

DÖKÜM KALİTESİNİN SIKIŞTIRMA DÖKÜM YÖNTEMİ İLE YÜKSELTİLMESİ

Hakan ERTURAN * Mahmut A. SAVAŞ * Sabri ALTINTAŞ*

Boğaziçi Üniversitesi, Mak. Müh. Böl.

ÖZET

Bu makalede monotektik alaşımların mekanik özelliklerine zarar vermeden talaşlı işlenebilirliklerinin artırılmasında kullanılan sıkıştırma döküm yöntemi anlatılmaktadır.

Anahtar Sözcükler : Kompozit malzemeler, sıkıştırma döküm

ABSTRACT

In this paper, squeeze casting method, which provides improvement in mechanical properties of monotectic alloys during chip removal manufacturing process, is mentioned.

Key Words: Composit materials, squeeze casting

GİRİŞ

Günümüzde teknolojik gelişmenin sınırları kullanılacak malzemenin özellikleri ile belirlenmektedir. Bu konuda uygulama çözümleri sunabilecek malzemeler arasındaki kompozitler ise çoğu zaman üretim yöntemleri ile ilgili sorunlar nedeniyle kullanıma sunulmamıştır. Kompozit malzemeler, içyapı özellikleri birbirinden farklı ancak belli bir uygulamaya yönelik olarak birbirlerini tamamlayan özelliklere sahip olan fazları içerirler. Bu yapı farklılıkları kompozit malzemelerin klasik yöntemlerle üretilmesinde kısıtlamalara neden olmaktadır. Kompozitlerin üretilmesi için teorik olarak: En kısa yol bir sıvı fazı iki farklı katı faza ayrıştırma yöntemleridir. Tek aşamada üretilebilen anlamına gelen in-situ kompozitlerin üretilmesi için iki tür tepkimeden faydalanılabilir [1-3]:

Sıvı => Katı 1 +Katı 2 (Ötektikler sınıfı) (1)

Sıvı 1 => Katı 1 + Sıvı 2 ve ardından,

Sıvı 2 => Katı 1 + Katı 2 (Monotektikler sınıfı) (2)

Özellikle monotektik sınıfında bu tür alaşımları oluşturan malzemelerin katılaşma sıcaklıklarının ve yoğunluklarının farklı olması klasik yöntemlerle üretilmelerini sorunlu hale getirmektedir. Bunun yanında döküm işlemi, üretimin son aşaması değildir, üretilen malzemede yüksek dökülebilirlik özelliğinin yanında yüksek işlenebilirlik özelliği de

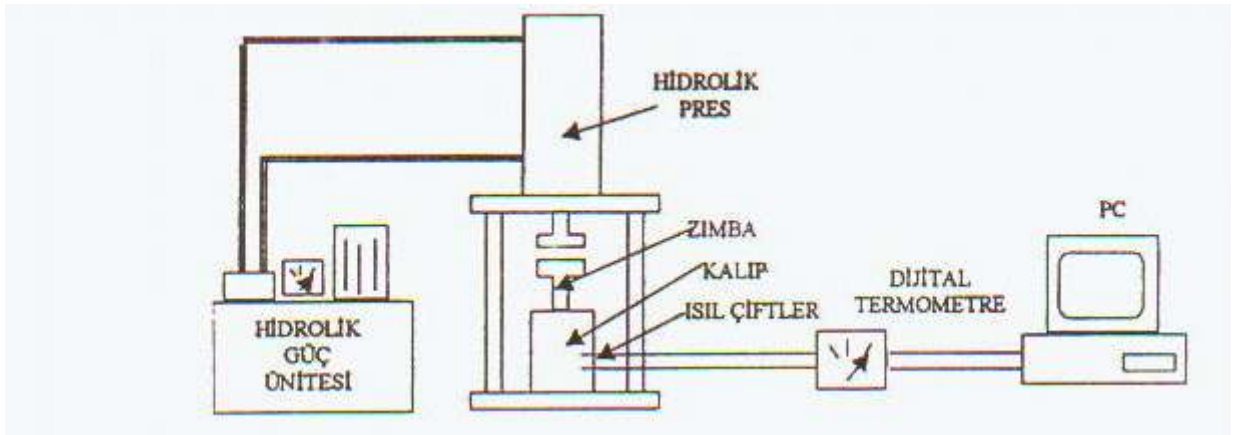
aranmaktadır. Gerek malzemenin işlenebilirlik özelliği, gerekse mekanik özellikleri malzemenin içyapısı ile doğrudan ilişkilidir.

Araştırma grubumuz tarafından son yıllarda yapılan çalışmalarda, yarı-katı halde metal şekillendirme yöntemleri ile, özellikle sıkıştırma döküm (squeeze casting) yöntemi uygulandığında in-situ kompozitlerin iç yapılarında iyileşmeler sağlandığı gözlenmiştir. Araştırmalar kapsamında sıkıştırma döküm yönteminin malzemenin mekanik özellikleri üzerindeki etkisinin yanı sıra, alaşımlara katılacak eklentilerin bu özelliklere etkisi ve işlenebilirlik özelliklerindeki gelişmeler araştırılmıştır. Endüstrideki kullanım alanı giderek genişleyen çinko alüminyum alaşımlarına bizmut ve kurşun katkılarının malzemelerin talaşlı işlenebilirlik özellikleri üzerindeki olumlu etkileri gözlenmiştir. Bunun yanısıra konvansiyonel üretim yöntemleri ile üretilmesi sorunlu olan geniş katılma aralıklı bu alaşımların sıkıştırma döküm yöntemi ile üretilmesi durumunda uygulamada karşılaşılan pek çok dezavantajın ortadan kalktığı görülmüştür [4-9].

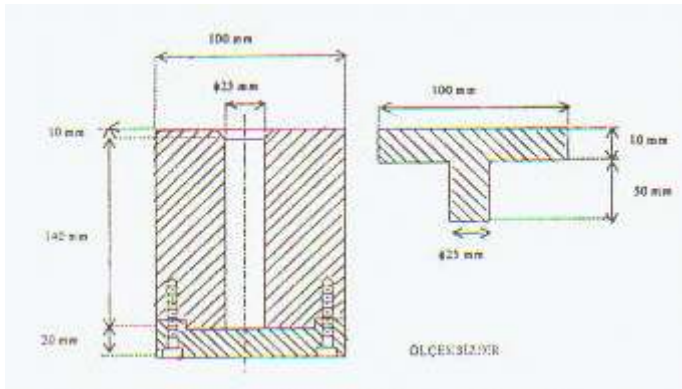
DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Deney Düzenekinin Hazırlanması

Sıkıştırma döküm yöntemi ile numune üretilmesi için tasarlanan döküm düzenek, sıkıştırma döküm kalıbı, sıcaklık ölçüm düzenek ve hidrolik presten oluşmaktadır (Şekil 1). Dökümlerde kullanılan kalıp ve zımbası St 70-2 (DIN 17100) imalat çeliğinden işlenmiş olup, Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 1. Sıkıştırma Döküm Deney Düzenekinin Şematik Gösterimi



Şekil 2. Dökümlerde Kullanılan Kalıp ve Zımbası

Sıcaklık ölçümleri için ısı çiftlerinin yerleştirilebilmesi amacıyla, kalıbın iç yüzeyinden 1 mm, 5mm ve 15 mm mesafelere kadar 3mm çapında delikler açılmıştır. Sıkıştırma işlemi için basıncı ayarlanabilen bir hidrolik pres kullanılmıştır. Döküm işlemleri için Zn -%27 Al, Zn -%27 Al -%3 Bi, Zn -%1.9 Bi ve %99.5 sıcaklıkta çinko malzemeleri hazırlanmıştır. Ayrıca, katılaşmakta olan dökümlerde gözlenen soğuma hızlarının tespiti için yerleştirilen ısı çiftleri iki kanallı bir dijital termometre vasıtasıyla kişisel bilgisayara bağlanmıştır.

Numunelerin Üretilmesi

Dökümü yapılacak alaşımlar elektrik dirençli bir fırında ergitilerek 600°C'de tutulmuşlardır. Daha sonra ergiyik, içi toz grafit ile boyanmış ve 250 °C'ye ısıtılmış olan kalıba dökülmüş ve kalıp hidrolik prese yerleştirilerek içine kalıbın zımbası yerleştirilmiştir. Alaşımın sıcaklığı, katılaşma aralığına geldiğinde hidrolik pres vasıtasıyla alaşım üzerine basınç uygulanmıştır. Değişik basınçların alaşımı üzerindeki etkilerini gözlemek için 50, 100 ve 150 Mpa basınçlar altında, her bir alaşımdan 5'er adet numune üretilmiştir. Ayrıca bir karşılaştırma yapmak amacıyla bütün alaşımlardan atmosfer basıncında döküm numuneleri üretilmiştir.

Yoğunluk, Sertlik, Çekme Dayanımı ve Talaş Uzunluğu Değerlerinin Belirlenmesi

Üretilen tüm Zn -%1.9Bi monotektik numunelerinin yoğunlukları, ASTM D792-A standardında belirtilen su taşıma yöntemi ile belirlenmiştir. Bütün gruplardaki numunelerden 3'er adedi ASTM B557-M standardına göre işlenerek çekme deneyi numuneleri üretilmiş ve bu numuneler Instron 1186 üniversal çekme cihazında 5mm/dak çekme hızında çekilerek kırılmışlardır.

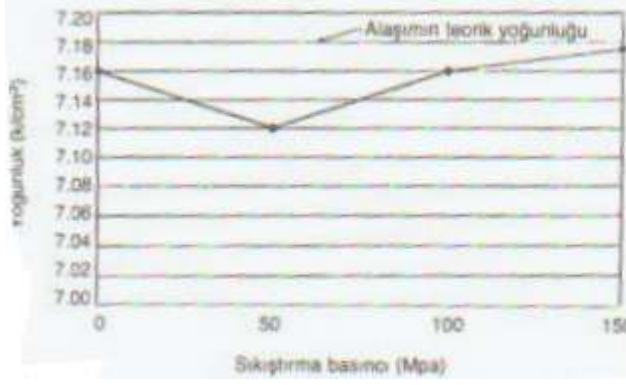
Tornada çekme deneyi numuneleri işlenirken ISO-3685'te belirtilen koşullar sağlamış ve 355, 500, 700 ve 1000 devir/dak kesme hızlarında oluşan 1 mm kalınlığındaki talaşlar toplanmıştır. Bu talaşların uzunlukları ölçülmüş ve ortalama talaş uzunlukları tespit edilmiştir.

Üretilen numunelerin 1'er adedi boylamasına kesilerek içyapı incelemesi için parlatılmıştır. Bu numuneler aynı zamanda Vickers sertlik değerlerinin tespit edilmesi için de kullanılmıştır. Numunelerin ekseni boyunca, eksene paralel 5 ve 10 mm mesafede eşit aralıklı 10 noktadan Vickers sertlik dereceleri tespit edilmiştir.

BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Sıkıştırma Basıncının Yoğunluk Üzerindeki Etkisi

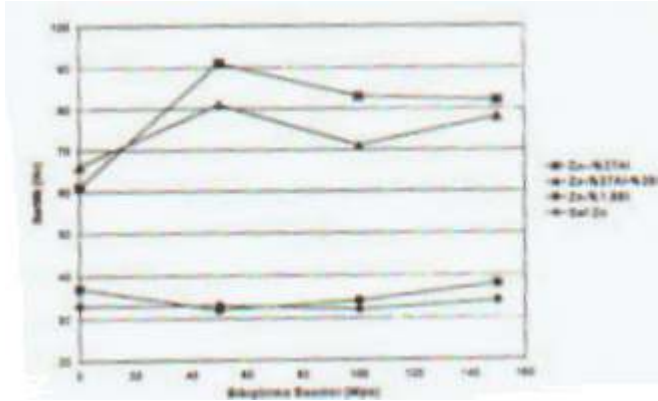
Yoğunluk ölçümleri sonunda, basınç arttıkça yoğunluğun da arttığı dolayısıyla döküm içindeki boşlukların açıldığı görülmüştür. 150 Mpa basınç ile sıkıştırılan numunelerin yoğunluğu ise alaşımların teorik yoğunluk değerlerine çok yaklaşmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Zn-%1.9 Bi Monotektik Alaşımasının Yoğunluğunun Sıkıştırma Basıncı ile Değişimi

Sertlik Ölçümleri

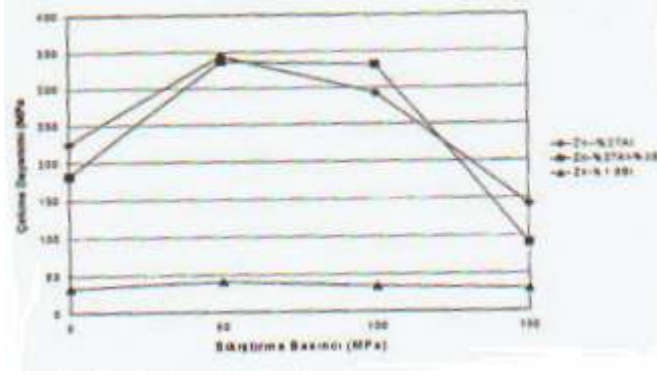
Numuneler üzerinde yapılan sertlik ölçümlerinde alüminyum eklenmesinin saf çinkoya göre sertlik değerlerini belirgin bir şekilde arttırdığı, bizmut eklentisinin ise bu değerlerde daha az miktarda artış sağladığı gözlenmiştir. Sıkıştırma basıncının artması ile birlikte ortalama sertlik değerinin yükseldiği ancak 50 MPa basınçtan sonra sertlik değerinde büyük bir değişiklik olmadığı görülmüştür (Şekil 4). Sertlik değerlerinin, numunelerin daha hızlı soğuyan zımba tarafına yakın kısımda daha yüksek olduğu da tespit edilmiştir.



Şekil 4. Ortalama Vickers Sertlik Değerlerinin Sıkıştırma Basıncına Göre Değişimi

Çekme Dayanımı

Yapılan çekme deneyi sonuçlarında ilk göze çarpan bulgu, sıkıştırma basıncının artması ile birlikte alaşımların çekme dayanımında gözlenen artıştır. 50 ve 100 MPa sıkıştırma basıncında Zn -%27A1 ve Zn -%27A1 %3Bi alaşımlarında çekme dayanımındaki artış, atmosfer basıncında dökülen numunelere göre yaklaşık %100 düzeyinde olmuştur. Ancak basıncın daha fazla artması bu değerlerin düşmesine neden olmuştur. Bu düşüş, numunelerin merkezi bölgelerinde oluşan gerilme kaynaklı kümelenmeye (strain induced macrosegregation) ve numunelerde plastik deformasyon sınırının aşılmasına bağlanmaktadır. Yalnızca bizmut eklentisi ise çekme dayanımını belirgin şekilde düşürmüştür (Şekil 5).

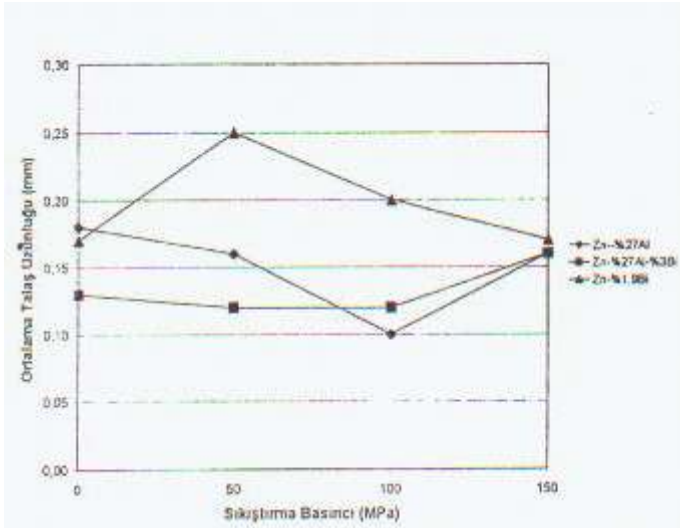


Şekil 5. Ortalama Çekme Dayanımı Değerlerinin Sıkıştırma Basıncına Göre Değişimi

Sıkıştırma Basıncı ve Bizmut Eklentisinin Alaşımların Talaşlı İşlenebilirliğine Etkisi

Çinko ana fazına eklenen bizmutun ortalama talaş uzunluğunu belirgin bir şekilde düşürdüğü ve dolayısı ile malzemenin işlenebilirliğini arttırdığı gözlenmiştir. %99.95 saflıkta atmosfer basıncında dökülen numuneler işlenirken elde edilen ortalama talaş uzunluğu 15 mm civarında iken 150 MPa basınç ile dökülen numunelerde tane boyutlarının küçülmesine bağlı olarak bu uzunluk 3.5 mm civarına düşmüştür. Şekil 6'da da görüldüğü gibi alaşıma katılan bizmut ise ortalama talaş uzunluğu değerini 0,15 mm seviyesine düşürmüştür. Sıkıştırma basıncının artması ile birlikte bu değerde belirgin bir değişim olmamıştır.

Zn-Bi ve Al-Bi ikili denge diyagramları incelendiğinde bizmutun, çinko ve alüminyum ile ayrı ayrı monotektik sistemleri oluşturduğu görülür. Bu nedenle çinko ve alüminyum ana fazlarındaki süreklilik bozulmaktadır. Benzer biçimde bizmut katılı Zn %27Al alaşımında da bizmut çökeltisinin içyapıdaki sürekliliği bozduğu ve tornada işlenmekte olan iş parçasından daha kısa ve kıvrık talaşların kesilmesini sağladığı, böylece talaşlı işlenebilirliği yükselttiği anlaşılmaktadır.



Şekil 6. Ortalama Talaş Uzunluğunun Sıkıştırma Basıncına Göre Değişimi

SONUÇLAR

a) Geniş katılaşma aralıklı ve bu nedenle genelde dökümleri sorunlu alaşımların uzun katılaşma süreleri sıkıştırma döküm uygulanması için bir avantajdır.

b) Zn -%1.9 Bi monotektik alaşımı ile ticari uygulama alanı genişlemekte olan çinko-alüminyum alaşımlarından geniş katılaşma aralıklı Zn -%27A1 alaşımının döküm kalitelerinde ve çekme özelliklerinde sıkıştırma döküm uygulanması sonucu önemli yükselmeler sağlanmıştır.

c) Bizmut katkısı ile saf çinko ve Zn -%27A1 alaşımının mekanik özelliklerini kötüleştirmeden talaş uzunluklarını düşürmek mümkündür.

KAYNAKÇA

1. Cahn J. W., "Monotectic Composite Growth", Metallurgical Transactions, cilt 10A, s. 119-121, 1979.

2. Chadwick G.A., "Monotectic Solidification", ÖBritish Journal of Applied Physics, cilt 16, s. 1095-1097, 1965.

3. Grugel R.N., and Hellawell A., "Alloy Solidifications in Systems Containing a Liquid Miscibility Gap", Metallurgical Transactions, cilt 12A, s. 669-681, 1981.

4. M.A. Savaş, H. Erturan ve S. Altıntaş "Zn-Bi Monotektik Alaşımının Sıkıştırma Döküm Yöntemi ile Üretilmesi" 8. Uluslararası Metalurji ve Malzeme Kongresi Bildiriler Kitabı, cilt 1, Haziran 1995, s. 477-482

5. T. Ulusoy "Development of Free- Cutting Zn and Zn-based Alloys" MSc. Thesis, Mechanical Engineering Dept., Boğaziçi Üniversitesi, 1997.

6. M.A. Savaş ve S. Altıntaş "Effects of Squeeze Casting on Wide Freezing Range Binary Alloys" Materials Science and Engineering, cilt A173, s. 227-231, 1993.

7. H. Erturan "Squeeze Casting of Zn-Bi Monotectic Alloy" MSc. Theis, Mechanical Engineering Dept., Boğaziçi Üniversitesi, 1994.

8. M.A. Savaş, M. Akyüz ve S. Altıntaş "Çift Fazlı Bir Alaşımda İşlenebilirlik ve Mekanik Özelliklerin İyçyapı Kontrolü ile Geliştirilmesi", BÜ-FBE Araştırma Raporu, Boğaziçi Üniversitesi 1994.

9. M.A Savaş, H. Erturan ve S. Altıntaş "Effects of Squeeze Casting on the Properties of Zn-Bi Monotectic Alloy" Metallurgical and Materials Transactions cilt 28A, s. 1509-1515, 1997.