



METAL KÖPÜKLER

Hakan VARYOZ, Oğuzcan DİKDERE , Anıl M. DİNÇ , Mesut TIRYAKI , Agah AYGAHOĞLU

Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kütahya, agah.aygahoglu@dpu.edu.tr

ÖZET

Metal köpükleri yapısının %75 ile %90'ı gözeneklerden oluşmuş, rijit saf metal ya da alaşımlardır. Isıl davranışları, enerji absorbe etme yetenekleri, düşük yoğunlukları, yüksek kesme ve kırılma mukavemetleri ve düşük ağırlıklarından dolayı tercih edilen yeni bir malzeme grubudur.[1]. Köpük metallerin “açık hücreli” ve “kapalı hücreli” olmak üzere iki çeşidi vardır. Metal içerisindeki gözenekler birbiriyle bağımlı bir halde bulunuyorsa bu yapıya “açık hücreli köpük metal” adı verilmektedir. “Kapalı hücreli köpük metaller” de ise hücrelerin her birinin içerisinde gaz hapsedilmiştir ve birbirinden yalıtılmış bir halde bulunmaktadır.[2]. Metal köpükleri elde etmek için çok çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu çalışmada nispeten ucuz ve kolay olan tuz kullanılarak açık hücreli metal köpük üretimi yöntemi ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler : *Köpük Metal, Alüminyum, Tuz, NaCl*

ABSTRACT

Between 75% and 90% of metal foams structure is solid pure metal or alloys which was made of pores. It is a new group of material, because of its thermal behaviours, energy absorbing abilities, low densities, high shear and fracture strengths and low weights. There are two kinds of foam metals; open cell foam metals and close cell foam metals. If the pores in the metal structure are located relative to each other, the structure is called ‘open- cell foam metal’. However, in the structure of close cell foam metals, gas is locked in each of the cells and cells occur isolated from each other. Many different methods are used to obtain metal foams. In this study, by using salt, production method of open cell metal foam which is relatively cheap and easy to get is considered

Keywords : *Metal Foam, Aluminum, Salt, NaCl*

1. GİRİŞ

Yeryüzünde var olan malzemelerin çok çeşitli olması, ancak gelişen teknoloji ve ihtiyaçlara cevap vermemesi bilim adamlarını yeni arayışlara sürüklemektedir[3]

Köpük metaller, köpük görümlü, %75 ile %90 arası gözenekli yapıya sahip özel yöntemler ile metal malzemedan imal edilmiş endüstriyel ürünlerdir. Diğer metal malzemelere göre çok daha hafif olmasına karşın hafiflik / mukavemet oranının yüksek olması, darbe ve sarsıntıları absorbe edebilmesi, düşük yoğunlukları, yüksek kesme ve kırılma mukavemetleri, ısı ve ses izolasyonu sağlaması ve kimyasal süzme gibi özelliklere sahip olması sebebiyle önem kazanmış ve hakkında yapılan araştırmalar artırılarak pratikte kullanılabilir hale getirilmeye çalışılmaktadır.[1][4]

Metalik köpük malzemelerin yapısal kullanım alanları arasında otomotiv, demiryolu ve inşaat

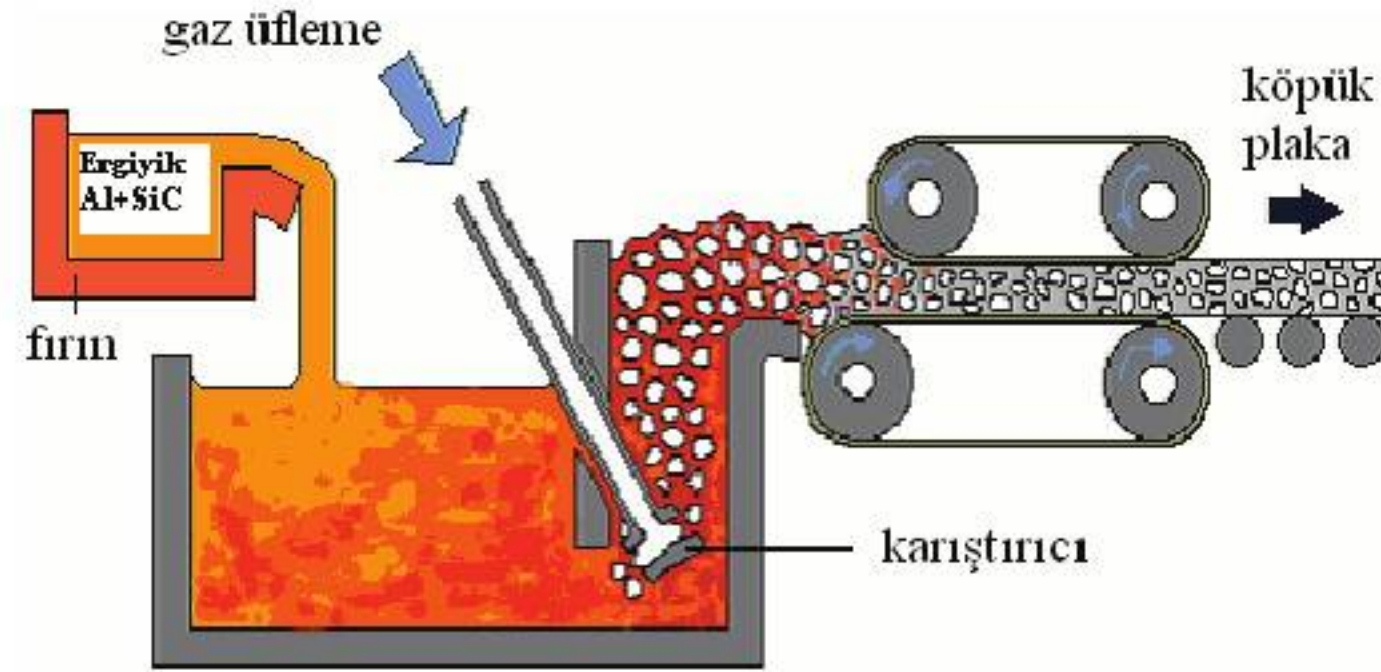
endüstrileri, uzay araçları, gemi ve spor malzemeleri yapımı ve biyomedikal uygulamalar; işlevsel kullanım alanları arasında ise filtreleme ve ayırma, ısı dönüştürücüleri, soğutma sistemleri, elektrokimyasal uygulamalar, su arıtma, sıvı muhafaza ve iletimi gibi uygulamalar sayılabilir [5][6][7].

Metal köpük yapılarla diğer mühendislik malzemelerinin, köpük yapıları arasında mekanik özellikler açısından önemli farklar vardır. Polimer malzemelerden yapılan köpükler yeterli derecede rijit değildir ve seramik köpük malzemeler de çok kırılabilir bir yapıya sahiptirler. Bu nedenle metalik, köpük yapıları kullanmak bazı uygulamalar açısından doğru bir seçim olarak görülmektedir. [8]

2. KÖPÜK METAL ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Köpük metaller için çok çeşitli üretim yöntemleri geliştirilmiş ve yapılan akademik çalışmalar ile bu yöntemlere yenileri de eklenmektedir. Ancak her yöntemin kendine göre avantaj ve dezavantajlı durumları söz konusudur. Köpük metal üretim yöntemlerinden en yaygın kullanılanları şunlardır:

Gaz Üfleme ile Alüminyum Köpük Metal Üretimi: Bu yöntemde göre (Şekil 1) SiC, Al₂O₃ veya MgO₂ tozları eriyiğin viskozitesini yükseltmek için eriyiğe ilave edilmektedir. Bunun için özel bir karıştırma tekniği kullanılmaktadır. Köpüklenmekteki ikinci adım ise oluşan bu metal matris kompozite gaz ilave edilmesidir. Gaz, özel olarak dizayn edilmiş bir nozül yardımıyla eriyiğe ilave edilir. Böylece eriyik içinde tekdüze olarak dağılmış çok ince gaz kabarcıkları oluşur. Sonuçta oluşan köpükler eriyik yüzeyinde yüzer. Takviye taneciklerin eriyikte olmasından dolayı oluşan köpükler oldukça kararlı haldedir. Daha sonra oluşan köpük bir konveyör yardımıyla çekilerek soğuyup katılaşmaya izin verilir [5].



Şekil 1. Gaz Üfleme ile Alüminyum Köpük Metal Üretimi.

Bu yöntemde gaz dağılımını kontrol etmek zordur ve gözenekler her zaman büyüktür (0.5-1cm). Gözenek boyutu üzerinde kontrol zordur ve tesadüfi çok büyük gözenekler oluşabilir buda mukavemeti kötü yönde etkiler. Ayrıca sadece levha dökümüne uygundur ve yüzey kesimi düzensizdir. Önceden seramik parçacıkların karıştırılması gerekir. Bu bütün alaşımlar için uygun değildir (bazı alaşımlar yeteri kadar viskoz değildir) [9].

bırakıldı. Fırına yerleştirilen kalıp 690 °C de yaklaşık 2 saat tutuldu. 2 saatin sonunda sisteme argon gazı verilerek basınçlandırılması sağlandı. Argon gazının yollanma amacı ortamdaki oksijeni uzaklaştırmak ve üstteki ergimiş alüminyum tuz parçalarına doğru itirmektir. Kalıp fırından çıkartılarak soğumaya bırakıldı. Soğuyan kalıptan çıkartılan numunenin (Şekil 4) tuz içine karışmayan üst kısmı kesilerek içinde tuz parçaları olan alt bölümü suyun içine konuldu ve karıştırıcı vasıtasıyla malzeme içindeki tuzların su içinde çözünmesi sağlandı.

4. BULGULAR

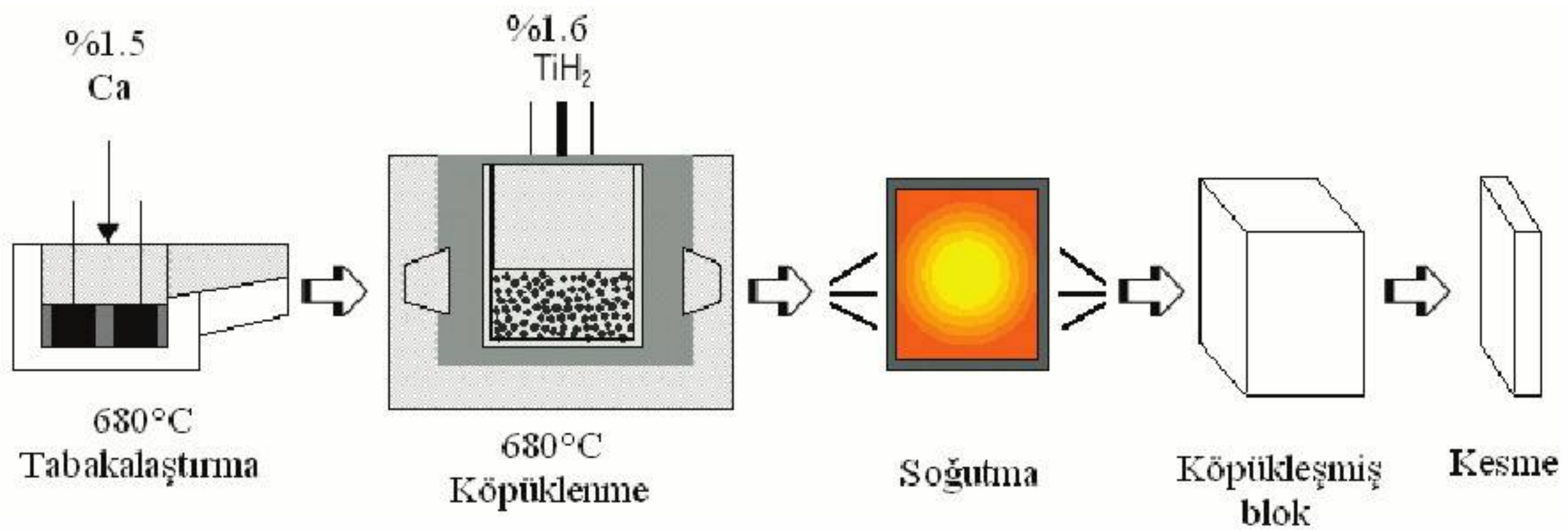
Tuzların yapıdan uzaklaştırılması ile açık gözenekli köpük yapı elde edildi (Şekil 5). Yapılan ölçümler sonucu elde edilen gözenekli yapının yaklaşık %75 oranında olduğu ve yapıdaki boşlukların kullanılan tuz boyutu ile aynı olduğu tespit edilmiştir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Yöntem oldukça basit ve ucuz bir yöntemdir. Boşluk hacmi, kullanılacak tuz boyutuna ve miktarına göre ayarlanabilir. Kalıp geometrisi değiştirilerek istenen şekilde parçalar üretilebilir.

Günümüzde; demir, nikel, kurşun, çinko, titanyum köpük metaller üretilebilmektedir Fakat metal köpük üretiminde; yüksek enerji sönümleme yetenekleri, göreceli uygun maliyetleri, korozyon direnci ve düşük ergime sıcaklığından dolayı en çok kullanılan metalik köpük alüminyum köpük metaldir bu yüzden bu çalışmada ana malzeme olarak alüminyum ve alaşımları tercih edilmiştir. Üretimde kullanılan NaCl tuzunun ayrışma sıcaklığının 800 °C olması üretimim sadece Alüminyum ve alaşımları için kullanımını sınırlamaktadır. Ancak araştırmalar sonucu farklı ayrışma sıcaklığına sahip tuzlar tespit edilerek ergime sıcaklığı daha yüksek metaller içinde bu yöntem uygulanarak köpük metal üretilebilir.

Köpükleştirici Ajanlar Yardımıyla Alüminyum Köpük Metal Üretimi: Bu yöntemde gaz üflemek yerine eriyiğe direkt olarak köpükleştirici ajan ilave etmek esastır. Köpükleştirici ajan etkili sıcaklıkta çözünerek gaz salmakta ve köpükleşmeyi sağlamaktadır. Şekil 2.'de sistemin şematik görünümü verilmektedir. Yöntemin ticari adı "ALPORAS" olarak bilinmektedir [10].



Şekil 2. ALPORAS yöntemi ile Köpük Metal Üretimi [11].

Bu yöntem katkı malzemelerinden dolayı pahalı bir yöntemdir. Ayrıca üretimde istenilen son şekilde parça üretilmesi çok zordur.

Toz Metalürjisi ile Köpük Metal Üretimi: Bu yöntemde, toz metal ve köpük yapıcı madde karıştırıldıktan sonra presleme, ekstrüzyon ve haddeleme benzeri metal şekillendirme yöntemleri ile köpükleşecek yoğun yapıya sahip yarı ürün elde edilmektedir. Köpükleşecek yarı ürün, metalin erime sıcaklığının üstüne ısıtılmakta ve bu esnada köpük yapıcı malzeme bozunarak gaz açığa çıkarmaktadır. Açığa çıkan gaz, erimiş metalin genişlemesine ve gözenekli bir yapı oluşmasına neden olmaktadır.[9]

Bu yöntemde; Tozların maliyeti yüksek, çok büyük parçaların üretilebilmesi çok zor, Gözenek yapısının düzeni yeterli değil, işlem kontrolü geliştirilmelidir.

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada köpük metal elde etmek için NaCl ve benzeri tuzlar kullanılarak daha ekonomik bir üretim hedeflenmiştir. Deneysel çalışma için 40 mm çapında dairesel kesitli 1050 ve 6063 alaşımları kullanılmıştır.

Deneyde kullanılacak 40 mm çapındaki paslanmaz çelik kalıpların içerisine yaklaşık 50 mm yüksekliğe kadar tuz konuldu, daha sonra tuzun üzerine 40 mm çapındaki ve 20 mm yüksekliğinde alüminyum parça yerleştirildi. Sızdırmazlık için kalıbın üst kapağı yerleştirildi ve civataları sıkıldı (Şekil 3). Kalıbın içindeki atmosfer vakumlanarak argon gazı verildi ve firma yerleştirilmeden önce kalıp içi vakum altında



Şekil 3. Kalıp



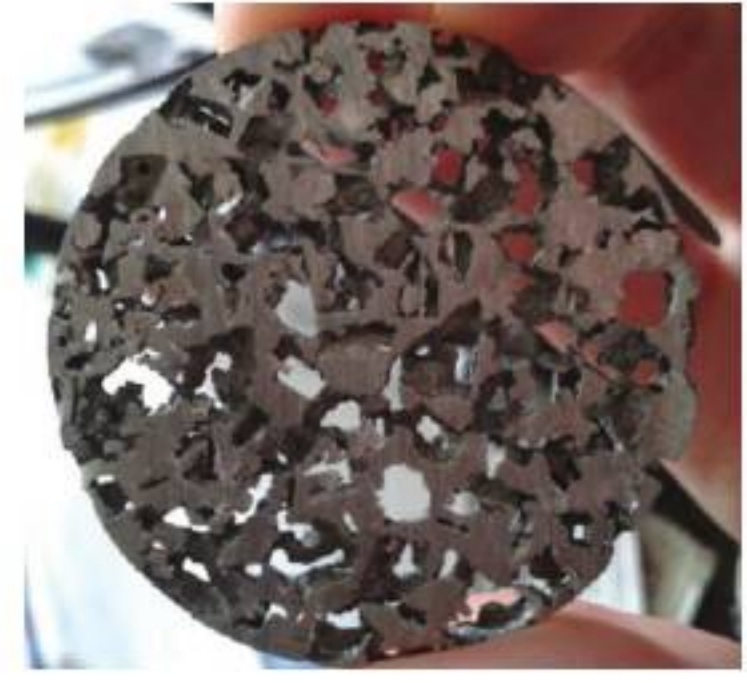
Şekil 4. Numunenin Çıkartılması.



(a)



(b)



(c)

Şekil 5. (a) Kalıptan çıkarılan numune, (b) Tuzlar temizlenmiş numune, (c) İnce kesit görünüm.

6. KAYNAKLAR

- [1] Gibson, L.J., Ashby, M.F., 1988 "Cellular Solids; Structures and Properties", Pergamon Press, Oxford, 132
- [2] Amjad, S., (2001), "Thermal Conductivity and Noise Attenuation in Aluminium Foams" , A dissertation submitted for the degree of Master of Philosophy in Materials Modelling at the University of Cambridge.
- [3] Banhart, j., Ashby, M.F., Fleck, N.A., 1999 "Metal Foams And Porous Metal Structures" MIT-Verlag, Bremen/Ger
- [4] Hanssen, A.G., Langseth, M., Happerstad, O.S., 2000, "Static and dynamic crushing of circular aluminium extrusions with aluminium foam filler", J. Of Impact Eng., 24 (5): 475-507.
- [5] Banhart, J., 2001, "Manufacture, characterisation and application of cellular metals and metal foams", Progress in Materials Science, 46, 559-632
- [6] Kavi H., Toksoy K., Guden M., "Predicting energy absorption in a foamfilled thin-walled aluminum tube based on experimentally determined strengthening coefficient ,, Materials & Design, 01/01/2006., Vol.27., Iss.4;p.263
- [7] Banhart, J., „Properties and Applications for Cast Aluminium Sponges“, Adv. Eng. Mat., 2, 168, 2000
- [8] Yi, F., Haiwu, Z., Zhengang, Z., Fangqiou, Z., 2002, "The Microstructure and Electrical Conductivity of Aluminum Alloy Foams", Material Chemistry and Physics, 78, 196–201.
- [9] Gökhan ÖZER " Alüminyum esaslı köpük metal üretimi" Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İSTANBUL 2005
- [10] Miyoshi, T., Itoh, M., Akiyama, S., ve Kitahara, A., (2000), "ALPORAS Aluminium Foam: Production process, Properties, and Applications", Advanced Engineering Materials (4):179-183.