

AISI 316 Östenitik Paslanmaz Çeliğin İşlenmesinde Talaş Kırıcı Formunun Takım Aşınmasına ve Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Emre ALTINKAYA, Abdulkadir GÜLLÜ
Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü
06500 Teknikokullar, ANKARA

ÖZET

Bu çalışmada, AISI 316 paslanmaz çeliğin takma uçlu parmak freze ile işlenirken, kullanılan kesici uç üzerindeki talaş kırıcı formun kesici kenar üzerindeki aşınmaya ve yüzey pürüzlülüğüne etkisi incelenmiştir. Bunun için kesme derinliği sabit tutularak, üç değişik talaş kırıcı formlu takım ve üç farklı kesme hızı (180, 225, 270 m/min) kullanılmıştır. Yapılan deneysel çalışmada, kullanılan kesici takımlardan ERGC kodlu takımın diğer takımlardan daha iyi aşınma ve yüzey pürüzlülüğü sonuçları verdiği ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Paslanmaz çelik, Takım aşınması, Yüzey pürüzlülüğü, Talaş kırıcı.

The Effect of the Form of Chip Breaker on Tool Wear and Surfaces Roughness During Machining of AISI 316 Austenitic Stainless Steel

ABSTRACT

In this study, when machining AISI 316 stainless steel with an end mill the influence of cutting tool chip breakers on tool wear and surface roughness have been investigated. In the process of machining three different chip breakers form and three different cutting speeds (180, 225, 270 m/min) by keeping the dept of cut constant. It was observed that one of the cutting tools with chip breaker ERGC type gave better wear results.

Key Words: AISI 316, Tool wear, Surface Roughness, Chip breaker.

1. GİRİŞ

Talaş kaldırma teorisi kapsamında, kesme kuvvetlerinin ve sıcaklıklarının ölçülmesi, işlenebilirlik, ekonomiklik, kesme sıvısı gibi pek çok alanda araştırmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar sonunda; kesici takımlar, kesme hızları, ilerlemeler, takım geometrisi ve soğutma sıvıları geliştirilmiş ve bu gelişmeler metallerin işlenebilirliğine önemli katkıda bulunmuştur. Buna rağmen takım ömrü, bitirme yüzey kalitesi gibi pek çok alanda yapılması gereken çalışmalara ihtiyaç vardır.

Genellikle sünek malzemelerin uygun kesme hızlarında işlenmesiyle, iş parçasından sürekli ve akıcı olarak talaş ayrılır. Takıma etki eden kuvvetler bu talaş tipinde sabit kalır. Bu durum takım ömrü ve yüzey pürüzlülüğü bakımından istenilmekle birlikte, çalışanın güvenlik tehlikesi ve çıkan talaşın işlenen yüzeye değme ihtimali söz konusudur. Bu nedenle talaşın düzgün bir şekilde kırılabilmesi çok önemlidir. Bu etkileri ortadan kaldırmak için talaş kırıcılar kullanılır. Kendinden talaş kırıcılı uçlarda, sert metal uca presleme yolu ile kırıcı form verilmektedir. Son yıllarda yapılan araştırmalarla, çeşitli talaş kırıcı formları geliştirilmiş ve kullanıma sunulmuştur (1, 2).

Digital Object Identifier 10.2339/2008.11.1.13-17

Frezelemede kullanılan yeni iç ve dış bükey kesici kenar geometrileri, daha düşük eksenel kuvvet ve daha uygun bir kuvvet dağılımı sağlarlar. Talaş kırıcılar, takım ve talaş arasındaki temas uzunluğunu sınırladıkları için, ısı oluşumu azalır ve güç daha verimli kullanılır. Dolayısıyla talaş kırıcılar, talaş oluşumunu iyileştirir, takım ömrünü ve kesici kenarın mukavemetini de artırır (3).

2. TAKIM AŞINMASI

Bütün kesici takımlar talaş kaldırma işlemi sırasında aşınır ve bu aşınma, kesici takımın ömrü tamamlanmaya kadar devam eder (2). Kesici takım ucunun bozulması genellikle aynı anda çok farklı aşınma mekanizması tarafından etkilendiği için çok karmaşık bir olaydır (4).

Bir bitirme işleminde kullanılan değiştirilebilir ucun kesici kenarı, istenilen yüzey hassasiyetini sağlamıyorsa aşınmış demektir. Takım aşınması kesici kenar üzerindeki yük faktörlerinin etkisi altındadır. Aşınma; takım, iş parçası ve işleme şartları arasındaki etkileşimin bir sonucudur. Bu etkileşim; genellikle mekanik, termal ve kimyasal aşındırıcılar ile oluşabilir.

Talaş kaldırma işlemi, talaş yüzeyinde ve kesici ucun yan kenarında çok miktarda ısı oluşmasına sebep olur. Termal (ısı) yük; önemli ölçüde takım malzemesi üzerinde ve frezelemede olduğu gibi, kesici kenarlar iş parçasından ayrılırken ve tekrar girerken ortaya çıkan dinamik bir faktördür.

Talaşın biçimlenme süreci, devamlı olarak yeni bir metal ara yüzeyi oluşturması anlamını taşır ve talaş bu sırada, takım boyunca hayli yüksek sıcaklık ve basınca maruz kalır. Oluşan yüzeyler, metallerin kimyasal reaksiyonları ve difüzyon için oldukça uygun bir ortam hazırlar.

Talaş kaldırma işlemi sırasında, kesici kenar üzerindeki yük faktörlerinin bir sonucu olarak bazı temel aşınma mekanizmaları, metalden talaş kaldırma işlemine etki eder (1). Bu mekanizmalar:

- 1- Abresiv (aşındırıcı ile) aşınma,
- 2- Difüzyon aşınma,
- 3- Oksidasyon aşınması,
- 4- Yorulma ile aşınma (statik ve dinamik),
- 5- Yapışma ile (adhesiv) aşınmadır.

Kesici takımların kaplanması, kesici takım teknolojisinde önemli bir gelişme olarak kabul edilmiştir. İnce ve sert kaplama malzemesinin takım aşınmasını azalttığı ve verimliliği artırdığı bilinmektedir. Bu nedenle kaplama işlemi ilave bir masraf gerektirse de, talaşlı imalat sektöründe kullanılan sementit karbür takımların çoğunluğunu kaplanmış takımlar oluşturmaktadır (5, 6).

Değişik kaplamalı takımlar kullanılarak çok sayıda araştırma yapılmıştır. Yapılan bir çalışmada, östenitik paslanmaz çelik gibi malzemelerde belirli kesme şartlarında yıgıntı talaş oluşumunun çoğunlukla 190 m/min kesme hızı ve 0.75 mm/rev ilerlemede gerçekleştiği belirtilmiştir (7). Başka bir çalışmada, AISI 4140 çeliği PVD yöntemiyle TiAlN kaplanmış kesici takımlar kullanılarak farklı işleme parametreleri ve kesme şartlarında işlenmiştir. Sonuç olarak; kesme hızının artmasıyla takım aşınmasında bir artış olduğu saptanmış, ayrıca, soğutma sıvısı yüksek kesme hızlarındaki ısıdan olumsuz etkilenmiş ve kuru kesme şartlarının, soğutma sıvısı kullanılarak yapılan kesmeden daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir (8, 9).

Kaplamalı takımlar kullanılarak yapılan deneylerde, yan yüzey aşınmasının, ucun kırılmasında, krater aşınmasından daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak takım ömrüne en etkili parametrenin kesme hızı, daha sonra ilerleme ve en son olarak da kesme derinliği olduğu söylenmiştir. Yüzey pürüzlülüğünü etkileyen parametrelerin; sırasıyla ilerleme, daha sonra kesme derinliği ve en son olarak da kesme hızı olduğu gösterilmiştir. Yüzey pürüzlülüğü bakımından kaplamalı takımların karşılaştırılmasında ise, en iyi sonucu TiAlN kaplı takım vermiştir (10, 11, 12).

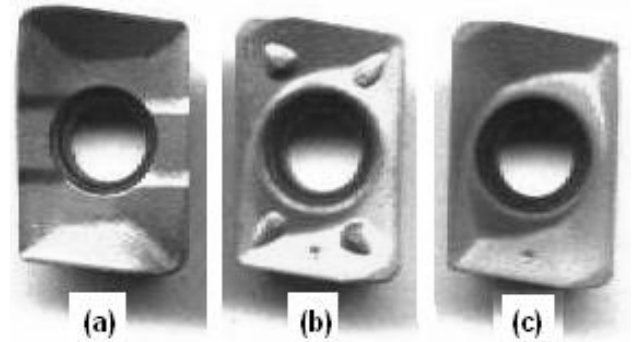
3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Deneysel çalışmalar; AISI 316 östenitik paslanmaz çelikler üzerinde, takma uçlu parmak freze ile Johnford VMC-550 marka CNC dik işleme merkezinde talaş kaldırılarak yapılmıştır. Malzeme boyutları 300x100x65 mm olarak tayin edilmiştir. Malzemenin kimyasal analizi Kırıkkale Çelik Fabrikasında yaptırılmış ve analiz değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. Kullanılan takım tezgâhının; tezgâh gücü 10 kW, maksimum devir sayısı 8000 rev/min (rpm) X eksen 600 mm, Y eksen 500 mm, Z eksen 600 mm, ölçü hassasiyeti 0,001 mm ve işletim sistemi FANUC'tur.

Tablo 1. Deneyde kullanılan AISI 316 malzemesinin kimyasal analiz sonuçları (%)

C	Mn1	Si	P	S
0,0390	1,8116	0,6704	0,0323	0,0056
Cr2	Ni2	Mo	Cu	Al
16,5397	10,2502	1,8877	0,2313	0,0179
V	Ti	Co	Sn	Fe
0,0548	0,0058	0,0628	0,0090	68,3619

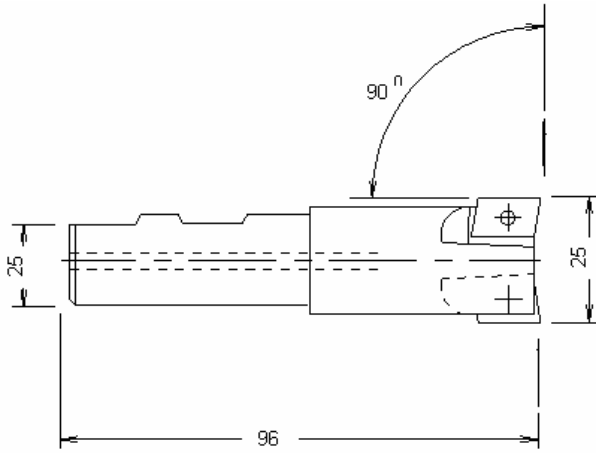
Deneysel çalışmalar sırasında üç farklı talaş kırıcı formuna sahip karbür uç kullanılmış ve soğutma sıvısı kullanılmamıştır. Bu uçlar Kennametal firması tarafından üretilmiş ve ADPT 1035 PDERGP, ADPT 1035 PDSRGC ve ADPT 1035 PDERGC olarak kodlanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. a) ERGP, b) SRGC, c) ERGC

Uçlar, CVD yöntemiyle en üst katmanı TiN ve onun altındaki katmanları sırasıyla TiCN ve TiN olarak üç katman ile kaplanmıştır. Bu takımlar 25A3R040A25SAD10 olarak kodlanmış bir takım tutucuya bağlanmıştır. Tutucunun üzerine üç adet kesici uç bağlanabilmesine rağmen, tek kesici uç kullanılarak toplam kaldırılan talaş miktarı 1/3 oranında azaltılmıştır. Başka bir ifadeyle takım aşınması hızlandırılmıştır (Şekil 2). Kullanılan kesme değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Deney parametreleri uygulamada kullanılabilecek aralıklarda malzeme mekanik

özelliklerine uygun seçilmiş ve takım üreticisi firmanın tavsiyeleri de dikkate alınmıştır.



Şekil 2. Takım tutucusunun ölçüleri

Aşınma deneyleri, belirlenen kontrol mesafesinde takma ucun mikroskop altında incelenmesiyle yapılmıştır. Her kontrol mesafesinde uçtaki aşınma miktarı ve o zamana kadarki kaldırdığı talaş hacmi not edilmiştir. Aşınma seviyesi 0,30 mm'ye ulaştığı zaman, takımın aşındığı kabul edilmiş ve deney sonuçlandırılmıştır.

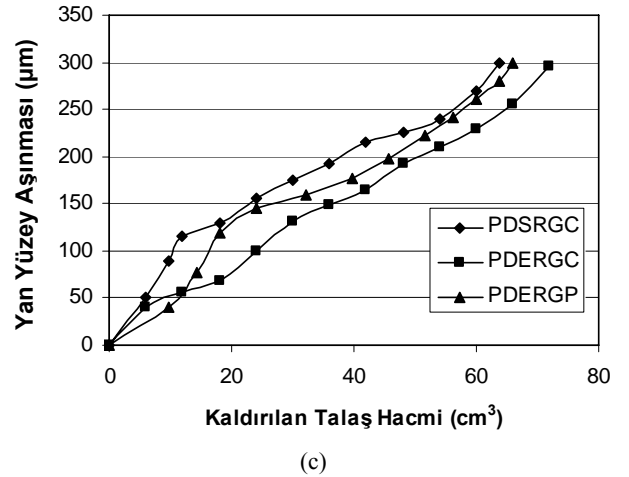
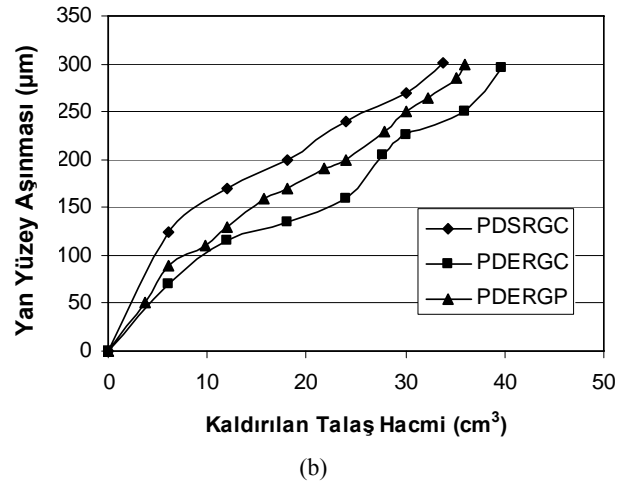
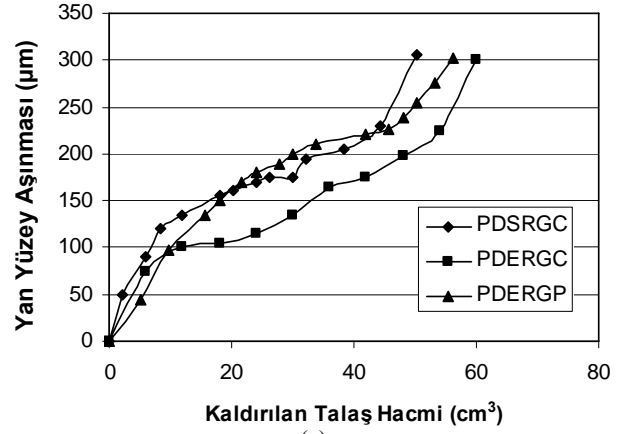
Tablo 2. Talaş kırıcı formunun takım aşınmasına etkisinde kullanılan deney parametreleri

Talaş Kırıcı Formu	Takım Kaplaması	Kesme Hızı (m/min)	İlerleme (mm/diş)
ERGP	TiN/TiCN/TiN	180	0,05
		225	0,10
		270	0,15
SRGC	TiN/TiCN/TiN	180	0,05
		225	0,10
		270	0,15
ERGC	TiN/TiCN/TiN	180	0,05
		225	0,10
		270	0,15

4. DENEYSEL BULGULAR

4.1. Talaş Kırıcı Formun Takım Aşınmasına Etkisi

Şekil 3'de görüldüğü gibi deneylerde kullanılan kesme hızı ve ilerleme değerlerinde, bütün talaş kırıcı formları birbirine yakın sonuçlar vermiştir. Geneline bakıldığında zaman ERGC (Şekil 1 (c)) talaş kırıcı formunun diğerlerinden biraz daha iyi sonuç verdiği ve diğer formlara göre takımın kaldırdığı talaş hacminde %5~8 arasında bir artış olduğu görülmüştür. Ayrıca elde edilen bazı fotoğraflar Şekil 5-7'de verilmiştir.



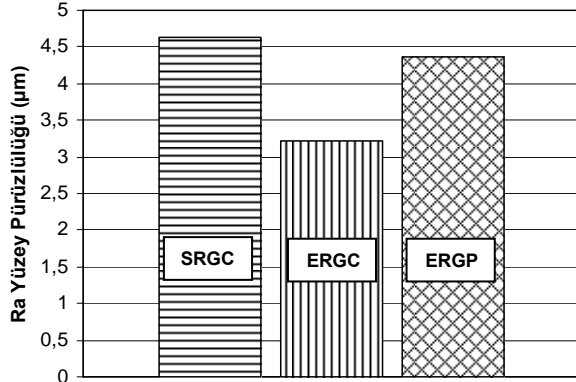
Şekil 3. a) V=180 m/min f=0,05 mm/diş, b) V=225 m/min f=0,10 mm/diş, c) V=270 m/min f=0,15 mm/diş

4.2. Talaş Kırıcı Formunun Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

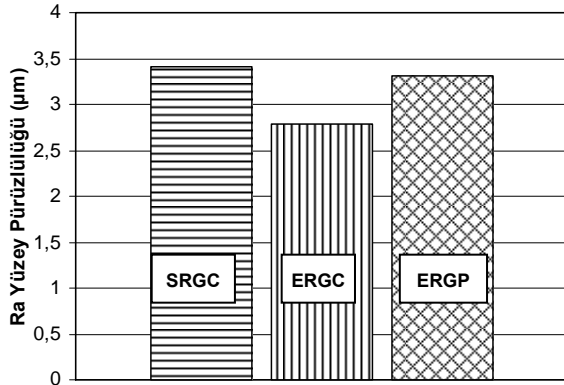
Yapılan deneylerde yüzey pürüzlülükleri de ölçülmüş ve birbirlerine çok yakın sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 4). Aşınma deneyinde olduğu gibi ERGC (Şekil 1 (c)) talaş kırıcı formunun diğer takımlara göre biraz daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. ERGC tipi talaş kırıcı kesici takımında, diğer talaş kırıcı formu takımlara nazaran %7~12 arasında yüzey

pürüzlülüğünde bir iyileşme görülmüştür. Bu durum, kesme hızındaki artışa bağlı olarak artan sıcaklıkla, iş parçası malzemesinin daha kolay deforme olmasına ve akma bölgesi oluşmasına bağlanabilir. Talaş kırıcı deseni, talaşı ne kadar çabuk uzaklaştırırsa, ısınma da o nisbette azalacak, dolayısıyla aşınma gecikecek ve takım ömrü de uzayacaktır (4).

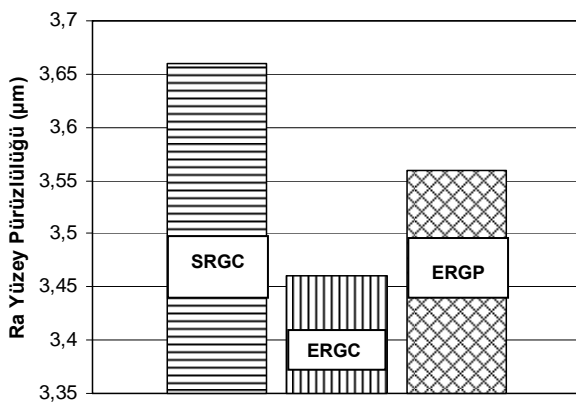
Ayrıca, kesici takım malzemesinin takım-talaş ara yüzey sıcaklığı üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada, yüksek ısının, takımın yapısını daha çabuk bozduğu gözlenmiştir (12, 13).



(a)

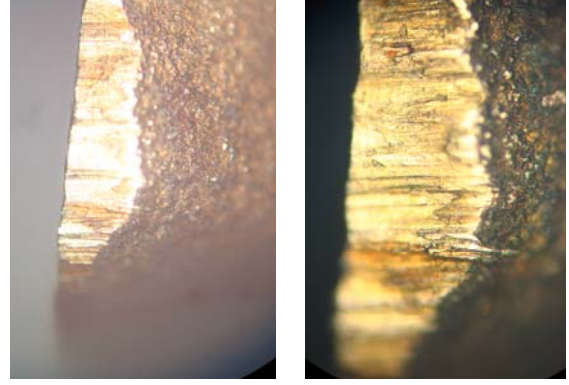


(b)



(c)

Şekil 4. Talaş kırıcı formuna göre yüzey pürüzlülüğü grafikleri, a) $V=180$ m/min $f=0,10$ mm/diş, b) $V=225$ m/min $f=0,05$ mm/diş, c) $V=270$ m/min $f=0,15$ mm/diş

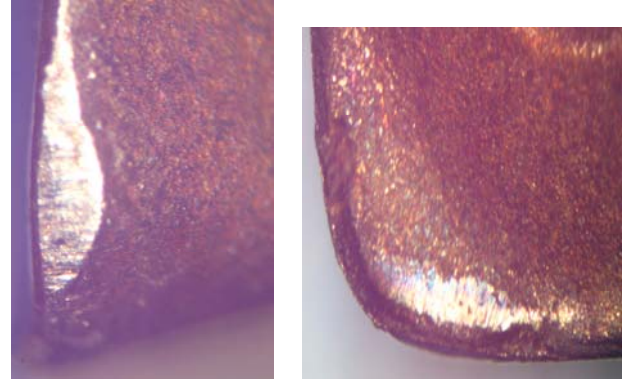


(a)

(b)

Şekil 5. ERGP talaş kırıcı formu takımın $V=180$ m/min kesme hızı ve $f=0,05$ mm/diş ilerlemedeki yan yüzey aşınması a) Yan yüzey aşınması 20x

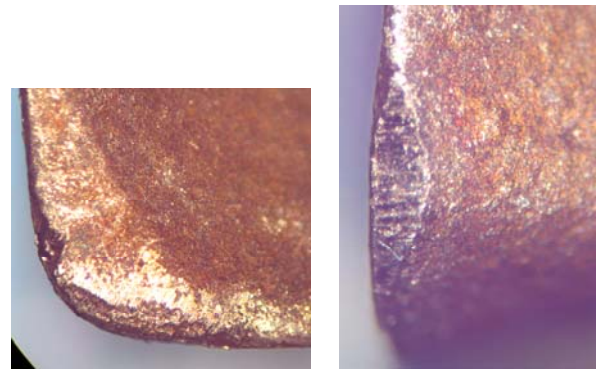
b) Yan yüzey aşınması 50x



(a)

(b)

Şekil 6. SRGC talaş kırıcı formu takımın $V=225$ m/min kesme hızı ve $f=0,10$ mm/diş ilerlemedeki yan yüzey aşınması a) Yan yüzey aşınması b) Talaş yüzeyindeki aşınma



(a)

(b)

Şekil 7. ERGC talaş kırıcı formu takımın $V=270$ m/min kesme hızı ve $f=0,15$ mm/diş ilerlemedeki yan yüzey aşınması a) Talaş yüzeyindeki aşınma b) Yan yüzey aşınması

5. SONUÇLAR

CVD yöntemiyle üç katman TiN/TiCN/TiN kaplanmış üç değişik talaş kırıcı formlu karbür takım kullanılarak, AISI 316 östenitik paslanmaz çelik üzerinde parmak frezeleme ile yapılan deneylerde elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- ERGC kodlu kesici takımın kaldırdığı talaş miktarının, ERGP ve SRGC kodlu kesici takımlardan daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Uygun talaş kırıcı formu, takım ve talaş arasındaki temas uzunluğunu sınırladığı için, talaşı daha çabuk uzaklaştırmaktadır. Böylelikle ısı oluşumu azalmış ve takımın kaldırabileceği talaş miktarı artmıştır.
- Talaş kırıcı formunun yüzey pürüzlülüğüne etkisinin incelendiği çalışmada, ERGC kodlu kesici takımla elde edilen yüzey pürüzlülük değerlerinin, ERGP ve SRGC kodlu kesici takımlardan elde edilen değerlerden az olduğu tespit edilmiştir. ERGC kodlu kesici takımı sırasıyla ERGP ve SRGC kodlu kesici takımlar izlemiştir.

6. KAYNAKLAR

1. Şeker, U., "Takım tasarımı ders notları",
2. Böhler Sert Maden ve Takım Sanayi ve Ticaret A.Ş., "Talaş kaldırma bilgileri", *Yeni Karar Yayıncılık*, İstanbul, 31-42 (1990).
3. Çakır, M.C., and Yahya, I., "Detecting tool breakage in turning AISI 1050 steel using coated and uncoated cutting tools", *Journal of Materials Processing Technology*, 159, 191-198 (2005).
4. Şahin, Y., "Talaş kaldırma prensipleri", *Nobel Yayın Dağıtım*, Ankara, 163-170 (2000).
5. Çiftçi, İ., "Östenitik paslanmaz çeliklerin işlenmesinde kesici takım kaplamasının ve kesme hızının kesme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülüğüne etkisi", *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi* 20 (2): 205-209 (2005).
6. Ducros, C., and Sanchette, F., "Multilayered and nanolayered hard nitride thin films deposited by cathodic arc evaporation. Part 2: Mechanical properties and cutting performances", *Surface & Coatings Technology*, 257:29-37 (2006).
7. Hossein-El-Abou, K. A., and Yahya, Z., "High-speed end-milling of AISI 304 stainless steels using new geometrically developed carbide inserts", *Journal of Materials Processing Technology* 162-163, 596-602 (2006).
8. Khrais, S.K., and Lin, Y. J., "Wear mechanisms and tool performans of TiAlN PVD coated inserts during machining of AISI 4140 steels", *Elsevier Science Direct Wear*, 116:52-58 (2006).
9. Habalı, K., "Kesici takım kaplama malzemesinin takım-talaş ara yüzey sıcaklığı üzerindeki etkisinin deneysel olarak araştırılması", Doktora Tezi, *Gazi Üniversite Makine Eğitim Bölümü*, Ankara, 58-94 (2003).
10. Işık, Y. "Investigating and machinability of tool steel in turning operations", *Materials and Design*, 116:25-33 (2006).
11. Çakır, M.C., and Işık, Y., "Detecting tool breakage in turning AISI 1050 steel using coated and uncoated cutting tools", *Journal of Materials Processing Technology*, 159, 191-198 (2005).
12. Aslan, E., ve Camuşcu, N., "Sertleştirilmiş AISI D3 takım çeliğinin CBN parmak freze ile yüksek hızda işlenmesi", *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 18(3): 453-458 (2005).
13. Ezugwu, E.O., and Wang, Z.M., "The performans of PVD and CVD coated carbide tools when machining nickel based Inconel 718", *Proceedings of the Third ICPCG*, 3: 102-107 (1996).