

AISI 316 Östenitik Paslanmaz Çeliğin İşlenmesinde Kesme Hızının ve Takım Kaplamasının Takım Aşınmasına Etkileri

Emre ALTINKAYA, Abdulkadir GÜLLÜ

ÖZET

Bu çalışmada, AISI 316 paslanmaz çeliğinin takma uçlu parmak freze ile işlenirken, kullanılan kesici uç kaplamasının kesici kenar üzerindeki aşınmaya etkisi incelenmiştir. Bunun için üç değişik kaplamalı takım, üç değişik kesme hızı (180, 225, 270 m/min) kullanılmış ve talaş derinliği sabit tutulmuştur. Kullanılan kesici takımlardan TiAlN malzemesiyle kaplanmış takımın diğer takımlardan daha iyi aşınma sonuçları verdiği ortaya çıkmıştır. TiAlN kaplı kesici takımı sırasıyla TiN/TiCN/TiN kaplanmış takım ve TiN/TiCN/Al₂O₃ kaplanmış takım takip etmiştir.

Anahtar Kelimeler : TiAlN, TiN, Al₂O₃, Paslanmaz çelik, Takım aşınması, Kaplama.

The Effects of Tool Coating and Cutting Speed on Tool Wearing in The Machining of Stainless Steel

ABSTRACT

In this study the influence of cutting tool coating on the wear of cutting edge while milling of AISI 316 austenitic stainless steel by end-mill cutter was investigated. For this process, three different coated tools and three different cutting speeds (180, 225, 270 m/min) were used and the depth of cut was kept constant. It was observed that the tool coated with TiAlN gave the best wear resistance. The tools coated sequentially with TiN/TiCN/TiN and TiN/TiCN/ Al₂O₃ are also good at wear resistance.

Key Words: TiAlN, TiN, Al₂O₃, Stainless steel, Tool wear, Coating.

1. GİRİŞ

İmalatın amacı, ham madde halinde bulunan herhangi bir malzemeyi belirli bir şekle dönüştürmektir. İmalat yöntemleri, mekanik ve kimyasal olmak üzere iki büyük gruba ayrılabilir. Bunlardan en önemlisi olan mekanik imalat yöntemleri de talaşsız ve talaşlı olmak üzere iki gruba ayrılır. İmalat sanayinde metal, alaşım ve dökme demirden yapılan ürünler çeşitli takım tezgâhları kullanılarak üretilirler. Bu nedenle talaş kaldırma işlemi, imalat sanayinde temel üretim işlemlerinin belki de en önemlisidir.

Talaş kaldırma, ucu (ağzı) keskin bir takımla parça üzerinden malzeme kaldırma işlemidir. Talaş kaldırma işlemi, takım ile parça arasındaki izafi hareketlerin bir sonucudur. Takım ile parça arasında kesme (ana), ilerleme (avans) ve yardımcı (ayar) olmak üzere üç türlü hareket vardır. Kesme hareketi esas talaş kaldırma hareketidir. İlerleme hareketi, parçanın uzunluğu veya genişliği boyunca belirli bir kısmının işlenmesini sağlayan harekettir. Yardımcı hareketler ise; takımın parçaya yaklaşma hareketi, ilerleme hareketi bittikten

sonra takımı başlangıç noktasına geri getirme gibi çeşitli ayar hareketlerini kapsar. Genellikle kesme hareketi dönme veya doğrusal, ilerleme ve yardımcı hareketler ise doğrusal hareketlerdir. Bu hareketlerin parça veya takım tarafından yapılması çeşitli talaş kaldırma yöntemlerini meydana getirir. Bu bakımdan tornalama, frezeleme, delme, planyalama, vargelleme ve taşlama olmak üzere esasen beş talaş kaldırma yöntemi vardır.

Kesici takımların kaplanması, kesici takım teknolojisinde önemli bir gelişme olarak kabul edilmiştir. Kaplanmış sementit karbür takımlar esas olarak sementit karbür takımının bir veya daha fazla, aşınmaya dirençli ince katmanla kaplanması ile elde edilen kesici takımlardır. Titanyum karbür (TiC), titanyum nitrür (TiN) ve alüminyum oksit (Al₂O₃) yaygın olarak kullanılan kaplama malzemeleridir. İnce ve sert kaplama malzemesinin takım aşınmasını azalttığı ve verimliliği arttırdığı bilinmektedir. Bu nedenle, kaplama işlemi ilave bir masraf gerektirse de, talaşlı imalat sektöründe kullanılan sementit karbür takımların çoğunluğunu kaplanmış takımlar oluşturmaktadır (1).

Talaş kaldırma teorisi, kesme kuvvetlerinin ve sıcaklıklarının ölçülmesi, işlenebilirlik, ekonomiklik, kesme sıvısı gibi pek çok alanda araştırmalar yapılmış, bu çalışmalar sonunda kesici takımlar, kesme hızları, ilerlemeler, takım geometrisi ve soğutma sıvıları geliştirilmiş ve bu gelişmeler metallerin işlenebilirliğine

Makale 04.12.2006 tarihinde geldi 03.06.2008 tarihinde yayınlanmak üzere kabul edilmiştir.

E. ALTINKAYA, A. GÜLLÜ, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü, Ankara

agullu@gazi.edu.tr

Digital Object Identifier 10.2339/2008.11.3.243-247

önemli katkıda bulunmuştur. Ancak halen takım ömrü, bitirme yüzey kalitesi gibi pek çok alanda yapılması gereken çalışmalara ihtiyaç vardır.

Bu çalışmada, sinterlenmiş karbür takımların AISI 316 çeliğinin, değişik kesme hızlarında frezelenmesindeki performansı araştırılmıştır. AISI 316 östenitik paslanmaz çeliği, makine imalat sanayinde, asansör, gıda işleme ekipmanlarında, mutfak gereçlerinde ve kimya endüstrisinde sıklıkla kullanılmaktadır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

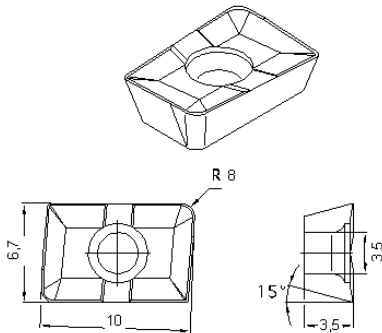
Deneyler; AISI 316 östenitik paslanmaz çelikler üzerinde, takma uçlu parmak freze ile Johnford VMC-550 marka CNC dik işleme merkezinde talaş kaldırılarak yapılmıştır. Malzeme boyutları 300x100x65 mm olarak tayin edilmiştir. Malzemenin kimyasal analiz değerleri Çizelge 2.1.'de verilmiştir. Kullanılan takım tez-

Çizelge 2.1. Deneyde kullanılan AISI 316 malzemesinin kimyasal analiz sonuçları (%)

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

gâhının; 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.

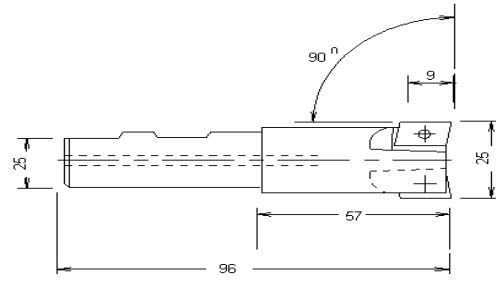
Deneyler sırasında soğutma sıvısı kullanılmamıştır. Üç farklı kalitede sinterlenmiş karbür uç kullanılmıştır. Bu uçlar Kennametal firması tarafından üretilmiş ve ISO kodları ADPT 1035 PDERGP olarak verilmiştir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Deneylerde kullanılan takma uç ölçüleri

Uç kaliteleri de firma tarafından KC 525, KC 725 ve KC 935 olarak kodlanmıştır. KC 525 kaliteli uç PVD

yöntemiyle TiAlN kaplıdır. KC 725 kaliteli uç CVD yöntemiyle en üst katmanı TiN ve onun altındakiler sırasıyla TiCN ve TiN olarak kaplanmıştır. KC 935 kaliteli uç ise en üst katmanı TiN ve onun altındakiler sırasıyla TiCN ve Al₂O₃ olarak kaplanmıştır. Bu takımlar 25A3R040A25SAD10 olarak kodlanmış takım tutucuya bağlanmıştır. Tutucunun üzerine üç adet kesici uç bağlanabilmesine rağmen, kaldırılan talaş miktarını en az seviyede tutabilmek için tek uç bağlanarak deneyler yapılmıştır (Şekil 2.2). Kullanılan kesme hızları 180, 225 ve 270 m/min olarak seçilmiş, ilerleme 0,1 mm/diş, talaş derinliği de 1 mm'de sabit tutulmuştur. Deney parametreleri uygulamada kullanılacak aralıklarda seçilmiş ve takım üreticisi firmanın tavsiyeleri de dikkate alınmıştır. Kesici takım aşınma kriteri, TS ISO 8688'e bağlı kalınarak yan yüzey aşınma şeridi genişliği (VB=0,3 mm) esas alınmıştır ve kesici takımın yan yüzeyinde oluşan aşınma şeridi takımçı mikroskobu vasıtasıyla ölçülmüştür. Ölçme işlemi yapılırken, takımçı mikroskobun altında tutulabilecek bir aparat hazırlanmış ve bu sayede aşınan kenara dik bakılarak ölçme yapılmıştır. Ölçülen değer 0,3 mm seviyesine geldiğinde takım aşınmış kabul edilmiş ve kaldırdığı talaş miktarı kaydedilmiştir.

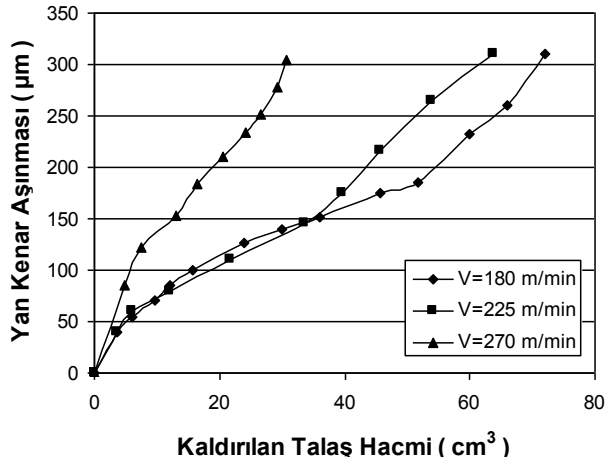


Şekil 2.2. Takım tutucusunun ölçüleri

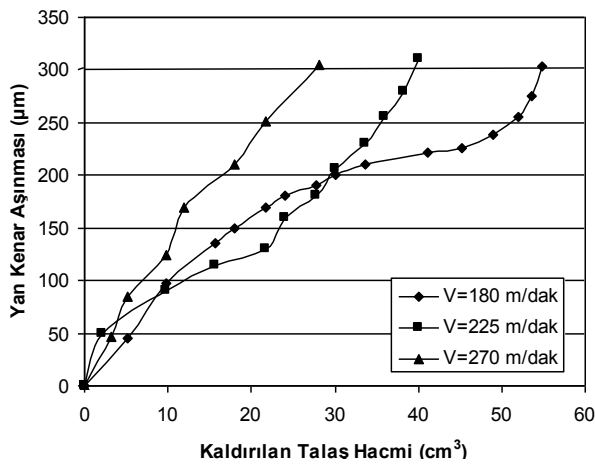
3. DENEYSEL BULGULAR

3.1. Kesme Hızının Takım Aşınmasına Etkisi

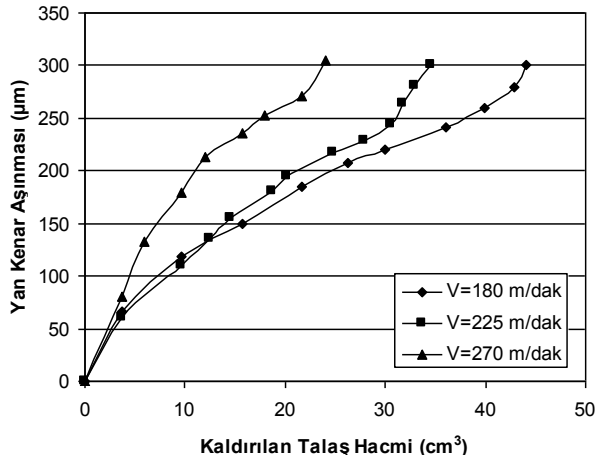
Şekil 3.1'de görüldüğü gibi bütün kesici takım kaplama malzemelerinde, kesme hızının artmasıyla kaldırılan talaş hacmi miktarında bir azalma söz konusudur. Bu durum, yüksek kesme hızlarında ortaya çıkan aşırı ısının kesici takım malzemesinde deformasyonlara yol açmasına bağlanabilir. Bu sonuç literatürle paralellik göstermektedir (2-6). En üst katmanı TiN olarak kaplanmış kesici takımla kaldırılan talaş miktarında, kesme hızının her %25'lik artışına karşın %27-29 arasında bir azalma görülmüştür. TiAlN olarak kaplanmış kesici takımla kaldırılan talaş miktarında ise kesme hızının her %25'lik artışına karşın %11-52 arasında bir azalma görülmüştür. En üst katmanı Al₂O₃ olarak kaplanmış kesici takımla kaldırılan talaş miktarında kesme hızının her %25'lik artışına karşın %22-30 arasında bir azalma görülmüştür. Ayrıca takımda meydana gelen yan kanar aşınmalarının fotoğrafları Şekil 3.2 ve 3.3'de verilmiştir.



(a)

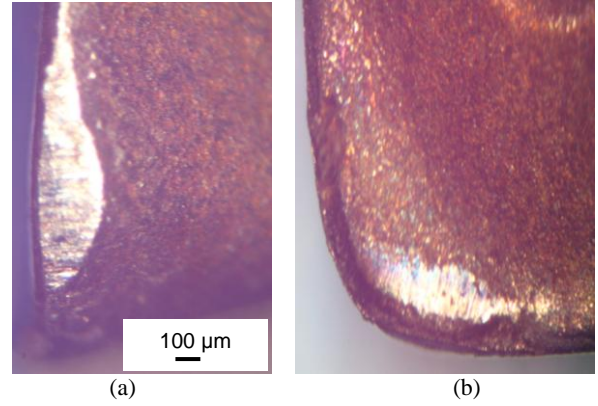


(b)

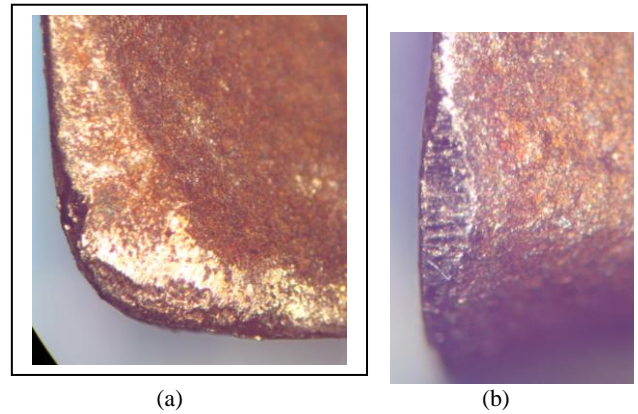


(c)

Şekil 3.1. a) TiAlN kaplı kesici takım b) En üst katmanı TiN kaplı kesici takım c) En üst katmanı Al_2O_3 kaplı kesici takım



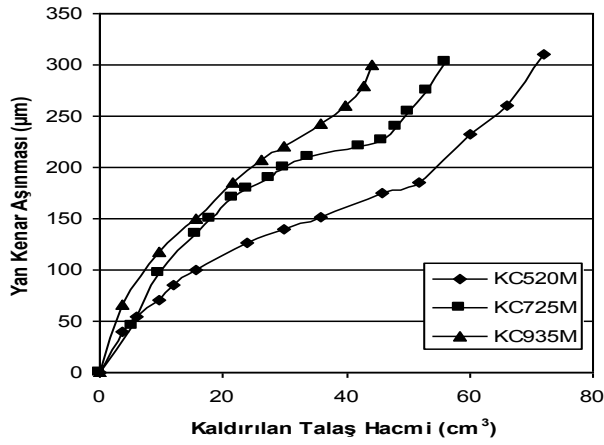
Şekil 3.2. En üst katmanı TiN olarak kaplanmış takımın $V=225$ m/min kesme hızı ve $f=0,05$ mm/diş ilerlemedeki yan kenar aşınması a) Yan kenar aşınması b) Takımın talaş yüzeyindeki aşınma



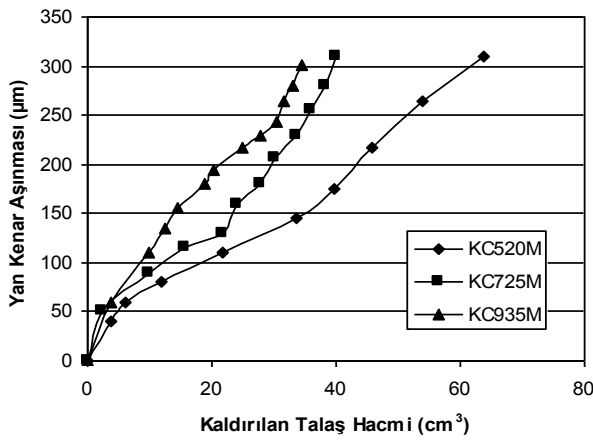
Şekil 3.3. En üst katmanı TiN olarak kaplanmış takımın $V=270$ m/min kesme hızı ve $f=0,15$ mm/diş ilerlemedeki yan kenar aşınması a) Takımın talaş yüzeyindeki aşınma b) Yan kenar aşınması

3.2. Takım Kaplamasının Takım Aşınmasına Etkisi

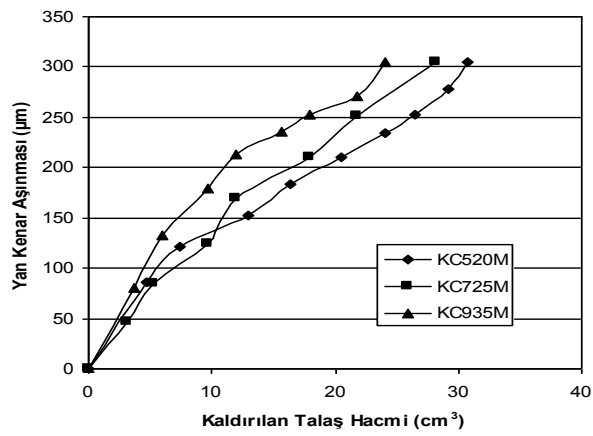
Şekil 3.4'de görüldüğü gibi kullanılan bütün kesme hızlarında, TiAlN kaplı kesici takımın kaldırdığı talaş hacmi diğer takımlara göre daha fazla olmuştur. TiAlN malzemesini sırasıyla TiN ve Al_2O_3 kaplama malzemeleri takip etmektedir. Bu durum, TiAlN kaplama malzemesinin diğer malzemelere göre daha yüksek sertlik değerlerine, yüksek oksidasyon sıcaklığı değerlerine ve düşük sürtünme katsayısına atfedilmiştir. Bu sonuç mevcut literatürün pek çoğuyla paralellik göstermektedir (1, 2, 3, 6). Ayrıca takımında meydana gelen yan kenar aşınmalarının fotoğrafları Şekil 3.5-3.7'de verilmiştir.



(a)

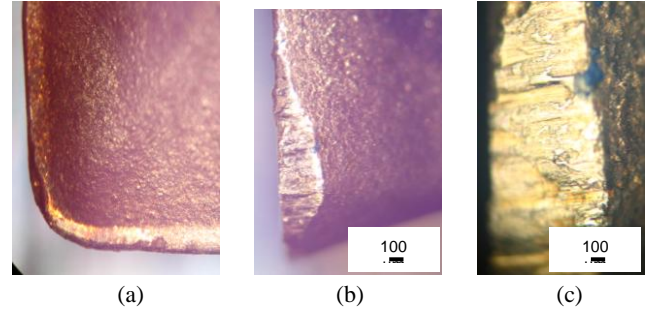


(b)

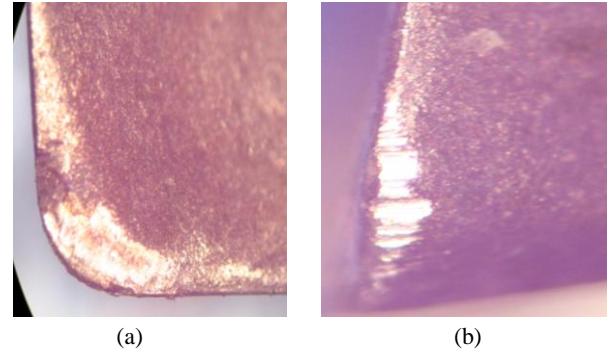


(c)

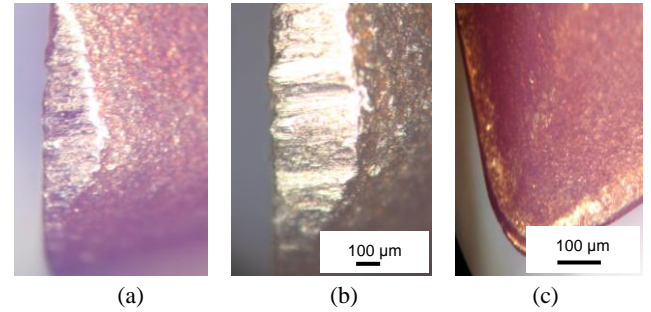
Şekil 3.4. a) $V=180$ m/min'de, b) $V=225$ m/min'de, c) $V=270$ m/min'de takım kaplamalarının yan kenar aşınmasına etkisi.



Şekil 3.5. En üst katmanı Al_2O_3 olarak kaplanmış takımın $V=270$ m/dak kesme hızı ve $f=0,05$ mm/diş ilerlemedeki yan kenar aşınması a) Takım talaş yüzeyindeki aşınma b) Yan kenar aşınması c) Yan kenar aşınması



Şekil 3.6. TiAlN kaplamalı takımın $V=180$ m/min kesme hızı ve $f=0,15$ mm/diş ilerlemedeki yan kenar aşınması, a) Takımın talaş yüzeyindeki aşınma, b) Yan kenar aşınması



Şekil 3.7. En üst katmanı TiN olarak kaplanmış takımın $V=225$ m/min kesme hızı ve $f=0,05$ mm/diş ilerlemedeki yan kenar aşınması, a) Yan kenar aşınması, b) Yan kenar aşınması, c) Takım talaş yüzeyindeki aşınma

4. SONUÇLAR

PVD yöntemiyle tek katman TiAlN kaplanmış, CVD yöntemiyle üç katman TiN/TiCN/TiN kaplanmış takım ve CVD yöntemiyle üç katman TiN/TiCN/ Al_2O_3 kaplanmış üç değişik karbür takım ve üç değişik kesme hızı (180, 225, 270) kullanılarak, AISI 316 östenitik paslanmaz çelik üzerinde parmak frezeleme ile yapılan deneylerde elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- TiAlN kaplı kesici takımın kaldırdığı talaş miktarının, TiN/TiCN/TiN ve TiN/TiCN/Al₂O₃ kaplanmış kesici takımlardan daha fazla olduğu tespit edilmiştir.
- TiAlN kaplı kesici takımını sırasıyla TiN/TiCN/TiN ve TiN/TiCN/Al₂O₃ kaplanmış kesici takımlar izlemiştir.
- Kesme hızının artmasıyla beraber kaldırılan talaş hacminde bir düşme olduğu tespit edilmiştir. Bu da kesme hızındaki artışın takım ömrünü olumsuz etkilediğini göstermiştir.

5. KAYNAKLAR

1. Çiftçi, İ., “Östenitik paslanmaz çeliklerin işlenmesinde kesici takım kaplamasının ve kesme hızının kesme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülüğüne etkisi”, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 20, No 2, 205-209, (2005).
2. Hossein-El-Abou, K. A., and Yahya, A., “High-speed end-milling of AISI 304 stainless steels using new geometrically developed carbide inserts”, Journal of Materials Processing Technology 162-163 (2006) 596-602 (2006).
3. Kahrais, S.K., and Lin, Y. J., “Wear mechanisms and tool performance of TiAlN PVD coated inserts during machining of AISI 4140 steels”, Elsevier Science Direct Wear (2006).
4. Yahya, I. “Investigating and machinability of tool steel in turning operations”, Materials and Design (2006).
5. Özses, B., “Bilgisayar sayısal denetimli takım tezgahlarında değişik işleme koşullarının yüzey pürüzlülüğüne etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, Ankara, 1-35 (2002).
6. Ghani, A.K., and Choudhury, L.A., “Study of tool life surface roughness and vibration in machining nodular cast iron with ceramic tool”, Journal of Materials Processing Technology, 127: 17-22 (2002).