



85/15 Bronz Kompozitinde Ni İlavesinin Üretim Parametrelerinde Elektriksel İletkenliğe Etkisi

Tülay YILDIZ

Fırat Üniversitesi, Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Elazığ
tyildiz@firat.edu.tr ORCID: 0000-0001-9665-7733, Tel: (424) 237 00 00 (4239)

Ali Kaya GÜR*

Fırat Üniversitesi, Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Elazığ
akgur@firat.edu.tr ORCID: 0000-0001-6077-1892, Tel: (424) 237 00 00 (4249)

Nafiz BOZKURT

Fırat Üniversitesi, Metal Eğitimi ABD, Elazığ
nafizbozkurt@gmail.com ORCID: 0000-0002-9071-5813

Geliş: 08.03.2019, Revizyon: 30.04.2019 , Kabul Tarihi: 28.05.2019

Öz

Bu çalışmada %3 Ni takviyeli CuSn (85/15) Bronz alaşımının elektrik iletkenliğine sinterleme sıcaklığı ve sinterleme basıncının etkisi incelenmiştir. Bu amaçla toz metalürjisi sıcak presleme yöntemi ile CuSn (85/15) bronzuna %3 Ni takviyeli kompozit malzeme üretilmiştir. Çalışma parametreleri olarak, sinterleme sıcaklığı 700 °C ve 800 °C sinterleme süresi 15 dk olmak üzere sabit tutulmuş, sinterleme basıncı ise 20 MPa ve 30 MPa olmak üzere değişken parametreler kullanılmıştır. Sıcak presleme yönteminde sinterleme esnasında ısı ve basıncın aynı anda uygulanması bu metodun en büyük avantajlarından biridir. Dolayısıyla imalat sırasında oluşabilecek boşlukların tamamına yakını giderilmiş olur. Bu sayede daha sıkı kompozit malzeme elde edilir. Üretilen Cu/Sn/Ni kompozit numuneler mikroyapı incelemeleri için hazırlanıp SEM ve EDS analizleri yapılmıştır. Numunelerin mekanik davranışlarının incelenmesi amacı ile numunelerden makrosertlik alınmıştır. Son olarak ise numunelerin elektrik iletkenlik değerleri öziletkenlik ve %IACS değerleri ölçülmüştür.

Anahtar Kelimeler: % IACS,, 85/15 bronz, elektriksel iletkenlik

* Yazışmaların yapılacağı yazar

Giriş

Toz metalürjisi üretim yöntemlerinden biri olan sıcak presleme yöntemi, yoğunluğu yüksek malzemeleri üretmek için bir veya birden çok parçaya basıncın izostatik olarak uygulanan ve koruyucu gaz ortamı içeren bir yöntemdir (Conway 2004). Yüksek sıcaklık ve basınçta geçen süre; plastik deformasyona, sürtünmeye ve difüzyona neden olur. Gözenekleri ortadan kaldırmak için toz metalürjisi uygulamalarına yönelik parçalara sıcak izostatik presleme işlemi uygulanarak hataların giderilip, mekanik özelliklerin iyileştirilmesi sağlanır. Sıcak izostatik presleme, katı veya toz formunda iki veya daha fazla malzemenin bir arada bağlanmasına veya kaplanmasına olanak sağlar (Ageev, vd. 2015 - Yıldız, vd.2017)

Sıcak presleme yöntemi, özel olarak imal edilmiş bir sistemde yüksek basınç, sıcaklık ve bir gaz atmosferinde (genellikle soy gazlar) basıncın ve sıcaklığın aynı anda uygulanmasını içeren bir toz metalürjisi yöntemidir. Bu yöntemde sinterleme işleminde genellikle argon kullanılır. Yüksek sıcaklık ve basınçtan sonra sistem plastik deformasyona, sürünme ve difüzyona izin verir. Üretilen parçaların içindeki mikro gözenekliliği gidermek, böylece kusurları azaltmak suretiyle mekanik özellikleri iyileştirmek için sıcak presleme yöntemi kullanılır. Sıcak izostatik presleme aynı zamanda iki veya daha fazla malzemenin katı veya toz halinde birleştirilmesini veya kaplamasını sağlar. (Atkinson, vd 1997).

Elektriksel iletkenlik (σ), bir maddenin elektrik akımını iletme yeteneğini belirleyen fiziksel bir büyüklüktür. Elektrik iletkenliğinin SI standardındaki birimi Siemens/metre (S/m ya da $\Omega^{-1}.m^{-1}$) olup, iletkenlik (σ) özgül direncin tersine eşittir. İletkenlik değerlerine göre maddeler, iletkenlik değerleri $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de $\sigma > 106\text{ S/m}$ olanlara iletken maddeler denmektedir. İletken maddelere örnek olarak metaller verilebilir. Tüm metaller içerisinde en iyi iletken olanları saf gümüş ve saf bakırdır (Kaplan, vd. 2011- Çelik Ö. 2009). Elektrik devrelerini açan ve kapatan ve dolayısıyla elektrik akımını açıp kapatan elektrik kontak cihazlarıdır. Ark, düşük

voltaj veya akım seviyesindeki uygulamalar haricinde, özellikle canlı bir devredeki kontakların açılması sırasında büyük bir problem oluşturur. Dolayısıyla ark erozyona ve yüksek ısıdan dolayı kontak yüzeylerinin erimesine ve hatta buharlaşmasına neden olurlar. Bakır esaslı metaller elektrik kontak malzemesi olarak kullanılırlar. İyi elektrik iletkenlik özellikleri termal iletkenlikleri, ucuz olmaları ve imalat kolaylıklarından dolayı tercih edilirler. Ama en önemli avantajları düşük elektriksel dirençleri, oksitlenme ve korozyon dirençleridir. Dolayısıyla bakır esaslı kontak malzemeleri bu tip uygulamalarda oksit filminden kaynaklanan voltaj düşmesi de kabul edilebilir bir değerdedir. En çok kullanılan bakır kontak malzemeleri sarı pirinç (C27000), fosforlu bronz (C51000) ve bakır berilyum (C17200-C71500) alaşımlarıdır. Eritme döküm yöntemiyle üretilirler ve düşük akımlı uygulamalarda şiddetli ark oluşmayan uygulamalarda kullanılırlar (Davis, 2011).

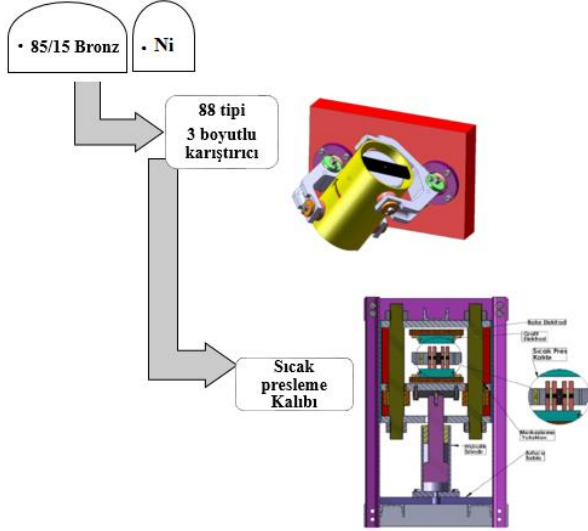
Bu çalışmada, 85Cu/15Sn Bronz alaşımına % ağırlıkça %3 Ni katılarak yeni bir kompozit malzeme üretilmiştir. Sıcak presleme yöntemiyle iki farklı sinterleme sıcaklığı ve presleme basıncında üretilen numunelerin mikroyapı, makrosertlik ve elektrik iletkenlikleri ölçülüp değerlendirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, 85Cu/15Sn Bronz alaşımına Tablo 1'de fiziksel özellikleri verilen tozlar kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan tozların boyutları piyasadandan hazır olarak temin edilmiştir. Tablo 2'de % ağırlıkça 85/15 bronz ve Ni tozları karıştırılarak sıcak presleme yöntemi kullanılarak yeni bir kompozit malzeme üretilmiştir. Sinterleme sıcaklığı tek bileşenli sistemlerde metalin ergime sıcaklığının 2/3 veya 4/5'i alınarak tespit edilir. Birden fazla bileşenli sistemlerde sinterleme sıcaklığı ergime sıcaklığı yüksek olan bileşenin ergime sıcaklığının altında, ergime sıcaklığı düşük olan bileşenin ergime sıcaklığı üzerinde seçilir (Klar E, 1984). Üretilen numunelerde literatür çalışmaları doğrultusunda basınç 20-30 MPa,

sinterleme sıcaklığı ise 700-800°C değerlerinde 15 dakika sıcak prese tabi tutulmuştur.

Bu çalışmada, numunelerin üretilmesi için Şekil 1'de akış şeması verilmiştir.



Şekil 1. Yapılan işlemlerin şematik olarak gösterilmesi

- Bu çalışmada kullanılan metal tozlar piyasadan, Tablo 1'de belirtilen tane boyutunda temin edilmiştir. Numunelerin üretimi Fırat Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Atölyeleri ve Çel-Mak San. ve Tic. Ltd. Şti. nde Tablo 2 'de verilen üretim parametrelerinde gerçekleştirilmiştir. Tablo 2'de belirtilen ağırlıkça katılan %3 Ni oranı (Konstanty 2005) metal tozları Ni karışımları yüksek mukavemet ve uzama özellikleri istenen parçaların üretiminde kullanılır. Metal tozlarına eklenen Ni miktarı ağırlıkça % 2-5 arasında değişebilir.

Tablo 1. Metal Toz Büyüklükleri

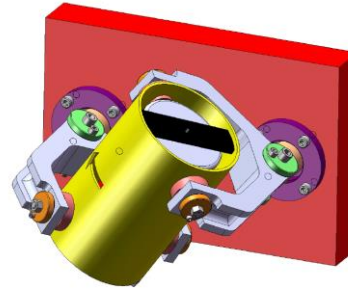
Metal Tozları	Tane Boyutu (µm)
Bronz (85Cu/15Sn)	70
Nikel	5

Bu çalışmada; 85/15 bronzuna ilave edilecek Ni saf haldeki metal tozlarının birbiriyle iyice karıştırılarak homojen bir yapı oluşturulması amacıyla 88 tipi, kapaklı toz hazneli, 3 boyutlu dönen karıştırma mikseri kullanılmıştır (Şekil 2). Karıştırıcı mikser çalıştırdıktan sonra

içindeki tozların homojen karışabilmesi amacıyla haznesi 360 derece turlarla her yöne dönebilmekte, dolayısıyla tozların birbiriyle iyice karışması sağlanmaktadır. Oransal olarak hazırlanan numuneler, karıştırma ünitesinde 20 dakika süresince karıştırıldı.

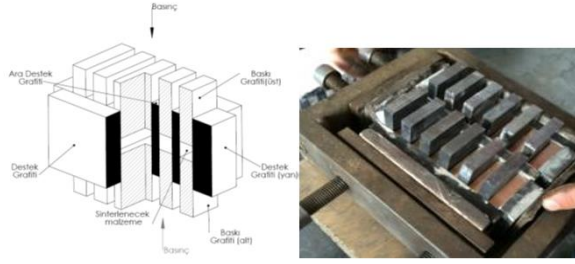
Tablo 2. Numunelerin Üretim Parametreleri

Grup No	Sinterleme Basıncı (MPa)	Sinterleme Sıcaklığı (°C)	Sinterleme Süresi (dk)	Bronz (%)	Ni (%)
A-I	20	700			
A-II		800	15	97	3
A-III	30	700			
A-IV		800			

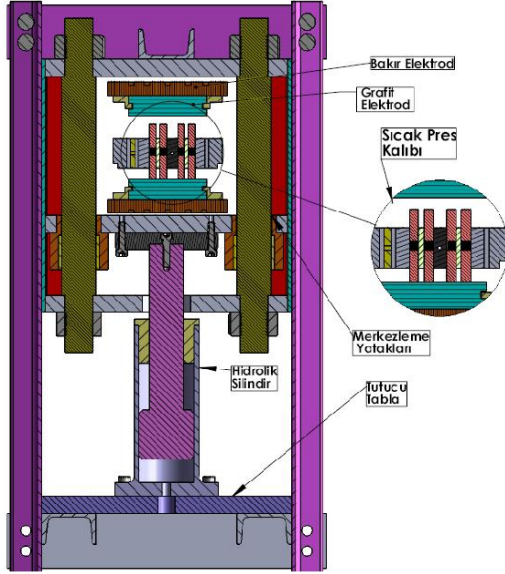


Şekil 2. Mikser tipi üç boyutlu dönebilen toz karıştırıcı

Bu çalışmada, ön preslemesi yapılan numuneler daha önceden hazırlanan grafit kalıplar içerisine alınarak sinterlemeye hazır hale getirildi (Şekil 3). Sinterleme işleminin daha sağlıklı olabilmesi için grafit kalıp yağlayıcı ile yağlandı. Çalışmada kullanılan metal toz karışımının üzerinden elektrik akımı geçirilip numune ısıtılarak basınç altında sinterlenmesi grafit kalıpla yapılmıştır (Şekil 3). Bu kalıp baskı grafiti, ara destek grafiti, yan destek grafiti parçalarından meydana gelmiştir.



Şekil 3. Grafit kalıbın perspektif görünümü ve numunelerin sinterleme kalıbına alınması



Şekil 4. Sıcak pres makinesi (Çelik, 2011)

Sıcak presleme, ısı ve basıncın aynı anda uygulanması ile gerçekleştirilmiştir. Isı ve basıncın aynı anda uygulanması (Şekil 4) ile tüm boşlukların tamamı veya tamamına yakını giderilir. Tüm partiküller arasında oluşacak üniform bir akış ile bağ kuvvetlenir. Sıcak presleme metodu tek aşamalı bir proses olduğundan oldukça hızlıdır ve endüstride yoğun olarak uygulanmaktadır.. Numuneler 10*10*40 mm boyutlarında üretildi. Üretilen numunelerin makro görüntüsü Şekil 5'te verilmiştir. Numunelerin makro görüntüsü incelendiğinde dış yüzeyinin çatlaksız, düzgün, boyutlarının geometrik olarak düzgün bir yapıda olduğu görülmektedir.



Şekil 5. Üretilen Numune Grupları

Metalografik incelemeler için numunelerin yüzeyleri sırasıyla 200, 320, 500, 800, 1000 ve 1200 mesh'lik zımparalarda temizlendikten sonra 3 µm'lik elmas pasta ile parlatma işleminden geçirilmiştir. Parlatılan numuneler, daha önce hazırlanmış dağlayıcılarda dağlama işlemine tabi tutulmuştur (Tablo 3).

Tablo 3. Dağlayıcı Formülü

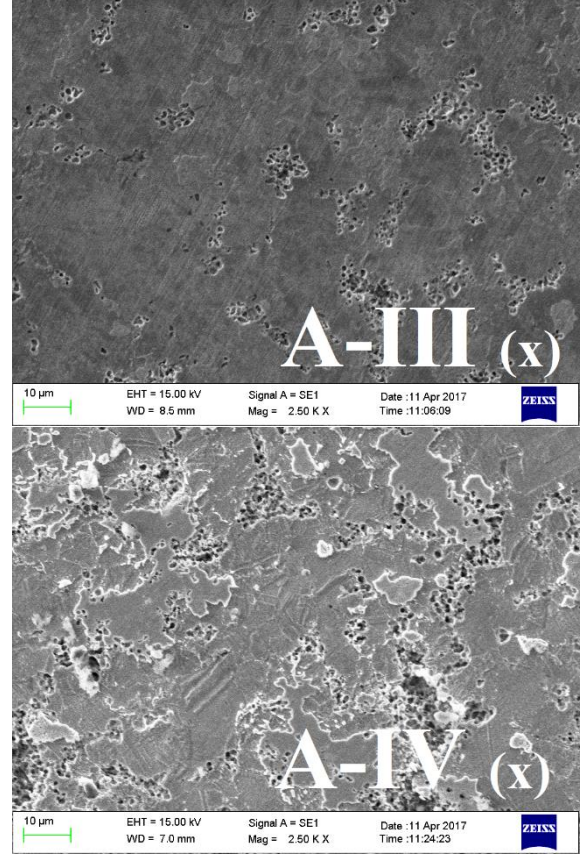
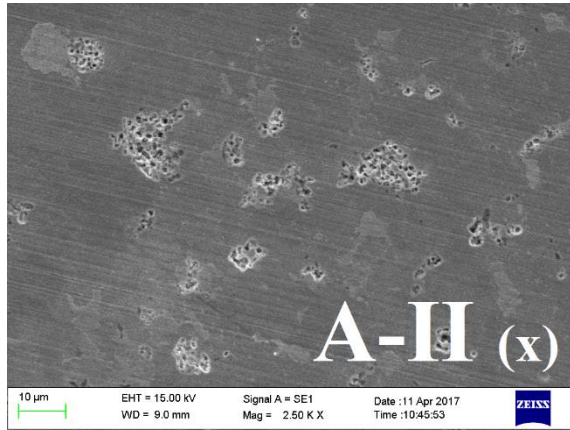
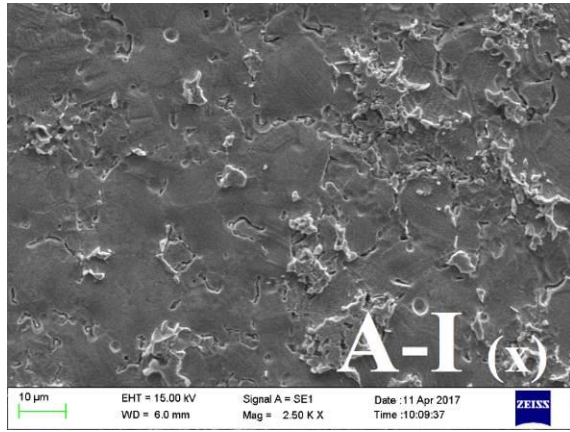
20 ml	HNO ₃
10 ml	H ₂ SO ₄
20 ml	H ₂ O

Mikroyapı incelemelerinde SEM ve EDS analizleri için Fırat Üniversitesi Merkez Laboratuvarındaki cihazı kullanılmıştır. Görüntüler x2500 büyütme yapılarak alınmıştır. Numunelerin sertlik ölçümleri ise "Emcotest Dura Scan" marka makro sertlik cihazıyla cihazında 62,5 kg yük ve 2,5 mm çapında bilye ile numunelerin sertliği brinell cinsinden ölçülmüştür. Numunelerin sertlik değerlerinin ölçümleri her bir numunenin bir yüzeyinden 3 tane Brinell sertlik alınarak bu sertliklerin ortalaması Brinell sertlik ölçümü sonucu olarak kullanılmıştır.

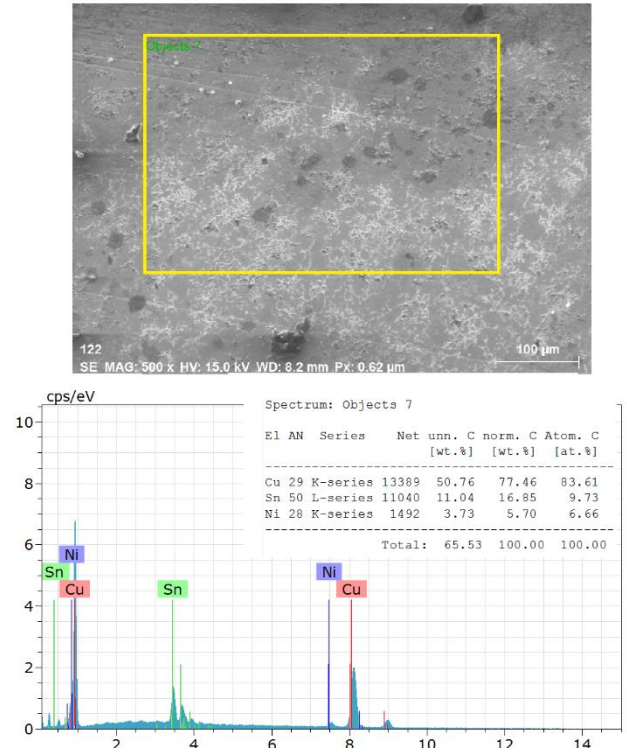
Yoğunluk ölçümleri AD-1653 marka yoğunluk ölçüm kiti ile ölçülmüştür. Numunelerin önce havadaki ağırlığı, daha sonra ise su içerisindeki ağırlıkları ölçülmüştür. Ayrıca numunelerin teorik yoğunlukları da hesaplanarak deneysel yoğunlukla kıyaslanmıştır.

Doğru akımla yapılan iletkenlik ölçümleri için “Keithly 6517A Electrometer” cihazı kullanılmıştır. Bu cihaz; sıcaklık kontrol cihazı, elektrometre, bilgisayar ve çeşitli elektronik aygıtlardan oluşmaktadır. Elektrometreye bağlı iki elektrot arasına kalınlıkları ölçülerek bırakılan numuneler 5V DC gerilim altında oda sıcaklığında ölçüldü. Alınan bu değerlerden her numune için ayrı ayrı I/V grafikleri çizildi. Elde edilen bu grafikte ayrılan her bir bölgenin eğimi bulunarak ayrı ayrı aktivasyon enerjileri hesaplandı. Elde edilen verilerle elektrik iletkenlikleri belirlendi.

Bulgular ve Tartışma



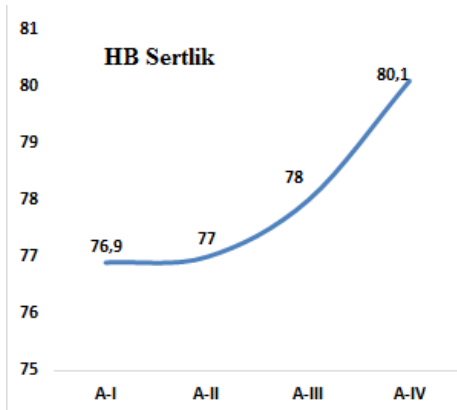
Şekil 6. Numunelere Ait SEM Mikroyapılar



Şekil 7. A-I Numunesine EDS analizi

Şekil 6’da 20 MPa basınçta 700 ve 800 °C ‘de ve 30 MPa basınçta 700 ve 800 °C ‘de üretilen numunelerin SEM görüntüleri verilmiştir. Şekil 7’de A-I numunesine ait EDS analizi yüzey taranarak alınmıştır. Şekil 7 incelendiğinde Cu-Sn-Ni elementlerinin tamamına rastlandığı görülmektedir. Numuneler kıyaslandığında sıcaklığın ve basıncın artmasıyla tane sınırları daha belirginleşmiştir. A4 numunesi sıcaklığın ve basıncın en yüksek olduğu numunedir.

Sıcak presleme yoluyla elde edilen numunelerin sertlik ölçümleri yapılmıştır. Şekil 8’de numunelerin sertlik değerleri grafikleri verilmiştir. Grafiklerde görüldüğü gibi sinterleme sıcaklığı ve basıncın artmasıyla sertlik değerleri de artmaktadır. En yüksek sertlik değeri sıcaklık ve basıncı yüksek olduğu A4 numunesinde 80.1 HB olarak bulunmuştur.



Şekil 8. Sertlik ölçüm sonuçları (HB)

Sıcak presleme yöntemiyle üretilen numunelerin yoğunluk ölçümleri Arşimet prensibine göre hesaplanmıştır. Tablo 4’de deneysel ve teorik yoğunluklar verilmiştir. Tablodanda görüldüğü gibi teorik yoğunluğa en yakın değer, A-IV numunesine ait olduğu görülmüştür.

Tablo 4. Numunelerin Yoğunluk Ölçümleri

	Deneysel yoğunluk (g/cm ³)	Teorik yoğunluk (g/cm ³)
A-I	8,793	8,878
A-II	8,797	8,878
A-III	8,798	8,878
A-IV	8,801	8,878

Üretilen kompozit numunelerin öziletkenliğini bulabilmek için ise oda sıcaklığındaki direnç değerleri ölçülmüştür. Bunun için “Keithley 4200-SCS Semiconductor Characterization” marka ölçüm cihazı kullanılarak oda sıcaklığındaki direnç değerleri bulunmuş ve bunlardan; birinci denklem yardımıyla da öziletkenlik elde edilmiştir. Ayrıca numunelerin % IACS (International Annealed Copper Standart) değerleri de hesaplanmıştır. % IACS değeri, tam yoğun tavlanmış saf bakırın öziletkenliğinin % 100 kabul edilmesi ile yapılan iletkenlik ölçüm standardı olup %100 IACS=58 MegaSiemens/metre (MS/m)” dir. Dolayısı ile numunelerin %IACS değerleri; ikinci denklem yardımı ile hesaplanmıştır (Gök, vd. 2011).

$$\sigma = \frac{R \cdot L}{A} \quad \sigma = \left(\frac{I}{V}\right) \cdot \left(\frac{d}{A}\right) \quad A = \pi r^2$$

Bu formülde d= 0.4cm (iki probe arası mesafe) A=alan(πr^2) R= 0.5mm (Probun çapı) olarak verilmiştir.

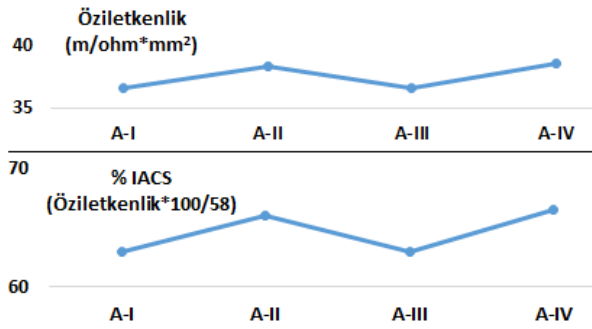
$$\%IACS = \frac{\text{Öziletkenlik} \left(\frac{m}{\Omega \times mm^2}\right) \times 100}{58}$$

Bu denklemde, σ : Öziletkenliği (m / $\Omega \times mm^2$), R: Direnci (ohm), L: Numune kalınlığını (m) ve A: tesir kesit alanını (mm²) temsil etmektedir. Formülde verilen değerler yerine yazılarak her bir numunenin iletkenliği hesaplanabilir. I/V değeri grafiğin eğiminden elde edilir ancak referans grafiğindeki I/V’nin eğiminden ayrı ayrı çıkarılması gerekiyor. Şekil 9’da numunelere ait öziletkenlik ve %IACS değerleri grafikleri verilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda sinterleme basıncı ve sıcaklığı arttıkça iletkenlik değerinde de artma gözlenmiştir. Sinterleme ve basınç sonucu metal partiküller arasında oluşacak bağ kuvveti artacağından difüzyon da artacaktır. Bu nedenle artan difüzyon sayesinde metalik bağ kuvvetlenecek ve dolayısıyla iletkenlik değeri de yükselmiş olacaktır. Elde edilen öziletkenlik değerleri ve % IACS değerleri Tablo 5’de sayısal değerleri verilmiştir. % iletkenlik bütün numunelerde %50 değerinin üzerinde çıkmış ve

üretilen kompozitin iletken olarak kullanılmasının herhangi bir sakınca yoktur (agrawalmetal.com, makeitfrom.com, engineersedge.com).

Tablo 5. Öziletkenlik ve %IACS değerleri

	Öziletkenlik (m/Ω * mm ²)	% IACS (Öziletkenlik*100/58)
A-I	36,557345379654	63,0299
A-II	38,337766009874	66,0996
A-III	36,546787007679	63,0117
A-IV	38,56642793037	66,4938



Şekil 9. Öz İletkenliği ve IACS Grafiği (%)

Sonuçlar

Sıcak presleme yöntemi ile üretilen 85/15 Bronz ve Ni ilaveli deney numuneleri çok düzgün ve boşluksuz şekilde üretimi gerçekleşmiştir. Bu durum özellikle sıcak presleme yönteminin en önemli avantajlarından. Basınç ve sıcaklığın artmasıyla daha sert, yoğun ve gözeneksiz numuneler elde edilmiştir. Numunelerin tamamı iletkenidir. Ancak Numuneler kıyaslandığında sıcaklık ve basıncın artmasıyla iletkenlik değerinde artış gözlenmiştir. Sinterleme basınç ve sıcaklığının artmasıyla metal partiküller arasında oluşacak bağ kuvveti artacağından difüzyon da artacaktır. Bu nedenle artan difüzyon sayesinde metalik bağ kuvvetlenecek ve dolayısıyla iletkenlik değeri de yükselmiş olmaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma Fırat Üniversitesi Bilimsel araştırma Projeleri TEF.17.01 nolu proje tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Ageev S. V. and Girshov V. L., (2015). Hot Isostatic Pressing of Metal Powders, *Metallurgist*, 59(7-8), 647–652.
- Atkinson, H. V., Zulfia, A., Lima Filho A., Jones, H., and King, S.(1997). Hot isostatic processing of metal matrix composites, *Materias Design*, 18(4–6), 243–245.
- Convay J.J., Rizzo F.J., (1998). Hot Isostatic Pressing of Metal Powders, *ASM Handbook 7*.
- Çelik, E., (2011). Elmaslı Kesici Takımlarda Alternatif Bağlayıcılar. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Metalurji Eğitimi ABD Doktora Tezi, Elazığ.
- Çelik, Ö., (2009). Kobalt Katkılandırılmış ZnO Yarıiletken Malzemelerin Üretimi Ve Elektriksel Özelliklerinin Araştırılması, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Metalurji Eğitimi ABD Doktora Tezi, Elazığ.
- Davis, J. R. (2001) Copper and Copper Alloys. *ASM Handbok 7*.
- Gök, M. G., & Kaplan, M. (2011). Toz Metalurjisi Yöntemiyle Elektrik Kontak Malzemesi Üretimi ve Kontak Performansının Araştırılması”, 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS’11), 16-18 May 2011, Elazığ, Turkey
- Kaplan, M., Çelik, Ö., and Budak, S., (2011). The Effects of Co Additions on the Microstructure and Conductivity Properties of ZnO, 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS’11), Elazığ, Turkey.
- Klar, E., and Fesko, J.W., 1984, Production of metal powders, *Metals Handbook*, 9th ed. Vol. 7, Powder Metallurgy, 25 – 51, Ohio.
- Konstanty J. (2005), *Powder Metallurgy Diamond Tools Book*, ISBN: 978-1-85617-440-4
- Yildiz, T., Kati, N., & Gür, A. K. (2018). The effect of sintering temperature on microstructure and mechanical properties of alloys produced by using hot isostatic pressing method. *Journal of Alloys and Compounds*, 737, 8-13.
- <http://www.agrawalmetal.com/admin/amupdf/1389697108Amu.pdf> (11.02.2019)
- https://www.engineersedge.com/properties_of_metal_s.htm (13.02.2019)
- <https://www.makeitfrom.com/material-properties/3-4-Hard-H03-C23000-Brass> (05.02.2019)

The Effect on Electrical Conductivity of Production Parameters of Ni Addition at 85/15 Bronze Composite

Extended abstract

In this study, the effect of sintering pressure and sintering temperature on the electrical conductivity of 3% Ni-reinforced CuSn (85/15) Bronze alloy was investigated. For this purpose, 3% Ni reinforced composite material which is produced by hot pressing of powder metallurgy was produced. Sintering temperature was kept constant at 700 ° C and 800 ° C sintering time for 15 min, and sintering pressure was 20 MPa and 30 MPa. In the hot pressing process, the simultaneous application of heat and pressure during sintering is one of the biggest advantages of this method. Therefore, nearly all of the gaps that may occur during manufacturing are eliminated. Thus, more compact composite material is obtained. Produced Cu / Sn / Ni composite samples were prepared for microstructure analysis and SEM and EDS analyzes were performed. Macrohardness were taken from the samples in order to examine the mechanical behavior of the samples. Finally, the electrical conductivity values, the conductivity and the % IACS values of the samples were measured.

In this study, in order to form a homogenous structure by mixing these metal powders in Ni pure metal to be added to the bronze of 85/15, type 88 rotary type mixer is used.

In this study, pressing and sintering process, which is one of the most important production stages in composite materials, has been made as hot press. Therefore, the most important advantage of our work is the manufacture of hot press. This process requires a hot press machine and a graphite mold tool which is prepared according to the dimensions of the composite samples to be produced. Hot pressing was performed by simultaneous application of heat and pressure. With the simultaneous application of heat and pressure, all or almost all of the gaps have been removed. The hot pressing method is a very fast process and it is very fast in industry.

Stiffness measurements of the samples obtained by hot pressing were performed. The hardness of all samples was measured in Brinell. Hardness values

increase with increasing sintering temperature and pressure.

"Keithly 6517A Electrometer lik was used for conductivity measurements with direct current. This device; temperature controller, electrometer, computer and various electronic devices. The samples were measured by measuring the thickness between the two electrodes connected to the electrometer and measured at 5 V DC voltage at room temperature. I / V graphs are drawn for each sample from these values. In this graph, the slope of each zone separated and the individual activation energies were calculated. Electrical conductivity was determined by the obtained data.

When conductance of conductivity and % IACS graphs, the conductivity value increased as the sintering pressure and temperature increased. As the bond strength between the metal particles will increase as a result of sintering and pressure, diffusion will also increase. Therefore, due to increased diffusion, the metallic bond will be strengthened and thus the conductivity value is increased.

As a result of investigations made on the samples produced by hot pressing method of powder metallurgy production methods; different sintering temperature, different sintering pressure and different composition ratios were obtained. It was determined that different factors were effective in the formation of these values.

Graphs I and V values can be calculated by taking α , and σ conductivity values as can be calculated. As a result of the calculations, the conductivity value increased as the sintering pressure and temperature increased. As the bond strength between the metal particles will increase as a result of sintering and pressure, diffusion will also increase. Therefore, due to increased diffusion, the metallic bond will be strengthened and thus the conductivity value is increased.

Keywords: %IACS, 85/15 bronz, electrically conductivity