

TOZ HAZIRLAMA YÖNTEMLERİNİN W35Ag ELEKTRİK KONTAKLARININ ANAHTARLAMA PERFORMANSINA ETKİLERİ

Ziya ASLANOĞLU*, Yılmaz KARAKAŞ* ve Fehim FINDIK**

*SAÜ, Mühendislik Fakültesi, Metalurji Mühendisliği Bölümü

**SAÜ, Teknik Eğitim Fakültesi

ÖZET

W35Ag kompozit tozları, mekanik öğütme ve sulu karıştırma yöntemleri ile hazırlanmıştır. İki farklı yöntemle hazırlanan kompozit tozları tek yönlü preslerde şekillendirildikten sonra hidrojen atmosferli fırında 870°C sıcaklıkta 2 saat süreyle sinterlenmiştir. Yüksek yoğunluk elde etmek için kompaktlar tekrar pres-sinter ile ikincil işlemlere maruz bırakılmıştır. Kontakların anahtarlama testleri, bilgisayar kontrollü test cihazında 220 V ve 15 A akım şartlarında 10000 açma-kapama yapılarak gerçekleştirilmiştir. Erozyon dereceleri ağırlık kayıpları ölçülerek tespit edilmiştir. Kontakların erozyon yüzeyleri, taramalı elektron mikroskopunda (SEM/EDS) incelenmiştir. Mekanik karıştırma yöntemi sulu sistem ile karıştırmaya göre daha yüksek erozyon direnci göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Elektrik kontakları, anahtarlama testi

1.GİRİŞ

Yüksek akımlarda devre kapama ve kısa devre kabiliyetlerinden dolayı volfram-gümüş esaslı elektrik kontak malzemeleri şalterlerde çok yaygın olarak kullanılmaktadır [1,2]. Bu tür kontaklar 70 yıldan beri kullanılmaktadır [3]. Elektrik kontak malzemelerinin seçiminde etkin faktörler, elektrik iletkenliği, kontak direnci, ark potansiyeli ve akımlar (DC veya AC) olmuştur [4]. Ayrıca, kontakların üretim yöntemleri, hammaddeler, bileşimler gibi üretim parametreleri kontakların özellikleri (sertlik, iletkenlik gibi) üzerinde de oldukça etkilidir.

W-Ag esaslı elektrik kontak malzemeleri genel olarak toz metalurjisi yöntemiyle üretilirler [5]. Toz metalurjisi yöntemi ergitme ile birbirleri ile alaşım yapamayan refrakter esaslı maddelerden mamul üretiminde kullanılır. Toz metalurjisi yönteminde, alaşım elementlerinin özellikleri korunarak mamul üretmek mümkündür. Bu yöntemde bir çok etkin parametre vardır. Tozların tane boyutu, şekli, tane dağılımı, mikroyapı homojenliği, katkı maddeleri, porozite kontak malzemelerin özelliklerini etkilemektedir [6]. Warrier [7] yaptığı çalışmada

refrakter faz dağılımının kontakların aşınma özelliklerinin belirlenmesinde önemli rol oynadığını tespit etmiştir. Witter ve Warke [8] ise mikroyapı homojenliğinin kontaklarının ark erozyonu özellikleri üzerinde etkili olduğunu belirtmiştir. Kontakların mikroyapısal homojenliğini artırmak için kimyasal çöktürme [9,10], mekanik alaşımlama [11,12] ve kimyasal kaplama [13,14] gibi bir çok toz hazırlama yöntemi kullanılmıştır. Ancak kompozit toz hazırlama yöntemlerinin W-Ag kontaklarının anahtarlama (switching) performanslarına etkileri incelenmemiştir.

Bu çalışmada, iki farklı toz hazırlama yöntemiyle hazırlanan W-Ag kontaklarının karşılaştırmalı anahtarlama özellikleri incelenmiştir.

2.DENEYSEL ÇALIŞMA

Ticari safiyette volfram (2-10µm, >99% saflık) ve gümüş (1-3µm, >99% saflık) tozları başlangıç maddesi olarak kullanılmıştır. Başlangıç gümüş tozlarına kimyasal ortak çöktürme yöntemiyle Ag %1 Nikel ilavesi yapılmıştır. Ağırlıkça %35 gümüş içeren W-Ag kompozit tozları iki farklı yöntemle hazırlanmıştır. Mekanik öğütme yönteminde gümüş ve volfram tozları atriör değirmeninde 2,5 saat süreyle öğütülmüştür. Sulu karıştırma ile hazırlanan ikinci yöntemde gümüş oksit tozları ile volfram tozları 25°C'de distile suda 3 saat karıştırılarak hazırlanmıştır. Gümüş oksit ve volfram tozları 850°C 1 saat süreyle hidrojen atmosferinde redüklenerek gümüş-volfram metalik toz formuna dönüştürülmüştür.

Karıştırılan tozların şekillendirilmesi tek eksenli bir preste 300 MPa basınç altında gerçekleştirilmiştir. Disk şeklinde şekillendirilen kompakt 870°C'de 2 saat süreyle hidrojen atmosferinde sinterlenmiştir. Yoğunluklarını artırmak için 600 MPa basınçta tekrar preslenen kompaktlar gerilim gidermek için tekrar aynı atmosferde 850°C'de 1 saat süreyle sinterlenmiştir. Mikroyapısal karakterizasyon CAMSCAN 2 markalı Taramalı Elektron Mikroskopunda (SEM) gerçekleştirilmiştir. Anahtarlama test numuneleri 7 mm çapında ve 2 mm kalınlığında disk şeklinde hazırlanmıştır. Kontaklar pirinçten yapılmış bir tutamağa gümüş lehimliyle lehimlenmiştir. Lehimlenen kontak

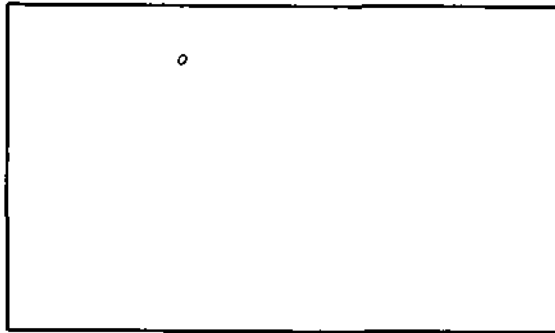
yüzeyleri 1200 gritlik SiC zımpara ile parlatıldıktan sonra alkol ile ultrasonik olarak temizlenmiştir. Elektrik ark erozyon testi bilgisayar kontrollü anahtarlama test düzeneğinde yapılmıştır. Test, 15 A akımda ve 220 V gerilimde 10000 açma-kapama yapılarak gerçekleştirilmiştir. Bir motor tarafından çevrilen test düzeneğinde toplam çevrim süresi 4,6 saniyedir. Her 2000 operasyon sonunda kontaklar çıkarılarak alkol ile temizlendikten sonra ağırlık kayıpları ölçülmüştür.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

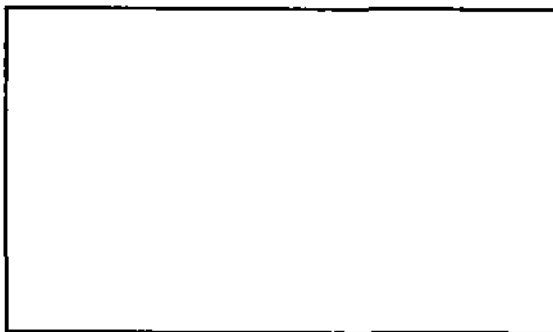
Her iki yöntem ile üretilen kontakların yoğunluk ve sertlik değerleri Tablo-1 'de verilmiştir. Tablo-1 'de görüldüğü gibi sinter yoğunlukları ikincil işlemler (tekrar-pres-sinter) ile artmıştır. W35Ag kontaklarının mikroyapıları Şekil 1 'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. W35Ag kontaklarının yoğunluk ve sertlik değerleri.

Proses	Göreceli Yoğunluk, %			Sertlik HRF (kg/mm ²)
	Ham	Sinter	Tekrar-pres-sinter	
Mekanik Öğütme	87	94	95	97
Sulu Karıştırma	79	87	96	90



(a)

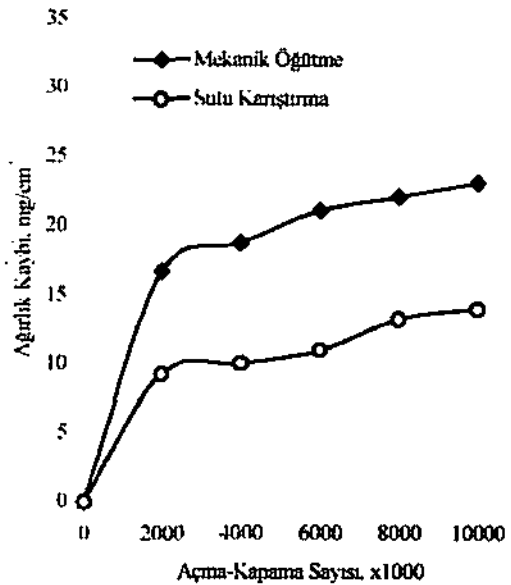


(b)

Şekil 1. (a) Mekanik öğütme ve (b) sulu karıştırma sistemleri ile hazırlanan kontakların mikroyapıları

Şekilde görüldüğü gibi her iki proses neticesinde genel olarak homojen bir karışım elde edilmesine rağmen mekanik öğütme ile hazırlanan kontaklarda daha homojen bir mikroyapı elde edilmiştir. Bunun nedeni ise mekanik öğütme yönteminde kullanılan öğütme sistemi neticesinde geniş volfram tanecikleri kırılarak gümüş tozları homojen bir karışım sergilemiştir.

Anahtarlama test sonuçları Şekil 2 'de gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi geleneksel yöntemle karıştırılarak hazırlanan kontaklar daha yüksek ark erozyon özellikleri göstermişlerdir. Sulu karıştırma yöntemi ile hazırlanan kontaklar ise daha düşük ark erozyon davranışı göstermiştir. Mekanik öğütme yöntemi ile hazırlanan kontakların yüksek erozyon davranışı göstermesi kontakların sertliği ile doğrudan ilişkilidir. Mekanik öğütme ile üretilen kontaklar 97 HRF sertlik değeri en yüksek sertliğe sahiptir. Sertlik ile beraber mikroyapı homojenliği de ark erozyon üzerinde olumlu etkileri olduğu anlaşılmıştır. Homojen bir mikroyapıya sahip olan geleneksel yöntemle hazırlanmış kontaklar yüksek ark erozyon davranışı göstermesi Walkden [9] tarafından yapılan çalışma ile paralellik göstermektedir.

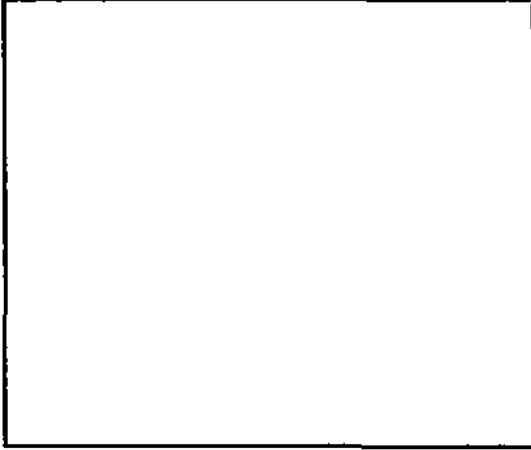


Şekil 2. W35Ag kontaklarının operasyon süresiyle ağırlık kaybı değişimi

Ark erozyon testi sonuçlarından anlaşılabileceği üzere kontakların erozyonu hızlı bir şekilde başlamaktadır ve artan erozyon ile azalmaktadır. Erozyon testinin ilk adımında geniş gümüş alanları buharlaşarak erozyon hızında hızlı artışlara yol açmaktadır. Gümüş buharlaştıktan sonra volfram iskelet yapısı ortaya çıkmaktadır ve bu da erozyon hızını azaltmaktadır. Ark erozyon testi esnasında kontaklar arasındaki açma-kapama esnasında meydana gelen çarpışma ile gevrek yapıda olan

volfram iskelet kırılmakta ve yeni yüzeyler meydana gelerek erozyon devam etmektedir.

Kontak malzemenin yüzey görüntüsü tipik olarak aynıdır. Tipik erozyon yüzeyleri Şekil 3'te gösterilmiştir. 10000 açma-kapama işlemi sonunda erozyona uğrayan kontak yüzeylerinde mavi, kahverengi ve yeşil renklerde çeşitli reaksiyon ürünleri meydana gelmektedir. Şekil 3'te erozyon sonrası tipik bir mikroyapı görülmektedir.



Şekil 3. Sulu yöntemle hazırlanan kontaktların 10000 açma-kapama işlemi sonunda erozyon yüzeyinin mikroyapısı

Tüm kontak yüzeyleri ark esnasında meydana gelen ısı tesiri ile oksitlenmiş ve kabalaşmıştır. SEM/EDS incelemeleri neticesinde yüzeyde gümüş boncukları, volfram tepeleri ve ergimiş katılaşmış gümüş-volfram aglomeraları tespit edilmiştir. Ark neticesinde yüzeyde gümüş buharlaşması neticesinde oluşan gözenekler de görülmektedir. Ayrıca yüzeyde kılcal çatlaklar da oluşmuştur. Bunlar çok kısa sürede oluşan ark ısı neticesinde altlık malzeme ile yüzeyde oluşan oksitli fazlar arasındaki termal şok gerilmelerinden kaynaklanmaktadır [16,17].

4. SONUÇLAR

Elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- 1) Gümüş ve volfram tozlarının öğütülmesi neticesinde daha homojen bir mikroyapı elde edilmiştir.
- 2) Kontaktların mikroyapı homojenliği erozyon direncini de arttırmıştır.
- 3) Artan sinter yoğunluğu kontaktların erozyon direncini arttırmıştır.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya desteklerinden dolayı DPT ve Sakarya Üniversitesine teşekkür ederiz.

6. KAYNAKLAR

- [1] Hayer, N. S., "Electrical Contact Metals" Metals Handbook, ASM, Metals Park, Ohio v.7. s.630-644. 1984.
- [2] Lenel, F.V., "Powder Metallurgy Principles and Applications", MPIF, Princeton, New Jersey, s. 549-559. 1980.
- [3] Slade, P., "Variations in Contact Resistance Resulting from Oxide Formation and Decomposition in Ag-W and Ag-WC-C Contacts Passing Steady Currents for Long Time Periods". IEEE Trans. Comp., Hybrids, Manuf., Technol., v.9. n.1. s.3-5. March 1986.
- [4] Kothari, N.C., "Factor Effecting Tungsten-Copper and Tungsten-Silver Electrical Contact Materials". Powder Met. Int., v.14, n 3, s. 139-159. 1982.
- [5] Hausner, H. H., "Handbook of Powder Metallurgy". Chemical Publ., Co., Inc., NY, s. 418-433. 1973.
- [6] Shen, Y. S., Golud, L., Swann, S., "DTA and TGA Studies of Four Ag-MeO Electrical Contact Materials". IEEE Trans. Comp., Hybrids, Manuf., Technol., v.8, n.3, s.352-358, Sept. 1985.
- [7] Warriar, K.G.K., Rohatgi, P.K., "Mechanical, Electrical and Electrical Contact Properties of Cu-TiO₂ Composites", Powder Metallurgy, Vol. 29, No. 1, pp. 65-69, 1986
- [8] G. Witter and W. Warke, "A Correlation of Material Toughness, Thermal Shock Resistance and Microstructure of High Tungsten, Silver-Tungsten Composite Material", IEEE Trans. Parts., Hybrids, Packag., v.PHP-11, n.1, pp 21-29, Sept. 1975.
- [9] Walkden, P., Albiston, J.N. and Sale, F.R., "Reduction of Tungstates for Production of Silver-Tungsten and Silver-Tungsten-Nickel Electrical Contacts", Powder Met., v.28, n.1, s.36-42, 1985.
- [10] Lin, J.Y., Wu, W., "On the Sintering of Mixed and Alloyed Silver-Palladium Powders from Chemical Coprecipitation" Materials Chemistry and Physics, v. 40, Iss. 2, pp. 110-118, 1995.
- [11] Kaczmar, J., "Effects of Production Engineering Parameters on Structure and Properties

of Cu-W Composite Powders", Powder Met., v.32, n 3, s. 171-175, 1989.

[12] Lee, J.S., Kim, T.H. and Kang, T.G., "Enhanced Sintering of Microhomogeneous W-Cu Composite Powders", Proceedings of 1993 Powder Metallurgy World Congress, Ed. By Y.Bando, K. Kosuge, pp. 365-368, 1993.

[13] Chang, H., Pitt, C.H. and Alexander, G.H., "Electroless Silver Plating of Oxide Particles in Aqueous Solution", Journal of Material Science, Vol. 28, pp. 5207-5210, 1993.

[14] Coleman, D.S. and Foba, J.N., "Production and Mechanical Properties of Powders Coated by Electrolysis and other Process", Powder Metallurgy, Vol. 32, No.1, pp. 35-40, 1989.

[15] Kim, Y.L., Kim, J. S. and Moon, I.H., "Effect of Activator Size on the Activated Sintering of Ni-Added W-Powder Compacts", Modern Developments in Powder Metallurgy, Vol. 15, MPIF, Ohio, pp. 541-550, 1984.

[16] Holmes, F. A. and Slade, P. G., "The Erosion Characteristics of Ag Contacts and the Effect of Adding a Small Percentage of W", IEEE Trans. Parts, Hybrids, and Packag., v.PHP-13, n.1, s.23-30, March 1977.

[17] Leung, C. H. and Kim, H.J., "A Comparison of Ag/W and Ag/Mo Electrical Contacts". IEEE Trans. Comp., Hybrids, Manuf., Technol., v.CHMT-7, n.1, s.69-75, March 1984.