

# PİRİNÇLERİN ÖZELLİKLERİ VE YENİLİKLER

**Prof. Dr. Fevzi YILMAZ**

**Sakarya Üniversitesi**

**Metalurji ve Malzeme Mühendisliği**

**Tel : (0264) 295 5760**

**Fax : (0264) 295 5601**

**GSM : (0532) 484 0510**

**yilmazf@sakarya.edu.tr**

**Sarbak seminerleri: 29.05.2008 / Çerkezköy**

# İÇERİK

- ✦ GİRİŞ
- ✦ KOROZYON ÇEŞİTLERİ
- ✦ ÇEVRECİ PİRİNÇLER
- ✦ TANE İNCELTME-AŞILAMA
- ✦ KAYNAKLAR








# GİRİŞ

Bir problemin nedenlerini bulmada zaman ne kadar uzunsa, kayıplar o kadar fazlalaşır. Poka-Yoke işçinin olağandışı bir dikkat göstermeksizin hatayı önlemesidir. Hata meydana geldiği anda önlenir, kontrol zamanı azalır.

İşin başlangıcında gösterilen duyarsızlık en son kullanıcıda yansımaları bulur ve çok önemli kayıplara (sevkiyat masrafları, bürokratik masraflar, zaman ve pazar kaybı) neden olur. Doğru malzeme, doğru işlem, doğru kullanım ve doğru yönetim hayati öneme sahiptir.

**Hataların kaynağından tespiti masrafları azaltır**

| Hataların Bulunduğu Kademe   | Başl. Prosesi   | Bir sonraki   | Ort.hattı sonu  | S.Kont.   | Kullanıcı  |
|------------------------------|---|---|---|---|--|
| Masraflar                    |  |  |   |    |   |
| İşletmenin yapacağı İşlemler | <ul style="list-style-type: none"><li>• çok az</li></ul>                          | <ul style="list-style-type: none"><li>• Zaman Kaybı</li></ul>                     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Tashih</li><li>• Yeniden planlama</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Yoğun tash. işlem</li><li>• Sevkiyat termininde yapılacak</li><li>• Ek Kontrollar</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• sevkiyat masrafları</li><li>• Bürokratik masraflar</li><li>• Zaman Kaybı</li><li>• Pazar Kaybı</li></ul> |

# KOROZYON ÇEŞİTLERİ

Pirinçte meydana gelen korozyon çeşitleri çok fazladır.Uygun malzeme seçimi, uygun proses ve proses sonrası işlemleri (ve uygun işletim)ile bu korozyon tiplerinin önüne geçilebilir.

- ✓ ÇİNKOSUZLAŞMA KOROZYONU
- ✓ EROZYON/AŞINDIRMA KOROZYONU
- ✓ GERİLMELİ KOROZYON ÇATLAĞI
- ✓ TANELER ARASI KOROZYON
- ✓ OYUKLANMA KOROZYONU
- ✓ GALVANİK KOROZYON

Kısaca açıklamak gerekirse;

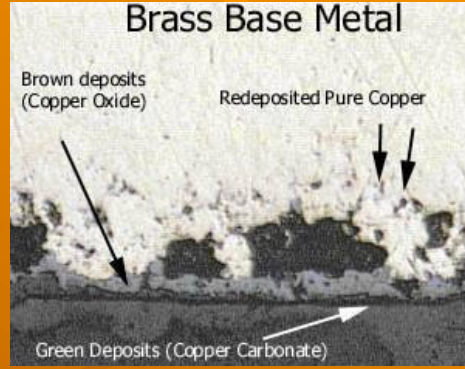
# ÇİNKOSUZLAŞMA KOROZYONU

Çinkonun az miktarda yapıdan uzaklaşmasıdır ve geriye gözenekli bakırca zengin alfa yapısı kalır. Bunun sonucunda malzeme özelliklerini kaybederek dayanıksız hale gelir. Alaşıma arsenik ilavesi ile bu korozyon tipi engellenir. Gemici pirinci, Alüminyum pirinci, 70/30 pirinç ve  $CuZn36Pb2As(CW602N)$  bu tip korozyona karşı dayanıklı alaşımlardır. Çinkosuzlaşma, çinko miktarınca zengin beta fazında gerçekleşerek alfa fazı aralarında oluşur, yüzeysel ve derinlemesine devam eder. Alaşımlamanın dışında ısıtılmasında çinkosuzlaşmaya dirençte faydalı etkisi vardır. 500 santigrad derecede yaklaşık 2 saat yapılan ısıtılma işlemi ile çinkosuzlaşma dayanımı artırılır.

Çinkosuzlaşma çoğunlukla saldırgan su ortamlarında oluşur. Suyun içerdiği elementler, organik maddeler, suyun Ph'ı, hidroksit içeriği v.b. çinkosuzlaşmanın oluşmasında etkilidir. Bu korozyon tipine karşı dayanım için geliştirilen alaşımlar genellikle su fittinglerinde, deniz ortamlarında kullanılan ürünlerin imalatında tercih edilir.

Avrupa Normlarında çinkosuzlaşmanın uygunluğunu kontrol etmek için ilgili deneyler mevcuttur.

## Çinkosuzlaşma (Dezinsifikasyon)



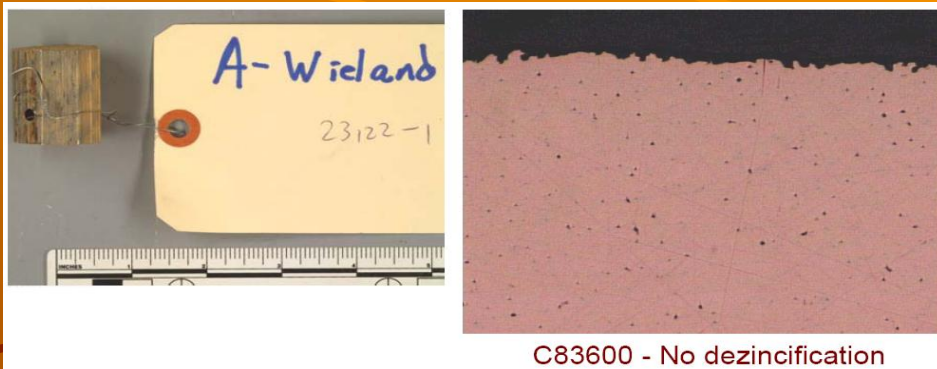
- Dezinsifikasyon ilk olarak 1950'lerin sonunda tanımlanmıştır.
- Pirinç bağlantı parçalarında oluşan çok ciddi bir korozyondur. Dezinsifikasyonun olduğu bölgelerde görülebilen beyaz veya mavi/yeşil kalıntılar oluşur ve sonra bu bölgelerden sızıntı meydana gelir.
- Dezinsifikasyon diye tanımlanan tercihli korozyonun içme suyu ile kullanılan pirinç malzemenin etkileşimine bağlı olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir.
- Agresif sular ile temas halindeki yüksek Zn (çinko) içerikli pirinçler en düşük dezinsifikasyon direncine sahiptirler.
- %15'den yüksek oranlarda Zn içerikli pirinçler en muhtemel dezinsifikasyona uğrayacak malzemelerdir.

➤ Pürüzlü yüzeyler alaşımın dezinsifikasyona karşı dayanımını düşürmektedir.

Genellikle bu durum iki faz içeren alaşımları etkilemektedir ve Zn zengin faz etkileşime uğramaktadır ve bakır pembe süngerimsi ve kırılkan bir formda tekrar birikir.

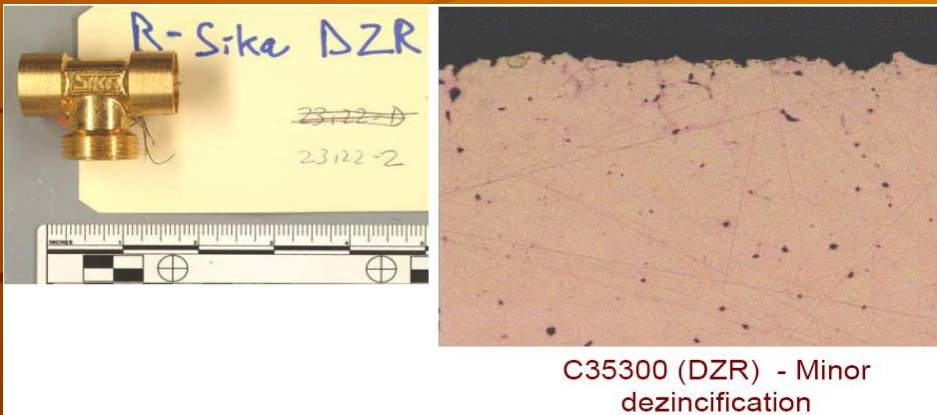


Sonuç olarak çinkosuzlaşma veya pirinç alaşımlarında tercihli korozyon olarak bilinen dezinsifikasyon, çözelti ile yüzleşen pirinç alaşımlarının en önemli ikinci elementi olan çinkonun (Zn) zamana bağlı olarak yüzeyden uzaklaşması ve geride çinko fakir bir tabakanın kalmasıdır. Bu bölgeler zayıftır ve basınç altında buralar hasar görür. Çinkosuzlaşma sorunu pirinç alaşımına arsenik, kalay ve antimuan elementlerin ilavesi ile giderilebilir.



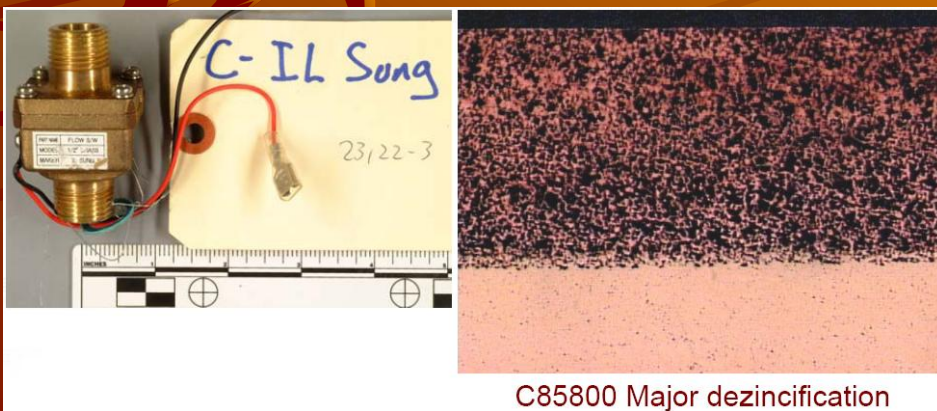
C83600 - No dezincification

**C83600: CuZn5Sn5Pb5**



C35300 (DZR) - Minor dezincification

**C35300 (DZR):CuZn36Pb2As**



C85800 Major dezincification

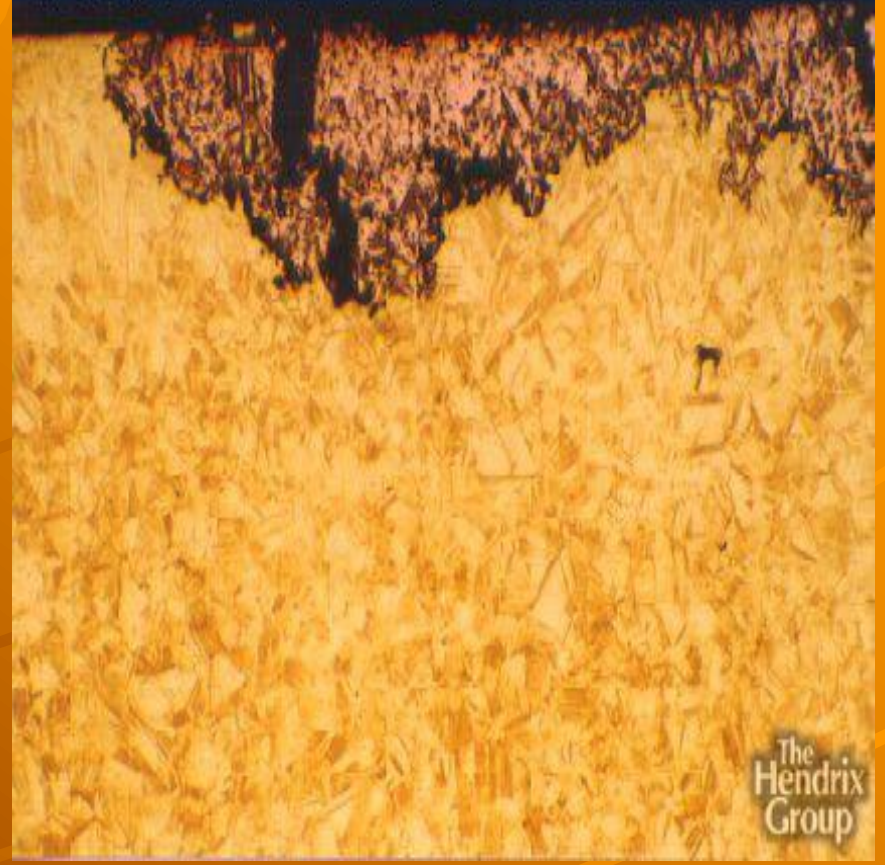
**C85800: CuZn40Sn1Pb1**



<http://www.hghouston.com/>



<http://www.hghouston.com/>



## **EROZYON(AŞINDIRMA) KOROZYONU**

**Yüksek akışkanlık hızına sahip sulu v.b. ortamlarda bu tip korozyon oluşur. Pirinç üzerinde kimyasal kompozisyonundan dolayı koruyucu ince bir film tabakası oluşur. Yüksek akışkanlık hızına sahip sulu v.b ortamlarda bu koruyucu film tabakası zayıflar ve kaybolur. Bu da malzemedeki korozyonun başlamasına özelliklerini yitirmesine olanak tanır. Sorunu ortadan kaldırmak için alüminyum pirinci geliştirilmiştir. Ayrıca gemici pirinci, 90/10 bakır nikel, 70/30 bakır nikel alaşımları da bu tür korozyonu önlemek için etkilidir. Tabii ki alaşımın seçimi, malzemenin kullanım yerine ve şartlarına göre olmalıdır.**

**Aşındırma korozyonunun önüne sadece alaşım seçimi ile değil dizayn ile de geçilebilir. Suyun akış hızını azaltacak, dirseklerin yerine yumuşak geçişli bentler ve T'lerin yerine Y parçalar gibi seçilmesi v.b. gibi önlemlerde alınabilir. Ayrıca akış kontrol valfleri kullanılarak da önlem alınabilir. Yüksek akışkanlığa sahip suyun/v.b. içerisindeki çözünmüşler de iyi tespit edilerek bunların seçilen alaşıma etkisini azaltacak ilaveler yapılabilir.**



## Erozyon ve kavitasyon hasarı:

- Erozyon hasarı sıvı akış hızının fonksiyonudur.
- Vana, pompa ve bağlantı parçalarından geçen sudaki basınç ve hız değişimi kavitasyon problemi doğurur.
- Hasar çok hızlı oluşabilir.
- Su hız ve basıncı sınır değeri aştığında erozyon hasarı beklenmelidir.

Endüstri istatistikleri, İçme su hatlarında kullanılan pirinç alaşımlarının oranını ağırlık olarak % 5, değer olarak % 10 şeklinde vermektedir. Buna bağlı olarak pirinç alaşımı eksenli yaşanan yıllık korozyon ve aşınma kayıpları önemli bir mertebeye ulaşmaktadır. Bu kayıplar; malzeme, tasarım ve işletim tedbirleri ile azaltılabilir.



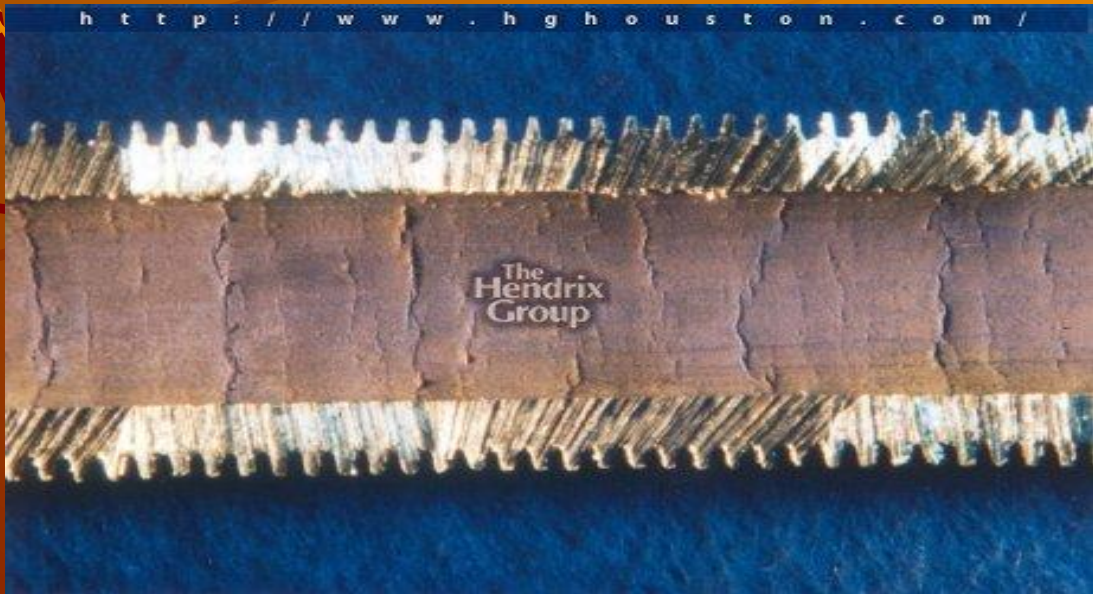
## GERİLMELİ KOROZYON ÇATLAĞI

Gerilmeli korozyon çatlağı ya da diğer adıyla mevsim çatlağı yüksek gerilmelerde ve korozif ortamlarda oluşur. Genellikle amonyak içeren ortamlarda oluşur. Aynı zamanda atmosfer, %0,05-%0,5 aralığında kükürt dioksit ya da nitrat içeriyorsa da oluşur. Avrupa Normlarında civa nitrat deneyi ile malzemenin bu tarz korozyona dayanıklı olup olmadığı test edilip sonucu görülebilir.

Bu korozyon tipi ile oluşan çatlak lekeli ya da parlak olabilir ve çatlak yavaşça veya hızlıca oluşabilir. Çatlaklar çekme gerilmeleri yönünde oluşur. Mesela gerilim giderme tavlaması yapılmamış içi boş çubuklarda test sonucu boyuna çatlaklar görülmektedir. Soğuk eğilme yapılmış borularda eğilen yerin yanında yönsüz bir çatlak oluşur. Eğer malzemeye bir operasyon yapılıyorsa, operasyon yapılan yerin yani gerilim uygulanan yerin yanında gerilmeli korozyon çatlağı oluşur.

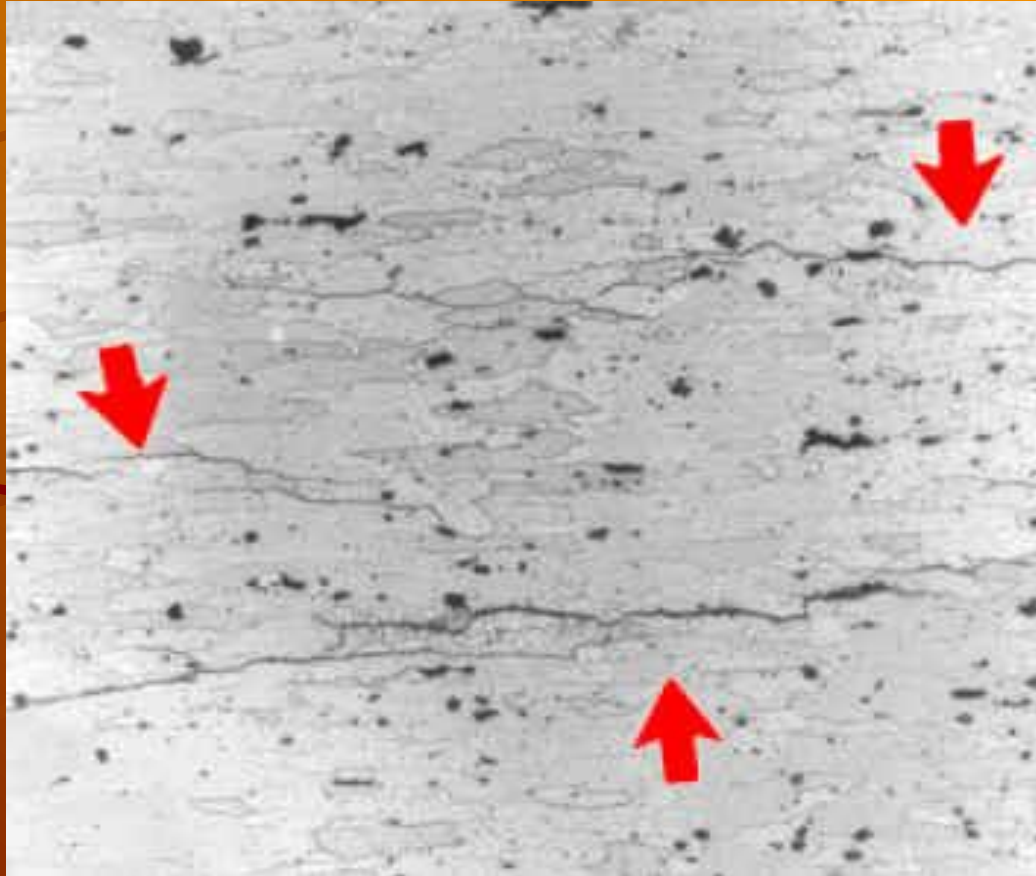
Gerilmeli korozyon çatlağında alaşım yönünden etkili çinko miktarıdır. Çinko miktarı seçilen alaşımda arttıkça gerilmeli korozyon çatlağı oluşma riski o derece artmaktadır.

Gerilmeli korozyon çatlağına, 1/2-1 saat aralığında ve 250-300 derece aralığında yapılan gerilim giderme işlemi ile önlem alınabilir. Doğal olarak doğru alaşımı seçmek, uygulanan proseslere dikkat etmekte önemlidir.



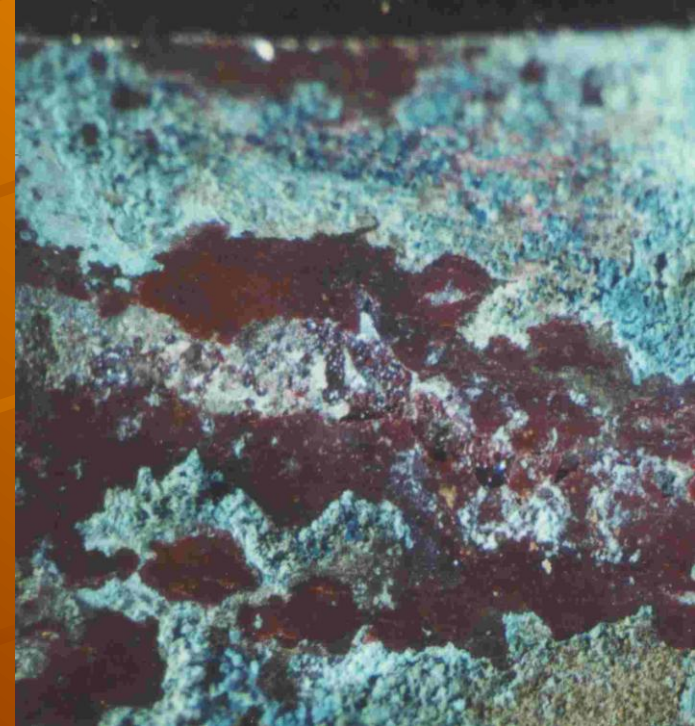
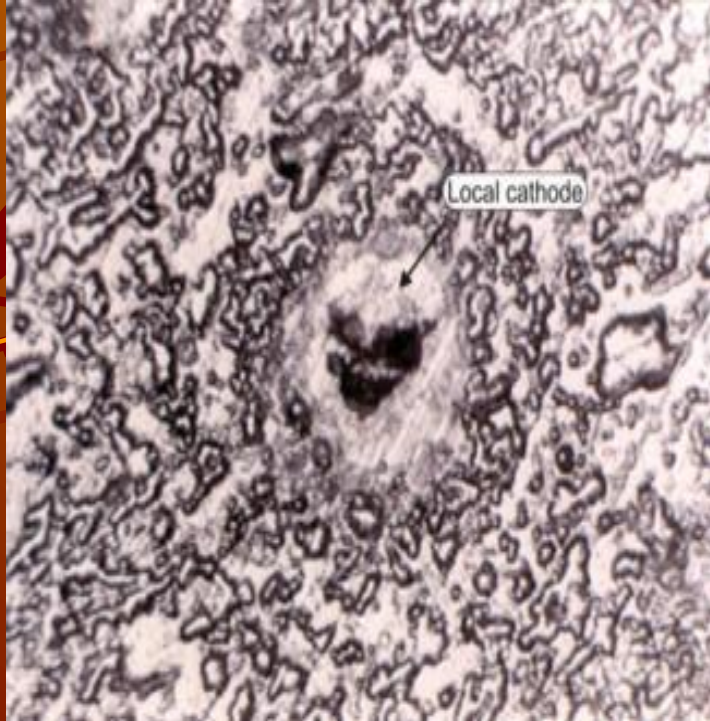
## TANELER ARASI KOROZYON

Bu korozyon tipi taneler arasında oluşur ve dayanım kaybına sebebiyet verir. Özellikle sülfütlü ortamlar yüksek fosfor içeren alüminyum pirincinde, kullanımda ortaya çıkmaktadır. Fosfor miktarı alüminyum pirincinde % 0,015 ile sınırlandırılarak üretilmelidir. Standartlarda bu fosfor sınırı verilmemiştir fakat genel malzemelerden biliyoruz ki % 0,015 (max) sınırına dikkat edilmelidir.



## OYUKLANMA KOROZYONU

Bu korozyon problemi çok ciddi bir sorun değildir. Bakır su borularında görülmektedir. Alfa pirinçleri çinkosuzlaşmaya karşı dayanıklı hale getirilmiştir. Bu, bazı durumlarda oyuklanma direncini azaltır. Mesela düşük akışlı, sülfid içerikli deniz suyu ortamlarında kullanılan alüminyum pirinci, temiz sulu ortamlarda bazen oyuklanma korozyonuna uğramaktadır. Bu çok az olmasına karşın bununla hiç karşılaşmamak için temiz sulu ortamlarda alüminyum pirincinin yerine gemici pirinci kullanılmalıdır.





## GALVANİK KOROZYON

Farklı metaller ya da alaşımlar bir elektrolitin (deniz suyu, temiz su, yağmur, çiy, buğu) içinde temasta iseler biri diğerinin korozyon dayanımına etki eder. Diğerinden daha soylu olan metal diğerinde atağı hızlandıracaktır ve kendini uygun derecede korumaya alacaktır. Galvanik korozyonu önlemek için metallerin veya alaşımların kullanılacak elektrolit ortamının cinsine göre birbiri arasındaki soyluluk durumunu iyi anlamak ve seçimlerimizi elektrokimyasal serileri dikkate alarak yapmalıyız.

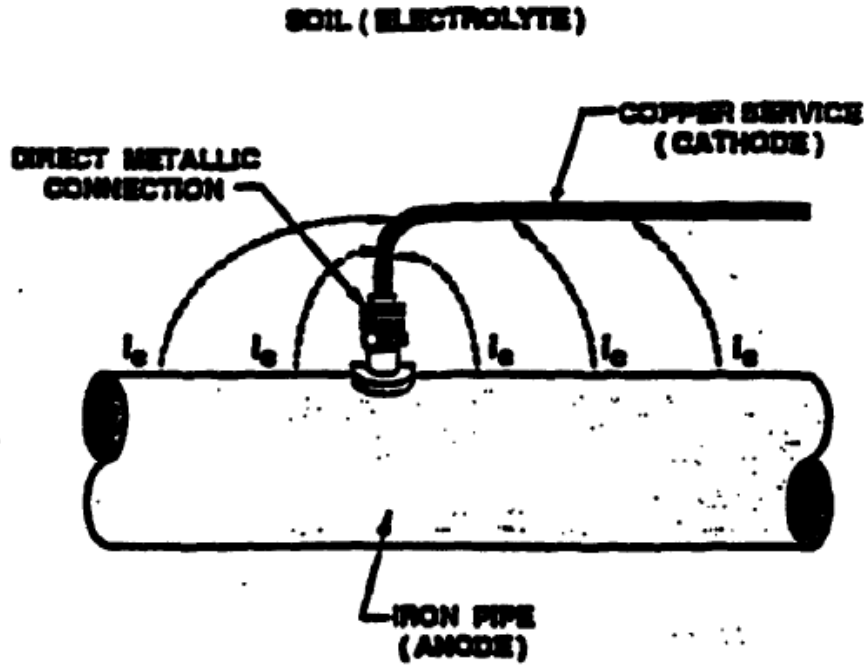
Pirinçlerde yüksek bakır oranı ihtiva edenler daha düşük bakır ihtiva edenlere göre daha soyludur. Yani alfa pirinçleri beta pirinçlerine göre daha soyludur.

Galvanik korozyon oluşumu sadece soyluluğa bağlı değildir. Farklı iki metal veya alaşıma sahip parçalar arasındaki alan oranı da önemlidir. Eğer etkileyici alan daha soylu(katodik) ise galvanik atak pirinçte olabilir. Eğer katodik metal alanı pirinçten daha küçük ise galvanik korozyonun sözünü etmeye değmez. Örneğin paslanmaz çelik pirinç valfin içindeyse çok az miktarda(önemsenmeyecek kadar), fakat pirinç civata paslanmaz çelik yapı içindeyse pirinçte galvanik korozyon oluşacaktır.

Su sistemlerinde çok kullanım yeri bulunan pirinç valfler ve fittingler, bakır, paslanmaz çelik boruların etkili alanları kullanım yerlerinde çok farklılık göstermez ve aralarındaki galvanik hareketlilik çok azdır. Eğer kullandıkları yerde sahip oldukları alanlarda büyük farklılıklar olursa mesela pirinç fittingler bakır ya da paslanmaz çelik tanklar içinde olduğu durumda daha büyük alana sahip katodik metal galvanik atağa sebebiyet verecektir.

Eğer birbirinden soyluluk bakımından büyük farklılıklar oluşturan metal ya da alaşımlar kullanmamız gerekiyorsa ya da soylulukları birbirine yakın olsa da efektif alanları arasında büyük farklılıklar varsa galvanik korozyona uğrayacak olana(anodik taraf) kaplama ya da boyama işlemi yapılabilir. Galvanik korozyon, kaplama yapılsa da anodik tarafın tamamen kaplanamama durumu ile de karşımıza çıkabilir. Böyle bir durumda da katodik tarafa belirli bir kısma kaplama yaparak ta değişik çözümler bulunabilir.





**Fig. 2: Interconnection of copper service piping to gray cast iron pipe**

(from Gummow, 1988)

Su iletim hatlarında düktil demir boruya takılan pirinç ana musluk galvanik korozyon açısından değerlendirilmelidir.

# ÇEVRECİ PİRİNÇLER(ENVIRO BRASSES) NİYE KURŞUNSUZ PİRİNÇ?

İçme su hatlarında kullanılan malzemeler ve bileşimleri Dünya Sağlık Örgütü(WHO) ve farklı kuruluşlar (AB, EPA, SDWA, NSF) tarafından sürekli takip edilmektedir. Bu yolla doğal olarak, sağlık ve hijyen şartlarına uygun içme su iletimi sağlanmaktadır. Tablo 1'de içme suyunda bulunması istenmeyen ağır metallerin limit (maksimum) değerleri verilmiştir. Pirinçlerde çinko ve kurşun akışkana en rahat karışan elementlerdir ve bu önlenmelidir (dezinsifikasyon+kurşunsuz pirinç konsepti).

**Tablo 1. Ağır metallerle ilgili içme suyu standardı**

| Ağır metal | Avrupa Birliği (AB) Değerleri | Dünya Sağlık Örgütü (WHO) Değerleri |
|------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| Bakır      | 0,1 - 3 ppm                   | 2 ppm                               |
| Çinko      | 0,1 - 5 ppm                   | -                                   |
| Kadmium    | 0,005 ppm                     | 0,003 ppm                           |
| Krom VI    | 0,05 ppm                      | 0,05 ppm                            |
| Nikel      | 0,05 ppm                      | 0,02 ppm                            |
| Kurşun     | 0,05 ppm                      | 0,02 ppm                            |

## STANDARTLAR

İçme su için kritik analiz yapılırsa yukarıda verilen tablo değerlerinin serüveni rahatça anlaşılır. Örneğin kurşun için 1999'da WHO' nun verdiği maksimum değer 0,05 ppm iken 2003'te bu, tablo değeri olan 0,02 ppm' e inmiştir (litrede 20 mikrogram). AB normlarında limit indirme çalışmaları sürmektedir. Nisan 2003 te Japonlar AB den hızlı davranarak sudaki kurşun limitini 0,01 ppm'e (0,01 mg/l) ye indirmişlerdir.

Atıksu arıtmaya giren ve çıkan endüstri ve evsel atıklarda da limitler düşürülmüş olup birçok element için 2 ppm müsaade edilen maksimum seviyedir. Sadece ağır metallerde Cd, Cr, Pb, Ag ve Hg maksimum limit değeri 0,5 ppm' dir. Sonuç olarak boru sistemlerinden geçen su ve atıksu miktarı, hızı, sıcaklığı ve bileşimi sürekli değişmekte olup su idareleri ve malzeme üreticileri yeni şart, standart ve gerçeklerle yüzleşmektedir.

## SeBiLOY ve YÜZEYDEN KURŞUNU UZAKLAŞTIRMA

Suda kurşun bulunuşunu azaltmak için iki seçenek vardır:

- a) Pirince kurşun yerine başka element katmak,
  - b) Yüzey işlemi ile kurşunu su temas bölgesinden uzaklaştırmak.
- a) Bizmut(% 0.6-1.2) ve selenyum(%0.01-0.1) kurşun yerine önerilen elementlerdir. Bu malzemelere kurşunsuz bakır alaşımları, çevreci pirinç (enviro brass) veya çevreci bronz denilmektedir. Bu yeni nesil malzemeler üzerinde işlenebilme, çekme boşluğu, mekanik özellikler ve akışkanlık yönü ile araştırmalar sürmektedir. C85800 kurşunlu sarı pirinçtir(Zn40Sn1Pb1,5) ve çevreci pirinç III' ün muadilidir. Dökülebilme, mukavemet, işlenebilme, dros, sıcak yırtılma (aşırı ısıtma 130 dereceyi aşmazsa) özellikleri aynıdır.
- C36000 – CuZn36Pb3 (serbest kesme pirinci) işlenebilmesi 100 ise, çevreci pirinç III- C89550 (% 1.1 Bizmut) işlenebilmesi 97 dir.

**b)Yüzey işlemleri ile kurşunu su temas bölgesinden uzaklaştırmak.**

**Burada esas olan yüzeye yakın bölgedeki kurşun partiküllerinin ve bileşiklerinin (oksit-hidroksit) alınmasıdır. Pb anfoterik metaldir, asit ve bazlarla çözeltiye alınabilir.**

- 1. NPb (Non Pb)-alkali ya da asit banyoda yüzeyden kurşunu alma-etching (5-6 µm kurşunsuz yüzey) TOTOCO Lisansı.**
- 2. PLCS (Parker Lead Clear System) Bir çeşit fosfatlama, yüzeyde fosfat zırhı oluşturma.**
- 3. SLA (Surface Treatment For Lead Reduction By Acid) HNO<sub>3</sub> kullanılarak elektroliz yoluyla yüzeyden kurşun bileşikleri alınır.**

# TANE İNCELTME- AŞILAMA

Tane inceltmede üç mekanizma

- ✦ Aşılama ilavesi, alaşım ile aşılama kristal benzeşimi
- ✦ Kristal büyümenin önlenmesi, aşırı soğutmanın artması
- ✦ Katı-sıvı arayüzeyinde çözünme toplanması ve dendrit kollarının kırılması

**Not:** Aşılama ilaveleri; Fe-B bileşimi  $6.8-7.5 \text{ g/cm}^3$  ,Zr-O bileşimi  $5.5 \text{ g/cm}^3$  yoğunluğa sahiptir.



## ÖRNEKLER - SONUÇLAR

- ✦ Bor aşılama için kurşunsuz pirinçler için, Zirkonyum aşılama için kurşunlu pirinçler için önerilir.
- ✦ Çevreci pirinç I (SeBiLOY I-%'ler: 5Zn, 1Bi, 0.5Se, 5Sn, 0.25Pb, 87Cu) ve Çevreci pirinç II (SeBiLOY II-%'ler: 5Zn, 1.9Bi, 0.9Se, 5Sn, 0.25Pb, 86Cu) Zr ile aşılabilir.
- ✦ Sarı pirinç (C85800- %'ler: 40Zn, 1Sn, 1.5Pb, 57,5Cu) Sn'ye bağlı olmaksızın B ile inceltilir.
- ✦ Çevreci pirinç III (SeBiLOY III - %'ler: 36Zn, 0.8Bi, 0.05Se, 0.3-1Sn, 0.4Al, 0.1Pb, 1Ni, 0.5Fe, 0.25Si, 61Cu) az kalaylı ise bor ile, çok kalaylı ise zirkonyum ile inceltilir. Zr aşılama etkinliği düşüktür.
- ✦ Tane inceltme sıcak yırtılma direncini artırır. Döküm akışkanlığını artırır.

- ✦ **Tane inceltme:** Bor eğer alaşımda demir var ise sarı ve çevreci pirinçte inceltme yapar. Elementler kritik seviyenin altına düşerse (oksidasyon ve ergitme kaybı) etkinlik yok olur ( $B < 3 \text{ ppm} - \%0.0003 \text{ Fe} < 50 \text{ ppm} - \%0.005$ ). Borla aşılama da etkinlik kaybı çok yavaştır (100 saat ve 6 kez ergitme).
- ✦ **Alüminyum etkisi:** Sarı ve çevreci pirinçler  $\%0.3 - 0.5 \text{ Al}$  içerir. Alüminyum akışkanlığı arttırır. Tane incelticiliği belirsizdir.
- ✦ **Sert noktalar:** Alaşımda demir fazla ise oluşur. Demir, demir-bor karışımıdır. Önlem için Fe,  $\%0.05$  in altında olmalıdır. Fe fazla ( $\% 0.03 - 0.05$ ) ise ve B ile aşılama yapıldıysa oluşur (Polisajda kuyruklu yıldız şekli). Uzun süre sıvıda bekleme salkımlaşma ve irileşme doğurur. 150 ppm mertebesinde zirkonyum içeren borlu (10 ppm den az )alaşımlarda da görülmüştür.

**Tablo 2. Tane inceltici bileşikler ve verilme yüzdeleri**

| <b>Tane İnceltici</b> | <b>İlave Şekli</b> | <b>Kompozisyon</b>                     | <b>Max.İlave %</b>                        |
|-----------------------|--------------------|--|---|
| <b>Bor</b>            | <b>Cu-B</b>        | <b>% 2 Bor</b>                         | <b>0.001, 0.005,<br/>0.01&amp; 0.025</b>  |
| <b>Zirkonyum</b>      | <b>Cu-Zr</b>       | <b>% 50 Zirkonyum</b>                  | <b>0.001, 0.01 ,<br/>0.003 &amp; 0.06</b> |
| <b>Zirkonyum</b>      | <b>Cu-Zr-Mg</b>    | <b>% 9 Zirkonyum<br/>% 9 Magnezyum</b> | <b>0.001, 0.005,<br/>0.01&amp; 0.025</b>  |
| <b>FKM 2000</b>       | <b>Toz</b>         | <b>Florit tuzu(proprietary)</b>        | <b>0.05 , 0.1,<br/>0.15 &amp; 0.2</b>     |
| <b>Desofin</b>        | <b>Toz</b>         | <b>Florit tuzu(proprietary)</b>        | <b>0.05 , 0.1,<br/>0.15 &amp; 0.2</b>     |

**Tablo 3. Farklı Bakır alaşımlarında farklı tane incelticilerinin makroyapıya etkisi**

| <b><u>Tane İnceltici</u></b> | <b><u>Sarı Pirinç</u></b> | <b><u>Çevreci Pirinç<br/>III</u></b> | <b><u>Silis Pirinci</u></b> | <b><u>Silis<br/>Bronzu</u></b> |
|------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| <b>Ana alaşım</b>            | <b>6 C</b>                | <b>6.5C</b>                          | <b>3.5C</b>                 | <b>7C</b>                      |
| <b>Cu- %2 B</b>              | <b>8 C</b>                | <b>8C</b>                            | <b>Değişiklik<br/>yok</b>   | <b>7.5C</b>                    |
| <b>FKM 2000</b>              | <b>7.5C</b>               | <b>8C</b>                            | <b>Değişiklik<br/>yok</b>   | <b>7.5C</b>                    |
| <b>Desofin</b>               | <b>Değişiklik yok</b>     | <b>7.2C</b>                          | <b>4.5C</b>                 | <b>Değişiklik<br/>yok</b>      |
| <b>Cu-%50 Zr</b>             | <b>Değişiklik yok</b>     | <b>Değişiklik yok</b>                | <b>6.8C</b>                 | <b>Değişiklik<br/>yok</b>      |
| <b>Cu-%9 Zr-%9 Mg</b>        | <b>Değişiklik yok</b>     | <b>Değişiklik yok</b>                | <b>4.5C</b>                 | <b>Değişiklik<br/>yok</b>      |



a. base



b. 6 ppm B



c. 20 ppm B



d. 200 ppm Fe – 20 ppm B



e. hold 1 hr



f. hold 2 hr

**Şekil 1. Sarı Pirinçte tane inceltici Bor ve Demirin etkisini gösteren makroyapı**



a. base alloy



b. 85 ppm Fe



c. 275 ppm Fe



d. 275 ppm Fe, 15 ppm B



e. after 1 hr



f. after 2 hr

**Şekil 2. Sarı Pirinçte tane inceltici Bor ve Demirin etkisini gösteren makroyapı**



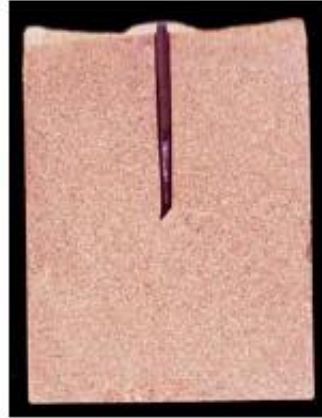
a. Base alloy



b. Grain refined



c. After 5.5hr holding



d. Remelted



e. After adding 80% fresh ingots



f. After adding 15% grain refined ingots

**Şekil 3. Sarı pirinç(C85800, 1X.) alaşımlarında zamana bağlı aşılama etkinliği çalışması.**

**Tablo 4. Sert nokta çalışmaları: SARI PİRİNÇ dökümlerde parlatılmış yüzeylerde yapılan incelemeler**

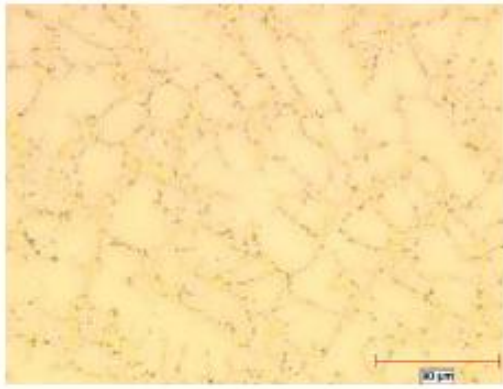
| Melt # | Casting # | Addition  | Composition, wt% |        |      | Observation               |
|--------|-----------|-----------|------------------|--------|------|---------------------------|
|        |           |           | Sn               | B      | Fe   |                           |
| 1102*  | 1         | Base      | 0.31             | 0      | 0    | No hard spots             |
|        | 2         | Cu-B      | 0.31             | 0.004  | 0    | No hard spots             |
|        | 3         | Fe        | 0.31             | 0.004  | 0.1  | No hard spots             |
|        | 4         | Fe        | 0.31             | 0.004  | 0.2  | Few particles             |
|        | 5         | Cu-B + Fe | 0.31             | 0.008  | 0.3  | Large number of particles |
| 1103*  | 1         | Sn        | 0.98             | 0      | 0    | No hard spots             |
|        | 2         | Cu-B      | 0.98             | 0.004  | 0    | No hard spots             |
|        | 3         | Fe        | 1.0              | 0.004  | 0.1  | No hard spots             |
|        | 4         | Fe        | 1.0              | 0.004  | 0.2  | No hard spots             |
|        | 5         | Cu-B + Fe | 0.99             | 0.008  | 0.3  | Large number of particles |
| 1124   | 1         | Cu-B      | 0                | 0.0015 | 0    | No hard spots             |
|        | 2         | Fe        | 0                | 0.0019 | 0.01 | No hard spots             |
|        | 3         | Fe        | 0                | 0.0017 | 0.09 | No hard spots             |
|        | 4         | Sn        | 0.37             | 0.0015 | 0.13 | No hard spots             |
|        | 5         | Cu-B + Fe | 0.37             | 0.0017 | 0.22 | Large number of particles |
| 1125   | 1         | Cu-B      | 0                | 0.0013 | 0    | No hard spots             |
|        | 2         | Fe        | 0                | 0.0019 | 0.01 | No hard spots             |
|        | 3         | Fe        | 0                | 0.0018 | 0.06 | Few particles             |
|        | 4         | Sn        | 1.0              | 0.0016 | 0.11 | Few particles             |
|        | 5         | Cu-B + Fe | 1.0              | 0.0018 | 0.2  | Large number of particles |

Note \* Melt 1102 and 1103 – B and Fe are added levels.

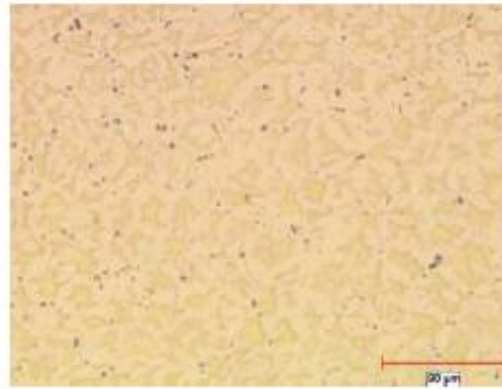


**Tablo 5. ÇEVRECİ PİRİNÇ III dökümlerde parlatılmış yüzeylerde yapılan incelemeler**

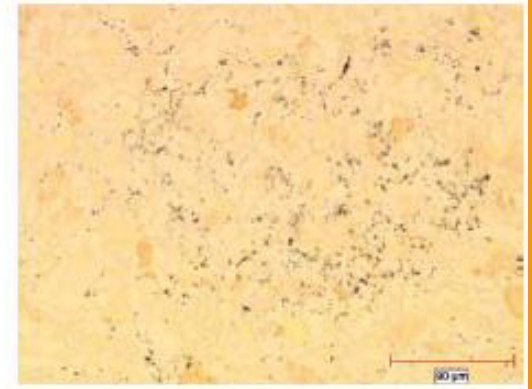
| Melt # | Casting # | Addition  | Composition, wt % |        |      | Observation               |
|--------|-----------|-----------|-------------------|--------|------|---------------------------|
|        |           |           | Sn                | B      | Fe   |                           |
| 1137   | 1         | Base      | 0.30              | 0      | 0    | No hard spots             |
|        | 2         | Fe        | 0.31              | 0      | 0.05 | No hard spots             |
|        | 3         | Cu-B      | 0.32              | 0.001  | 0.05 | Few particles             |
|        | 4         | Fe        | 0.31              | 0.002  | 0.12 | Few particles             |
|        | 5         | Cu-B      | 0.31              | 0.005  | 0.12 | Large number of particles |
| 1138   | 1         | Base + Sn | 1.0               | 0      | 0    | No hard spots             |
|        | 2         | Fe        | 1.0               | 0      | 0.06 | No hard spots             |
|        | 3         | Cu-B      | 1.0               | 0.001  | 0.06 | Few particles             |
|        | 4         | Fe        | 1.0               | 0.001  | 0.21 | Few particles             |
|        | 5         | Cu-B      | 1.0               | 0.0015 | 0.21 | Large number of particles |



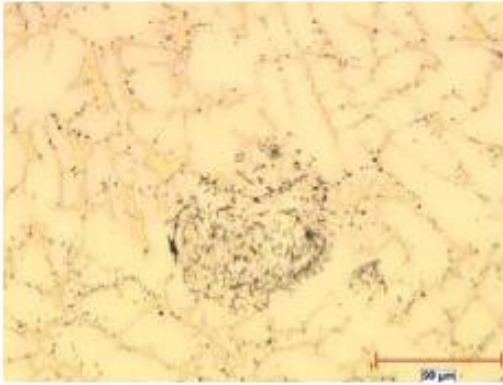
*a. Base, Yellow brass, 1124-1*



*b. 0.12% Fe, EnviroBrass III, 1137-4*



*c. Yellow Brass, 1102-5*



*d. 0.22% Fe, Yellow brass, 1124-5*

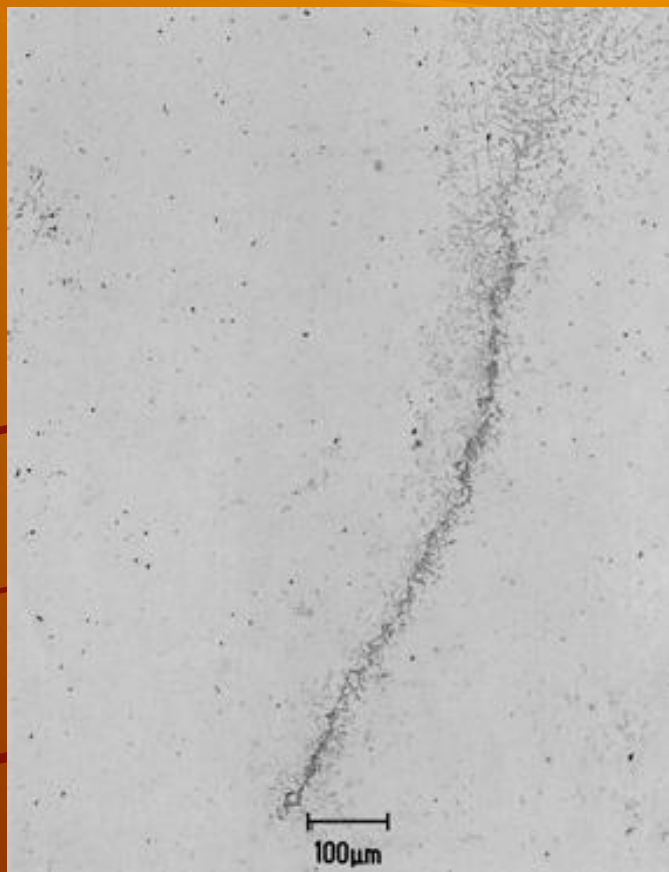


*e. 0.22% Fe, Yellow brass, 1124-5*

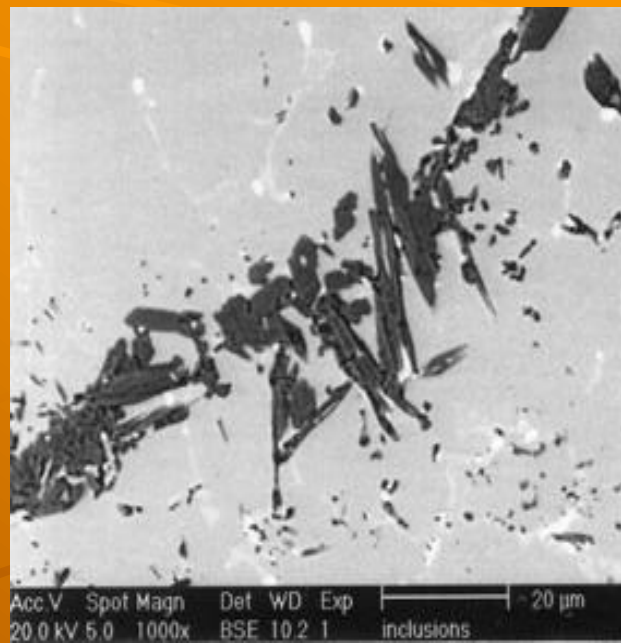


*f. 0.21% Fe, EnviroBrass III, 1137-5*

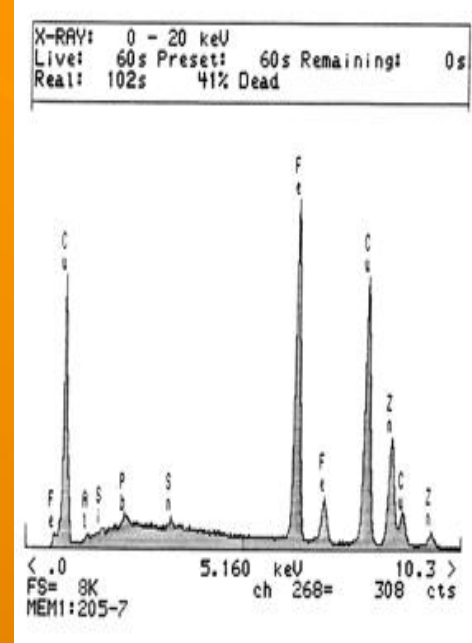
**Şekil 4. Çevreci Pirinç- III ve sarı pirinçte sert noktalarının değerlendirilmesi**



a. Partiküller ağı



b. Ağ içinde iğnesel partiküller



c. Partiküller üzerinde yapılan nokta analizleri

Şekil 5. Sarı pirinçlerde sert noktalar



**Şekil 6. Cu-10% Fe master alaşımında Demir dendiritler(Ağaçsı kristaller)**

## KAYNAKLAR

- ✦ J. Campbell; "Casting", Butterworths-Heinemann, Oxford, 2002
- ✦ M.Sadayappan ve ark., "Grain Refinement of Permanent mold cast copper Base Alloys" p: 1401, 2004, İstanbul.
- ✦ T. Umade, "Development of Lead Free Copper Alloy Castings; Mechanical Properties castability and Machinability", P:1431, WFO, 2007, İstanbul.
- ✦ [www.copper.org](http://www.copper.org)
- ✦ Sarbak Metal, Katalog 2007
- ✦ <http://www.brass.org/Download/lecture.zip>