B_4C PARTİCLE TAKVİYELİ AL2024 METAL MATRİSLİ KOMPOZİTLERİN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE SICAK PRESLEME PARAMETRELERİNİN ETKİSİ

Aykut Canakci[a*], Serdar Ozkaya[a], Temel Varol[a], Fatih Erdemir[a]

[a]Karadeniz Teknik Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü
aykut@ktu.edu.tr, sozkaya@ktu.edu.tr, tvarol@ktu.edu.tr, ferdemir@ktu.edu.tr

Özet

Partikül takviyeli kompozitlerin üretiminde sıcak presleme yöntemi ıslatmanın iyileştirilmesi sonucu azalan gözenek miktarından dolayı diğer üretim tekniklerinden daha etkin bir yöntemdir. Bu çalışmada B_4C partikül takviyeli Al2024 matrisli kompozitlerin üretimi için toz metalurjisi ve sıcak presleme yöntemi kullanıldı. Al2024-B_4C kompozitleri sıcak presleme esnasında farklı sinterleme sıcaklığı, süresi ve sıkıştırma basıncı kullanılarak sinterlendi. Üç farklı takviye miktarına (ağırlıkça % 5, 10 ve 15) sahip kompozitlerin mikroyapıları, fiziksel ve mekanik özellikleri araştırıldı. Sonuçlar sıcak presleme esnasında artan basınç, sinterleme sıcaklığı ve süresinin yoğunluk ve sertlik değerlerini artırdığını gösterdi. % 15' e kadar artan B_4C miktarı yüksek gözenek değerleri nedeniyle yoğunlukta azalmaya neden oldu. Sertlik testleri artan B_4C miktarı ile sertlik değerlerinin artma eğiliminde olduğunu gösterdi.

Anahtar Kelimeler: Toz metalurjisi, sıcak presleme; metal matrisli kompozit

1.GİRİŞ

Metal matrisli kompozitler; gelişen teknolojinin ihtiyaç duyduğu yüksek elastik modül, mukavemet, aşınma dayanımı ve düşük yoğunluk gibi malzeme özelliklerini karşılayabilecek malzemeler olarak üzerinde en çok çalışılan kompozit grubundandır [1]. Metal matrisli kompozitler arasında Al metal matrisli kompozitler (AlMMK); düşük yoğunluk, yüksek dayanım, düşük termal genleşme katsayısı, iyi aşınma direnci, …v.b. özelliklere sahip yeni ileri malzemeler olarak nitelendirilirler [2]. Parçacık takviyeli MMK'lerin üretiminde genel olarak toz metalurjisi (TM) ve döküm yöntemi kullanılmaktadır. Toz metalurjisi üretim tekniği toz boyutundaki malzemelerin, çeşitli tekniklerle bir araya getirilmesini kapsamaktadır. Bu üretim tekniği, ürünü son formunda veya son formuna çok yakın ebatta, genelde ikincil bir imalat tekniğinin (talaşlı imalat) uygulanmasına gereksinim olmayan veya azaltılmış, şekilde üretilebilmesini sağlar[3].

TM üretim tekniği, geleneksel malzeme tozlarının bir araya getirilerek işe yarar ürün haline getirilmesinde kullanıldığı gibi kompozit malzemelerinde üretiminde kullanılabilmektedir. Sıcak pres yönteminde ise geleneksel toz metalurjisi yönteminden farklı olarak tozların bağlanmasını kolaylaştırmak amacıyla, sıkıştırılmış tozlara ergime sıcaklığının altında katı-faz difüzyonunun gerçekleşmesi için yeterli yüksek sıcaklıkta ısıl işlem uygulanır[4]. Sıcak presleme, yüksek performanslı malzemeler ve sinterleme davranışı zayıf olan malzemelerin üretilmesi için uygun bir yöntemdir [5].Ayrıca,sıvı faz

yöntemi ile üretilemeyen malzemelerin üretiminde kullanılmakta olup, birçok oksit ve karbür seramiklerin açık atmosfer ortamında grafit kalıplarda veya yüksek sıcaklıklara dayanabilen sıcak iş takım çeliklerinden üretilen kalıplarda sıcak presleme tekniği ile üretilebilinmektedir [6].
Bu çalışmanın amacı; sıcak presleme yöntemiyle üretilen Al2024-B_4C takviyeli kompozit malzemelerin mekanik özelliklerine presleme basıncı, sinterleme sıcaklığı ve sinterleme süresinin etkisini incelemektir.

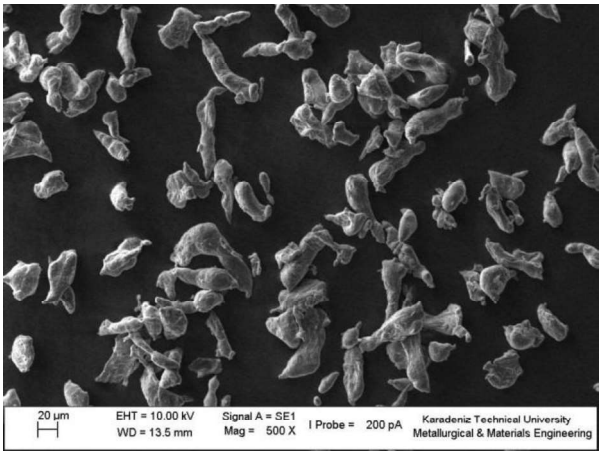
2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

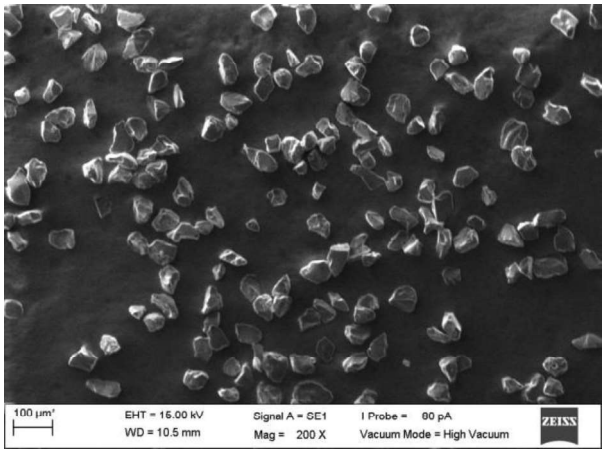
Al-B_4C kompozit malzemesini üretmek için; matris malzemesi olarak Al alaşımı tozları Gündoğdu Exotherm Sanayinden (GES) ve takviye malzemesi olarak kullanılan B_4C tozları ise Wacker Ceramic GmbH'de şirketinden temin edilmiştir. Al alaşımı tozlarının spektral analizle ağırlıkça bileşimi %95,293Al, %0,710Cu, %0,050Mg, %0,116Mn, %1,230Fe, %1,000Si, %0,530Zn, %1,000Pb ve % 0,071Ti olarak belirlenmiş olup Al tozlarının ortalama toz boyutu 102µm'tir. Takviye malzemesi olarak kullanılan B_4C tozlarının ortalama partikül boyutu 47µm'dir. Matris alaşımına ağırlıkca %5, 10 ve 15 oranlarında B_4C seramik parçacıkları eklenerek toz karışımları elde edilmiştir.
Geleneksel toz metalurjisi yöntemiyle hazırlanan Al alaşımı ve Al-B_4C kompozit tozları Ø30-20mm boyutlarında blok numuneler üretmek için 600°C'de sıcak presleme yöntemiyle preslenmiştir.Preslenme öncesi kalıp yüzeylerine yağlayıcı olarak çinkosterat sürülmüştür. Pres parametreleri olarak seçilen 600,800 ve 1000 Mpa basınçlarda sıcak olarak preslenen numuneler 600 C°' de argon gazı altında 1,2 ve 3'er saat sinterlenmiştir. Üretilen Al alaşımı ve kompozit tozlarının mikroyapı ve morfolojisi ve üretilen Al- B_4C kompozitlerin B_4C içyapı dağılımları Zeiss Evo LS10 markalı taramalı elektron mikroskobunda incelenmiştir. Makro sertlik değerleri; Brinell sertlik ölçme yöntemiyle 31,25kg yük altında 2,54 mm çapında çelik bilya kullanılarak elde edilmiştir. Ölçümler esnasında her bir numuneden 5 farklı ölçüm alınmış ve ortalaması alınarak makro sertlik değerleri belirlenmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

3.1. Çalışmada Kullanılan Malzemelerin Değerlendirilmesi

Matris malzemesi olarak kullanılan Al alaşımı ve takviye malzemesi olarak kullanılan B_4C tozlarının SEM incelemelerinde, Al alaşımı tozlarının ligamental (çubuksu), B_4C tozlarının ise düzensiz ve poligonal (çok köşeli) şekle sahip oldukları görülmüştür (Şekil1)

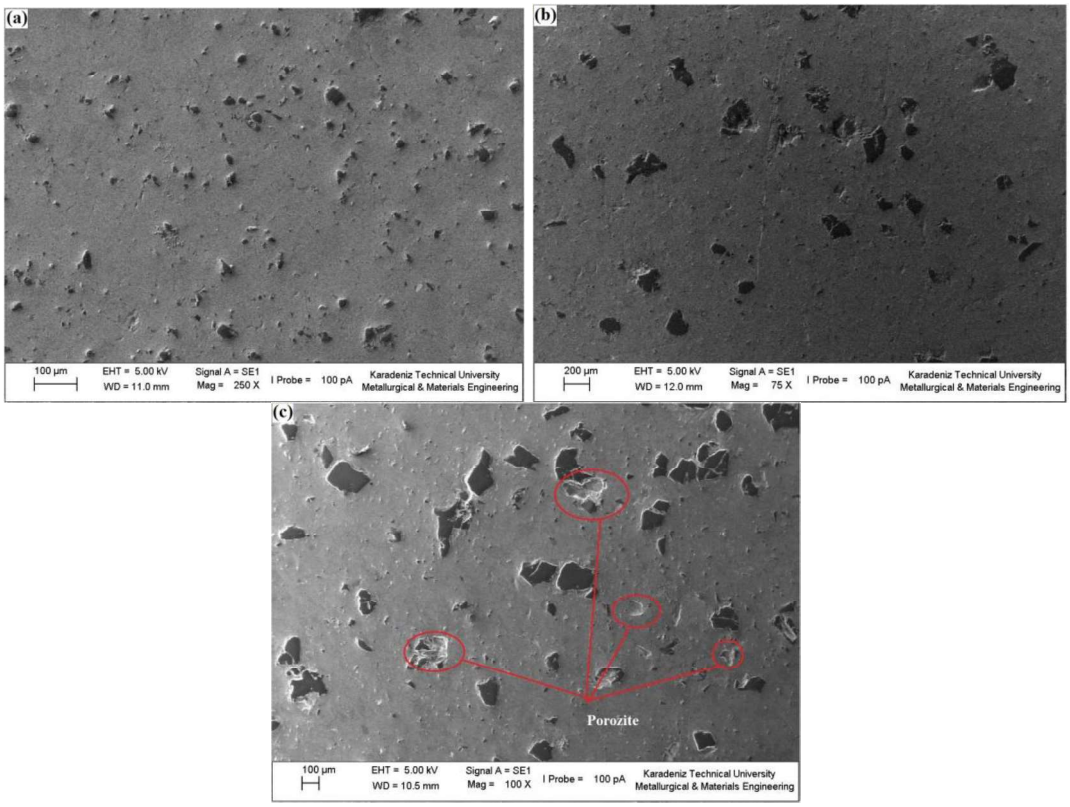




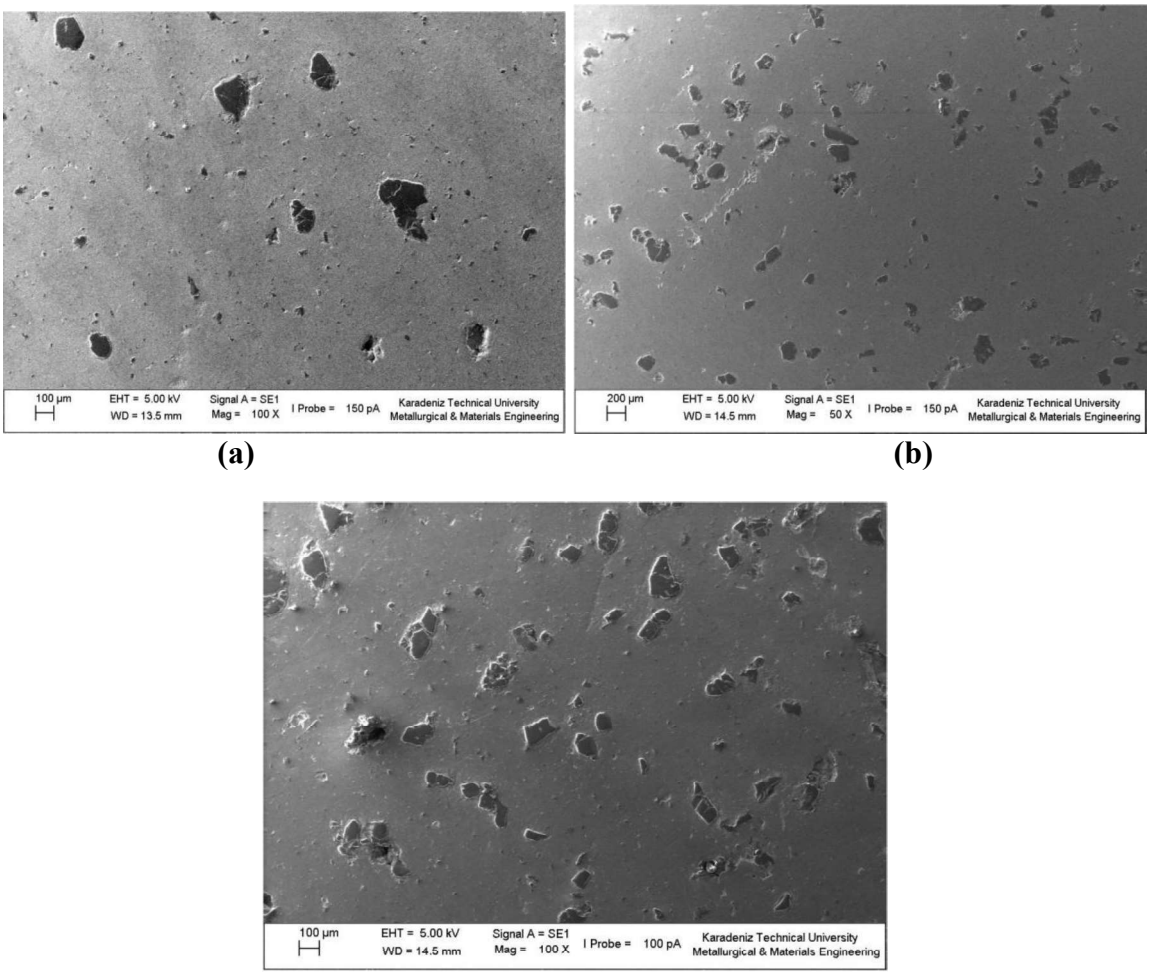
(a) **(b)**

Şekil 1. Kullanılan tozların SEM görüntüleri; (a) Al alaşımı tozları ve (b) B_4C tozları

3.1. Üretilen Malzemelerin İç Yapıları



Şekil 2. 600MPa basınçta sıcak preslenerek üretilen farklı takviye miktarlarına sahip kompozitlerin iç yapıları a)%5 B_4C, b)%10 B_4C, c)%15 B_4C içeren kompozitlerin mikroyapıları



(a) **(b)**

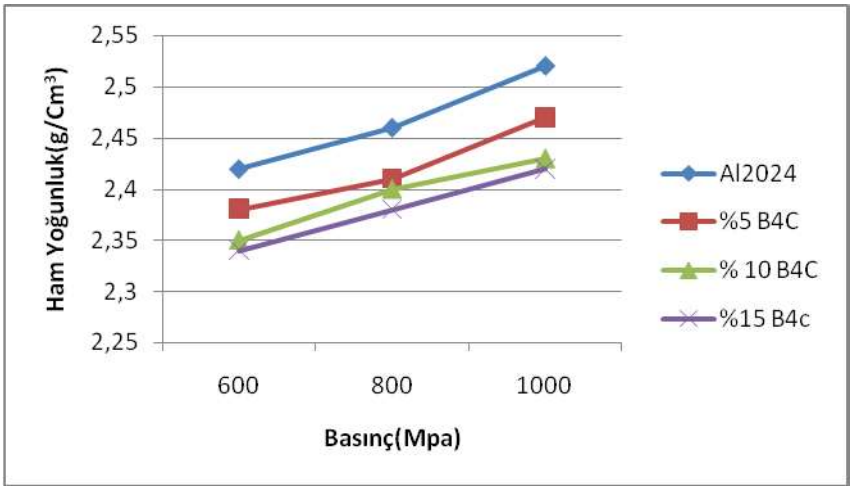
(c)

Şekil 3. 1000MPa basınçta sıcak preslenerek üretilen farklı takviye miktarlarına sahip kompozitlerin iç yapıları a)%5 B_4C b)%10 B_4C ve c))%15 B_4C içeren kompozitlerin mikroyapıları

Farklı presleme basınçlarında üretilen ve farklı takviye oranlarına sahip kompozit malzemelerin içyapıları Şekil 2 ve Şekil 3'te görülmektedir. Elde edilen SEM görüntülerinden de anlaşıldığı gibi artan basınç miktarıyla malzemenin porozite miktarı azalmaktadır. Bu durum artan basınçla birlikte tozların daha iyi paketlenmesi ve gözeneklerin kaybolmasıyla açıklanabilir. Ayrıca artan basınçla birlikte yapıya homojen olarak dağılmış olan B_4C'lerin kırıldığı ve boyutunun küçüldüğü görülmektedir.

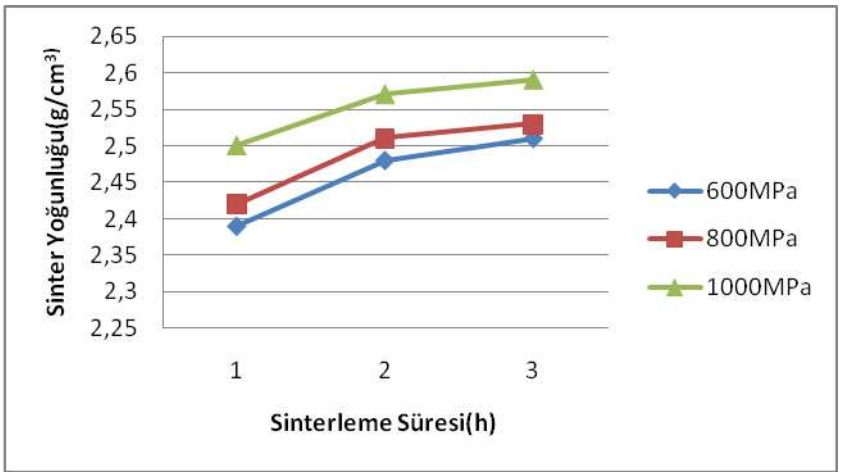
3.2.Yoğunlukların İncelenmesi

Dört farklı bileşimde üretilen malzemelerin sinterleme süresi ve bileşimine bağlı olarak yoğunluk değerleri incelenmiş ve elde edilen değerler grafik olarak aşağıda verilmiştir.



Şekil 4. Üretilen malzemelerin basınç ve bileşime bağlı ham yoğunluk değerleri

Presleme basıncı ve değişen % B_4C miktarına bağlı olarak ham yoğunlukta meydana gelen değişim Şekil 4'de gösterilmiştir. Artan presleme basıncıyla ham yoğunluk değerinin arttığı açık olarak görülmektedir. Düşük basınçta birbiri içersinde yeterli kayma hareketi yapamayan, elastik ve plastik deformasyona maruz kalmayan tozlar artan basınçla birlikte daha iyi paketlenir ve birbiri üzerinden kayarak poroziteler küçük tozlar tarafından doldurulur. Basıncın artmasıyla birlikte tozlar arasındaki boşluklar azalır ve tozlar mekanik olarak birbirine bağlanırlar [7]. Buradan anlaşılacağı üzere artan basınçla ham yoğunluk değeri belirgin bir şekilde artmaktadır.

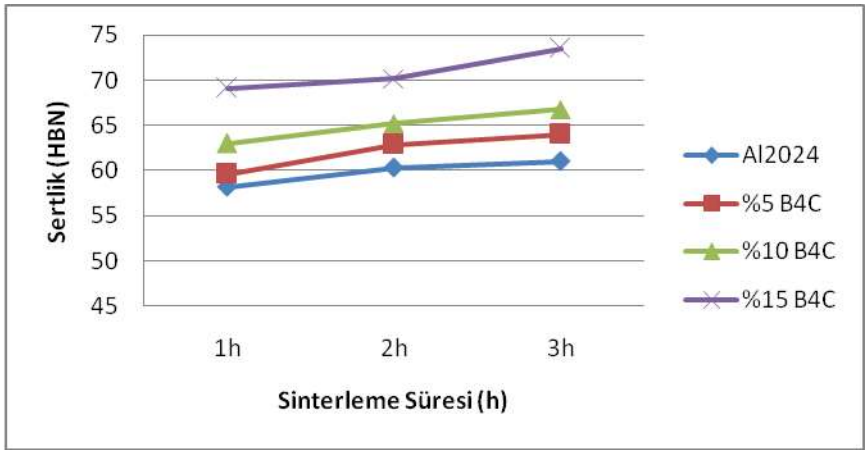


Şekil 5. %10 B_4C takviyeli kompozitin farklı sinterleme süresi ve presleme basınçlarında elde edilen sinter yoğunlukları

Artan sinterleme süresi ve presleme basıncı şartlarında sinter yoğunluğunun arttığı gözlenmiştir. Buradaki sinter yoğunluğu değerindeki artış, artan sinterleme süresiyle taneler arası difüzyon yeteneğinin artmasına ve dolaysıyla taneler arası boşluk miktarının azalmasına bağlanmaktadır. Ancak bu durum belirli bir sinterleme süresine kadar geçerlidir. Şekil 5'den de görüleceği gibi sinterleme süresinin etkisi ilk aşamalarda (1

saatten 2 saate) daha fazla belirgin olurken ilerleyen aşamalarda (2 saatten 3 saate) bu etki daha az görülmektedir. Bunun sebebi sinterleme süresinin ve difüzyon süresinin artması neticesinde tane büyümesinin yanında gözenek büyümesinin de meydana gelmesidir.

3.3.Sertliklerin İncelenmesi



Şekil 6. 800 MPa presleme basıncıyla üretilen numunelerin takviye oranına ve sinterleme süresine bağlı olarak sertliklerinde meydana gelen değişimi gösteren grafik

Şekil 6'da farklı sinterleme süresi ve farklı takviye oranlarında 800 MPa basınç uygulanarak üretilen numunelerin Brinell sertlik değerleri görülmektedir. Grafikten görüldüğü gibi artan sinterleme süresi numunelerin sertlik değerlerini artmıştır. Bu durum yoğunluk değerlerinde olduğu gibi, artan sinterleme süresinin malzemenin gözenek miktarını azaltmasıyla açıklanabilir. Malzemelerin nispeten daha az poroziteye sahip olması, üretilen malzemeye uygulanan sertlik deneylerinde batıcı ucun daha az plastik deformasyona sebep olması dolaysıyla sertlik değerinin daha yüksek olmasını sağlar. Aynı sinterleme sürelerinde artan takviye miktarıyla doğru orantılı olarak sertlik değerlerinde de önemli ölçüde artış görülmüştür. Bunun nedeni çok sert bir yapıya sahip olan B_4C takviye tozlarının matris yapıya homojen olarak dağılarak kompozitin sertliğini arttırmasıdır.

4.SONUÇLAR

Yapılan deneysel çalışmalardan ve elde edilen bulguların değerlendirilmesinden elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir:

1)Artan presleme basıncıyla yoğunluk değerleri artarken, artan takviye miktarıyla yoğunluk azalmıştır.

2)Artan sinterleme süresi yoğunluk değerlerini arttırmıştır.

3)Sertlik değerlerinin artan takviye miktarı ve sinterleme süresiyle arttığı görüülmüştür.

4)Geleneksel toz metalurjisi yöntemiyle üretilmesine rağmen B_4C tozları yapıya homojen olarak dağılmıştır.

Kaynaklar

[1] Bayraktar, E., Katundi, D., 2010, Development of a new aluminium matrix composite reinforced with iron oxide (Fe_3O_4), Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering,38,7-141.

[2] Włodarczyk, A., Fligier, L., Dobrzański, A., Kremzer, M., Adamiak, M., 2008, Manufacturing of aluminium matrix composite materials reinforced by Al_2O_3 particles, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 27, 99-102.

[3] Ekici, E., 2012, Alüminyum Esaslı Karma Takviyeli Kompozitlerin Farklı Takviye Elemanı Tipleriyle Üretilmesi, Mekanik Özellikleri ve Frezede İşlenebilirliğinin İncelenmesi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.

[4]. Torralba, J.M., Da Costa, C.E., Velasco, F., 2003, P/M Aluminum Matrix Composites: An Overview. Journal of Materials Processing Technology, 133, 203-206.

[5] Upadhyaya, G.S., 2002, Powder Metallurgy Technology, Published by Cambridge International Science Publishing.

[6] Somunkıran, I., Balın, A., Buytoz, S., 2012, Sıcak Presleme Tekniğiyle Üretilen Co Esaslı Cr-Mo Toz Alaşımında Presleme Sıcaklığının Aşınma Direnci Üzerine Etkisi, International Iron & Steel Symposium, 02-04 April 2012, Karabük, Türkiye.

[7] Canakci, A., Varol, T., Zerin, I, Ozkaya, S., 2011, Production of Al- B4C functionally graded material by powder metallurgy method 6th ınternatıonal powder metallurgy proceedings book, 49-56.