



Tüdöksad Akademi 2. Ulusal Döküm Kongresi / 2nd National Foundry Congress by Tudoksad Academy

«Yüksek Basıncılı Alüminyum Döküm İle Üretilen Ürün Kalitesine AlTi5B1 ve AlB3 Ön Alaşımının Etkisi»

Yekta Berk Süslü, Mehmet Sıraç Acar, Onur Özcan, Muammer Mutlu, Özgül Keleş
(Mita Kalıp, İstanbul Teknik Üniversitesi)

6.Oturum

Oturum Başkanı: Prof. Dr. Özgül Keleş (İstanbul Teknik Üniversitesi)





Tüdöksad Akademi 2. Ulusal Döküm Kongresi / 2nd National Foundry Congress by Tudoksad Academy

YÜKSEK BASINÇLI ALÜMİNYUM DÖKÜM İLE ÜRETİLEN ÜRÜN KALİTESİNE ALTi5B1 VE AIB3 ÖN ALAŞIMININ ETKİSİ



Y.B. Süslü, M.S. Acar, O. Özcan, M. Mutlu, Ö. Keleş

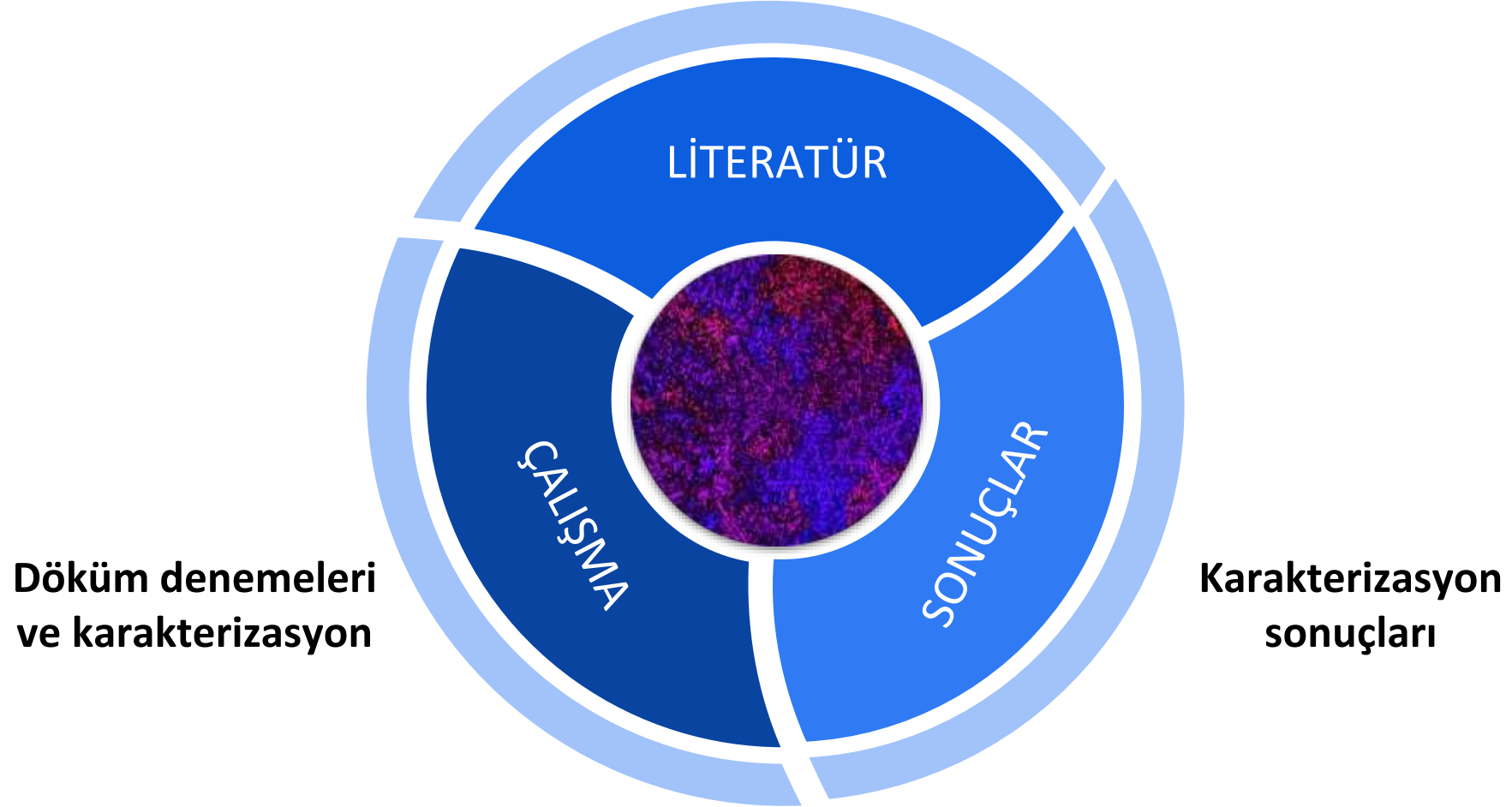
Mita Kalıp ve Döküm Sanayii A.Ş., İstanbul Teknik Üniversitesi

01.12.19 / İzmir Büyük Efes Swissotel

- Sayın Prof. Dr. Gültekin GÖLLER, Sayın H. Hüseyin SEZER /
İTÜ, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü

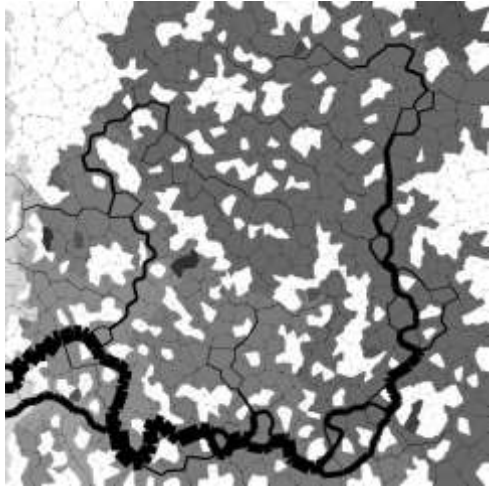


Tane inceltme

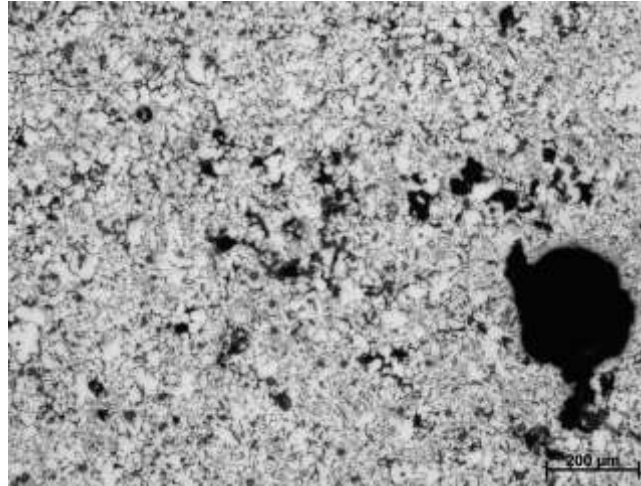


Amaç

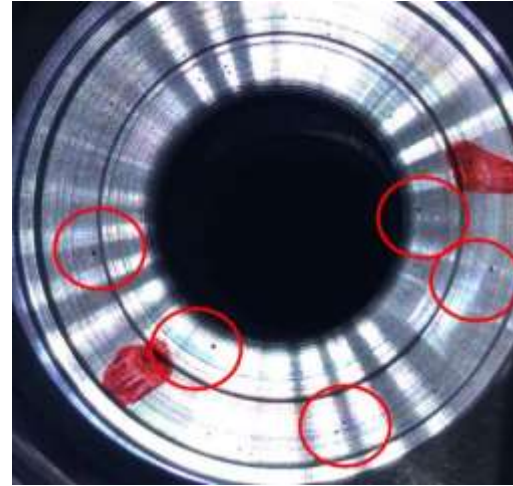
Tane inceltici ön alaşımların yaygın olarak kullanılmadığı yüksek basınçlı alüminyum döküm prosesinde, Ti-B ve B içeren ön alaşımların sızdırmazlık istenen parça kalitesi ve iç yapısı üzerindeki etkilerinin gözlemlenmesi.



+



=



Katılma çekintisi

[DOI: 10.1016/j.actamat.2006.04.035]

Mikro çekintiler ve gaz porozitesi

Sızdırmazlık hataları

Döküm karakteristiği

- Yüksek sıcaklıktan katılaşma sonucu daha az sayıda çekirdek oluşmasına bağlı kaba taneler ve dolayısıyla besleyicilik üzerinde olumsuz etkili kaba dendritler meydana gelir.
- Kaba dendritler, sıcak yırtılmaya meyilli bir yapı oluşturur ve mekanik özellikler olumsuz etkilenir.

Ne yapılabilir?

- Tane inceltme, besleyicilik karakteristiğini artırır böylece porozite ve çekinti gibi döküm hatalarında azalma görülür.
- Tane inceltme, dökümde arzu edilen ince ve eşeksiz yapı eldesine imkan verir.

Nasıl yapılabilir?

- Tane inceltici ön alaşım ilavesi ile hetero-çekirdek sayısı artırılabilir.
- Yarı-katı şekillendirme ile ikincil çekirdek görevi gören birincil fazlar (α) oluşturulabilir.



Tane İncelticiler

Alüminyum alaşımları için yaygın kullanılan tane inceltici çeşitleri

- **Ti içeren: AlTiB, AlTiC**

AlTiB: Özellikle yoğrulabilir (dövme) alaşımların tane inceltme prosesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. En yaygın kullanılanı AlTi5B1'dir. Döküm alaşımlarında %3,5 Si oranı aşıldığında, Si zehirlenmesi görülebilmektedir. Uzun bekleme sürelerinde aktifliği ve etkinliği bozulur ve pota/ocak zeminine çökelme görülür.

AlTiC: Zr ve Cr içeren yoğrulabilir alaşımların tane inceltme prosesinde AlTiB aksine daha iyi sonuç verirler ancak Mn içeren alaşımlarda (3xxx) kullanılmazlar. TiC çekirdeklendirici ajanlarda TiB'e göre çok daha az topaklanma görülmektedir.

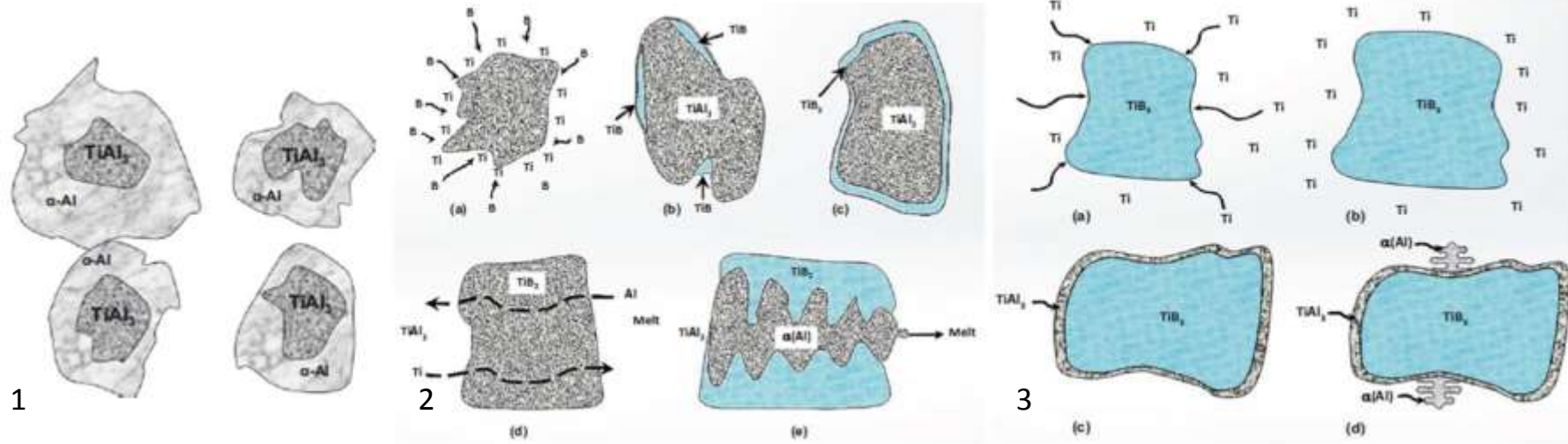
- **Ti içermeyen: AlB**

AlB: AlTiB grubu tane inceltici ön alaşımların yüksek Si oranına sahip döküm alaşımlarında verimliliğinin düşmesi, alaşımda zehirlenmeye sebep olması ve genel olarak ergiyikte porozite ile bifilm oluşturmaya karşın tercih edilmektedir. Literatürde Al-Si döküm alaşımlarında tane inceltme performansı ve uygulama esnekliği yönünden ön plana çıkmaktadır.



AlTiB ön alaşımlarının olası tane inceltme mekanizmaları;

[DOI: 10.1007/978-3-319-58380-8]



Peritektik teori

Ağ. %0,15 Ti üzerinde, TiAl₃ intermetalikleri hetero çekirdek olarak davranır. Tane inceltmesi, oluşan TiAl₃ hetero-çekirdeklerinin sayısına ve boyutuna bağlıdır.

Hulk teorisi

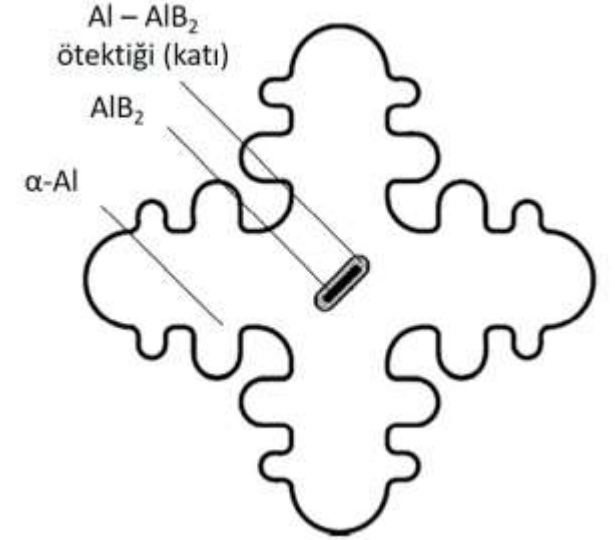
TiAl₃ intermetalikleri oluşuktan sonra yüzeyde çözünmeyi engelleyen bir TiB₂ katmanı oluşur. Bu arada, dışarıya doğru Ti ve içeriye doğru Al difüzyonu gerçekleşir. İçeride alüminyumca zenginleşen ergiyik α-Al olarak katılır. Kabukta hetero-çekirdeklenme devam eder.

Hiperçekirdeklenme teorisi

Aşırı %Ti içeren ergiyik içerisinde çözünmüş Ti, TiB₂ ile ergiyik arasında bulunan katmanda segrege olur ve ince bir TiAl₃ katmanı oluşturur. Peritektik reaksiyon sonucu TiAl₃ üzerinde α-Al çekirdeklenmesi başlar.

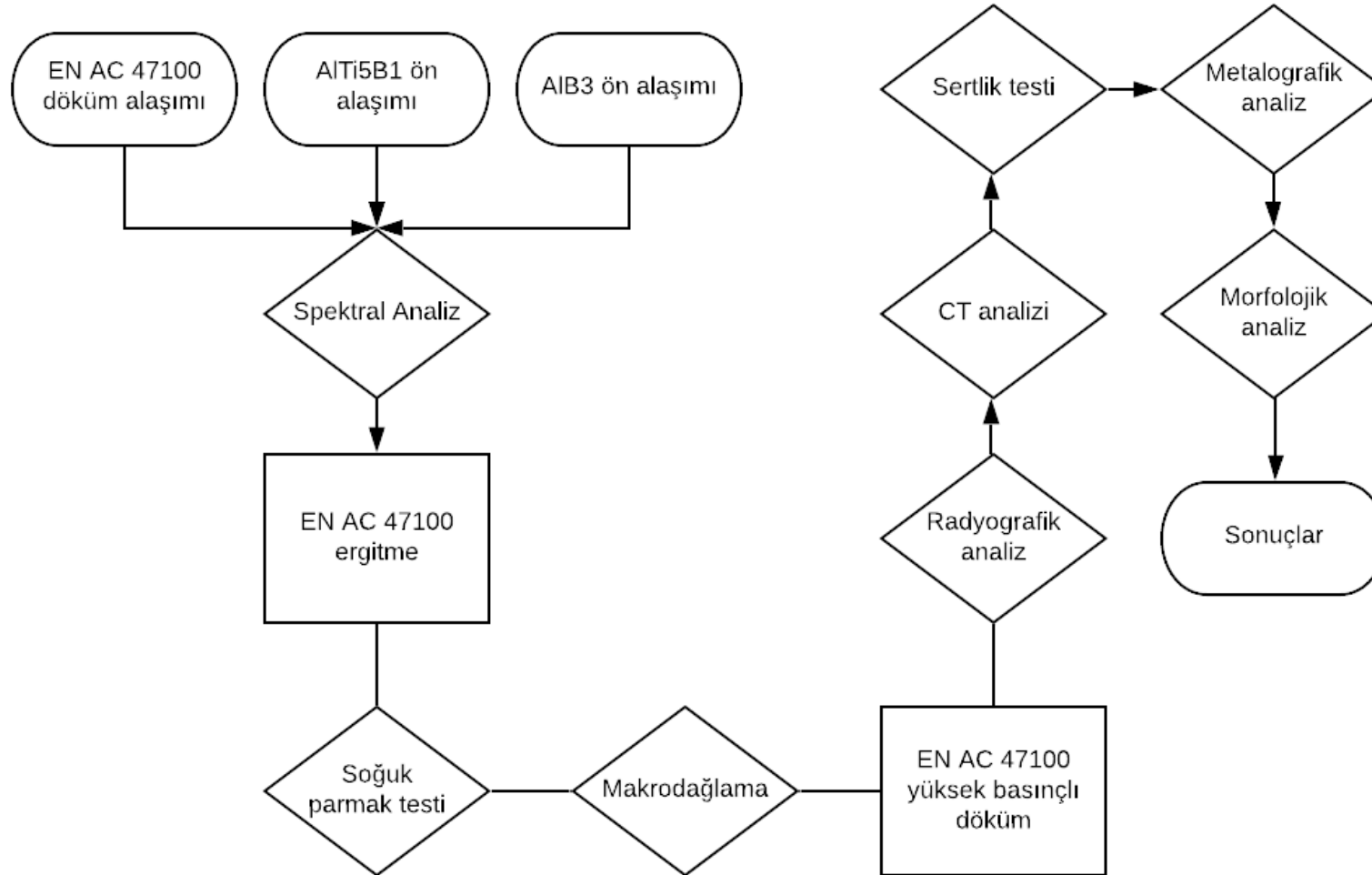
AlB ön alaşımlarının olası tane inceltme mekanizması;

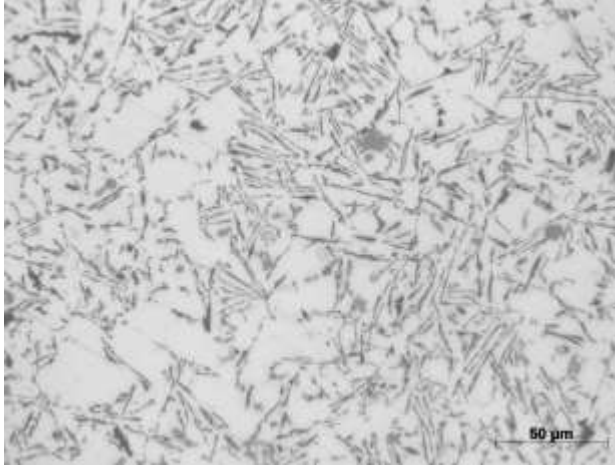
- 659,7°C'de alüminyum ile AlB_2 intermetalığı arasında ötektik reaksiyon meydana gelir ve ergiyik içerisinde çözünmemiş AlB_2 intermetalığı üzerinde bir katman oluşturur. Alaşımın likidüs sıcaklığının altına düşülmesi ile birlikte oluşmuş katman üzerinde α -Al partikülleri çekirdeklenmeye başlar.
- AlB_2 intermetalığı heterojen çekirdek olarak görev almaktadır. Verimli bir tane inceltme sağlayabilmesi için Si varlığına ihtiyaç duyulmaktadır. α -Al ile AlB_2 arasında oluşan SiB_6 katmanı, alüminyum ile AlB_2 arasındaki kristalografik uyumsuzluğu düşürmekte ve AlB_2 'nin çekirdeklenme potansiyelini artırmaktadır.



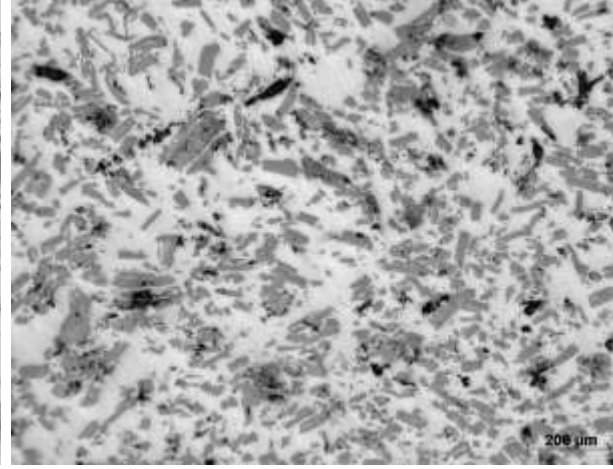
AlB₂ ile çekirdeklenme
[DOI: 10.1016/S1003-6326(11)60878-9]



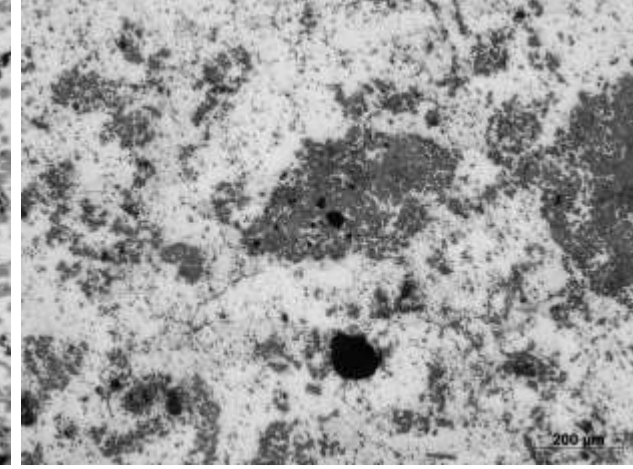




**EN AC 47100 (AlSi12Cu1(Fe))
alüminyum döküm alaşımı**



**AlTi5B1 tane inceltici ön alaşımı
(Al: 93,90, Ti: 5,1, B: 0,95 % ağı.)**



**AlB3 tane inceltici ön alaşımı
(Al: 96,85, B: 3,1 % ağı.)**

EN AC 47100 (AlSi12Cu1) kimyasal bileşimi (% ağı.)

Yöntem	Si	Cu	Fe	Mg	Mn	Cr	Zn	Ti	Sr
Soğuk Parmak	10,97	0,83	0,75	0,06	0,28	0,02	0,32	0,05	0,07
Döküm	11,09	0,84	0,75	0,06	0,29	0,02	0,31	0,05	0,07

Soğuk Parmak Testi



Soğuk parmak test aparatı



Çubuk AlTi5B1 ön alaşımı

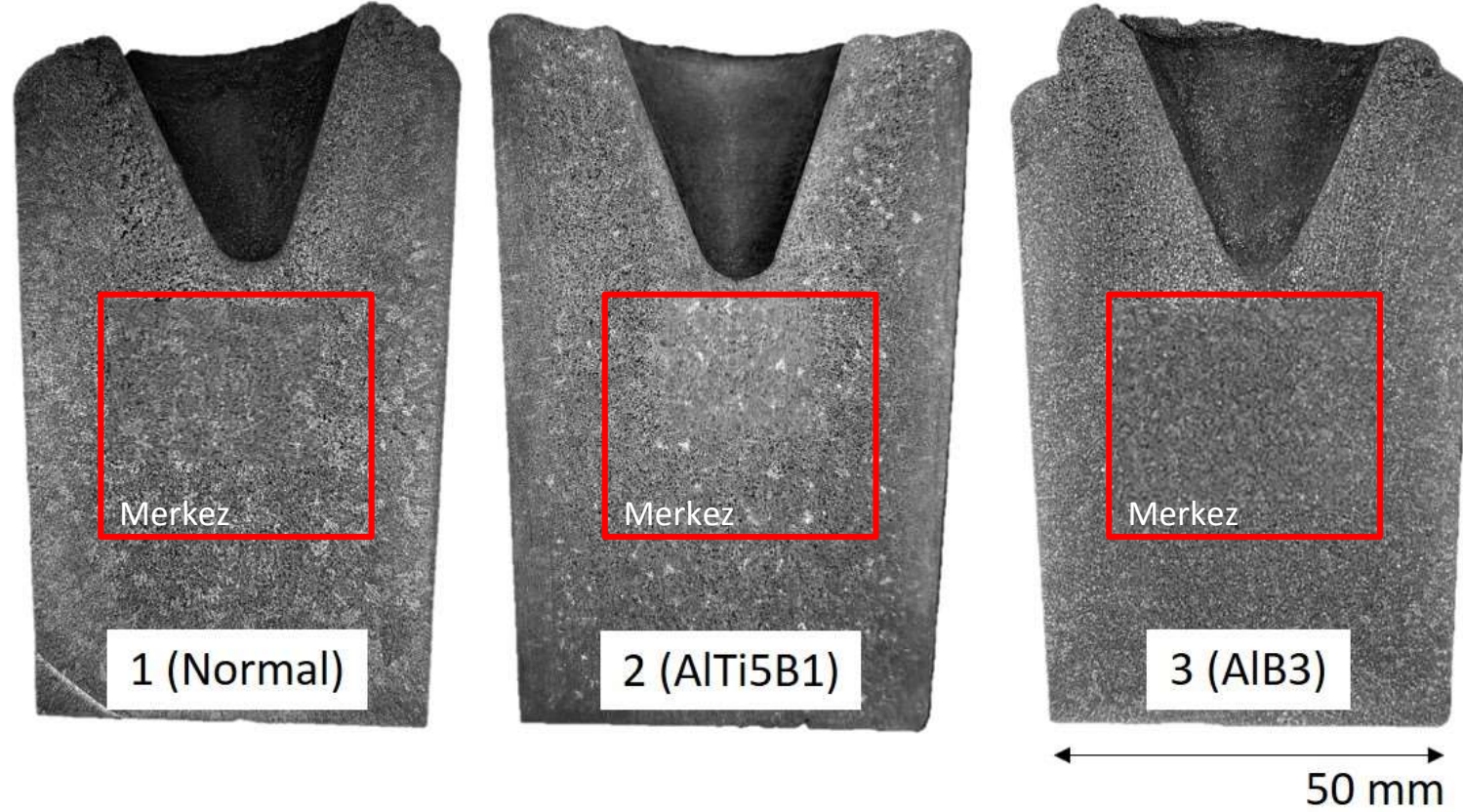


Waffle AlB3 ön alaşımı

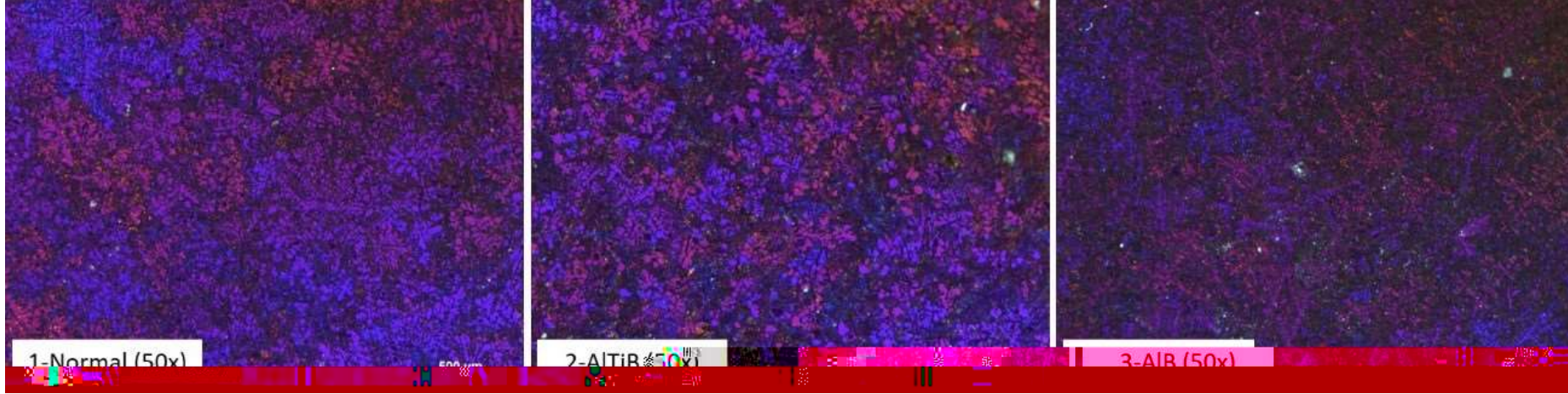
Soğuk parmak test koşulları

Deneme Kodu	Dök. Sıcak. (°C)	AlTi5B1 (%ağ.)	AlB3 (%ağ.)
1-Normal	730 ± 10	0	0
2-AlTiB	730 ± 10	0,5	0
3-AlB	730 ± 10	0	0,5

Yüksek Basıncılı Alüminyum Döküm ile Üretilen Ürün Kalitesine AlTi5B1 Ve AlB3 Ön Alaşımının Etkisi



Soğuk parmak test sonuçları



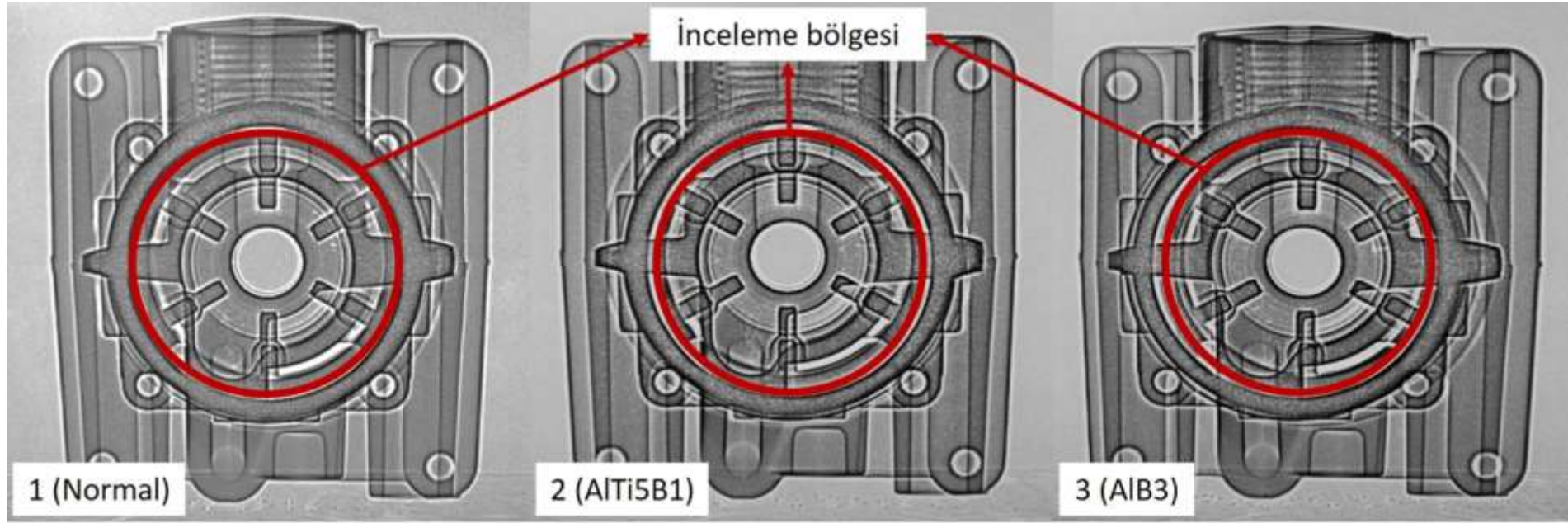
Soğuk parmak merkezden alınmış numune mikroyapıları (Barker elektrolitik dağlama)



Daha ince taneli yapı

Yüksek basınçlı döküm deneme koşulları

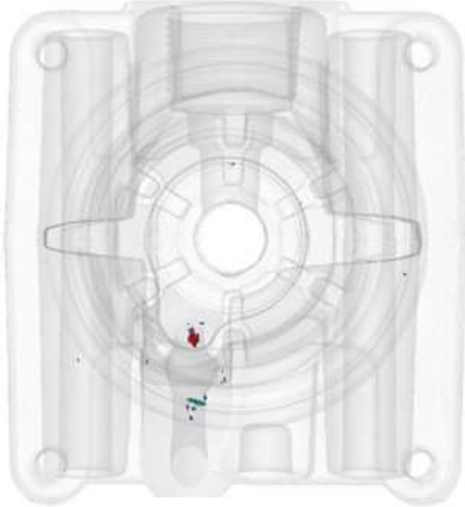
Deneme Kodu	Ergiyik Sıc. (°C)	1. Faz Hızı (m/s)	2. Faz Hızı (m/s)	3. Faz Basıncı (bar)	Kademe (mm)	İlave (% 0,5 ağı.)
1-Normal	710 ± 5	0,15 ± 0,05	3 ± 0,3	300 ± 5	120	Yok
2-ALTiB	710 ± 5	0,15 ± 0,05	3 ± 0,3	300 ± 5	120	ALTi5B1
3-ALB	710 ± 5	0,15 ± 0,05	3 ± 0,3	300 ± 5	120	ALB3



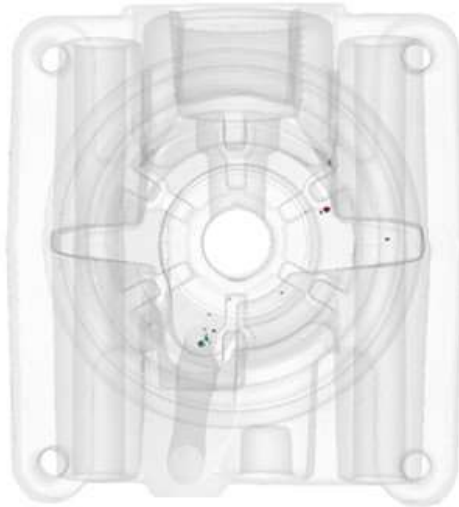
Döküm parça radyografik analiz sonuçları



1 (Normal)



2 (AlTi5B1)



3 (AlB3)

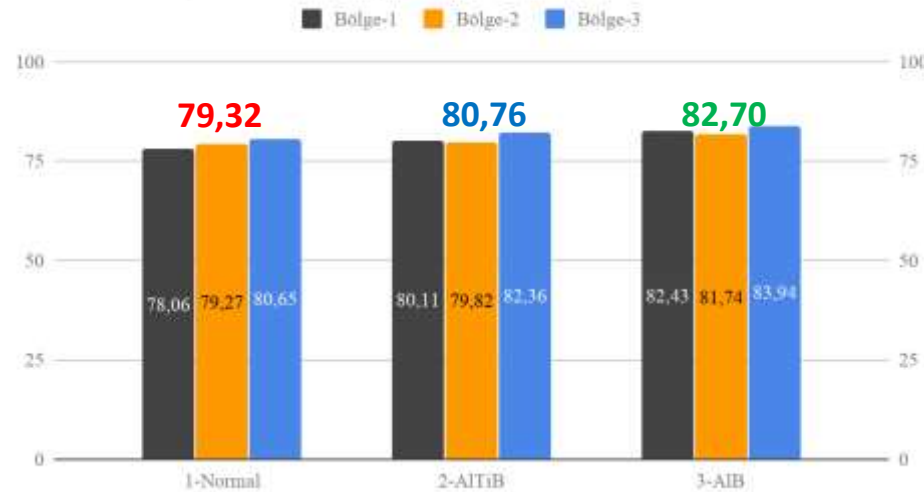
Döküm parça CT analiz sonuçları

Deneme Kodu	Parça Hacmi (mm ³)	Saptanan Hata Sayısı (adet)	Ortalama Hata Hacmi (mm ³)	Hata Oranı (%)
1-Normal	115046	31	0,192	0,005
2-AlTiB	115858	31	0,182	0,004
3-AlB	115752	20	0,08	0,001

Döküm parça sertlik testi sonuçları (HB)

Deneme Kodu	Bölge-1	Standart Sapma (σ)	Bölge-2	Standart Sapma (σ)	Bölge-3	Standart Sapma (σ)
1-Normal	78,06	0,37	79,27	0,21	80,65	0,16
2-AltıB	80,11	0,11	79,82	0,08	82,36	0,07
3-AIB	82,43	0,02	81,74	0,06	83,94	0,05

Döküm Parça Sertlik (HB)

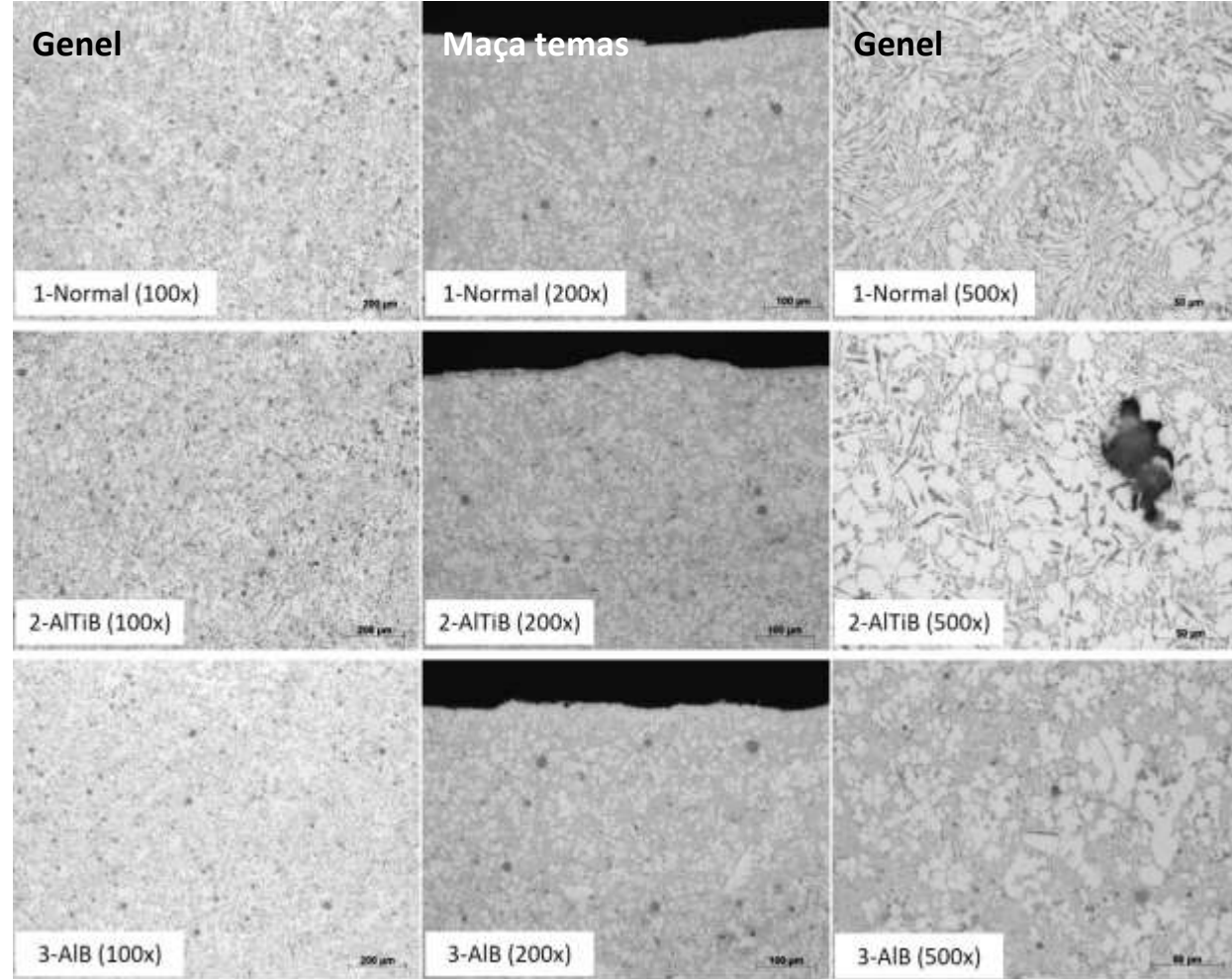


- Tane inceltici ön alaşım kullanımına bağlı olarak döküm parçanın sertlik değerlerinde artış gözlemlenmiştir.
- Ortalama 79,32 HB değeri AltıB kullanımı ile 80,76 HB'ye, AIB kullanımı ile 82,70 HB değerine yükselmiştir.
- Tanelerin incelmeyeine bağlı olarak tane sınırları artmış ve sertlik özellikleri olumlu etkilenmiştir.

Mikroyapı Analizi

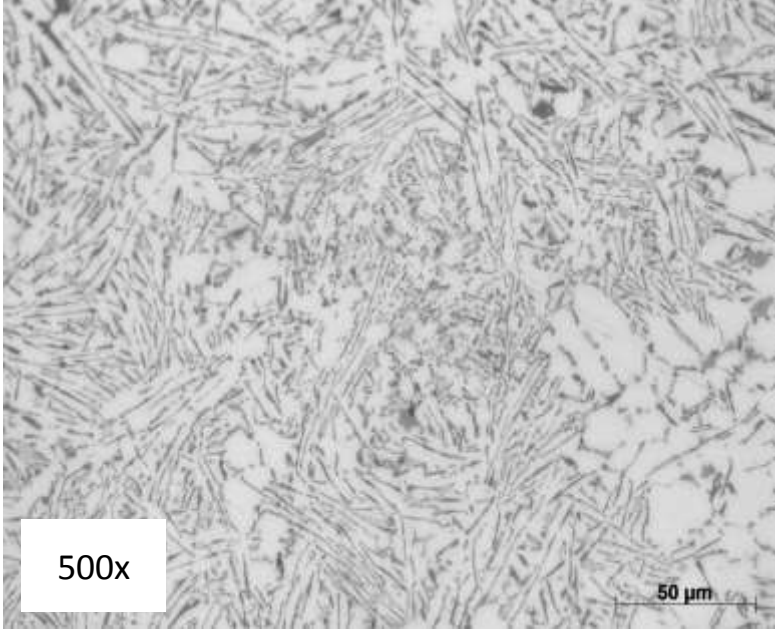


Sızdırmazlık bölgesi, taralı alan
numune alınan kısım, 27 mm kalınlık



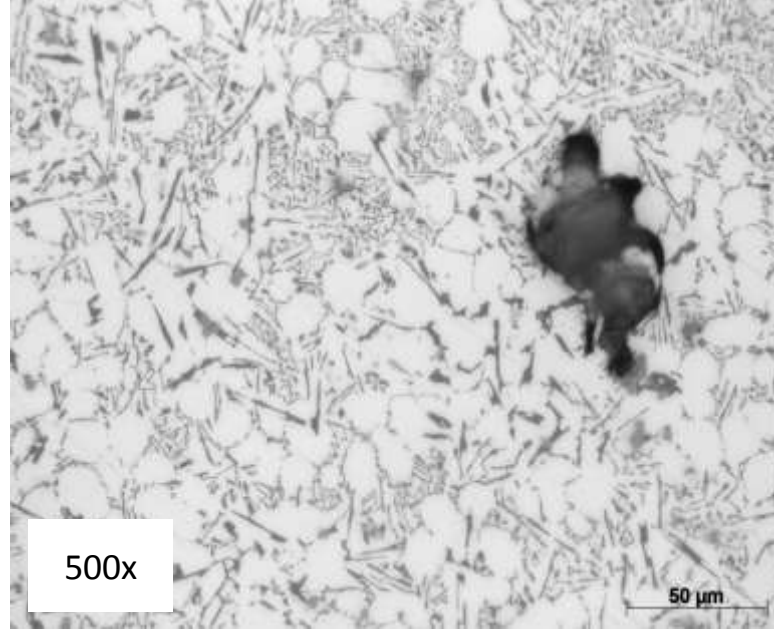
Döküm parça mikroyapıları (dağlamasız)

Yüksek Basıncı Alüminyum Döküm ile Üretilen Ürün Kalitesine AlTi5B1 Ve AlB3 Ön Alaşımının Etkisi



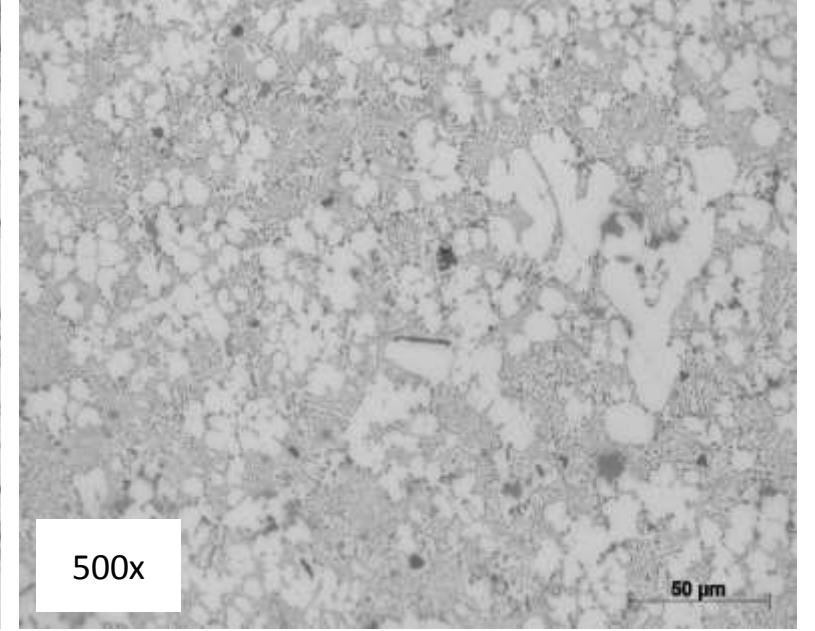
1-Normal

Kaba Al-Si ötektik yapısı ve kaba α -Al partikülleri



2-AlTiB

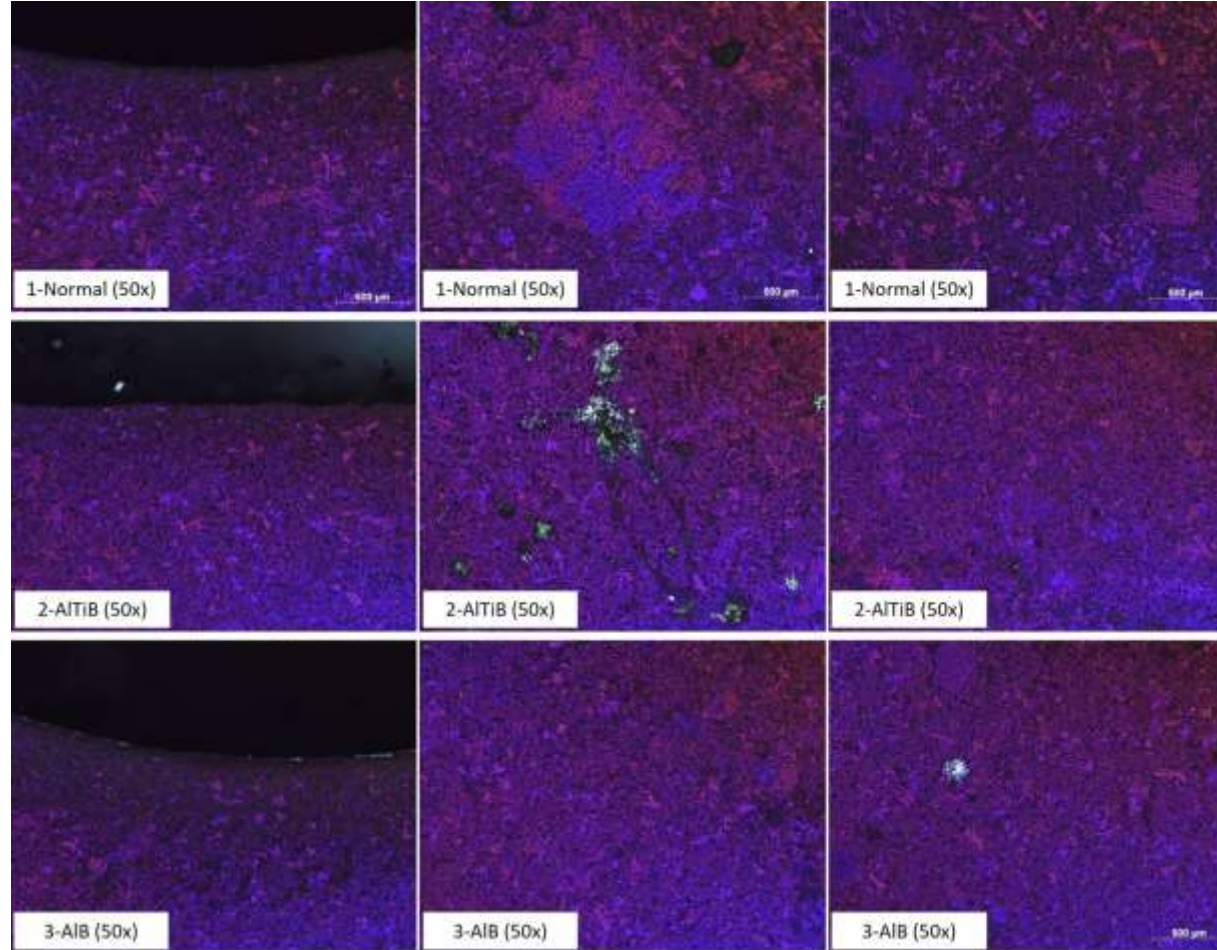
İnce Al-Si ötektik yapısı ve kaba α -Al partikülleri, iğnesel ve kaba intermetalik fazlar



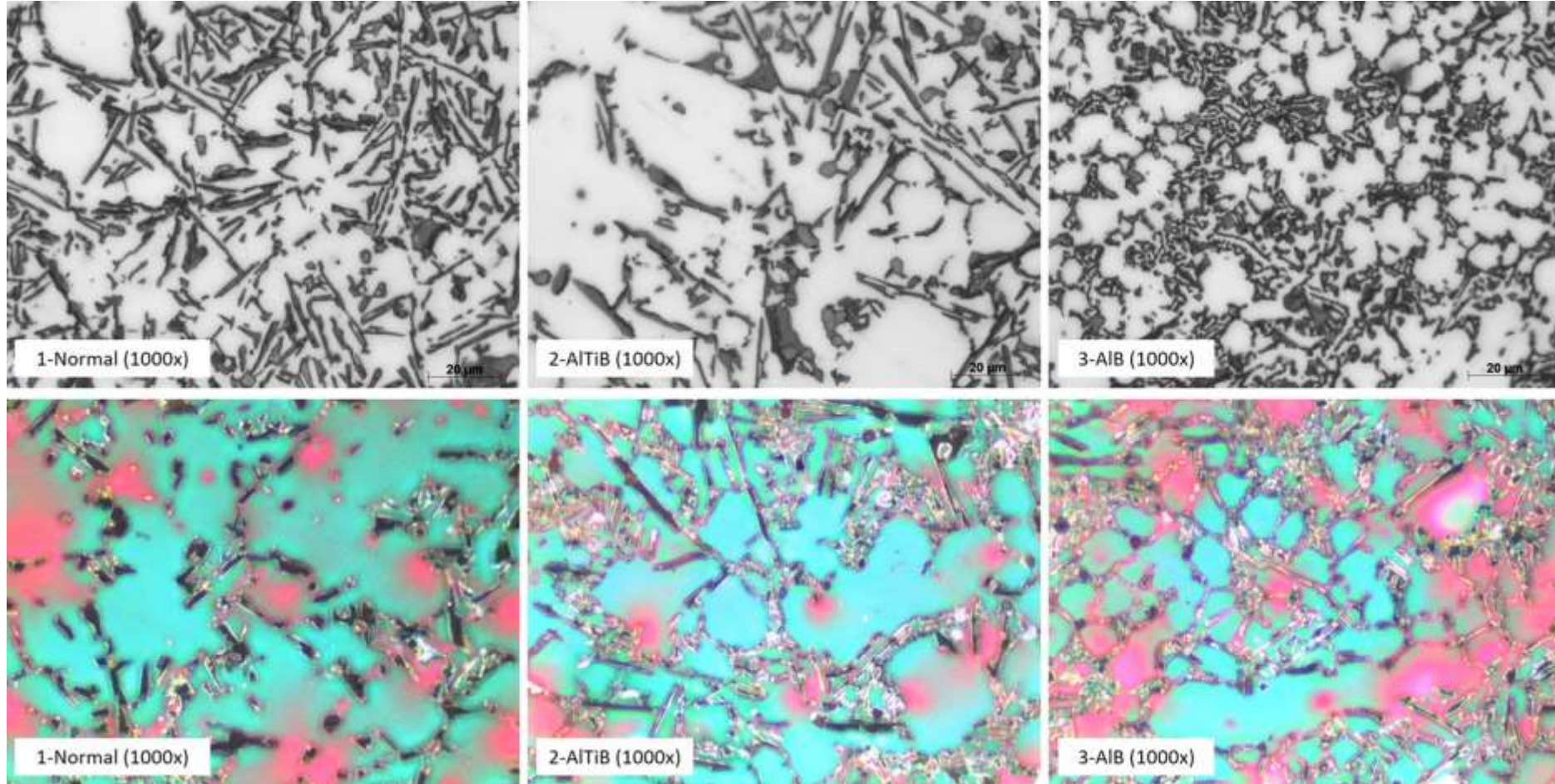
3-AlB

İnce Al-Si ötektik yapısı ve ince α -Al partikülleri

Döküm parça mikroyapıları (dağlamasız)



Döküm parça mikroyapıları (Barker elektrolitik dağlama)



Döküm parça mikroyapıları

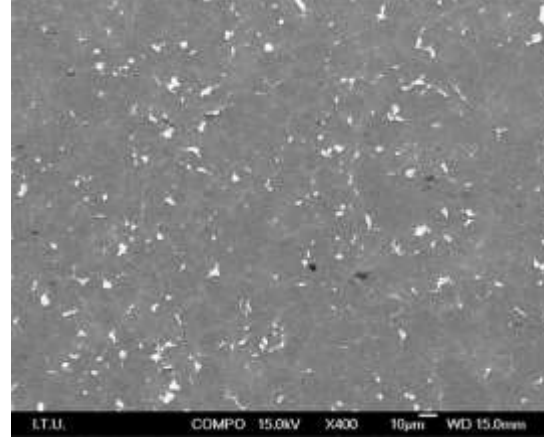
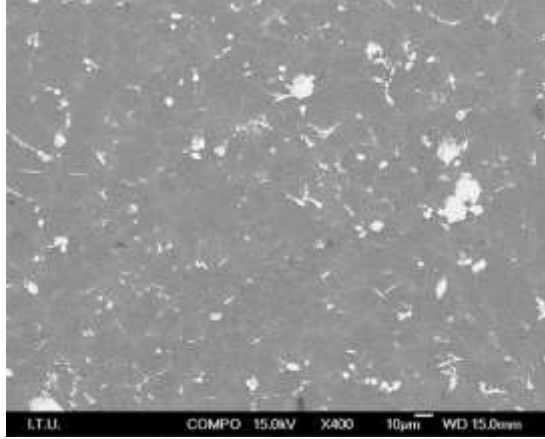
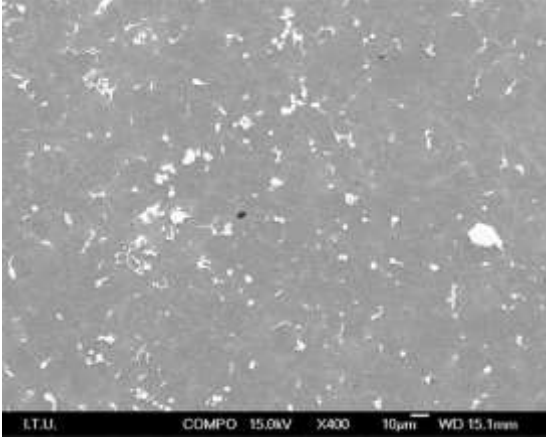
Morfoloji Analizi

1-Normal

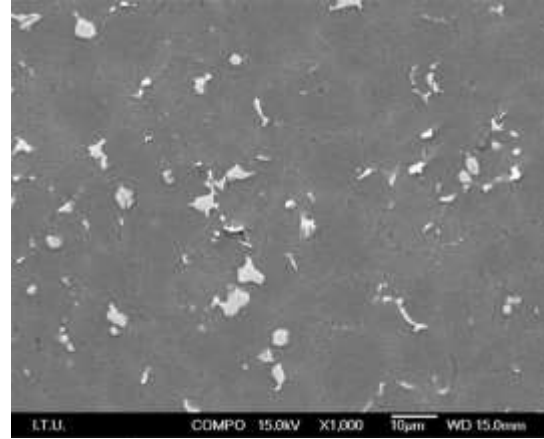
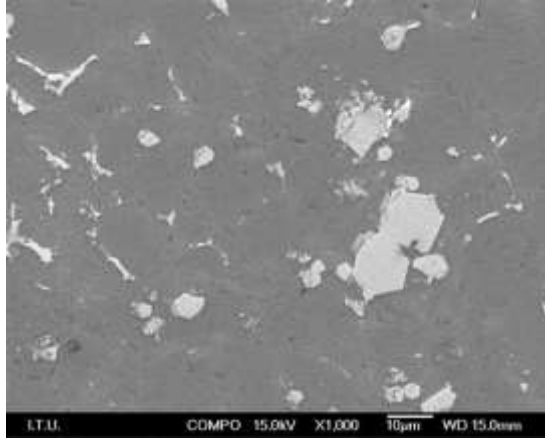
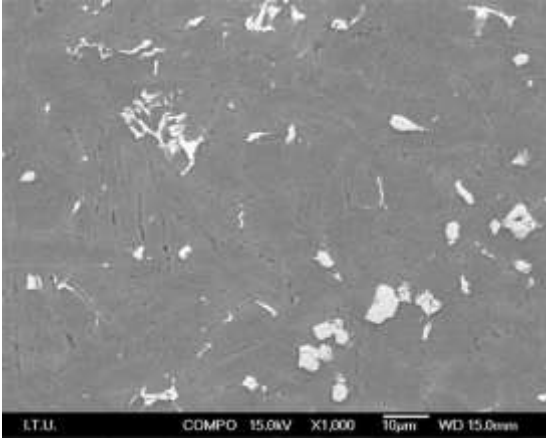
2-AltıB

3-AlB

400x



1000x



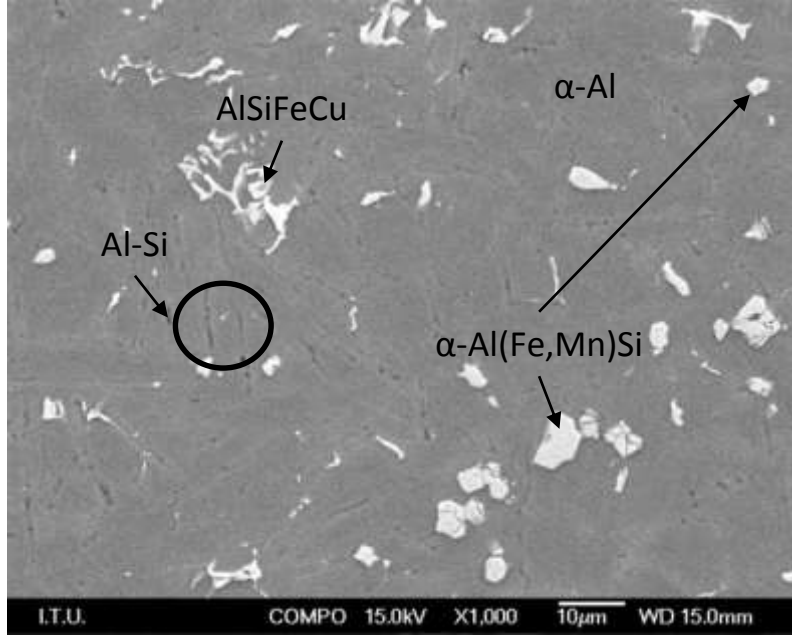
- Genel morfolojik yapılar incelendiğinde; α -Al matris üzerinde katılmış iğnesel, poligonal ve Çin harfi formunda intermetalik fazlar görülebilmektedir. AlB3 ön alaşımı kullanılmış numunede intermetalik fazların diğer numunelerde oluşanlara göre daha ince bir formda olduğu görülmektedir.

Döküm parça morfolojileri

Yüksek Basıncı Alüminyum Döküm ile Üretilen Ürün Kalitesine AlTi5B1 Ve AlB3 Ön Alaşımının Etkisi



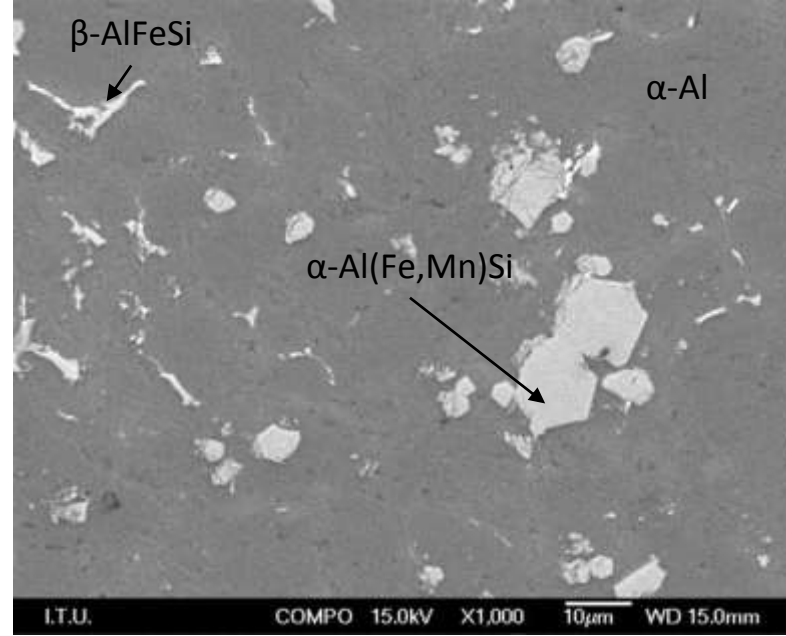
Morfoloji Analizi



1-Normal

1. morfolojide tanımlanmış fazlar:

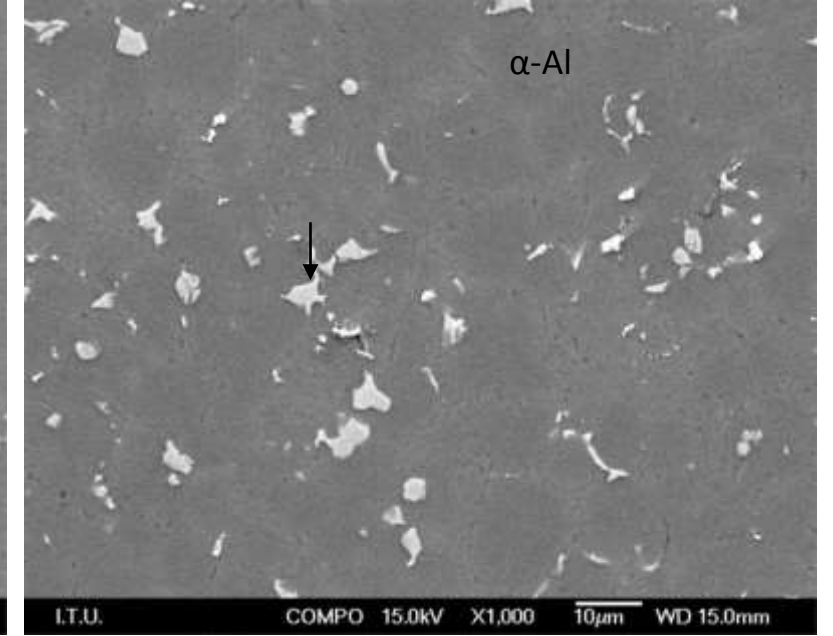
- Mn varlığında poligonal yapıda oluşmuş ince AlFeSi çamursu (sludge) fazı
- İğnesel Al-Si ötektiği
- Cu varlığında Çin Harfi (Chinese script) yapısında oluşmuş AlFeSi fazı



2-AlTiB

2. morfolojide tanımlanmış fazlar:

- Mn varlığında poligonal yapıda oluşmuş kaba AlFeSi çamursu (sludge) fazı
- İğnesel AlFeSi fazı



3-AlB

3. morfolojide tanımlanmış fazlar:

- Mn varlığında poligonal yapıda oluşmuş ince AlFeSi çamursu (sludge) fazı
- İğnesel AlFeSi fazı



Yüksek Basıncılı Alüminyum Döküm ile Üretilen Ürün Kalitesine AlTi5B1 Ve AlB3 Ön Alaşımının Etkisi

1. Tane inceltici ön alaşımların (özellikle AlB3) döküm prosesi sonucu üretilen ürünlerde olumlu etkileri gözlemlenmiştir.
2. Tane inceltici ön alaşım kullanımı ile döküm hatalarında azalma görülmüştür. En etkili sonuç AlB3 ön alaşımı kullanımında elde edilmiştir.
3. Mikroyapılar incelendiğinde, AlB3 ön alaşımı ile ince, eşeksenli α -Al partiküllerine sahip daha homojen bir yapı elde edildiği görülmüştür. Morfolojik analizde, intermetalik fazların daha ince bir formda oluştuğu ve homojen olarak dağıldığı görülmüştür.
4. Yüksek basınçlı döküm prosesinde yaygın olarak kullanılmayan tane inceltici ön alaşımların kullanılabilirliği ve parça üzerindeki olumlu etkileri gözlemlenmiştir.
5. Tane inceltici ön alaşımlarının sertlik üzerinde çok belirgin bir etkisi görülmemiştir, tane incelmesine bağlı olarak ortalama 3 HB'lik sertlik artışı elde edilmiştir. Döküm denemeleri ile elde edilen parçaların içerdiği döküm hatalarının bu koşullar altında sızdırmazlığı olumsuz etkilemediği görülmüştür.



İLGİNİZ İÇİN TEŞEKKÜRLER...

