

PhD Research Article / Doktora Çalışması Araştırma Makalesi
**PRODUCTION OF Y₂O₃ COATED AL₂O₃ REINFORCED ALUMINIUM
MATRIX COMPOSITES AND THE COATING OF INTERFACE EFFECTS
OVER WETTABILITY PROPERTIES**

Serdar ALTUNER*¹, Ergün KELEŞOĞLU²

¹Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Metalurji ve Malzeme Anabilim Dalı, Yıldız-İSTANBUL

²Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fak., Metalurji ve Malzeme Müh. Bölümü, Esenler-İSTANBUL

Received/Geliş: 17.02.2012 Accepted/Kabul: 22.05.2012

ABSTRACT

Usage of Aluminium metal matrix composites have been increased in automotive and aerospace industry due to physical and mechanical properties of these. Requested properties have been obtained depends on particle's different particle size and amount is added into matrix. In this study, 5-10-15 and 20 % Al₂O₃ particle has been used as reinforcement. The wettability of Al₂O₃ is weak by molten aluminium. Weak bond force between aluminium and Al₂O₃ effects final properties of composite and decrease mechanical properties of it. In order to cope with this problem, Al₂O₃ powder was coated by Y₂O₃ and then it was added into aluminium. The aim of this study is the improvement of wettability using by Y₂O₃ coated Al₂O₃ particle reinforced aluminium matrix composites produced by squeeze casting method so that mechanical properties will be enhanced. Produced composite's density, hardness and wear behaviour is examined and analysed SEM microstructure. It was aware that during increasing reinforced volume, hardness of MMC was increased, coefficient of friction was decreased so wear resistance was improved.

Keywords: Aluminium matrix composites, wettability, interface, Y₂O₃ interface coating.

Al₂O₃ TAKVİYELİ ALUMİNYUM MATRİSLİ KOMPOZİTLERDE Y₂O₃ ARAYÜZEY KAPLAMASININ ISLATMA ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ**ÖZET**

Alüminyum metal matrisli kompozit (MMK)'lerin fiziksel ve mekanik özelliklerinden dolayı otomotiv ve uçak endüstrisinde kullanımları artmaktadır. Matris yapısına ilave edilen farklı takviye boyutu, miktarı gibi faktörlere bağlı olarak da istenilen özellikler elde edilebilir. Bu çalışma da takviye elemanı olarak % 5-%10-%15 ve %20 oranlarında Al₂O₃ kullanılmıştır. Al₂O₃'ün sıvı alüminyumla ıslatılabilirliği zayıftır. Alüminyum ile Al₂O₃ arasındaki zayıf bağ kuvveti kompozitin son özelliklerini etkileyerek mekanik özelliklerde düşüşe neden olur. Bu sorunun üstesinden gelmek amacıyla Al₂O₃ tozları Y₂O₃ ile kaplanarak alüminyuma ilave edilmiştir. Bu çalışmanın amacı sıkıştırma döküm yöntemi ile üretilen alüminyum alaşımı kompozitlerde Al₂O₃ takviye elemanın Y₂O₃ ile kaplayarak ıslatılabilirliğin dolayısıyla mekanik özelliklerin iyileştirilmesidir. Üretilen kompozit malzemeler yoğunluk, sertlik, aşınma davranışları incelenmiş, SEM görüntü analizleri yapılmıştır. İlave edilen partikül hacim oranının artmasıyla beraber MMK sertlik değerinin arttığı, sürtünme katsayısının düştüğü ve aşınma direncinin iyileştiği görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: Alüminyum matrisli kompozit, ıslatılabilirlik, arayüzey, Y₂O₃ arayüzey kaplaması.

* Corresponding Author/Sorumlu Yazar: e-mail/e-ileti: serdaltuner@yahoo.com, tel: (532) 776 46 15

1. GİRİŞ

Partikül takviyeli alüminyum metal matrisli kompozitler düşük yoğunluk, yüksek özgül dayanım, aşınma direnci gibi üstün özelliklerinden dolayı uçak sanayi, otomotiv ve motor parçalarında, yarı iletken paketlemede kullanımları artmaktadır [1].

MMK'ler döküm prosesleri ya da toz metalurji yöntemleri ile üretilebilirler. Döküm yöntemlerinden sıkıştırma döküm yöntemi partikül boyutu, porozite ve segregasyon problemlerini en aza indirir ayrıca uygulanan basınç sayesinde sıvı alüminyum partikül içerisine emdirilmiş olur [1]. MMK'lerin üretimde en kritik nokta takviyenin matris tarafından ıslatabilirliğidir. Al_2O_3 partiküllerin Al ile ıslatabilirliği genel olarak zayıftır. Bu sorunu ortadan kaldırmak, takviye ile matris arasında daha güçlü bir bağ kurulması ve dolayısıyla mekanik özelliklerde iyileşme elde etmek amacıyla 1) takviye elemanının kaplanması (nikel, kobalt, ve paladyum gibi 2) matris alaşıma alaşım yapılmaması (Mg ilavesi gibi) 3) Partiküllerin oksitlenmesi gibi yöntemler uygulanmıştır. [2,3,4,5]. Bu uygulamalardan Al_2O_3 tozlarının nadir toprak oksidi (Y_2O_3) ile kaplanması yeterince çalışılmamıştır.

Alüminyum ana matris olarak AA6061 alaşımı kullanılmıştır. AA6061 alaşım ısı işlenebilir, Al-Mg-Si alaşımıdır. Yüksek dayanım/ağırlık oranı, çok iyi süneklik, mükemmel kaynak edilebilirlik, iyi korozyon direnci ve şekil değiştirme kararlılığı gibi mükemmel mekanik özelliklere sahiptir. [6] Buna karşın bu malzemelerin anizotropik yapılarından dolayı kullanımlarında bazı kısıtlamalar vardır bundan dolayı ekstrüzyon, haddeleme, dövme, yaşlanma sertleşmesi gibi ikincil üretim yöntemlerine ihtiyaç duyulur [7,8]. AA6061 alüminyum alaşım matrisli kompozit malzemelere çözeltiye alma, soğutma ve yaşlandırma ya da belirli bir sıcaklıkta yaşlandırmayı içeren ısı işlem uygulanarak matris yapısı modifiye edilmiş olur.

Bu çalışmanın amacı Y_2O_3 kaplı Al_2O_3 partiküli AA6061 matris alaşım kompozitlerin arayüzey bağ özelliklerinin iyileştirilmesidir. Bu çalışma da nadir toprak oksidi kaplaması, sıkıştırma döküm 6061Al- Al_2O_3 takiveli kompozitlerin üretiminde kullanılmıştır. Döküm sonrası kompozitin mikro yapısı metal ışık mikroskonda incelenmiştir. Üretilen kompozitlerin brinell sertlik değişimleri ile mekanik özelliklerini irdelemek için kompozitlerin ball-on-disk tipi aşınma davranışı incelenmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Kullanılan Malzemeler

Deneysel çalışmalarda ana alüminyum matris olarak ticari AA6061 alaşımı kullanılmıştır.

Çizelge 1. 6061 matris alaşım kimyasal bileşimi

	Si	Cu	Mg	Mn	Fe	Zn	Ti	Cr	Al
	0,64	0,184	0,932	0,077	0,32	0,05	0,0078	0,106	balance

Takviye elemanı olarak $25\mu m$ - $110\mu m$ partikül boyutunda Al_2O_3 ile Y_2O_3 kaplı Al_2O_3 tozları kullanılmıştır.

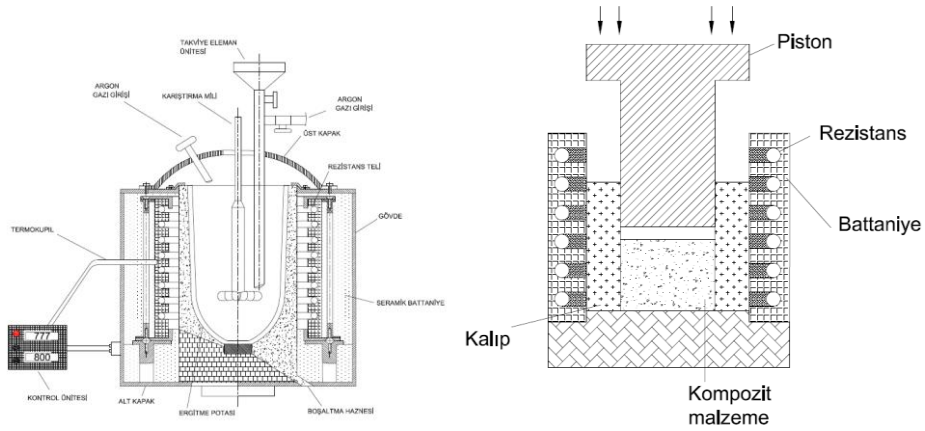
2.2. Al_2O_3 Tozların Y_2O_3 ile Kaplanması

Yttrium nitrat damıtılmış suda çözündürüldü ve çözelti konsantrasyonu tartıldı. Çözelti konsantrasyonu ilave edilecek Y_2O_3 yüzdesine göre belirlendi. Yttrium nitratin çözeltisine Al_2O_3 tozu eklendi ve bilyalı değirmende yaklaşık 4 saat karışık sulu çamuru üretildi. Değirmende karıştırma işleminden sonra sulu çamur, Al_2O_3 tozundaki topaklanmaların dağıtılması için ultrasonik banyoda 10 dakika işleme tabi tutuldu. Daha sonra karışık sulu çamur $100-110^\circ C$ 'de kurutuldu ve Y_2O_3 kaplı Al_2O_3 tozları elde etmek için yaklaşık $850-950^\circ C$ 'de kalsine edildi.

Partikül takviyeli kompozitlerin üretiminde kullanılmak üzere üretilen Y_2O_3 kaplı Al_2O_3 partikülleri bilyalı değirmenden geçirilerek partikül boyutu ayarlandı.

2.3. Kompozitlerin Hazırlanması

$Al6061$ matrisli Y_2O_3 kaplı Al_2O_3 takviyeli kompozitler sıkıştırma döküm yöntemi ile hazırlandı. Deney düzeneği Şekil 2.1'de gösterilmektedir. Numunelerin hazırlanması iki aşamada gerçekleştirildi. Birinci aşama Al ana matrisin ergitilmesi ve içerisine ağırlıkça %5-10-15-20 oranında takviyenin ilave edilmesi içermektedir. Alüminyumun oksijene afitnesi düşük olduğunda yüzeyinde oksit film tabakası oluşturma eğilimindedir. Bu oksit tabakası takviyenin ergiyük içerisine karışmaması için bir bariyer oluşturur. Bu sorunun üstesinden gelmek amacıyla ergitme Argon gazı koruyucu atmosferinde gerçekleştirilmiştir. Ayrıca takviyenin sıvı alüminyum içerisinde homojen dağılımını sağlamak amacıyla grafit bir karıştırıcı kullanılmıştır. Hazırlanan çamur ikinci aşamada pres altındaki kalıba dökülür ve partiküllerin sıvı alüminyum içerisine tam olarak geçmeleri için basınç uygulanır.

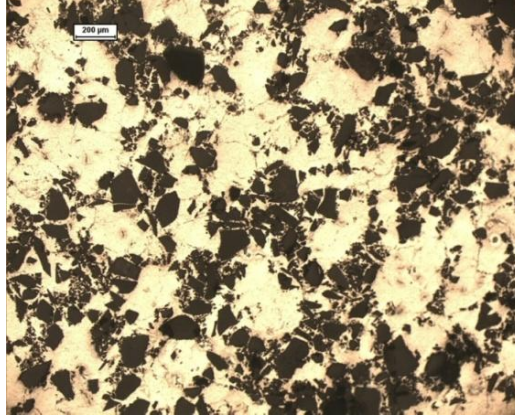


Şekil 2.1. Sıkıştırma döküm deney düzeneği

3. SONUÇLAR

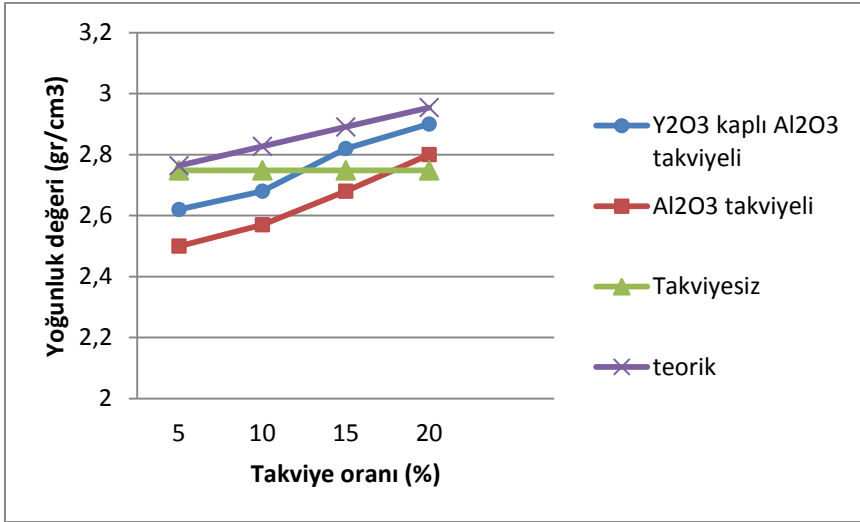
3.1. Mikroyapı Değerlendirmesi

Sıkıştırma döküm ile üretilen kompozitin mikroyapısı Şekil 3.1'de verilmektedir. Y_2O_3 kaplı Al_2O_3 takviyeli AA6061 alaşımı kompozit hemen hemen gözeneksizdir ve takviye ana matris içerisinde homojen dağılmıştır.



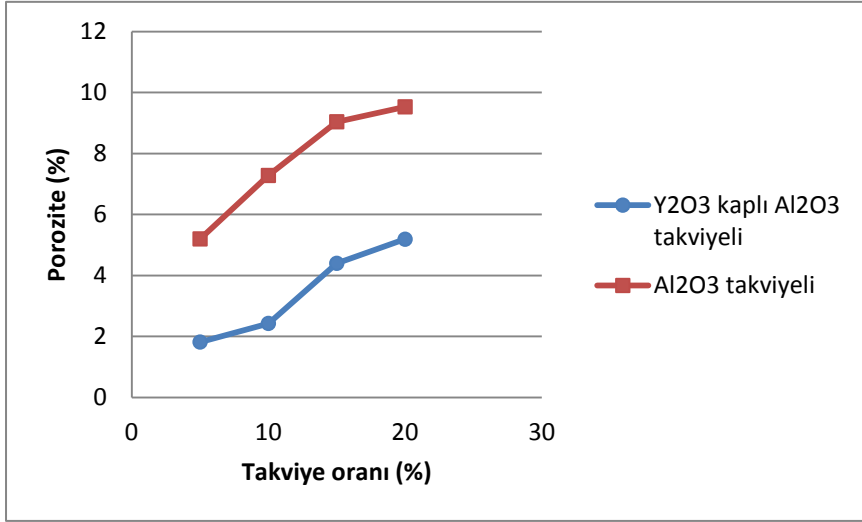
Şekil 3.1. %20 Y_2O_3 kaplı Al_2O_3 takviyeli AA6061 kompozitin metal ışık mikroskobu görüntüsü

Şekil 3.2’de sıkıştırma döküm ile üretilen kompozitin takviye oranına bağlı yoğunluk değişim değerleri verilmektedir.



Şekil 3.2. Takviye oranına bağlı yoğunluk değişimi

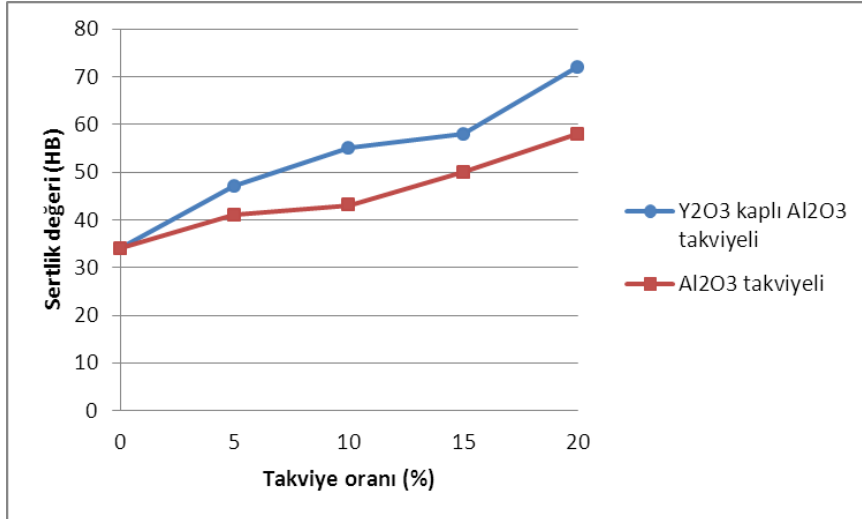
Şekil 3.3’te sıkıştırma döküm ile üretilen kompozitin takviye oranına bağlı porozite değişim değerleri verilmektedir.



Şekil 3.3. Takviye oranına bağlı porozitenin değişimi

3.2. Sertlik Değerlendirmeleri

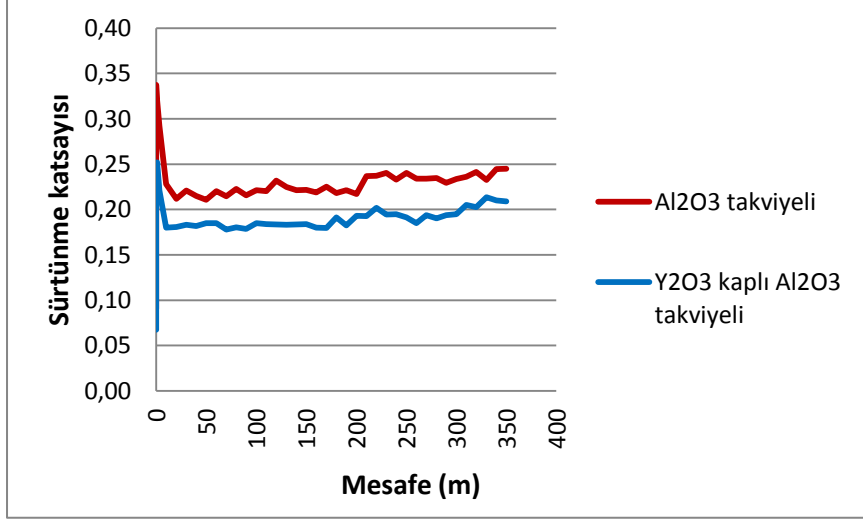
Şekil 3.4'te sıkıştırma döküm ile üretilen kompozitlerin takviye oranına bağlı sertlik değişim değerleri verilmektedir.



Şekil 3.4. MMK'lerin Takviye oranına bağlı sertlik değişimleri

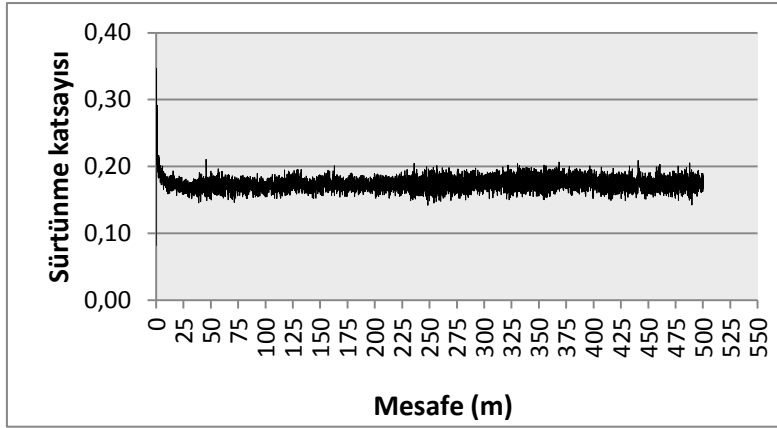
Şekillerden de görüleceği üzere takviye oranı arttıkça kompozitlerin yoğunluk, porozite ve sertlik değerleri de doğrusal olarak artmaktadır. Sertlikteki artış matris alaşımından daha yüksek oranda sertlik değerine sahip ikincil partikül fazlarının ilavesi ile açıklanabilir. Porozitedeki artış ise ikincil fazların beslenmesi boyunca sürenin artması ile ilişki olabilir.

Şekil 3.5 ise en yüksek sertlik değerine sahip MMK'lerin aşınma dayanımını kıyaslanması verilmektedir.



Şekil 3.5. MMK'lerin sertlik oranına bağlı sürtünme katsayısı değişimleri

Şekil 3.5'te %20 Y₂O₃ kaplı Al₂O₃ takviyeli kompozitin sürtünme mesafesine bağlı olarak sürtünme katsayısı değişimi verilmektedir.



Şekil 3.6.

Şekil 3.6 % 20 Y₂O₃ kaplı Al₂O₃ takviyeli AA6061 kompozitin sürtünme mesafesine bağlı olarak sürtünme katsayısı-değişimi

4. SONUÇ

Yapılan deneysel çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmektedir.

- Kompozitler sıkıştırma döküm yöntemi ile üretilmiş olup takviye ana matriste homojen olarak dağılmaktadır.
- Matris içerisine ilave edilen partikül takviye oranı arttıkça matrisin sertliği artmaktadır.
- Takviye oranı arttıkça sertikteki artışla beraber sürtünme katsayısı düşmekte dolayısıyla kompozitin aşınma dayanımı artmaktadır.
- Al₂O₃ partiküllere uygulanan Y₂O₃ kaplaması ile takviyenin sıvı alüminyum tarafından ıslatabilirliği iyileşmiş olup, arayüzey bağ yapısına bağlı olarak kompozitlerin mekanik özelliklerinde gelişme kaydedilmiştir.

REFERENCES / KAYNAKLAR

- [1] Chu, H-S., Liu, K-S., ve Yeh, J-W, “Aging behavior and tensile properties of 6061Al-0,3 µm Al₂O₃p particle composites produced by reciprocating extrusion Scripta Materialia 45 (2001) 541-546.
- [2] H Yu,Z., Wu, G., Sun, D., Chen, J. ve Jiang, L. (2003). “Rare-earth Oxide Coating for Sub-micro Particulates Reinforced Aluminum Matrix Composites”, Materials Science and Engineering, A357:61-66.
- [3] Yu,Z., Wu, G., Sun, D., Chen, J. ve Jiang, L. (2003). “Coating of Y₂O₃ additive on Al₂O₃ Powder and its Effect on the Wetting Behaviour in the System Al₂O₃p/Al”, Materials Letter, 57:3111-3116.
- [4] Yu,Z., Wu, G., Sun, D., Chen, J. ve Jiang, L. (2005). “Effect of coating Al₂O₃ Reinforcing Particles on the Interface and Mechanical Properties of 6061 Alloy Aluminium Matrix Composites”, Materials Letter, xx: xxx-xx.
- [5] Arslan, G. ve Kalemtaş, A. (2009). “Processing of Silicon Carbide-Boron Carbide-Aluminium Composites”, Journal of the European Ceramic Society, 29:473-480.
- [6] Ramesh, C.S.,Safiulla M. (2007) “Wear behavior of hot extruded 6061 based composites”, 263: 629-635.
- [7] Mahadevan, K., Raghukandan, K., Pai, B.C., Pillai, U.T.S., (2008) “Influence of precipitation hardening parameters on the fatigue of AA 6061-SiCp Composite”, Journal of Materials Processing, 198, 241-247.
- [8] Mahadevan, K., Raghukandan,Senthilvelan, T., Pai, B.C., U.T.S., (2008) “Studies on the effect of delayed aging on the mechanical behavior of AA1 Sicp composite”, Materials Science and Engineering A 396: 188-193.