

# Metal Matrisli Kompozitlerin Tornalanmasında İlerleme Oranının Kesici Takım Aşınma Davranışlarına Etkisi

\*Muharrem PUL<sup>1</sup>, Ulvi ŞEKER<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kırıkkale Üniversitesi, Müh. Fakültesi, Met. ve Mal. Müh. Böl. KIRIKKALE

<sup>2</sup> Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İmalat Müh. Böl. ANKARA

## ÖZET

Kompozit malzemeler, kullanım alanı hızla genişleyen mühendislik malzemeleri olup Metal Matrisli Kompozitler (MMK) de bu malzemelerden birisidir. Bu çalışmada; MMK malzemelerin işlenebilirliği üzerinde bazı yorumlar getirebilmek için, karıştırılmalı döküm yöntemi kullanılarak % 5, % 10 ve % 15 takviye-hacim oranlarında üretilmiş Al matrisli ve magnezyum oksit (MgO) takviyeli MMK malzemeler üzerinde, Sementit Karbür (SK) ve Kaplamalı Sementit Karbür (KSK) kesici takımlar kullanılarak işleme deneyleri yapılmıştır. İşleme deneyleri 300 m/dak kesme hızında, üç farklı ilerleme miktarı (0,075, 0,15 ve 0,225mm/dev) ve sabit talaş derinliğinde (1mm) gerçekleştirilmiştir. İşleme deneylerinden sonra, kesici takımların Tarama Elektron Mikroskobu (SEM) görüntüleri alınıp aşınma davranışları incelenmiştir ve elde edilen bulgular tartışılmıştır. Kesici takımların SEM görüntüleri değerlendirildiğinde, bütün kesici takımların uç kısmında yığıntı talaş (BUE) gözlemlenmiştir. Takım ömrü sınırlarında olamamakla birlikte, ilerleme miktarını artmasıyla SK kesici takımlarda az miktarda yanak aşınmasının gerçekleştiği sonucuna varılmıştır. Genel olarak KSK takımlar daha iyi performans göstermekle beraber takım maliyetleri açısından SK takımlarında bu tür MMK malzemelerin işlenmesinde kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Metal matrisli kompozit (MMK), İşlenebilirlik, MgO, Takım aşınması, Yığıntı talaş (BUE)

# The Effect of Cutting Tool Wear Behaviors on Feed Rates in Turning of Metal Matrix Composites

## ABSTRACT

Composite materials, one of them is metal matrix composites (MMCs), is a group of engineering materials whose application field is expanding rapidly. In this study, to make an interpretation on machinability of MMC materials, MMC materials reinforced Al matrix and MgO which were reproduced in 5%, 10% and 15% reinforcement-volumeratio (R-V) were subjected to machining tests by carbide (C) and coated carbide (CC) cutting tools. Machining tests were conducted with 300 m/dak cutting speed, at three different feed rates (0.075, 0.15 and 0.225 mm/dev) and fixed depth of cut (1 mm). After the machining tests, wear characteristics were examined by the help of scanning electron microscope (SEM) views of cutting tools and the findings were discussed. In the evaluation of SEM views of cutting tools, the built up edge (BUE) was observed at the head of all cutting tools. As not being within the tool life bound, it is deduced that with the increase in feed rate, a trace of flank wear mechanism on C cutting tools were detected. Generally it is deduced that while CC tools reveal better performance, with regard to tool costs, C tools could be used to operate this kind of MMC materials.

**Keywords:** Metal Matrix Composites (MMCs); Machinability; MgO; Tool wear, Built up edge (BUE)

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüzde, çok farklı kompozit malzeme çeşidi ve üretim yöntemi mevcut olup, metal matrisli kompozitler (MMK) bunların bir türüdür. Mühendislik malzemelerinin çoğu metal matrisli kompozitler için matris elemanı olarak kullanılabilir. MMK üretiminde, alüminyum, magnezyum ve alaşımları, hafif ve sünek olmaları sebebiyle çok fazla kullanılan matris malzemeleridir. SiC, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ve MgO gibi malzemeler ise genellikle takviye elemanı olarak tercih edilmektedirler [1, 2]. MMK'lerin üretilmesinde; döküm, karıştırılmalı döküm, toz metalurjisi ve infiltrasyon gibi farklı yöntemler kullanılmaktadır [3-5]. Tanecik takviyeli MMK malzemelerin üretim yöntemlerinden olan ergimiş metal karıştırma yöntemi, genel amaçlı uygulama-

larda düşük maliyetli MMK malzeme üretimi için iyi bir potansiyele sahiptir [6].

Talaşlı kaldırmak suretiyle işlenebilme özellikleri, MMK malzemelerin ticari olarak kullanılmalarının belirlenmesinde en önemli kriterlerden birisidir. Özellikle havacılık, demir yolları, otomotiv, medikal gibi endüstriyel uygulamalarda çok yaygın olarak kullanılan MMK malzemelerin işlenebilirliği konusundaki araştırmalar hız kazanmıştır. MMK malzemelerin içerisindeki seramik esaslı takviye elemanlarının çok sert yapıda olması, günümüzde kullanılan kesici takımların, bu tür kompozitleri işleme yeteneğini oldukça azaltmaktadır. Literatür araştırmalarında genellikle, kübik bor nitrür (KBN) ve çok kristalli elmas (ÇKE) kesici takımların kullanıldığı belirtilmektedir [7, 8]. MMK malzemelerin işlenebilirliğinde daha çok kesici takımın performansı ve ömrü araştırılmıştır. Talaşlı işlemler sırasında meydana gelen takım aşınmalarının en önemli sebebi olarak

\* Sorumlu Yazar (Corresponding Author)

e-posta: mpul@kku.edu.tr

Digital Object Identifier (DOI) : 10.2339/2014.17.399-106

takviye elemanlarının sertliği gösterilmiştir. Bu konudaki literatüre bakıldığında; işleme deneyleri sonucunda farklı aşınma mekanizmalarının etkili olduğu, kesme hızının artmasıyla takım aşınmasının da arttığı ve kesici takım ucunda yığıntı talaş (BUE) oluştuğu ifade edilmektedir [9-13].

Genel olarak kesme hızı ve ilerlemenin artması ile hem kesme kuvvetinin hem de takım aşınmasının arttığı belirtilmektedir. Ayrıca, düşük kesme hızlarında ve kaba talaşlı işlemede SK kesici takımların kullanılabilmesi ve daha ekonomik olacağı da ifade edilmektedir [7, 8,14].

Bu çalışmanın ilk bölümünde, karıştırılmalı döküm yöntemi ile üç farklı (%5, %10 ve %15) takviye-hacim (T-H) oranında MMK numuneler üretilerek, T-H oranının kompozit yapı üzerindeki etkisi Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) incelemesi ile araştırılmıştır. Kompozit yapı içerisinde; takviye elemanın dağılımı, gözenek yapısı ve matrisin takviyeyi ıslatabilme özelliği incelenmiştir. Çalışmanın ikinci kısmında, üretilen kompozit numuneler, iki farklı kesici takım kullanılarak, Bilgisayar Sayısal Denetimli (BSD) tezgahatotalanmak suretiyle işleme deneylerine tabi tutulmuştur. Deneyler, kuru kesme şartlarında, sabit kesme hızında, üç farklı ilerlemede ve sabit talaş derinliğinde yapılmıştır. İşleme deneylerinde kullanılan kesici takımların, takım aşınma davranışları incelemek üzere Taramalı Elektron Mikroskobunda (SEM) görüntüleri alınmıştır. İşleme deneylerine ve SEM görüntülerine ait sonuçlar, üretimi yapılmış olan üç farklı T-H oranındaki MMK malzemeye göre, kesici takım aşınması yönünden değerlendirilmiştir.

## 2. MALZEME VE YÖNTEM (MATERIALS AND METHOD)

### 2.1. Deneylerde Kullanılan MMK Malzemenin Üretimi (Production of Metal Matrix Composite Used in Experiments)

Kompozit numunelerin üretiminde kullanılan malzeme olan, matris malzemesi EN AW 1050A alüminyum alaşımının ve -149 µm tane büyüklüğüne sahip takviye elemanı magnezyum oksit (MgO) parçacıklarının kimyasal bileşimleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo1- Matris malzemesi Al'un ve takviye elemanı magnezyum oksit'nin kimyasal bileşimi

EN AW 1050A	% Al	% Fe	% Si	% Cu	% Zn	% Ti	Sertlik (HB)
	99,50	0,40	0,25	0,05	0,05	0,04	35
Magnezyum oksit	%MgO	%FeO	%SiO <sub>2</sub>	%CaO	Sertlik (Mohs)		
	98,0	0,6	1,0	0,4	5,8		

Kompozit numunelerin üretimi için; matris malzemesi Al, paslanmaz pota içerisine konarak ergitme işlemine başlanmış ve sıvı matris sıcaklığı 750°C'a çıkıncaya kadar beklenmiştir. Sıvı matris malzemesini karıştırmak üzere hazırlanan düzenek sıvı metal içerisine daldırılarak karıştırma işlemine başlanmıştır. Karıştırma devri kademeli olarak 500 dev/dak'ne

çıkılarak, takviye oranına göre belirlenen miktardaki MgO tozu, karıştırma işlemi devam ederken, sıvı metal içerisine ilave edilmiştir. Takviye elemanı MgO'in sıvı matris malzemesi Al içerisine ilavesi tamamlandıktan sonra, karışım içerisindeki MgO parçacıklarının homojen dağılımını sağlamak amacıyla, 5 dakika süreyle karıştırma işlemine devam edilmiştir. Karıştırma tamamlandıktan hemen sonra, pota ocak içerisinden çıkarılarak, sıvı-katı karışım, 30 mm çapında ve 100 mm boyundaki çelik kalıplar içerisine dökülerek, oda sıcaklığına soğumaya bırakılmıştır. Aynı işlemler her T-H oranı için ayrı ayrı uygulanmıştır. Daha sonra, üretilen kompozit numunelerin mikro yapılarını incelemek üzere SEM fotoğrafları çekilmiştir.

### 2.2. İşleme Deneyi (Machining Tests)

MMK numunelerin işleme deneyleri; BSD torna tezgahında, kuru kesme şartlarında, üç farklı ilerleme miktarı, tek kesme hızı ve sabit talaş derinliğinde yapılmıştır. Kesici takım üretici firmaların katalog değerlerine göre seçilen ve işleme deneylerinde kullanılan kesme parametreleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2 - İşleme deneylerde kullanılan kesme parametreleri ve değerleri

İlerleme (f) mm/dev	Kesme hızı (V) m/dak	Talaş derinliği (a) mm
0,075 - 0,15 - 0,225	300	1,0

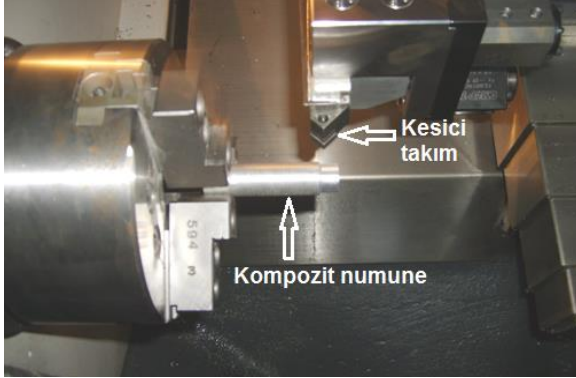
İşleme deneylerinde; Sandvik marka, sementit karbür (SK) ve kaplamalı sementit karbür (KSK) olmak üzere iki farklı kesici takım ve ISO 3685 [15] standardında belirtilen özelliklere ve yapılacak deneylere uygun, Mitsubishi Carbide marka *PSBNR 2525 M12* kodlu takım tutucu kullanılmıştır. Tablo 3'te kullanılan kesici takımlara ait teknik bilgiler verilmiştir.

Hazırlanan MMK numuneler, bağlama aparatı yardımıyla BSD torna tezgahında talaşlı işleme deneyine tabi tutulmuştur. Her kesici takım ucu tek sefer kullanılmak şartıyla, kesme parametrelerine göre, 30 mm boyda talaş kaldırmak suretiyle işleme deneyi yapılmıştır. İşleme deneylerinden hemen sonra,

kullanılan kesici takımların aşınma davranışlarını incelemek amacıyla SEM fotoğrafları çekilmiştir. Şekil 1'de kompozit numunenin BSD torna tezgahında, bağlama aparatıyla işlenmesi gösterilmektedir.

Tablo 3- İşleme deneylerinde kullanılan kesici takımların özellikleri [16]

Takım Kodu	Üretici Kodu	Ana karbür yapısı	ISO geometri Tanımlama kodu	
SK	Sandvik 432-H13A	WC-TiCTaC + Bağlayıcı:Co	SNMA120408	
KSK	Sandvik 432-KR-3210	WC-TiCTaC + Bağlayıcı + Kaplamalı:TiN- Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SNMA120408-KR	

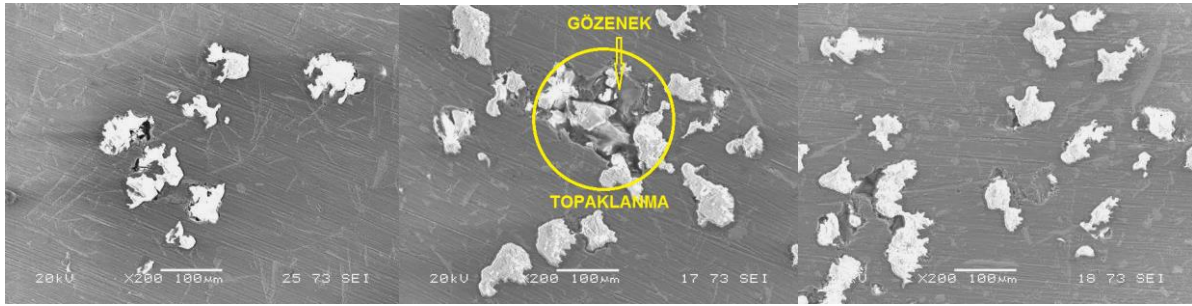


Şekil 1 -Kompozit numunenin BSD torna tezgahında işlenmesi

çacıklarının dağılımında bir miktar iyileşmenin olduğu söylenebilir. Benzer sonuçlar literatürdeki başka araştırmalar ile de ortaya konmuştur [8, 17-20].

### 3.2. % 5 MgO Takviyeli MMK'in İşlenmesinde Kesici Takım Aşınma Davranışları (Cutting Tool Wear Behaviors in Processing of 5% MgO Reinforced MMCs)

İşlenebilirlik deneylerinde kullanılan kesici takımlarla yapılan işleme deneylerinden sonra kesici takımlardaki aşınma davranışını incelemek üzere SEM görüntüleri alınmıştır. Bu amaçla, % 5 MgO, % 10 MgO ve % 15 MgO takviyelikompozit numunelerin 300 m/dak kesme hızlarında ve 0,075; 0,15 ve 0,225mm/dev ilerleme miktarındaki aşınma davranışları, SK ve KSK



a) % 5 MgO

b) % 10 MgO

c) % 15 MgO

Şekil 2 - Takviye-hacim oranına bağlı olarak üretilen kompozit numunelerin mikroyapıları

### 3. DENEY SONUÇLARININ İNCELENMESİ (EXAMINATION OF TEST RESULTS)

#### 3.1. Mikroyapı ve T-H Oranının MgO Parçacık Dağılımına Etkisi (Effect of Microstructure and R-V Ratio on MgO Particle Distribution)

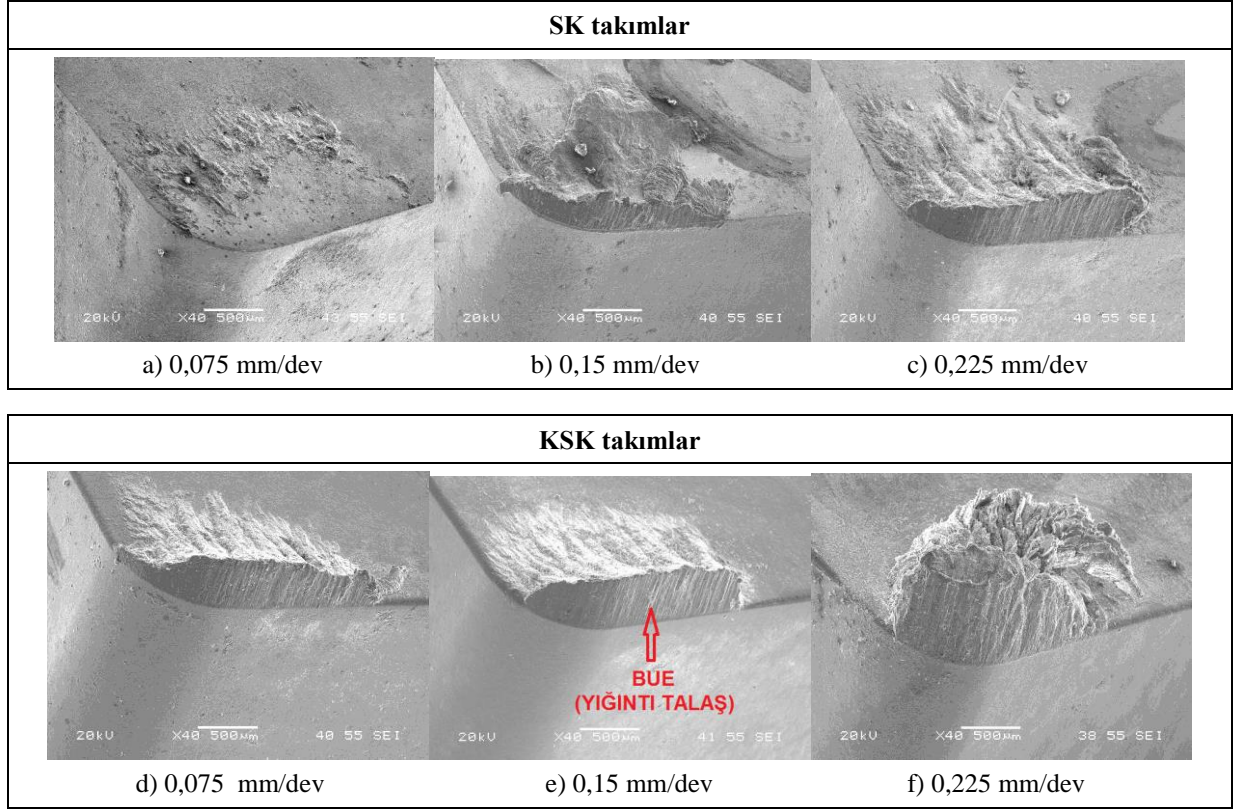
MMK numunelerdeki kompozit yapıyı incelemek üzere, % 5, % 10 ve % 15 MgO T-H oranındaki numunelerin Taramalı Elektron Mikroskopunda (SEM),  $\times 200$  büyütmeyle alınan görüntüleri Şekil 2'de verilmiştir.

Kompozitlere ait SEM görüntüleri incelendiğinde; MgO parçacıklarının dağılımında farklılıklar görülmektedir. MgO takviye elemanı parçacıklarının, Al matris elemanı içerisindeki dağılımlarının çok homojen olmadığı söylenebilir. Kompozit numunelerin mikro yapıları incelendiğinde, matris malzemesi Al ile takviye elemanı MgO ara yüzeyinde bazı boşlukların olduğu ve kısmen takviye topaklanmasının meydana geldiği görülmektedir. T-H hacim oranının artmasıyla MgO par-

takımlar için ayrı ayrı incelenmiştir. Şekil 3'te % 5 MgO takviyeli kompozit numunelerin işlenmesinde kullanılan SK ve KSK takımların SEM görüntüleri verilmiştir.

Şekil 3'teki SEM görüntüleri incelendiğinde; bütün ilerleme miktarlarında, kesici takımların tamamının uç kısmında yıgıntı talaş (BUE) olduğu görülmektedir. Alüminyum gibi yüksek süneklığe sahip malzemelerin düşük ve orta kesme hızlarda işlenmesi sırasında BUE oluşumu beklenen bir durumdur [7, 8]. SK ve KSK takımların her ikisinde de ilerleme miktarındaki artışıyla birlikte kesici takım uç kısmında oluşan BUE miktarındaki artış SEM görüntülerinden açıkça tespit edilmektedir. En fazla BUE miktarı, her iki kesici takım için, 0,225 mm/dev ilerleme miktarlarında meydana gelmiştir. Talaş kesiti aşağıdaki eşitlikten hesaplandığına göre:

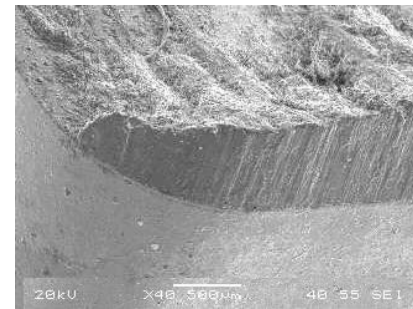
$$S=f \times a \quad (f=\text{ilerleme } a = \text{talaş derinliği}) \quad (1)$$



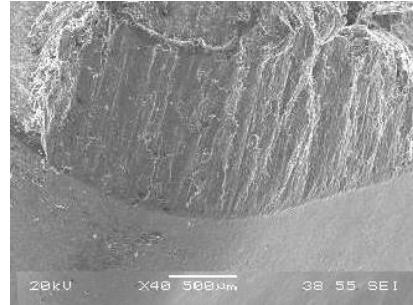
Şekil 3 - % 5 MgO takviyeli kompozit numunelerin işlenmesinde 300 m/dak kesme hızında ve 0,075;0,15 ve 0,225 mm/dev ilerleme miktarında kullanılan SK ve KSK takımların SEM görüntüleri

İlerleme miktarının artmasıyla talaş kesit alanındaki artış sebebiyle, takım ucuna yığılan talaş miktarında da artış görülmesi normal bir sonuç olarak değerlendirilmektedir. Benzer sonuçlar yapılan başka çalışmalarda da ortaya konulmuştur [7, 8]. SK takımın uç kısmında, 0,075 mm/dev ilerlemede oluşan BUE'nin koparak takım ucundan uzaklaştığı anlaşılmaktadır (Şekil 3 a). Bu durumu, düşük ilerleme miktarlarında takım ucundaki talaş yığılmasının daha az olmasına ve kesintili talaş formuna bağlı olarak, talaşın takım ucundan daha rahat uzaklaşmasına atfedebiliriz. SEM görüntülerinin tamamına birlikte bakıldığında, KSK takımlarda bütün kesme hızı değerlerindeki BUE miktarının, SK takımlardaki BUE miktarlarına göre daha fazla olduğu da görülmektedir. Bu durumu; KSK takımlardaki kaplama malzemesinin talaşın yapışmasına yardımcı olduğu, aynı zamanda takım ucundaki ısınmanın SK takımlara göre daha az gerçekleşmesi sebebiyle de talaşın, takım ucundan daha yavaş uzaklaşması olarak açıklamak mümkündür.

Kesici takımların, aşınma davranışlarını daha ayrıntılı incelemek üzere, her iki takım için, aşınmanın en fazla olabileceği ve tahmin edilen 0,225 mm/dev ilerleme miktarında kullanılan kesici takımların SEM görüntüleri büyütülerek Şekil 4'de verilmiştir.



SK takım



KSK takım

Şekil 4 - % 5 MgO takviyeli kompozit numunelerin 0,225 mm/dev ilerleme ve 300 m/dak kesme hızlarında işlenmesinde kullanılan SK ve KSK takımların büyütülmüş SEM görüntüleri

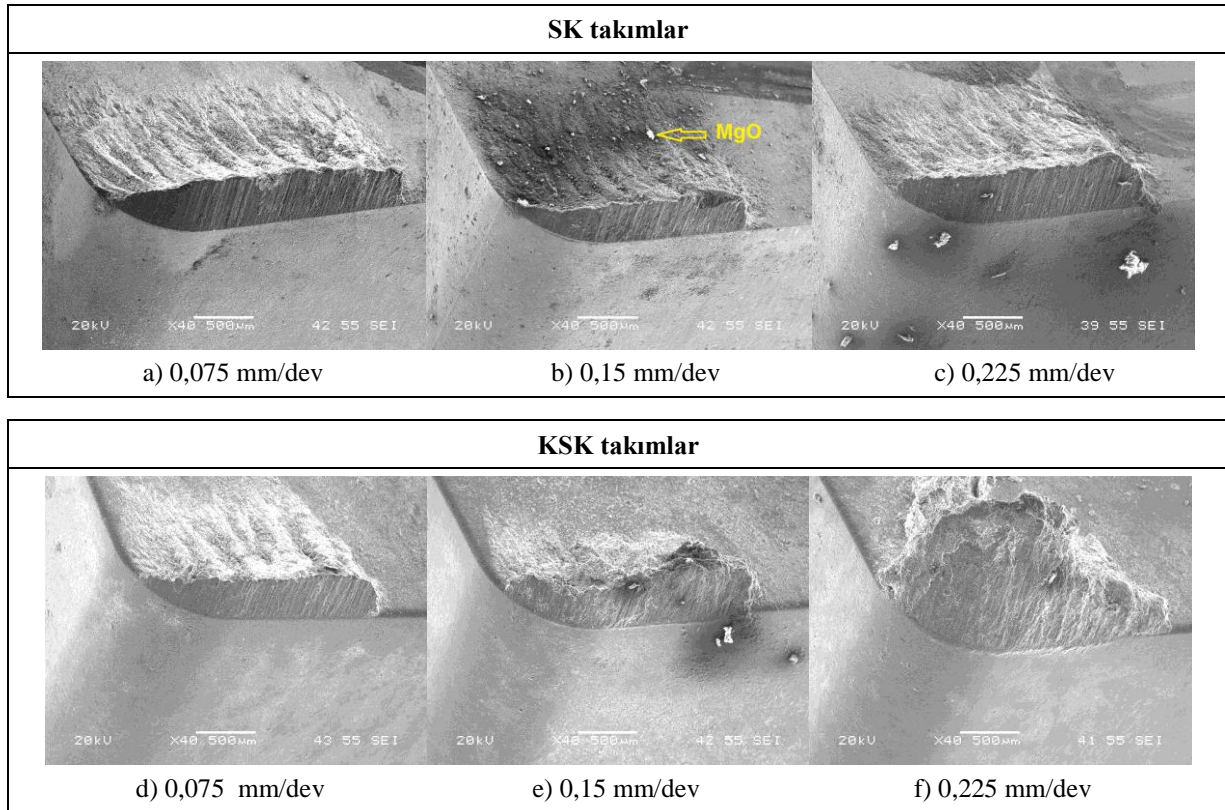
Şekil 4'deki görüntüler incelendiğinde, SK ve KSK kesici takımında çok az miktarda yanak aşınma mekanizmasının olduğu gözlenmekle beraber bu miktardaki aşınmanın ihmal edilebilecek seviyede olduğunu söylemek mümkündür. Bu deneylerde, kesici takımın kaplamalı veya kaplamasız olmasının aşınma açısından çok farkı olmadığı görülmektedir. Kesici takım uçlarının gerçek kesme kenarlarıyla kesme yapamadığı ve oluşan BUE'lerin kesme kenarı gibi davrandığı, dolayısıyla takım kesici kenarlarındaki aşınmayı engellediği söylenebilir. Ayrıca, kompozit yapı içerisindeki sert fazdaki MgO parçacık oranının düşük olması sebebiyle, takım aşınması oluşmamış ve saf haldeki Al malzemenin işlenmesinde oluşabilecek takım aşınma davranışını sergilemiştir. Dolayısıyla, 0,225 mm/dev ilerleme ve 300 m/dak kesme hızında, düşük oranda (%5)MgO içeren bu tür Al kompozitlerin işlenmesinde, SK ve KSK takımların yüksek performans gösterdiği ifade edilebilir. Takım ömrü ve maliyeti göz önüne alındığında SK takımların kullanılmasının daha uygun olacağı söylenebilir.

### 3.3. % 10 MgO takviyeli MMK'in işlenmesinde kesici takım aşınma davranışları (Cutting Tool Wear Behaviors in Processing of 10% MgO Reinforced MMCs)

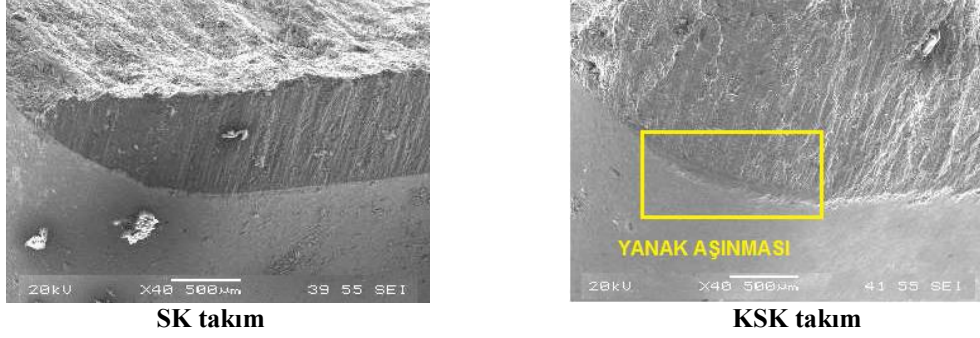
Şekil 5'de % 5 MgO takviyeli kompozit numunelerin, 300 m/dak kesme hızında ve 0,075; 0,15 ve 0,225 mm/dev ilerleme miktarlarında işlenmesinde

kullanılan SK ve KSK takımların SEM görüntüleri verilmiştir.

Şekil 5'deki SEM görüntülerine bakıldığında, %5 MgO takviyeli MMK numunelere benzer şekilde, %10 MgO takviyeli MMK numunelerin işlenmesinde, her üç ilerleme miktarında, kesici takımların tamamının uç kısmında BUE olduğu görülmektedir. Aynı şekilde, ilerleme miktarının artmasıyla takım ucunda oluşan BUE miktarının da giderek artış gösterdiği açıkça görülmektedir. Her iki takım da en fazla BUE miktarları 0,225 mm/dev ilerleme değerlerinde gerçekleşmiştir. Bu durum literatür ile paralellik arz etmektedir [13, 14]. SEM görüntülerinin tamamına birlikte bakıldığında, KSK kesici uçlar üzerinde oluşan BUE'nin, bütün ilerleme miktarlarında, SK uçlara göre daha fazla olduğu da görülmektedir. Bu durumu, kaplama malzemesinin, bir miktar talaş yapışmasına sebep olması ve kesici ucun kaplamasız uca göre daha az ısınması neticesinde, talaşın daha yavaş uzaklaşma eğilimi göstermesi olarak açıklayabiliriz. Özellikle SK takımların SEM görüntülerine bakıldığında, takım ucunda oluşan BUE üzerinde takviye elemanı MgO parçacıklarını görmekteyiz (Şekil 5 b), c), e). Bu kompozitlerde takviye oranının %5'e göre iki katına çıkmasıyla, işleme sırasında takım ucunun malzemenin yoğun takviyeli bölgeleriyle karşılaşması sonucu, ana yapı içerisinden kopan MgO parçacıkları talaş üzerine yapışmıştır. Buradan, takviye elemanı MgO'in üretilen kompozitler içerisinde çok homojen dağılım göstermediği anlaşılmaktadır.



Şekil 5 - % 10 MgO takviyeli kompozit numunelerin işlenmesinde 300 m/dak kesme hızında ve 0,075; 0,15 ve 0,225 mm/dev ilerleme miktarlarında kullanılan SK ve KSK takımların SEM görüntüleri



Şekil 6 - % 10 MgO takviyeli kompozit numunelerin 0,225 mm/dev ilerleme ve 300 m/dak kesme hızlarında işlenmesinde kullanılan SK ve KSK takımların büyütülmüş SEM görüntüleri

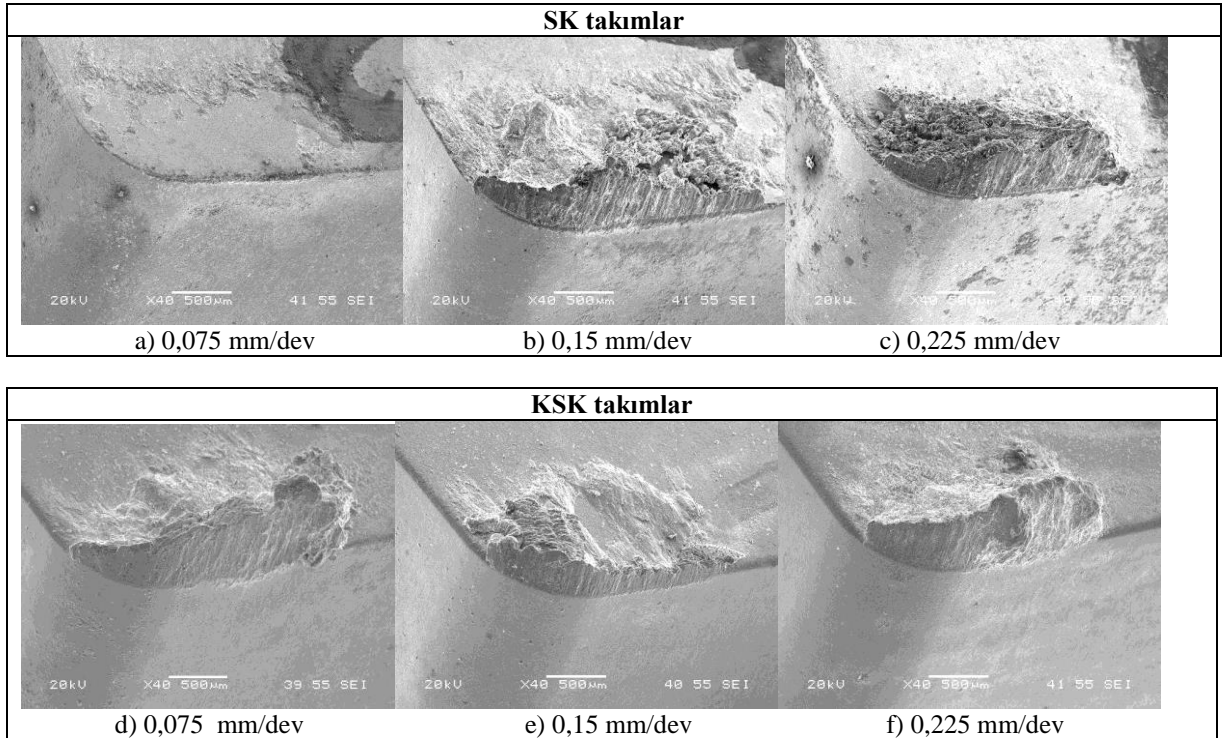
Kesici takımların, aşınma davranışlarını daha ayrıntılı incelemek üzere, her iki takım için aşınmanın en fazla olabileceği tahmin edilen ve 0,225 mm/dev ilerleme miktarında kullanılan kesici takımların SEM görüntüleri büyütülerek Şekil 6'da verilmiştir.

Şekil 6'daki görüntüler incelendiğinde, özellikle SK takımlarda bir miktar yanak aşınma mekanizmasının olduğu görülmektedir. % 10 MgO kodlu numunenin işlenmesinde kullanılan kesici takımların aşınmaların % 5 MgO kodlu numunedekilerden daha fazla olduğu belirlenmiştir. Buna sebep olarak, % 10 MgO kodlu numunenin içerisindeki çok sert fazdaki seramik esaslı takviye elemanı MgO'nun % 5 MgO kodlu numunedekinden iki kat daha fazla olması gösterilebilir. Ayrıca, ilerleme miktarındaki artışın takım ucundaki sıcaklığı arttırdığı ve aşınmayı kolaylaştırdığı ikinci bir sebep olarak söylenebilir. Literatürde benzer sonuçlar ortaya konulmuştur [14]. Şekil 6'daki görüntülerde, kompozit yapı içerisinde koparak talaşa yapışan MgO parçaları

görülmektedir. %5 MgO takviyeli numunedeki KSK takıma göre, bir miktar daha fazla yanak aşınması oluşmuştur. Ancak bu aşınma miktarının ihmal edilebilecek seviyede olduğu rahatlıkla söylenebilir. MgO oranının artmasıyla birlikte, KSK takımın SK takıma göre daha üstün işleme performansı gösterdiği ve kaplamanın aşınma üzerindeki olumlu tesirinin ortaya çıktığı ifade edilebilir. Takım ömrü ve maliyeti açısından değerlendirildiğinde; 0,225 mm/dev ilerleme ve 300 m/dak kesme hızında, % 10 MgO içeren bu tür Al kompozitlerin işlenmesinde, SK ve KSK takımların birbirine yakın performans gösterdiği, takım maliyetleri açısından bakıldığında SK takımların kullanılmasının daha uygun olacağı söylenebilir.

#### 3.4. % 15 MgO Takviyeli MMK'in İşlenmesinde Kesici Takım Aşınma Davranışları (Cutting Tool Wear Behaviors in Processing of 5% MgO Reinforced MMCs)

Şekil 7'de % 15 MgO takviyeli kompozit numunelerin, 300 m/dak kesme hızında ve 0,075; 0,15 ve 0,225 mm/dev



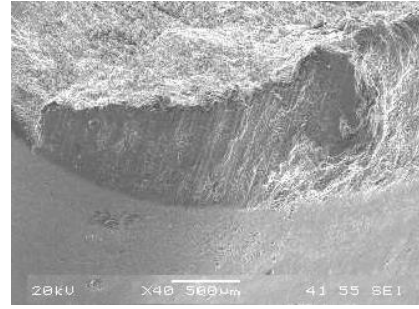
Şekil 7 - % 15MgO takviyeli kompozit numunelerin işlenmesinde 300 m/dak kesme hızında ve 0,075; 0,15 ve 0,225 mm/dev ilerleme miktarında kullanılan SK ve KSK takımların SEM görüntüleri

0,225 mm/dev ilerleme miktarlarında işlenmesinde kullanılan SK ve KSK takımların SEM görüntüleri verilmiştir.

Şekil 7'deki SEM görüntülerine bakıldığında, bütün kesici uçlarda farklı miktarlarda BUE oluştuğu gözlenmektedir. Ancak, %5 ve %10 MgO takviyeli MMK numunelerin işlendiği takımlardaki gibi istikrarlı talaş yığılmaları görülmemektedir. MgO takviye oranının %15'e çıkmasıyla kompozit yapı içerisindeki takviye parçacıklarının daha da artmasıyla, bu parçacıkların ana yapı içerisindeki homojen olmayan dağılımını da artırmıştır. Dolayısıyla, işleme sırasında



**SK takım**



**KSK takım**

Şekil 8 - % 15 MgO takviyeli kompozit numunelerin 0,225 mm/dev ilerleme ve 300 m/dak kesme hızlarında işlenmesinde kullanılan SK ve KSK takımların büyütülmüş SEM görüntüleri

takım ucu, ara ara yoğun takviye dağılımının olduğu yapıyla karşılaşmakta ve MgO parçacıklarının toplanmış şekilde malzemeden uzaklaşmasına sebep olmaktadır. Bu durum, Şekil 7 a) görüntüsünde olduğu gibi takım ucundaki BUE miktarını azaltmaktadır. Bu durumun tersi gerçekleştiğinde ise, takım ucu MgO parçacıklarının çok az bulunduğu Al matrisin yoğun olduğu yapıyla karşılaştığında, BUE oluşumu artış göstermektedir. Şekil 7'deki SEM görüntülerine topluca bakıldığında BUE miktarlarındaki dengesizlik görülmektedir. SK takımında en fazla BUE oluşumu 0,15 mm/dev ilerleme miktarında gözlenirken, KSK takımında en fazla BUE oluşumu 0,075 mm/dev ilerleme miktarında görülmektedir. Ayrıca, KSK kesici uçlardaki kaplamanın talaş yapışmasındaki etkisi bu deneylerde de görülmektedir.

Kesici takımların, aşınma davranışlarını daha ayrıntılı incelemek üzere, her iki takım için aşınmanın en fazla olabileceği tahmin edilen ve 0,225 mm/dev ilerleme miktarında kullanılan kesici takımların SEM görüntüleri büyütülerek Şekil 8'de verilmiştir.

Şekil 8'deki görüntüler incelendiğinde, kayda değer miktarda takım aşınması oluşmadığı görülmektedir. % 15 MgO kodlu numunedeki takviye elemanının en fazla olması, takım aşınmasının da en yüksek olması gerektiğini akla getirirse de durumun tam böyle olmadığı söylenebilir. Bu durum, artan T-H oranı ile birlikte gözenecek miktarının da artmasına, dolayısıyla işleme sırasında malzemenin daha kolay kopma

davranışı göstermesine atfedilebilir. Yapılan çalışmalarda benzer sonuçlar ortaya konulmuştur [8,

21]. Her iki takımın SEM görüntülerine bakıldığında, SK takımında çok az miktarda yanak aşınması görülmesine karşın, KSK takımında aşınma meydana gelmemiştir. Bu durum, KSK kesici takımın SK takıma göre daha yüksek aşınma direncine atfedilmiştir.

KSK kesici uç, aşınma davranışı yönünden en yüksek performansı, %15 MgO takviyeli kompozitte göstermiştir. SK kesici ucun aşınma performansı, %10 MgO takviyeli kompozite göre daha iyi olmakla beraber KSK ucun gerisinde kalmıştır. Burada da işleme performansı yönünden kaplamanın aşınma üzerindeki olumlu tesirinin ortaya çıktığı ifade edilebilir. Sonuç

olarak; kesici uçlar takım ömrü açısından değerlendirildiğinde; 0,225 mm/dev ilerleme ve 300 m/dak kesme hızında, % 15 MgO içeren bu tür Al kompozitlerin işlenmesinde, SK ve KSK takımların iyi performans gösterdiği, takım maliyeti açısından bakıldığında SK takımların kullanılmasının uygun olacağı değerlendirilmektedir.

#### 4. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

- İşleme deneylerinde kullanılan bütün kesici uçlarda yığıntı talaş (BUE) oluşmuştur. İlerleme miktarındaki artışla, kesici takım uçlarında oluşan BUE artma eğilimi göstermiştir. Bu eğilimin sebebi, ilerleme miktarındaki artışa paralel olarak talaş kesitinin artmasıyla izah edilmektedir.

- Takım uçlarında meydana gelen BUE genel olarak değerlendirildiğinde, KSK takımlarda SK takımlara göre daha fazla BUE oluşmuştur. Bu durumu KSK takımlardaki kaplama malzemesinin yapışma davranışıyla ve işleme sırasında daha az ısınmasıyla, talaş akışının yavaşlamasıyla açıklanabilmektedir.

- Alüminyum, yüksek sünekliği sebebiyle düşük ve orta kesme hızlarında yüksek BUE oluşturma eğilimine sahiptir. Dolayısıyla, BUE'yi engellemek için; keskin kesici kenar formu, pozitif olarak daha büyük talaş açısı ve yapışmayı engellemek için taşlanmış takım talaş yüzeyi tavsiye edilebilir.

- Kesici uçlardaki aşınma davranışına bakıldığında, sadece yan yüzey aşınmasının olduğu, aşınma SK kesici takımında görülmekle beraber ihmal edilebilecek miktarlarda meydana gelmiştir. Bu durum,

kesici takım malzemesi olarak SK'nın KSK'ya göre daha düşük aşınma direnciyle açıklanabilir.

- %15 MgO takviyeli numune en yüksek takviye elemanı buldurmasına rağmen, %10 MgO takviyeli numunelere göre daha az aşınma sergilemiştir. Buna sebep olarak, artan T-H oranıyla birlikte, kompozit yapısındaki boşluklu yapının da artış göstermesi ve işleme sırasında MgO parçacıklarının daha yüksek miktarda koparak talaşın uzaklaşmasına yardım etmesiyle izah etmek mümkündür.

- Bu tür MMK malzemelerin işlenmesinde, SK ve KSK uçlar iyi performans göstermiştir. Kesici takım maliyetleri göz önüne alındığında SK takımların kullanılması tavsiye edilmektedir.

##### 5. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- 1) Pul, M., Çalın R., Çıtak R. ve Şeker U., "Düşük Takviyeli Mgo-Al Kompozitlerin Vakumlu İnfiltrasyonunda Takviye Oranının İnfiltrasyon Davranışına Etkisi", Politeknik Dergisi, 12- 3, 173-177, (2009).
- 2) Dhandapani, S. P., Jayaram, V., and Surappa, M. K., "Growth and microstructure of  $Al_2O_3$ -SiC-Si(Al) composites prepared by reactive infiltration of silicon carbide preforms", Acta Met. Ma., No42, 649-656, (1994).
- 3) Cornie, J. A., "Solidification processing of metal matrix composites, Ceramic Bulletin", V 65, p 293, (1986).
- 4) Asthana, R. and Rohatgi, P. K., "Solidification synthesis of pressure-infiltrated Al alloy 2104-SiC platelet composites", Mat. Sci. and Eng., A, V 144, p 169-178, (1991).
- 5) ASM, "Composites", Engineered Materials Handbook, 4:16-34, (1993).
- 6) Sur, G., Şahin, Y. ve Gökkaya, H., "Ergimiş metal karıştırma ve basınçlı döküm yöntemi ile alüminyum esaslı tanecik takviyeli kompozitlerin üretimi", Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Vol 20, No 2, 233-238, (2005).
- 7) Günay, M., "Toz metalurjisi yöntemi ile üretilmiş Al-Si/SiC kompozitlerin mekanik ve işlenebilirlik özelliklerinin araştırılması" Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2009).
- 8) Pul, M., "Al matrisli MgO takviyeli kompozitlerin infiltrasyon yöntemi ile üretilmesi ve işlenebilirliğinin değerlendirilmesi", Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2010).
- 9) Kannan, S. Kishawy, H.A., "Tribological aspects of machining aluminium metal matrix composites", Journal of Material Processing Technology, 198: 399-406, (2008).
- 10) Çiftçi, İ., Türker, M., Şeker, U., "Evaluation of tool wear when machining SiC reinforced Al-2014 alloy matrix composites", Materials and Design, 25: 251-255, (2004).
- 11) Özçatalbas, Y., "Investigation of the machinability behaviour of Al4C3 reinforced Al-based composite produced by mechanical alloying technique", Composites Science and Technology, 63: 53-61, (2003).
- 12) Kılıçkap, E., Çakır, O., Aksoy, M., İnan, A., "Study of tool wear and surface roughness in machining of homogenised SiC-p reinforced aluminium metal matrix composite", Journal of Materials Processing Technology, 164-165: 862-867 (2005).
- 13) Pedersen, W., Ramulu, M., "Facing SiCp/Mg metal matrix composites with carbide tools", Journal of Materials Processing Technology, 172: 417-423 (2006).
- 14) Lin, J.T., Bhattacharyya, D., Kecman, V., "Multiple regression and neural Networks analyses in composites machining", Composites Science and Technology, 63: 539-548, (2003).
- 15) ISO 3685, "Tool-life testing with single-point turning tools", 1-12, (1993).
- 16) Sandvik Coromant, "Turning Catalog", Sandvik Coromant, Sweden, 8-300, (2008).
- 17) Pul M., Kuçukturk G., Calin R. and Seker U., "Effects of reinforcement volume fraction on the abrasive wear behaviour of Al-Mg O composites produced by the vacuum infiltration method", Proc. IMech E Vol. 225 Part J: J. Engineering Tribology, (2011).
- 18) Çalın, R. ve Çıtak, R., "Effect of Mg content in matrix on infiltration height in producing MgO/Al composite by vacuum infiltration method", Materials science forum, 546: 611-614, (2007).
- 19) Calın, R., "Production of particulate magnesium reinforced Al matrix composite by vacuum infiltration method and investigation of their properties", Dissertation, Gazi University, Turkey, (2006).
- 20) Pul, M., Çalın, R., Çıtak, R. ve Şeker, U., "İnfiltrasyon Yöntemiyle Üretilmiş Al Matrisli MgO Takviyeli Kompozitlerin İşleme Özelliklerinin Yüzey Kalitesi Açısından Değerlendirilmesi", Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, (2011).
- 21) Çiftçi, İ., Türker, M., Şeker, U., "CBN cutting tool wear during machining of particulate reinforced MMCs", Wear, 257: 1041-1046, (2004).