

## WC Takviyeli AlCuMg Kompozitlerin Erimiş Tuz İçinde Üretimi ve Karakterizasyonu

Mehmet Akkaş<sup>1\*</sup>, Abdelsalam Mohamed A. Elfgi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Makine Mühendisliği Bölümü / Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Kastamonu Üniversitesi, Türkiye

<sup>2</sup>Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Anabilim Dalı, / Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu Üniversitesi, Türkiye

\*(mehmetakkas@kastamonu.edu.tr)

**Özet** – Toz metalurjisi yöntemi ile kompozitler elde edilerek malzemelere aşınma direnci, korozyon direnci, yüzey sürtünmesi ve yüzey gerilimlerinin artırılması gibi mekanik özellikler kazandırılabilir. Hafiflik ve sağlamlık oranı açısından başarılı olan AlCuMg alaşımları ile çok iyi mekanik özelliklere sahip kompozit malzemeler üretilmektedir. Bu çalışmada, erimiş tuz içinde toz metalurjisi yöntemi ile AlCuMg toz karışımına, ağırlıkça farklı oranlarda (% 1, 3 ve 6) WC parçacıkları takviyesi yapılarak, kompozit numuneler üretilmiştir. Hazırlanan tozlar üç boyutlu turbula ile 3 saat süreyle karıştırılmıştır. Karıştırma işlemi sonrasında tozlar soğuk pres ile presleme işlemine tabi tutulmuşlardır. Soğuk presleme işleminde presleme basıncı olarak 300 MPa basınç uygulanmıştır. Sinterleme işlemi, 500 °C sıcaklıkta 3 saat süre ile uygulanmıştır. Üretilen numunelerin mikroyapılarını belirleyebilmek için taramalı elektron mikroskobu analizleri yapılmıştır. Mikroyapı sonuçlarından, WC parçacıklarının içyapıda homojen olarak dağıldığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler** – Erimiş Tuz, Toz Metalurjisi, WC Parçacık, Sinterleme, Kompozit

### I. GİRİŞ

Son zamanlarda uygulanan metotlar arasında toz metalurjisi (TM) ile üretilen Al-Cu-Mg alaşımları dikkate değer bulunmuştur. TM yöntemiyle alaşımların kimyasal kompozisyon kontrolü sağlanabilmektedir. Toz metalurjisi, döküm, talaşlı imalat, sıcak ve soğuk presleme gibi üretim yöntemlerine alternatif olarak geliştirilmiştir [1-3]. Toz metalurjisi yöntemi ile kompozitler elde edilerek malzemelere aşınma direnci, korozyon direnci, yüzey sürtünmesi ve yüzey gerilimlerinin artırılması gibi özellikler kazandırılabilir. Mühendislik uygulamalarında kullanılan malzeme grupları içerisinde kompozit malzemeler vazgeçilmez bir yere sahiptir [4-6]. Dayanım/ağırlık oranının yükselmesiyle daha ince ve hafif kompozitlerin geliştirilmesi neticesinde üretim ve işletme giderlerinin birim maliyetinin düşürülmesi sağlanmaktadır [7-9]. Hafiflik ve sağlamlık oranı açısından başarılı olan Al-Cu-Mg alaşımları ile çok iyi mekanik özelliklere sahip

kompozit malzemeler üretilmektedir [10]. Bu çalışmanın amacı, toz metalurjisi yöntemiyle üretilen Al-Cu-Mg alaşımına WC parçacıklarının ilavesinin mikroyapı özelliklerine etkisini araştırmaktır. Buna ek olarak, oksitlenmeye yatkın malzemelerin toz metalurjisi ile üretimi esnasında, oksidasyonu önlemek için koruyucu bir gaz atmosferi oluşturmak gerekir. Fakat bu gaz atmosferi, yüksek enerji ve yüksek üretim maliyeti gerektirmektedir. Burada meydana gelen bu yüksek enerji ve yüksek üretim maliyetini ortadan kaldırmak için bu çalışmada kompozitler erimiş tuz içinde üretilmişlerdir. Bu çalışma kapsamında sabit presleme basıncında preslenen ve sabit sıcaklıkta sinterlenen Al-Cu-Mg alaşımının mikroyapı özelliklerindeki değişim karşılaştırılmıştır.

### II. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada Al-Cu-Mg alaşımına farklı oranlarda (% 1, 3 ve 6) WC parçacıkları ilave

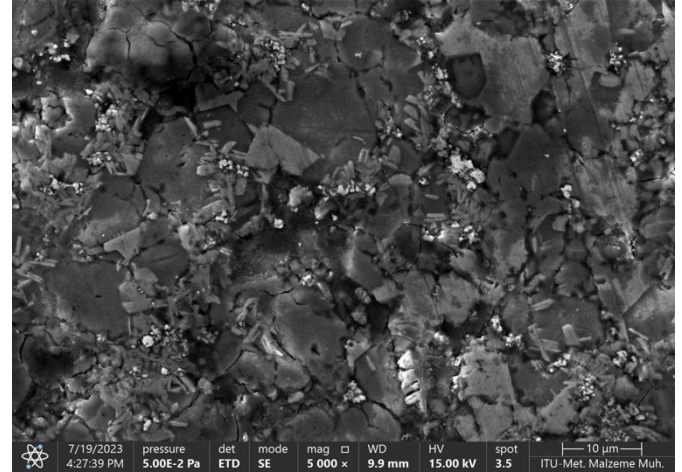
edilerek toz metalürjisi yöntemiyle üretimi amaçlanmıştır. Bu amaçla, öncelikle Al-Cu-Mg alaşımı ve WC parçacıkları için tozlar yüzde kimyasal bileşimine göre tartılarak hazırlanmıştır. Hazırlanan tozlar Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Laboratuvarında bulunan üç boyutlu turbula ile 3 saat süre ile karıştırılmıştır. Karıştırma işlemi sonrasında tozlar aynı laboratuvarında bulunan pres ile presleme işlemi yapılmıştır. Soğuk presleme işleminde presleme basıncı olarak 300 MPa basınç uygulanmıştır. Presleme işlemi Specac marka GS15011 modeli hidrolik pelet presi ile yapılmıştır. Presleme işleminde kalıp olarak, 13 mm çapında silindir şeklinde bir kalıp kullanılmıştır.

Üretilen peletlerin sinterleme işlemi Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Laboratuvarlarında bulunan atmosfer kontrollü ısıl işlem fırını ile yapılmıştır. Oksitlenmeye yatkın malzemelerin toz metalürjisi ile üretimi esnasında, oksidasyonu önlemek için koruyucu bir gaz atmosferi oluşturmak gerekir. Fakat bu gaz atmosferi, yüksek enerji ve yüksek üretim maliyeti gerektirmektedir. Burada meydana gelen bu yüksek enerji ve yüksek üretim maliyetini ortadan kaldırmak için bu çalışmada kompozitler erimiş tuz (KBr) içinde üretilmiştir. Burada, hem kompozitlerin sentezi hemde yüksek sıcaklıkta oksidasyondan korumak için reaksiyon ortamı olarak erimiş tuzlar kullanılmıştır. Bu erimiş tuz korumalı sentez/sinterleme işlemi (molten salt shielded synthesis/sintering process) sinterleme sıcaklıklarını da belirli oranda düşürmektedir. Bu yöntem, enerji ve maliyet tasarrufu ile birlikte, kompozit malzemelerin endüstriyel uygulaması için kullanılabilirliği arttırmıştır.

Numunelerin taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizleri için metalografik işlemler uygulanmıştır. Bu uygulanacak metalografik işlemler sırasıyla zımparalama, parlatma ve dağlama olarak uygulanacaktır. Numunelerin yüzeylerine 120, 200, 400, 600, 800, 1000 ve 1200 mesh zımparalar ile sırasıyla zımparalama işlemi uygulanmıştır. Daha sonra numunelerin yüzeyleri sırasıyla 3 ve 1 µ elmas süspansiyonlar ile parlatılmıştır. Son olarak ise, dağlama reaktifine daldırma yöntemi ile dağlama işlemine tabi tutulmuşlardır.

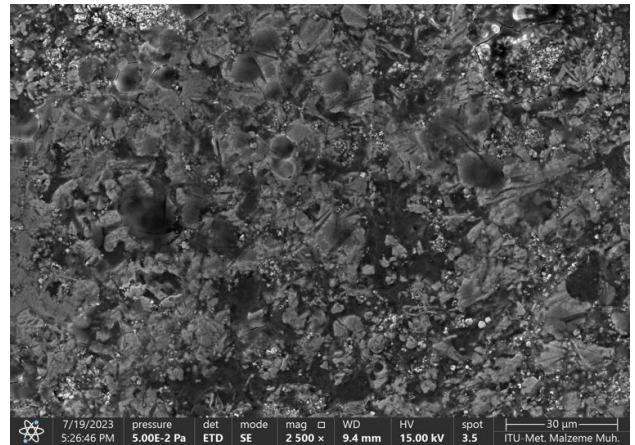
### III. BULGULAR

Erimiş tuz içinde toz metalürjisi yöntemiyle üretilmiş olan WC takviyeli AlCuMg kompozitlerin SEM görüntüleri alınmış ve elde edilen görüntülere göre değerlendirmeler yapılmıştır. Şekil 1’de verilen % 1 WC takviyeli numunenin SEM görüntüleri incelendiğinde AlCuMg matrix yapısı ve WC parçacıkları açıkça görülmektedir.



Şekil 1. % 1 WC takviyeli numunenin SEM görüntüsü

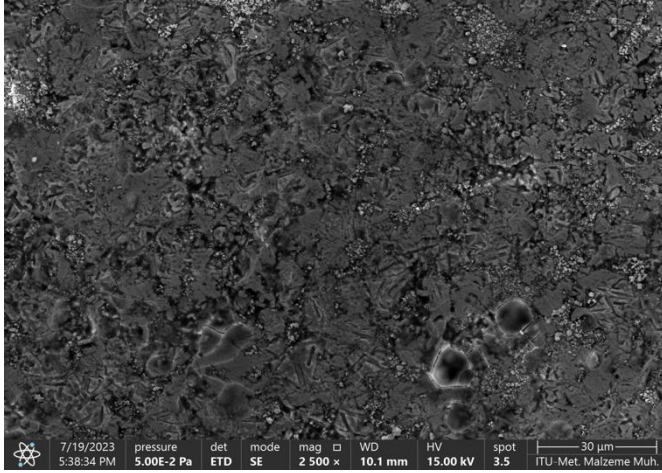
Erimiş tuz içinde toz metalürjisi yöntemiyle üretilmiş olan WC takviyeli AlCuMg kompozitlerin SEM görüntüleri alınmış ve elde edilen görüntülere göre değerlendirmeler yapılmıştır. Şekil 2’de verilen % 3 WC takviyeli numunenin SEM görüntüleri incelendiğinde AlCuMg matrix yapısı ve WC parçacıkları açıkça görülmektedir.



Şekil 2. % 3 WC takviyeli numunenin SEM görüntüsü

Erimiş tuz içinde toz metalürjisi yöntemiyle üretilmiş olan WC takviyeli AlCuMg kompozitlerin SEM görüntüleri alınmış ve elde

edilen görüntülere göre değerlendirmeler yapılmıştır. Şekil 3'te verilen % 6 WC takviyeli numunenin SEM görüntüleri incelendiğinde AlCuMg matrix yapısı ve WC parçacıkları açıkça görülmektedir.



Şekil 3. % 6 WC takviyeli numunenin SEM görüntüsü

Erimiş tuz içinde toz metalürjisi yöntemiyle üretilmiş olan farklı oranlarda (% 1, 3 ve 6) WC takviyeli AlCuMg kompozitlerin SEM görüntüleri alınmış ve elde edilen görüntülere göre değerlendirmeler yapılmıştır. Yukarıda verilen SEM görüntüleri incelendiğinde AlCuMg matrix yapısı açıkça görülmektedir. Buna ek olarak WC parçacıklarının AlCuMg matris içerisinde homojen bir şekilde dağıldığı görülmektedir [11,12].

#### IV. SONUÇLAR

SEM görüntüleri incelendiğinde AlCuMg matrix yapısı açıkça görülmektedir. Buna ek olarak WC parçacıklarının AlCuMg matris içerisinde homojen bir şekilde dağıldığı görülmektedir.

#### KAYNAKLAR

- [1] Shakil, S. I., Zoeram, A. S., Pirgazi, H., Shalchi-Amirkhiz, B., Poorganji, B., Mohammadi, M., & Haghshenas, M. (2022). Microstructural-micromechanical correlation in an Al-Cu-Mg-Ag-TiB<sub>2</sub> (A205) alloy: additively manufactured and cast. *Materials Science and Engineering: A*, 832, 142453.
- [2] Marchand, D., & Curtin, W. A. (2022). Machine learning for metallurgy IV: A neural network potential for Al-Cu-Mg and Al-Cu-Mg-Zn. *Physical Review Materials*, 6(5), 053803.
- [3] ERGÜL, E., KURT, H. İ., ODUNCUOĞLU, M., & Can, Ç. İ. V. İ. (2020). Wear properties of Al-Cu-Mg

- composites reinforced with MGO and MWCNT under different loads. *The International Journal of Materials and Engineering Technology*, 2(2), 70-75.
- [4] AKSÖZ, S., ÖZDEMİR, A. T., ÇALIN, R., ALTINOK, Z., & BOSTAN, B. (2013). Sinterleme, Yaşlandırma Ve Kriyojenik Isıl İşlemlerinin AA2014-B4C Kompozit Yapısına ve Mekanik Özelliklerine Etkileri. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 28(4).
- [5] Karabulut, H. (2020). Al2024 Matrisli Al2O3 Takviyeli Kompozitlerin Sıcak Presleme Yöntemiyle Üretiminde Takviye Oranının Mikroyapı, Sertlik ve Aşınma Özelliklerine Etkisi. *Technological Applied Sciences*, 15(1), 8-14.
- [6] Aksoz, S., Ozdemir, A. T., Çalın, R., Altinok, Z., & Bostan, B. (2013). Effects of sintering, ageing and cryogenic treatments on structural and mechanical properties of AA2014-B4C composite.
- [7] Fan, J., Yang, B., Wang, Y., Gao, M., & Guan, R. (2022). Enhancing the tensile strength and heat resistance induced by high-density  $\Omega$  phases in an Al-Cu-Mg-Ag alloy. *Journal of Materials Research and Technology*, 18, 3347-3357.
- [8] Gökmen, U. Ğ. U. R. (2016). Al 2024 Esaslı B4C/SiC Parçacık Takviyeli Hibrit Kompozitlerin TIG Kaynağı ile Birleştirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 31(ÖS1), 69-78.1998.
- [9] AKKAŞ, M., & ELFGHI, A. M. A. (2022). TiB<sub>2</sub> Parçacık Takviyeli AlCuMg Kompozitlerin Üretilirliğinin Araştırılması. *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*, 4(2), 118-128.
- [10] Yu, C., Feng, Y., Wang, L., Fu, J., Kang, F., Zhao, S., ... & Ma, B. (2022). Effect of pre-stretching deformation treatment process on microstructure and mechanical properties of Al-Cu-Mg alloy. *Materials Today Communications*, 31, 103368.
- [11] AKÇAY, S. B., VAROL, T., GÜLER, O., & AKSA, H. C. (2022). Bor Karbür Takviyeli Al Esaslı Kompozitlerin Özellikleri Üzerine Bor Karbür Takviye Miktarının Etkisi. *El-Cezeri*, 9(2), 869-881.
- [12] Yan, X., Zhao, K., Xie, K., Han, M., Liu, G., & Liu, X. (2022). Microstructure evolution, mechanical properties and strengthening mechanisms in the hot extruded Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> particle reinforced Al-Cu-Mg composite. *Materials Science and Engineering: A*, 850, 143516.