

## İleri Teknoloji Uygulamaları İçin Gümüş Esaslı Metalik Camların Sentezlenmesi ve Karakterizasyonu

Buğrahan Eryeşil<sup>1</sup>, Aytekin Hitit<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar.  
e-posta:bugrahaneryesil@gmail.com, hitit@aku.edu.tr

### Özet

#### Anahtar kelimeler

Gümüş  
alaşımları, Amorf  
alaşımlar, Camlaşma  
Kabiliyeti

Gümüş ve bakır elementlerin iyi elektrik iletkenleridir. Bu sebepten dolayı Ag-Cu alaşımları başta elektrik kontak malzemesi olmak üzere elektronik sektöründe birçok uygulamada kullanılmaktadır. Ag-Cu alaşımları her ne kadar yüksek elektrik iletkenliğine sahip olsa da bazı uygulamalarda mekanik dayanımları yetersiz kalmaktadır. Mekanik dayanımlarını arttırmının yollarından biride, alaşımların kısmen veya tamamen amorf yapıda elde edilmesidir. Bu çalışmada Ag-Cu alaşım sisteminin camlaşma kabiliyeti incelenmiştir. Bu amaçla  $Ag_{64}Cu_{36}$  alaşımı silisyum ile modifiye edilmiş ve  $Ag_{54}Cu_{36}Si_{10}$  ve  $Ag_{51}Cu_{34}Si_{15}$  alaşımları sentezlenmiştir. Alaşımların camlaşma kabiliyeti X-ışınları kırınımı (XRD) analizi ile incelenmiştir. Alaşımların mikroyapı analizi taramalı elektron mikroskopu (SEM) ile yapılmıştır.

## Synthesizing and Characterization of Silver Based Metallic Glasses for Advanced Technological Applications

### Abstract

#### Keywords

Silver alloys,  
Amorphous alloys,  
Glass forming ability

Silver and copper have the highest electrical conductivity. Because of this reason, Ag-Cu alloys are used in many applications in electronics industry. Although Ag-Cu alloys have high electrical conductivity, their mechanical strength is insufficient for some applications. Manufacturing these alloys completely or partially in amorphous structure could be one of the methods of improving their mechanical strength. In this study, glass forming ability of Ag-Cu alloy system has been investigated.  $Ag_{64}Cu_{36}$  alloy is modified by silicon and  $Ag_{54}Cu_{36}Si_{10}$  ve  $Ag_{51}Cu_{34}Si_{15}$  alloys are synthesized. Glass forming ability of the alloys investigated by X-ray diffraction (XRD). Microstructures of the alloys are examined by scanning electron microscopy (SEM).

### 1. Giriş

Gümüş ve bakır elementleri en iyi elektrik iletkenleridir. Bu sebepten dolayı başta elektrik kontak malzemesi olmak üzere elektrik-elektronik sektöründe birçok uygulamada kullanılmaktadır. Bazı uygulamalarda Ag-Cu alaşımlarının yüksek elektrik iletkenliklerinin yanı sıra yüksek mekanik dayanıma da sahip olması istenir (Ghalandari ve Moshksar 2010). Fakat çoğu zaman yüksek mekanik dayanım elde edilemez. Bu nedenle mekanik dayanımın artırılması gerekir. Mekanik dayanımı arttırmının yollarından biride, alaşımları kısmen veya tamamen amorf haline getirmektir. Bütün metaller yavaş soğutulduğunda atomları düzenli boyuta geçtiği için kristallenirler. Eğer kristallenme meydana gelmeksizin hızlı soğutulursa atomlar

düzenli hale geçemez ve amorf yapıya sahip metalik cam elde edilir. Dislokasyon, tane sınırı gibi polikristal malzemeler özgü hataları içermemesi nedeniyle metalik camlar yüksek mukavemet gösterirler (Inoue et al. 2006). Bu çalışmada Ag-Cu alaşımlarının camlaşma kabiliyeti incelenmiştir. Bu amaçla Ag-Cu alaşım sisteminin ötektik kompozisyona sahip  $Ag_{60}Cu_{40}$  alaşımı esas alınarak  $(Ag_{60}Cu_{40})_{90}Si_{10}$  ve  $(Ag_{60}Cu_{40})_{85}Si_{15}$  alaşımları sentezlenmiştir. Alaşımların silisyum ile modifiye edilmesinin sebebi ise silisyum elementiyle gümüş elementinin birbiri içerisinde çözünmemesidir (Baker, 1992).

### 2. Materyal ve Metot

Bakır ve silisyum elementinin %99.9 saflıktaki tozları ayrı ayrı tek eksenli hidrolik preste granül

haline getirilmek için preslenmiştir. Daha sonra yüksek saflıkta argon gazı altında vakum ark ocağında (Şekil 1.) iki defa ergitilerek homojen granül şekline getirilmiştir. Gümüş, bakır ve silisyum granülleri  $Ag_{54}Cu_{36}Si_{10}$  ve  $Ag_{51}Cu_{34}Si_{15}$  kompozisyonlarını sağlayacak şekilde hazırlanmıştır. Bu alaşımlar yine vakum ark ocağında homojenliğin sağlanması için beş kez ergitilerek ve master alaşımlar sentezlenmiştir.

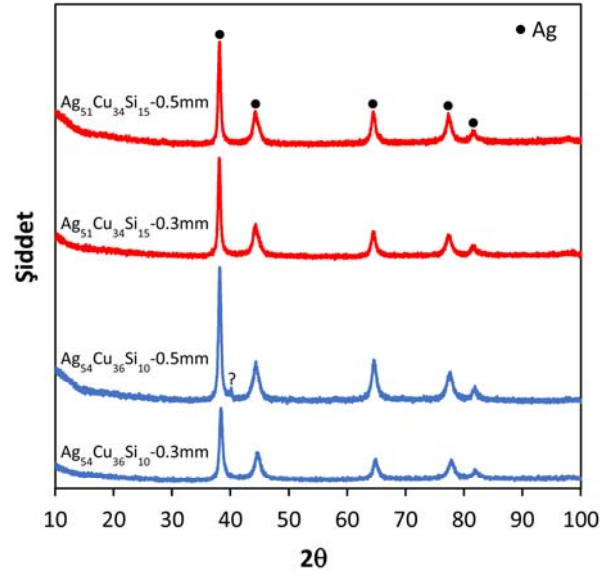


Şekil 1. Vakum ark ergitme cihazı

Master alaşımlardan alınan uygun miktarlardaki numune parçaları emme döküm tekniğiyle 0.3 mm ve 0.5 mm kalınlıklarında dökülmüştür. Elde edilen numunelerin yapısal analizleri X-ışınları kırınımı yöntemi ile (XRD, Bruker D8 Advance XRD)  $Cu-K_{\alpha}$  ışınları kullanılarak yapılmıştır. Numunelerin kesitlerinin mikroyapıları taramalı elektron mikroskobu (SEM, LEO 1430 VP) ile gerçekleştirilmiştir.

### 3. Bulgular

$Ag_{54}Cu_{36}Si_{10}$  ve  $Ag_{51}Cu_{34}Si_{15}$  alaşımları emme döküm yöntemi kullanılarak başarıyla 0.3 mm ve 0.5 mm olarak dökülmüştür. Şekil 2'de verilen XRD desenlerinde Cu ve Si piklerine rastlanmamıştır. Bu sonuç alaşımdaki bakır ve silisyumun tamamının amorf yapı içinde olduğunu göstermektedir.



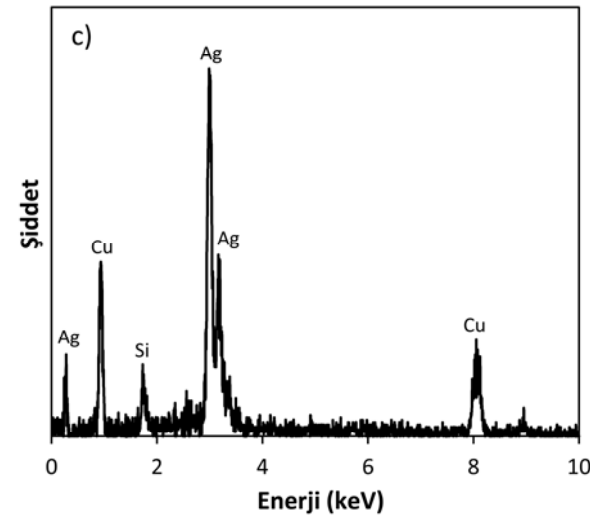
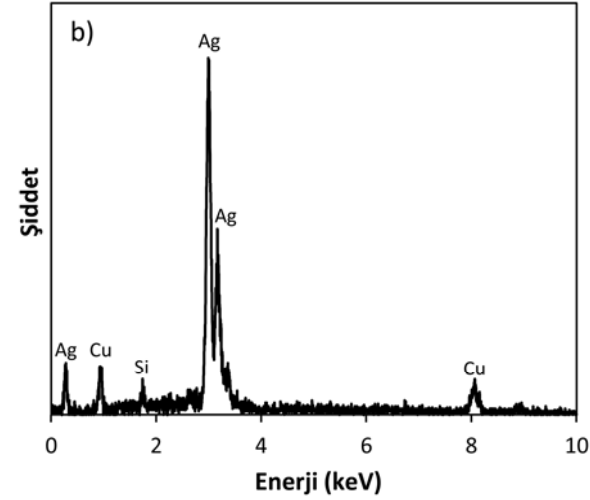
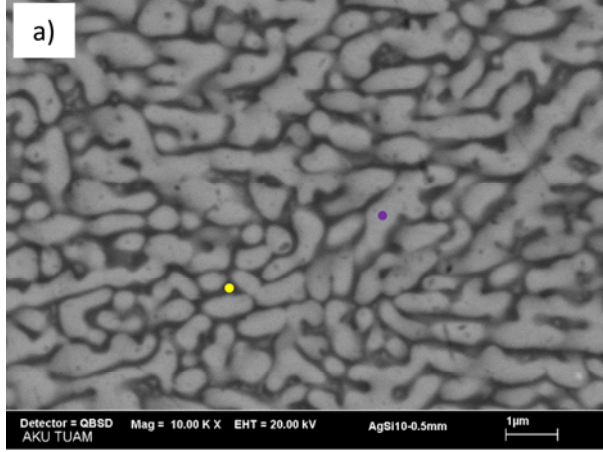
Şekil 2.  $Ag_{54}Cu_{36}Si_{10}$  ve  $Ag_{51}Cu_{34}Si_{15}$  alaşımlarının 0.3 mm ve 0.5 mm döküm kalınlığına sahip numunelerin X-ışınları kırınımı desenleri.

%10 silisyum içeren alaşımın 0.5 mm kalınlığına sahip numunesinden elde edilen EDS analizi sonuçlarına göre açık renkli bölgede gümüş konsantrasyonunun oldukça yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 3). Koyu renkli bölgeler bakır ve silisyum açısından daha zengindir. X-ışınları kırınımı desenlerinde bakır ve silisyum piklerinin gözlenmediği düşünülürse, koyu renk olan bölgelerin amorf olduğu ortaya çıkar. Ayrıca koyu bölgeler bakır ve silisyumun yanı sıra bir miktarda gümüş içermektedir. Bu yüzden de amorf yapının bakır, silisyum ve az miktarda gümüş elementlerini içerdiği ortaya çıkmaktadır. %15 silisyum içeren alaşımda da benzer durum gözlenmiştir (Şekil 4). Alaşımın yapısı gümüş kristalleri ile bakır ve silisyum içeriği yüksek amorf bölgelerden oluşmaktadır.

### 4. Tartışma ve Sonuç

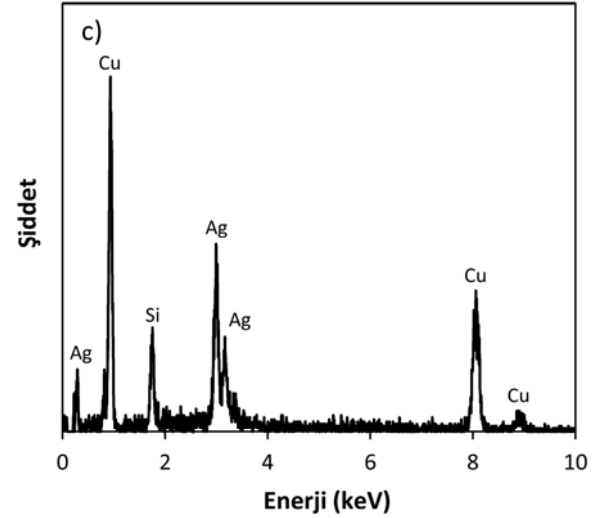
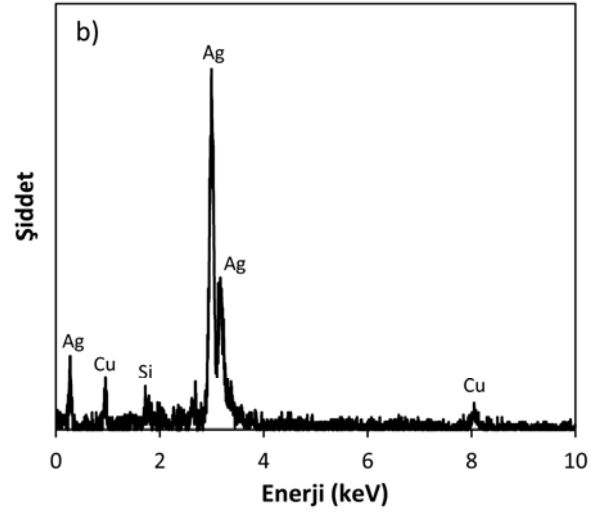
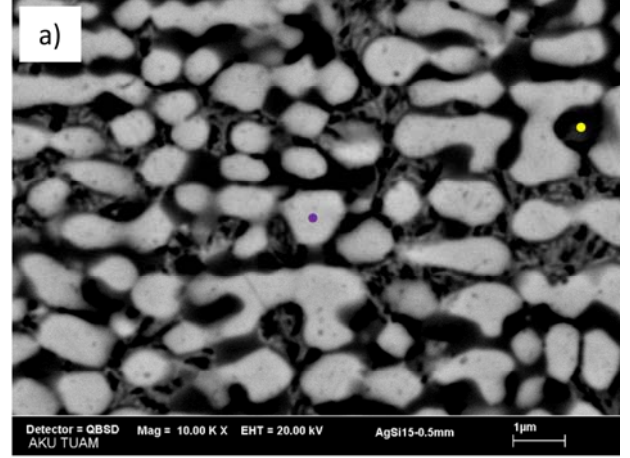
Gümüşün termal iletkenliğinin yüksek olması ve füzyon enerjisinin düşük olmasına rağmen alaşımdaki gümüşün hemen hemen tamamı kristallenmiştir. Bunun nedeni gümüşün kritik çekirdeklenme yarıçapının küçük olmasıdır. Kritik çekirdeklenme yarıçapının küçük olması gümüşün ergime sıcaklığının düşük olması, yüzey enerjisinin düşük olması ve alt soğuma hızının yüksek olmasına bağlanabilir. Sonuç olarak  $Ag_{54}Cu_{36}Si_{10}$

ve  $Ag_{49}Cu_{36}Si_{15}$  alaşımları kısmen amorf yapıda elde edilmiştir. Eğer alaşımlar tamamen amorf yapıda elde edilmek isteniyorsa alaşımdaki gümüş miktarı azaltılıp yerine gümüş içinde çözünmeyen veya düşük çözünürlüğe sahip başka elementler ile



alaşımlandırma yapılmalıdır.

**Şekil 3.** (a)  $Ag_{54}Cu_{36}Si_{10}$  alaışımının mikroyapısı. (b) açık renkli bölgenin EDS analizi (c) koyu renkli



bölgenin EDS analizi

**Şekil 4.** (a)  $Ag_{51}Cu_{34}Si_{15}$  alaışımının mikroyapısı. (b) açık renkli bölgenin EDS analizi (c) koyu renkli bölgenin EDS analizi

#### Teşekkür

Bu çalışmada XRD ve SEM analiz sonuçlarının yorumlanmasında yardımcı olan Uzman Hakan Şahin ve Uzman Serhat Tıkız'a teşekkür ederiz.

## **Kaynaklar**

Ghalandari, L. and Moshksar, M.M., 2010. High-strength and high conductive Cu\Ag multilayer produced by ARB. *Journal of Alloys and Compounds*, **506**, 172-178.

Inoue, A., Shen, B. and Chang, C., 2006. Fe- and Co-based bulk glassy alloys with ultrahigh strength of over 4000 MPa. *Intermetallics*, **14**, 936-944.

Baker, H., 1992. ASM Handbook: Alloy Phase Diagrams.