

AISI D3 Çeliğinin Frezelenmesinde, Kesici Uç Sayısı, Kesme Hızı ve İlerleme Miktarının Yüzey Pürüzlülüğü Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması

Hakan DİLİPAK, Akın GEZGİN

ÖZET

Bu çalışmada, AISI D3 soğuk iş takım çeliğinin CNC dik işleme merkezinde frezelenmesinde, kesici uç sayısı, kesme hızı ve ilerleme miktarının iş parçası yüzey pürüzlülüğüne olan etkisi incelenmiştir. Deneysel çalışmalar, 80 m/min, 120 m/min ve 180 m/min kesme hızı ve 0,08 mm/z, 0,12 mm/z ve 0,18 mm/z ilerleme miktarı ile freze başlığına 1, 2, 3 ve 6 sayıda kesici uç takılarak yapılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda kesici uç sayısı, kesme hızı ve ilerleme miktarının artmasıyla takım ömrünün azaldığı belirlenmiştir. Yüzey Pürüzlülüğü (Ra), kesici uç sayısı ve ilerleme miktarının artmasıyla artarken, kesme hızının önemli bir etkisi gözlenmemiştir. Yüzey pürüzlülüğü üzerinde en etkili parametreler sırasıyla kesici uç sayısı, ilerleme miktarı ve kesme hızı olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: AISI D3, kaplamalı karbür, yüzey pürüzlülüğü, yüzey frezeleme, kesici uç sayısı

The Investigation of The Effects of Number of Inserts, Cutting Speed and Feed Rate on Surface Roughness in Milling of AISI D3 Steel.

ABSTRACT

In this paper, the effects of the number of inserts, cutting speed and feed rate on surface roughness in milling of AISI D3 cold work steel on a vertical CNC machining centre have been presented using coated carbide tools. Experimental study were carried out by using cutting speed 80 m/min, 120 m/min and 180 m/min and feed rate 0,08 mm/tooth, 0,12 mm/tooth ve 0,18 mm/tooth. On the other hand, the number of inserts was changed such as 1, 2, 3 and 6 on the face cutter. As a result of tests, decreasing of tool life has been determined when cutter insert number and feedrate increased but it has been seen that cheek wear is dominant on cutter tool wear. The surface roughness (Ra) increased when the number of inserts and feed rate increased. But, the effect of cutting speed on values of Ra was not seen. The most significant parameters on surface roughness are respective the number of inserts, the feed rate and finally the cutting speed.

Keywords: AISI D3, Coated carbide, Surface roughness, Surface milling, Number of inserts

1. GİRİŞ

Gelişen teknoloji ile birlikte talaşlı imalat sektöründe rekabet üst düzeye çıkmıştır. Bu rekabet ortamında firmalar hem gelişmek hem de varlığını sürdürmek için, yüksek verimlilik ve düşük maliyetle birlikte, kaliteyi de yükseltmeleri gerekmektedir. Kaliteli parça üretimi için, ölçü tamlığı kadar yüzey pürüzlülüğü de önemlidir. Kesme şartları, kesici takım geometrisi, kaplama cinsi ve kalitesi, iş parçası malzemesi, soğutma ortamı ve titreşim yüzey pürüzlülüğünü etkileyen faktörlerdendir.

İyi bir yüzey kalitesi elde etmek için kesme şartlarının değiştirilmesi literatürde belirtilen en etkili yöntemdir [1–6]. Kesme hızının artmasıyla yüzey kalitesi iyileşirken ilerleme miktarının artmasıyla kötüleşmiştir

Makale 11.10.2008 tarihinde gelmiş 21.05.2010 tarihinde yayınlanmak üzere kabul edilmiştir.

H. DİLİPAK, A. GEZGİN, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü

e-posta : hdilipak@gazi.edu.tr

Digital Object Identifier 10.2339/2010.13.1.29-32.

[3–6]. Talaş derinliğinin ise yüzey pürüzlülüğü üzerinde çok az bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir [4]. Choudhury ve Baradie tarafından yüksek dayanımlı çeliğin kaplamasız karbür takımlarla tormalanmasında kesici takım uç yarıçapı ve ilerleme miktarının yüzey pürüzlülüğü üzerinde en etkili parametre olduğu belirtilirken kesme hızı ve talaş derinliği etkilerinin anlamsız çıktığı rapor edilmiştir [7]. Düşük kesme hızlarında, kesici takımında BUE oluşması yüzey kalitesini kötüleştirmiştir [1, 3]. Bununla birlikte, kesici takımındaki aşınmanın artması da yüzey pürüzlülüğünü arttırdığı literatürde belirtilmiştir [8].

Malzemeler arasındaki sertlik ve mikro yapının farklı olması nedeniyle yüzey pürüzlülük değerleri değişmektedir. Sai ve arkadaşları tarafından yapılan çalışma sonucunda, paslanmaz çelikteki yüzey kalitesinin karbon çeliğinden daha kötü olduğunu tespit edilmiştir [3]. Kılıçlı ve diğerleri tarafından yapılan çalışmada, AISI 4140 çeliğinin işlenmesinde mikroyapı değişimlerinin yüzey pürüzlülüğündeki etkileri araştırılmıştır [5]. Aynı kesme şartlarında en iyi yüzey pürüzlülük değeri,

ince martenzit morfolojisine sahip numunelerle elde edilmiştir. Ayrıca, kesici takım malzemesi de yüzey pürüzlülüğü açısından önemlidir. Lima ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmalar neticesinde, PCBN takımın seramik kesici takımdan daha iyi yüzey kalitesi verdiği tespit edilmiştir [4].

Ay, kesme hızı ve ilerleme miktarındaki değişmelerin, kesme kuvvetlerini ve titreşimi artırdığını belirtmiştir [9]. Titreşimdeki artışın ise, iş parçası yüzey kalitesini kötüleştirdiği rapor edilmiştir.

Franco ve arkadaşları, yuvarlak uçlu kesici takımlarla yüzey frezelemede, radyal ve aksel kaçıklık gibi takım hatalarının yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkilerini araştırmıştır [10]. Çalışma sonucunda, radyal ve aksel kaçıklık değerinin artmasıyla yüzey kalitesinin kötüleştiği tespit edilmiştir.

Yapılan literatür araştırmasında, freze başlığındaki kesici uç sayısının yüzey pürüzlülüğü üzerindeki ilişkisini gösteren çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle çalışmada, freze kesicisindeki uç sayısı ve kesme şartlarının, yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amacı gerçekleştirmek için, AISI D3 soğuk iş takım çeliği kaplamalı karbür takımlarla farklı kesme şartlarında frezelenmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMA

2.1. İş Parçası Malzemesi

Bu çalışmada, iş parçası malzemesi olarak AISI D3 soğuk iş takım çeliği seçilmiştir. İmalat sanayinde yaygın olarak kullanılan bu çelik genellikle, soğuk ekstrüzyon ve delme kalıpları, kalıp plakaları, toz metalürjisi takımları, seramik biçimlendirme kalıpları ve delme zimbaların üretiminde kullanılmaktadır. İş parçası malzemesi ISO 8688-1'e göre seçilmiş olup, 100x48x300 mm boyutlarındadır. İş parçasının kimyasal bileşimi Çizelge 1'de verilmiştir. Analiz işlemi üç kez yapılmış ve ortalama değerler hesaplatılmıştır.

Çizelge 1. AISI D3 soğuk iş takım çeliğinin kimyasal bileşimi

C	Si	Mn	Mo	Cr	Ni	V	W	Cu	Fe
1,938	0,37	0,223	0,269	10,655	0,22	0,135	0,062	0,07	85,82

2.2. Kesici Takım ve Freze Başlığı

Frezeleme deneylerinde Mitsubishi firması tarafından üretilen kaplamalı karbür uçlar kullanılmıştır (Çizelge 2). ISO tanımlamasına göre SEMT13T3AGSN takım geometrisinde ve JM talaş kırıcı formuna sahiptir. Mitsubishi firması tarafından adlandırılan VP15TF kaplama kalitesi kullanılmıştır. VP15TF kaplama kalitesi (Al, TiN) katmandan oluşmaktadır. Deneylerde 80 mm çapında (ASX445-080A06R) freze başlığı kullanılmıştır.

Çizelge 2. Uç geometrisi

KESİCİ UCUN TEKNİK ÖZELLİKLERİ			
Kesici Uçun Kodu	SEMT13T3AGSN-JM		
D ₁	S ₁	F ₁	Re
13,4	3,97	1,9	1,5

2.3. Kesme Şartları

AISI D3 soğuk iş takım çeliğinin işleminde kullanılan kesme şartları Çizelge 3'de verilmiştir. Her bir kesme parametresinin etkisini belirlemek için toplam 36 deney yapılmıştır. Bununla birlikte yüzey pürüzlülük deneyleri kuru kesme şartlarında ve 1 mm talaş derinliğinde yapılmıştır. Deneysel sonuçların doğruluğu için her deney üç kez tekrarlanmıştır.

Çizelge 3. Yüzey pürüzlülük deneyleri için belirlenen kesme parametreleri ve değerleri

Kontrol Faktörleri	Sembol	Değerler
Kesme Hızı, m/min	V _c	80, 120, 180
İlerleme Miktarı, mm/z	f _z	0.08, 0.12, 0.18
Kesici Uç Sayısı, adet	z	1, 2, 3, 6

2.4. Deneysel Teknikler

Talaş kaldırma işlemi Johnford VMC-550 marka CNC dik işleme merkezinde yapılmıştır. Tezgâh gücü

10 Hp (7,5 kW), en yüksek devir sayısı 6000 rev/min, tezgâh kurs boyları x,y ve z eksenlerinde sırasıyla 600x500x600 mm, konumlama hassasiyeti 0,001 mm ve Fanuc işletim sistemine sahip olan CNC dik işleme merkezi tercih edilmiştir (Şekil 1). Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri MAHR - Perthometer-M1 taşınabilir yüzey pürüzlülük cihazında gerçekleştirilmiştir. Ölçme uzunluğu 8 mm ve örnekleme sayısı 4 olarak seçilmiştir. Ölçme işlemine geçilmeden önce yüzey pürüzlülük cihazına ait olan ve pürüzlülük değeri belirli bir parça üzerinde ölçümler yapılarak cihaz kalibre edilmiştir.



Şekil 1. Johnford VMC-550 CNC dik işleme merkezi

4. DENEYSEL BULGULAR VE TARTIŞMA

AISI D3 soğuk iş takım çeliğinin kaplamalı karbür takım ile frezelenmesinde, kesici uç sayısı, kesme hızı ve ilerleme miktarının yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla işlenen numunelerden alınan sonuçlar Çizelge 3’de verilmiştir.

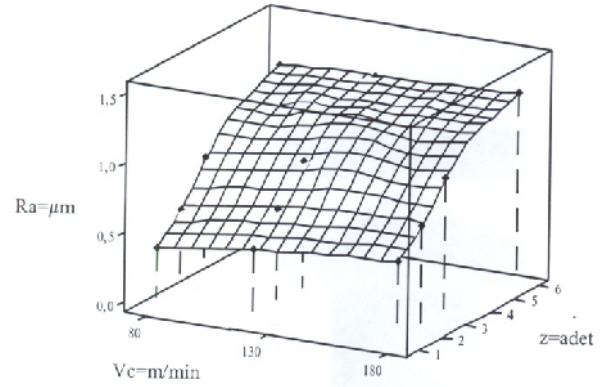
AISI D3 soğuk iş takım çeliğinin kaplamalı karbür takımlarla frezelenmesinde, kesici uç sayısı, kesme hızı ve ilerleme miktarına bağlı olarak iş parçası yüzey pürüzlülüğünün değişimi Şekil 2 – Şekil 4’deki grafiklerde verilmiştir. Şekil 2’de kesme hızı ve uç sayısının yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi görülmektedir. Grafik incelendiğinde kesici uç sayısı ve kesme hızının artmasıyla iş parçası yüzey kalitesi kötüleşirken uç sayısının etkisi kesme hızından daha fazla olmuştur. Kesici uç sayısının artmasıyla Ra değerinin artması, kesici takım ile iş parçası arasındaki titreşim ve kesme işlemi sırasında çıkan talaşın iş parçasına sürmesinden kaynaklanabilir. Uç sayısının artmasıyla kesici takım ile iş parçası arasındaki titreşim daha yüksek frekansta gerçekleşir.

Çizelge 3. Yüzey Pürüzlülük değerleri

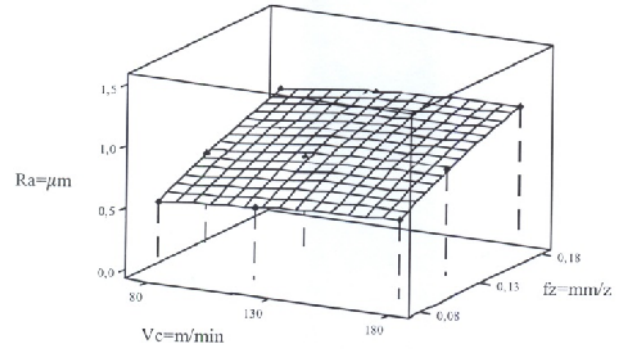
Kesme Şartları		1 Uç	2 Uç	3 Uç	6 Uç
Vc (m/min)	fz (mm/z)	Ra (µm)	Ra (µm)	Ra (µm)	Ra (µm)
80	0,08	0,16	0,303	0,585	1,079
	0,12	0,382	0,569	0,784	1,194
	0,18	0,586	0,794	1,109	1,4
120	0,08	0,206	0,352	0,723	1,084
	0,12	0,456	0,66	0,869	1,261
	0,18	0,724	0,958	1,16	1,409
180	0,08	0,303	0,467	0,708	1,104
	0,12	0,552	0,67	0,945	1,29
	0,18	0,761	0,983	1,211	1,449

Diğer bir durum ise talaş kaldırma işleminde çıkan talaşın iş parçasının işlenmiş yüzeyine sürmesi sonucu yüzey kalitesinin bozulmasıdır. Çok uçlu kesici takımdan daha fazla talaş çıkacağından dolayı daha kötü yüzey kalitesi elde edilecektir. Ayrıca, kesici takım üretim standardına göre tolerans içerisinde kabul edilen pürüzlülüğü üzerindeki etkisi takım hataları veya ucun

yerleşmesi esnasında oluşan hatalar yüzey pürüzlülüğünü etkilemektedir.



Şekil 2. Kesme hızı ve uç sayısının yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi



Şekil 3. Kesme hızı ve ilerleme miktarının yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi

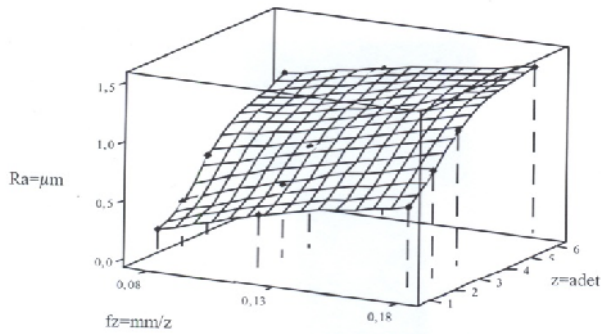
Franco ve arkadaşları [10] tarafından yapılan çalışmada, yuvarlak uçlu kesici takımlar ile yüzey frezeleme işleminde, radyal ve aksel kaçıklık gibi takım hatalarının yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkileri

araştırılmıştır. Araştırmalar sonucunda, bu takım hatalarının yüzey pürüzlülüğünü arttırdığı tespit edilmiştir. Kesici uç sayısının artmasıyla takım hatalarının etkisi artmakta ve daha kötü yüzey kalitesi elde edilmektedir.

Şekil 2 ve Şekil 3’deki grafiklerde kesme hızının artmasıyla yüzey pürüzlülük değerinin arttığı ancak, bu artışın önemli derecede olmadığı görülmektedir.

Gökkaya ve arkadaşları [8] tarafından yapılan çalışmada ise, kesme hızı artışının yüzey pürüzlülüğünü arttırdığı belirtilmiştir. Kaplamasız sementit karbür uçlarla yapılan çalışmada, bu durum, yüksek kesme sıcaklıklarında kesici takımında oluşan aşınmaya bağlanmıştır.

Araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda ilerleme miktarının yüzey pürüzlülüğü üzerinde önemli bir parametre olduğu ve ilerleme miktarındaki artışın yüzey kalitesini kötüleştirdiği rapor edilmektedir [1, 3]. Şekil 3 ve Şekil 4'deki grafiklerde de ilerleme miktarının artmasıyla yüzey kalitesinin kötüleştiği açık bir şekilde görülmektedir. İlerleme miktarının artmasıyla yüzey pürüzlülüğü arasında doğrusal bir ilişki vardır. İşleme esnasında kesici takımın iş parçası üzerinde düşük hızla ilerlemesi sonucu birim zamanda ilerleme miktarı düştüğünden yüzey kalitesi iyileşmektedir.



Şekil 4. Uç sayısı ve ilerleme miktarının yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi

En düşük Ra değeri $0,16 \mu\text{m}$, 80 m/min kesme hızı ve $0,08 \text{ mm/z}$ ilerleme miktarıyla tek uç kullanılarak elde edilmiştir. Buna karşın en yüksek Ra değeri olan $1,449 \mu\text{m}$ ise 180 m/min kesme hızı ve $0,18 \text{ mm/z}$ ilerleme miktarıyla 6 adet uç kullanılarak elde edilmiştir. Bu durum kesme hızı, ilerleme miktarı ve kesici uç sayısının artmasıyla yüzey kalitesinin kötüleştiğini göstermektedir.

5. SONUÇLAR

AISI D3 soğuk iş takım çeliğinin CNC dik işleme merkezinde, kaplamalı karbür takımlarla işlenmesinde, kesici uç sayısı, kesme hızı ve ilerleme miktarının yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla deneyler yapılmıştır.

- Kesme hızının % 50 oranında artırılması durumunda yüzey kalitesi % 6 ~ %10 oranında kötüleşmektedir.

- İlerleme miktarının %50 oranında artması durumunda yüzey kalitesi % 30 ~ % 35 oranında kötüleşmektedir.
- Kesici uç sayısının 1'den 6'ya çıkartılmasıyla yüzey kalitesi % 172 oranında kötüleşmektedir.
- Yüzey kalitesi üzerinde en etkili parametreler sırasıyla kesici uç sayısı, ilerleme miktarı ve kesme hızı olmuştur.

6. KAYNAKLAR

1. Korkut, İ., Dönertas, M.A., "The influence of feed rate and cutting speed on the cutting forces, surface roughness and tool-chip contact length during face milling", *Materials and Design*, 2005.
2. Korkut, I., Kasap, M., Ciftci, I., Şeker, U., "Determination of optimum cutting parameters during machining of AISI 304 austenitic stainless steel", *Materials and Design*, 25: 303-305, 2004.
3. Sai, W. B., Salah, N. B., Lebrun, J. L., "Influence of machining by finishing milling on surface characteristics", *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 41: 443-450, 2001.
4. Lima, J.G., Avila, R.F., Abrao, A. M., Faustino, M., Davim J. P., "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.
5. Kılıçlı, V., Motorcu A. R., Erdoğan, M., Şahin, Y., "Martensit morfolojisinin çift fazlı AISI 4140 çeliğinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi", 13th International Metallurgy & Materials Congress, 13. Uluslararası Metalurji ve Malzeme Kongresi, İstanbul, 412-418, 2006.
6. Davim, J. P., Figueira, L., "Machinability evaluation in hard turning of cold work tool steel (D2) with ceramic tools using statistical techniques", *Materials and Design*, 2006.
7. Choudhury, I.A. and El-Baradie, M.A., "Surface Roughness Prediction In Turning of High-Strength Steel by Factorial Design of Experiments", *Journal of Materials Processing Technology*, 67: 55-61, 1997.
8. Gökkaya, H., Sur, G., Dilipak, H., "Kaplamasız sementit karbür kesici takım ve kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisinin deneysel olarak incelenmesi", *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(1): 59-64, 2006.
9. Ay, M., "CNC freze tezgahında frezeleme esnasında oluşan kesme kuvvetlerinin ve titreşimlerin yüzey pürüzlülüğüne etkilerinin incelenmesi", *Doktora Tezi*, Sakarya Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, 2003.
10. Franco, P., Estrems, M., Fuara, F., "Influence of radial and axial runouts on surface roughness in face milling with round insert cutting tools", *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 44: 1555-1565, 2004.