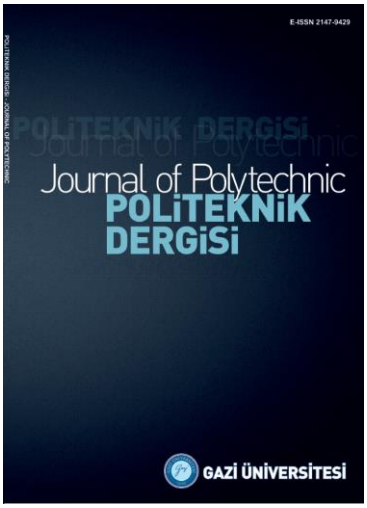


POLİTEKNİK DERGİSİ

JOURNAL of POLYTECHNIC

ISSN: 1302-0900 (PRINT), ISSN: 2147-9429 (ONLINE)
URL: http://dergipark.org.tr/politeknik

CLARIVATE ANALYTICS EMERGING SOURCES CITATION INDEX INDEXED

ERKEN GÖRÜNÜM

1.2367 Sıcak iş takım çeliğinin sert tornalanmasında kesme parametrelerin yüzey pürüzlülüğü ve kesme kuvvetleri üzerinde etkisi

Effect of cutting parameters on surface roughness and cutting forces in hard turning of 1.2367 hot work tool steel

***Yazar(lar) (Author(s))**: Sümeyye ERDEM[1], Mustafa ÖZDEMİR[2], Mohammad RAFİGHİ[3], Mehtap YAVUZ[4]*

ORCID[1]: 0000-0002-5518-2716

ORCID[2]: 0000-0002-7340-0940

ORCID[3]: 0000-0002-9343-9607

ORCID[4]: 0000-0002-6462-1872

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Erdem S., Özdemir M., Rafighi M., and Yavuz M., "1.2367 Sıcak iş takım çeliğinin sert tornalanmasında kesme parametrelerin yüzey pürüzlülüğü ve kesme kuvvetleri üzerinde etkisi", ***Politeknik Dergisi***, *(*): *, (*).

Erişim linki (To link to this article): http://dergipark.org.tr/politeknik/archive

DOI: 10.2339/politeknik.1059568

1.2367 Sıcak İş Takım Çeliğinin Sert Tornalanmasında Kesme Parametrelerin Yüzey Pürüzlülüğü ve Kesme Kuvvetleri üzerinde Etkisi

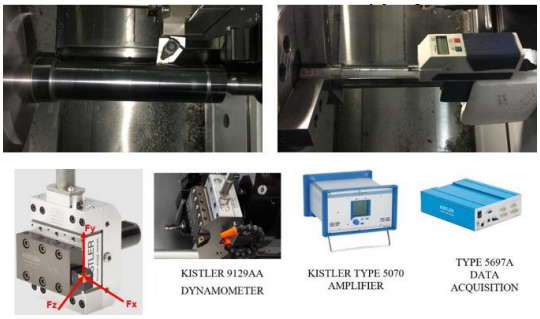
Effect of Cutting Parameters on Surface Roughness and Cutting Forces in Hard Turning of 1.2367 Hot Work Tool Steel

Önemli noktalar (Highlights)

- *1.2367 sıcak iş takım çeliğinin sert tornalanmaı / Hard turning of 1.2367 hot work tool steel*
- *Taguchi yöntemi kullanarak deney tasarımı / Employing Taguchi method for the design of experiment*
- *ANOVA ile en etkili parametrenin belirlenmesi / Determining the most effective parameter by ANOVA*
- *Kesme parametrelerinin optimizasyonu / Optimization of cutting parameters*

Grafik Özet (Graphical Abstract)

Bu çalışmada, 1.2367 sıcak iş takım çeliğinin sert tornalanmasında kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü ve kesme kuvvetleri üzerinde etkisi araştırılmıştır. / In this study, the effects of cutting parameters on surface roughness and cutting forces were investigated in hard turning of 1.2367 hot work tool steel.



Şekil. Deney Düzeneği / **Figure.** Experimental Setup

Amaç (Aim)

Bu çalışmanın amacı, 1.2367 sıcak iş takım çeliğinin sert tornalamasında kesme parametrelerini optimizasyonudur. / The aim of this study is to optimize the cutting parameters in hard turning of 1.2367 hot work tool steel.

Tasarım ve Yöntem (Design & Methodology)

Sabit kesme derinliği, üç farklı kesme hızı ve üç farklı ilerleme kullanarak takım çeliği üzerinde karbür uçlar ile sert tornalama yapılmıştır. Bundan sonra, yüzey pürüzlülüğü ve kesme kuvvetleri ölçülmüştür. / Hard turning was performed on tool steel using carbide inserts considering a constant depth of cut, three different cutting speeds and three different feeds. Thereafter, the surface roughness and cutting forces were measured.

Özgünlük (Originality)

Sunulan çalışmanın özgünlüğü, 1.2367 sıcak iş takım çeliğinin sert tornalamasında kesme parametrelerinin optimize edilmesidir. / The originality of the presented work is optimizing the cutting parameters in hard turning of 1.2367 hot work tool steel.

Bulgular (Findings)

Bulgular, yüzey pürüzlülüğü ve kesme kuvvetlerinin esas olarak ilerlemeden etkilendiğini göstermektedir. / The findings show that surface roughness and cutting forces are mainly affected by the feed.

Sonuç (Conclusion)

Sonuçlara göre, ilerleme hızının Ra, Fx, Fy ve Fz kuvvetleri üzerinde sırasıyla %94,96, %98,05, %99,38 ve %97,18 oranında etkisi var. / According to the results, feedrate has 94.96%, 98.05%, 99.38% and 97.18% effects on Ra, Fx, Fy and Fz forces, respectively.

Etik Standartların Beyanı (Declaration of Ethical Standards)

Bu makalenin yazar(lar)ı çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler. The author of this article declares that the materials and methods used in this study do not require ethical committee permission and/or legal-special permission.

1.2367 Sıcak İş Takım Çeliğinin Sert Tornalanmasında Kesme Parametrelerin Yüzey Pürüzlülüğü ve Kesme Kuvvetleri Üzerinde Etkisi

Araştırma Makalesi/Research Article

Sümeyye Erdem[1], Mustafa Özdemir[2], Mohammad Rafighi[3*], Mehtap Yavuz[4]

[1]Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Karaman, Türkiye

[2]Yozgat Bozok Üniversitesi, Yozgat Meslek Yüksekokulu, Yozgat, Türkiye

[3*]Türk Hava Kurumu Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

[4]Çankırı Karatekin Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Çankırı, Türkiye

(Geliş/Received : 18.01.2022 ; Kabul/Accepted : 13.02.2022 ; Erken Görünüm/Early View : 15.03.2022)

ÖZ

Bu çalışmada 1.2367 sertleştirilmiş (55 HRC) sıcak takım çeliğinin tornalanmasında farklı kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü (Ra) ve kesme kuvvetleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu deneysel çalışmada, deney tasarımı Taguchi metodu kullanılarak yapılmış ve kesme parametreleri olarak sabit talaş derinliği, üç farklı kesme hızı ve üç farklı ilerleme miktarı seçilmiştir. Kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü ve kesme kuvvetleri üzerindeki etkisi varyans analizi (ANOVA) yapılarak değerlendirilmiştir. Sonuçlara göre ilerleme hızındaki artışa bağlı olarak yüzey pürüzlülüğü değerinin arttığı görülmüştür. Kesme hızının ise yüzey pürüzlülük değeri üzerinde belirli bir etkisi görülmemiştir. Radyal kuvvet (Fx), teğetsel kuvvet (Fy) ve ilerleme kuvveti (Fz) üzerinde ise, en etkili parametrenin ilerleme hızı olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: 1.2367 sıcak takım çeliği, yüzey pürüzlülüğü, kesme kuvvetleri, karbür uç, taguchi yöntemi.

Effect of Cutting Parameters on Surface Roughness and Cutting Forces in Hard Turning of 1.2367 Hot Work Tool Steel

ABSTRACT

In this study, the effects of different cutting parameters on surface roughness (Ra) and cutting force were investigated in dry hard turning of 1.2367 hardened (55 HRC) hot tool steel. In this experimental study, the Taguchi method was used for the design of experiments, and a constant cutting depth, three different cutting speeds, and three different feed rates were selected as cutting parameters. The effects of cutting parameters on surface roughness and cutting forces were evaluated by performing an analysis of variance (ANOVA). According to the results, it was observed that the surface roughness value increased depending on the increase in the feed rate. On the other hand, the influence of cutting speed on the surface roughness was negligible. It was seen that the most effective parameter on the radial force (Fx), tangential force (Fy), and feed force (Fz) was the feed rate.

Keywords: 1.2367 hot tool steel, surface roughness, cutting forces, carbide insert, taguchi method.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Sert tornalama işlemi silindirik taşlamaya göre çok daha avantajlı bir işlemdir. İşleme süresi kısaldığı için enerji tüketimi azalmaktadır. Ayrıca sürdürülebilir bir imalat açısından büyük bir öneme sahiptir.

Profil şeklindeki iş parçaların taşlanmasında taşın iş parçasının profil şekline göre üretilmesi gerekir. Bu işlem uzun zaman almakta ve üretimin maliyetini arttırmaktadır. Sert tornalama işleminin ise bu şekilde bir sınırlılığı yoktur. Sert tornalama işleminde silindirik taşlamaya ihtiyaç duyulmadığı için yatırım maliyetleri düşüktür. Ayrıca sert tornalama işleminde elde edilen yüzey kalitesi taşlama kalitesi kadar iyidir [1].

55 HRC sertlik değerinde DIN 1.2367 sıcak iş takım çeliği özellikle yüksek korozyon direnci ve yüksek aşınma direncinden dolayı endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır. Süzgünol ve Kayır [1] DIN 1.2311 ve 1.2738 kalıp çeliklerini farklı kesme parametrelerinde işledikleri çalışmalarında söz konusu çeliklerinin işlenebilirlik özelliklerinin diğer kalıp çeliklerine oranla daha iyi olduğunu ve kesme işlemi sonrasında yüzey pürüzlülüğünün düşük düzeyde olduğunu belirtmişlerdir. Şirin [2] AISI D2 soğuk iş çeliğini farklı kesme parametrelerinde işlediği çalışmasında, kesme hızı, ilerleme hızı ve kesici takım geometrisinin yüzey

**Sorumlu Yazar (Corresponding Author)*
e-posta: mrafighi@thk.edu.tr

ERKEN GÖRÜNÜM

pürüzlülüğünü etkilediğini ifade etmiştir. Korkut ve Dönertaş [3], farklı kesme parametrelerinin AISI 1020 ve AISI 1040 çelikleri ile yaptıkları çalışmada ilerleme hızı ve kesme hızı parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerinde doğrudan etkili olduğu sonucuna varmışlardır. Özkul [4] geleneksel ve modern yöntemlerle işleme yöntemlerinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisini incelemiş ve modern işleme yöntemlerinin yüzey pürüzlülüğünü azalttığını bildirmiştir. Özçatalbaş [5] ısıl işlemle sertlik özellikleri değiştirilmiş AISI 4140, 1050 ve 8620 çelikleri üzerinde yaptığı çalışmada kesme parametrelerinin sertleştirilmiş çeliklerinin yüzey pürüzlülüklerini etkilediği sonucuna varmıştır.

Luo ve ark. [6], yüksek sertlik değerine sahip AISI 4340 çeliği ile yaptıkları çalışmada farklı kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü düzeyini doğrudan etkilediğini ifade etmişlerdir. Özel ve ark. [7] AISI H13 çeliğinin işlenebilirliği üzerine yaptıkları çalışmada, kesme hızı, ilerleme hızı ve malzeme sertliğinin yüzey pürüzlülüğü ve kesme kuvveti üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Yeyen [8], çalışmasında kesme parametrelerine bağlı olarak AISI 303 çeliğinin yüzey pürüzlülüğü ve kesme kuvveti değerlerinin değişiklik gösterdiğini belirtmiştir. Yaşar [9] DIN 1.2083, 1.2738, 1.2312 ve 1.2316 çelikleri üzerinde yaptığı çalışmada, ilerleme hızının artmasına bağlı olarak kesme kuvvetlerinin azaldığını ifade etmiştir. Koshy ve ark. [10] AISI D2 çeliği üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada kesme parametrelerine bağlı olarak yüzey pürüzlülük ve kesme kuvveti değerlerinin anlamlı düzeyde farklılaştığını belirtmişlerdir. Uzun [11] ısıl işlem uygulayarak mekanik ve mikroyapısını değiştirdiği 5140 çeliğinin işlenmesinde yüzey pürüzlülük ve kesme kuvvetlerinin kesme parametrelerine bağlı olarak anlamlı düzeyde farklılaştığını ifade etmiştir. Çaydaş [12], 360 ve 460 HV sertlik değerine sahip AISI 4340 çeliğinin ele alındığı çalışmasında kesme kuvveti ve yüzey pürüzlülüğünün kesme hızı ve ilerleme hızına bağlı olarak farklılaştığını belirtmiştir. Peksen [13], DIN 1.2379 ve sleipner malzemeleri üzerinde yaptığı çalışmada yüzey pürüzlülüğü ve kesme kuvvetinin kesme parametrelerine bağlı olarak anlamlı düzeyde farklılaştığını ifade etmiştir. Akdere [14], CBN takımlarla farklı kesme parametrelerinde işlediği sertleştirilmiş AISI H10A çeliğinin yüzey pürüzlülüğü ve kesme kuvveti değerlerinin farklılaştığını belirtmiştir. Taştemür [15], çalışmasında AISI H10 sıcak iş takım çeliğinin yüzey pürüzlülüğü ve kesme kuvvetinin kesme parametrelerine bağlı olarak anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği sonucuna varmıştır.

Bu deneysel çalışmada DIN 1.2367 sıcak iş takım çeliğinin işlenmesinde, kesme hızı ve ilerleme hızının yüzey pürüzlülük ve kesme kuvvetleri üzerinde etkileri incelenmiştir. Sert malzemelerin tornalanmasında yaygın bir şekilde CBN ve seramik uçlar kullanılmaktadır. CBN ve seramik uçlar karbür uçlara göre çok daha yüksek bir maliyete sahiptir. Bundan dolayı bu deneysel çalışmada çok daha ekonomik olan sinterlenmiş karbür uçlar kullanılmıştır. 55 HRC sertlik değerinde sinterlenmiş karbür uçlar ile düşük kesme kuvveti ve düşük yüzey pürüzlülük değerlerinin elde edildiği görülmüştür. Ayrıca çoklu optimizasyon yöntemi ile düşük kesme kuvvetleri ve düşük yüzey pürüzlülük değeri için optimum kesme parametreleri belirlenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT (MATERIAL AND METHOD)

Çalışmada ektrüzyon kalıpları, enjeksiyon kalıpları, kalıp çekirdekleri ve zımbalarda kullanılan 50 mm çapında 250 mm boyunda sıcak iş takım çeliklerinden olan 1.2367 sertleştirilmiş (55 HRC) çeliği kullanılmıştır. Deney örneklerinin hazırlanmasında ISO 3685 standartlarına uyulmuştur. CNC torna tezgâhında gerçekleştirilen deneylerde, kesme parametrelerinin kesme kuvveti ve yüzey pürüzlülüğünü üzerindeki etkisi incelenmiştir. 1.2367 sıcak iş takım çeliğinin kimyasal bileşenlerine ait değerler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. 1.2367 sıcak iş takım çeliğinin kimyasal bileşenleri; Ağırlıkça % (Chemical composition of 1.2367 hot work tool steel; % by weight)

Madde	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
%	0,38	0,40	0,50	5,00	3,00	0,60

Çalışma sonuçlarından verimli ve doğru sonuçlar alabilmek için deney düzeneğinde yer alan ekipmanların bağlantılarının hassas ve sağlam bir şekilde yapılması gerekmektedir. Çalışmada ayna punta arasına 1.2367 sıcak iş takım çeliği numuneleri bağlanmış ve işlem sonrasında hassas bir şekilde kesici takım bağlantısı gerçekleştirilmiştir. Şekil 1'de deney düzeneği gösterilmektedir.

Sıcak iş takım çeliği ısıl işlemden önce punta deliği delinmiştir. Ardında 1050 derecede 1 saat fırında bekletilmiştir. Fırından çıkartılıp yağda soğutulmuştur. Daha sonra malzemenin kırılgan yapısını gidermek için 250 derecede 1 saat temperleme işlemi uygulanmıştır. Şekil1 a da sertlik değeri ölçülmüştür. Malzemenin sertliği arttığı ölçüde korozyon direnci, aşınma direnci ve akma dayanımı artmaktadır. Ayrıca mikro yapı incelendiği zaman malzeme yağda soğutulduğu için martenzit yapı oluşmamıştır. Tane sınırlarında karbon çökeltisinin oluşmadığı görülmektedir. Böylelikle iş parçası yüksek sıcaklıklarda da sertlik ve korozyon direncini korumaktadır. Bu özelliklerinden dolayı DIN 1.2367 çelikler yaygın bir kullanıma sahiptir.

ERKEN GÖRÜNÜM



Şekil 1. a) sertlik testi b) mikroyapı c) deney düzeneği d) pürüzlülük ölçümü e) kesme kuvvetlerinin ölçümü (a) hardness test b) microstructure c) test setup d) roughness measurement e) cutting forces measurement)

Kesme kuvveti ölçümleri Şekil 1e'de görüldüğü gibi KISTLER TYPE 9129AA dinamometre ve KISTLER TYPE 5070 amplifikatör ile ölçülmüştür. Tornalanan 1.2367 sıcak iş takım çeliğin kesme kuvveti hesaplamasında Şekil 1e'de görüldüğü gibi radyal kuvvet (Fx), teğetsel kuvvet (Fy) ve ilerleme kuvveti (Fz) olmak üzere üç farklı kesme kuvveti değeri ölçülmüştür. 1.2367 sıcak iş takım çeliğinin yüzey pürüzlülüğünün ölçümünde Mitutoyo marka SJ-201 yüzey pürüzlülük cihazı kullanılmıştır. Yüzey pürüzlülük değeri, her bir deney için üç farklı yerden ölçülmüştür. Ölçülen bu üç değerin aritmetik ortalaması alınmıştır. Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri LC ISO–16610-21 standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. İşlenen malzemenin boyu 15 mm olduğu için örnekleme aralığı 0.8 olarak belirlenmiştir. Kesici takım olarak DCMT 11T308 geometrisine sahip sert malzemelerin işlenmesi için üretilmiş TaeguTec firmasına ait sinterlenmiş karbür uç kullanılmıştır. Uç için uygun 25×25 mm ebatlarında 95 derece yanaşma açısına sahip -6 derece talaş açısına sahip kater kullanılmıştır. İşleme deneyleri ayna ile punta arasında kuru kesme şartları altında yapılmıştır.

2.1. Taguchi L_9 Deney Tasarımı (Taguchi L_9 Test Design)

Araştırmada deney tasarımı ve analiz yöntemi olarak Taguchi metodu kullanılmıştır. Dr. Genichi Taguchi'nin geliştirdiği bir yöntem olan Taguchi yönteminde sonuçlar Sinyal/Gürültü (S/N) oranı olarak nitelendirilen bir istatistiksel performans ölçüsüyle ifade edilmektedir. Deney sonuçlarının S/N oranına çevrilerek değerlendirildiği yöntemde, sistemden elde edilen gerçek değer sinyal faktörü, deney tasarımına katılmadığı halde sonucu etkileyen faktörler ise gürültü faktörünü ifade etmektedir. Deney sonuçlarının hedeflenen en iyi değerlerden sapmasına neden olan tüm değişkenler gürültü kaynakları olarak tanımlanmaktadır. Yöntemde S/N oranları nominal en iyidir, en küçük en iyidir ve en büyük en iyidir metotlarına göre hesaplanabilmektedir. Bu çalışmada yüzey pürüzlülüğü ve kesme kuvveti değerlerinin en küçük olması arzu edildiği için Denklem 1 kullanılmıştır.

$$\frac{S}{G} = -10\log\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_i^2\right) \qquad (1)$$

İdeal kesme koşullarının oluşturulmasında etkili olan önemli kriterlerden birini de kesme parametreleri oluşturmaktadır. Bu araştırmada optimum kesme parametrelerinin elde edilebilmesi amacıyla deneyler üç kez tekrarlanmıştır. 1.2367 sıcak iş takım çeliğinin işlenmesinde sabit talaş derinliği, üç farklı kesme hızı ve üç farklı ilerleme miktarı kullanarak 9 deney yapılmıştır. Her bir parametre 3 kez tekrarlanarak toplam 27 adet deney yapılmıştır. 1.2367 sıcak iş takım çeliğinin tornalanmasında kullanılan kesme parametreleri ve seviyeleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Deneylerde kullanılan kesme parametreleri ve seviyeleri (Cutting parameters and Levels used in the experiments)

Kesme Parametreleri	**Seviyeler**		
Kesme Hızı V: (m/dak.)	150	180	210
İlerleme Hızı f: (mm/dev.)	0,02	0,06	0,10

Kontrol faktörlerinin yüzey pürüzlülüğü ve kesme kuvveti üzerindeki etkisini belirleyebilmek amacıyla

GÖRÜNÜM

%95 güven aralığında ANOVA kullanılmıştır. Minitab 16 programı ile gerçekleştirilen deneysel tasarım ve istatistiksel analizleri sonucunda elde edilen veriler grafiklerle ifade edilmiştir.

3. SONUÇLAR VE TRTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

1.2367 sıcak iş takım çeliğin farklı kesme hızı ve ilerleme miktarı parametrelerinin kesme kuvvetleri (Fx, Fy, Fz) ve yüzey pürüzlülüğü (Ra) üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Taguchi L_9 dik dizine göre tasarlanan deney düzeneği ve elde edilen sonuçlar Çizelge 3'te gösterilmektedir.

Bu çalışmada CNC torna cihazında farklı kesme hızı ve ilerleme hızı parametrelerinde kesilen 1.2367 sıcak iş takım çeliğinin kesme kuvveti ve yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesi amaçlanmıştır. Taguchi yöntemi ile farklı kesme hızı ve ilerleme değerleri ile minimum yüzey pürüzlülüğü (Ra) ve kesme kuvvetleri (Fx, Fy, Fz) değerlerinin elde edildiği kesme parametreleri tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Taguchi L_9 dik dizin ve deney sonuçları (Taguchi L_9 orthogonal array and test results)

No	V (m/dak.)	f (mm/dev.)	Fx (N)	Fy (N)	Fz (N)	Ra (µm)
1	150	0.02	89.41	33.29	63.54	0.16
2	150	0.06	133.3	71.3	80.74	0.23
3	150	0.10	159.2	99.37	87.48	0.38
4	180	0.02	87.06	29.16	62.96	0.14
5	180	0,06	132,8	65,64	76,43	0,25
6	180	0,10	160,2	98,14	88,2	0,4
7	210	0,02	87,31	30,69	61,17	0,13
8	210	0,06	125	65,74	76,50	0,21
9	210	0,10	170,4	100	90,18	0,35

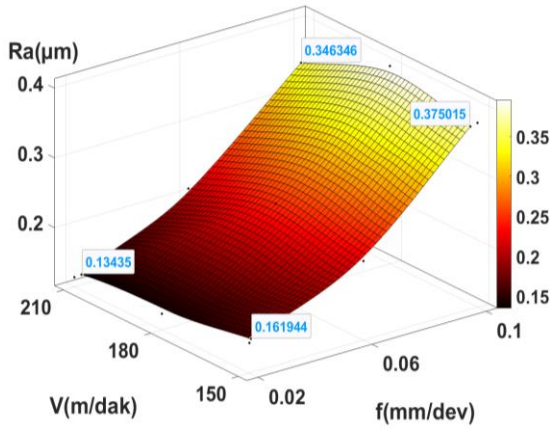
Kesme parametrelerinin kesme kuvveti ve yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkilerini belirleyebilmek amacıyla ANOVA kullanılmıştır. ANOVA testi sonucunda elde edilen p (olasılık/önem) değeri, kontrol parametrelerinin deney parametreleri üzerinde etkili olup olmadığının göstergesidir. Çalışmada parametrelerin etki düzeyinin belirlenmesinde güven aralığı %95 ($p<0,05$) olarak belirlenmiştir. Deney parametreleri üzerinde etkili olan her bir faktörün katkı düzeyleri (PC%) gösterilmektedir. Çizelge 4'te yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerine yönelik gerçekleştirilen ANOVA sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4. Yüzey pürüzlülüğü için ANOVA sonuçları (ANOVA results for surface roughness)

Kesme Param.	df	ss	F	P	PC (%)	R^2 (%)
V	1	0,001067	4,80	0,116	1,24	96,2
f	1	0,081667	367,5	0*	94,96	
Hata	3	0,000667	0,00		0,06	
Top. hata	8	0,086000				

Çizelge 4 incelendiğinde Ra yüzey pürüzlülük değeri üzerinde etki düzeyi en yüksek olan parametrenin %94,96 katkı oranıyla ilerleme hızı olduğu görülmektedir. Kesme hızının da çok küçük bir miktar etkisi olduğu yapılan ANOVA testi sonucunda görülmekte ancak ilerleme hızının etkisine oranla çok düşük olduğundan kesme hızının yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi ihmal edilmiştir.

Taguchi metot kullanılarak optimum Ra değerlerinin elde edilmesini sağlayan kesme parametreleri belirlenmiştir. Kesme parametrelerinin deney parametreleri üzerindeki etkilerini ve optimum kesme parametrelerinin belirlenmesinde 3D yüzey grafikleri kullanılmıştır. 1.2367 sıcak iş takım çeliğinin kesme hızı ve ilerleme miktarı parametrelerin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkileri Şekil 2'de gösterilmiştir.

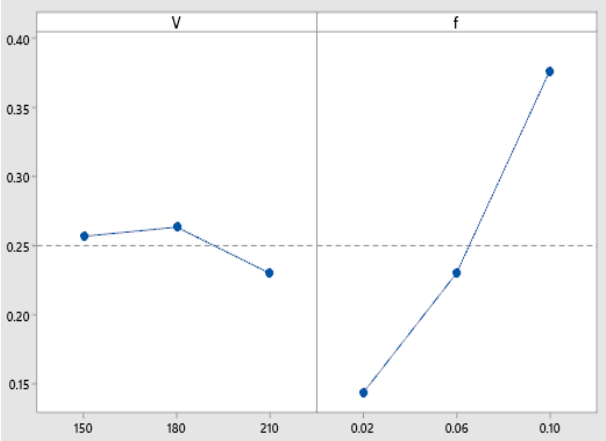


Şekil 2. Kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerinde etkisi (Effect of cutting parameters on surface roughness)

Şekil 2 incelendiğinde ilerleme hızındaki artışa bağlı olarak Ra pürüzlülük değerinin arttığı açıkça görülmektedir. Ancak kesme hızının Ra değeri üzerindeki etkisinin çok düşük düzeyde olduğu söylenilebilir. 150 m/dak ilerleme hızında, 0,03 mm/dev ilerleme miktarında 0,15 µm yüzey pürüzlülük değeri iken, 0,09 mm/dev ilerleme miktarında bu değer yaklaşık olarak 0,4 µm'dir. İlerleme miktarındaki 3 katlık artış ile yüzey pürüzlülük değeri 2,6 kat artmıştır. Minimum Ra değerinin elde edilebilmesi için kullanılması gereken kesme parametresi kombinasyonu 210 m/dak kesme hızı (V_3) ve 0,02 mm/dev ilerleme hızı (f_1) olarak tespit edilmiştir. Şekil 2'de en düşük yüzey pürüzlülük değerinin en düşük ilerleme hızı değerinde elde edildiği görülmektedir (V_3-f_1). İlerleme hızındaki artışa bağlı olarak kesme işlemi sırasında alınan talaş miktarı artar ve bu durum daha yüksek oranda talaş koparıldığı için, daha büyük çukurluklar oluşmaktadır. Dolayısıyla yüzey pürüzlülük değeri artmaktadır. Diğer taraftan artan ilerleme miktarı ile titreşim değeri artmaktadır dolayısıyla artan titreşim yüzey pürüzlülük değerinin artmasına neden olmaktadır. İlerleme hızının artmasıyla yüzey pürüzlülüğünün artması literatürde de karşılaşılan yaygın sonuçlardandır. Diğer taraftan kesme hızının artmasının, kesici takım ile talaş arasındaki temas yüzeyini daraltarak sürtünme kuvvetini azalttığı ve bu durumun yüzeyi olumsuz etkilemediği düşünülmektedir. Artan kesme hızı titreşim değerlerinin artmasına dolayısıyla yüzey pürüzlülük değerinin bir miktar artmasına neden olmaktadır.

ERKEN GÖRÜNÜM

İlerleme miktarı ve kesme hızının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri Şekil 3'te verilmiştir. Bu grafiklere göre, ilerleme arttıkça yüzey pürüzlülüğü önemli ölçüde artmıştır.



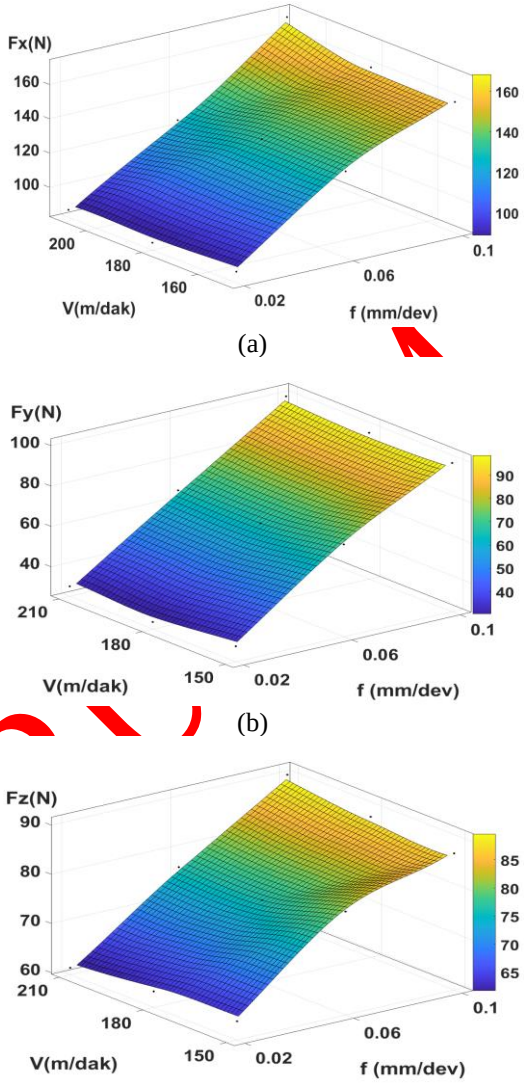
Şekil 3. Yüzey pürüzlülüğü için ana etki grafiği (Main effects plot for surface roughness)

Kesme parametrelerinin kesme kuvvetleri (Fx, Fy, Fz) üzerindeki etki oranlarını belirlemek amacıyla ANOVA yapılmıştır. Çizelge 5'te ANOVA sonuçları verilmiştir. Çizelge 5 incelendiğinde, ilerleme miktarı Fx, Fy ve Fz kuvvetleri üzerinde sırasıyla, %98,05, %99,38 ve %97,18 oranında en etkili parametre olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5. Kesme kuvvetleri için ANOVA sonuçları (ANOVA results for cutting forces)

Fx (Radyal Kuvvet)						
Kesme Param.	**df**	**ss**	**F**	**P**	**PC (%)**	**R^2 (%)**
V	1	0,11	0,00	0,953	0,01	98,06
f	1	8514,17	327,34	0*	98,05	
Hata	3	78,03				
Top. hata	8	8683,16				
Fy (Teğetsel Kuvvet)						
Kesme Param.	**df**	**ss**	**F**	**P**	**PC (%)**	**R^2 (%)**
V	1	9,45	3,66	0,152	0,13	99,51
f	1	6961,18	2697,99	0*	99,38	
Hata	3	7,74				
Top. hata	8	7004,70				
Fz (İlerleme Kuvvet)						
Kesme Param.	**df**	**ss**	**F**	**P**	**PC (%)**	**R^2 (%)**
V	1	2,55	0,84	0,427	0,24	97,43
f	1	1020,77	336,66	0*	97,18	
Hata	3	9,10				
Top. hata	8	1050,35				

1.2367 sıcak ısı takım çeliğinin kesme hızı ve ilerleme hızı parametrelerine göre kesme kuvveti parametrelerindeki değişimleri Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4. Kesme parametrelerinin a) Fx, b) Fy ve c) Fz kuvvetleri üzerinde etkisi (Effect of cutting parameters on a) Fx, b) Fy and c) Fz cutting forces)

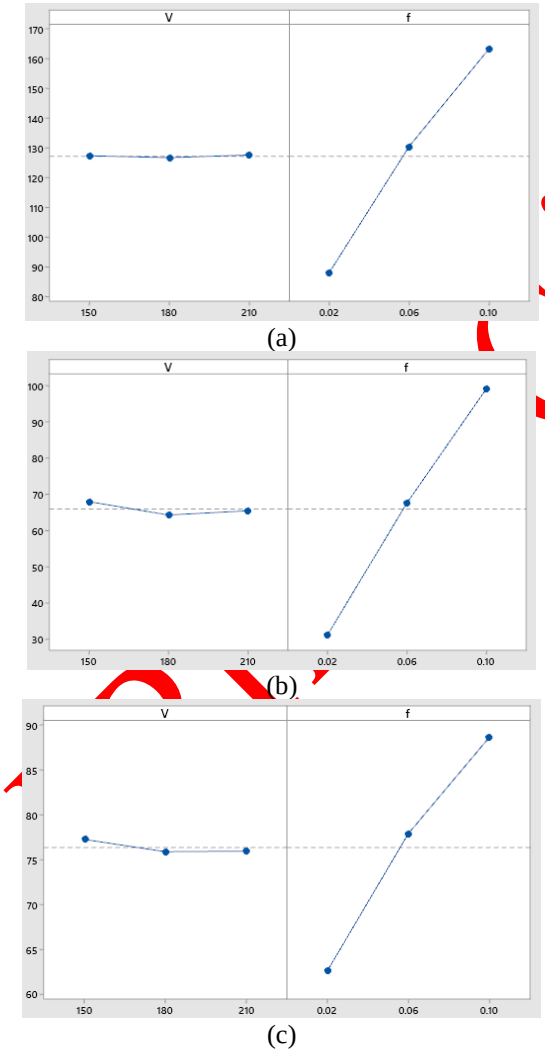
Şekil 5a incelendiğinde kesme hızının Fx değeri üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmadığı görülmektedir. İlerleme hızındaki artışa bağlı olarak Fx kesme kuvveti değerinin arttığı, ilerleme hızının Fx kesme kuvveti değeri üzerinde etkili olduğu, kesme hızının sınırlı düzeyde etkili olduğu söylenebilir. Optimum Fx değerinin elde edilebilmesi için kullanılması gereken kesme parametresi kombinasyonu 180 m/dak kesme hızı ve 0,02 mm/dev ilerleme miktarı olarak tespit edilmiştir. Şekil 5b incelendiğinde ilerleme hızının Fy değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkili olduğu görülmektedir. İlerleme hızındaki artışa bağlı olarak Fy kesme kuvveti değerinin arttığı, kesme hızı-ilerleme hızı, kombinasyonunun Fy kesme kuvveti değeri üzerinde etkili olduğu söylenebilir. Minimum Fy değerinin elde edilebilmesi için kullanılması gereken kesme parametresi kombinasyonu 180 m/dak kesme hızı ve 0,02 mm/dev ilerleme hızı olarak tespit edilmiştir. Şekil 5c incelendiğinde ilerleme

ERKEN GÖRÜNÜM

hızının Fz değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkili olduğu görülmektedir. İlerleme hızındaki artış ve kesme hızındaki azalmaya bağlı olarak Fz kesme kuvveti değerinin düştüğü, kesme hızı-ilerleme hızı kombinasyonun Fz kesme kuvveti değeri üzerinde etkili olduğu söylenebilir. Minimum Fz değerinin elde edilebilmesi için kullanılması gereken kesme parametresi kombinasyonu 180 m/dak kesme hızı ve 0,02 mm/dev ilerleme hızı olarak tespit edilmiştir.

İlerleme hızının yüzey pürüzlülüğü ve kesme kuvveti değerleri üzerinde en etkili parametre olduğunu, kesme hızının ise yüzey pürüzlülüğü ve kesme kuvveti değerleri üzerindeki etkisinin oldukça düşük düzeyde olduğunu belirten çalışmalar da elde edilen sonuçları doğrulamaktadır [1, 3, 7-9, 12-15].

İlerleme miktarı ve kesme hızı etkilerinin kesme kuvvetleri üzerine etkileri Şekil 5'te verilmiştir. Bu grafiklere göre; kesme kuvvetleri üzerindeki en önemli parametreler sırasıyla ilerleme miktarı ve kesme hızıdır.



Şekil 5. a) Fx, b) Fy ve c) Fz kuvvetleri için ana etki grafiği (Main effects plot for a) Fx, b) Fy and c) Fz)

4. SONUÇ (CONCLUSION)

Bu çalışmada CBN takımlarla 150-180-210 (m/dak.) olmak üzere üç farklı kesme hızı ve her bir kesme hızı için 0,02 - 0,06 - 0,10 (mm/dev.) üç farklı ilerleme hızı değerleri için işlenen 1.2367 sıcak iş takım çeliğinin yüzey pürüzlülüğü (Ra) ve kesme kuvvetleri (Fx, Fy, Fz) ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

- Araştırma sonucunda ilerleme hızının Ra, Fx, Fy ve Fz kuvvetleri üzerinde sırasıyla %94,96, %98,05, %99,38 ve %97,18 oranında en etkili parametre olduğu belirlenmiştir.
- İlerleme hızının yüzey pürüzlülüğü ve kesme kuvveti değerleri üzerinde en etkili parametre olduğu, kesme hızı parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü ve kesme kuvveti değerleri üzerindeki etkisinin oldukça düşük düzeyde olduğunu belirlemişlerdir.
- İlerleme hızındaki artışa bağlı olarak, kesici takım ile talaş arasındaki temas yüzeyini daraltarak sürtünme kuvvetini azalttığı ve bu durumun yüzey pürüzlülüğünün azalmasını sağladığı söylenebilir. Bunun yanı sıra en düşük yüzey pürüzlülük değerinin en düşük ilerleme hızı değerinde elde edildiği görülmektedir.
- İlerleme hızındaki artışa bağlı olarak kesme işlemi sırasında alınan talaş miktarı artar ve bu durum daha yüksek oranda talaş yığılmasına ve dolayısıyla yüzey pürüzlülüğünün artmasına neden olur.
- Minimum Ra değerinin elde edilebilmesi için kullanılması gereken kesme parametresi kombinasyonu kesme hızı 210 m/dak ve ilerleme hızı 0,02 mm/dev olarak tespit edilmiştir.
- Optimum Fx, Fy ve Fz değerinin elde edilebilmesi için kullanılması gereken kesme parametresi kombinasyonu kesme hızı 180 m/dak ve ilerleme miktarı 0,02 mm/dev'dir.

ETİK STANDARTLARIN BEYANI (DECLARATION OF ETHICAL STANDARDS)

Bu makalenin yazar(lar)ı çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler.

YAZAR KATKILARININ BEYANI (AUTHORS' CONTRIBUTIONS)

Sümeyye Erdem: Deneylerin yapmış ve makalenin yazımında yardımcı olmuştur.

Mustafa Özdemir: Deney düzeneğini hazırlamış ve deneylerin yapılmasına nezaret etmiştir.

Mohammad Rafighi: Deneyleri analiz ederek sonuçları yorumlamış ve makaleyi yazmıştır.

Mehtap Yavuz: Makalenin yazımında katkı sağlamıştır.

ÖRNEK

ÇIKAR ÇATIŞMASININ BEYANI (CONFLICT OF INTEREST)

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

[1] Süzgünol M., Kayır Y. "DIN 1.2311 ve 1.2738 kalıp çeliklerinin işlenebilirliği", ***Ulusal Talaşlı İmalat Sempozyumu,*** Ankara, 132-142, (2012).

[2] Şirin, E. "AISI D soğuk iş takım çeliğinin frezede işlenebilirliğinin incelenmesi", ***Yüksek Lisans Tezi,*** Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2010).

[3] Korkut, I., Donertas, M.A. "The influence of feed rate and speed on the cutting forces, surface roughness and tool-chip contact length during face milling", ***Materials and Design,*** 28, 308-312, (2007).

[4] Özkul İ., "Takım çeliği malzemelerinin geleneksel ve modern işleme yöntemleri ile işlenebilirliklerinin araştırılması", ***Yüksek Lisans Tezi,*** Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2012).

[5] Özçatalbaş, Y. "1050, 4140 ve 8620 çeliklerinin ısıl işlemle değişen mikroyapı ve mekanik özelliklerine bağlı işlenebilirlikleri", ***Doktora Tezi,*** Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 167-175, (1996).

[6] Luo, S.Y., Liao, Y.S., Tsai, Y.Y. "Wear characteristics in turning high hardness alloy steel by ceramic and CBN tools", ***Journal of Materials Processing Technology,*** 1(3), 114-121, (1999).

[7] Özel T., Hsu T.K., Zeren E. "Effects of Cutting Edge Geometry, Workpiece Hardness, Feed Rate and Cutting Speed on Surface Roughness and Forces in Finish Turning of Hardened AISI H13 Steel", ***International Journal of Advanced Manufacturing Technology,*** 25, 262–269, (2005).

[8] Yeyen, H. E., "AISI 303 östenitik paslanmaz çeliklerin işlenebilirliğinin deneysel olarak araştırılması", ***Yüksek Lisans Tezi,*** Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2006).

[9] Yaşar, N. "Plastik kalıp çeliklerinin özgül kesme direncinin deneysel olarak araştırılması", ***Yüksek Lisans Tezi,*** Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2011).

[10] Koshy, P., Dewes, R. C. Aspinwall, D. K., "High-speed end milling of hardened AISI D2 tool steel", Journal of Materials Processing Technology, 127, 266–273, (2002).

[11] Uzun G., "Farklı ısıl işlemlerin Ç5140 çeliğin işlenebilirliğine etkisinin incelenmesi", ***Yüksek Lisans Tezi,*** Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, (2008).

[12] Çaydaş, U., "Machinability evaluation in hard turning of AISI 4340 steel with different cutting tools using statistical techniques", ***Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture,*** 224(7), 1043-1055, (2010).

[13] Pekşen, G., "DIN 1.2379 ve sleipner malzemelerin frezelenmesinde kesme parametrelerinin incelenmesi", ***Yüksek Lisans Tezi,*** Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (2006).

[14] Akdere, R., "Sertleştirilmiş AISI H10A çeliğinin CBN kesici takımlarla işleneblirliğinin incelenmesi", ***Yüksek Lisans Tezi,*** Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, (2016).

[15] Taştemür, D., "AISI H10 sıcak iş takım çeliğinin dinamik deformasyon yaşlanma özelliklerinin araştırılması", ***Yüksek Lisans Tezi,*** Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük (2018).

ERKEN GÖRÜNÜM