

VANADIS 10 SOĞUK İŞ TAKIM ÇELİĞİNİN İŞLENMESİNDE KESME PARAMETRELERİNİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİSİ

THE INFLUENCES OF CUTTING PARAMETERS ON SURFACE ROUGHNESS IN MACHINING OF VANADIS 10 COLD TOOL WORK STEEL

Mehmet BOY^{a,*}, Halil DEMİR^b, İhsan KORKUT^c

^{a,*} Karabük Üniversitesi, Karabük, Türkiye, mboy@karabuk.edu.tr

^b Karabük Üniversitesi, Karabük, Türkiye, hdemir@karabuk.edu.tr

^c Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, ikorkut@gazi.edu.tr

Özet

VANADIS 10 çeliği endüstride yüksek nitelikleri sebebiyle soğuk iş takım çeliği gibi aşınma dayanımı istenen yerlerde kullanılır. Bu çalışmada Vanadis 10 çeliğinden hazırlanmış numuneler üzerinde işlenebilirlik deneyleri yapılmıştır. Deneyler sekiz farklı kesme hızı (75, 100, 125, 150, 200, 250, 300 ve 350 m/dak), beş farklı ilerleme hızı (0.04, 0.06, 0.08, 0.10 ve 0.12 mm/dev) ve sabit bir kesme derinliğinde (1mm) yapılmıştır. Deneyler tornalama yöntemiyle CVD ile kaplanmış, yuvarlatılmış ve wiper (silici) uç geometrisinde iki tip sementit karbür kesici takım kullanılarak yapılmıştır. Yapılan deneylerde yüzey pürüzlülük değerleri ölçülmüş ve işleme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Normal uç yarıçapı ile 250 m/dak kesme hızında ve 0,01 mm/dev ilerleme miktarında, Wiper uç ile 125 m/dak kesme hızında 0,10 mm/dev ilerleme miktarında en düşük yüzey pürüzlülükleri elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: VANADIS 10, İşlenebilirlik, Yüzey pürüzlülüğü, Kesme parametreleri, Wiper uç

Abstract

VANADIS 10 steel is used in the industry where high wear resistance is needed like cold work tool steel due to its superior properties. In this study, machinability tests were conducted on workpieces prepared from Vanadis 10 steel. The machinability tests were carried out at eight different cutting speeds (75, 100, 125, 150, 200, 250, 300 and 350 m/min), five different feed rates (0.04, 0.06, 0.08, 0.10 and 0.12 mm/rev) and a fixed depth of cut of 1 mm. The tests were carried out through turning process using two CVD coated cemented carbide tools. One of these tools had conventional nose radius and the other had wiper nose geometry. Machined workpiece surface roughness values were measured and the effects of cutting parameters on surface roughness were investigated. The lowest surface roughness values were obtained at 250 m/min cutting speed and 0.10 mm/rev for conventional nose radius at 125 m/min cutting speed and 0.10 mm/rev for wiper nose geometry.

Keywords: VANADIS 10, Machinability, Surface roughness, Cutting parameters, Wiper tool nose geometry

1. Giriş

Bütün talaş kaldırma işlemlerindeki temel amaç (frezeleme, tornalama, taşlama, delme, vb.) iş parçalarında istenilen geometri ve hassas bir bitirme yüzeyi oluşturmaktır. Modern talaş kaldırma yöntemlerinde teknolojinin gelişmesi ile birlikte boyutsal tamlığın yanı sıra yüzey kalitesi de önemli bir unsur olarak ortaya çıkmıştır. Talaş kaldırma işleminin amacı, parçalara sadece bir şekil vermek değil, bunları geometri, boyut ve yüzey bakımından parça resminde gösterilen belirli bir doğruluk derecesine göre imal etmektedir [1]. Üretilen bir makine elemanının fonksiyonunu yerine getirebilmesinin de yüzey kalitesinin önemi büyüktür. Elemanın düzlemsellik veya yuvarlaklık gibi özelliklerinin yanı sıra işleme yöntemine bağlı olarak, yüzeyin mikro yapısına da dikkat edilmesi gerekir. Talaş kaldırma ve yüzey işleme işlemlerinde uygun kesme ve işleme parametrelerinin seçimi sayesinde istenilen yüzey kalitesinin sağlanması mümkündür [2].

İmalatta en ekonomik ve en iyi yüzey kalitesi için uygun parametrelerin hesaplanması amaçlanır. Örneğin talaşlı imalatta yüzey pürüzlülük değerinin azaltılması takım-iş parçası malzeme çiftine, kesme koşullarına, takım tezgahına, talaş derinliğine, ilerleme miktarı ve kesme hızlarına, soğutma sıvısına, kesici takımın uç yarıçapına ve talaş açısı gibi birçok faktöre bağlıdır [3]. Bu parametrelerin doğru olarak seçilebilmesi için birbirleri ile olan ilişkileri deneysel verilerle ortaya konulması, imalat sektöründe yaygın olarak kullanılan malzemeler için bir ihtiyaç olarak ortaya çıkmıştır. Son yıllarda yüzey pürüzlülüklerinin ölçümünde deneysel çalışmaların yanı sıra matematiksel modellerde kullanılmaktadır [4].

Literatürde, yüzey pürüzlülüğü, yüzey pürüzlülüğü ölçme yöntemleri ve yüzey pürüzlülüğüne etki eden faktörle ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Chen, CBN kesici takımlar kullanarak orta sertlikteki çeliklerin (45-55 HRC) işlenmesinde kesme kuvvetleri ve yüzey bitirme işlemlerini araştırmıştır. En iyi yüzey pürüzlülüğünün, kesme hızının artırılması ve daha az aşınmış takımla elde edildiğini belirtmiştir [5]. Chou vd. AISI 52100 çeliğinin farklı kesme şartlarında işlenmesinde takım uç yarıçapının yüzey pürüzlülüğüne etkilerini, takım aşınmasını, kesme kuvvetlerini ve beyaz katman derinliğini araştırmışlardır. Sonuçta, takım uç yarıçapının artmasıyla yüzey kalitesinin iyileştiği fakat bunun yanında takım aşınmasının, kesme kuvvetlerinin ve spesifik kesme enerjisinin arttığı görülmüştür [6]. Zeyveli vd. GGG 40 küresel grafitli dökme

demir (KGDD) malzemesinin işlenmesinde, kesme hızı ve ilerleme hızının, yüzey pürüzlülüğüne etkisini deneysel olarak araştırmışlardır. Kesme hızı ile yüzey pürüzlülüğü ilişkisinde, yüksek kesme hızı ve düşük ilerlemede yüzey pürüzlülüğü azaldığı ve Wiper (silici) uç ile işlemede ilerleme arttıkça yüzey pürüzlülüğünün azaldığı görülmüştür [7]. Lima vd. AISI 4340 düşük alaşımlı çelik ve AISI D2 soğuk takım iş çeliklerinin tornalanmasında kesme kuvvetleri, yüzey pürüzlülüğü, takım ömrü ve aşınma mekanizmalarını araştırmışlardır. İki farklı sertliğe sahip AISI 4340 malzemesinin işlenmesinde iki farklı sertlik (42 ve 48 HRC) kullanılmıştır. Düşük ilerleme ve talaş derinliklerinde düşük sertliğe sahip AISI 4340 malzemesinin işlenmesinde yüksek kesme kuvvetleri elde edilmiş, kesme hızının artmasıyla yüzey pürüzlülüğünde iyileşme görülürken, ilerlemenin atması ile bir kötüleşme görülmüştür. AISI D2 malzemesinin tornalanmasında ise taşlama kalitesine yakın bir yüzey pürüzlülüğü elde edilmiştir [8]. Özses'in AISI 5140, AISI 4140, St37 malzemeleri kullanarak yaptığı deneysel çalışmalarda, malzemenin karbon miktarına bağlı olarak değişen sertlik ve mekanik özelliklerin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği görülmüştür. İşleme parametreleri olarak kesme hızının artırılması ile yüzey pürüzlülüğünün iyileştiği fakat kesme hızının artırılması durumunda takım aşınmasının hızlandığı dolayısı ile takım ömrünün azaldığı anlaşılmıştır. İlerleme miktarındaki artış ile yüzey pürüzlülüğünün arttığı ve ilerlemenin yüzey pürüzlülüğüne en çok etki eden parametre olduğu tespit edilmiştir. Kesici uç yarıçapının da yüzey pürüzlülüğünü etkilediği, uç yarıçapının büyümesi ile yüzey pürüzlülüğünün azaldığı gözlenmiştir [9].

Bu çalışmada, torna tezgahında özel bir soğuk iş çeliği olan VANADIS 10'un işlenebilirliğinde yüzey pürüzlülüğüne etki eden kesme parametreleri dikkate alınarak işlenebilirlik deneyleri yapılmıştır. Ayrıca, birçok kesici takım üreticisi tarafından tavsiye edilen, işleme zamanının kısaltılmasını ve yüzey pürüzlülüğünün iyileştirilmesini sağlayan wiper (silici) takım geometrisi ile deneyler yapılmıştır.

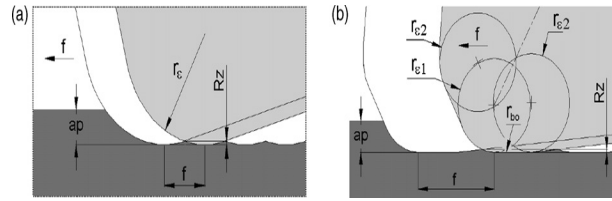
2. Malzeme ve Metot

Bu çalışmadaki temel amaç VANADIS 10 çeliğinin farklı kesici takım uç geometrisi ve kesme şartlarında yapılan tornalama işleminde elde edilen yüzey pürüzlülüklerinin karşılaştırılması ve işlenebilirliğe etkilerinin araştırılmasıdır. Bu nedenle tornalama yöntemi ile yapılan deneylerde $\varnothing 50 \times 250$ mm ölçüsüne sahip Assab Korkmaz tarafından patentli olarak üretilen soğuk takım iş çeliği numuneleri kullanılmıştır. Bu malzemenin kimyasal bileşimi Tablo 1'de verilmiştir. Bu malzeme, tokluk, aşınma direnci, yüksek abrasif aşınma direnci, homojen mikroyapı, yüksek sertleşebilirlik, ısıl işlemede ölçü hassasiyeti, yüzey işlemlerine uygunluk gibi özelliklere sahiptir. Bu özelliklerinden dolayı kalıptan çok uzun ömür ve yüksek nitelikli parça istenen soğuk iş malzemelerinde, abrasif aşınmanın ve ağız dökülmesinin sorun olarak görüldüğü yerlerde, kesme ve form verme, hassas kesme, derin çekme, toz presleme ve soğuk dövme işlemlerinde kullanılmaktadır.

Çizelge 1. VANADIS 10 kimyasal bileşimi

Kimyasal kompozisyon (%)	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Sertlik
	2,9	0,5	0,5	8	1,5	9,8	280-310 HRB

İşlenebilirlik deneylerinde Taksan TMC 500V CNC torna tezgahı kullanılmıştır. Tezgahın gücü 10 kW, iş mili devri 6000 dev/dak, iş parçası maksimum boyu 550 mm, hassasiyet 0.001 mm, taret hane sayısı 12'dir. Deneylerde kullanılan kesici takım ticari kalite CVD yöntemiyle çoklu kaplanmış sementit karbür kesici takım olup Kennametal marka CNMG120404 FR ve CNMG120404 FW formunda ve KC9225 kalitesindedir. Kesici takıma ait uç yarıçapı 0,4 mm ve 0,4 mm wiper olarak seçilmiştir. Wiper kesici takım uç geometrisi Şekil 1'de görülmektedir [10]. Kesici takımın en üst kaplama TiN, Al_2O_3 ve onun altındakiler de sırasıyla Al_2O_3 , MT-TiCN ve TiN'dür. Kesici takım yavaşma açısı 75° olacak şekilde tasarlanmış PCBN-R/L 2525M16 metrik formundaki takım tutucuya mekanik sıkımlı olarak tespit edilmiştir.



Şekil 1. Normal uçlarla karşılaştırılması (a) Wiper şekli (b) Semboller; f ilerleme; a_p talaş derinliği; r_{e1} ve r_{e2} wiper Eğrilik yarıçapları; r_{b0} Parçayı düzeltme yarıçapı; Rz yüksekliği

VANADIS 10 malzemesinin yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesinde sekiz farklı kesme hızı (75, 100, 125, 150, 200, 250, 300 ve 350 m/dak) ve beş farklı ilerleme hızı (0.04, 0.06, 0.08, 0.10 ve 0.12 mm/dev) seçilmiştir. Talaş derinliği ise tüm kesme parametrelerinde sabit ($a_p=1$ mm) alınıp, tornalama deneyleri kuru kesme şartlarında gerçekleştirilmiştir.

Yüzey pürüzlülük ölçme cihazı olarak Mahr marka Marsurf PS1 tipi masaüstü yüzey pürüzlülük cihazı kullanılmıştır. Pürüzlülük ölçümleri malzemenin 50 mm uzunlukta tornalanması ile elde edilen yüzeylerde yapılmıştır. Yüzey pürüzlülük ölçümleri işlenmiş yüzeylerde başlangıç, orta ve bitiş kısmı olmak üzere üç farklı yerde, üç tekrar ile ölçülmüş ve bu değerlerin ortalamaları alınmıştır.

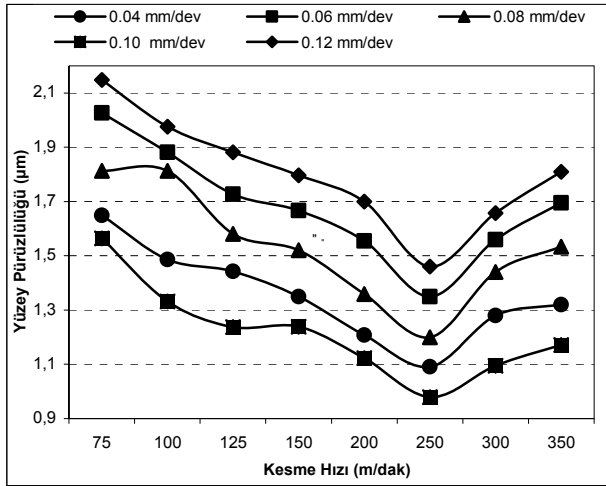
3. Deney Sonuçları ve Tartışma

VANADIS 10 malzemesinin işlenmesinde sekiz farklı kesme hız ve beş farklı ilerleme miktarı kullanılarak deneyler yapılmıştır. Bu deneyler sonucunda elde edilen verilerin kesme hızı-yüzey pürüzlülüğü ve ilerleme miktarı - yüzey pürüzlülüğü grafikleri çizilmiştir. Bu grafikler incelenerek işleme parametrelerinin işlenebilirlik ve yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi belirlenmiştir.

3.1 Kesme hızının yüzey pürüzlülüğüne etkisi

Bu çalışmada farklı kesme hızı değerleri ve değişken ilerleme hızı değerlerinde deneyler yapılmıştır. Bu deneylere göre kesme hızı-yüzey pürüzlülüğü arasındaki ilişki Şekil 2'de görülmektedir. Grafikte kesme hızının artması ile yüzey pürüzlülüğü değerinde azalma görülmektedir. Buradaki en dikkat çekici nokta 250 m/dak'lık kesme hızına kadar tüm ilerleme değerlerinde elde edilen yüzey pürüzlülük değerlerinde bir düşme

görülmektedir. Ancak 300 ve 350 m/dak kesme hızı aralığında, elde edilen yüzey pürüzlülük değerlerinde bir artış görülmektedir. Yüzey pürüzlülük değerlerindeki bu artışın, yüksek kesme hızlarında takım aşınmasından kaynaklanan bir durum olduğu düşünülmektedir. Şekil 2'de görüldüğü gibi bu malzeme için en uygun kesme hızının 250 m/dak olduğu görülmüştür.



Şekil 2 : Yüzey pürüzlülüğü –Kesme hızı ilişkisi

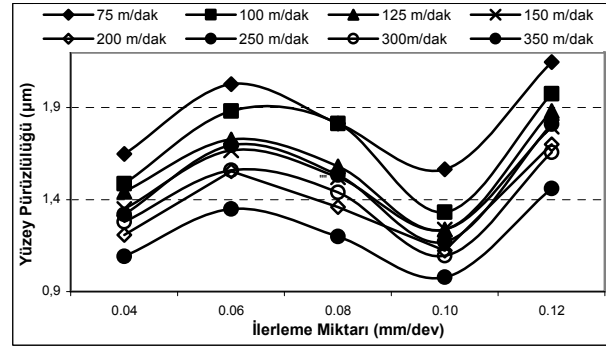
3.2 İlerleme miktarının yüzey pürüzlülüğüne etkisi

Şekil 3'de ilerleme miktarı ile yüzey pürüzlülüğü arasındaki ilişki gösterilmiştir. Normal şartlarda ilerleme miktarının artışıyla yüzey kalitesinin kötüleşmesi beklenirken, burada tersi bir eğilim gözlenmiştir. Yapılan inceleme sonucunda, ilerleme miktarı 0.06 mm/dev'den 0.10 mm/dev'e yükseldiğinde yüzey pürüzlülük değerinde bir azalma görülmüştür. Bu durum, ince işleme şartları için seçilmiş olan 0.4 mm uç yarıçapının ince işleme şartlarında olumsuz bir reaksiyonu olarak değerlendirilebilir. Normalde 0.4 mm'lik uç yarıçapı için ISO 3685'de 1 mm'lik talaş derinliği referans alındığında minimum ilerleme miktarının 0.10 mm/dev olduğu, fakat 0.08 mm/dev ilerleme verilen sınırlar arasında kaldığı görülmüştür. Diğer ilerleme miktarları 0.4 mm uç yarıçapı için, Şekil 1'de belirtilen sınırların dışına çıkmıştır. İlerleme miktarı 0.10 mm/dev'den 0.12 mm/dev'e artırıldığında yüzey pürüzlülük değerlerinde bir artış olduğu görülmüştür. İlerleme miktarı arttıkça özellikle 0.08 ve 0.10 mm/dev'de, BUE oluşumunun ilerleme ile birlikte azaldığı ve yüzey pürüzlülük değerinde bir iyileşme olduğu düşünülmektedir. Bu malzeme için ideal ilerleme miktarının 250 dev/dak kesme hızında 0.10 mm/dev olduğu görülmüştür.

3.3. VANADIS 10 malzemesinin 0.4 mm yarıçaplı Wiper kesici uç ile işlenmesinde oluşan yüzey pürüzlülüğü

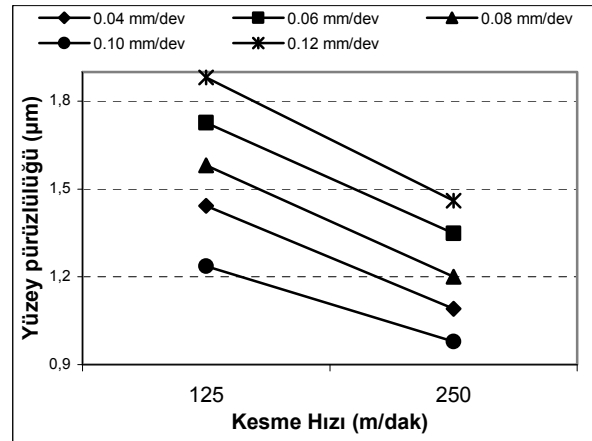
Bu çalışmanın en dikkat çekici yanlarından bir tanesi yüzey pürüzlülüğü çalışmalarında radüslü (yarıçaplı) kesici uçlara nazaran daha iyi sonuçlar verdiği belirtilen wiper uç geometrisinin kullanılmasıdır. Literatür araştırmalarında daha çok takım çeliklerinin (sünek malzemeler) işlenmesinde kullanılan wiper uç geometrisinin VANADIS 10 gibi sert malzemelerin işlenmesinde nasıl bir performans gösterdiği araştırılmıştır. Bu amaçla iki farklı

kesme hızı ve beş farklı ilerleme miktarı kullanılarak wiper kesici uç ile aynı deneyler yapılmış ve veriler elde edilmiştir. Bu verilerle normal uç yarıçaplı takımından elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri karşılaştırılmıştır.



Şekil 3: Yüzey pürüzlülüğü –ilerleme miktarı arasındaki ilişki

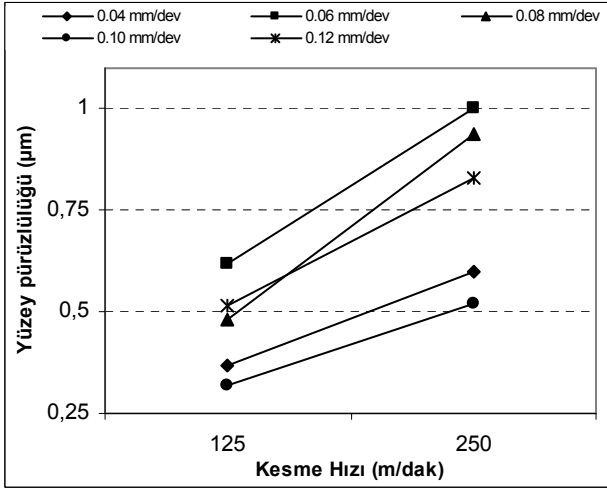
Wiper kesici uç ile normal uç yarıçaplı takım ile yapılan deneylere göre kesme hızının yüzey pürüzlülüğüne etkisini gösteren grafikler Şekil 4 ve 5'te görülmektedir. Grafığe göre normal uç yarıçaplı takımında kesme hızının artması ile yüzey pürüzlülük değerinin tüm ilerleme miktarlarında yaklaşık % 76-80 oranında azaldığı, wiper uçlu takımında ise 0.04, 0.06 ve 0.12 mm/dev ilerlemelerde yaklaşık %160-162, 0.08 ve 0.10 mm/dev ilerlemelerde yaklaşık %195 oranında arttığı görülmüştür. Burada en düşük yüzey pürüzlülük değeri wiper uç ile 125 m/dak kesme hızında, 0.10 mm/dev ilerleme miktarında elde edilmiştir.



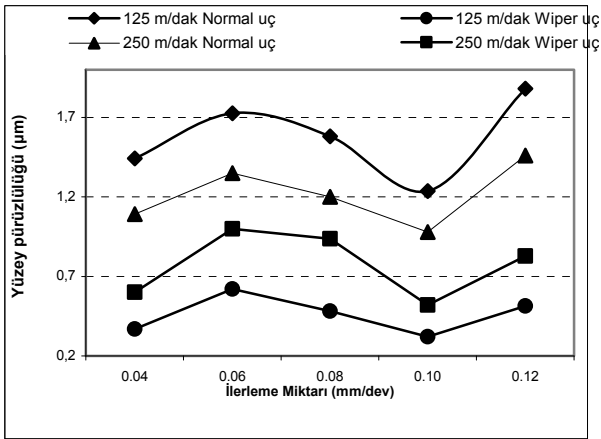
Şekil 4: Normal uç yarıçaplı takım için yüzey pürüzlülüğü – kesme hızı ilişkisi

Normal uç yarıçaplı ve wiper uçlu kesici takımlar ile yapılan deneylerde ilerleme hızına göre yüzey pürüzlülüğündeki değişim ise Şekil 6'da görülmektedir. Bu grafikte her iki kesici takımında eğilimin aynı olduğu görülmüştür. Fakat tek fark wiper uçlarla elde edilen yüzey pürüzlülük değerlerinin diğerlerine göre daha iyi olduğu görülmüştür. 125 m/dak kesme hızında normal uç ile wiper uç karşılaştırıldığında, tüm ilerleme miktarlarında %26 - %36 arasında yüzey pürüzlülük değerlerinde bir azalma olduğu görülmüştür. En fazla azalma miktarı % 36 ile 125 m/dak'da 0.06 mm/dev ile elde edilmiştir. 250 m/dak kesme hızında normal uç ile wiper uç karşılaştırıldığında, tüm ilerleme miktarlarında

%55 - %78 arasında yüzey pürüzlülük değerlerinde bir azalma olduğu görülmüştür. En fazla azalma miktarı % 78 ile 250 m/dak'da 0.08 mm/dev ile elde edilmiştir. Grafiğe göre en düşük yüzey pürüzlülüğü 0.10 mm/dev ilerleme hızında ve 125 m/dak kesme hızında 0.32 μm elde edilmiştir. Bu değer dışında elde edilen en düşük pürüzlülük 0.04 mm/dev ilerleme hızı ve 125m/dak kesme hızında 0.37 μm elde edilmiştir. Grafikte görüldüğü üzere 0.06 mm/dev ilerleme hızında yüzey pürüzlülük değeri artmakta, 0.08 ile 0.10 mm/dev ilerlemeye kadar düşmekte sonrasında tekrar artmaktadır.



Şekil 5. Wiper uçlu takım için yüzey pürüzlülüğü – kesme hızı ilişkisi



Şekil 5 : Yüzey pürüzlülüğü – İlerleme miktarı ilişkisi

4. SONUÇLAR

Bu çalışma sonucunda VANADIS 10 malzemesinin farklı takım geometrisi ve kesme şartları ile yapılan deneylerinde yüzey pürüzlülük değerleri elde edilmiş ve bu kapsamda elde edilen verilerin ortak değerlendirilmesi neticesinde aşağıda ifade edilen sonuçlar çıkarılmıştır.

- Kesme hızının artmasıyla yüzey pürüzlülük değerinin azaldığı fakat yüksek kesme hızlarında ise yüzey

pürüzlülüğünün arttığı görülmüştür. Bunun sebebinin takım aşınmasına bağlı olduğu görülmüştür.

- Yapılan bu araştırmada, kesme hızı, ilerleme ve uç yarıçapının yüzey pürüzlülüğünü etkileyen başlıca faktörler olduğu görülmüştür.

- İlerleme miktarının artması ile yüzey pürüzlülük değerinde bir kötüleşme beklenirken, 0.08 ve 0.10 mm/dev ilerleme miktarlarında yüzey pürüzlülüğünde bir iyileşme görülmüştür. Bunun sebebinin ilerlemenin artması ile BUE oluşumunda bir azalmanın söz konusu olabileceği düşünülmektedir.

- Normal uç ile wiper uç karşılaştırıldığında, wiper uç ile 125 m/dak, 0.06 mm/dev'de %36, 250 m/dak, 0.08 mm/dev'de %78 oranında yüzey pürüzlülük değerlerinde bir azalma görülmüştür. En düşük yüzey pürüzlülük değerleri 125 m/dak kesme hızında 0.10 mm/dev ilerleme miktarında wiper uçla elde edilirken, 250 m/dak ve 0.10 mm/dev ilerleme miktarında normal uç ile elde edilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Acır, A., "Talaş kaldırma işlemlerinde yüzey pürüzlülüğüne etki eden faktörlerin incelenmesi" TMMOB Konya şubesi II. Makine Tasarım ve İmalat Kongresi, Konya, 2003.
- [2] Güral, A., Erdoğan, E., Şeker, U., Korkut, İ. "Çift fazlı çeliklerde martensit hacim oranına bağlı olarak kesici uçta aşınma ve sıvanma (BUE) oluşumu eğiliminin kesme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi", Umtik 2000.
- [3] Thomas, T.R., Rough Surface, Longman, New York, 1982
- [4] Lin, W.S., and Lee, B.Y., "Modeling the surface roughness and cutting forces during turning", Journal Of Material Processing Technology, 108: 286-293 2001.
- [5] W. Chen, Cutting forces and surface finish when machining medium hardness steel using CBN tools, Int. J. Mach. Tools Manuf., 40, 455-466, 2000.
- [6] Y.K. Chou, H. Song, Hard turning with different nose-radius ceramic tools, SME Tech. Pap. Ser. 2001.
- [7] Zeyveli M., Demir H., "Kesme Parametrelerinin Ve Takım Uç Geometrisinin GGG-40 Küresel Grafitli Dökme Demirin İşlenebilirliğine Etkisi", Proceedings of 12th International Materials Symposium (IMSP'2008), October 15-17, Denizli, Turkey 2008.
- [8] J.G. Lima, R.F. A'vila, A.M. Abrao, M. Faustino, J. Paulo Davim, "Hard turning: AISI 4340 high strength low alloy steel and AISI D2 cold work tool steel", Journal of Materials Processing Technology, 169, 388-395, 2005.
- [9] Özses, B., "Bilgisayar sayısal denetimli takım tezgahlarında değişik işleme koşullarının yüzey pürüzlülüğüne etkisi", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, 6-25, Ankara, 2002.
- [10] Grzesik, W., Influence of tool wear on surface roughness in hard turning using differently shaped ceramic tools, Wear 265 327-335, 2008.