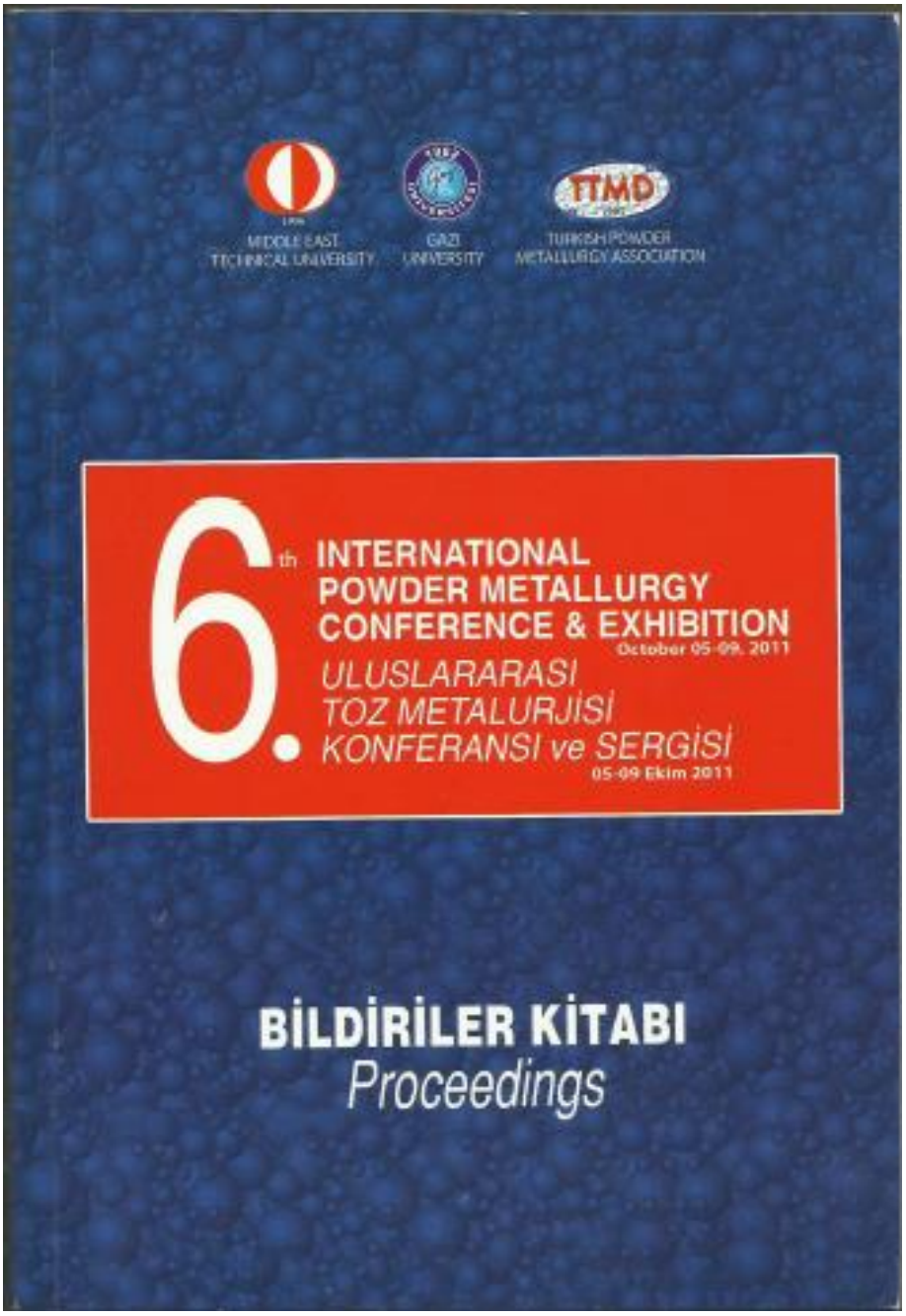

MIDDLE EAST TECHNICAL UNIVERSITY
GAZI UNIVERSITY
TPMD
TURKISH POWDER METALLURGY ASSOCIATION
6th INTERNATIONAL POWDER METALLURGY CONFERENCE & EXHIBITION
October 05-09, 2011
ULUSLARARASI TOZ METALURJİSİ KONFERANSI ve SERGİSİ
05-09 Ekim 2011
BİLDİRİLER KİTABI
Proceedings

6th INTERNATIONAL POWDER METALLURGY CONFERENCE

BİLDİRİLER KİTABI

Bu kitapta yayınlanan bildirilerin aynen yayınlanması, yazarından ve editörden yazılı izin almak koşulu ile mümkündür. Alıntı için kaynak göstermek yeterlidir.

PROCEEDINGS

Publication of the communiques issued in this book is possible provided that written approval of the author and editor are taken. Giving reference is sufficient for extraction.

Bu bildiri kitabı aşağıdaki adresten istenebilir

This notification book can be requested from address below

Dr. Yusuf Usta
Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü
Maltepe-Ankara
Tel-Fax: +90 312 582 34 33 / +90 312 582 34 07
e-mail: mail@turkishpm.org

Baskı Tarihi - Issue Date:
28.02.2012

mina@jans

İvedik OSB 1459. Sk. (eski 651. Sk.) No: 11 Oskim-ANKARA Tel: +90(312) 394 25 60 - 61 Fax: 394 25 59
www. minaajans.com.tr e-mail: bilgi@minaajans.com.tr

ISBN 978-605-61038-7-2

INTERNATIONAL ADVISORY COMMITTEE
ULUSLARARASI DANIŞMA KURULU

İlhan AKSAY	USA
Abolghasem ARVAND	IRAN
Sigurd BERG	SWEDEN
Ingo CREMER	GERMANY
Ionel CHICINAS	ROMANIA
Olivier COUBE	FRANCE
Herbert DANNINGER	AUSTRIA
Eva DUDROVA	SLOVAKIA
Subhan Z. DZHAFAROV	RUSSIA
Ali ERDEMİR	USA
Sergei FIRSTOV	UKRAIN
Zoltan GACSI	HUNGARY
W. Brian JAMES	USA
Shinhoo KANG	KOREA
Bernd KIEBACK	GERMANY
Hidenori KUROKI	JAPAN
Alan LAWLEY	USA
Gilles L'ESPERANCE	CANADA
João MASCARENHAS	PORTUGAL
Arif MAMEDOV	AZERBAIJAN
Hideshi MIURA	JAPAN
Cesar B. MOLINS	SPAIN
Biswanath MONDAL	INDIA
S. Farag MOUSTAFA	EGYPT
Radu I. ORBAN	ROMANIA
Frank PEDZOLT	GERMANY
Gunther PETZOLDT	GERMANY
Tadeusz PIECZONKA	POLAND
Mario ROSSO	ITALY
Mat Husin SALAH	MALAYSIA
Abdolreza SIMCHI	IRAN
Celin Morris SONSINO	GERMANY
Marin STOYTCHEV	BULGARIA
Jan TENGZELIUS	SWEDEN
Ali ÜNAL	USA
John V. WOOD	UK
Gustavo VIGNA	ARGENTINA
Zhiqiang ZOU	CHINA

ORGANIZING COMMITTE
DÜZENLEME KURULU

Mehmet TÜRKER	TTMD - GAZİ UNIVERSITY
İbrahim USLAN	TTMD - GAZİ UNIVERSITY
Çetin KARATAŞ	TTMD - GAZİ UNIVERSITY
Yusuf USTA	TTMD - GAZİ UNIVERSITY
Adem KURT	TTMD - GAZİ UNIVERSITY
H. İbrahim ÜNAL	TTMD - GAZİ UNIVERSITY
Nuri DURLU	TTMD - TOBB ETU
Ali KALKANLI	TTMD - METU
Bilgehan ÖGEL	TTMD - METU
Şakir BOR	METU
Hüsnü Emrah ÜNALAN	METU
Merve ERDAL	METU
Arcan DERİCİOĞLU	METU
Teyfik DEMİR	TTMD - TOBB ETU

CONFERENCE SECRETARIAT
KONFERANS SEKRETERLİĞİ

Arcan DERİCİOĞLU
Middle East Technical University,
Metallurgical and Materials Engineering
06531 İnönü Bulvarı-Ankara/Turkey
Tel: +90 312 210 59 41 Fax: +90 312 210 25 18
e-mail: arcan@metu.edu.tr

TOZ METALURJİSİ YÖNTEMİYLE ÜRETİLEN VE MERMER (DOĞAL TAŞ) KESMEDE KULLANILAN KESİCİ UÇLARA B_4C İLAVESİNİN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Kerim Emre ÖKSÜZ [*], Mehmet ŞİMŞİR [*], Yusuf ŞAHİN [**]

[*]Cumhuriyet Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, 58140, Sivas, Türkiye.
[*]Cumhuriyet Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, 58140, Sivas, Türkiye.
[**] Gazi Üniversitesi, Makine Eğitimi Bölümü, Teknik Eğitim Fakültesi,
Teknikokullar, 06500 Ankara/Türkiye

ÖZET

Kesici takım malzemelerinde beklenen ortak özellikler; aşınma dayanımı, tokluk (en önemli takım malzemesi özelliğidir ve aşınma direnci-tokluk ilişkisi takım kalitesini belirler) ve ekonomikliktir. Bu deneysel çalışmada elmas emdirilmiş Fe-Co matrisli kompozitler toz metalurjisi yöntemiyle sıcak presleme tekniği kullanılarak üretilmiştir. B_4C takviyeli ve takviyesiz 2 farklı kompozisyona (farklı Fe/Co oranı) sahip numuneler hazırlanmış, 25 MPa basınç altında ve 900 ºC derece sıcaklıkta sinterlenerek, B_4C ve Fe takviyesinin etkisi araştırılmıştır. Kompozitlerin mekanik özelliklerinin tespiti için sertlik ölçümü yapılmış ve aşınma deneyleri de farklı yük şartlarında pim-disk türü aşınma deneyi cihazı aracılığı ile yapılmıştır. Deneysel sonuçlar; Fe ilavesi ile matrisin sertliğinin biraz azaldığını göstermiştir. Fakat B_4C takviye elemanının katılmasıyla matrisin sertliğinde artış görülmüştür. Kompozitlerin, (TEM) ve (EDS) teknikleri ile karakterizasyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Toz Metalürjisi, Bor Karbür, Kompozit, Aşınma.

1. GİRİŞ

Kesici takımlarının mikro yapısını belirleyen iki ana evre olan matris ile elmas ara yüzeyinde sinterleme koşullarında kimyasal bir reaksiyon oluşması istenir ve bu reaksiyon, elmaslı kesici takımın ömrünü büyük ölçüde belirler [1]. Bu bağ reaksiyonun oluşumu metal tozlarının bileşimine, parçacık boyutuna ve dağılımına, gaz ortamının koruyucu etkisine, sinterleme sıcaklığına, suresine ve basıncına bağlıdır. Bu şekilde mekanik bir bağın yanı sıra kimyasal bir bağ da oluşturulmaya çalışılır [2].

Elmaslı kesici takımın başarılı bir şekilde üretilmesindeki en önemli parametrelerinden biri metalurjik ıslatmayla matrise kuvvetlice bağlanan elmasların, oturma yüzeyinden koparak uzaklaşmaya karşı dirençli olmasıdır. Elmas takımlarda kullanılan matris toz karışımlarının elmasları sağlam bir şekilde tutması gerekir [3].

Kesici takımın ömrü açısından elmaslar tamamen kaybolmadan veya elmaslarda hasar oluşturmadan metalik matris optimum bir hız ile aşınmalıdır. Çok kolay bir şekilde aşınan matris, elmasların aşırı bir şekilde zayıflayarak kaybolmasına yol açabilmekte, çok sert bir matris ise yüzeydeki elmasların bir sure sonra kesme yüzeylerini yitirmeleri ve alttan da yeni kesici yüzeylerin çıkmaması neticesinde kesme işleminin kesintiye uğramasına neden olabilmektedir. Kesilmesi amaçlanan doğal taşın öncelikle sertliği doğrultusunda matris bileşiminin ayarlanması gerekmektedir [4].

Ülkemizin mermer rezervleri açısından zengin bir ülke olması düşünüldüğünde mermer ülkemiz sanayisi için önemli bir sektör haline gelmiştir. Bu nedenle mermerin ve doğal taşların daha kaliteli ve daha ucuz bir şekilde işlenmesi bu sektör açısından oldukça önemlidir [5–6]. Dünyada mermer ve doğal taşların kesimi su jeti ve lazer kullanmak suretiyle ve daha birçok yöntemle yapılırken, ülkemizde en yaygın kullanılan yöntem dairesel elmas testereler ile kesimdir. Testerenin imalatı, testerenin gövdesini teşkil eden dairesel çelik levhayla beraber kesme işlemini yapan elmas soketlerin imalatından oluşur [7].Yapılan bu deneysel çalışmada toz metalurjisi yöntemi ile kesici uç üretilmesi, üretilen kesici uçların mekanik özelliklerinin belirlenmesi, mikro yapı kontrolü ve endüstride uygulanabilirliğinin araştırılması hedeflenmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMA

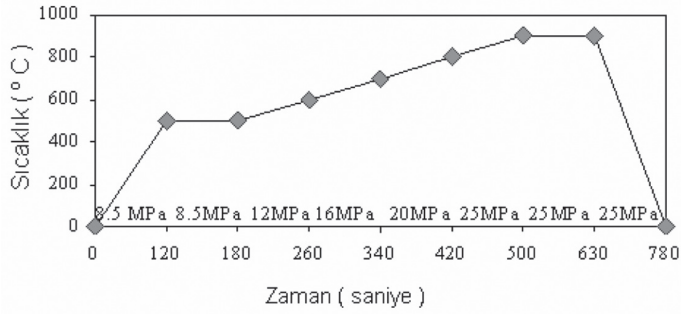
2.1 Numune Hazırlama

Elmas ve B_4C katkılı MMC'ler toz metalurjisi yöntemi kullanılarak metal tozlarının belirli oranlarda karıştırılması ile üretilmiştir. Matris dizaynında elmasları bir arada tutan bir bağlantı evresinden ve sinterleme koşullarında gözenekleri kapatmaya yarayan ve kesme koşullarında hızla aşınarak talaş akma kanallarını oluşturan bir dolgu evresinden yararlanılır. Bağlantı evresi için iyi ıslatan kobalt ve nikel veya ucuz olması nedeniyle demir gibi elementler ve bu elementlerin kombinasyonlarından faydalanılır [8-9]. Dolgu evresi için genelde sinterleme koşullarında ergiyen 'bronz' veya 'pirinç' kullanılır. Doğal taş için standart matris dizaynı Co, Ni ve Cu-Sn tozları üzerinden yapılmaktadır. Co ve Ni tozları -iyi ıslatma özellikleri doğrultusunda- elmas bağlayıcı evre olarak kullanılmaktadır. Cu-Sn katkısı hem Cu ve Sn tozlarının karışımı halinde veya saf bronz tozu halinde olabilmektedir [8]. Yapılan bu çalışmada, –40/+50 mesh elmas tozları, 75 µm'den küçük karbonil demir tozu, 85/15 mesh bronz tozu ve 10 µm'den küçük B_4C tozu kullanılmıştır. Üretilen kompozitlerin matris kompozisyonu, elmas konsantrasyon değeri ve B_4C miktarları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Üretilen Kompozitlerin Özellikleri.

Kompozit Kodlamaları	Matris Kompozisyonu, ağ. %			Elmas Konsantrasyonu	B_4C (g)
	Fe	Co	Bronz		
C_2	65	25	10	20 konsantrasyon	-
C_4	45	45	10	20 konsantrasyon	-
B_4C ilaveli kompozitler					
C_2-B_4C	65	25	10	20 konsantrasyon	0,15
C_4-B_4C	45	45	10	20 konsantrasyon	0,15

B_4C ilaveli ve ilavesiz kompozitler 2 farklı kompozisyonlarda 24 x 10 x 10 mm boyutlarında (farklı Fe/Co oran) üretilmiştir. LS4750 kodlu endüstriyel elmas tozu her bir sokette 20 konsantrasyon olacak şekilde kullanılmıştır. (4,4 konsantrasyon/cm^3 yoğunluğundaki elmas tozları 100 konsantrasyon olarak ifade edilir). Fe - (25–45) ağ. % Co, elmas ve B_4C tozları (bor karbürsüz) 2 farklı grup olarak karıştırma işlemine tabi tutulmuştur. Karıştırma işlemi 45 derece eğimli Turbula Mixer karıştırıcı ile 45 dakika yapılmıştır. Tozların karışmasını kolaylaştırmak amacıyla, karışımın homojen olması ve akışkanlığın ideal biçimde olması için % 2 glialkol (C_2H_5OH) (% 25 gliserin + % 75 alkol) eklenmiştir. Homojen bir şekilde karıştırılan metal tozları önceden hazırlanmış grafit kalıplara tartılarak yerleştirilmiştir. Grafit kalıplara koyulan tozlar yüksek akım sayesinde, grafitte oluşan ısının etkisiyle sıcak presleme yöntemiyle 900 ºC'de azot kontrollü atmosfer altında sinterlenmiştir. (Dr. Fritsch DSP 510 sıcak sinterleme presi). Kompozit numuneler 25 MPa basınç altında sinterleme sıcaklığı olan 900 ºC'ye ısıtılılarak sinterlenmiştir. Şekil 1 uygulanan sinterleme rejim grafiğini göstermektedir.



Şekil 1. Kompozit numunelere uygulanan sinterleme rejim grafiği.

2.2 Mekanik Testler

Üretilen her bir kompozit malzeme için 5 ayrı noktadan 100 kgf kuvvet altında Brinell sertlik değerleri ölçülmüş ve ortalama sertlik değerleri belirlenmiştir. Elmas katkılı soketlerin aşınma deneyleri pim-disk türü cihaz ile kuru ortamda gerçekleştirilmiştir. Numuneler, disk yüzeyine dik bir biçimde cihaza monte edilmiştir. Abrasiv aşınma deneylerinde numuneler ilk önce taşlama makinesinde çapaklarından arındırılmış ve temizlenmiştir. Daha sonra abrasiv aşınma deneyleri tane boyut aralığı 88–74 mikron olan 180 numara silisyum karbür zımpara kullanılarak yapılmıştır. Aşınma

deneyleri; 8, 16 ve 24 N yük altında 48 m kayma mesafesinde, 1 m/s sabit hızda, oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Üretilen kompozit numuneler aşınma miktarları; 0,0001 gr ölçme hassasiyetine sahip hassas bir teraziyle, deney öncesi ölçülen ağırlıklarından deney sonrası tespit edilen ağırlıklarının çıkarılması ile bulunmuştur.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

3.1 Sertlik

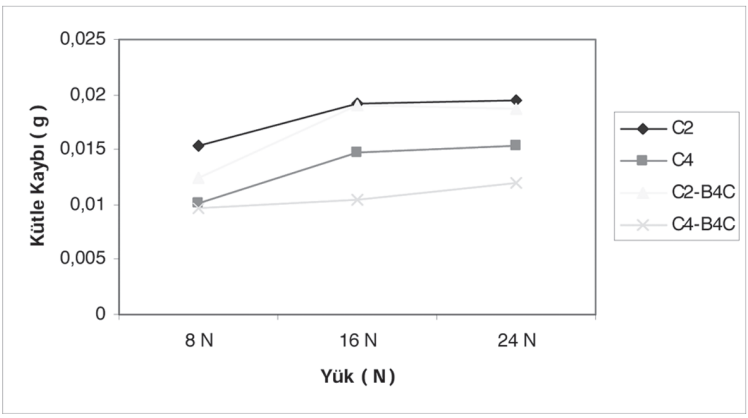
Doğal taş kesimleri için sertlik elmas emdirilmiş kompozit malzemelerin kalitesini belirlemek için en sık kullanılan parametrelerdendir. Bu sebeple sertlik testleri sinterlenmiş kompozit malzemelere uygulanmıştır. Tablo 2'de kompozit numuneler için ölçülen Brinell sertlik değerleri gösterilmiştir. Deneysel sonuçlar; Fe ilavesi ile matris sertliğinin azaldığını göstermiştir. Fakat B_4C takviye elemanının katılması matrisin sertliğini artırmıştır. Maksimum sertlik değeri B_4C ilaveli ve ilavesi C_4 kompozisyonuna sahip numunelerde ölçülmüştür. Bu sonuçlar Co-Fe metalleri arasında katı ergimenin gerçekleştiğini ve bununda sertlik artışına neden olduğunu göstermektedir [8–10].

Tablo 2. Üretilen Kompozitlerin Sertlik (HBN) Değerleri

Kompozitler	HBN (ort.)
C2 – 65wt%Fe+25wt%Co+10wt%bronze, 20 konsantrasyon	90
C4 - 45wt%Fe+45wt%Co+10wt%bronze, 20 konsantrasyon	93
C2-B_4C -65wt%Fe+25wt%Co+10wt%bronze, 20 konsant, 0.15 g B_4C	97
C4-B_4C - 45wt%Fe+45wt%Co+10wt%bronze, 20 konsant, 0.15 g B_4C	99

3.2 Aşınma Testi

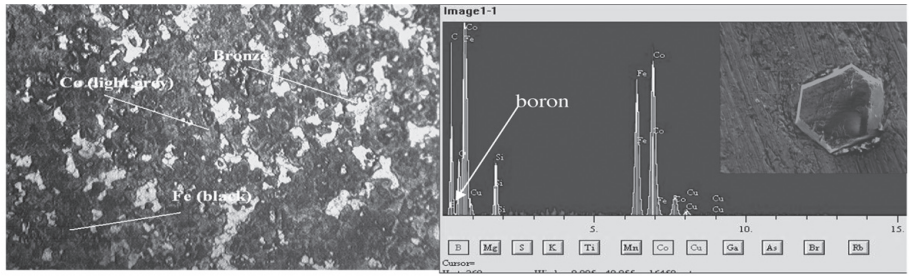
Sıcak presleme tekniği ile üretilen B_4C katkılı ve katkısız kompozit malzemelerin aşınma testi sonunda aşınma kayıpları Şekil 2'de gösterilmiştir. B_4C katkısız kompozit numuneler için ilk tespit edilen, her bir numune için uygulanan yük arttıkça aşınma kaybının arttığıdır. İkinci olarak tespit edilen kompozitlerdeki Fe miktarı artıkça aşınma kaybının arttığıdır. 24 N yük uygulandığında C_4 kompozisyonuna sahip numunedeki aşınma miktarı 0,01535 gramdır. Bu değer 1,27 kat C_2 kompozisyonuna sahip numunedekinden daha azdır. Benzer tespitler B_4C katkılı kompozit numuneler içinde tespit edilmiştir. Sonuçta B_4C katkısız kompozit numunelerde diğer B_4C katkılı tüm kompozit numunelere göre daha fazla aşınma kaybı olduğu gözlemlenmiştir. B_4C malzemesi yüksek sertliğinden ötürü üretilen kompozit malzemelerin aşınma direncine arttırma yönünde katkı sağlamıştır.



Şekil 2. Aşınma testi sonundaki aşınma kayıpları.

3.3 Mikro yapı

Optik mikroskop kullanılarak üretilen kompozitlerin mikro yapıları belirlenmiştir. Zımparalama ve parlatma işlemlerine tabi tutulan kompozit numuneler daha sonra amonyum persülfat (10 g $(NH_4)_2S_2O_3$ + 90 ml damıtık su) çözeltisi ile dağlanmıştır. Şekil 3a matrisin mikro yapısını göstermektedir. B_4C'nin mikro yapısı B_4C konsantrasyonu çok az miktarda ve parçacık boyutu çok küçük (<10 µm) olduğundan ötürü mikroskop altında net bir şekilde seçilememektedir. Fakat yapılan EDS analizlerinde boronun pik yaptığı tespit edilmiştir. Şekil 3b C_4-B_4C kompozit numunesinin EDS analizini göstermektedir.



(a) (b)

Şekil 3. (a) Kompozit numunelerin mikro yapısı C_4-B_4C (400X). (b) Kompozit numunelerin EDX analizi C_4-B_4C.

4. SONUÇLAR

- Yapılan bu deneysel çalışmada Co matriksli kompozitlere Fe ve B_4C ilavesinin etkileri araştırılmıştır. Elmas emdirilmiş Fe-Co matriks kompozitler (soket) sıcak presleme tekniği kullanılarak toz metalurjisi ile üretilmiştir.
- C_4 ve C_4-B_4C tip kompozitler kesilecek olan doğal taşında özelliğine de bağlı olarak taş kesiminde kullanılabilir..
- Üretilen kompozitlere, Fe ilavesinin matriksteki sertliği düşürdüğü fakat B_4C ile güçlendirilmiş kompozitlerin sertliğinin diğerlerine göre arttığı görülmüştür. B_4C ilaveli Fe-Co matriks kompozitlerin aşınma kayıplarının ilavesizlere daha az olduğu gözlemlenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Karagoz, S., Zeren, M., "Characterisation of Hot Pressing Behaviour of Diamond Cutting Tools", **Int. PM Conf**., Granada-İspanya, 4, 208-212, 1998.
2. Karagoz S, Zeren M.,"The Property Optimization of Diamond Cutting Tools with the Help of Microstructural Characterisation", **3rd European Conference on Advances in Hard Materials Production, EUROPM,** Turin-İtalya, 399-405,1999.
3. Bailey M.W. and Bullen G.J., "The de Beers sda Series of Diamond Abrasives and its Stability for the Stone Industry", **Eskenazi Semineri**, 1-33, İstanbul, 1987.
4. Karagoz S, Zeren M.,"Sürekli Disk Tipi Elmaslı Kesici Takımlarda HataKarakterizasyonu", **9. Uluslararası Metalurji ve Malzeme Konf. Bildiriler Kitabı, T.M.M.O.B**. İstanbul, 517-525, 1997.
5. Gürçay, A.E., "Elmas Soketlerin Toz Metalurjisi ile Üretiminde Kobalt-Bronz Oranının Soket Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, **Dumlupınar Üniversitesi F.B.E.,** 2005.
6. Karagöz, Ş., Zeren., M., "Doğal Taş Kesiminde Kullanılan Elmas Kesici Takımların Aşınma Karakteristiği", **Uluslararası Katılımlı 4. Ulusal Toz Metalurjisi Konferansı,** Düzenleyen: Türk Toz Metalurjisi Derneği, Ankara, 2002.
7. Zeren, M., "Elmas Kesici Takımlarda Mikroyapısal Karakterizasyon Üzerinden Özelliklerin Optimizasyonu", Doktora Tezi, **Kocaeli Üniversitesi F.B.E.,** 2005.
8. Ucun İ, Aslantas K, Büyüksagış İS, Taşgetiren S, "An Investigation on the Effect of Diamond Concentration and Matrix Material Composition in the Circular Sawing Process of Granites", **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers,** Part C : Journal of Mechanical Engineering Science,1,1-11, 2010.
9. Barbosa, A., Bobrovnitchii, G., Skury, A., Guimaraes, R., Filgueira, M., "Structure, Microstructure and Mechanical Properties of PM Fe-Cu-Co Alloys", Materials and Design, 31,522-526,2010.
10. Şimşir, M., Öksüz, K.E., Şahin, Y., "Investigation of the Wear behavior of B4C Reinforced Fe/Co Matrix Composites Produced by Hot Pres", **International Conference on the Mechanical Behavior of Materials,** Como Lake, Italy, 5-9 June, 2011.