARBAK METAL TİC. ve SAN. A.Ş.'nin sektöre armağanıdır. Para ile satılmaz.

BAKIR ESASLI ALAŞIMLAR

DÖKÜM HATALARI

BAKIR ESASLI ALAŞIMLAR

DÖKÜM HATALARI

Editör: Yrd. Doç. Dr. Hikmet ERBIYIK

"Eylül 2015 İstanbul"

SARBAK METAL A.Ş.

İçindekiler

Editörün Notu.....i

Teşekkür.....ii

Takdim.....iii

Giriş.....iv

Önsöz.....v

1. Kırık ve Çatlak Dökümler.....1

2. Çizikler, Çatlaklar, Katmanlar ve Akış İzleri.....7

3. Genleşme Hataları.....10

(Kum Genleşme İzleri, Çökmeler, Dartlar, Damarlaşmalar

4. Kum Kalıplama Hataları 20

(Ezilmeler, Kabarmalar, Sarkmalar, Düşmeler, Kayma, Yapışma İzleri, Koparma ve

Sürüklemeler, Kötü Yüzey)

5. Soğuk döküm ve Döküm Süreksizliği.....32

6. Sıcak Yırtılma….....41

7. Gaz Kusurları.....48

8. Çekinti Bozuklukları….....61

9. Metal Penetrasyonu…….....68

10. Kalıntı Kusurları.....72

11. Diğer 78

12. Ecocast Dökümündeki Hataların Araştırılması.....82

13. Alçak Basınç Dökümlerin Döküm Hatalarının Tahmini 90

Editörün Notu

Metal döküm, en istikrarlı metal işleme üretim metotlarından biridir. Metal döküm işlemi genellikle en fazla mukavemet gerektiren ve yorucu etkilere maruz, emniyetin ön plana çıktığı komponent ve parça üretimi için uygulanan bir temel üretim tekniğidir. Metal döküm tekniği çok geniş bir endüstri yelpazesi içinde pek çok farklı alanlar için uygulanan bir üretim metodudur. Zaman içinde sürekli geliştirilen döküm teknolojisi prosedürleri daha iyi ergitme ve döküm proses kontrolü uygulamalarına ulaşmayı mümkün hale getirmiştir. Bilgisayar kontrollü kalıp modellemesi sayesinde genellikle döküm öncesinde kalıptaki olası hata yerleri belirlenebilmektedir. Metal döküm üzerinde sürdürülen araştırmalar sayesinde metalürjik bilgi veri tabanı genişlemekte ve muayene ve kontrol metotları da geliştirilerek döküm hatalarını azaltıcı veya elimine edici sonuçlara ulaşılmaktadır. Gerçekte dünya çapında sektörün öncü firmalarında döküm prosesi sonucunda hatalı parça geri dönüş oranı milyonda hata sayısı ile ifade edilmektedir. (ppm; part per million). Genellikle döküm hatalarının çoğu yüzey hataları (surface defect) olarak oluşur ve müteakip yüzey işlemleri ile mevcut hatalar giderilebilir. Proses döküm hataları kalıpla veya çekirdek malzeme ile ilgili olabilir ve döküm uygulamaları ile ortaya çıkar. Metalürjik hatalar alaşım için gerekli baz likit metal ve içine yüklenen katkı malzemelerinden kaynaklandığı düşünülen (gövdede yabancı madde, gaz oluşumu veya porozite…vb,) durumlarla ifade edilen döküm kalitesi ile tanımlanır. Her ne kadar sektörün önde gelen başarılı üreticileri hataları mümkün olan sınırlara kadar minimize etmek için gayret gösterseler de diğer pek çok üretim metodunda olduğu gibi metal döküm üretim prosesinde de zaman zaman değişik hatalara rastlamak nadir bir durum değildir. Genellikle önde gelen dökümhaneler en komplex parçaları bile istenilen formda kalıba dökerken yüzdelik miktarlarla ifade edilen çok düşük hata seviyesinde işlem yaparlar. Sıklıkla karşılaşılabilecek spesifik döküm hataları, çok titiz değerlendirmelerle yapılan hata tipleri önlemeye yönelik etki analizleri sayesinde giderilebilir. Bunun sonucunda mevcut döküm proseslerinin sürekli iyileştirilmesi ile döküm hatalarından kaçınmak veya minimize etmek mümkün olmaktadır. Elinizde bulunan SARBAK METAL A.Ş.'nin yayınladığı 'Bakır Esaslı Alaşımlar Döküm Hataları'nda, bakır esaslı malzemeler için kum kalıbı ve sürekli döküm kalıbı ile yapılan döküm üretim prosesinde karşılaşılabilecek tipik hatalar tanımlanmıştır. Belirtilen hatalar bilinen genel hata tiplerine , hata sebeplerine ve bazı hallerde muhtemel hata çözüm yollarına göre kategorize edilmiştir. Bazı durumlarda, sezgisel olarak bulunan hataların çözüm yolları açıkça belirtilmese de tanımlanan hatanın tam zıddı olarak kabul edilir. Konu ile ilgili olarak gerekli malzemelerin organizasyonu dökümhane üretim hattı operatörlerinin, mühendislerin, metalürjistlerin ve kalite kontrol personelinin kolay algılayabileceği bir formatta sunulmuştur. Bu yayındaki amacımız en fazla karşılaşılan döküm hatalarını görsel olarak kolay algılanan tafsilatlı ve renkli resimlerle okurlara sunarken bakır esaslı malzemelerin dökümünde çalışan personelin olası döküm hatalarını çabukça teşhis etmesi, sebeplerini anlaması ve çözüm yollarını tahmin etmesi ve gerekli düzeltici önleyici faaliyetleri başlatması için imkan tanımaktır. Kitabın sektörde faaliyet gösteren firmalara ve bu sahada çalışan araştırmacı ve akademisyenlere faydalı olması dileklerimizle...

Editör: Yrd. Doç. Dr. Hikmet ERBIYIK

İstanbul, 1 Eylül 2015

Teşekkür

İnsanlık tarihinde binlerce yıllık geçmişi olan metal döküm, en fazla uygulama alanı olan metal üretim metotları arasında yer alır. Özellikle yüksek mukavemet gerektiren ve çok değişik sektörün ihtiyacı olarak binlerce çeşit olarak dökülen parçaların hatasız olarak üretilmesi hepimizin öncelikli isteğidir. Bununla beraber döküm işlemi sonucunda elde edilen parçalarda ne yazık ki çok çeşitli hatalar ortaya çıkabilmekte, parçanın kullanımına engel teşkil etmektedir. Döküm hataları, üretimi takiben daha sonraki kontrol aşamalarında ya da döküm parçaların piyasaya arzında tespit edilebilmektedir. Hangi aşamada bulunursa bulunsun, hatalı bir döküm parçası bizim için hiç de istenilmeyen bir durum ortaya çıkarır. Sektörde ilgili olan bütün tarafların hizmetine sunduğumuz elinizdeki 'Bakır Esaslı Alaşımlar Döküm Hataları'nda, özellikle bakır esaslı malzemelerin dökümünde çoğunlukla rastlanacak dökümhataları renkli resimlerle tanımlanarak sınıflandırılmış ve bunların ortaya çıkmasında muhtelif sebepler sıralanarak hataların önlenmesine yönelik çözüm yolları belirtilmiştir. Kitapta kapsamlı olarak sınıflandırılan döküm hatalarının tanımlanmasında güncel döküm teknolojisinde ulaşılan bilgilerden de mümkün olduğunca yararlanılmıştır. Burada, her zaman olduğu gibi şimdi de üretimde kalite anlayışımızı "en kaliteli ürünün, en az fire ile üretilmesi" hedefine odaklanarak gerçekleştireceğimizi özetlemek isteriz. Bu kitap SARBAK METAL A.Ş.'nin daha önceden yayınlanan teknik yayınlar serisinin bir devamı niteliğinde olup katkıda bulunan genç arkadaşlarımın özverili takım çalışmasının sonucu bu özgün eser ortaya çıkmıştır. Sarbak Metal ailesi olarak biliyor ve daima tekrar ediyoruz ki "Paylaştığın senindir, Biriktirdiğin değil…."

Bu yayın için emeği geçen çalışma arkadaşlarımız
başta Prof.Dr.Fevzi YILMAZ ve kitabın editörü
Yrd. Doç. Dr. Hikmet ERBIYIK olmak üzere;

Sn Tuğhan Özçamsırtı (Fabrika Müdürü)
Sn Hakan Felek (İnsan Kaynakları Müdürü)
Sn İbrahim Gül (Dökümhane Müdürü)
Sn Bilal Barutçu (Teknik Müdür)
Sn Serkan Hatipoğlu (Dökümhane Mühendisi)

Teşekkürlerimi sunarım.

Andon ARAKELYAN

SARBAK METAL A.Ş. Yönetim Kurulu Başkanı

İstanbul, 1 Eylül 2015

Takdim

Kaliteyi yaşam felsefesi olarak kabul eden ve kurumsal değerlerinin en üst sırasına yerleştiren SARBAK METAL A.Ş. üretimde sıfır hatayı benimseyerek müşteri memnuniyetini de en üst seviyede sağlamayı amaçlamaktadır.

Ülkemizde bakır alaşımları ve pirinç üretim sektörünün öncü firmalarından olan firmamız pirinç döküm süreçlerinde döküm hatalarını ortadan kaldırmak veya minimize etmek için mevcut bilgi birikimini sürekli yenilerken bu konudaki güncel gelişmelerden azami seviyede yaralanarak en iyi kalitede ürünlerin müşteriye ulaşmasını öncelikli ilke edinmiştir. Bu doğrultuda SARBAK METAL A.Ş. teknik kadrosunun titiz takım çalışmasıyla elinize ulaşan Bakır Esaslı Alaşımlar Döküm Hataları'nda, döküm hataları sistematik olarak sınıflandırılıp analiz edilerek müteakip üretim süreçlerinde ilk seferde en iyi kaliteyi yakalayarak sürekli iyileşme hedefine ulaşılması düşünülmüştür. Bu kitapta da etraflı açıkladığımız gibi teknolojik bilginin sektörde ilgili taraflarca paylaşılması ve bilgiye kolay ulaşılması için hiçbir fedakarlıktan kaçınmadık ve bu ilkemizi önümüzdeki yıllarda da sürdüreceğimizi büyük bir içtenlikle beyan ediyoruz.

'Bakır Esaslı Alaşımlar Döküm Hataları'nın sektörün bütün ilgili taraflarına, uzmanlara, akademisyen, araştırmacı ve öğrencilere faydalı olması ve 'Teknik Yayınlar' serimizin yakın bir gelecekte bir başka özgün eserle sürdürülmesi dileği ile ...

selam ve sevgilerimizle….

Meliha HALIGÜR

SARBAK METAL A.Ş
Yönetim Kurulu Başkan Yardımcısı

İstanbul, 1 Eylül 2015

Giriş

Bakır esaslı malzemeler genellikle malzemenin formuna göre kum kalıbında veya sürekli döküm kalıbında dökülen parçalardır. Birçok hata türleri, öncelikle kum kalıbı ve çekirdek malzemeleri ile bağlantılıdır ve pek çok durumda düzensiz ve/veya yetersiz kalıplama prosesleri veya ergitilen metalin dökümü veya soğuması sırasında kalıbın ya da çekirdek malzemenin parçalanarak dağılması ile ilgilidir. Bu hatalar arasında, damar, kabuk, toka, şişme, katlama, damlama,….vb belirtilebilir.

Diğer hatalar mahiyeti itibariyle metalürjiktir ve metal olmayan veya metal kalıplama proseslerinde ortaya çıkabilirler. Bunlar spesifik alaşım kompozisyonundan ve katılaşma karakteristiklerinden kaynaklanan (örnek olarak, 'tin sweat; kalay terlemesi) ergitilmiş metalin döküm hataları, yabancı madde, gaz ve diğer mikro yapı fenomenleri olarak ortaya çıkarlar.

Bunların dışındaki hatalar ise hatalı elleçlemeler sebebiyle oluşur; düzensiz döküm geometrisi, homojen olmayan metal kompozisyonu veya yetersiz döküm uygulaması sebebiyle oluşabilecek, kırılmış döküm parçalar, çatlamış döküm parçalar ve sıcak yırtılma hatalarıdır.
Sektörde kırk yıla yaklaşan tecrübesi ile global düzeyde teknolojik gelişmeleri yakın takip ile izleyen bir kuruluş olan SARBAK METAL A.Ş., üst düzey kalite ve sürekli mükemmelliği sağlamayı bütün üretim süreçlerinin temel ilkesi olarak görmeye devam edecektir. Bu konuda kaliteyi elde etmekten ziyade kaliteyi üretmek düşüncemiz sektörün istifadesine sunduğumuz ürünlerin ilk seferde, zamanında ve sürekli olarak beklentilere uygun olmasını gerekli
kılmaktadır. Döküm hatalarından edinilen önceki tecrübeler bundan sonraki üretim faaliyetlerimiz için potansiyel hataları minimize eden ve hatta sıfır hatayı sağlayacağımız bir üretim projeksiyonu oluşturacaktır.
SARBAK METAL A.Ş. teknik yayınlar serisi içinde hazırladığımız 'Bakır Esaslı Alaşımlar Döküm Hataları' ile yukarıda kısmen tanımlamaya çalıştığımız döküm hatalarını kitapta tipik uygulama hatalarından seçtiğimiz renkli fotoğraflarla okurların dikkatine sunuyor ve sektörde çalışan üretimciler, uzmanlar, AR-GE çalışanları ve akademisyenlerin kolay istifade edeceği bir formatta hazırlandığını umuyoruz.

Saygılarımızla

A.Tuğhan Özçamsırtı

SARBAK METAL A.Ş.
Fabrika Müdürü

İstanbul, 1 Eylül 2015

Önsöz

Metal dökümü en istikrarlı metal şekillendirme üretimi yöntemlerinden biridir. Metal dökümü, en ağır ve zorlu şartlar altında çalışması gereken kritik bileşenlerin öncelikli üretim tekniği olarak kullanılmıştır. Metal dökümü geniş endüstri yelpazesi içerisinde kullanılan çeşitli uygulamalarda kullanıla gelmiştir.

Gelişmiş döküm teknikleri, eritme ve dökme işlemlerinin daha iyi uygulanmasına yol açmıştır.Bilgisayar modellemesi imalat öncesi olası hataların yerlerini tahmin edebilmektedir. Araştırmalar daha iyi metalurjik anlayış ve gelişmiş muayene yöntemleri metal döküm işlemlerinde değişkenlik ve kusur oranlarının azalmasına yol açmıştır. Nitekim, dünya standartlarında bir çok operasyonlarda ürün iade oranları milyon parçada bire kadar düşebilmektedir. Ancak döküm yüzeyinde, yüzey bitirme uygulamaları ile giderilebilecek bazı kusurlar oluşabilir. İşlem kusurları kalıp ve maça malzemeleri ve dökme uygulamaları ile ilgili olabilir. Eriyik kalitesi ile ilgili metalurjik (enklüzyon, gaz, porozite, vb) kusurlar, alaşım şarj malzemeleri ve likit metalin bu kusurların oluşmasına duyarlı karakterini oluşturan sürekli bir endişedir. bir çok üretim sürecinde olduğu gibi, rastlantısal olarak ortaya çıkan döküm işlemi kusurları nadir görülmemekle birlikte her başarılı üretici mümkün olan en yüksek ölçüde kusurları asgariye indirecektir.

Genel olarak dökümhaneler, yüzdesine göre az miktarda kusuru bulunan oldukça verimli karmaşık döküm tasarımları üretmektedirler. Defalarca karşılaşılan spesifik döküm kusurları, nedenlerin ve önlemlerin öngörülen standart döküm işlemi yöntemlerini döküm kusurlarını önlemek ve en aza indirecek şekilde geliştirecek gayretli değerlendirme ile çözümlenir.

Döküm Hataları: Bakır Esaslı Alaşımlar'da hem kum hem de kokil kalıp ile bakır temelli alaşım dökümlerin üretiminde oluşan sık görülen döküm kusurlarının çoğu ele alınmıştır. Bu kusurlar, muhtemel sebepleri ve bazı durumlarda önleme teknikleri ile birlikte, tiplerine göre kategorize edilmiştir. Çözümler, belirtilmemiş olsa dahi çoğu durumda, sezgisel olarak kusurların sebeplerinin tam tersidir.

İçeriğin organizasyonu proses mühendisleri, metalurjistler ve kalite kontrol personelinin yanı sıra üretim operatörleri için uygun, kavraması kolay bir biçimde sunulmuştur. Ortaya çıkan daha yaygın döküm kusurlarının kapsamlı bir görsel atlasını oluşturmak, bakır temelli dökümhane personelinin, kusurun tipini hızlıca tespit edip muhtemel sebepleri ele alarak düzeltici önlemleri almasını sağlamak, bu kitabın asıl amacıdır.

YENİ ÜRÜNLER

OTOMAT KANGALLAR

Üretimde hız ve verimlilik

FREE CUTTING BRASS COILS

Speed and efficiency in production

EN 12166 Standardında, yüksek hızda talaşlı işlemeye uygun, yüksek ölçü hassasiyetli kalibreli kangal şekilli pirinçlerdir. Otomat makinalarının çubuk yükleme sürelerinde azalma sağlayarak üretim hızı ve verimliliğinin artmasını sağlar.

Otomat kangallarımızın %100'üne üretim sonrası gerilim giderme ısıl işlemi uygulanır.

These are the calibrated brass coils with high sensitivity that are appropriate for machining process at high speed in compliance with EN 12166. These coils speed up the loading to the machines thus increases the production and productivity.

Each coil is subjected to stress relieving heat treatment after production.

Kullanım Alanları:

- ✔ Elektrik Endüstrisi
- ✔ Otomotiv Endüstrisi
- ✔ Elektronik
- ✔ Bağlantı Parçaları
- ✔ Tüketici Ürünleri
- ✔ Hassas Cihaz Mühendisliği

Uses:

- ✔ *Electrical Industry*
- ✔ *Automotive Industry*
- ✔ *Electronic*
- ✔ *Connectic*
- ✔ *Consumer Goods*
- ✔ *Precision Engineering*

Ürünlerimiz ROHS ve REACH Direktiflerine uygundur.
Our products are in compliance with ROHS and REACH Directives.

Tip/*Type*	Üretim Aralığı/*Production Range*
Yuvarlak / *Round*	5-14 mm
Altıköşe,Kare / *Hexagon,Square*	5-12 mm
Dikdörtgen / *Rectangular*	Kalınlık / *Thickness*: 5-10 mm Genişlik / *Width* : 5-20 mm

SARBAK METAL

Üretimiyle Onurun, Teknolojisiyle Gururun Kalesi

www.sarbak.com.tr
www.ekosari.com

Merkez Ofis: Arapcami Mahallesi Galata Mahkemesi Sk. Nafe Han No:13 Kat: 2 Daire 12 Karaköy - İSTANBUL / TURKEY
Telefon: (+90.212) 237 66 04 (pbx) **Faks:** (+90.212) 253 51 45
Fabrika: Çerkezköy OSB Gazi Osman Paşa Mah. 8. Cadde No: 3 Çerkezköy - TEKİRDAĞ / TURKEY
Telefon: (+90.282) 725 19 60 **Faks:** (+90.282) 725 19 70

http://www.gogreenproject.eu
Copyright©2010 goGreen Consortium

NEW PRODUCTS

Çap Ø (mm)	Ağırlık (kg/m)	Max. Kangal Ağırlığı (Kg)	Malzeme Durumu
Dia Ø (mm)	Weight (kg/m)	Max. Coil Weight (Kg)	Material Condition
EN 12166 - CW614N			
4,80	0,153	140	R430-R500
5	0,166	140	
6	0,239	140	
7	0,325	140	
8	0,425	140	
9	0,538	140	R430
10	0,664	280	
11	0,803	280	
12	0,956	280	
13	1,122	280	
14	1,301	280	

Kangal İç Çapı /*Coil inside diameter*	Ø 600 mm
Kangal Genişliği / *Coil Width*	250-400 mm
Sarım Yönü / *Coiling versus*	Anticlockwise

* Dikdörtgen, profil kangal ağırlıkları ve diğer alaşımlar için irtibata geçiniz.
* Yuvarlak ölçüler isteğe bağlı olarak kaynaklı tek parça kangal halinde 500-1000 kg arası üretilebilmektedir.
* Detaylı bilgi için bizimle irtibata geçiniz.

Ölçü (mm)	Ağırlık (kg/m)	Ağırlık (kg/m)	Max. Kangal Ağırlığı (Kg)	Malzeme Durumu
Width Across Flats (mm)	Weight (kg/m)	Weight (kg/m)	Max. Coil Weight (Kg)	Material Condition
EN 12166 - CW614N				
	Altı Köşe *Hex*	Kare *Square*		R430 - R500
5	0,183	0,211	140	
6	0,263	0,304	140	
7	0,359	0,414	140	
8	0,468	0,541	140	
9	0,593	0,684	140	R430
10	0,732	0,845	140	
11	0,885	1,022	140	
12	1,054	1,217	280	

Paket Ağırlığı ***Packing Weight***	500±100 Kg
Paket Ölçüleri ***Packing Dimensions***	genişlik x uzunluk x yükseklik: 700x700x1300 mm *width x lenght x height: 700x700x1300 mm*

* *Pls ask for rectangular, profile coils weights and other alloys.*
* *Optionally round coils can be produced with welded as a single piece of 500-1000 kg*
* *Please contact us for further information.*

SARBAK METAL

With the Production of Honor, the Pride of Technology

www.sarbak.com.tr
www.ekosari.com

Head Office: Arapcami Mahallesi Galata Mahkemesi Sk. Nafe Han No:13 Kat: 2 Daire 12 Karaköy - İSTANBUL / TURKEY
Phone: (+90.212) 237 66 04 (pbx) **Fax:** (+90.212) 253 51 45
Factory: Çerkezköy OSB Gazi Osman Paşa Mah. 8. Cadde No: 3 Çerkezköy - TEKİRDAĞ / TURKEY
Phone: (+90.282) 725 19 60 **Fax:** (+90.282) 725 19 70

YENİ ÜRÜNLER

SÜREKLİ DÖKÜM KÜLÇELER

	SÜREKLİ DÖKÜM ALÇAK BASINÇ KÜLÇESİ (CB757S)	ECOBRASS - ECOCAST SÜREKLİ DÖKÜM KURŞUNSUZ KÜLÇE (CB768S)	SÜREKLİ DÖKÜM DZR KÜLÇE (CB770S)	SÜREKLİ DÖKÜM CuZn42Al KURŞUNSUZ KÜLÇE (CB773S)
EN - 1982 ✓	EN - 1982 ✓	EN - 1982 ✓	EN - 1982 ✓	EN - 1982 ✓
DIN 50930-6 ✓	DIN 50930-6 ✓	DIN 50930-6 ✓	DIN 50930-6 ✓	DIN 50930-6 ✓
UBA LIST ✓	UBA LIST ✓	UBA LIST ✓	UBA LIST ✓	UBA LIST ✓
4MS ✓	4MS ✓	4MS ✓	4MS ✓	4MS ✓
	POLİSAJLANABİLİR	POLİSAJLANABİLİR	POLİSAJLANABİLİR	POLİSAJLANABİLİR

GENEL ÖZELLİKLER

- ✔ Külçeler 1-2 ton arası euro paletlerde sevk edilir. 64 mm x 64 mm x 380 mm, 12-13 kg/külçe.
- ✔ Sürekli döküm külçe olmasından dolayı robot ile yüklemeye elverişlidir.
- ✔ Sürekli döküm külçe olmasından dolayı serbest döküme göre ergitme sırasında curuf oranı daha düşüktür.
- ✔ Külçeler, şiber vana, priz musluğu, su saati, küresel vana, armatür üretiminde kullanılır.

DİĞER İSTEDİĞİNİZ ALAŞIMLAR İÇİN BİZİMLE İRTİBATA GEÇEBİLİRSİNİZ.

TS EN-1982 : Bakır ve bakır alaşımları, ingotlar ve dökümler standartıdır.
DIN 50930-6 : İçme suyu ile temas eden yerlerde kullanılan pirinç malzemeler standartıdır.
UBA List : Almanya Federal Çevre Ajansı'nın yayınladığı içme suyunda kullanılan pirinç malzemelerin listesidir.
4MS : Fransa, Almanya, Hollanda ve Birleşik Krallığın üye olduğu, içme suyu ile temas eden malzemelerin ve ürünlerin ulusal onaylarını düzenleyen komite.

SARBAK METAL
Üretimiyle Onurun, Teknolojisiyle Gururun Kalesi
www.sarbak.com.tr
www.ekosari.com

Copyright©2010 goGreen Consortium

Merkez Ofis: Arapcami Mahallesi Galata Mahkemesi Sk. Nafe Han No:13 Kat: 2 Daire 12 Karaköy - İSTANBUL / TURKEY
Telefon: (+90.212) 237 66 04 (pbx) **Faks:** (+90.212) 253 51 45
Fabrika: Çerkezköy OSB Gazi Osman Paşa Mah. 8. Cadde No: 3 Çerkezköy - TEKİRDAĞ / TURKEY
Telefon: (+90.282) 725 19 60 **Faks:** (+90.282) 725 19 70

Kırık veya Çatlak Dökümler

Tanım

Bu döküm kusurları, kötü uygulama, mekanik hareket veya hem kalıp hem de dökümün maruz kaldığı termal şok sonucu ortaya çıkar. Bu hatalar ayrıca homojen olmayan sıvı haldeki alaşım kompozisyonları ve katılaşma özelliklerini değiştirebilen emprütelerden kaynaklanabilir. Düzensiz katılaşma, dökümde mikro yapısal zayıflığa neden olur.

Nedenleri

1. Mekanik ve Ekipman

- Kötü döküm tasarımı (dolguların yetersizliği)
- Düzensiz şekiller
- Yolluk ve besleyici üzerinde hatalı kırma çentikleri
- Yanlış konumlandırılmış derece destekleri
- Aşırı sıcak ya da sert silkeleme
- Çok sert mekanik temizlik (tamburlama)
- Yanlış istifleme
- Genel özensizlik

2. Kum, Maça ve Kalıplama Uygulaması

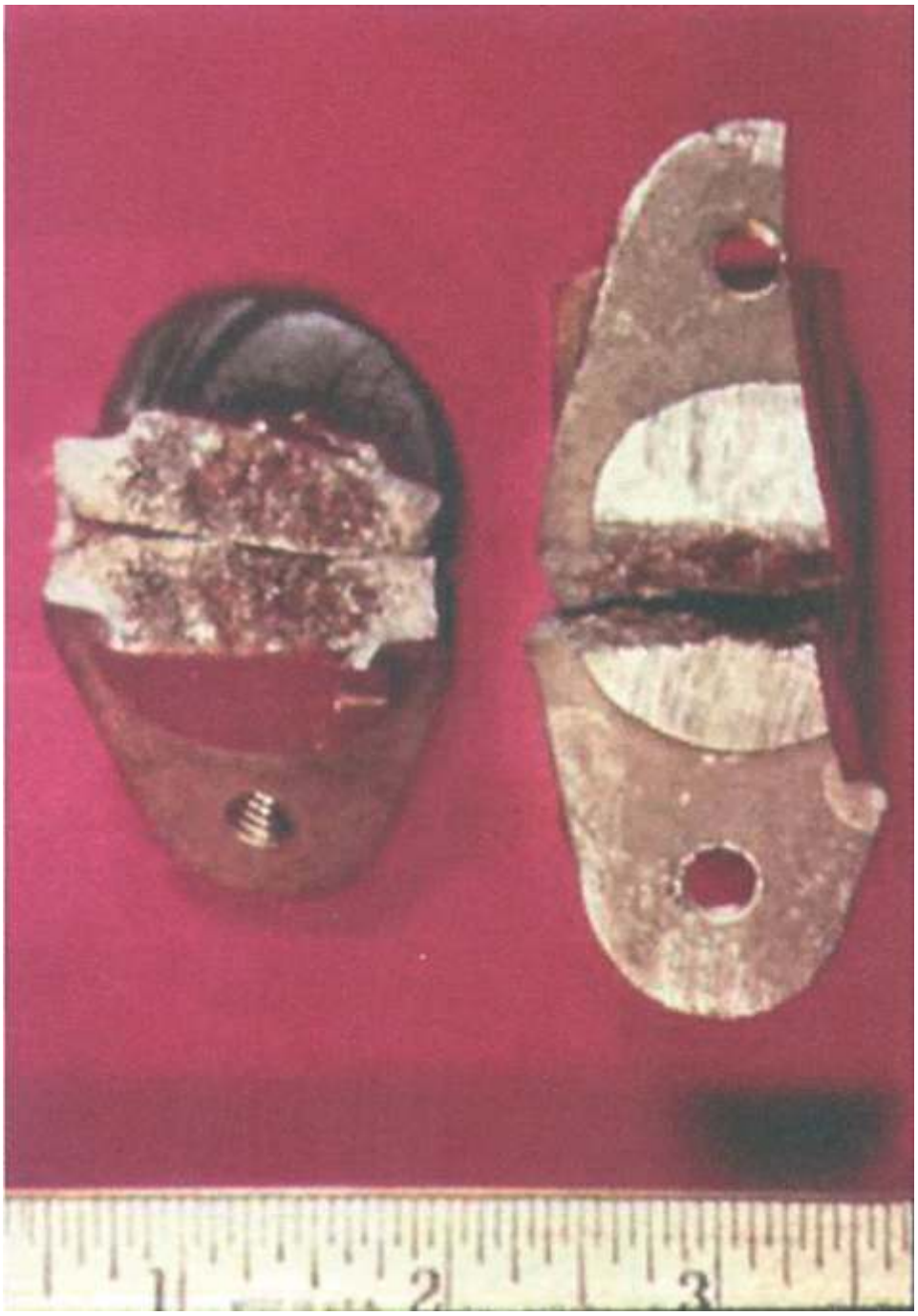
- Zayıf kum çökebilirliği
- Sıcak kum deformasyonu ile birleşen yüksek sıcak basınç dayanımı
- Aşırı takviyeli maçalar
- Soğutucuların yanlış kullanımı
- Besleyici veya döküm deliğinin derece desteğine çok yakın olması
- Aşırı kum sıkıştırma

3. Yolluklama, Besleme ve Döküm

- Uygun kalıp çökebilirliği sağlamak için yetersiz dökme sıcaklığı, katılaşırken dökümün doğal termal daralmasını engeller (ayrıca ısıl gerilme çatlaması ve sıcak yırtılma ile de ilişkilidir)
- Sıcak noktalara yol açan yolluk ve / veya besleyici bağlantı eksiklikleri
- Çok sıcak dökümün sebep olduğu aşırı büzülme

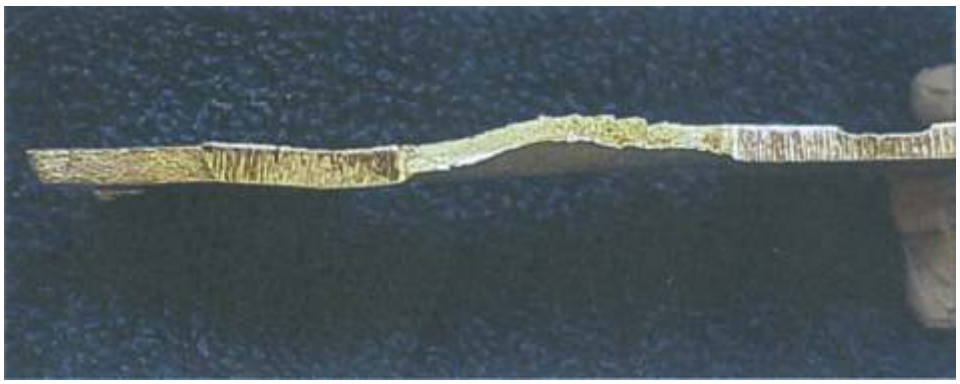
4. Metalurjik

- Döküme hazır sıvı metalin homojen olmaması
- Katılaşma ve bunu müteakip metal elleçleme esnasında sıcak veya soğuk dayanımı azaltan empüriteler.



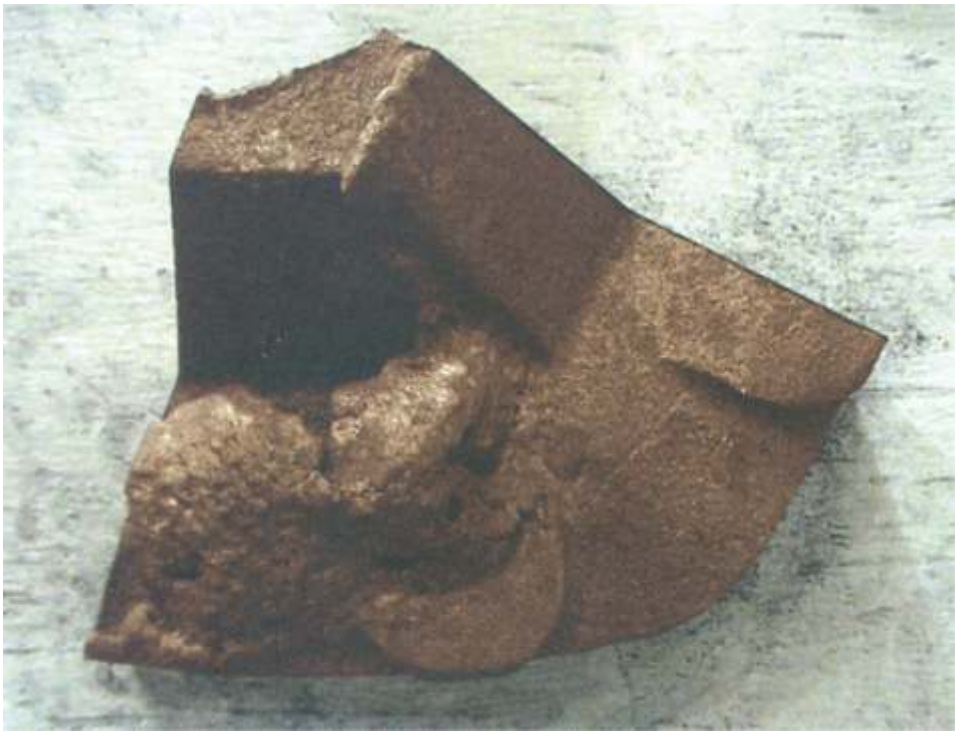
Resim 1-1. Kızıl pirinçteki alüminyum, kırılmaya yatkın mikroyapısal zayıflığa yol açan bir empüritedir.

Resim 1-2. Kızıl pirinçteki silikon, kırılmaya yatkın mikroyapısal zayıflığa yol açan bir empürite konsantrasyonudur..



Resim 1-3. Yaş kum dökülmüş sarı pirinç kulp, genellikle büyük dendrit büyümesi sergiler. Bu erime ve / veya döküm ısısının çok yüksek olduğunun ve çinko yanmasının bir kanıtıdır.

Resim 1-4. Kırık maça, düşük bağlayıcı içerik, zayıf yoğunluk ve yıpranmanın göstergesidir.



Resim 1-5. İtme veya düşme sonucu kırık kalıp. Alt kalıp kum seviyesi tam dolu değil.

Resim 1-6. Kalıp sökme sırasında yapışma sonucu kızıl pirinçte oluşan delme hasarı. Kalıp boşluğu ve / veya eşleşme doğru değil.

Resim 1-7. Kırık kalıp

Çizikler, Çatlaklar, Katmanlar ve Akış İzleri

Tanım

Bunlar her zaman olmamakla birlikte sıklıkla bir dökümün yalnızca daha geniş düz yüzeylerinde görülen sığ yüzey kusurlarıdır. Bir çizik, döküm üzerinde küçük, model ile uyumsuz, derin olmayan bir izdir. Bir çatlak küçük bir girinti ve bir katman ise ana döküm yüzeyinden hafifçe yükselen bir metal katmanıdır. Genel olarak model ekipman ve kalıp yapımından kaynaklanan bu kusurlar yetersiz döküm faaliyetleri ile daha kötü hale gelmektedir. Bir akıntı izi doldurma esnasında düzgün olmayan metal akışı bulunan metal kalıplamalarda ortaya çıkan yüzeysel bir görsel kusurdur ve genellikle ince bir oksit tabakası ile ilişkilidir.

Nedenleri

1. Mekanik ve Ekipman

- Yıpranmış model ekipmanı
- Döküm bölümünde türbülanslı metal akışı yaratan ani değişimler
- Yanlış monte edilen model
- İnce metal kesitlere sebep olan üst ve alt bölüm kaymaları

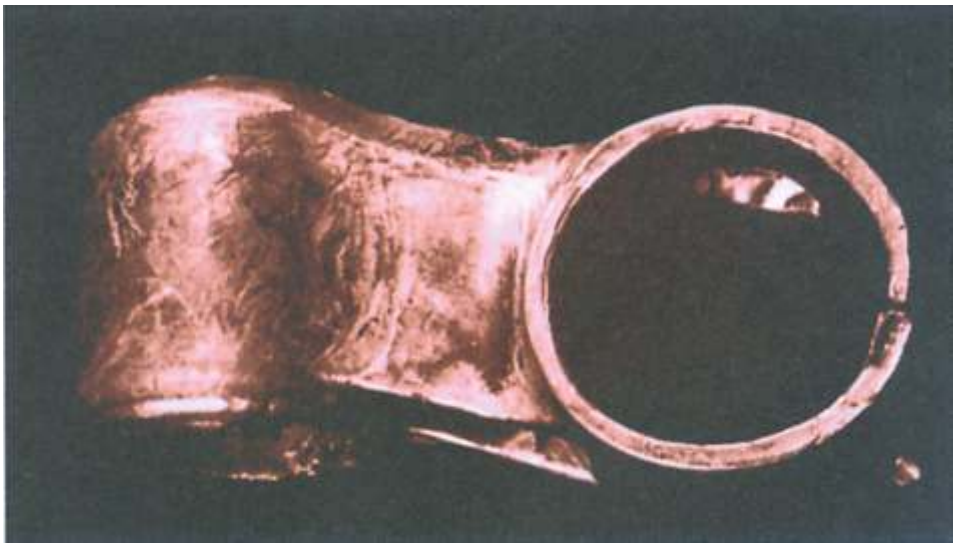
2. Kum, Maça ve Kalıplama Uygulaması

- Fazla nem
- Düşük geçirgenlik
- Yüksek genleşmeli kum
- Düşük sıcak deformasyon

- Malzemeyi şekillendiren fazla gaz
- Tıkalı çıkışlar
- Ölçü dışı veya bozuk maçalar
- Düzensiz maça ve / veya aşınmış kalıp yüzeyi
- Düzgün olmayan kalıp ve / veya maça şekillendirmesi ve sıkıştırması
- Fazla yapışma, yamama ve kalıp onarımı

3. Yolluklama, Besleme ve Döküm

- Kesintili veya düzensiz dökme hızı
- Gazlı metal
- Çok düşük dökme sıcaklığı ince kesitlerde erken katılaşmaya neden olur
- İnce düz yatay kesitlerde yetersiz eğimde döküm
- Kaba elleçleme-döküm esnasında çalkantı



Resim 2-1. 90-10 bakır-alüminyum bisiklet gidon kolu, sabit kalıp döküm, çatlaklar ve oksit tabakaları görülüyor.

Resim 2-2. 'Resim 2-1'deki aynı döküm, yüksek döküm sıcaklığı ve kalıbın çalkantılı doldurulmasından kaynaklanan akış izleri görülüyor.

Genleşme Hataları (Kum Genleşme İzleri, Çökmeler, Kabuklar, Damarlaşmalar)

Tanım

Bu yaş kum kusurları temel olarak kalıplama kumu ve kalıplama uygulaması problemleri ile ilgilidir ve döküm işlemi sırasında ortaya çıkar.Kum genleşme izleri, çökmeler, kabuklar ve damarlaşmalar bu tip genleşme kusurlarındandır. Genleşme (ve daralma) döküm işlemi sırasında kalıplama kumunun ve maçaların sıcaklık döngüsüne maruz kalmasıyla oluşur. Diğer kalıp malzemesi kompozisyonları da buna eğilimli olmasına rağmen, boyutsal değişimlere en çok silis kumu maruz kalır. Daha yüksek sıcaklık rejimli demirli metal dökümler bu genleşme hatalarına daha fazla maruz kalırken, bakır ve bakır esaslı alaşım dökümler de bu kusurları gösterirler.

Nedenleri

1. Mekanik / Ekipman

- Maçaların, kalıpların ve kalıp muhafazalarının kaba mekanik elleçlemesi kalıp ve maçalarda çatlaklara yol açar.
- Model ekipmanında, kalıp ve maçaların ısıl işleminde uniform olmayan ısı dağılımına neden olan değişken kesitler
- Sıcak nokta oluşturan keskin köşeler
- Hatalı hizalanmış ekipman.

2. Kum, Maça Kalıplama

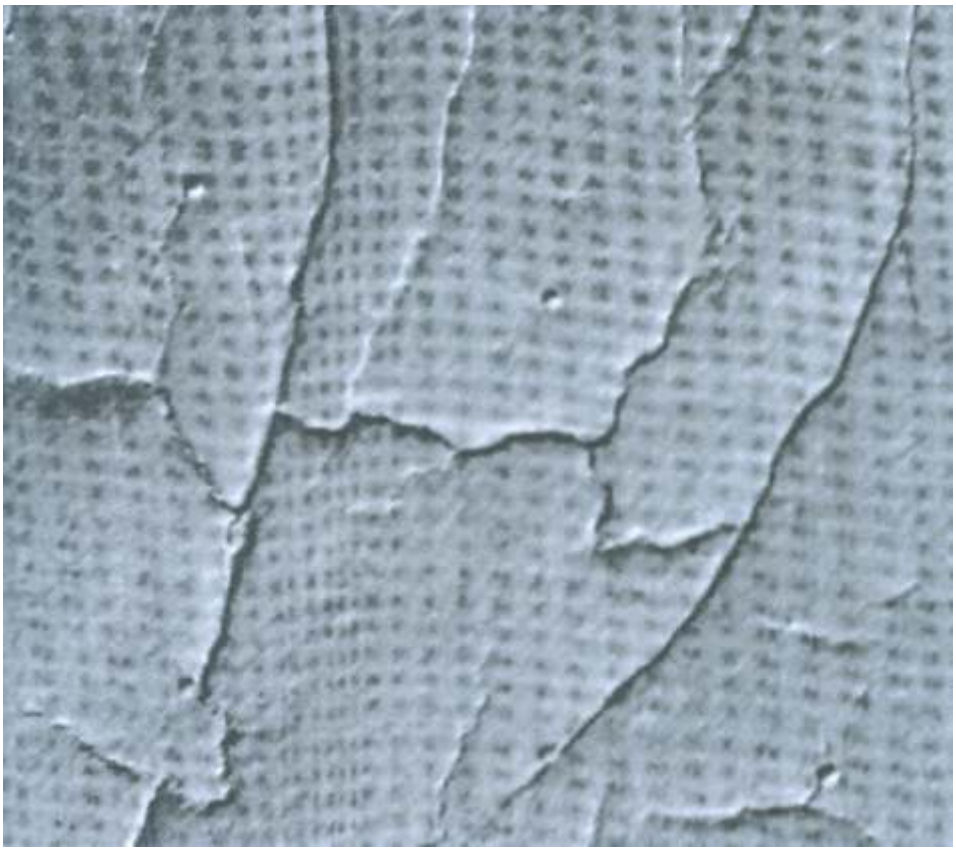
- Kötü yoğurma ve karıştırma
- Doğru olmayan bağlayıcı seviyesi
- Kötü kum dağılımı
- Kum tanecik şeklinin fazla düzenli olması (aşırı yuvarlak)
- Yetersiz kalıplama nedeniyle aşırı zayıf maça ve kalıplar
- Kuruma esnasında bünyeden çıkamayan aşırı nem
- Aşırı bağlayıcılar
- Maça pişirme ısısının fazla yüksek olması
- Yanlış takviyeli maçalar-çubuklar, teller veya barlar
- Yüksek nem koşullarında depolanmış maçalar

3. Döküm ağzı, Besleyici ve Döküm

- Metal katılaşması ve müteakip metal penetrasyonundan önce döküm ağzı ve besleyici pozisyonu maça yatağına çok yakın olduğundan kalıp veya maça çatlamasına yol açan sıcak nokta oluşumuna sebep olur.
- Arızalı kalıp kaplama
- Aşırı yük basıncı
- Dökme sıcaklığının çok yüksek olması

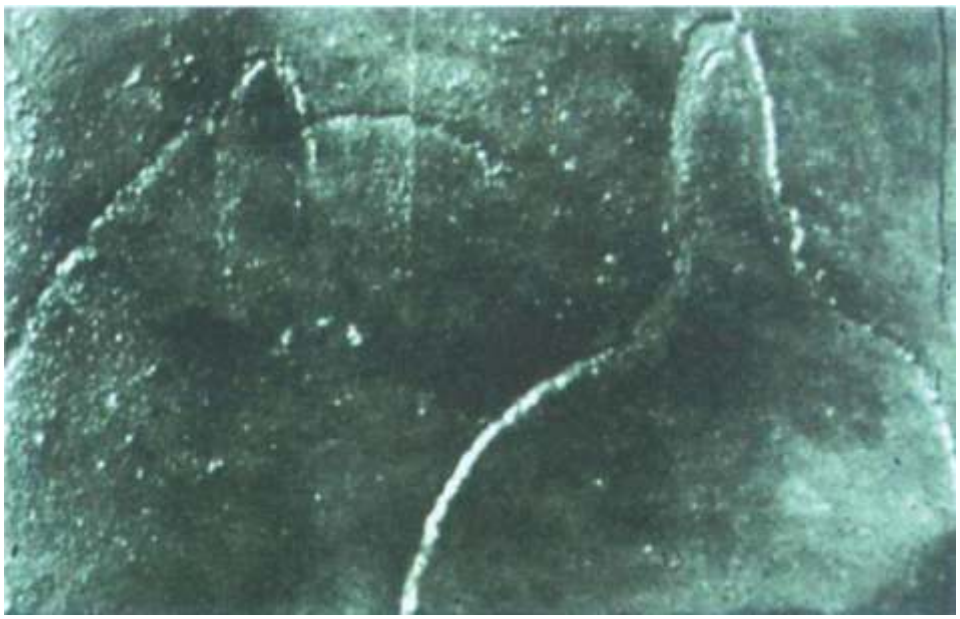
- **Kum Genleşme İzi**

Kum genleşme izleri, genellikle yatay alt derece yüzeylerinde görülen ve sıklıkla döküm ağzı bölgelerinden uzanan, oldukça sığ, düzensiz oluk türü kusurdur. Akan metalden gelen ısı yaş kum ve yüzeydeki nemden buhar oluşmasına neden olur. Bu da buharın kaçması ve çıkıntı oluşturması ile döküm yüzeyi soğudukça bir 'negatif' veya derecik oluşturan genleşmeye neden olur.



Resim 3-1. Kum genleşme izi

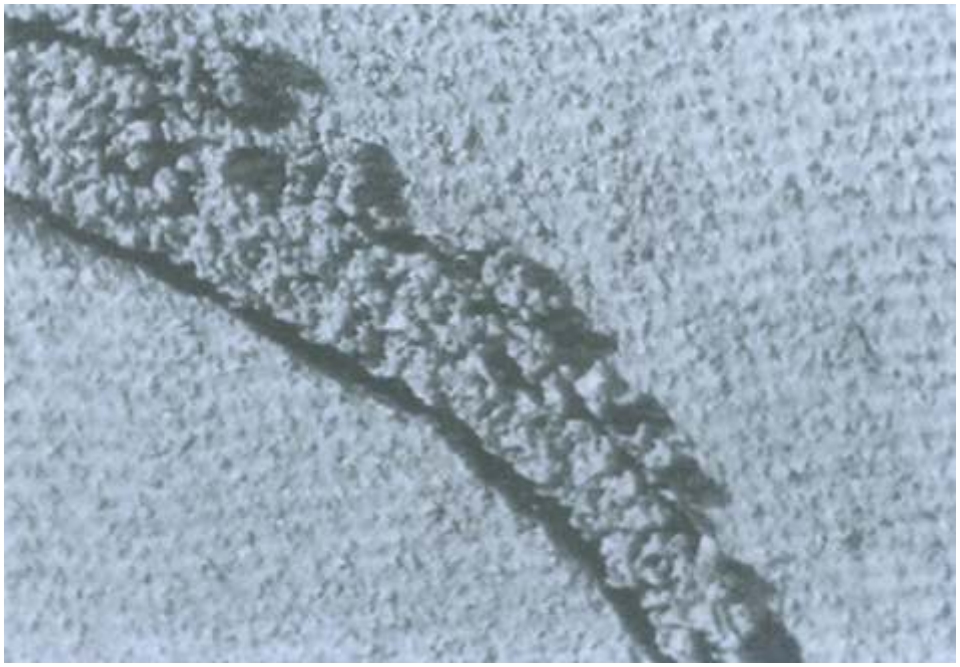
Resim 3-2. Kum genleşme izi



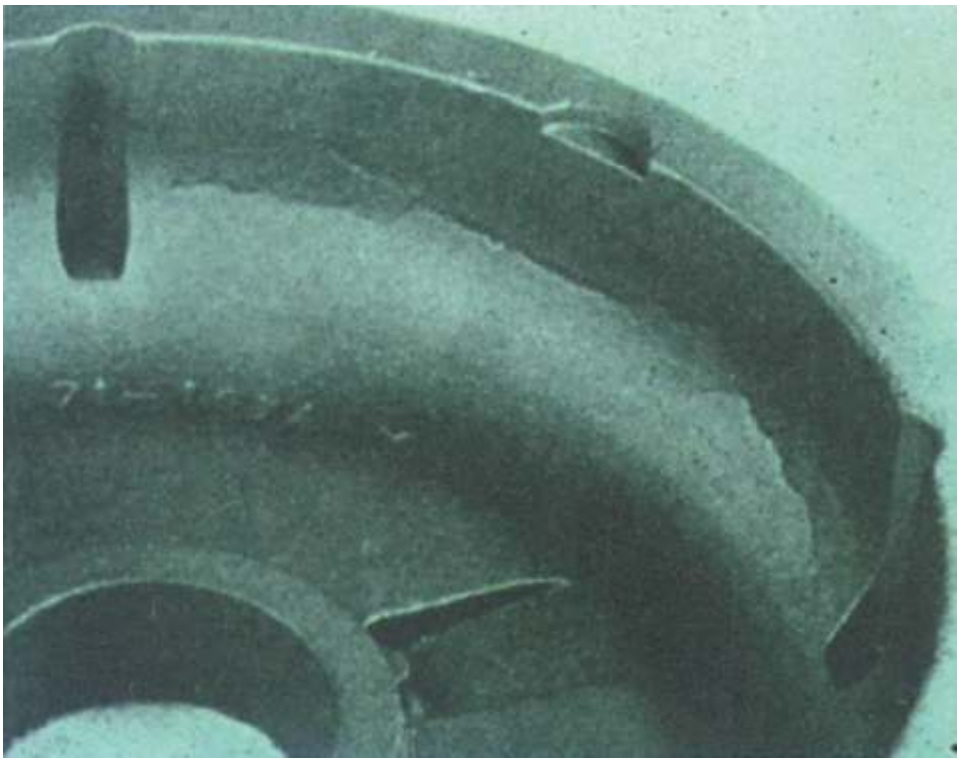
Resim 3-3. Kum genleşme izi

- **Çökme**

  Çökme, döküm esnasında kumun 'kabarması'dır ve genleşme kusurlarının öncüsüdür. Genellikle yatay üst ve alt derece yüzeylerde oluşur.



Resim 3-4. Çökme

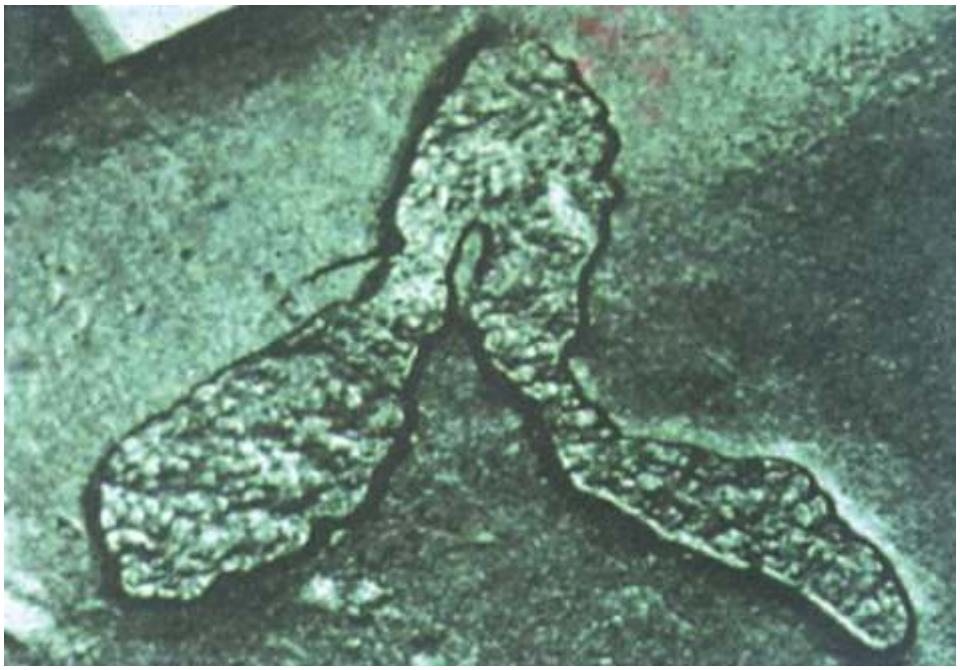


Resim 3-5. Çökme

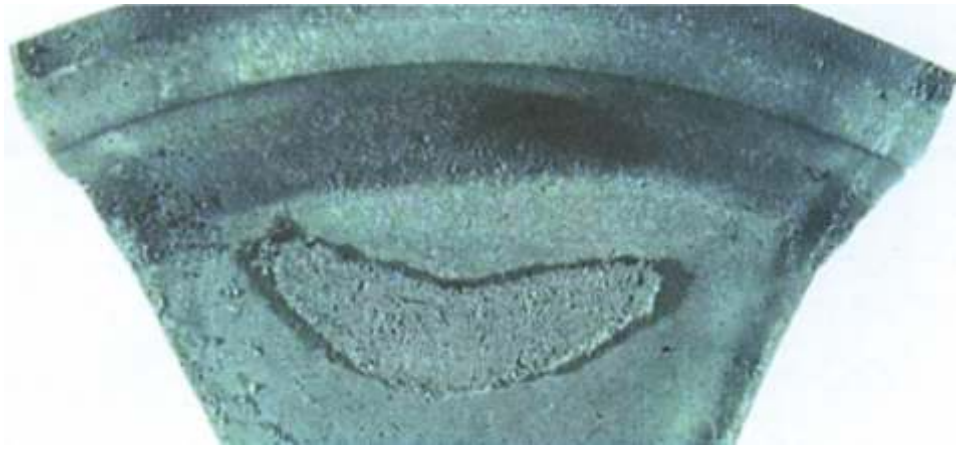
Resim 3-6. Çökme

- **Dart (Kabuk)**

Dart (kabuk) genleşme hatası, döküm ve metalin katılaşması sırasında kalıp yüzeyinin genleşme ve büzülmesi ile oluşur. Bu kusur kumun dağılması veya kalıp erozyonu ve maça yıpranmaları sonucu ortaya çıkabilir. Dartlar (kabuklar) 'pozitif' metal kusurlarıdır; gevrek bir görünümü vardır; biraz 'gevşek' olabilir ve çok sert değilse bitirme işlemleri sırasında yok edilebilir.



Resim 3-7. Dart



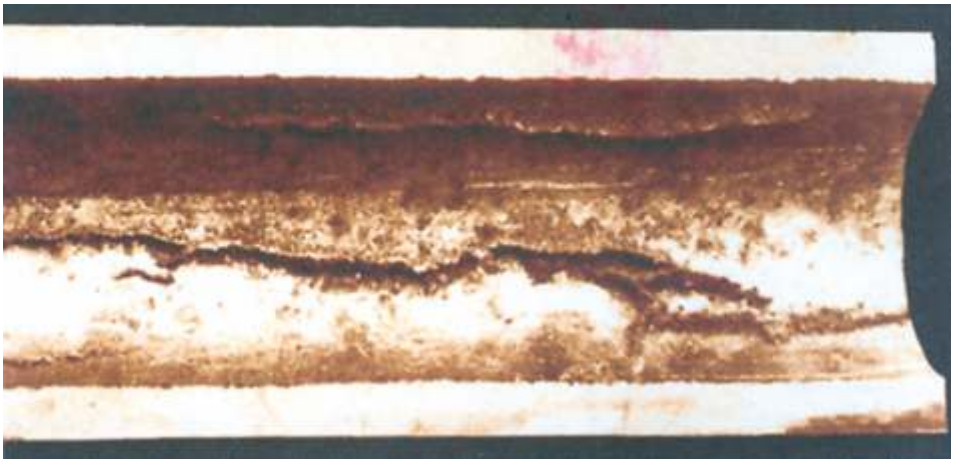
Resim 3-8. Dart

Resim 3-9. Dart

Resim 3-10. Köşe Dartı

- **Damarlaşma**

Damarlaşma, kum döküm işleminde bulunan, düzensiz bir doğrusal kusur, döküm yüzeyi üzerinde bir çıkıntı veya kabartıdır. Genellikle çeşitli nedenlerden ötürü kalıplama ortamında bir ayrılma olur ve metal kalıp ve maça malzemesindeki bu ayrılma veya çatlağa nüfuz edecek kadar akışkandır. Döküm yüzeyi incelendiğinde bu kusur görülebilir.



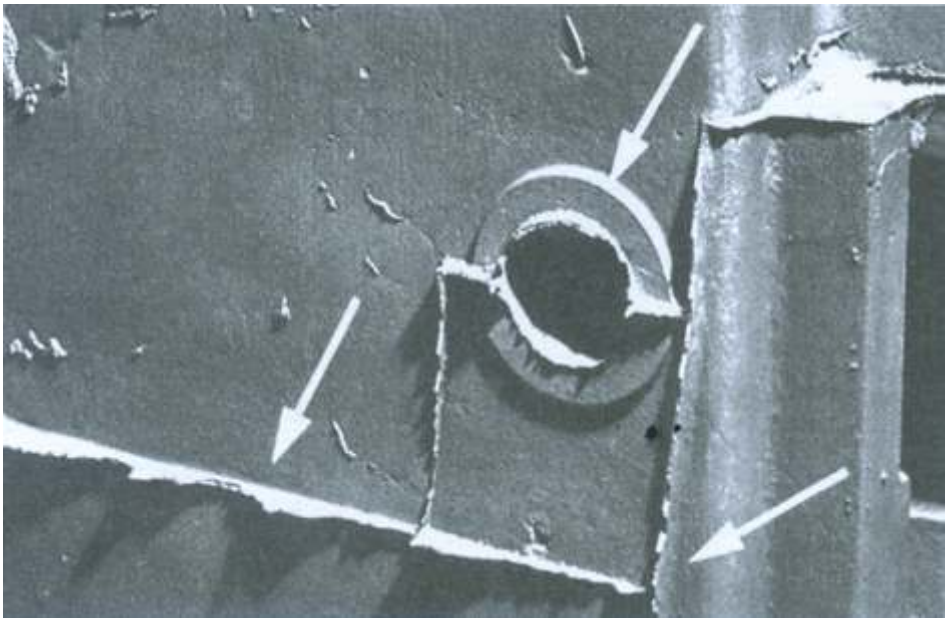
Resim 3-11. Bronz burçtaki damarlaşma maça çatlakları ve maçanın doğru pişirilmemesi nedeniyle oluşur.

Resim 3·12. Damarlaşma

Resim 3-13. Kızıl pirinçte ağır damarlaşma C83600

4. Çapak veya Çapaklanma

Çapak veya çapaklanma, damarlaşma ile karıştırılmamalıdır. Çapak ve / veya çapaklanma kalıp ayrılma hatlarında doğrusal pozitif bir kusur olarak oluşur. Bu kusur yetersiz kalıp kapanmaları veya kalıp derecelerinin eşlenmemesinden dolayı meydana gelir. Daha ileri durumlarda çapak veya çapaklanma kümesel döküm kaçağına dönüşür.



Resim 3-14. Çapak ve çapaklanma

Resim 3-15. Derecelerin kötü eşlenmesi veya yetersiz kapanmadan dolayı oluşan kaçak,sızma

Kum Kalıplama Hataları (Ezilmeler, Kabarmalar, Sarkmalar, Düşmeler, Aşınmalar, Yapışma İzleri, Kopma ve Yırtılmalar, Kötü Yüzey)

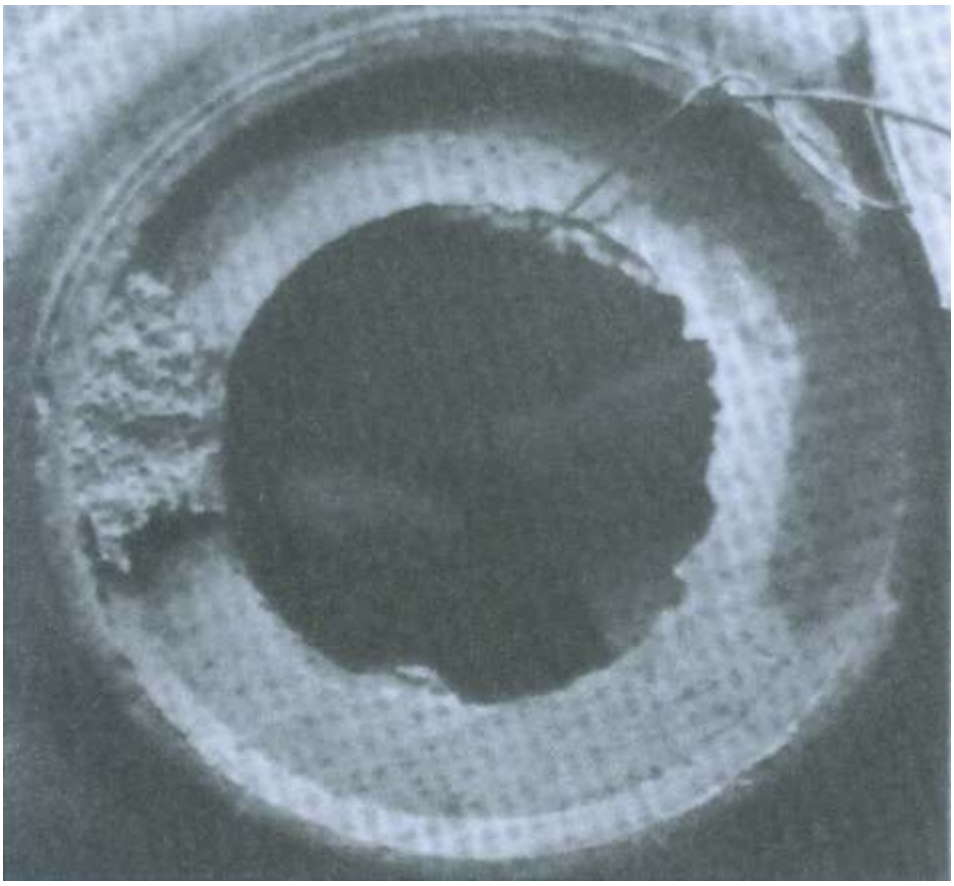
Tanım

Kesin bir şekilde söyleyebiliriz ki kum kalıplama malzemeleri dolayısıyla döküm işlemlerinde birçok kusur oluşmaktadır.
Ezilmeler, kabarmalar, sarkmalar, düşmeler, aşınmalar, yapışma izleri, kopma ve yırtılmalar, kötü yüzey bu kusurlardandır. Kalıplanmış maçalar, yetersiz veya hatalı maça üretimi (zayıf dayanım, yetersiz kürleme, vb) veya kötü hizalama ve kayıtın ana döküm kalıp boşluğuna yanlış yerleştirilmesi gibi kusurlar oluşturabilir.

Nedenleri

Kum Kalıp Kusurlarının Çoğu Aşağıdaki Sebeplerden Biri ya da Daha Fazlası Nedeniyle Ortaya Çıkar:

- Kum tanecik boyutlarının yanlış dağılımı
- Yetersiz harmanlama
- Bağlayıcı miktarının çok az ya da çok fazla olması
- Nemin çok fazla ya da çok az olması
- Yetersiz ya da aşırı kalıplama basıncı
- Yeterli malzeme doluşuna veya basıncına izin vermeyen model tasarımı



Resim 4-1. Ezilme

• Ezilmeler

Ezilme, dökümün dikey veya eğik yüzeylerinde, kalıbın kapandığı veya maçanın yerleştirildiği yönde geometrik olmayan bir izdüşümdür.

Resim 4-2. Yetersiz maça dayanımından meydana gelen maça ezilmesi

Resim4-3. Ezilmelerin meydana gelme sebebi yanlış hizalanmış alt ve üst dereceler, uyumsuz model, kötü pimler ve burçlardır.

• **Kabarmalar**

Kabarma, problemli dökümün tüm yüzeyinde görülen, genellikle kitlesel 'dalgalı' düzensiz bir izdüşümdür. Kabarmalar kalıbın dayanımına bağlı aşırı sıvı metal basıncı nedeniyle oluşur.

Resim 4-4. Kabarma

Resim 4-5. Kırık kum kalıbı nedeniyle pirinçte oluşan kabarma.

• Sarkmalar

Sarkma, kalıp oyuğu yüzeyine temas eden metalin basıncı nedeniyle ortaya çıkan, düzensiz,çapak benzeri, farklı kalınlık ve biçimlerde, kaba ve düzensiz yüzeye sahip izdüşümdür. Metalostatik basınç kum dayanımını aşar.

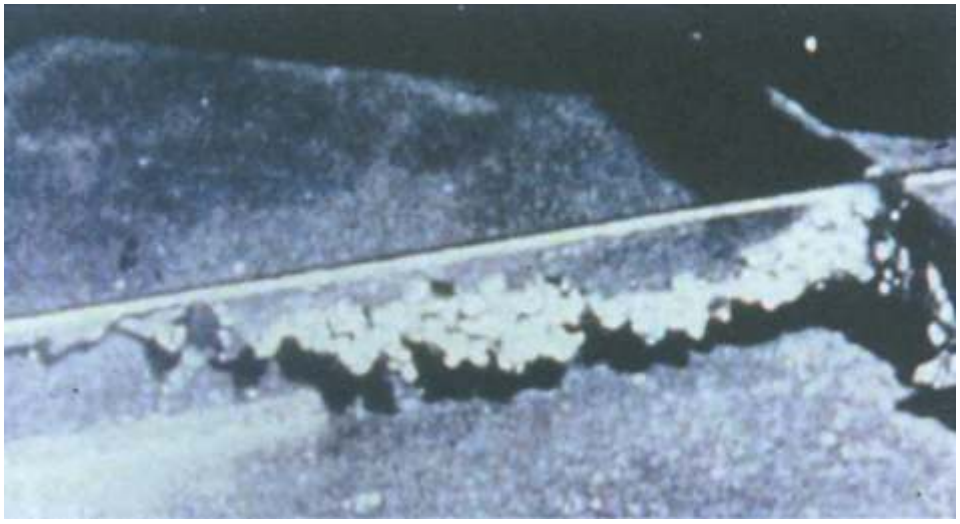
• Düşmeler

Düşme, üst derece ya da diğer sarkık bölümden kumun bir kısmının kaybına bağlı oluşan bir bozulmadır.

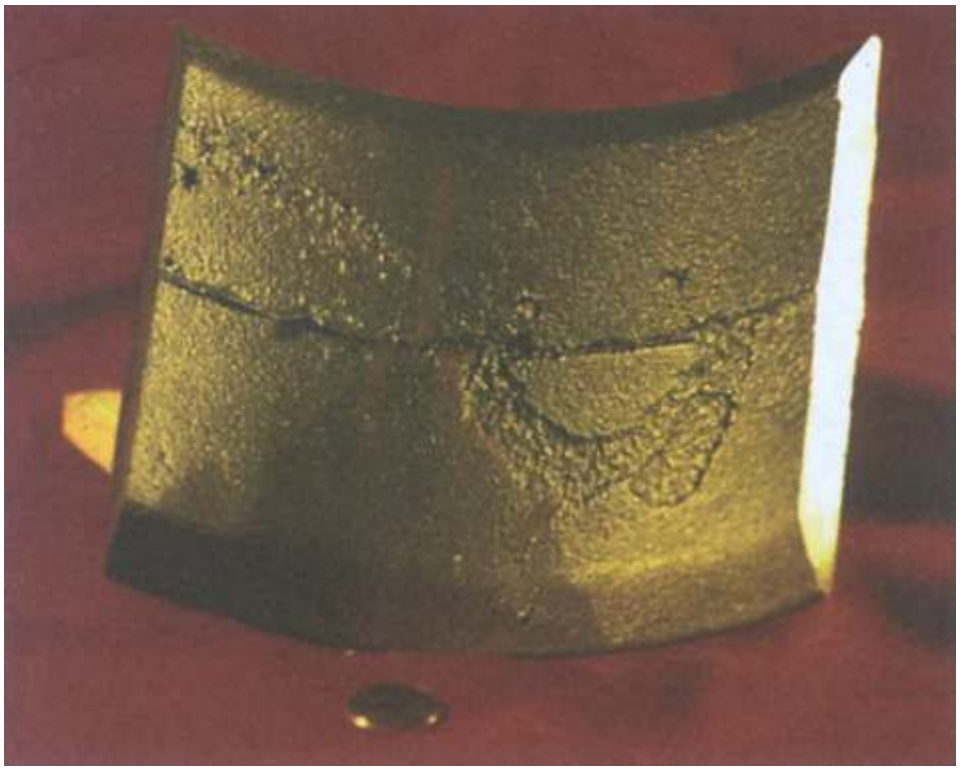
Resim 4-6. Düşme

• Erozyon Kabukları (dartları)

Görünüş olarak bir genişleme kabuğuna benzer olsa da erozyon kabuğu, genellikle alt derecede, kumun döküm esnasında akışkan metalin metalostatik basıncı ile gevşediği yerlerde görülür.



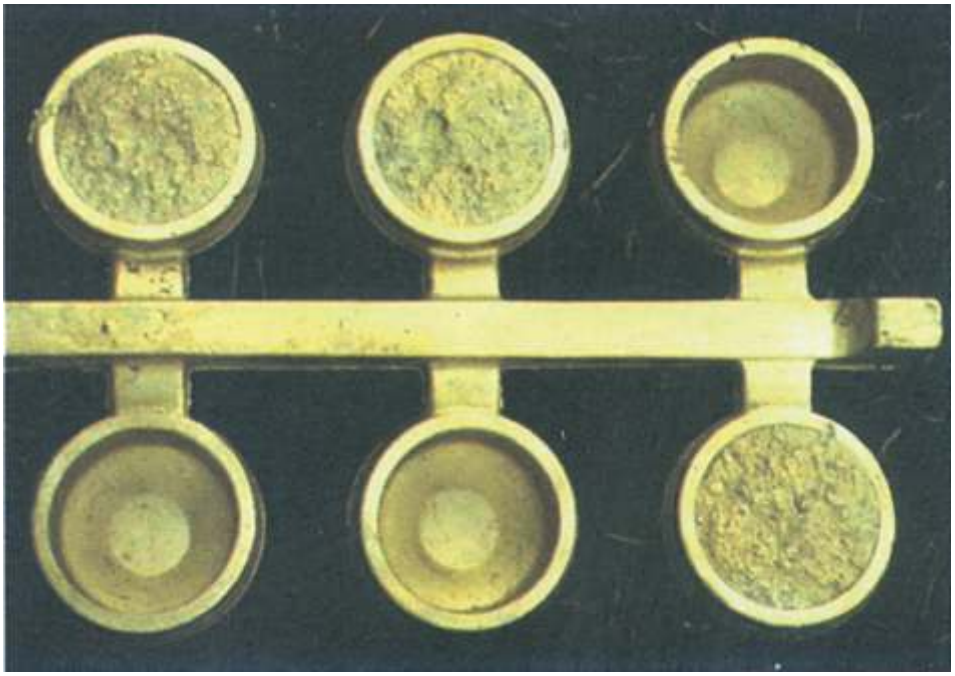
Resim 4-7. Erozyon Kabuğu



Resim 4-8. Erozyon Kabuğu

• Yapışma İzleri

Yapışma izi kusuru genellikle üst derece yüzeyinde görülen kitlesel düzensiz bir izdüşümdür ve kalıp duvarından ayrılma şeklinde kendini gösterir. Yapışma izleri mekanik ile ilgili model ekipmanları, kalıplama aparatları veya yetersiz kum kalıplama işlerinden kaynaklanabilir.

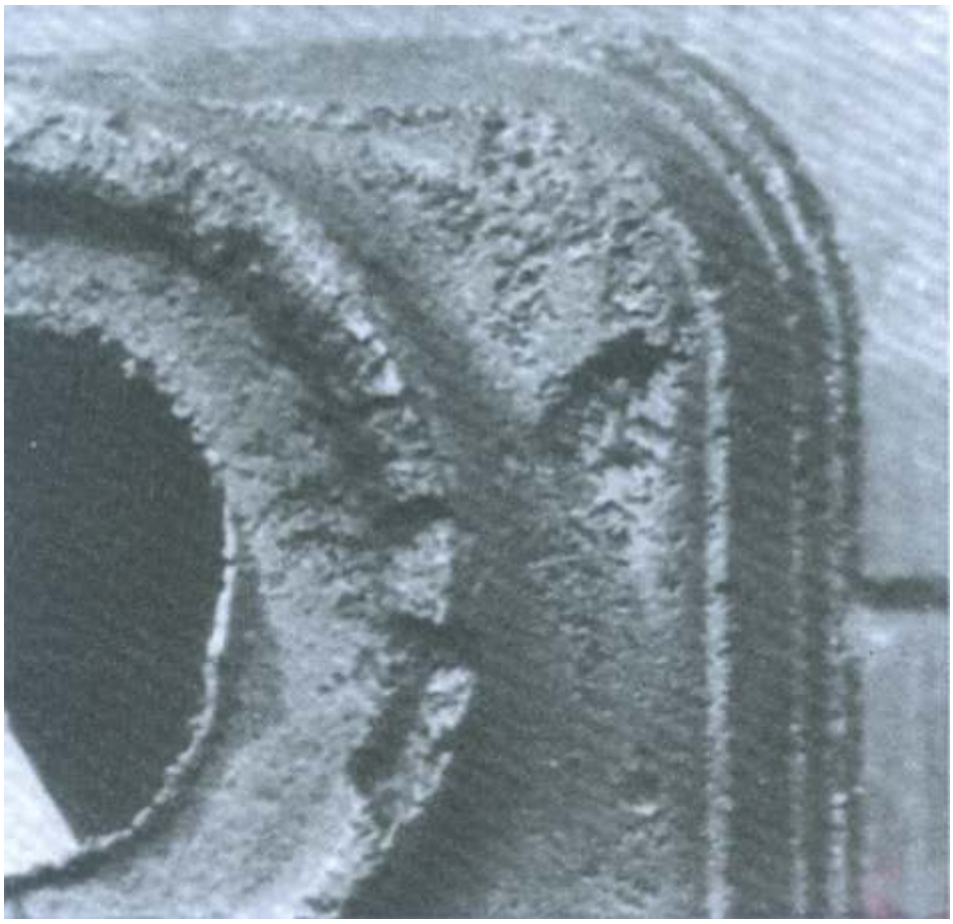


Resim 4-9. Yapışma izi

Resim 4-10. Zayıf kum kalıplama ve model problemlerinden kaynaklanan yapışma izi

- **Kopma ve Yırtılmalar**

Kopma ve yırtılmalar, döküm yüzeyinde bulunan düzensiz, kaba izdüşümlerdir. Genellikle döküm ağzı çevresinde veya metalin kalıp oyuğuna akışı boyunca bir hat takip eden alt derece yüzeyinde görülürler.

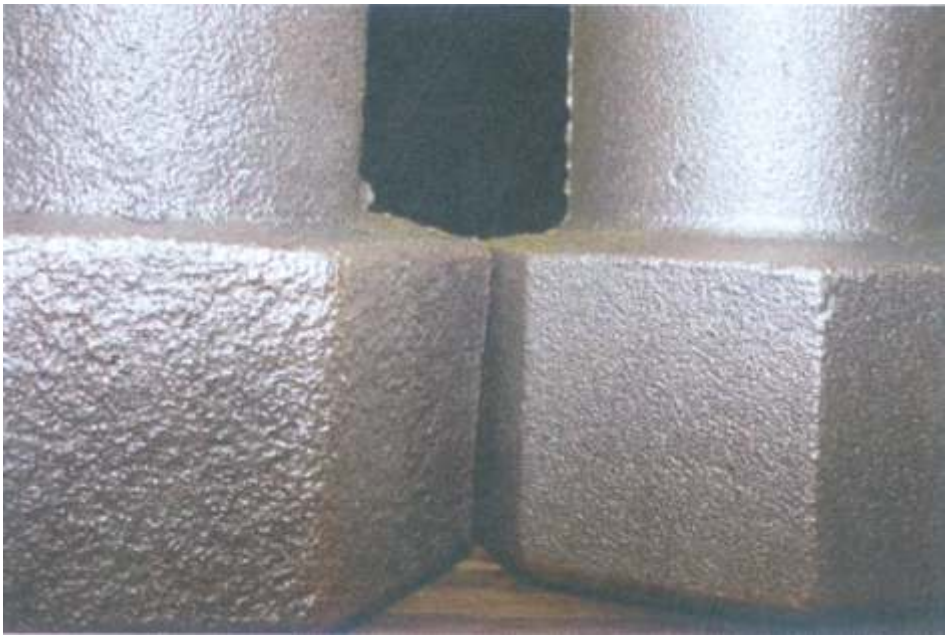


Resim 4-11. Yırtılma

Resim 4-12 Yırtılma

• **Kötü Yüzey**

Kötü yüzey genellikle tane inceliği dağılımının çok kaba olması, kum dayanımının yetersiz olması veya (örn. çalkantılı) döküm esnasında kalıp yüzeyinde oluşan erozyon sonucu ortaya çıkar.



Resim 4-13. Islak kum (aşırı nemli) nedeniyle pirinçte oluşan kaba yüzey

Resim 4-14. Tane inceliği dağılımının kötü olması sonucu pirinç üzerinde oluşan kaba yüzey.

• Maça Problemleri

Maça problemleri hatalı veya kötü maça üretimi (boyutlandırma) veya kapama öncesi kalıp içerisinde yetersiz maça konumlandırması sonucu ortaya çıkar.

Resim 4-15. Yanlış boyutlandırılmış maça sonucu ezilmiş pirinç döküm.

Resim 4-16. Maçası yanlış hizalanmış pirinç

Resim 4-17. Maçası yanlış konumlandırılan pirinç

Resim 4-18. Yanlış yerleştirme sonucu kalkan maça; yırtılmış maça izleri kalıpta 'gezmeye' sebep olur.

Soğuk Döküm ve Döküm Süreksizliği

Tanım

Soğuk döküm, kalıp oyuğunun doldurulmasının aksaması sonucu döküm detayının tamamlanmamasıdır. Dökümün bir bölümü eksik ve/veya keskin olması gereken köşeler yuvarlak kalabilir. Bu kusurlar döküm tasarımı ve dökme uygulaması ile ilgili olmakla birlikte, tüm döküm yöntemleri de (yaş kum, kimyasal bağlı kum, sabit veya yarı sabit kalıp) buna yatkındır.

Döküm süreksizliği, ayrı metal akışları veya iki veya daha fazla metal akışının bir araya gelip kaynaştığı yerlerde görsel ve yapısal devamsızlığa denir. Özellikle dökümün büyük ince düz bölümlerinde oluşur.

Her iki kusur da yetersiz dökme uygulamasının sonucu olsa da döküm geometrisi, kalıplama ekipmanı ve kalıbın durumu da önemli rol oynar.

Nedenleri

1. Döküm Geometrisi

- Kesintili metal akışına yol açan düzensiz döküm kesitleri
- Metal akışına göre çok ince döküm kesitleri
- İzole edilmiş kesitler

2. Mekanik ve Ekipman

- Aşınmış model ekipmanı
- Model ekipmanının yanlış hizalanması
- Maça kayması
- Zayıf veya yanlış takviyelenmiş muhafazalar
- Alt veya üst derece kaymaları

3. Kum, Maça, Kalıplama Uygulaması

- Aşırı nem
- Organik kum bileşenlerinin çok yüksek olması
- Kalıp bozulmasına neden olan çok zayıf kum
- Ters basınç yaratan çok düşük geçirgenlik
- Yetersiz gaz (tahliye) deliği
- Düşük metal kesitine yol açan hatalı maça boyutu
- Kalıbın aşırı yıpranması
- Metal akışkanlığını azaltan fazla soğutuculu kalıp ve maça malzemesi

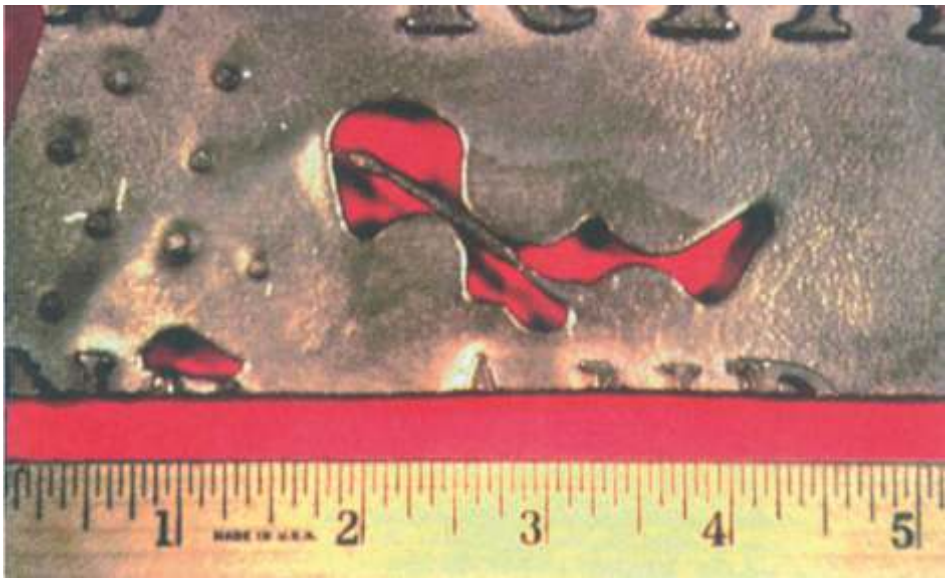
4. Yolluklama, Besleme, Dökme Uygulaması

- Yetersiz döküm ağzı ve / veya yolluk boyutlandırması
- Çok küçük düşey yolluk
- Birden çok düşey yolluk
- Kesintili döküm
- Döküm sıcaklığının çok düşük olması
- Yetersiz döküm yüksekliği ve / veya metal basıncı
- Çok yavaş dökme
- Kalıp içerisinde metal akışını engelleyen kırıntı parçalar
- Metal dökümü akıntısında katı parça
- Kısa döküm (yetersiz hacimli döküm)
- Gaz çıkışının (tahliyesinin) yetersiz olması
- Akışkanlığı önleyen, kirli veya gazlı metal kullanılması

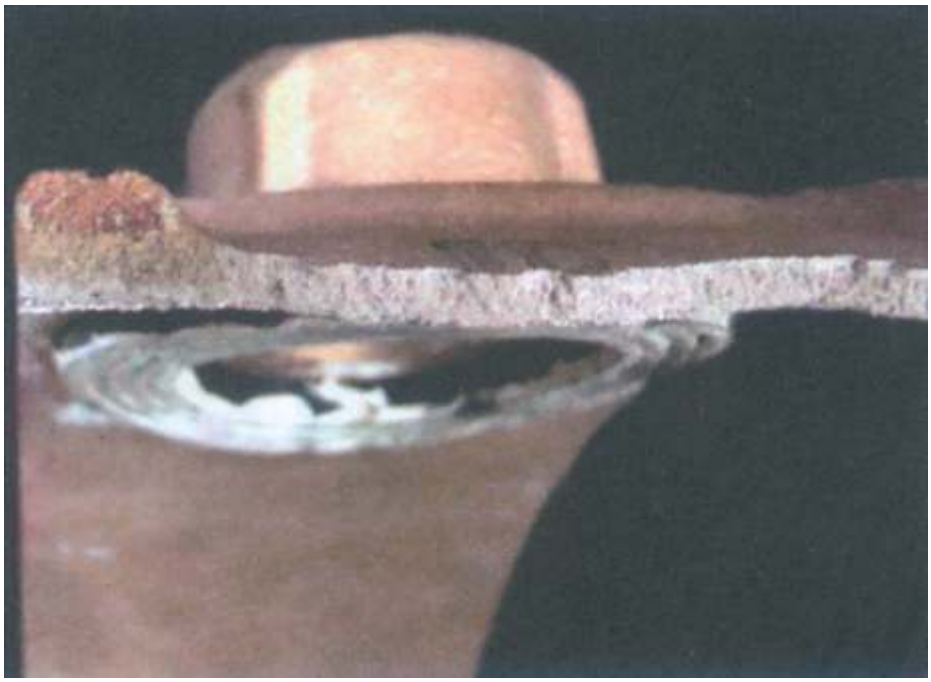
Resim 5-1. Kesintili dökümün etkilerini gösteren kum kalıba dökülmüş bronz civata somunu.

Resim 5-2. Sabit kalıp bakırlı alüminyum döküm; gaz çıkışı yetersizliğinden ortaya çıkan soğuk döküm örneği.

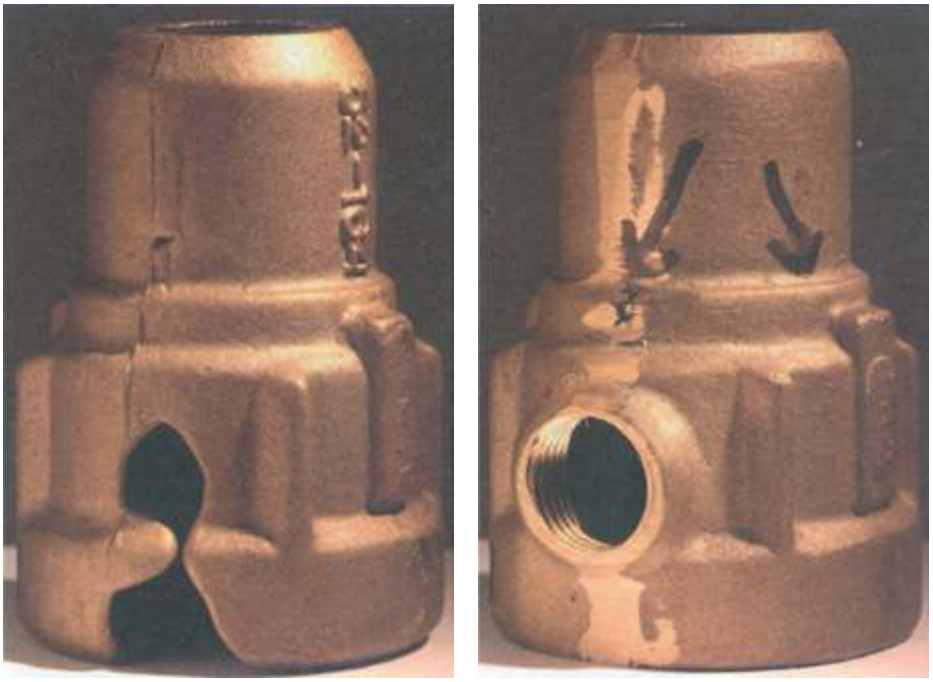
Resim 5-3. İçeride hapsolan havadan dolayı soğuk dökülmüş pirinç vana gövdesi



Resim 5-4. Hatalı yolluklama sonucu oluşmuş bir soğuk döküm. Basınçsız yolluklama kullanıldığında kusur tekrarlamayacaktır.

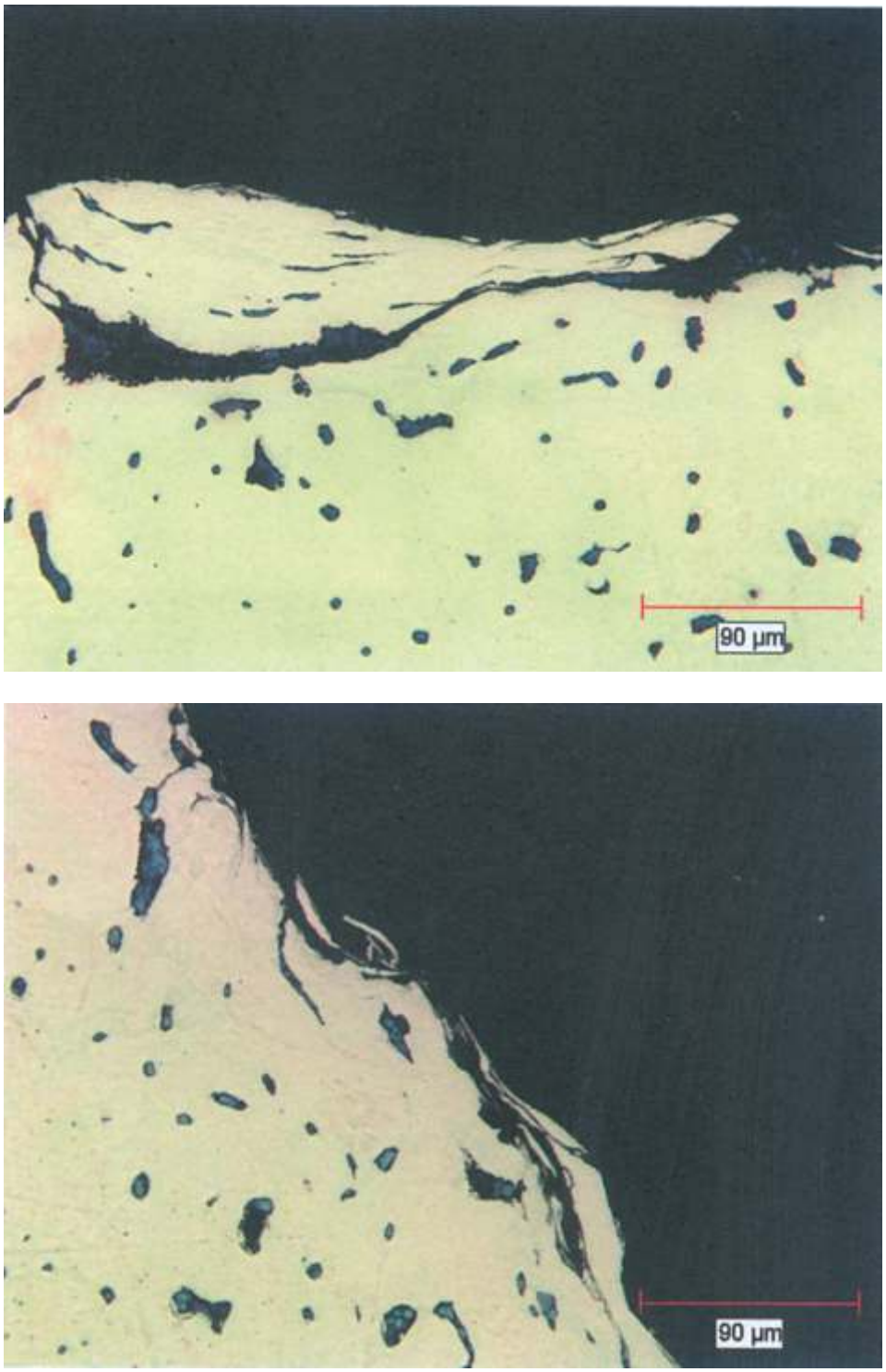


Resim 5-5. Kurşunlu pirinçte yetersiz giriş katılaşması



(a) (b)

Resim 5-6. Bu pirinç dökümde döküm süreksizliği ve eksik döküm görülüyor: (a) soldan ve (b) sağdan görünüm. Maça gazı gelişimi, yetersiz gaz çıkışı ve düşük döküm sıcaklığı, muhtemel sebepler arasındadır.



Resim5-7. Sarı pirinçte yanlış döküm uygulaması ve muhtemel düşük ısı sonucu oluşmuş katlanmalar, soğuk döküm

Resim 5-8.Pirinçte,düşük sıcaklık, yetersiz yolluklama ve düşük fosfor deoksidasyonu sonucu soğuk döküm

Resim 5-9. Az döküm ve yetersiz hacim sonucu eksik kalmış bir pirinç döküm.

Resim 5-10. Maça kayması sonucu yanlış ölçülerde bir pirinç.

Sıcak Yırtılma

Tanım

Sıcak yırtılma, demir dışı dökümlerde döküm tamamen katılaşmadan, döküm ve katılaşma sırasında oluşur. Fiziksel kısıtlamalar dökümün normal daralmasını engeller. Sıcak yırtılmanın çoğu nedenleri arasında; döküm tasarımı, kalıplama uyglulamaları, döküm ve alaşımın temel metalurjisi söylenebilir. Dökümde çatlak ya da yırtılma genellikle yüksek sıcaklık sonucu oksitli yüzeye sahip dentiritler arası oluşumlardır.

Nedenleri

1. Mekanik ve Ekipmana Bağlı Nedenler

- Yetersiz pervaz
- Kesit kalınlıklarında ani değişim
- Yeterli döküm büzülmesini önleyen muhafaza ekipmanı
- Dökümden hemen sonra özensiz taşıma

2. Kum, Maça, ve Kalıplama Uygulaması

- Zayıf kum çökebilirliği (aşırı dayanım)
- Çok iri tanecikler
- Yanabilirlerin içinde çok düşük kum miktarı
- Düşük sıcak deformasyon kapasitesi
- Kum camlaşması
- Aşırı sert kalıplar ve maçalar
- Soğutma sisteminin yanlış kullanımı veya yanlış yerleştirilmesi
- Kalıbı geç açma

3. Metal Kalıplar

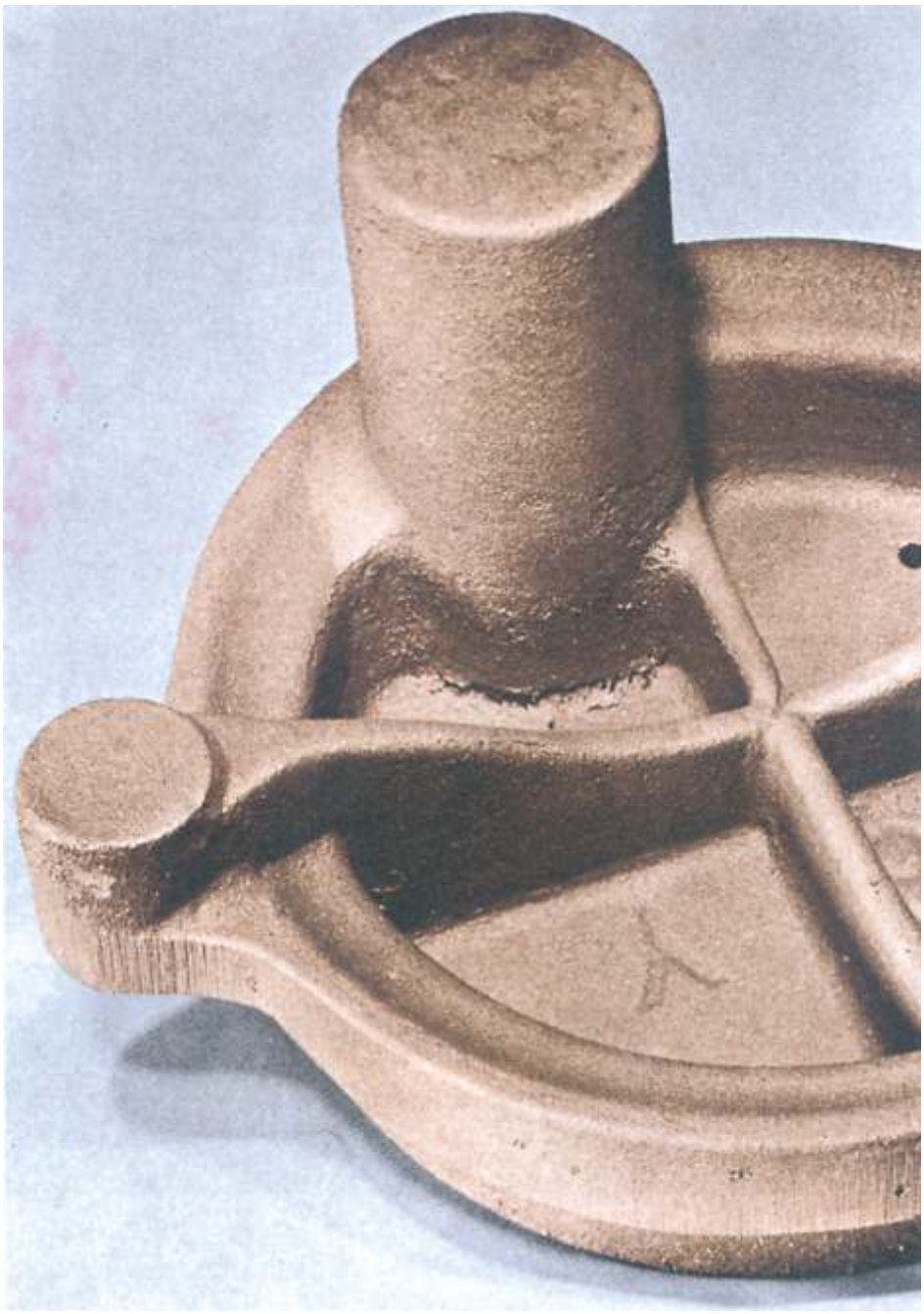
- Kalıbın çok erken açılması; çıkarma sırasında döküm zarar görür
- Kaba kalıp yüzeyi
- Yanlış hizalanmış maçalar
- Aşırı döküm sıcaklığı
- Aşırı kalıp sıcaklığı
- Eğilme gerilimi yaratan kötü yerleştirilmiş çıkarıcılar
- Çıkarma öncesi aşırı soğuma süresi

4. Döküm

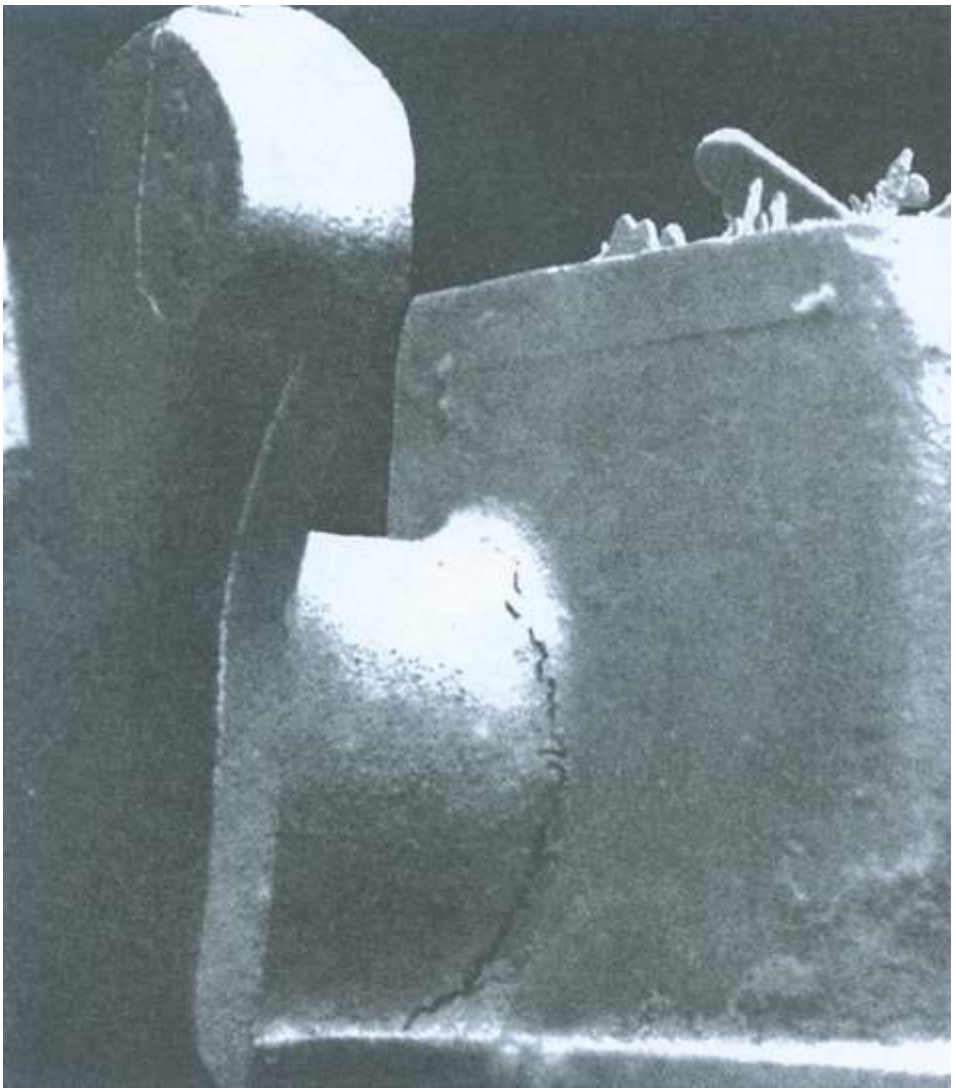
- Maçanın uygun çökebilirlik göstermesi için gerekli dökme sıcaklığının fazla düşük olması.
- İnce kesitlerde sıcak nokta yaratan aşırı dökme sıcaklığı
- Sıvı metalin kalıp oyuğuna akışının (doldurma) yetersizliği
- Çok hızlı soğuma
- Kalıbı erken açma

5. Metalurjik

- Katılaşacak son metalde çok düşük erime sıcaklığına sahip alaşım segregasyonu bileşimi (kalay, kurşun, çinko)
- Kirleticiler, eser elementler
- İri tanecik boyutları



Resim 6-1. Kuru kumda sıcak yırtılma benzeri yüzey büzülmesi gösteren bronz alaşım.



Resim 6-2. %10 Sn, %1 Zn'den oluşan yağ haznesi, ince etli kum kalıba dökümde kısıtlı büzülme sonucu oluşan sıcak yırtılma görülüyor.

Resim 6-3. Kısıtlı daralma ve aşırı döküm sıcaklığı sonucu sıcak yırtılmaya sahip, kum döküm pirinç vana gövdesi.

Resim 6-4.Kum kalıba, pirinç döküm parçalarda kırık, aşırı erime ve / veya dökme sıcaklığından dolayı dallantılı büyüme sergiliyor. Çözüm; iyi tahliye (havalandırma).

Resim 6-5.Pirinçte erken ve / veya çok sıcak kalıp bozma sonucu oluşmuş sıcak yırtılma.

Resim 6-6. Kum kalıba dökülen pirinçte kalıp daralması ve yüksek döküm sıcaklığı ile oluşmuş sıcak çatlak.

Resim 6-7.Pirinçte çok yüksek bağlayıcı miktarı ve kalıp kısıtlaması sonucu ortaya çıkan sıcak yırtılma.

Resim 6-8. Kurşunlu yarı-kızıl pirinçte sıcak yırtılma.

Gaz Kusurları

Tanım

Gaz kusurları, sıvı metal içerisinde bulunan ve metal katılaşırken dökümde gözeneklilik oluşturan gazlardan dolayı ortaya çıkar. Gözeneklilik bir oyuk veya görsel baloncuk, kabarcık veya gözenek şeklini alabilir. Gaz kaynaklarından bazıları hidrojen, hava veya metal içinde çözülebilen gaz içeren uçucu organikler, kumdaki nemden ortaya çıkan gazlar, maçadan kaynaklanan gazlar, hava içinde sıkışan gazlar, kalıp ve maçadan fışkıran gazlardır. Gaz kusurları; talaşlı işleme, yüzey işlemleri ve dökümün mekanik özellikleri açısından zararlıdır.

Nedenleri

1. Mekanik ve Ekipman

- Yetersiz kalıp ve / veya maça geçirgenliği
- Kalıp oyuğunda gaz çıkışının yetersiz olması

2. Kum, Maça, Kalıplama Uygulaması

- Çok fazla nem miktarı
- Kötü karıştırılmış kum
- Çok fazla kil miktarı
- Islak kaplamalar
- Uçucu organik yanma için yetersiz geçirgenlik
- Az kürlenmiş maçalar
- Aşırı bağlayıcı
- Yetersiz gaz çıkışı

- Islak maça pastası
- Depolama esnasında emilen nem
- Kurumamış çil veya kaplama malzemesi
- Maça kumu ve kalıp boyasında aşırı gaz üretimi
- Yanlış kurumuş kalıplar
- Aşırı yamalama
- İlgili koşullarda hatalı kum sıkıştırma sonucu oluşan sert noktalar

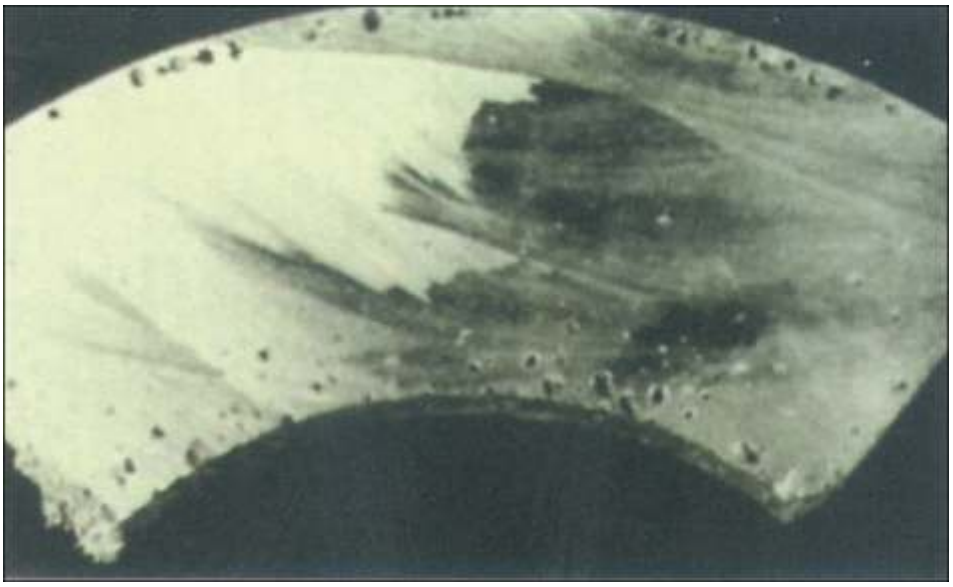
3. Yolluklama, Besleme, Dökme

- Islak döküm çanakları ve / veya düşey yolluk
- Düşey yolluk ve / veya yolluklama sisteminin yetersiz boyutlandırılması
- Düşey yolluk ve yolluk sisteminde türbülans nedeniyle hava sürüklenmesi
- Çalkantılı veya kesintili döküm
- Kalıp oyuğunu dolduramayan kısa dökümler
- Soğuk, nemli potalar
- Dökme hızının çok hızlı veya çok yavaş olması
- Soğuk kalıp düşey yolluğunda ve yolluk sisteminde yüksek nem yoğunlaşması

4. Metalurjik

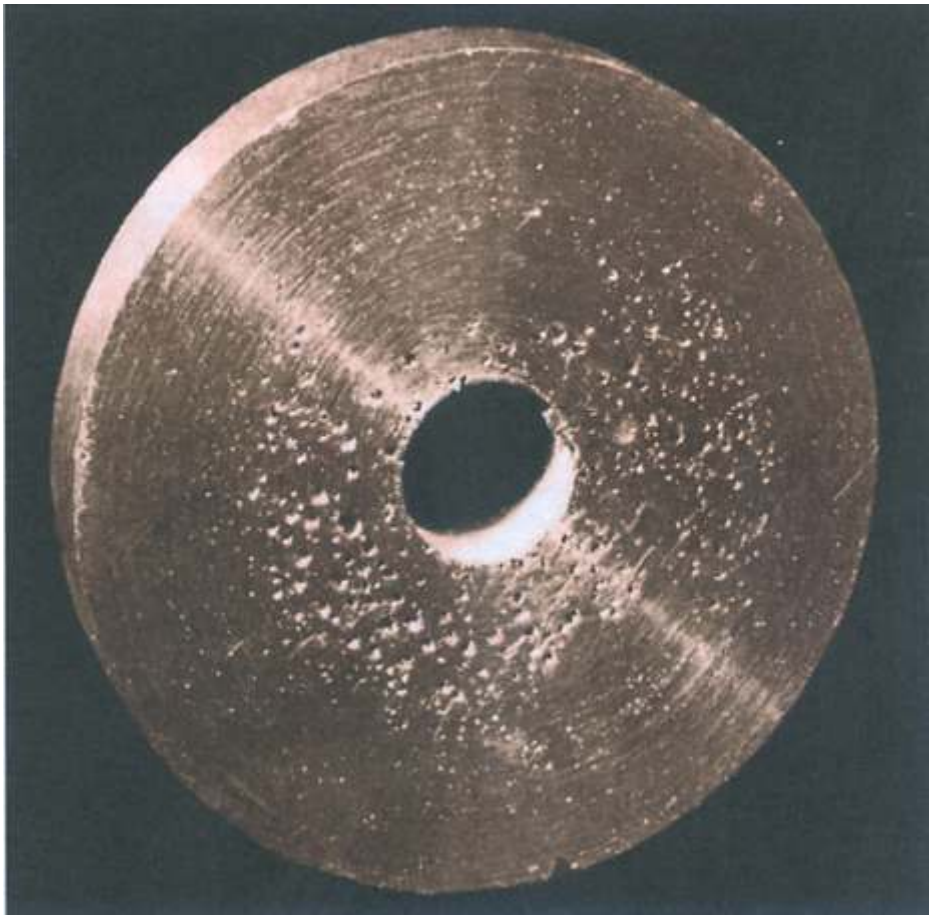
- Eriyiğin çok gazlı veya gazının tam alınamamış olması ve / veya deoksidasyonunun yetersiz olması
- Aşırı eriyik ve / veya dökme sıcaklıkları
- Eriyik metaldeki empüritelerin hidrojen ile bileşik oluşturma riski

Resim 7-1. Gaz gözenekliliğine bağlı dökümde oluşan bombe.



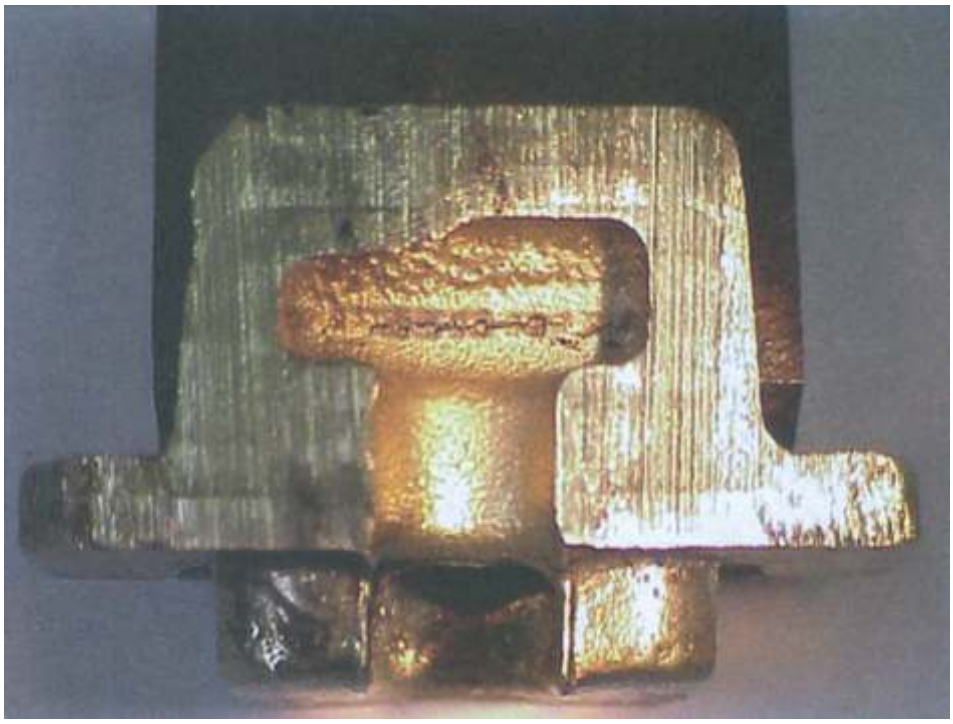
Resim 7-2. Metal kalıp reaksiyonu sonucu gaz karıncalanması.

Resim 7-3. Makro porozite gözlemlenen bronz bir döküm.

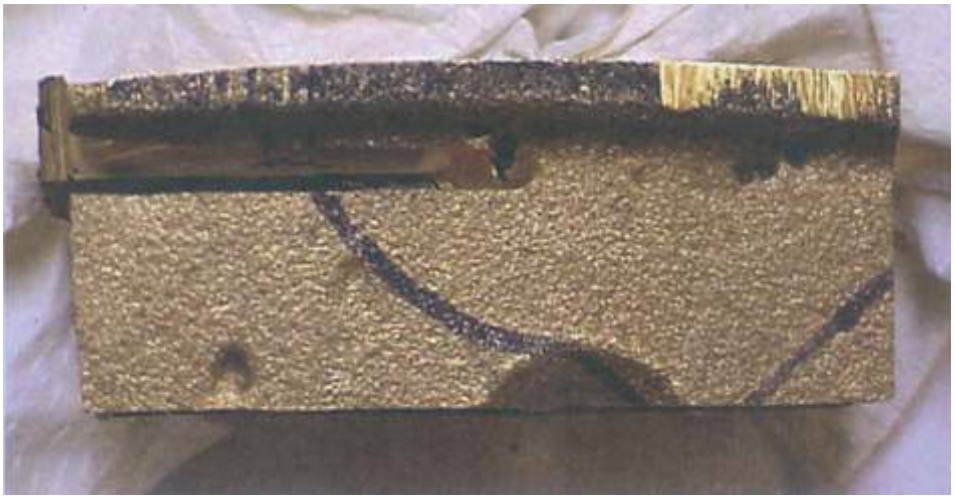


Resim 7-4. Gazlı eriyik sonucu kabarcıklanan kalay bronz alaşımı kum döküm.

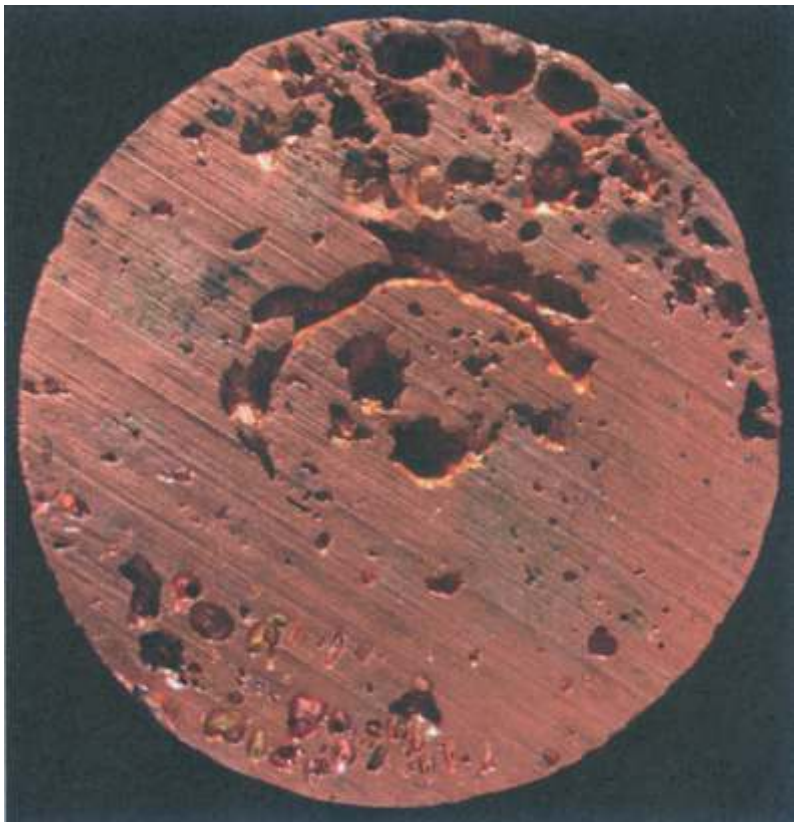
Resim 7-5. Gazlı eriyik ve / veya kalıp / metalin kumdaki aşırı ortam nemi ile reaksiyonu sonucu oluşan kabarcıklara sahip bir bronz kum döküm

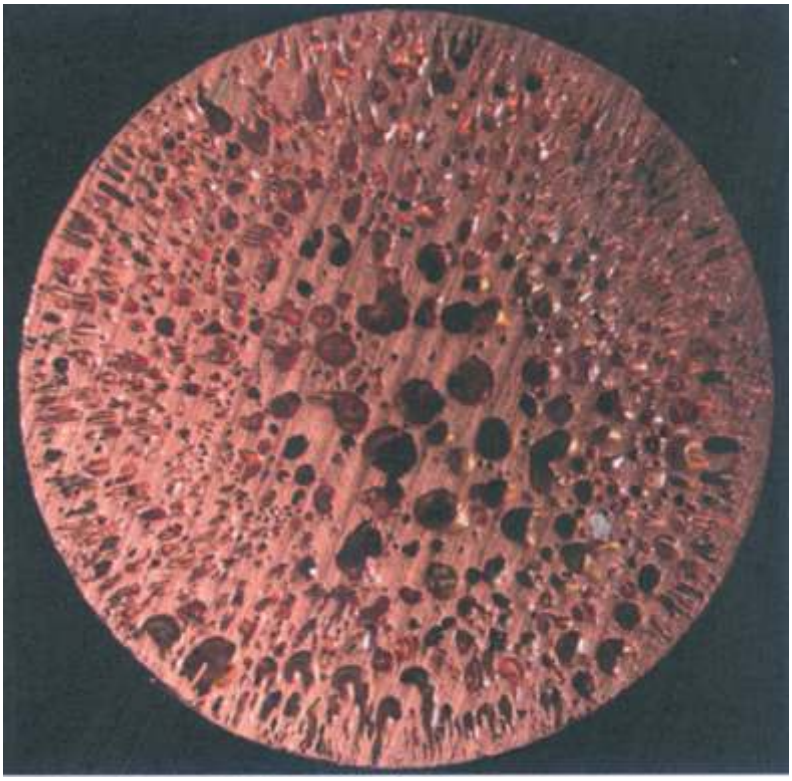


Resim 7-6.Pirinç musluğun geniş kesiti merkezde büzülme ve / veya gaz gözeneklenmesi açığa çıkmış



Resim 7-7. Gaz kabarcığı bulunan pirinç bir döküm.





Resim 7-8. Zayıf veya eksik deoksidasyon ve / veya gaz giderme sonucu yoğun porozite sergileyen bir yüksek bakır dökümün iki görüntüsü.

Resim 7-9. Gaz açığa çıkması ve yüksek döküm sıcaklığı sonucu pirinçte oluşan renksizleşme ve porozite örneği.

Resim 7-10. Döküm test çubuğunun röntgen görüntüsü pirinç üzerindeki poroziteyi gösteriyor.

Resim 7-11. Pirinçte görülen ağır gaz porozitesi.

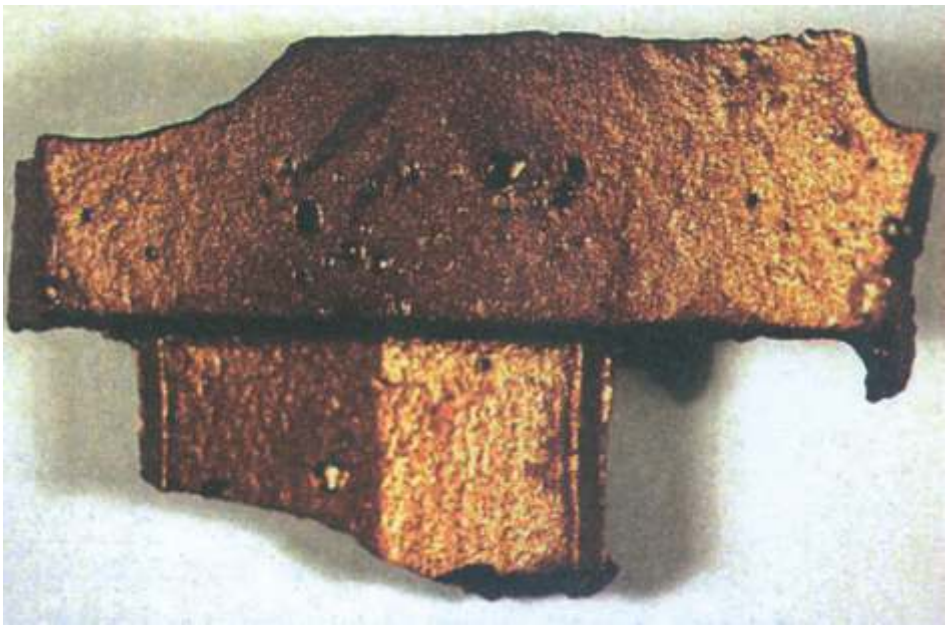
Resim 7-12. Üzerinde 'mantar' şeklinde açığa çıkan gaz porozitesi gösteren bakır esaslı bir döküm.

Resim 7-13. Kurşunlu pirinçteki maça gaz fışkırması, kötü gaz çıkışı (tahliyesi) ve çok yüksek döküm sıcaklığının bir sonucudur. Ayrıca yetersiz yolluklama kalın kesitlerde bölgesel ısıtma ve döküm içerisinde yoğunlaşmış gaz çıkışına neden olmaktadır.

Resim 7-14. Islak maça yapıştırıcısı ve yanlış gaz çıkışı (tahliyesi) sonucu iri gözenek ve dağınık gözeneklilik gösteren pirinç.

Resim 7-15. Yeterince gaz giderilmemesi sonucu yüzey karıncalanma gösteren alüminyum bronz döküm.

Resim 7-16. Eriyikte çok miktarda gaz bulunması sonucu 'mantarlaşmış' bakır döküm.



Resim 7-17. Ağır kesitli pirinç dökümün son katılaşma esnasında gaz çıkışı gözlemlenmiş.Muhtemel çözümler: gazının alınması, daha iyi bir besleme sağlanması, soğutma kullanılması ve döküm sıcaklığının azaltılmasıdır.

Çekinti Bozuklukları

Tanım

Bir döküm katılaştıkça sıvı halden katı hale geçişte bir daralma olur. Döküm tasarımının geometrisi kontrollü genel büzülmeye izin vermelidir. Ancak genelde istenmeyen lokal çekintilerle karşılaşılır. Dökümde çekme çöküntüsü veya oyuğu oluşabilir ve gaz bulunması ile ilgili olabilir. Yüzeyde çökme olarak görülen büzülme makro çekinti olarak değerlendirilirken dökümün içinde dağılmış mikro çekinti de gözlemlenebilir. Makro çekinti genellikle dentritik döküm yapısı ile ilgili olup genellikle süngerimsidir ve kalıbın yetersiz doldurulması ile ilgilidir. Mikro çekinti, gözenekler veya dentritikler arası küçük oyuklar şeklini alır. Mikro çekinti genellikle dökümün katılaşmasının son bölümünde oluşur ve ayrıca katılaşma sırasında gelişen gaz içeriği ile ilgili olabileceği gibi, yetersiz beslemeden de kaynaklanabilir.

Nedenleri

1. Mekanik ve Ekipman

- Döküm kesit kalınlıklarındaki ani değişiklik
- Yetersiz radyüs
- Yetersiz besleme
- Yetersiz üst derece yüksekliği

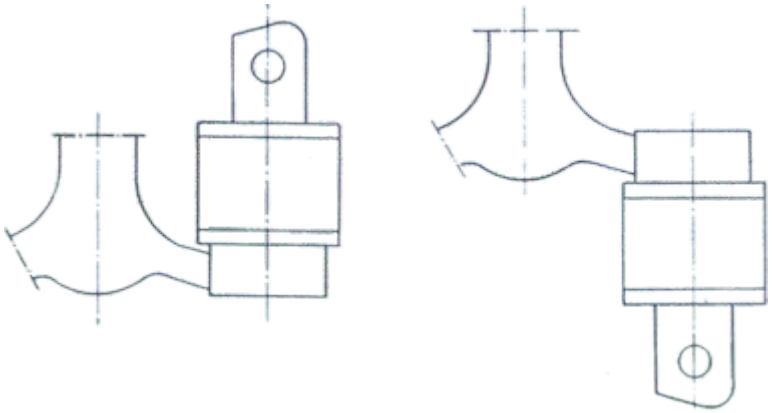
2. Kum, Maça, Kalıplama Uygulaması

- Yaş kum
- Düşük basınç dayanımı
- Yüksek sıcak deformasyon
- Maça kayması
- Zayıf maçalar
- Radyüslerin az olması
- Düşük sıkıştırma
- Dökme basıncı altında kalıp duvarı hareketi

3. Yolluklama, Besleme, Dökme

- Yetersiz besleyici hacmi
- Yetersiz besleyici yerleşimi
- Yetersiz soğutma
- Ekzotermik besleyici bileşenleri ve kolları gerekliliği
- Çok sıcak ya da çok soğuk döküm
- Besleyicilerde sıcak metal eksikliği
- Parça tasarımında yanlış yolluklama

Resim 8-1. Pirinçte, döküm merkezinde çekme çatlağı. Demir ve kalay içeriğini azaltmak, besleyici boyutunu arttırmak ve dökme sıcaklığını azaltmak çekmeyi ortadan kaldırır.

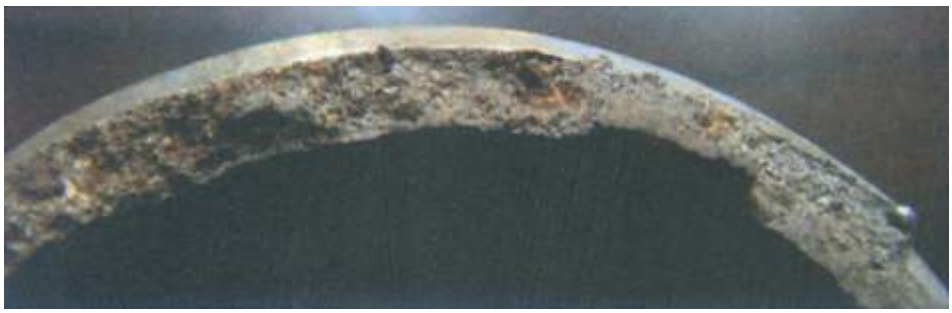


(a) Mevcut Yolluklama (b) Daha İyi Bir Çözüm

Resim 8-2. Sabit kalıp bakır alüminyum alaşımı,dökümde alt yolluklama ile daha kalın kesite yetersiz besleme sonucu oluşan çekme oyuğu.

Resim 8-3. Pirinçte yetersiz besleme sonucu merkezi çekme

Resim 8-4. Kurşunlu pirinçte çok düşük dökme sıcaklığı ve / veya yetersiz beslemeden oluşan ciddi makro çekme hasarı

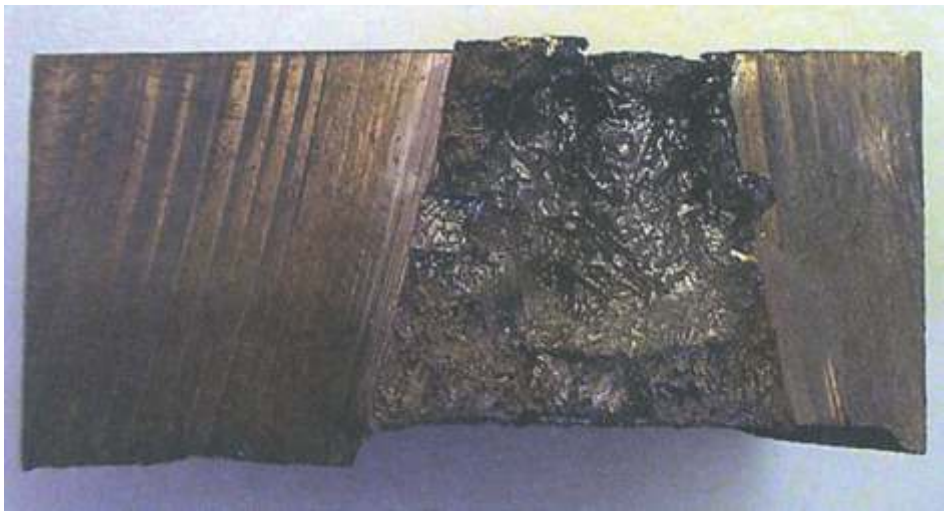


Resim 8-5. Pirinçte kötü katılaşma sonucu (düşük dökme sıcaklığı, yetersiz besleme) büzülme porozitesi

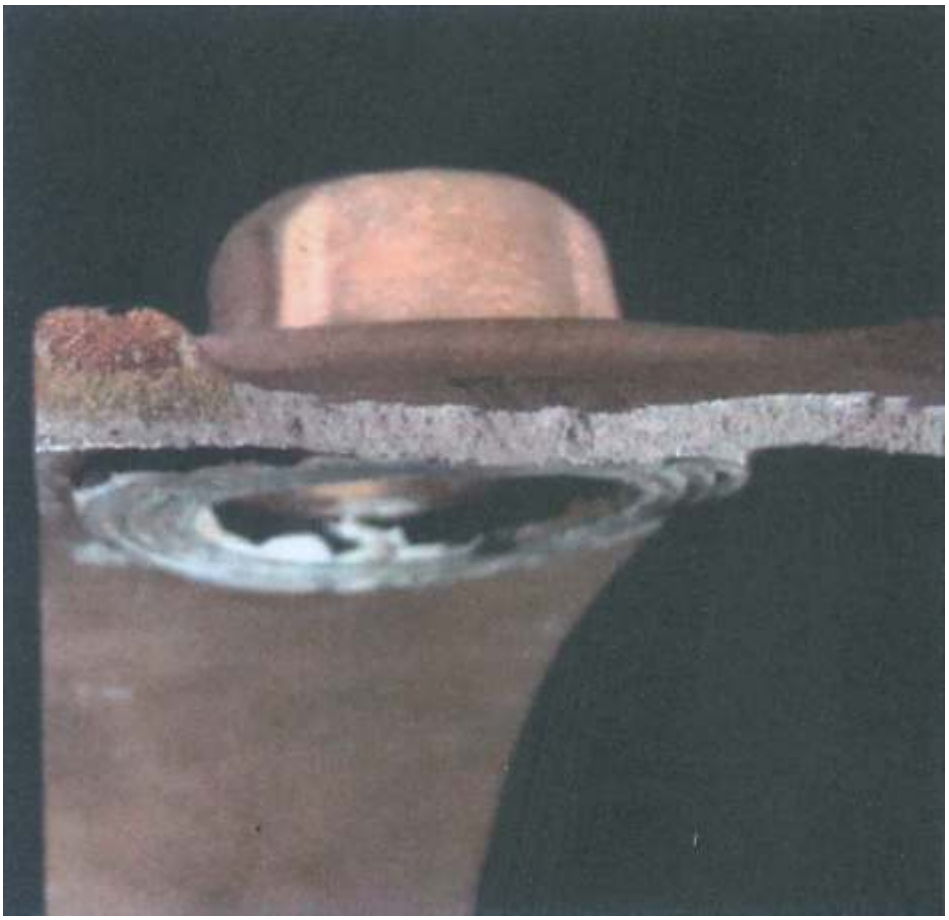
(a)

(b)

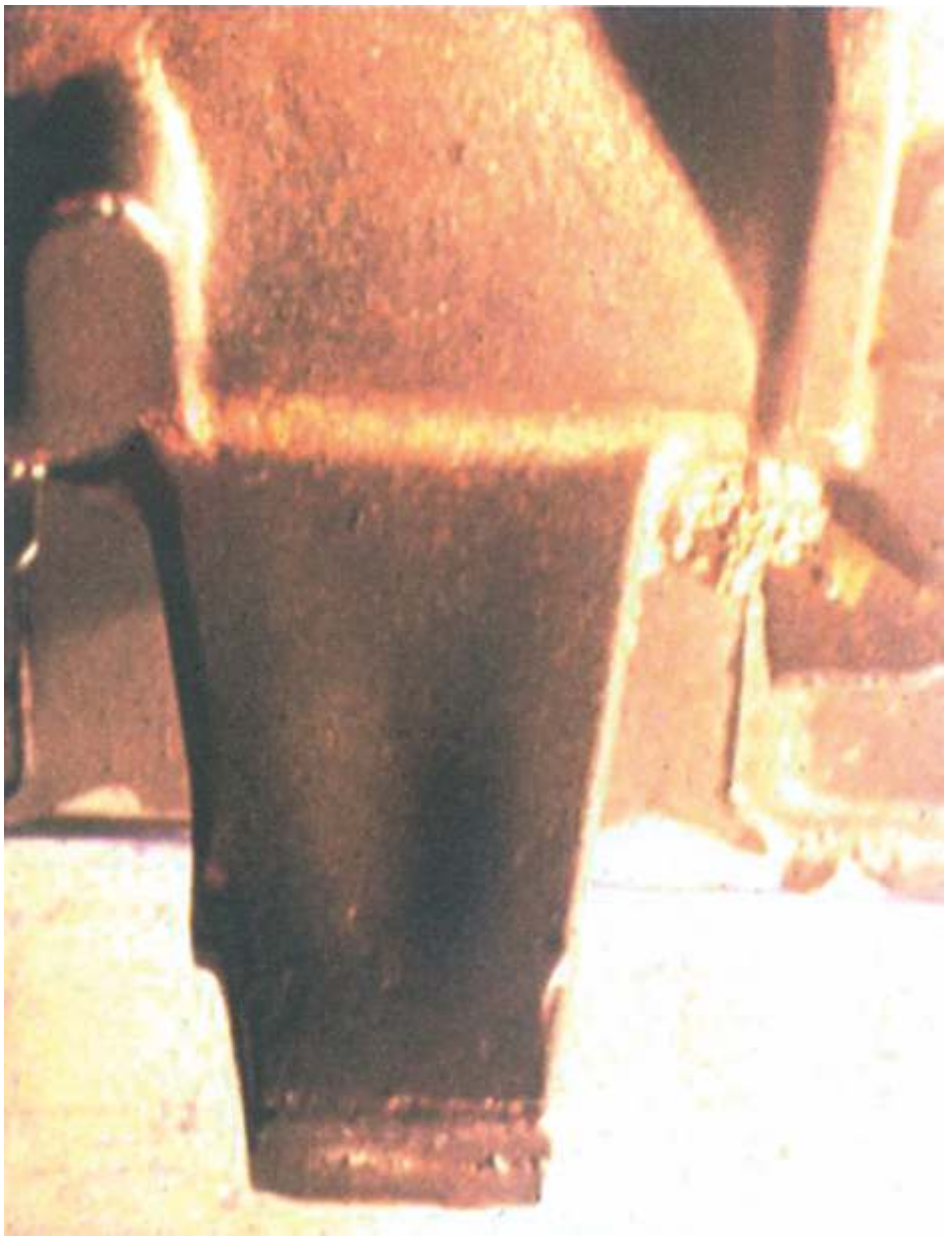
Resim 8-6. Pirinçte, sabit kalıp dökümde çok düşük sıcaklıkta kalıp kaplama erozyonundan oluşan batma ve büzülme çatlağı: (a) dökümdeki çatlak; (b) kusurun büyütülmüş hali.



Resim 8-7. Yarı kurşunlu pirinçte yanlış döküm sıcaklığı ve yetersiz besleme sonucu oluşan büzülme.



Resim 8-8. Sıvı metalin aktığı bölgenin yetersiz olmasından kaynaklanan büzülme.



Resim 8-9. Besleme eksikliği sonucu yüzey çökmesi; yüzeyi yırtmayan düzenli büzülme oluşur.

Metal Penetrasyonu

Tanım

Metal penetrasyonu kusurları, kum döküm işleminde sıvı metalin yüksek akışkanlığı ve kalıp yüzeyindeki zayıflıktan dolayı oluşur. Sıvı metal ve kalıp arasında daha az tehlikeli bir etkileşim olan yanma, kuvvetlice yapışık bir kum kabuğudur. Kalıp yüzeyinin gözle görülebilir şekilde renksizleşmesi, dökümün kullanımına bağlı olarak zararlı olabilecek şekilde mikro yapıda lokal tanecik boyutunun artması sonucunu doğurur. Yanık kum genellikle tazyikli temizleme yerine aşındırılarak giderilmelidir..

Nedenleri

1. Mekanik ve Ekipman

- Keskin köşeler

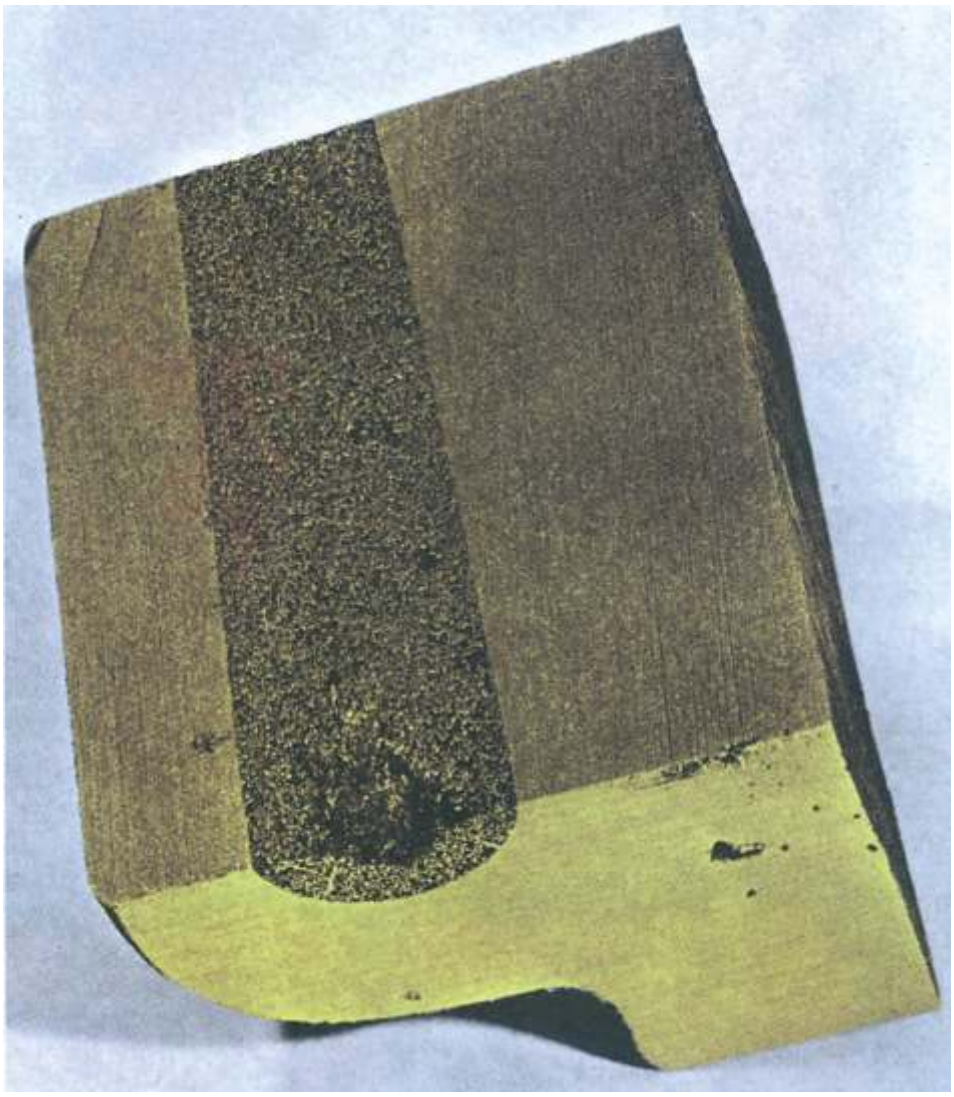
2. Kum, Maça, ve Kalıplama Uygulaması

- Kumun kötü harmanlanması
- Zayıf sıkıştırmanın neden olduğu düzensiz tanecik boyutu dağılımı
- Düşük kalıp yoğunluğu
- Aşırı kalıp geçirgenliği
- Yumuşak maçalar
- Yanlış maça malzemesi
- Kaba maça yüzeyi
- Yetersiz maça bağlayıcısı veya kürlemesi
- Kötü yamanmış alanlar
- Ayırıcı malzemenin aşırı kullanımı
- Düzenli olmayan kalıp kaplama uygulaması

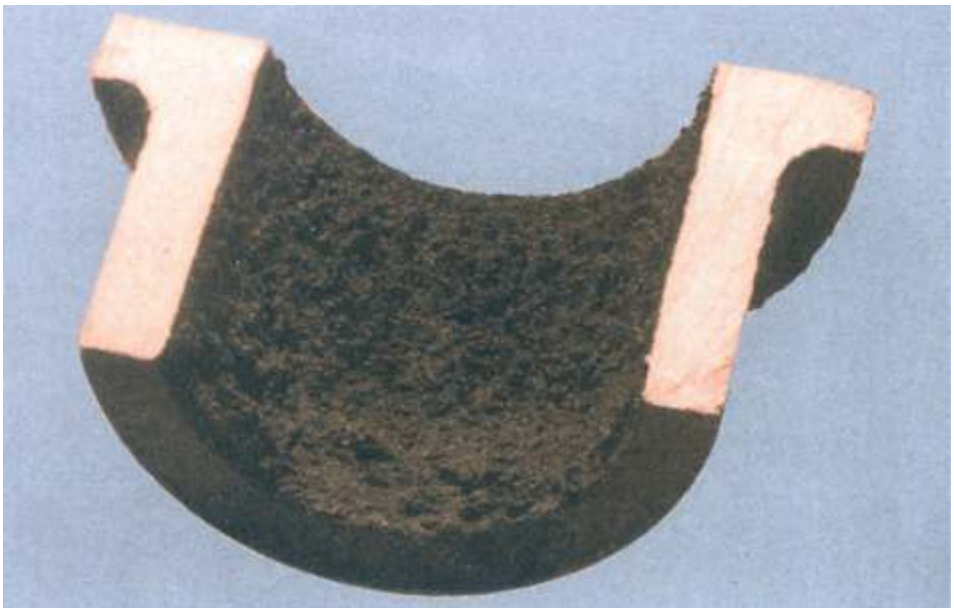
3. Yolluklama, Besleme, Dökme

- Yollukların ve besleyicilerin kumun aşırı ısınmasına neden olacak şekilde yakın yerleştirilmesi
- Çok sıcak döküm
- Aşırı döküm yüksekliği
- Döküm esnasında çalkantılı metal akışı

Resim 9-1. Pirinçte, kum dökümde yanma görülüyor.



Resim 9-2. Pirinçte, maça boyası kullanılmasına rağmen maşada metal penetrasyonu görünüyor. Çözüm kabuk maçaya geçmektir.



Resim 9-3. Yaş kum döküm fosfor bronzunda,düşük yüzey gerilimi ve yetersiz maça kaplamasından (grafit) kaynaklanan düzenli penetrasyon görülmektedir.Çözüm daha hızlı katılaşmayı sağlamak için daha yoğun ve daha iyi termal iletkenliği olan kum kullanmaktır.

Resim 9-3. Yanlış kum karışımı, aşırı metal akışkanlığı ve dökme sıcaklığı sonucu yanma veya metal penetrasyonu ile oluşan döküm.

Kalıntı Kusurları

Tanım

Kalıntı kusurları, katılaşma sırasında döküm içerisinde sıkışmış, çözülemeyen partikül maddelerin varlığı ile oluşur. Kalıntı kusurları erime sürecinden, kirleticilerden, tozlar ve diğer eriyik işleme kalıntılarından, fırın ve pota refrakterinin dağılmasından, döküm sırasında kalıp ve maça malzemelerinin ve kaplamalarının dökülmesinden ve çalkantılı dökümden kaynaklanır. Kalıntılar oksit veya intermetalik bileşikler, posa veya cüruftan oluşabilir. Tane inceltme uygulamaları sert intermetalik bileşenler oluşturabilirler. İşleme, yüzey bitirme işlemleri ve mekanik özelliklerdeki kusurlar genellikle kalıntıların varlığı ile açıklanır.

Nedenleri

1. Mekanik ve Ekipman

- Kum kalıplarda metal akışı sorunlarına sebep olan döküm tasarım faktörleri, kalıntı oluşumu eğilimini artıracaktır.
- Yetersiz kalıplamayı önleyen döküm modeli tasarımı gevşek kumun döküm içine sıkışma eğilimini arttırır.
- Kalıpların ve muhafazalarının özensiz kullanımı
- Kapatma veya maça ayarlaması sırasında kalıba kanal açılması
- Yetersiz gaz çıkışı

2. Kum, Maça, ve Kalıplama Uygulaması

- Yetersiz harmanlanmış kum
- Çok düzensiz kum taneciği boyutu
- Düşük dayanıma neden olan yetersiz kalıplama
- Metal – kalıp tepkimesi
- Zayıf Maçalar
- Aşırı ve / veya uygunsuz kürlenmiş kalıp ve maça boyaları

3. Yolluklama, Besleme, Dökme

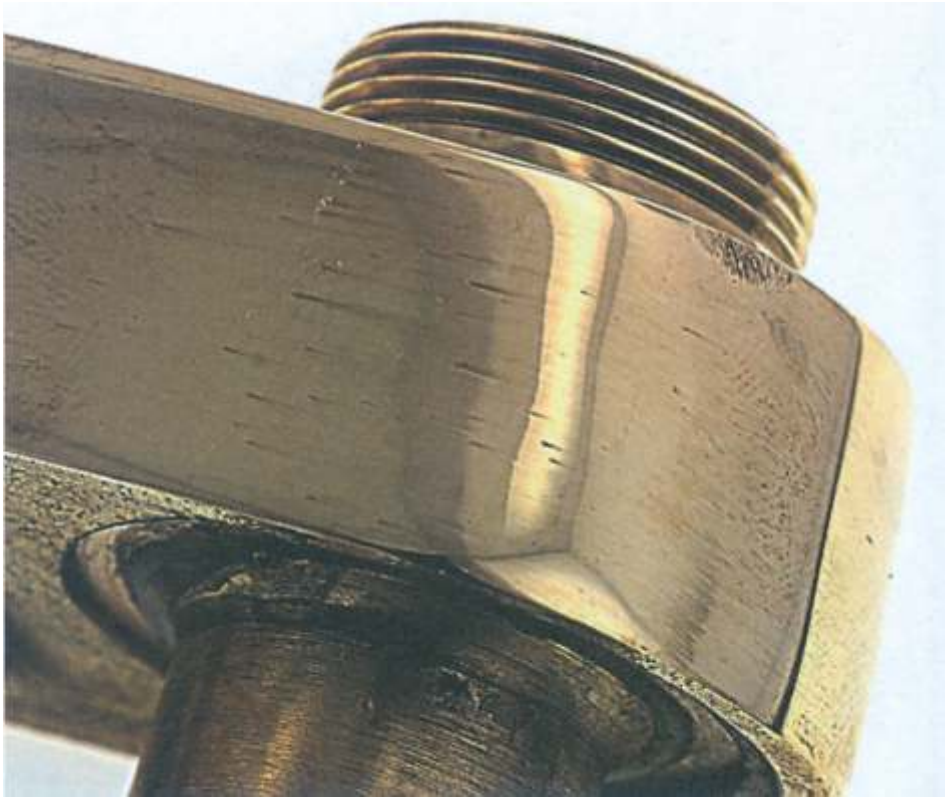
- Çalkantılı akış yaratan yolluklama sistemi
- Çalkantılı dökme
- Kirli potalar
- Döküm öncesi eriyikten posa ayırmanın yetersiz olması
- Döküm esnasında ufalanan zayıf pota refrakterleri
- Aralıklı döküm
- Aşırı döküm sıcaklığı

4. Erime ve Metalurjik

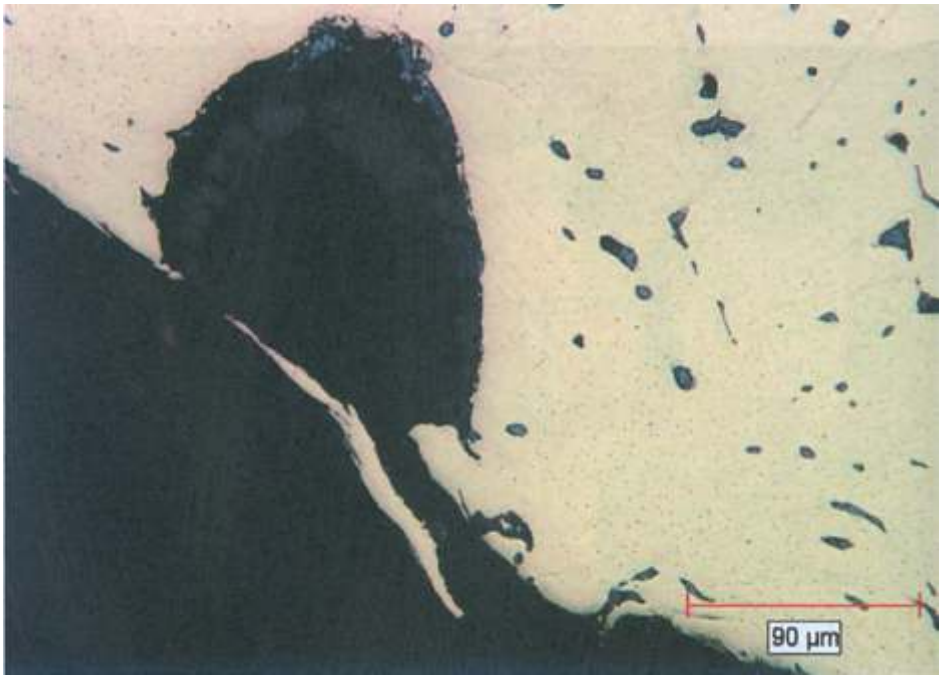
- Metal içi kalıntılar yaratan çözülebilir limitin üzerinde eser element katışıklığı
- Karışıma aşırı miktarda ince tane ve / veya oksit yüklenmesi
- Curuf kalıntıları
- Eritme ocağı refrakter erozyonu
- Aşırı erime sıcaklığı
- Eriyiğin yetersiz deoksidasyonu

Resim 10-1. Posa kalıntılarına sahip pirinç döküm.

Resim 10-2. Kum dökümde, pirinçte vana gövdesi, maça erozyonu ile oluşan kum kalıntıları.



Resim 10-3. Talaşlı işlemden sonra polisajlı pirinç yüzeyinde oluşan kuyruklu yıldız lekeleri. Bor ile tane inceltme işlemi sonucu oluşan demir-bor kalıntıları.



Resim 10-4. Pirinçte sıkışmış kum tanesi. Çalkantılı döküm ve / veya zayıf kum sonucu oluşan kalıp erozyonu.

Resim 10-5. Bor ile tane inceltme yapıldığında pirinç içinde partiküller içeren demire sıklıkla karşılaşılır; demiri %0.05'in altında tutarak hata giderilebilir.

Resim 10-6. Pirinç dökümde bir makro kalıntı muhtemelen bir refrakterli kalıp erozyonudur.

Resim 10-7. Alüminyum bronzunda,aşırı kalıntı oluşumunun döküm öncesi giderilmemesi sonucu döküm üzerinde görülen kötü yüzey.

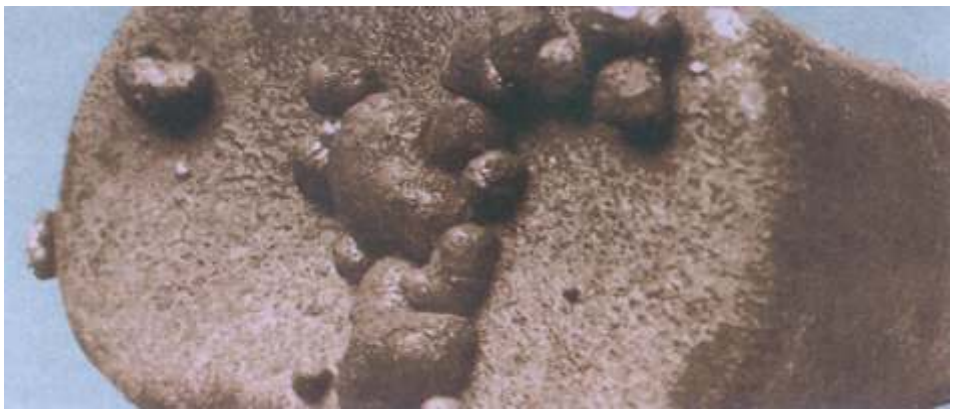
Diğer

Tanım

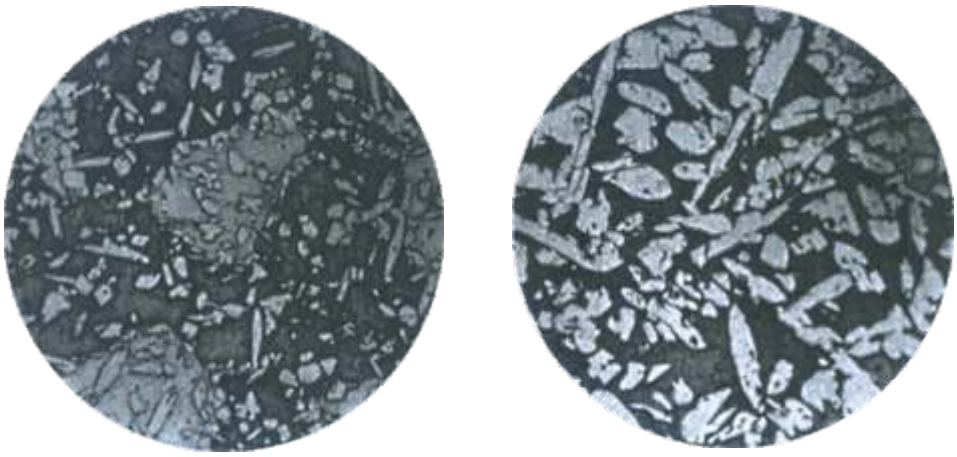
Bakır alaşımlarında, düşük sıcaklıkta metal alaşım bileşikleri (kurşun, kalay) ile ilgili karşılaşılan bir diğer kusur katılaşmanın sonraki aşamalarında ayrışarak dökümün yüzeyinden sızmasıdır. Kalan sıvının sızması büzülme kuvvetleri ve açığa çıkan gazın basıncı nedeniyle oluşur. Bu yüzey kusura genelde mikro gözenekler eşlik eder. Kalay terlemesi buna bir örnektir.

Parlama veya çinko yanması, gözle görülebilen, aynı zamanda döküm içeriğinde aşırı çinko azalmasına eşlik eden yüzey bozulması şeklinde kendini gösterir. Ağırlıklı olarak düşük bakırlı pirinç alaşımlarda oluşur. Ergitme ve dökme sıcaklıklarının yüksek olması sonucu oluşur.

Talaşlı işleme sırasında parça üzerinde ağır gerilim sonucu dökümde çatlaklar meydana gelebilir. Herhangi bir alaşım segregasyonu veya kalıntısı bu problemi daha da büyütebilir.



Resim 11-1.Kurşunlu kalay bronz döküm. Sızıntıda kalay terlemesi cüruf görülüyor.

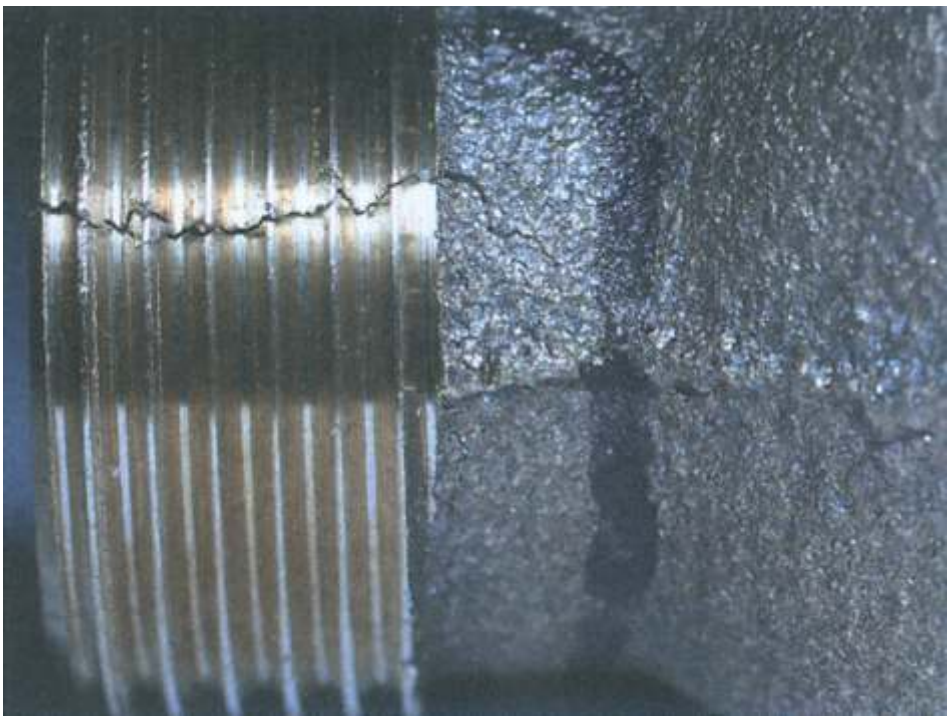


KABUL EDİLEBİLİR **KABUL EDİLEMEZ**

Resim 11-2. Kabul edilemez mangan bronzu mikroyapısı tamamlamadan sonra bile daha az çinkoya sahiptir ve düşük mekanik özellikler gösterir.

Resim 11-3. Kızıl pirinçte, uzun katılaşma süresi ve gaz çıkışından kaynaklanan kalay sızması görülmektedir. Problem düzgün gaz alma ve doğrusal katılaşma ile giderilir.

Resim 11-4. Pirinç döküm kırığı, işleme sonrasında farkedilmiş; muhtemelen işleme sırasında yüksek kalıcı gerilme ve / veya sıcaklık nedeniyle oluşmuş.



Resim 11-5. İşleme sırasında çatlamış kurşunsuz pirinç döküm, yüksek gerilim ve ısı nedeniyle oluşmuş.

Resim 11-6. Pirinç döküm üzerinde aşırı darbeli veya kumlamalı temizleme nedeniyle oluşan aşırı püskürtme hasarı

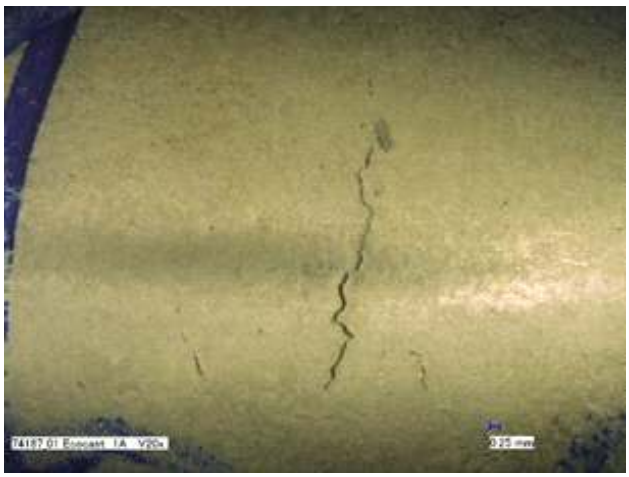
Ecocast Dökümündeki Hataların Araştırılması

Üç adet ECOCAST döküm parçalarında farklı hatalar araştırılmıştır.

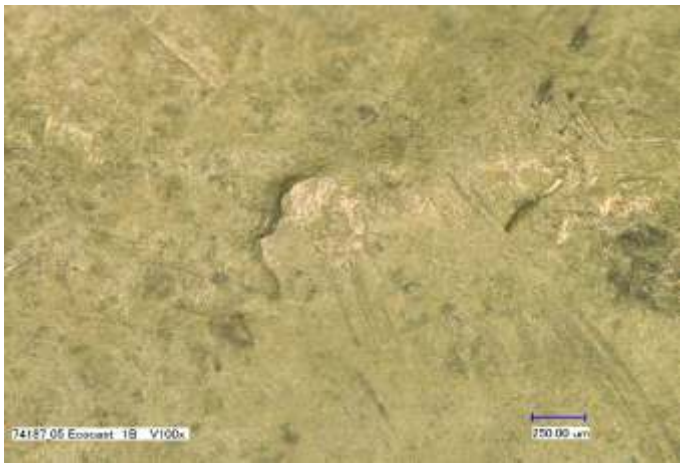
Araştırılan Cisimler

(1)Yüzeyinde çatlak olan (Resim2) ve yüzeyinde bir yerinde düzensiz şişlik olan (Resim3) boru şeklinde bir parça (Resim1).
(2)Üzerinde oyuk olan bir tahliye vanası (Resim4). Oyuğun olduğu yerde (Resim5), mavi renkli bir yüzey içeriği gözlemlenmiştir (Resim6). Farklı bir yerde ince yüzey çatlakları gözlemlenmiştir (Resim7).
(3)Konik biçimli parçanın ortasındaki delik (Resim8). Deliğin iç yüzeyindeki kusurlu alanlar sergilenmiştir Resim9).

Resim 12-1: Parça 1, yüzey çatlağı sergiliyor ve resmin sağ kenarında yuvarlak içinde şişlik belirtilmiştir.



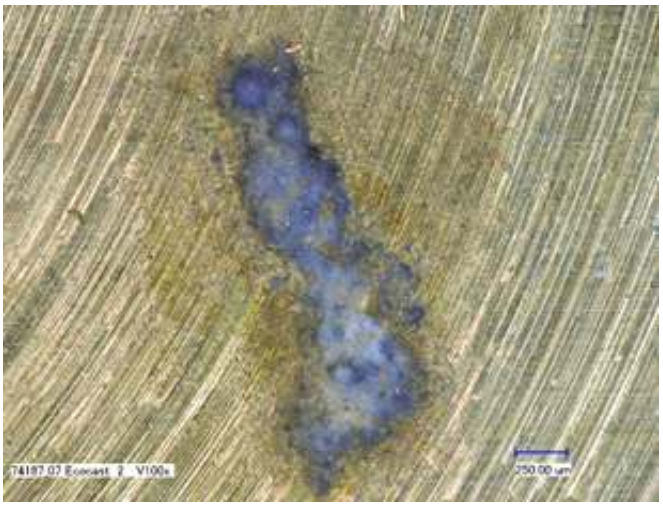
Resim 12-2: Parça 1'deki yüzey çatlağının dijital mikroskoptaki büyütülmüş görüntüsü.



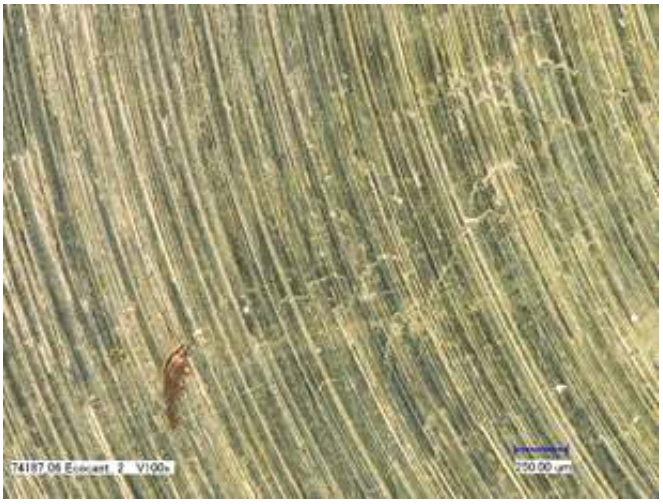
Resim 12-3: Parça 1'deki yüzey şişliğinin dijital mikroskoptaki büyütülmüş görüntüsü.

Resim 12-4: Parça 2, tahliye vanasının gövdesi. Parçanın merkezindeki büyük oyukta iki adet hatalı bölge tespit edildi.

Resim 12-5: Büyük oyuğun dibindeki hatalı bölgeler.



Resim 12-6: Büyük oyuğun dibindeki hatalı bölge: Mavi yüzey kirliliği.



Resim 12-7: Büyük oyuğun dibindeki hatalı bölge: İnce yüzey çatlakları.

Resim 12-8: Parça 3, konik parçanın merkezindeki delik.

Resim 12-9: Deliğin içindeki hatalı bölge.

Araştırma Yöntemleri

-Büyütülmüş resimler için dijital mikroskop kullanılmıştır.

-Metalografik hatalı kesitler optic mikroskop ile araştırılmıştır.

-Taramalı electron mikroskobu (SEM), Enerji ayırıcı X-Ray spektroskopisi (EDX) ile birleştirilmiştir.

Sonuçlar

Parça 1

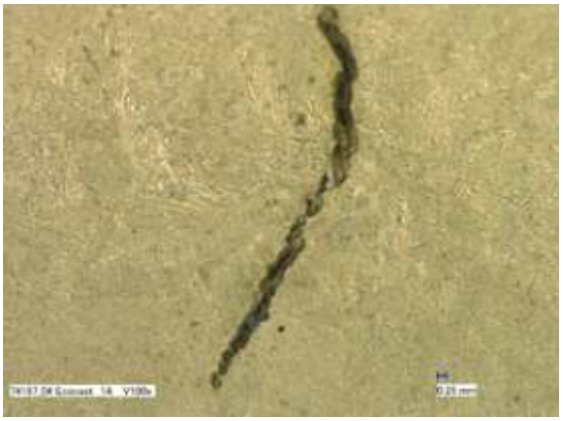
Yüzey Çatlakları

Resim10'daki büyütülmüş görüntüde, yüzey çatlağının geniş olduğunu daha net görebilmekeyiz. Çatlak kenarı oldukça düzgün ve hatta çatlak ucu yuvarlak şekilli.

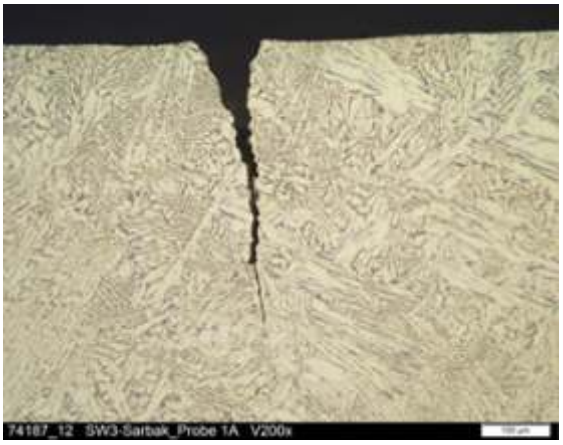
Metalografik kesit ile çatlak bulunmuştur (Resim11). Kesitte çatlağın yüzeye dik ve malzemeyi birkaç yüz µm yardığı görülebilmektedir.

Çatlağın şekli bize çatlağın kaynağının ısıl gerilme çatlaması veya sıcak yırtılma olduğunu söylüyor. Bu, özellikle ince cidarlı ürünlerde maça kullanımında oluyor.

Bu varsayıma göre çatlaktaki yüzey kırılması, yüksek sıcaklıktaki oksidasyondan kaynaklanan paslanmadan ve yüzey morfolojisindeki sütunlardan oluşmaktadır (Resim12).



Resim 12-10: Parça 1'deki yüzey çatlağının büyütülmüş görüntüsü.



Resim 12-11: Parça 1'deki çatlak yüzeyine dik kesit görüntüsü.

Resim 12-12: Parça 1'deki yüzey çatla-ğının kırılma yüzeyi. Çatlağın orjinal yüzeyinde en üstte sadece paslanmış ve pürüzlü yüzey var. Alt taraf, üstteki çatlağın etkisi ile oluşmuştur.

Yüzey Şişliği

Yüzey şişliğine dik kesitten incelenen görüntüde hiç bir düzensizlik bulgusu ile karşılaşılamadı, öyleyse yüzey şişliği muhtemelen döküm kalıbı ile alakalı. Bu, yine de araştırmayı doğrulayamaz.

Resim 12-13: Parça 1'deki yüzey şişliğine dik şekilde alınan kesit görüntüsü.

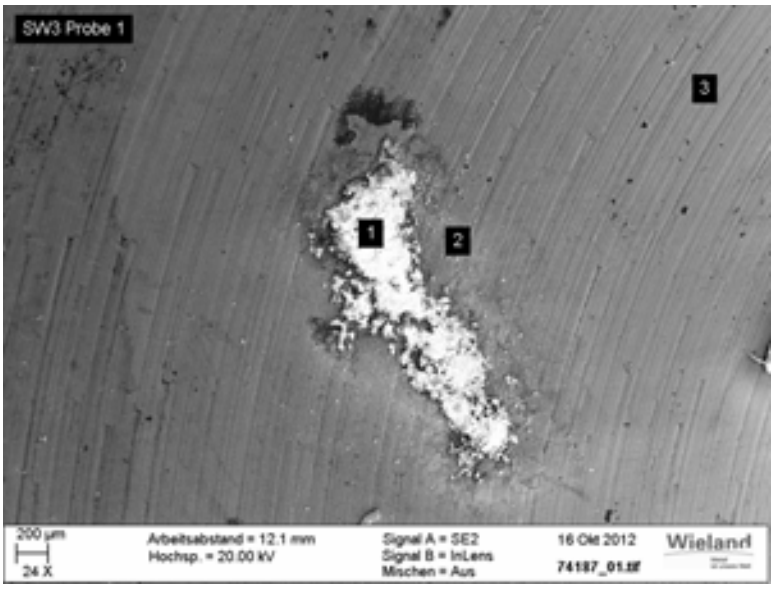
Parça 2

Yüzey Kirliliği

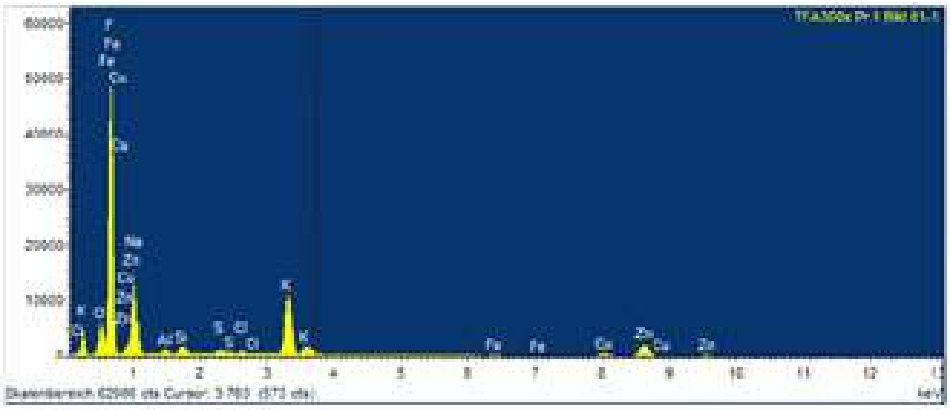
Resim 6'da gördüğümüz üzere, yüzey kirliliği işlenmiş parçadaki oyuğun dibindeki yüzeydeydi. Kirlilik işlemeden etkilenmemiştir. Böylelikle oyuğun işlenmesinden sonra ortaya çıkmış,belki de aniden işlemeden sonra işleme merkezinde olmuştur.

Oyuktaki mavi renkli hatanın kimyasal kompozisyonuna bakmak için SEM'e bağlanmış EDX kullanılmıştır (Resim14,15 ve Tablo1). Alaşım elementleri olan bakır, çinko ve silisyum'un yanında önemli miktarda flor, sodium, potasyum, oksijen ve alüminyum tespit edilmiştir.

Bu bilgi ile birlikte kirliliğin kaynağının nedeni, üretim prosesi olarak tespit edilmiştir.



Resim 12-14: Yüzey kirliliğinin SEM görüntüsü.



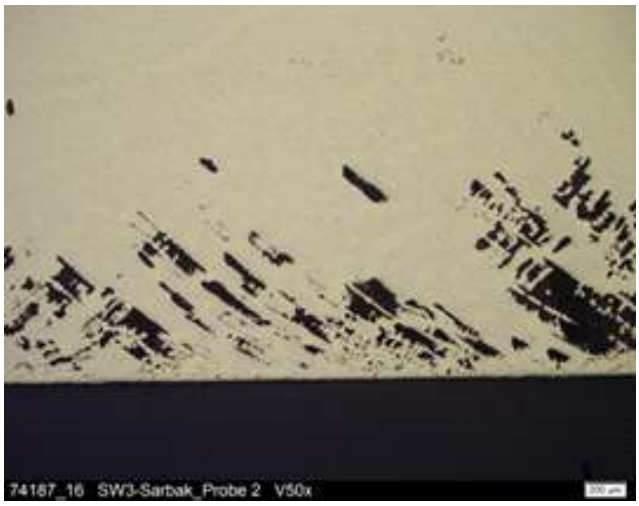
Resim 12-15: Resim 12-13'te görülen bölgenin EDX analizi.

Element	Massen%	Atom%
O K	7.30	9.91
F K	62.67	71.67
Na K	9.97	9.42
Al K	0.42	0.34
Si K	0.77	0.59
S K	0.29	0.19
Cl K	0.22	0.13
K K	7.19	3.99
Fe K	0.21	0.08
Cu K	2.10	0.72
Zn K	8.87	2.95

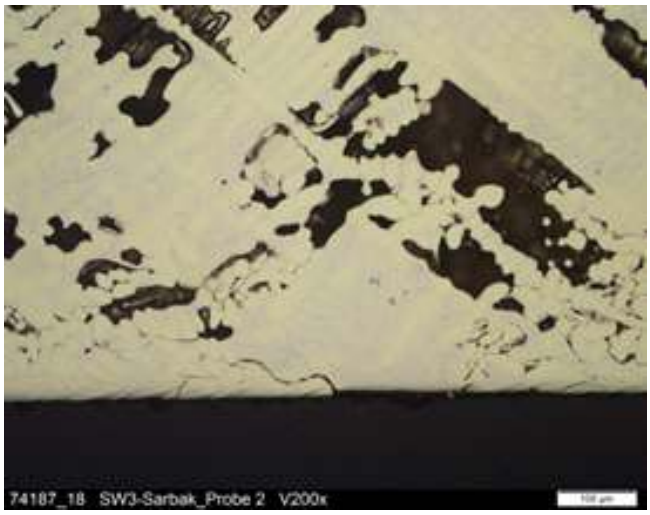
Tablo 12-1: Resim 12-13'te görülen bölgenin kimyasal analizi.

Yüzey Çatlakları

Aynı oyukta bulunan ince yüzey çatlaklarına ait dik kesitteki metalografik görüntüde, yüzey çatlaklarının çekinti boşlukları ile bağlanmasından kaynaklandığı görülmüştür.



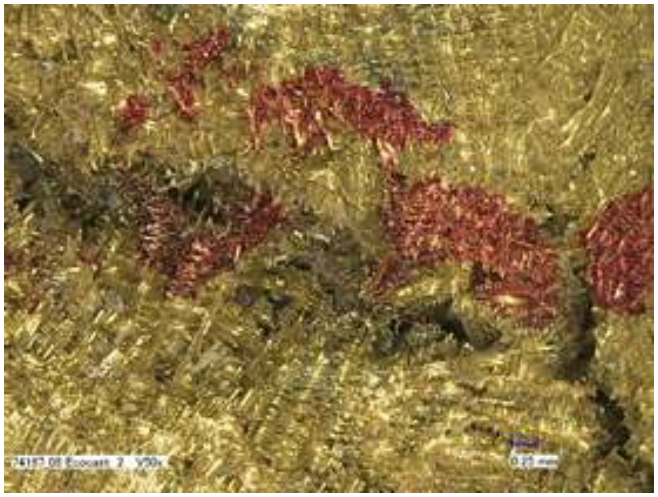
Resim 12-16: Metalografik dik kesit numunesinde Parça 2'deki ince yüzey çatlakları. Bu alanda büyük çekinti boşlukları görülebilmektedir.



Resim 12-17: Resim16'nın daha yakından büyütülmüş görüntüsü.

Parça 3

Parça 3 için, makroskobik araştırma sonucunda dentritik katılaşma yüzeyinin olduğu tespit edilmiştir (Resim18). Bu hatanın kaynağı da çekinti boşluğudur. Resimdeki netlik enine kesit incelemesine gerek bırakmadı.



Resim 12-18: Delikteki hatalı bölgenin büyütülmüş görüntüsü, dentritik katılaşma yüzeyini göstermektedir.

Alçak Basınç Dökümlerin Döküm Hatalarının Tahmini

Bu çalışmanın amacı su muslukları için üretim masraflarının azaltılmasını mümkün kılmaktı. Üretimde, 0,5 mm'lik pirinç yüzey hatalarını önlemek için yüzeyden yukarıda olmalıdır ve buradaki amaç da bu ölçüyü 0.2mm'ye kadar indirmekti. İstatistiksel örnekleme ve neredeyse sabit döküm ısısını sağlamak için yüze yakın döküm 10 parçalık diziler halinde yapılmıştır.
Pres maçalar yerleştirildikten sonra hava üfleme ve çelik fırçalama yoluyla her diziden sonra temizlenir. Pres aynı zamanda ocak besleyici tüpü üzerinde de soğuk dökümlerin engellenmesi ve diziler arasında döküm şartlarını dengelemek için her diziden önce ısıtılır. Her bir diziden önce, ilk daldırmadan evvel spreyleme yapılarak ilk kaplama yapılır. Eğer döküm dizileri sırasında grafit belirtileri göründüyse döküm yüzeyinde işaretlerin görüldüğü yere küçük bir fırça yumuşak bir şekilde bastırılmıştır ve bu da işaretlerin ortadan kaldırılmasını sağlamıştır. Yolluk sisteminin bir yarısı Resim 13-1'de gösterilmiştir.

Resim 13-1. Dökümlerde kullanılan yolluk sistemi.

Döküm ocağına döküm döngüsü sırasında kalıp ve erime ısılarının ölçülebilmesi için sekiz ısıl çift eklenmiştir. Döküm parametreleri aşağıdaki parametre penceresindeki gibi değişmiştir.
Döküm ısısı: 1010°C - 990°C, döküm vanası zamanı: 7.0s - 9.0s, bekleme zamanı: 1.5s - 2.5s, daldırma zamanı: 1.7s - 2.2s ve daldırma solüsyonundaki -% karbon: 12% - 25%.

Tablo 13-1. Farklı döküm dizileri için kullanılan döküm parametreleri.

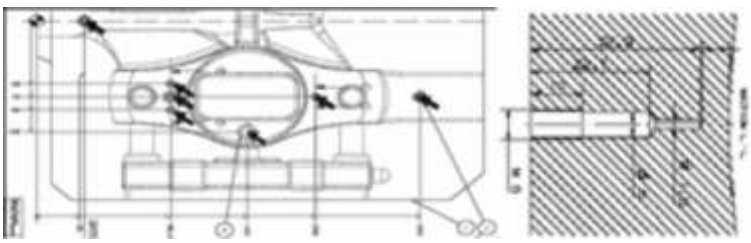
Dizi No.	Isı °C	Vana zamanı s	Bekleme zamanı s	Daldırma zamanı s	Karbon %	Basınç çubuğu
1	1010	7.0	1.5	1.7	12	430
2	1010	9.0	1.5	1.7	12	430
3	1010	7.0	2.5	1.7	12	430
4	1010	7.0	1.5	2.2	12	430
5	990	7.0	1.5	1.7	12	430
6	990	9.0	1.5	1.7	12	430
7	990	7.0	2.5	1.7	12	430
8	990	7.0	1.5	2.2	12	430
9	990	7.0	1.5	1.7	25	430

Dizideki her bir döküm diziye dair ayrı bir tanıtma işareti ile büyük kum maçaya kazınarak işaretlenir. O zaman her bir dökümün dizisi taşlama ve dışarıdan cilalama sonrasında bile belirlenebilir. Yolluk ve besleyicilerin kesilmesinden sonra dökümler laboratuvara gönderilmiştir. Sadece sağ taraftakiler cilalanmıştır ve sol taraftaki dökümler yapıldıkları şekilde bırakılmışlardır. Her bir dizinin son dökümü bir istisnai durum olarak bölünme çizgisi boyunca ikiye ayrılmıştır. Bundan sonra dökümün üst tarafı karşı yönlerde, Resim 13-2'de gösterildiği gibi bölünme çizgisine normal olarak tekrar kesilmiştir.

Resim 13-2. Her sırada, son dökümün kesilmesine bir örnek.

Ham döküm yüzeylerinden herhangi bir malzeme alınmadan önce dijital fotoğraflar çekilmiştir. Aynı yerlerde cilalama işlemi yapıldıktan sonra yeni fotoğraflar da çekilmiştir. Her bir dizi esnasında ve dökümdeki kaldırma ve solüsyona batırma işlemleri yapıldıktan sonra iki yarının da termokamera ile resimleri çekilmiştir.

Biri besleyici tüpte ve yedisi preste olmak üzere sekiz ısıl çift (TC) döküm döngüsü sırasındaki ısı gelişimini ölçmek için kullanılmıştır. Ayrıca son dökümde de maçaların içersine bir ısıl çift yerleştirilmiştir. Isılçift yerleri ve ısılçift eklemeleri sistem Resim 13-3'te gösterilmiştir.



Isıl çiftlerin dördü Resim 13-3'te gösterildiği gibi ısıl çiftlerin uçlarının yüzeyden 5 mm olacak şekilde yerleştirilmiştir. Üç ısıl çift, ısı transferi çarpanının ters modellemesi için gerekli olacak veriyi üretmek için, birbirine bitişik bir şekilde sol tarafa yüzeyden 5, 10 ve 15 mm mesafelerde yerleştirilmiştir. En düşük seviyedeki ve Resim 13-3'ün ortasındaki ısıl çift genelde üretim bilgisinin de olduğu yer olan bir kalıbın içerisine yerleştirilmiştir. Ayrıca kalıp yüzeyinden 2 mm mesafeye de yerleştirilmiştir ve kalıp etrafını kaplayan pres ile karşılaştırıldığında yüksek bir hizaya getirildiğinde ısı değişikliklerine verilen cevap iyi yönde değişmektedir ve ısılar diğer ısıl çiftlerinkinden daha yüksek olur.

Besleyici tüpüne yerleştirilen ısıl çift dışarıya tüpün birkaç milimetre içine doğru çıkı bir şekildedir. Bu ölçüler ile ilgili olarak problemler meydana gelmiştir: ölçülen ısılar tüpteki sınır tabakası etkisinde bağlı olarak çok düşük olmuştur ve ölçüm kafası katılaşmış metal toplamıştır.

Bu çalışmada aynı zamanda, simülasyon sonuçları ile hatalar arasındaki olası korelâsyonları ele almayı amaçlayan bir simülasyon bölümü de bulunmaktadır. Çünkü daldırma işlemi herhangi bir döküm simülasyonu programı ile simüle edilemez ve grafit birikmesi ve nem direk bir şekilde tahmin edilemez. Kaplamaların etkisi ısı transferi çarpanı (HTC) kullanılırken değerlendirmeye alınabilir.

Bu çalışmanın sonuçları aynı zamanda çekilme hataların ve sınırlayıcı şartlar için simülasyon modelini geçerli kılmak için de kullanılmıştır. HTC değerlerini geçerli kılmak için döküm simülasyonlarına, gerçek döküm deneylerinde asıl ısıl çiftlerin yerleştirildiği yerlerle tam olarak aynı yerlere sanal ısıl çiftler yerleştirilmiştir. Daha sonra simüle edilmiş ısı kıvrımları aslında ölçülenlerle karşılaştırılmıştır.

Çalışma Sonuçları
İlk olarak kaba döküm yüzeyler görsel olarak incelenmiş ve hata türleri aşağıda gösterilen kategorilere göre sınıflandırılmışlardır. Taşlama işlemi öncesi ve sonrasında bir grafit oluşum hatası Resim 13-4'te gösterilmiştir:

Çarpma İşareti
-Yüzeyde derin ve keskin izler.
-Sıcak dökümlerin bir kap içerisinde bir araya getirilirken birbirlerine vurmaları sonucu oluşur.

Grafit Küresi
-Yüzeyde siyah bir nokta, lokal bir hata.
-Kaplama yüzeyi veya solüsyonda küçük grafit parçacıkları.

Grafit Oluşumu
-Döküm yüzeyinde uzun ve sığ bir iz, bir çatlağa benzer ancak kenarları keskin değildir.
-Pres kaldırıldığında ve kaplama banyosundan başka bir yere çevrildiğinde daldırma kaplaması aşağıya akmaktadır.

Grafit Akışı Hareketleri
-Bir önceki ile aynıdır ama işaretler dizisel döngüler halinde bir araya gelmektedir.
-Eğer grafit oluşumu çok büyükse bir dahaki daldırma sırasında kaybolmayacak ve daha da büyüyor olacaktır.

Grafit Birikimi
-Kolayca akması zor olan pres boşluğundaki bazı belirli yerlerde biraz boşluk kalacaktır.
-Boşluğun köşelerindeki lokal hatalardır.

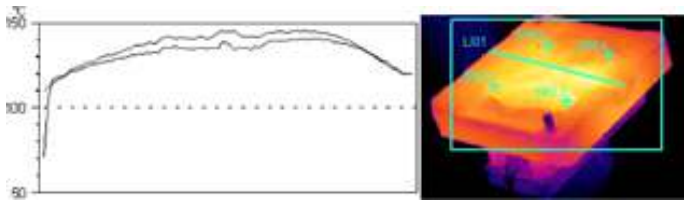
Grafit İşareti
-Döküm yüzeyindeki küçük delikler grubudur.
-Soğuk bir döküm veya doldurma sırasındaki ıslak bir kaplama yüzünden gerçekleşir.

Curuf Hatası
-Ergimedeki curuflar, açık kahverengi veya beyaz işaretler, grafit ya da kum içermezler.

Resim 13-4. Taşlama öncesi ve sonrasındaki bir grafit oluşumu yüzey hatası.

İncelemenin sonucu, dökümlerin uygunsuz bir şekilde taşınmasından kaynaklanan (çarpma işaretleri) ve cüruflar haricinde, tüm yüzey hatalarının grafit kaplama ile ilgili olduğunu göstermektedir. Çatlama, soğuk döküm hataları veya eksik doldurma gibi tipik döküm hatalarına rastlanmamıştır. Bu da döküm deneylerinde çok dar bir işlem parametreleri penceresi kullanıldığını göstermektedir.

Hatalar daha yakından analiz edildiğinde işlem parametreleri ve yüzey hatları arasında, grafit içeriğin %12' den %25'e yükseltildiği son dizi haricinde, açık bir bağlantı görülmemiştir. Bu dizide grafit birikmesi her dökümde grafit oluşumuna sebep olmuştur.Bir inceleme yöntemi de hatalı parçalar çıkaran döküm dizileri sırasında kalıptan çekilen termokamera resimleri ile hatasız parça çıkranlar sırasında çekilen resimleri karşılaştırmaktır. Termokamera resimlerinin az sayıda olmasından dolayı örnekleme de oldukça küçük oranda yapılabilmiştir. Resim 13-5'te dizi 5'te sadece ilk iki parçada dizi 6'da ise 7. 8. ve 9. dökümlerde grafit topların olduğu iki durum karşılaştırılmıştır. Dizi 5 ve 6'da döküm 8'den ölçülen ısı değerleri Tablo 2'de verilmiştir.



Resim 13-5. Dizi 5 (daha düşük) ve 6 sırasında kalıp ekseninde (LI01) termokamera ile ölçülmüş ısı profilleri.

Tablo 13-2. 5 ve 6 nolu döküm dizilerinde SP01, 02, 03 ve 04 (Resim 13-3) noktalarında ölçülen ısılar.

Nokta	Dizi 5 döküm 8 (°C)	Dizi 6 döküm 8 (°C)
SP01	132.2	135
SP02	138	145
SP03	126	128
SP04	117	116

Küçük bir örnekleme yapılmasına rağmen daha yüksek ısıların grafit toplarının oluşmasına sebep olduklarına dair bir belirtiye rastlanmıştır. Bu sürekli bir ısı görüntülemenin ve işlem kontrolünün daha iyi bir döküm kalitesi ile sonuçlanabileceğini öne sürüyor.

Tecrübeli makine operatörleri ile yapılan görüşmelerde bazı kullanışlı deneysel bilgiler elde edildi. Bu bilgi çoğunlukla işlem sırasındaki kaplama şekli ile ilgiliydi. Her şeyden önce operatörler spreylenen kaplamanın batırılmış kaplama ile geri itici tarzda bir etkileşimi olduğunu ama bu kombinasyonun o an için sahip olduklarının en iyisi olduğunun farkına varmışlardı.

Bu kombinasyon oldukça sık bir şekilde grafit işaretlerine sebep olmaktadır. Öyle görünüyor ki nem ilk birkaç döngü sırasında düzgün bir şekilde buharlaşmıyor ve kaplamanın sıkıştırılması için hafif fırçalama gerekiyor. Grafit kaplama normal üretim sırasında oldukça sabit bir şekilde gelişiyor gibi görünüyor ve bu zaten bu çalışmada kullanılanlarla karşılaştırılabilecek kısa dizlerde bile görünür bir biçimdeydi. İlk dökümde oluşan bazı hatalar 3-5 kere görülmüş ama daha sonra yok olmuşlardır. Bu kaplama tabakasının önce oluşup sonra da belirli bir gelişmeden sonra çöktüğüne işaret olabilir. Üretim sırasında açıkça görülen başka bir şey de, pres boşluğunun şekli gibi, döküm parçasının şeklinin etkisidir. Daldırmada pres etraftaki pres vanalarını döndürerek grafit solüsyon içerisine indirilir. Bu solüsyonun pres boşluğu yüzeyi boyunca akmasına izin verir ve bu akışın hızı da parametrelerden bir tanesidir.

Boşluk şekline bağlı olarak, tüm daldırma zamanı olarak gerek duyulmasa da daldırma hızını değiştirerek bazı geliştirmeler mümkün kılınmıştır. Bu üzerinde çalışılması ve optimize edilmesi oldukça zor bir faktördür. Hata oluşumda kesinlikle etkisi olan ama incelenmesi zor olan diğer faktörler operatörün yaptıklarından kaynaklanmaktadır. Maçaların ne kadar hızlı kurulduğu, presin ne kadar iyi temizlendiği ve parça dışarı alındıktan sonra presin ne kadar hızlı daldırıldığı gibi durumlarla ilgilidir.

KAYNAKLAR

1- Casting Defects Handbook – American Foundry Society
2- Experimental Work on Possibilities to Predict Casting Defects in LPDC Brass Castings – MUIKKU A., HARTIKAINEN J., VAPALAHTI S., TIAINEN T.
3- www.sarbak.com.tr
4- www.ekosari.com
5- tr.wikipedia.org
6- www.scientific.net
7- A Dictionary of Alloys, Cornell University. SIMONS E.N. (1970)
8- Nature's Building Blocks: an A-Z Guide to the Elements. EMSLEY J. Oxford University Press
9- Sarı Metal “Pirinç”, Sarbak Metal A.Ş. (2010)
10- Bakır ve Bakır Alaşımları “İşlenebilirlik”, Sarbak Metal A.Ş. (2011)
11- Cast Metals Handbook, American Foundryman's Association (1957)
12- www.brass.org
13- www.astm.org
14- www.kupferinstitut.de

PİRİNÇ TARİHİ

Pirinç, bakırın bulunuşundan bu yana bakırla birlikte kullanılmaktaydı. Son bin yıldır pirinç bakırdan ayrı olarak özel mühendislik amaçları için kullanılmaya başlandı. Başlangıçta bakır ve kalay kullanılarak bronzdan kap, sahan gibi mutfak eşyaları yapılmaktaydı. Eski Mısır uygarlığı bakırı çok iyi tanıyordu ve Mısır hiyerogliflerde aynı zamanda sonsuz yaşamın da simgesi olan ankh sembolü ile gösterilmekteydi. Eski Mısırlılar, bakır ve bakır alaşımlarının kullanım ömürlerinin uzunluğunu takdir etmekteydiler. Kalay, daha kolay elde edilebiliyor olduğundan bronz günlük yaşamda daha çok kullanılmaktaydı. Pirinç altına benzerliğinden dolayı görsel amaçla kullanılmaktaydı. Antik Yunanlar pirince '*oros'* (dağ) ve '*chalcos*' (bakır) kelimelerinden oluşan 'oreichalcos' ismi vermişlerdi. Pirinci beyaz parlak bir bakır çeşidi olarak adlandırıyorlardı.

Romalılar pirince 'aurichalum' diyorlardı ve altın renkli mığferlerinin imalatında ve kuyumculuk işlemlerinde kullanmaktaydılar. Parlak altın renkli pirinçlerden değerli süs eşyası yapmak için %11-28 arası çinko oranlı alaşımlardan kullanmaktaydılar. Metal işiyle süslemeye en müsait süneklik sağlayan alaşımı %18 çinko oranlı kompozisyon olarak belirlemişlerdi. Bu, günümüzde de aynı işler için kullanılmakta olan 20/80 yaldız metallerine çok yakındır.

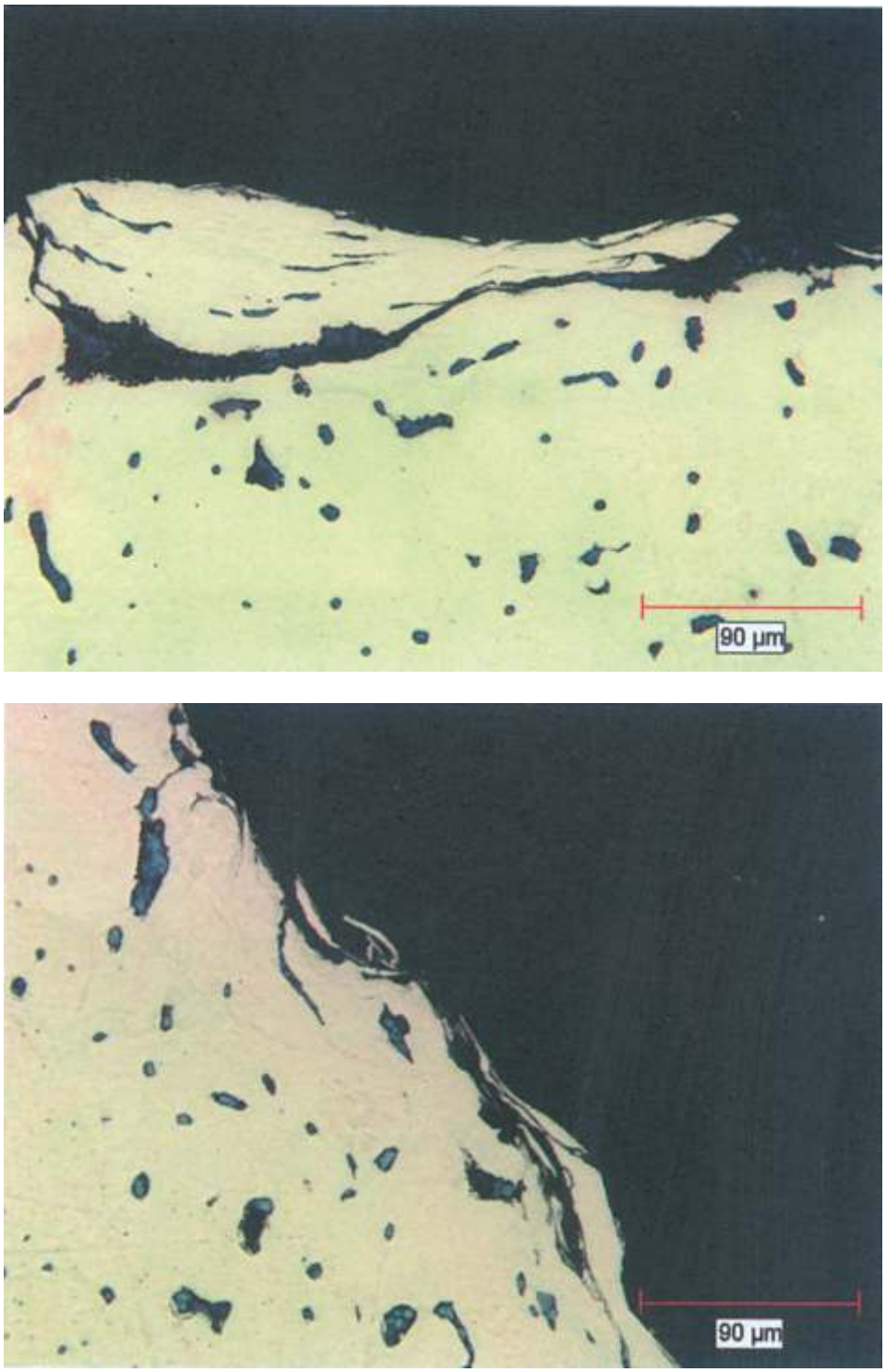
Çinkonun 420°C 'de ergimesi ve 906°C kaynaması ve bu arada oluşan çinko oksitlerin odun kömürü ile curuflarının alınıp saflaştırılmasının öğrenilmesi ancak 18. yüzyılda oldu. Saf çinko yokken pirinç yapmak için çinko-karbonat kristali olarak doğada bulunan smitsonit cevheri ile bakır, potada eritiliyordu. Isı, cevheri eritip sıvı metal haline getirdiğinde bakır ergimemiş oluyordu. Çinko buharı bakırın yüzeyinden nüfuz ederek pirinç formuna dönüşüyordu. Daha sonra alaşımı homojenleştirmek için tekrar ergitilmekteydi.

Ortaçağda hala saf çinko elde edilememekteydi. Çinko cevheri olan ve yapısında çinko oksit ile çok az demir oksit bulunduran kalamin mineralinden pirinç yapılabilmeye başlandı. Kilise anıtlarında taş yer döşemelerinin arasına ince pirinç tabakalardan yerleştirerek ölümün hep hatırlanması vurgulandı. Genelde %23-29 çinko oranları ile bazen de kurşun ilavesi kullanılmaktaydı.Aynı zamanlarda pirincin geri dönüştürülüp yeniden ergitilmesi de yapılmaya başlandı.
Yün yapımında pirinç malzemelerin kullanılması endüstriyel devrim ile birlikte daha da yaygınlaştı. Daha sonra iğne ticareti önem kazandı. İğne yapımında % 15-20 çinko oranıyla soğuk şekil vermeyi kolaylaştırmak için az miktarda kurşun ve kalay ilaveleri yapılmaktaydı. Pirincin kolay imalat özellikleri, kolay işlenebilirliği ve korozyon dayanımı birçok hareketli aksamın imalatında standart metal haline gelmesini sağladı. Artık küçük büyük tüm saatler, gemicilik yön bulma cihazları pirinçten yapılır olmuştu.

İlk önceleri pirinç teller el ile çekiliyor ve pirinç tabakalar preslenerek imal ediliyorlardı. 1697 ilk haddeleme tezgahları pirince şekil vermeye başladı. 30 kg'lık pirinç tabakalardan iğne imalatı yapılmaktaydı. Haddeleme millerini su gücü çevirmekteydi. Tel çekmeden önce ara ısıl işlemle malzemeler ısıtılmaktaydı. Bu sistemler 19. yüzyılın ortalarına kadar kullanıldılar.

Ms60 pirincinin 1832'den sonra kullanılmaya başlanması ucuz ve kolay sıcak işlenebilir pirinç tabakaları yaygınlaştırdı. Bakırın yerini alarak gemi tahtalarının kaplanarak kurtlanmasını önlemek amacıyla kullanılmaya başlandı.

Bu kitap SARBAK METAL TİC. ve SAN. A.Ş.'nin sektöre armağanıdır. Para ile satılmaz.



Resim5-7. Sarı pirinçte yanlış döküm uygulaması ve muhtemel düşük ısı sonucu oluşmuş katlanmalar, soğuk döküm