



POLİTEKNİK DERGİSİ

*JOURNAL of POLYTECHNIC*

ISSN: 1302-0900 (PRINT), ISSN: 2147-9429 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.gov.tr/politeknik>

# Mg<sub>2</sub>Si partikül takviyeli magnezyum alaşımlarının tornalanmasında yüzey pürüzlülüğünün optimizasyonu

## *Optimization of surface roughness in turning Mg<sub>2</sub>Si particle reinforced magnesium alloys*

*Yazarlar (Authors): Mahir AKGÜN<sup>1</sup>, Halil DEMİR<sup>2</sup>, İbrahim ÇİFTÇİ<sup>3</sup>*

ORCID<sup>1</sup>: 0000-0002-4522-066X

ORCID<sup>2</sup>: 0000-0002-9802-083X

ORCID<sup>3</sup>: 0000-0001-7875-6324

**Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article):** Akgün M., Demir H. ve Çiftçi İ., “Mg<sub>2</sub>Si partikül takviyeli magnezyum alaşımlarının tornalanmasında yüzey pürüzlülüğünün optimizasyonu”, *Politeknik Dergisi*, 21(3): 645-650, (2018).

**Erişim linki (To link to this article):** <http://dergipark.gov.tr/politeknik/archive>

**DOI:** 10.2339/politeknik.385481

# Mg<sub>2</sub>Si Partikül Takviyeli Magnezyum Alaşımlarının Tornalanmasında Yüzey Pürüzlülüğünün Optimizasyonu

*Araştırma Makalesi / Research Article*

**Mahir AKGÜN<sup>\*</sup>, Halil DEMİR<sup>2</sup>, İbrahim ÇİFTÇİ<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Makine Bölümü, Aksaray Üniversitesi, Türkiye

<sup>2</sup>Teknoloji Fakültesi, İmalat Müh. Bölümü, Karabük Üniversitesi, Türkiye

<sup>3</sup>Mühendislik Fakültesi, Makine Müh. Bölümü, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Türkiye

(Geliş/Received : 29.05.2017 ; Kabul/Accepted : 12.12.2017)

## ÖZ

Bu çalışmada, Mg<sub>2</sub>Si takviyeli Mg alaşımı malzeme, geleneksel döküm yöntemiyle ergiyik halde Mg matrisine %10 oranında ilave edilen Al-12Si ana alaşımı içindeki Si ile Mg reaksiyona girerek Mg<sub>2</sub>Si takviyesini oluşturarak metal kalıba dökülerek üretilmiştir. Silindirik şekilde üretilen malzemeler üzerinde tornalama yöntemiyle işleme deneyleri yapılmıştır. Kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkileri araştırılarak optimum işleme şartlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla dört farklı kesme hızı (250, 350, 450 ve 550 m/dak), iki farklı ilerleme değeri (0,1 ve 0,2 mm/dev) ve iki farklı kesici takım uç yarıçapı (0,4 mm ve 0,8 mm) kullanılarak Taguchi'nin L8 dikey dizini ile deney tasarımı yapılmıştır. İşleme deneyleri kuru kesme şartlarında CNC torna tezgâhında gerçekleştirilmiştir. Kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisini belirlemek amacıyla varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarına göre yüzey pürüzlülüğü üzerinde % 57,6 katkı oranı ile en etkin parametrenin ilerleme hızı olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Mg alaşımı, yüzey pürüzlülüğü, Taguchi metodu, Anova.

## Optimization of Surface Roughness in Turning Mg<sub>2</sub>Si Particle Reinforced Magnesium

### ABSTRACT

In this study, Mg<sub>2</sub>Si reinforced Mg alloy material was produced by adding 10 % Al12Si alloy ingot to Mg matrix by conventional casting method and then the melt was poured into a metal mould in cylindrical form. Machining tests were carried out on these cast alloys through single point turning method. Optimum machining conditions was aimed to be determined by investigating the effects of cutting parameters on surface roughness. For this purpose, the machining tests were performed without coolant on a CNC turning centre at four different cutting speeds (250, 350, 450 and 550 m/min), two different feed rates (0.1 and 0.2 mm/rev) and two different tool tip radii (0.4 mm ve 0.8 mm). The experimental design was conducted according to Taguchi's L8 orthogonal array. Machining experiments were carried out on CNC lathe under dry cutting conditions. ANOVA was used to determine the effect of cutting parameters on the surface roughness. According to the obtained analysis results, it was seen that the most influential parameters on surface roughness was feed rate by 57.6 %.

**Keywords:** Mg alloy, surface roughness, Taguchi method, Anova.

### 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Yenilikçi hafif malzemeler ile ağırlık tasarrufunun kritik olduğu otomotiv, savunma ve havacılık sektörlerinde kullanılan malzemelerin yapısal özelliklerinden taviz vermeden büyük oranda ağırlıkları azaltılabilir. Magnezyumun kullanımında en önemli etken yoğunluğudur. Magnezyum diğer metaller ile karşılaştırıldığında yoğunluğu oldukça düşük olduğu için çoğu yapısal uygulamalarda tercih edilir. Buna ek olarak mükemmel dökülebilirlik, kaynak yapılabilme ve yüksek ısıl iletkenlik özellikleri ise diğer avantajlarıdır.

Soğuk şekillendirme ve zayıf korozyon dirince ise dezavantajlarıdır [1-2].

Zayıf korozyon direnci magnezyumun kullanımında en önemli problemdir. Magnezyum, alüminyum gibi yüzeyinde oksit film tabakası oluşturur. Bu oksit filmin tabakasının alüminyumda olduğu gibi korozyon direncini artırması beklenir. Ancak, alüminyumda meydana gelen geçirmez bariyer tipi oksit filminden farklı olarak magnezyumda oluşan oksit tabaka gözeneklidir. Gözenekli oksit tabaka koruyucu değildir ve oksitlenmeyi daha da hızlandırmaktadır [3-4]

Magnezyum ve alaşımları tüm yapısal malzemelerden daha yüksek işlenebilirliğe sahiptir. Kuru olarak işlenebilir ancak düşük yüzey pürüzlülük değerlerini elde etmek için yüksek kesme hızları gerektiğinden yüzeyde

*\*Sorumlu Yazar (Corresponding Author)  
e-posta : mahirakgun@aksaray.edu.tr*

yanma meydana gelebilir. Yanmanın önüne geçebilmek için soğutma sıvısı kullanmak gereklidir. Su bazlı soğutucuların reaksiyon oluşturma ihtimali nedeniyle mineral yağlar soğutucular olarak kullanılmalıdır [5].

Literatürdeki yapılan çalışmalara bakıldığında, Mg<sub>2</sub>Si alaşımının mekanik özelliklerinin geliştirilmesi ve Mg<sub>2</sub>Si alaşımının işlenebilirliğinin belirlenmesi amacıyla çalışmalar yapılmıştır. İrizalp ve arkadaşları, özellikle otomotiv sanayinde geniş yer bulan A360 alaşımına % 0,2 – 0,8 oranlarındaki Mg ilavesi ile mikro yapıdaki ve sertlikteki değişimin etkilerini araştırmışlardır. Sonuçlar incelendiğinde Mg ilavesine bağlı olarak sertlikte artış meydana gelmiştir. Mikroyapı görüntülerinde Mg<sub>2</sub>Si fazının oluştuğunu gözlemlemişlerdir [6]. Akyüz, AZ serisi Mg alaşımının içerisindeki alüminyumun işlenebilirliğe etkisini araştırmıştır. Sonuç olarak üzerinde çalışılan bütün alaşımlarda, kesme hızının artması ile kesme kuvvetleri artmıştır. Bunu kesici takım ucunda oluşan yığıntı talaşa atfetmiştir [7]. Kim ve Lee hava basınçlı soğutucu vasıtasıyla AZ31B Mg alaşımının kuru kesme şartlarında yüzey pürüzlülüğü açısından değerlendirilmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Kesici takımda uç sayısının ve ilerlemenin artmasıyla yüzey pürüzlülük değeri artmıştır. Ancak yüzey pürüzlülük değeri, kesme hızı belirli bir seviyenin altındayken hemen hemen değişmemiş ve hava soğutma akışıyla azalmıştır [8]. Çiftçi yapmış olduğu çalışmada farklı boyutlarda ve ağırlıkça % 8, 16 ve 32 oranlarında SiC parçacıkları içeren 2014-Al esaslı metal matrisli kompozit (MMK) malzemeler üretmiş ve işlenebilirlik deneyleri yapmıştır. Sonuç olarak artan parçacık oranı ve boyutu ile kullanılan bütün kesici takımlarda aşınma artmıştır. Bütün kesici takımlarda etkin olan aşınma biçimi yan yüzey aşınması olmuştur. Bitirme işlemleri için aşınmaya dirençli CBN ve PCD kesici takımlar tavsiye edilmiştir. Buna ek olarak daha kaliteli bir yüzey gerektiğinde taşlama gibi alternatif işleme metodlarına ihtiyaç olduğu da belirtilmiştir [9].

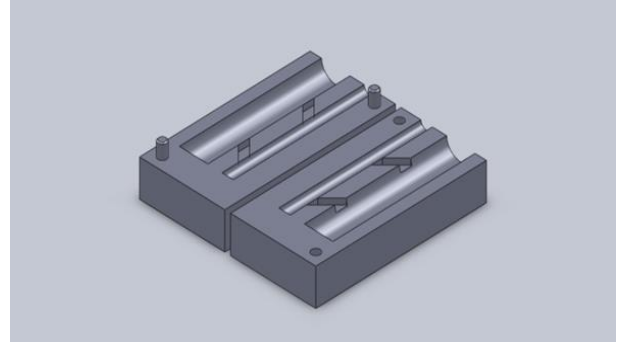
Magnezyum alaşımlarının işlenmesinde çıkan talaşla reaksiyona girme riski olduğu için su bazlı kesme sıvısı kullanılmaz. İşleme esnasında tutuşma riskini azaltmak için magnezyum talaşları mümkün olduğunca büyük ve kaba olmalıdır. En olumsuz işleme şartlarında dahi işlenen yüzey düzgündür ve takım uç radyüsü çizilme ve pürüzlülüğü korumak için düşük tutulmalıdır [10].

Bu çalışmada, Mg<sub>2</sub>Si takviyeli Mg alaşımı malzeme, geleneksel döküm yöntemiyle ergiyik halde Mg matrisine %10 oranında ilave edilen Al-12Si master alaşımı içindeki Si ile Mg reaksiyona girerek Mg<sub>2</sub>Si takviyesini oluşturarak üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen Mg<sub>2</sub>Si takviyeli Mg alaşımı malzeme tornalama deneylerine tabi tutulmuş, kesme parametrelerinin ve takım uç yarıçapının yüzey kalitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Deney sonuçları ANOVA ile analiz edilmiş ve optimum kesme parametreleri belirlenmiştir.

## 2. MATERYAL VE METOD (MATERIAL and METHOD)

### 2.1. Mg<sub>2</sub>Si Partikül Takviyeli Magnezyum Alaşımlarının Üretimi (Production of Mg<sub>2</sub>Si Particle Reinforced Magnesium)

Mg<sub>2</sub>Si partikül takviyeli magnezyum alaşımlarının üretimi, atmosfer kontrollü 1150 °C kapasiteli elektrik rezistanslı fırında yapılmıştır. Pota içinde fırın içine şarj edilen malzeme ergidikten sonra pota altından kalıba dökülmektedir. Mg<sub>2</sub>Si bileşimini oluşturmak için ticari erimiş haldeki saf Mg matrisine %10 oranında ilave edilmiştir. Al-12Si master alaşımı içindeki Si ile Mg reaksiyona girerek Mg<sub>2</sub>Si takviyesini oluşturmuştur. Ergiyik, tornalama metoduyla işleme deneylerini yapabilmek için 50 mm çapında ve 120 mm boyunda metal kalıba dökülerek deney numuneleri üretilmiştir. Kullanılan metal (kokil) kalıbın şematik görünümü Şekil 1'de verilmiştir. Ergitme işlemi esnasında, dökümün yapılacağı ortamın atmosferle temasını kesmek için ergitme işlemi esnasında fırına koruyucu gaz verilmiştir. Ayrıca döküm yüzey alanını kapatmak ve oksitlenmeyi önlemek için strontium (Sr) toprak alkali metali kullanılmıştır. Bu çalışmada üretilen Mg<sub>2</sub>Si partikül takviyeli Mg alaşımının kimyasal analiz sonucu Çizelge 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Dökümün yapıldığı metalik kalıp (Metal Casting Molds)

Çizelge 1. Üretilen malzemelerin % kimyasal analiz sonuçları (% Chemical analysis results of produced materials).

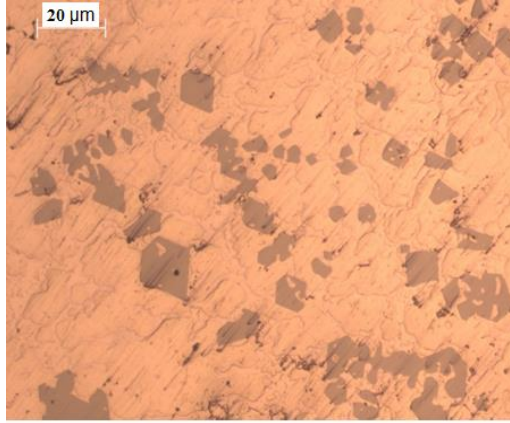
Mg	Si	Al
80,25	2,25	17,40

### 2.2. Mg<sub>2</sub>Si Partikül Takviyeli Magnezyum Alaşımının Mikroyapı İncelemesi (Microstructure Examination in Mg<sub>2</sub>Si Particle Reinforced Magnesium)

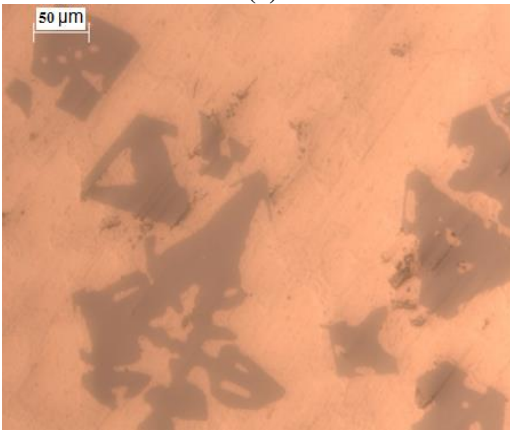
Mikroyapı incelemesi, standart metalografik prosedüre göre numuneleri hazırladıktan sonra optik mikroskopta gerçekleştirilmiştir. Metalografik prosedür, numuneleri 180, 400, 600, 800, 1000, 1200 ve 1400 elek zımparalarla zımparalama ve ardından elmas solüsyonla parlatma işlemini içermektedir.

Mikroyapı resimleri, Leica DFC290 model kamera sistemli Leica DM ILM model optik mikroskopta dağlanmamış numuneler üzerinden çekilmiştir.

Şekil 2’de üretilen Mg<sub>2</sub>Si partikül takviyeli malzemenin iki farklı büyütme ile elde edilmiş mikroyapı görüntüleri verilmektedir. Mikroyapı görüntülerinden matrisin açık gri renkli ve partiküllerin ise koyu renkli ve keskin köşeli olduğu görülmektedir. Ayrıca, partiküller ve matris arasında tane sınırlarında çökelmiş intermetalik fazlar görülmektedir.



(a)

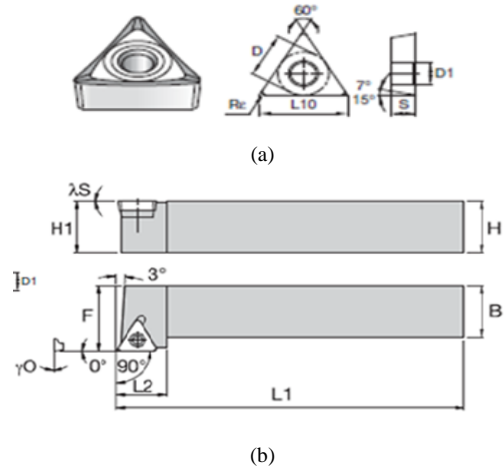


(b)

Şekil 2. Mg alaşımının (a) düşük büyütmedeki ve (b) yüksek büyütmedeki optik görünümü (Mg alaşımı (a) düşük büyütme ve (b) yüksek büyütme optik görünümü).

### 2.3. Takım Tezgahı, Kesici Takım ve Kesme Parametreleri (Machine Tool, Cutting Tool and Cutting Parameters)

Silindirik iş parçası malzemeleri üzerindeki işlenebilirlik deneyleri, Taksan TMC 500V CNC torna tezgahı kullanılarak yapılmıştır. İş parçası malzemeleri 50 mm çapında ve 120 mm boyundadır. Deneyler esnasında soğutma sıvısı kullanılmamıştır. Deneylerde kullanılan kesici takımlar Kennametal firması tarafından TCGT 16T304HP10 ve TCGT 16T308HP formunda imal edilmiştir. Kesici takım kalitesi üretici firma tarafından KC5010 olarak kodlanmıştır. Kesici takım yanaşma açısı 90° olup STGCL 2020K16 kodlu takım tutucuya mekanik olarak tespit edilmiştir.



Şekil 3. Kesici takım formu ve takım tutucusunun görüntüsü (Cutting tool form and image of tool holder).

Deney parametreleri, ISO 3685 standardına uygun olarak belirlenmiştir [11]. MAHR-Perthometer M1 yüzey pürüzlülük cihazı ile işlenmiş yüzeyler üzerinde yüzey pürüzlülüğü ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen her bir yüzey üzerinde üç ölçümün aritmetik ortalaması alınarak yüzey pürüzlülüğü değerleri elde edilmiştir.

### 3. DENEY TASARIMI (EXPERIMENTAL DESIGN)

Düşük maliyet ve yüksek kalitede ürünlerin elde edilebilmesi için uygun işleme şartlarının belirlenmesi gerekmektedir [12-13]. Bu sebeple son yıllarda Taguchi metodu deney sayısını azaltması, üretim ve test maliyetlerini düşürmesi sebebiyle mühendislik analizlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Taguchi deney tasarımı optimizasyon problemlerinin çözümünde yardımcı olmaktadır. İşlenmiş yüzeyin kalitesini doğrudan etkileyecek olan etkin kesme parametrelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla kesme hızı, ilerleme değeri ve kesici takım uç yarıçapı dikkate alınacak parametreler olarak belirlenmiştir. Bu kesme parametreleri ve seviyeleri dikkate alınarak Taguchi L8 dikey dizinine göre talaş derinliği 1 mm de sabit olarak işleme deneyleri yapılmıştır. Deney dizini Çizelge 2’de ve deneylerde kullanılan işleme parametreleri ve seviyeleri Çizelge3’de verilmiştir.

Çizelge 2. Taguchi L8 deney tasarımı (Taguchi L8 experiment design).

Deney No	Kontrol Faktörleri		
	A	B	C
1	1	1	1
2	1	2	2
3	2	1	1
4	2	2	2
5	3	1	2
6	3	2	1
7	4	1	2
8	4	2	1

**Çizelge 3.** Deneilerde kullanılan işleme parametreleri ve seviyeleri (Machining parameters and levels used in experiments).

Kontrol faktörleri	Sembol	Seviye			
		I	II	III	IV
Kesme hızı (m/dk)	A	250	350	450	550
İlerleme hızı (mm/dev)	B	0,1	0,2	-	-
Kesici takım uç radüsü (mm)	C	0,4	0,8	-	-
Talaş Derinliği (mm)	-	1	-	-	-

#### 4. DENEY SONUÇLARI VE ANALİZ (EXPERIMENTAL RESULTS AND ANALYSIS)

##### 4.1 S/N Oranlarının Analizi (Analysis of S / N Rates)

Malzemelerin işlenebilirlik özelliklerinin değerlendirilmesinde çeşitli kriterler kullanılır. En yaygın kriterlerden birisi de işlenen yüzeyin kalitesidir. En iyi işlenmiş yüzeyi belirlemede, kontrol faktörlerinin optimizasyonunda S/N oranları kullanılmaktadır. Mg<sub>2</sub>Si partikül takviyeli magnezyum alaşımlarının Taguchi L<sub>8</sub> deney tasarımına göre yapılan işleme deneylerinde, elde edilen yüzey pürüzlülük değerlerine göre S/N oranları “en küçük en iyi eşitliği” kullanılarak hesaplanmıştır. Çizelge 4’de işleme sonrası elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri ve bunlara karşılık gelen S/N oranları yer almaktadır.

Çizelge 5’de yüzey pürüzlülüğü için S/N yanıt tablosu

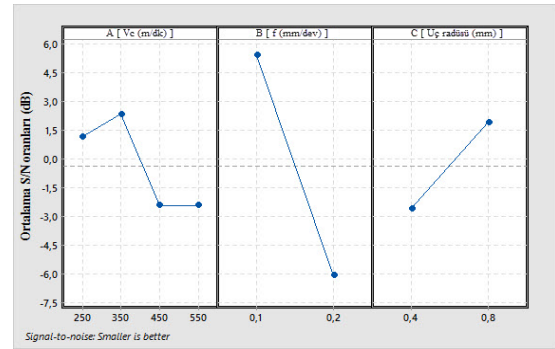
**Çizelge 4.** İşleme sonrası elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri ve S/N oranları (Surface roughness values and S / N ratios obtained after machining).

Deney No	Kontrol Faktörleri			Aritmetik Yüzey Pürüzlülük Değeri Ra (µm)	S/N Oranı (dB)
	A Kesme hızı	B İlerleme hızı	C Uç radüsü		
1	250	0,1	0,4	0,61	4,29
2	250	0,2	0,8	1,257	-1,98
3	350	0,1	0,4	0,493	6,14
4	350	0,2	0,8	1,19	-1,51
5	450	0,1	0,8	0,526	5,58
6	450	0,2	0,4	3,341	-10,47
7	550	0,1	0,8	0,529	5,53
8	550	0,2	0,4	3,312	-10,40

verilmiştir. Taguchi yöntemiyle oluşturulan bu tablo optimum yüzey pürüzlülüğü değeri için kontrol faktörlerinin optimum seviyelerini göstermektedir. Şekil 4. Yüzey pürüzlülüğü için kontrol faktörlerinin seviye değerleri grafikte gösterilmiştir.

**Çizelge 5.** Yüzey pürüzlülüğü için S/N yanıt tablosu (S/N response table for surface roughness)

Seviyeler	Kontrol Faktörleri		
	A	B	C
1	1,153	5,387	-2,611
2	2,316	-6,094	1,903
3	-2,449	-	-
4	-2,435	-	-
Delta	4,765	11,481	4,514

**Şekil 4.** Yüzey pürüzlülüğü için kontrol faktörlerinin seviye değerleri (Level values of control factors for surface roughness).

Mg<sub>2</sub>Si partikül takviyeli magnezyum alaşımlarının tornalama deneyleri sonucunda yüzey pürüzlülük değerlerinin aritmetik ortalaması (T<sub>Ra</sub>) 1,407 µm olarak hesaplanmıştır. Aynı zamanda S/N oranı aritmetik ortalaması da 0,352 dB olarak hesaplanmıştır.

Kontrol faktörlerinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi

S/N yanıt tablosu kullanılarak analiz edilmiştir. Yüzey pürüzlülüğü değerinin en küçük değeri için en büyük S/N oranı kontrol faktörüne ait optimum seviyeyi göstermektedir.



**Çizelge 6.** Yüzey pürüzlülüğü için Anova tablosu (Anova table for surface roughness).

Kontrol Faktörleri	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P Değeri	Katkı Oranı %
A	3	2,1698	0,72325	1641,89	0,001	20,75
B	1	<b>6,0239</b>	<b>6,02392</b>	<b>13675,19</b>	<b>0,000</b>	<b>57,60</b>
C	1	2,2621	2,26206	5135,22	0,000	21,63
Error	2	0,0009	0,00044			0,02
Total	7	10,4566				100

Yüzey pürüzlülüğü için kontrol faktörlerinin optimum seviyeleri A kesme hızı 350 m/dk (Seviye 2), B ilerleme hızı 0,1 mm/dev (Seviye 1) ve C uç radüsü 0,8 mm (Seviye 2) üzerini bu parametrelerle yapılan deney sonucunda yüzey pürüzlülük değeri 0,387  $\mu\text{m}$  ölçülmüştür.

#### 4.2 Varyans Analizi (ANOVA)

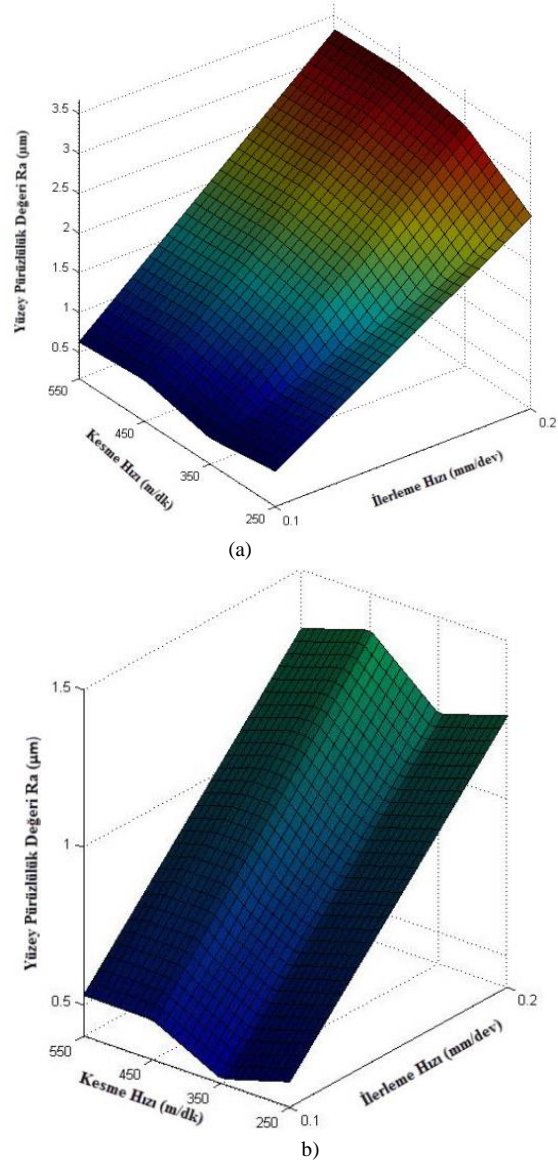
Deney tasarımında kullanılan tüm kontrol faktörlerinin birbiriyle etkileşimlerini belirlemek için ANOVA yöntemi kullanılır [15]. Bu çalışmada yüzey pürüzlülüğü üzerinde kesme hızı, ilerleme hızı ve kesici takım uç yarıçapının etkilerini analiz etmek için varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonuçları Çizelge 6'da görülmektedir. Yapılan bu analiz % 95 güven seviyesinde gerçekleştirilmiştir. Kontrol faktörlerinin çıktı üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak ifade edilebilmesi için önem seviyesi (P) ve katkı oranının belirlenmesinde F değerleri dikkate alınır. P değeri 0,05 den küçük olduğunda faktörün çıktı üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu F değeri için ise, F değeri en büyük olan kontrol faktörü sonuca en fazla etki eden faktör olarak kabul edilmektedir. Varyans analiz sonuçlarına göre yüzey pürüzlülüğü değeri üzerinden en fazla öneme sahip değişken % 57,6 katkı oranı ile ilerleme hızı olmuştur. İstatistiksel analiz sonuçları ile deneysel çalışmada elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında birbirlerini doğrular niteliktedir.

#### 4.3 Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

(Evaluation of Experimental Results)

Mg ve Mg alaşımlarının işlenmesinde, takımın aşınmasından çok takıma yapışan talaşın engellenmesi gerekmektedir. Şekil 5 incelendiğinde genelde kesme hızının artması ile kesme işleminin kolaylaşacağı ve takımın kesme işlemi yapan kısmında meydana gelen yığıntı talaş (BUE) oluşumunun azalacağı düşünülmektedir. Kesme hızının 250 m/dk'dan 350 m/dk'ya artırılmasıyla yüzey pürüzlülük değerlerinin her iki uç yarıçapı için de azaldığı görülmektedir. Kesme hızının artmasıyla yüzey pürüzlülük değerinin düşmesi talaşlı imalat işlemlerinde sıklıkla karşılaşılan bir durumdur. Kesme hızının artmasıyla kesici takım ucunda oluşan yığıntı talaş oluşma eğiliminin azalması yüzey pürüzlülük değerlerindeki azalmanın nedeni olarak düşünülür. Ancak, kesme hızının daha fazla artması sonucu yüzey pürüzlülük değerlerinin arttığı görülmektedir. Bu durum da yüksek

kesme hızlarından kaynaklanan yüksek iş mili devir sayılarındaki titreşimin fazla olması ve aynı zamanda yüksek kesme hızlarındaki muhtemel yüksek takım aşınma miktarı ile açıklanabilir.



**Şekil 5.** İşleme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkileri a) 0,4 uç yarıçapına göre b) 0,8 uç yarıçapına göre (The effects of the machining parameters on the surface roughness a) according to 0.4 radius of tip b) 0.8 according to radius of tip).

En düşük yüzey pürüzlülük değeri 350 m/dk kesme hızında, 0,1 mm/dev ilerleme hızında, 0,8 mm uç-radüsünde 0,387  $\mu\text{m}$  olarak elde edilmiştir.

## 5. SONUÇ (CONCLUSION)

Bu çalışmada,  $\text{Mg}_2\text{Si}$  takviyeli Mg alaşımı malzeme, geleneksel döküm yöntemiyle ergiyik halde Mg matrisi %10 oranında ilave edilen Al-12Si master alaşımı içindeki Si ile Mg reaksiyona girerek  $\text{Mg}_2\text{Si}$  takviyesini oluşturarak metal kalıba dökülerek üretilmiştir. Üretilen  $\text{Mg}_2\text{Si}$  takviyeli Mg alaşımı malzeme tornalama deneylerine tabi tutulmuş, yüzey pürüzlülüğünü etkileyen kesme parametrelerinin optimizasyonu yapılmıştır. Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir:

- En düşük yüzey pürüzlülüğü değeri için kontrol faktörlerinin optimum seviyelerini belirlenmesinde S/N oranlarından yararlanılmıştır. Optimum yüzey pürüzlülük değeri 350 m/dk kesme hızında (A2), 0,1 mm/dev ilerleme hızında (B1), 0,8 mm uç radüsünde (C2) 0,387  $\mu\text{m}$  olarak elde edilmiştir.
- Analiz sonuçlarına göre yüzey pürüzlülüğü üzerinde en etkin parametrenin %57,6 katkı oranı ile ilerleme değeri olduğu görülmüştür.
- Kesici takım uç yarıçapının büyümesiyle yüzey pürüzlülük değerleri azalmıştır.

## TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

Bu çalışma, Tübitak 2209 programı tarafından desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a ve deney malzemelerinin üretilmesinde emeği geçen Prof. Dr. Hayrettin AHLATÇI'ya teşekkür ederiz

## KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Zeytin, K.H., "Magnezyum Alaşımaları: Otomotiv Endüstrisinde Uygulaması ve Geleceği", TÜBİTAK-Marmara Araştırma Merkezi, Kocaeli, (1999).
- [2] Guangyin, Y., Manping, L., Wenjiang, D., Inoue, A., "Microstructure and Mechanical Properties of Mg-Zn-Si Based Alloys", Materials Science and Engineering A, 357: 314-320, (2003).
- [3] Demir, A., "Metaller Arası Bileşik  $\text{Mg}_2\text{Si}$  Takviyeli AZ91/ $\text{Mg}_2\text{Si}$  Kompozit Malzemenin Geliştirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2006).

- [4] Singh Raman., R.K., "The Role of Microstructure in Localized Corrosion of Magnesium Alloys", Metallurgical and Materials and Transactions A, 35A: 2525-2527, (2004).
- [5] Polmear, I.J., "Light Alloys: Metallurgy of the Light Metals", Metallurgy and Materials Science, Wiley 3<sup>rd</sup> Edition, (1995).
- [6] İrizalp, S., Aksoy, U., Ersenbil, E., Saklakoğlu, N., "A360 Alüminyum Alaşımına Mg İlavesinin Malzeme Yapısındaki Sertlik Dağılımına Etkisinin İncelenmesi", Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 2: 87-93, (2011).
- [7] Akyüz, B., "Influence of Al Content on Machinability of AZ Series Mg Alloys", Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 23: 2243-2249, (2013).
- [8] Kim, J., Lee, K., "Surface Roughness Evaluation in Dry-Cutting of Magnesium Alloy by Air Pressure Coolant", Engineering, 2: 788-792, (2010).
- [9] Çiftçi, İ., "Alüminyum Esaslı Kompozitlerde Takviye Oranı ve Boyutunun Mekanik Özellikler ve İşlenebilirlik Üzerine Etkisinin Araştırılması", Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2003).
- [10] <http://www.magnesiumsquare.com/images/stories/Machining Magnesium.pdf>
- [11] ISO 3685, "Tool-Life Testing With Single-Point Turning Tools", (1993).
- [12] Tamas, S. "Cutting Force Modeling Using Artificial Neural Networks", Journal of Materials Processing Technology, 92-93: 344-349, (1999).
- [13] Singh, P.D., Rao, V., "A Surface Roughness Prediction Model for Hard Turning Process" International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 32: 1115-1124, (2007).
- [14] Kıvak, T., "Optimization Of Surface Roughness and Flank Wear using the Taguchi Method in Milling of Hadfield Steel with PVD and CVD Coated Inserts", Measurement, 50: 19-28, (2014).
- [15] Mandal, N., Doloi, B., Mondal, B., Das, R., "Optimization of Flank Wear using Zirconia Toughened Alumina (ZTA) Cutting Tool: Taguchi Method and Regression Analysis", Measurement, 44: 2149-2155, (2011)