



**Rüstem Binali**

Karabük Üniversitesi, rstmbinali@gmail.com, Karabük-Turkey

**Hasan Basri Ulaş**

Gazi Üniversitesi, bulas@gazi.edu.tr, Ankara-Turkey

**Halil Demir**

Karabük Üniversitesi, hdemir@karabuk.edu.tr, Karabük-Turkey

DOI	<a href="http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2018.13.1.2A0132">http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2018.13.1.2A0132</a>		
ORCID ID	0000-0003-0775-3817	0000-0002-9754-6055	0000-0002-9802-083X
CORRESPONDING AUTHOR	Halil Demir		

#### **TOOLOX 44 MALZEMESİNDE TALAŞ KALDIRMA MİKTARININ YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE TAKIM AŞINMASI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

##### **ÖZ**

Bu çalışmada, gelişen imalat sektöründe kullanılmak üzere yeni üretilen Toolox 44 sıcak iş takım çeliği (44 HRC) kullanılarak işlenebilirlik deneyleri gerçekleştirilmiştir. İşlenebilirlik deneylerinde, kaldırılan talaş miktarına göre iş parçası yüzeyindeki yüzey pürüzlülüğü, deney sırasında oluşan kesme kuvveti ve kesici takımında oluşan takım aşınması incelenmiştir. Yapılan deneyler yüzey frezeleme yöntemiyle dört farklı kesme hızında (150-180-210-240m/dak), dört farklı ilerleme miktarında (0.4, 0.8, 1.2, 1.6mm/diş) ve iki farklı talaş derinliğinde (0.2-0.4mm) soğutma sıvısı kullanılmadan gerçekleştirilmiştir. Aşınma deneylerinde ise kaldırılan talaş hacmine (320-1600-3200-6400mm<sup>3</sup>) göre incelemeler gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar neticesinde ilerleme miktarının ve kesme hızının artmasıyla yüzey pürüzlülük değerinin arttığı, kesme kuvveti değerlerinin ise ilerleme miktarına bağlı olarak arttığı kesme hızının artmasına bağlı olarak da azaldığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** TOOLOX 44, Yüzey Pürüzlülüğü, Takım Aşınması, Talaş Miktarı, Aşınma

#### **INVESTIGATION OF THE EFFECTS ON SURFACE ROUGHNESS AND TOOL WEAR IN THE TOOLOX 44 MATERIAL**

##### **ABSTRACT**

In this study, machinability tests were carried out using the newly produced TOOLOX 44 hot work tool steel (44 HRC) for use in the developing manufacturing sector. In machinability tests, the surface roughness of the work piece surface, the cutting force generated during the test, and the tool wear on the cutting tool were investigated according to the amount of chips removed. The tests were carried out dry through surface milling method at four different cutting speeds (150, 180, 210 and 240m/min), four different feed rates (0.4, 0.8, 1.2 and 1.6mm/tooth) and at two different depth of cut (0.2 and 0.4mm). In the abrasion tests, investigations were carried out according to the raised chip volume (320-1600-3200-6400mm<sup>3</sup>). As a result, the surface roughness value increased with the amount of feed rate and cutting speed, and the cutting force values decreased with the increase of the cutting speed depending on the amount of feed rate.

**Keywords:** TOOLOX 44, Surface Roughness, Tool Wear, Amount of Chip, Wear

##### **How to Cite:**

Binali, R., Ulaş, H.B. ve Demir, H., (2018). TOOLOX 44 Malzemesinde Talaş Kaldırma Miktarının Yüzey Pürüzlülüğü ve Takım Aşınması Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi, **Technological Applied Sciences (NWSATAS)**, 13(1):19-28, DOI:10.12739/NWSA.2018.13.1.2A0132.



## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüz endüstrisinde, talaşlı imalatta gittikçe karmaşık malzemelerin kullanılması, yüksek talaşlı işleme oranlarının karşılanması için işleme parametrelerinin ve uygun kesici takımlarının belirlenmesi gerekmektedir. İşlenen iş parçası malzemesinin mekanik özellikleri, talaşlı imalatta önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle işleme koşulları, iş parçası boyutları, iş parçası şekli ve yüzey bitirme özelliklerini karşılayabilecek özellikte olmalıdır [1 ve 3]. Talaşlı üretimde işleme parametreleri önemli bir yer kaplamaktadır. Bu işleme parametreleri kesme hızı, ilerleme miktarı ve talaş derinliğidir. Bu parametrelerdeki değişimler kesme kuvvetini, yüzey pürüzlülüğünü ve kesici takımında oluşan aşınmayı etkilemektedir. Bu nedenle talaşlı üretimde işleme başlanılmadan önce işlenecek iş parçası malzemesinin mekaniksel ve kimyasal özelliklerine göre uygun kesici takım malzemesinin ve işleme parametrelerinin belirlenmesi gerekmektedir [4 ve 5].

Sert tornalama işleminde, yüksek sertlik ve aşınma direncine sahip kesici takımlar kullanılmaktadır. Karbür ve seramik kesici takımlar endüstriyel uygulamalarda çoğunlukla kullanılmaktadır. Uygun olmayan veya doğru olarak belirlenemeyen işlenebilirlik parametrelerinin işleme süresi ve maliyet yönünden olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. İşleme parametreleri, işleme esnasında ısı oluşmasına ve ısıya bağlı takım aşınmasına, iş parçasının yüzeyinin tamlığına, ölçü toleranslarına etki etmektedir [6 ve 13]. İmalat endüstrisinde, kullanılan malzemelerde yüksek dayanım ve kullanım ömrü istenmektedir. Bu amaçla işlenen malzemelerin sertleştirilmesi işleme ihtiyacı duyulmaktadır. Sertleştirme işlemi ısıl işlem ile yapılmaktadır. Isıl işlem sonrası iş parçası malzemesinde iç gerilmeler oluşmaktadır. İç gerilmeler iş parçasında çarpıklık oluşmasına, mikro çatlak oluşumuna, yüzeyde yanma oluşmasına ve iş parçasının deformasyona uğraması gibi sorunlar oluşmaktadır [14]. Oluşan bu sorunlar ısıl işlem sonrası işlemler ile giderilmektedir. Bu nedenle talaşlı üretimde ön sertleştirilmiş olarak üretilen malzemelerin işlenmesi yaygınlaşmaktadır [1].

TOOLOX 44 malzemesi; ön sertleştirilmiş ve temperlenerek üretilmekte ve gerilim giderme işlemi yapılarak tedarik edilmektedir. İşleme sırasında yüksek ölçüsel kararlılığı bulunduğu belirtilmektedir. TOOLOX 44 malzemesinin 45 HRC'ye kadar sertliğinin bulunmasına rağmen kolay işlenebilmekte ve işleme sonrası meydana gelen yüzey pürüzlülük değerinin düşük olması talaşlı üretimde geniş bir kullanım alanının bulunmasını sağlamaktadır. TOOLOX 44'ün mekaniksel özellikleri Tablo 1'de verilmiştir [15]. TOOLOX 44, plastik enjeksiyon ve kauçuk kalıpları, form verme ve kesme kalıpları, metal enjeksiyon kalıpları, sıcak dövme kalıpları ve makine elemanlarında kullanılmaktadır [16].

Tablo 1. Toolox 44 çeliği mekanik özellikleri [15]  
Table I. Mechanical properties of Toolox 44 steel [15]

Açıklama	+20C <sup>0</sup>	+200C <sup>0</sup>	+300C <sup>0</sup>	+400C <sup>0</sup>	+500C <sup>0</sup>
Çekme Mukavemeti R <sub>m</sub> (MPa)	1450	1380	-	-	-
Akma Mukavemeti R <sub>p0,2</sub>	1300	1200	-	-	-
Uzama $\epsilon_5$ (%)	13	10	-	-	-
Basma Akma Mukavemeti R <sub>c0,2</sub> (MPa)	1250	1120	1120	1060	930
Darbe Tokluğu (J)	30	60	80	80	-
Sertlik (HBW)	450	-	-	-	-
Sertlik (HRC)	45	-	-	-	-



Bu çalışmada, iş parçası malzemesi olarak Toolox 44 çeliği ve kesici takım olarak TiAlN kaplamalı semetit karbür kesici takım kullanılarak, işlenebilirlik parametrelerinin kesici takımda meydana gelen aşınma ve oluşan yüzey pürüzlülük değerleri etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Talaşlı üretim sektöründe kullanılan çelikler genellikle işleme sonrasında ısıtılarak sertleştirilerek sertleştirilmesi sağlanmaktadır. Bu şekilde yüksek sıcaklıklara ve yüksek mukavemete dayanım özelliği arttırılarak kalıbın daha uzun ömürlü olması amaçlanmaktadır. Fakat TOOLOX 44 çeliği ön sertleştirilmiş olarak üretildiğinden ikinci bir ısıtma işlemi gerektirmemektedir. Yapılan literatür araştırmalarında, TOOLOX 44'ün yeni malzeme oluşu ve bu malzeme hakkında literatürde bilgi bulunmamasından dolayı bu çalışma bu malzeme hakkında yapılacak çalışmalar için ışık tutacaktır.

## 3. DENEYLERDE KULLANILAN MALZEMELER (MATERIALS USED IN THE EXPERIMENTS)

İşlenebilirlik deneyleri JOHNFORD VMC 550 marka CNC dik işleme merkezinde gerçekleştirilmiştir (Tablo 2). Deneylerde iş parçası malzemesi olarak ebatları 50\*50\*100mm ebatlarında sertliği 45 HRC olan TOOLOX 44 malzemesi kullanılmıştır. Tablo 3'te kullanılan TOOLOX 44'ün kimyasal özellikleri verilmiştir.

Tablo 2. Deneylerin gerçekleştirildiği CNC dik işleme merkezinin özellikleri

Table 2. Features of CNC vertical machining center where experiments are carried out

Model	Johnford VMC-550 Dik İşleme merkezi
Kontrol Tipi	Fanuc O-M serisi
X Ekseni Hareketi	500mm
Y Ekseni Hareketi	500mm
Z Ekseni Hareketi	450mm
Devir Sayısı	60-6000dev/dk
Motor Gücü	10 HP (~7,5 kW)
X-Y-Z Hızlı İlerleme	15-15-12m/dak
Kesme İlerlemesi	1-4000mm/dak

Tablo 3. Toolox 44 malzemesinin kimyasal içeriği

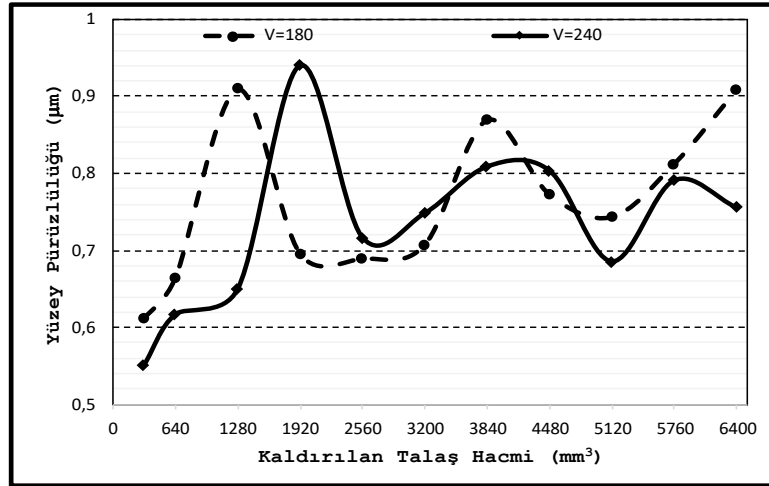
Table 3. Chemical content of Toolox 44 material

Malzeme	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	V
TOOLOX 44	0.30	0.61	0.89	0.010	0.0009	1.23	0.66	0.79	0.145

İşlenebilirlik deneyleri sırasında kullanılan kesici takım malzemesi Kennametal firması tarafından iş parçası malzemesinin sertliğine ve kimyasal içeriğine göre önerilen kesici takım kullanılmıştır. Kullanılan kesici takım KC522M kalitesinde, ISO standartlarına göre WPGX 030204 LD geometrisindedir. Deneyler esnasında kullanılan işleme parametreleri iki farklı kesme hızı (180 ve 240m/dak), tek ilerleme miktarında (0.4mm/diş) ve kesme derinliği 0.4mm'den başlayarak 8mm'ye kadar gerçekleştirilmiştir. İşlenmiş iş parçası malzemesinin yüzeylerinde meydana gelen yüzey pürüzlülükleri "Mahr" marka Marsurf M300 tipi yüzey pürüzlülük cihazında ölçülmüştür. İşleme esnasında oluşan kesici takım aşınmaları Karabük Üniversitesi Demir Çelik Enstitüsü'nde bulunan "Carl Zeiss Ultra Plus Gemini Fesem" marka taramalı elektron mikroskopunda (SEM) incelenmiştir.

#### 4. DENEYSEL BULGULAR VE DEĞERLENDİRİLMESİ (EXPERIMENTAL RESULTS AND EVALUATION)

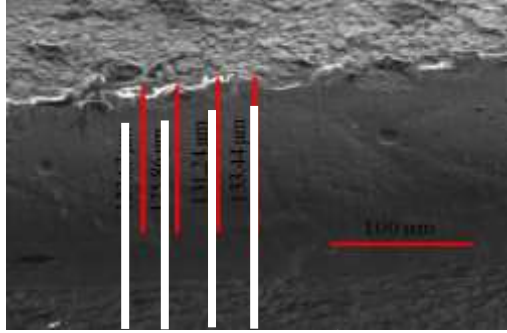
İki farklı kesme hızında, sabit ilerleme miktarında ve farklı kesme derinliklerinde yapılan deneyler sonucunda oluşan takım aşınmaları taramalı elektron mikroskobunda (SEM) 75X ve 500X büyütme ile incelenerek aşınma fotoğrafları ve oluşan pürüzlülük değerleri karşılaştırılmıştır. Aşınma deneyleri sırasında yüzey pürüzlülük değeri ilk olarak 0.4mm kesme derinliği değerinde alınmış olup. Daha sonradan her 0.8mm kesme derinliğinde alınmıştır. Aşınma deneyleri sırasında oluşan yüzey pürüzlülük değerleri Şekil 1'de verilmiştir.



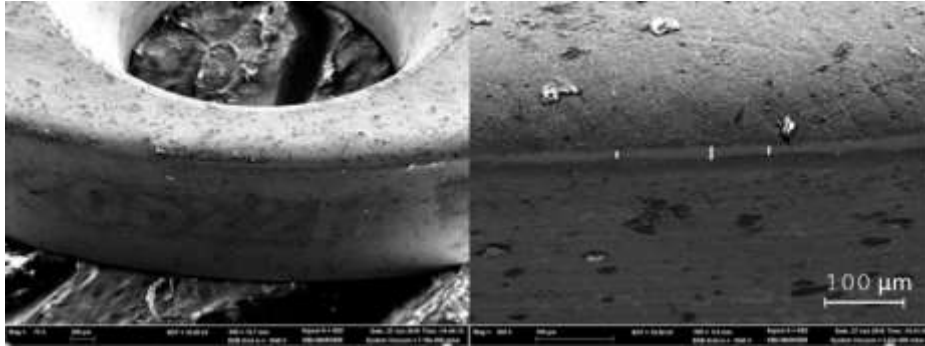
Şekil 1. Farklı kesme hızlarında sabit ilerleme miktarında ve farklı talaş hacimlerinde elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri  
(Figure 1. Surface roughness values obtained at constant cutting speeds at constant feed rates and at different chip volumes)

Şekil 1'deki grafik incelendiğinde genel olarak kesme derinliğinin ve kaldırılan talaş hacminin artmasıyla yüzey pürüzlülüğünün arttığı görülmektedir. Yüzey pürüzlülük değerlerinin en düşüğü 240m/dak kesme hızında 0.4mm/diş ilerleme miktarında 0.4mm talaş derinliğinde ve 320mm<sup>3</sup> talaş hacminde (0.551µm) meydana gelmiştir. En yüksek yüzey pürüzlülük değeri ise 240m/dak kesme hızında 0.4mm/diş ilerleme miktarında 2.4mm talaş derinliğinde ve 1920mm<sup>3</sup> talaş hacminde (0.940µm) meydana gelmiştir. En düşük yüzey pürüzlülük değeri (0.551µm) ile en yüksek yüzey pürüzlülük değeri (0.940µm) arasında %70'lik bir değişim oluşmuştur. İki farklı kesme derinliğinde en yüksek değişimin yaklaşık %45 olarak 240m/dak kesme hızında 0.4mm/diş ilerleme miktarında ve 1.6mm kesme derinliğinden (128 mm<sup>3</sup> talaş hacminde) 2.4mm kesme derinliğine (1920mm<sup>3</sup> hacme) çıkışta gerçekleştiği görülmektedir. En düşük değişimin %0.9 olarak 180m/dak kesme hızında 0.4mm/diş ilerleme miktarında 2.4mm kesme derinliğinden (1920mm<sup>3</sup> hacminden) 3.2 kesme derinliğine (2560mm<sup>3</sup> hacme) çıkışta meydana geldiği görülmektedir. Genel olarak kaldırılan talaş hacminin artmasıyla beraberinde yüzey pürüzlülük değerlerinde de artışlar meydana gelmiştir. Fakat 180mm/dak kesme hızında 0.4mm/diş ilerleme miktarında 1.6mm talaş derinliğinde 1280mm<sup>3</sup> talaş hacminde ve 240m/dak kesme hızında 0.4mm/diş ilerleme miktarında 2.4mm talaş derinliğinde 1920mm<sup>3</sup> talaş hacminde yüzey pürüzlülük değerlerinde ani yükselişler meydana gelmiştir. Bunun nedeni kesici takımın aşınmaya başladığı kısımlar olduğunu söyleyebiliriz. Daha sonra pürüzlülük değerlerinde düşme meydana gelmiştir. Bunun nedeni ise kesici takımda meydana gelen BUE'nin takıma baskı uygulaması ile pürüzlülüklerin

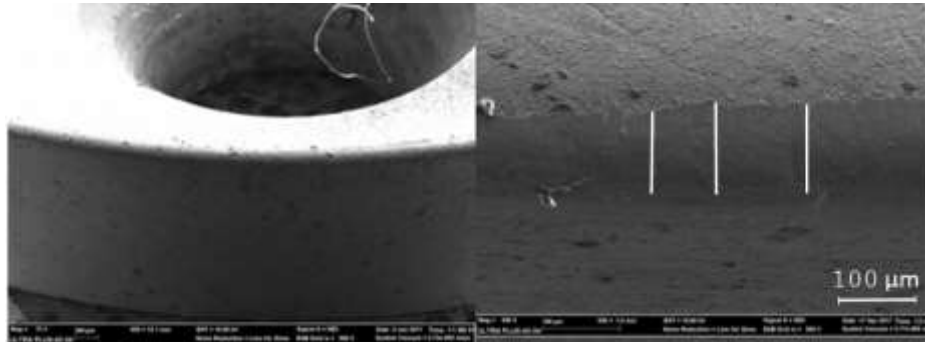
düzleşmesi ile açıklanabilir. SEM analizi yapılan kesici takımların yüzeylerinde meydana gelen yüzey aşınmalarının uzunlukları Şekil 2'deki gibi tayin edilerek ölçülmüştür.



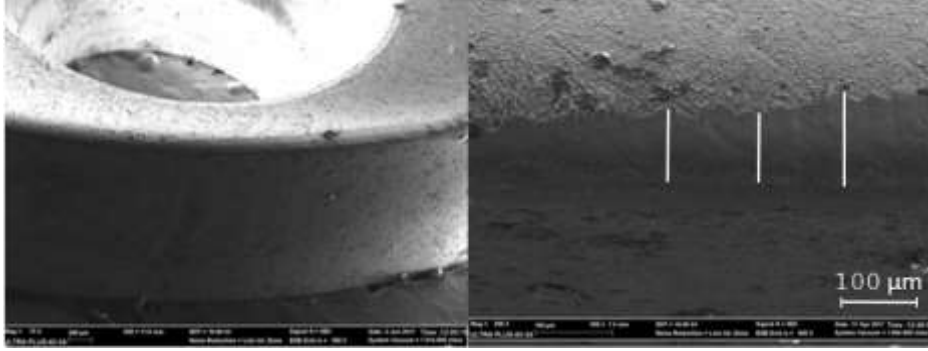
Şekil 2. Kesici takımında meydana gelen yüzey aşınmasının tayini  
(Figure 2. Determine the surface wear of the cutting tool)



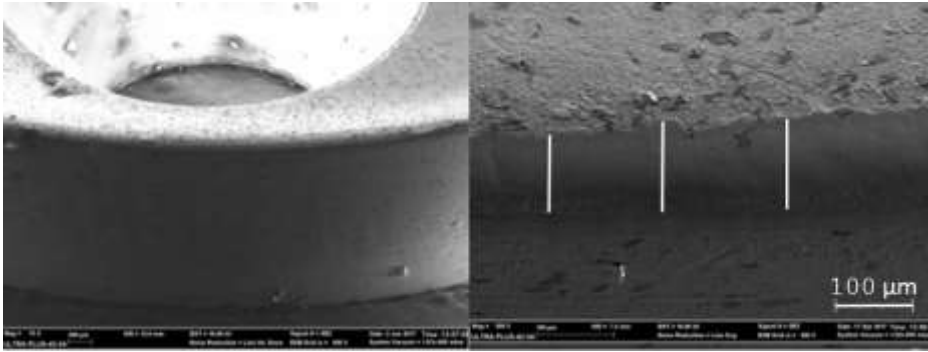
Şekil 3. 180m/dak kesme hızında 0.4mm/diş ilerleme miktarında 320mm<sup>3</sup> hacminde talaş kaldırılma işlemi gerçekleştirildikten sonra kesici takımında meydana gelen aşınma görüntüsü  
(Figure 3. Worn image of the cutting tool after a chip removal at a cutting speed of 180mm/min and 320mm<sup>3</sup> at a feed rate of 0.4mm/tooth feed)



Şekil 4. 180m/dak kesme hızında 0.4mm/diş ilerleme miktarında 1600mm<sup>3</sup> hacminde talaş kaldırılma işlemi gerçekleştirildikten sonra kesici takımında meydana gelen aşınma görüntüsü  
(Figure 4. Worn image of the cutting tool after a chip removal at a cutting speed of 180mm/min and 1600mm<sup>3</sup> at a feed rate of 0.4mm/tooth feed)

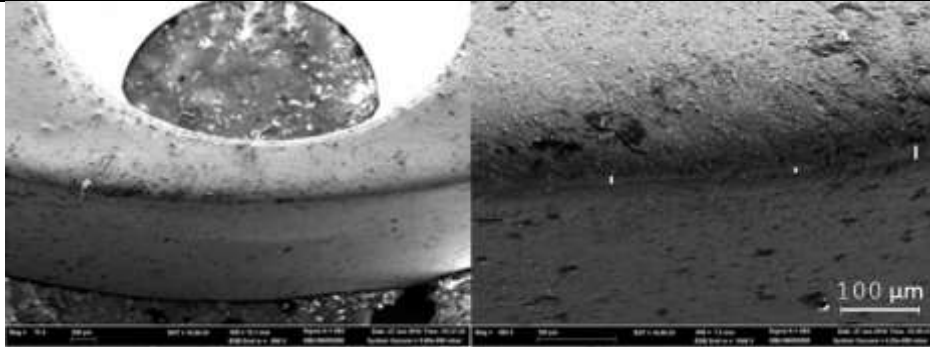


Şekil 5. 180m/dak kesme hızında 0.4mm/diş ilerleme miktarında 3200mm<sup>3</sup> hacminde talaş kaldırılma işlemi gerçekleştirildikten sonra kesici takımında meydana gelen aşınma görüntüsü  
(Figure 5. Worn image of the cutting tool after a chip removal at a cutting speed of 180mm/min and 3200mm<sup>3</sup> at a feed rate of 0.4mm/tooth feed)

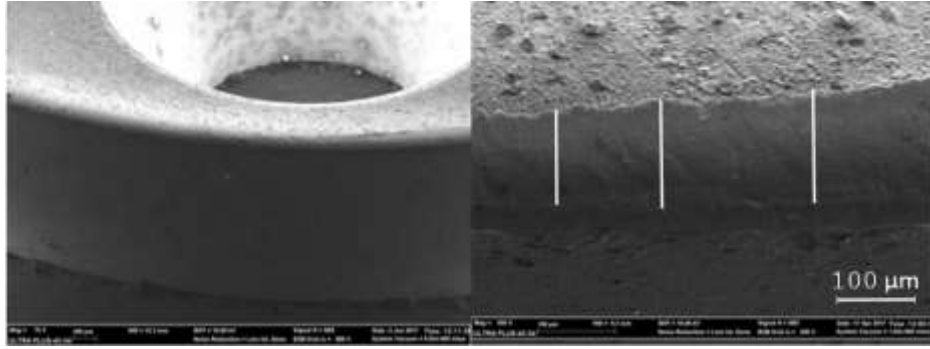


Şekil 6. 180m/dak kesme hızında 0.4mm/diş ilerleme miktarında 6400mm<sup>3</sup> hacminde talaş kaldırılma işlemi gerçekleştirildikten sonra kesici takımında meydana gelen aşınma görüntüsü  
(Figure 6. Worn image of the cutting tool after a chip removal at a cutting speed of 180mm/min and 6400mm<sup>3</sup> at a feed rate of 0.4mm/tooth feed)

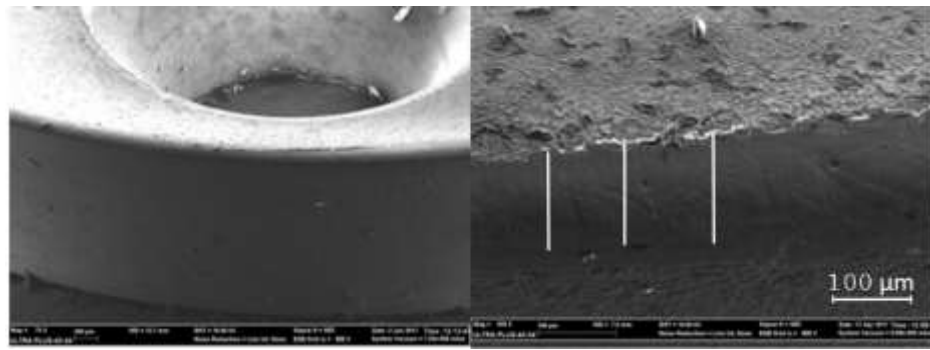
Aşınma deneylerini ilk olarak 0.4mm kesme derinliğinde 180m/dak kesme hızında ve 0.4mm/diş ilerleme miktarında gerçekleştirilmiştir. Şekil 3'teki aşınma görüntüsü incelendiğinde aşınma miktarının yalnızca 12.1µm olduğu görülmektedir. Şekil 4'teki aşınma fotoğrafının işleme parametreleri 180m/dak kesme hızı 0.4mm/diş ilerleme miktarı ve kesme derinliği 2mm oluncaya kadar her pasoda 0.4mm kesme derinliği arttırılarak 1600mm<sup>3</sup> hacminde talaş kaldırılana kadar gerçekleştirilmiştir. Aşınma miktarı kesici takımın uç kısmından başlayarak yüzeyine doğru 124.3µm uzunluğunda oluşmuştur. Şekil 5'te aşınma miktarı kesici takımın uç kısmından başlayarak yüzeyine doğru 87.8µm uzunluğunda oluşmuştur. Şekil 6'da aşınma miktarı kesici takımın uç kısmından başlayarak yüzeyine doğru 113.4µm uzunluğunda oluşmuştur.



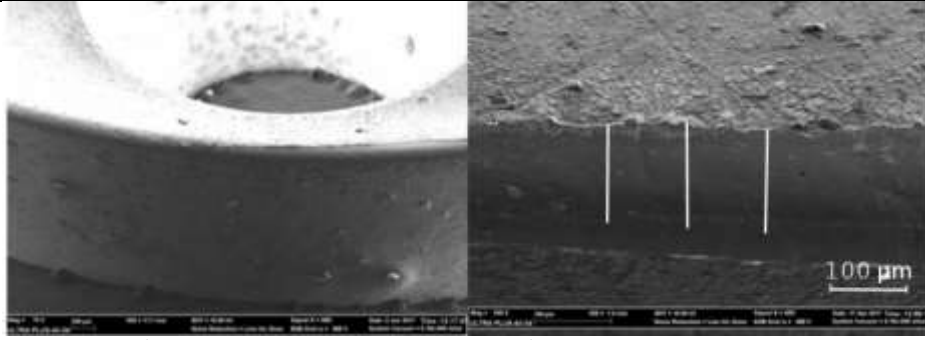
Şekil 7. 240m/dak kesme hızında 0.4mm/diş ilerleme miktarında 320mm<sup>3</sup> hacminde talaş kaldırılma işlemi gerçekleştirildikten sonra kesici takımında meydana gelen aşınma görüntüsü  
(Figure 7. Worn image of the cutting tool after a chip removal at a cutting speed of 240mm/min and 320mm<sup>3</sup> at a feed rate of 0.4mm/tooth feed)



Şekil 8. 240m/dak kesme hızında 0.4mm/diş ilerleme miktarında 1600mm<sup>3</sup> hacminde talaş kaldırılma işlemi gerçekleştirildikten sonra kesici takımında meydana gelen aşınma görüntüsü.  
(Figure 8. Worn image of the cutting tool after a chip removal at a cutting speed of 240mm/min and 1600mm<sup>3</sup> at a feed rate of 0.4mm/tooth feed)



Şekil 9. 240m/dak kesme hızında 0.4mm/diş ilerleme miktarında 3200mm<sup>3</sup> hacminde talaş kaldırılma işlemi gerçekleştirildikten sonra kesici takımında meydana gelen aşınma görüntüsü  
(Figure 9. Worn image of the cutting tool after a chip removal at a cutting speed of 240mm/min and 3200mm<sup>3</sup> at a feed rate of 0.4mm/tooth feed)



Şekil 10. 240m/dak kesme hızında 0.4mm/diş ilerleme miktarında 6400mm<sup>3</sup> hacminde talaş kaldırılma işlemi gerçekleştirildikten sonra kesici takımında meydana gelen aşınma görüntüsü.

(Figure 10. Worn image of the cutting tool after a chip removal at a cutting speed of 240mm/min and 6400mm<sup>3</sup> at a feed rate of 0.4mm/tooth feed)

Aşınma deneylerinin ikincisi olarak 0.4mm kesme derinliğinde 240m/dak kesme hızında ve 0.4mm/diş ilerleme miktarında gerçekleştirilmiştir. Şekil 7'deki aşınma fotoğrafı incelendiğinde aşınma miktarının yalnızca 12.1µm olduğu görülmektedir. Bu değer 180m/dak kesme hızında 0.4mm/diş ilerleme miktarında ve 0.4mm kesme derinliği ile 320mm<sup>3</sup> hacminde talaş kaldırılması esnasında yapılan deneyle aynı olduğu görülmektedir. Buna kesici takımın bir özelliği olarak işleme başlangıcında aşınma miktarlarının aynı uzunlukta olmaktadır diyebiliriz. Şekil 8'deki aşınma fotoğrafının deneysel parametreleri olarak 240m/dak kesme hızı 0.4mm/diş ilerleme miktarı ve kesme derinliği 2mm oluncaya kadar 0.4mm kesme derinliği arttırılarak 1600mm<sup>3</sup> hacminde talaş kaldırılana kadar gerçekleştirilmiştir. Aşınma miktarı kesici takımın uç kısmından başlayarak yüzeyine doğru 141.2µm uzunluğunda oluşmuştur. Şekil 9'da aşınma miktarı kesici takımın uç kısmından başlayarak yüzeyine doğru 145.8µm boyunda oluşmuştur. Şekil 10'da aşınma miktarı kesici takımın uç kısmından başlayarak yüzeyine doğru 137.8µm uzunluğunda oluşmuştur.

Aşınma fotoğraflarında görüldüğü üzere genel olarak kaldırılan talaşın hacmi arttığında kesici takımında meydana gelen aşınma miktarları artmıştır. Fakat Şekil 6.14'te 240m/dak kesme hızında 0.4mm/diş ilerleme miktarında 3200mm<sup>3</sup> hacminde talaş kaldırılma işleminde bir sonraki kaldırılan talaş hacmine (6400 mm<sup>3</sup>) göre daha yüksek çıktığı gözlenmiştir. Bunun nedeni işlemenin devam etmesiyle kesici takımın işlemeye alışması ve verimli bir hale gelmesiyle açıklanabilir. Ayrıca şekillere bakıldığında kesme hızının düşük olması aşınma miktarının daha az oluşmasını sağlamıştır. Aşınma deneyleri sonucunda en düşük aşınma uzunluğunun 12.1µm olarak 180m/dak ve 240m/dak kesme hızlarının, 0.4mm/diş ilerleme miktarında, 0.4mm kesme derinliğinde ve 320mm<sup>3</sup> hacminde talaş kaldırılma esnasında oluşmuştur. En yüksek aşınma değeri ise 240m/dak kesme hızında, 0.4mm/diş ilerleme miktarında, 4mm kesme derinliğinde ve her pasoda 0.4mm talaş kaldırılarak 3200mm<sup>3</sup> talaş hacminde (145.8µm) oluşmuştur. En düşük aşınma uzunluğu (12.1µm) ile en yüksek aşınma uzunluğu (145.8µm) arasında %1100 değişim meydana gelmiştir. Kesici takımlarda aşınma türünün tek bir çeşit olması ve bunun da yığıntı talaş (BUE) olması takım geometrisinin düzlemsel değil de eğimsel bir yapıya sahip olması ve kesici takıma gelen yüklerin bir alana değil de daha geniş alana yayılmasına olanak sağlayarak kesici takım yüzeyinde en alt seviye de basıncın meydana gelmesini sağlamıştır.





## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS)

- Aşınma deneylerinde kesme hızının artmasıyla kesici takımın meydana gelen aşınma miktarlarında artış olduğu gözlemlenmiştir.
- En düşük aşınma miktarının 180m/dak kesme hızında 0.4mm talaş derinliğinde 320mm<sup>3</sup> talaş hacminde (7.6µm), en yüksek aşınma miktarının ise 240m/dak kesme hızında 2mm talaş derinliğinde 1600mm<sup>3</sup> talaş hacminde (160.5µm) olduğu gözlemlenmiştir.
- Aşınma başlangıcında yüzey pürüzlülüğünün arttığı gözlemlendi fakat aşınma oluşumundan sonra işlemeye devam edilmesinde yüzey pürüzlülük değerlerinin düştüğü gözlemlenmiştir.
- Aşınma deneylerinde meydana gelen aşınma çeşidinin ise kesici takım üzerinde tedrici olarak birikmesiyle oluşan yığıntı talaş oluşumudur.

Bu deneysel çalışma sonrasında TOOLOX 44 iş parçası malzemesi hakkında aşağıdaki öneriler verilebilir. Buna göre;

- Gerçekleştirilen deneyler sonucunda TOOLOX 44 sıcak iş takım çeliğinin işlenmesinde KC522M kalitesinde kesici takım kullanılabilir.
- Bu çalışmada tek tip kesici takım kullanılmıştır. Daha kapsamlı araştırılma yapılabilmesi amacıyla kesici takım tipi çeşidi artırılabilir.
- Çalışma da kullanılan TOOLOX 44'ün ham malzeme olarak deneyleri gerçekleştirilmiştir. Literatüre ışık tutması amacıyla iş parçası malzemesine çeşitli işlemler (Isıl işlem vb.) uygulanabilir.
- Çalışmada frezeleme yöntemi kullanılarak işlemler gerçekleştirilmiştir. Tornalama ve delme işlemleri kullanılarak işlemler tekrarlanabilir.
- İşleme parametreleri üzerine araştırmaların artırılması ile optimum değerlerin iyileştirilmesi sağlanabilir.
- Çalışmada incelenen takım aşınması deneyleri 6400mm<sup>3</sup> talaş hacmine kadar gerçekleştirilmiştir. Bu değerler daha da artırılarak takım ömrünün bulunması sağlanabilir.

## TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGMENT)

Bu çalışma Karabük Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje Numarası: KBÜ-BAP-15/2-YL-043.

## NOT (NOTE)

Bu çalışma 5-8 Eylül 2017 tarihinde Tiflis-Gürcistan'da düzenlenen "2. International Science Symposium (ISS2017)" sempozyumunda sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

## KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Daghini, L. and Nicolescu, C., (2007). Influence of Inserts Coating and Substrate on Toolox 44 Machining. Swedish Production Symposium
2. Demir, H., Çiftçi, İ., Zeyveli, M. ve Ulaş, H.B., (2009). Eğik Yüzeyleri Frezelemesinde İşleme Yönlerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkileri. UTIS09, İstanbul.
3. Zeyveli, M. ve Demir, H., (2009). AISI 01 Soğuk İş Takım Çeliğinin İşlenebilirliğinin Kesme Kuvvetleri ve Yüzey Pürüzlülüğü Açısından Araştırılması. e-Journal of New World Sciences Academy (NWSA), Cilt:4, Sayı:2, ss:323-331.
4. Gezgin, A., (2007). Prizmatik Parçaların Frezelenmesi Esnasında Kesici Uç Sayısının Takım Ömrü ve Yüzey Pürüzlülüğü Açısından



- Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
5. Şirin, E., Turgut, Y. ve Korkut, İ., (2012). Farklı Sertlikteki AISI D2 Soğuk İş Takım Çeliğinin Frezeleme İşleminde Kesme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğü ve Takım Aşınmasına Etkisi. *Politeknik Dergisi*, Cilt:15 Sayı:1 ss:9-14.
  6. Aouici, H., Bouchelaghem, H., Yallese, M.A., Elbah, M., and Fnides, B., (2014). Machinability Investigation in Hard Turning of AISI D3 Cold Work Steel with Ceramic Tool Using Response Surface Methodology. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Volume: 73, Issue: 9-12, pp: 1775-1788.
  7. Poulachon, G., Moisan, A., and Jawahir, I.S., (2001). Tool-Wear Mechanisms in Hard Turning with Polycrystalline Cubic Boron Nitride Tools. *Wear*, 250, 576-586.
  8. Çetinkaya, C., (2006). An Investigation of the Wear Behaviours of White Cast Irons Under Different Compositions. *Materials & Design*, 27, 437-445.
  9. Carpenter, S.D., Carpenter, D., and Pearce, J.T.H., (2007). XRD and Electron Microscope Study of a Heat Treated 26.6% Chromium White Iron Microstructure. *Materials Chemistry and Physics*, 101, 49-55.
  10. Horng, J.T., Liu, N.M., and Chiang, K.T., (2008). Investigating The Machinability Evaluation of Hadfield Steel in the Hard Turning with Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiC Mixed Ceramic Tool Based on the Response Surface Methodology. *Journal of Materials Processing Technology*, 208, 532-541.
  11. Pavel, R., Marinescu, I., Deis, M., and Pillar, J., (2005). Effect of Tool Wear on Surface Finish for a Case of Continuous and Interrupted Hard Turning. *Journal of Materials Processing Technology*, 170, 341-349.
  12. Lahiff, C., Gordonb, S., and Phelan, P., (2007). PCBN Tool Wear Modes and Mechanisms in Finish Hard Turning. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 23, 638-644.
  13. Daves, M.A., Chou, Y., and Evans, C.J., (1996). On Chip Morphology Tool Wear and Cutting Mechanics in Finish Hard Turning. *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, 45, 77-82.
  14. Çolak, O., (2006). CNC Freze Tezgâhı için Kesme Parametrelerinin Akıllı Yöntemlerle Elektronik Ortamda Optimizasyonu. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
  15. İnternet: SSAB. Toolox 44. <https://www.ssab.com/products/brands/toolox/products/toolox-44>. (15.03.2017).
  16. İnternet: Korkmaz Çelik. [http://www.korkmazcelik.com/urun-plastik\\_kalip\\_celikleri-3.html](http://www.korkmazcelik.com/urun-plastik_kalip_celikleri-3.html). (15.03.2017).