

PAPER DETAILS

TITLE: İmalat eliklerinin Tornalanmasında Kesme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkisinin Analizi ve Optimizasyonu

AUTHORS: Mahir Akgün,Hasan Basri Ulas,Halil Demir

PAGES: 50-58

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/399628>



GAZİOSMANPAŞA BİLİMSEL ARAŞTIRMA DERGİSİ (GBAD)
Gaziosmanpaşa Journal of Scientific Research
ISSN: 2146-8168
<http://dergipark.gov.tr/gbad>
Araştırma Makalesi (Research Article)

Cilt/Volume : 6
Sayı/Number: Özel
(ISMSIT2017)
Yıl/Year: 2017
Sayı/Pages: 50-58

Alınış tarihi (Received): 16.10.2017
Kabul tarihi (Accepted): 26.12.2017

Baş editor/Editors-in-Chief: Ebubekir ALTUNTAŞ
Alan editörü/Area Editor: Turgut ÖZSEVEN /
Bülent TURAN

İmalat Çeliklerinin Tornalanmasında Kesme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkisinin Analizi ve Optimizasyonu

Mahir AKGÜN^{a*} Hasan Basri ULAŞ^b Halil DEMİR^c

^aAksaray Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, 68100 Aksaray, *

^bGazi Üniversitesi, Teknoloji Fak. İmalat Müh. 06170 Ankara, e- posta: bulas@gazi.edu.tr

^cKarabük Üniversitesi, Teknoloji Fak. İmalat Müh. 78050 Karabük, e-posta: hdemir@karabuk.edu.tr

Sorumlu yazar e- posta: mahirakgun@aksaray.edu.tr

ÖZET: Bu çalışmada, imalat çeliklerinin tornalanmasında işleme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla AISI 1040 ve AISI 1050 imalat çelikleri üzerinde tornalama yöntemiyle işleme deneyleri yapılmıştır. Tornalama deneyleri, Taguchi'nin L18 dikey dizinine göre üç farklı seviyede belirlenerek kesme hızı (150, 210 ve 270 m/dk), ilerleme (0,04 0,08 ve 0,12 mm/dev) ve (0,5 1 ve 1,5 mm) talaş derinliklerinde yapılmıştır. İşleme deneyleri kuru kesme şartlarında CNC torna tezgâhında gerçekleştirilmiştir. Kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisini belirlemek amacıyla varyans analizi (Anova) yapılmıştır. Elde edilen deney sonuçlarına göre yüzey pürüzlülüğü üzerinde en etkin parametrenin %52,19 ile ilerleme hızı olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çelik, Yüzey Pürüzlülüğü, Anova

Analysis and Optimization of Effects on Surface Roughness of Cutting Parameters on Turning of Carbon Steels

ABSTRACT: In this study, the effects of cutting parameters on surface roughness were investigated in turning of carbon steel. For this purpose, the turning tests were conducted on AISI 1040 and AISI 1050 carbon steels. The turning experiments were designed based on Taguchi's L18 orthogonal at three different levels which are cutting speeds (150, 210 and 270 m/min), feed rate (0.04, 0.08 and 0.12 mm/rev), and depth of cut (0.5, 1 and 1.5 mm). The turning tests were carried out on a CNC lathe under dry cutting conditions. The effects of cutting parameters on the surface roughness were determined through variance analysis (ANOVA). According to the obtained tests results, it was determined that the most efficient parameter for surface roughness is feed rate (57.6%)..

Keywords – Carbon Steels, Surface Roughness, Anova

1. Giriş

Günümüz teknolojisindeki gelişmelere bağlı olarak talaşlı imalat sektöründe kesici takımlar ve takım tezgahları alanı da sürekli gelişmektedir. Bu gelişmeler doğrultusunda imalatçılar düşük maliyetlerde daha kaliteli parçalar üretmeye çalışmaktadır. İmalat işlemlerinde orta karbonlu çelikler, düşük karbonlu çeliklerin dayanımının yetersiz olduğu uygulamalarda kullanılırlar.

Literatürde metal kesme çalışmaları incelendiğinde çeliklerin işlenebilirliği üzerine birçok çalışmanın yapıldığı gözlenmiştir (Demir ve ark. 2011) (Başak ve Baday 2016) (Dhar ve ark 2007) (Çakır ve Engin 2016). Motorcu, Ç1050 ve Ç4140 çeliklerinin kaplamasız ve kaplamalı seramik takımlarla işlenmesinde en yüksek takım ömrü değerini veren parametreleri, bu parametrelerin ve etkileşimlerinin etkilerini belirlemek amacıyla Taguchi Tekniği kullanmıştır. İşlenebilirlik sonuçlarına göre Ç4140 çeliği daha yüksek işlenebilirliğe sahip olmasına rağmen her iki takımın Ç1050 çeliğinin işlenmesinde daha yüksek takım ömürleri elde edilmiştir. Buna ek olarak, düşük ilerleme miktarları ve kesme hızı seçildiğinde takım ömürleri oldukça artmaktadır. Ayrıca, aşınmış takımlar tarama elektron mikroskopunda (SEM) incelendiğinde her iki çeliğin kaplamasız seramik takımlarla işlenmesinde krater aşınması oluşmuş iken kaplamalı seramik takımla işlenmesinde düzenli serbest yüzey aşınması ve krater aşınması görülmüştür (Motorcu 2009)

Endres ve Kountanya, AISI 1040 çeliğinin işlenmesinde köşe yarıçapı ve uç yarıçapının kesici takım serbest yüzey aşınmasına etkilerini araştırmışlardır. Kesici takım olarak yaklaşık 5-10 µm köşe yarı çaplı ve dört farklı uç yarıçapına (0,2, 0,8, 1,2, 1,6 mm) sahip kaplamasız karbür takımlar kullanılmıştır. Sonuç olarak uç yarıçapının serbest yüzey aşınmasına açıkça bir etkisi vardır. Uç yarıçapının artması ile serbest yüzey aşınmasının arttığı ve düşük ilerlemelerde aşınmanın en aza indiği gözlenmiştir (Endres ve Kountanya 2002)

Li ve arkadaşları metal kesmede takım aşınması için tahmini bir eşleştirme sistemi geliştirmeye çalışmışlardır. Yapılan çalışmada AISI 1050 çeliği ve tungsten karbür kesici takım kullanmışlardır. Çalışmada Kannatey-Asibu takım aşınma modeli, kesme kuvvetlerini, takım sıcaklığını, iş parçası malzemesinin özelliklerini, takım geometrisini ve kesme parametrelerinin ön görülebilmesi için bir işlenebilirlik simülatorü geliştirmişlerdir (Li ve ark. 1999).

Baday ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada aşırı temperleme ısı işlemi uygulanmış AISI 1050 çeliğinin tornalanmasında kesme parametrelerine bağlı olarak elde edilen esas kesme kuvvetleri değerlerinin tahmini için çoklu doğrusal regresyon modelinin oluşturulmasına çalışmışlardır. Oluşturulan regresyon modellerine Anova testi yapılarak, en küçük kareler metoduna göre en iyi model seçilmiştir. Anova testi sonuçlarına göre her üç regresyon modeli anlamlı bulunmuştur. Kesme hızının artması ile esas kesme kuvvetlerinin düştüğü, ilerleme ve kesme derinliğinin artışına bağlı olarak esas kesme kuvvetlerinin arttığı gözlemlenmiştir. En etkin parametrenin ilerleme hızının olduğu tespit edilmiştir. (Baday ve ark. 2015)

Asiltürk ve Demirci ısı işlem uygulanarak sertleştirilen AISI 1040 çeliğinin frezelenmesinde elde edilen yüzey pürüzlülüğü değerlerine göre regresyonla en uygun modeli ve optimum kesme şartlarını belirlemeye çalışmışlardır. Bütün regresyon

modellerinde üç kesme parametresi önem kazanırken, en önemli katkıyı ilerleme hızı ve kesme hızı – ilerleme etkileşim sağlamıştır. (Asiltürk ve Demirci 2010)

Bu araştırmanın amacı, makine imalat sanayinde kullanılan iki farklı kalitedeki (AISI 1040 ve AISI 1050) çelikler üzerinde tornalama metoduyla işleme deneyleri yaparak önemli bir işlenebilirlik kriteri olan iş parçası yüzey pürüzlülüğüne, malzemenin ve kesme parametrelerinin (kesme hızı ilerleme ve talaş derinliği) etkilerini inceleyip optimizasyonunu yapmaktır.

2. Materyal ve Yöntem

Gerçekleştirilen çalışmada AISI 1040 ve AISI 1050 çeliklerinin tornalanmasında malzeme sertliğinin ve işleme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisini belirlemeye ve kesme parametrelerinin Taguchi yöntemiyle optimize edilmesine çalışılmıştır. Tablo I’de Deney malzemelerinin kimyasal analiz sonuçları ve Tablo II’de Sertlik ölçüm sonuçları verilmiştir.

Çizelge 1. Deney malzemelerinin kimyasal analiz sonuçları.

Table 1. Results of chemical analysis of test materials.

	C	Si	Mn	P	S
AISI 1040	0,39	0,206	0,701	0,016	0,033
AISI 1050	0,51	0,2	0,687	0,016	0,05

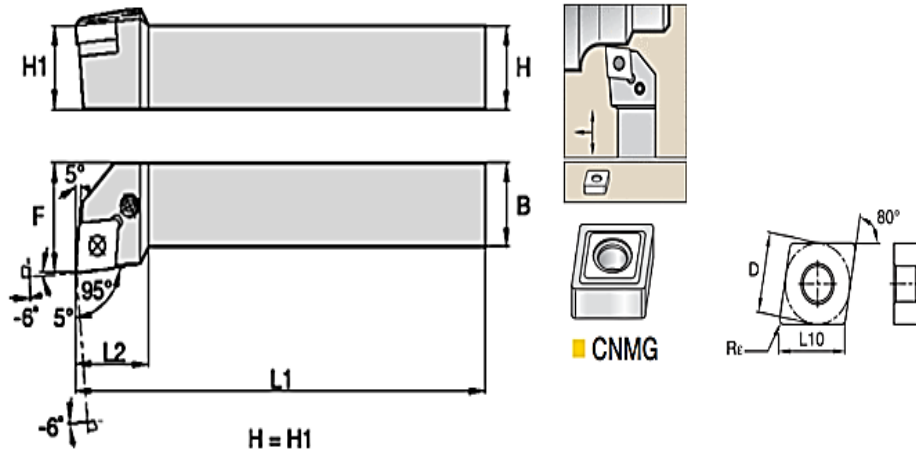
Çizelge 2. Sertlik ölçüm sonuçları

Table 2. Hardness measurement results

	Sertlik Ölçüm Sonuçları (HV)
AISI 1040	230
AISI 1050	261

İşlenebilirlik deneyleri Hannsa YTH 10700 CNC torna tezgâhında 40 mm çapta ve 200 mm boyunda silindirik deney malzemeleri üzerinde yapılmıştır. Kullanılan CNC torna tezgâhının iş mili, değişken kademesiz hıza sahip olup 3000 dev/dk ve gücü 10 kW’tır. Kesici takım olarak Kennametal firması tarafından ticari kalitede üretilen CNMG 120408 biçiminde ve KU30T kodlu karbür kesici takımlar kullanılmıştır. Kesici takımlar PCLNR-2525-M12 kodlu takım tutucuya mekanik olarak bağlanmıştır. Şekil 1’de Kesici takım formu ve takım tutucusunun görüntüsü yer almaktadır.

Kesme parametreleri, ISO 3685 standardına göre belirlenmiştir (ISO, 1993) . İşlenmiş yüzeyler üzerinde yüzey pürüzlülüğü ölçümleri MAHR-Perthometer M1 yüzey pürüzlülük cihazı ile yapılmıştır. Deneyler üçlü tekrar ile gerçekleştirildi ve elde edilen her bir yüzey üzerinde üç ölçümün aritmetik ortalaması alınarak yüzey pürüzlülüğü değerleri elde edilmiştir.



Şekil 1. Kesici takım formu ve takım tutucusunun görüntüsü.

Figure 1. Cutting tool form and image of the tool holder.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1 Deney Tasarımı

Talaşlı imalat işlemlerinde, bir makine parçasının kullanım yerine göre son geometrisi, boyutları ve yüzey kalitesi oluşturulur. Talaşlı imalat sonucu elde edilen yüzey pürüzlülüğü malzemenin kalitesini belirleyen önemli bir imalat parametresidir. Birbirleriyle temas halinde çalışan makine parçalarının istenilen işlevi uzun süreli ve minimum enerji harcayarak gerçekleştirmesi yüzey pürüzlülüğüne ve parçanın boyut hassasiyetine bağlıdır. (Karayel, 2008) (Sekmen ve ark. 2015) İşlenmiş yüzeyin kalitesinin belirlenmesinde doğrudan etkin olan kesme parametrelerinin belirlenmesi ve optimize edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla kesme hızı, ilerleme hızı, talaş derinliği dikkate alınacak parametreler olarak belirlenmiştir. Deneylerde kullanılan işleme parametreleri ve seviyeleri Tablo III’de verilmiştir. Taguchi L18 dikey dizini dikkate göre kesme parametreleri ve seviyeleri dikkate alınarak işleme deneyleri yapılmıştır. Deney dizini Tablo IV’de verilmiştir.

Çizelge 3. Deneylerde kullanılan işleme parametreleri ve seviyeleri

Table 3. Machining parameters and levels used in experiments

Kontrol faktörleri	Sembol	Seviye I	Seviye II	Seviye III
Malzeme	A	Ç 1040	Ç 1050	-
Kesme hızı (m/dk)	B	150	210	270
İlerleme (mm/dev)	C	0,04	0,08	0,12
Talaş Derinliği (mm)	D	0,5	1	1,5

AISI 1040 ve AISI 1050 çeliklerinin Taguchi L18 deney tasarımına göre yapılan işleme deneylerinde, elde edilen yüzey pürüzlülük değerlerine göre S/N oranları “en küçük en iyi eşitliği” kullanılarak hesaplanmıştır. Tablo V’de işleme sonrası elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri ve bunlara karşılık gelen S/N oranları yer almaktadır.

Çizelge 4. Taguchi L18 deney tasarımı**Table 4.** Taguchi L18 experimental design

Deney No	Kontrol Faktörleri			
	A	B	C	D
1	1	1	1	1
2	1	1	2	2
3	1	1	3	3
4	1	2	1	1
5	1	2	2	2
6	1	2	3	3
7	1	3	1	2
8	1	3	2	3
9	1	3	3	1
10	2	1	1	3
11	2	1	2	1
12	2	1	3	2
13	2	2	1	2
14	2	2	2	3
15	2	2	3	1
16	2	3	1	3
17	2	3	2	1
18	2	3	3	2

3.2 S/N Oranlarının Analizi

Çizelge 5. İşleme sonrası elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri ve S/N oranları**Table 5.** Surface roughness values after machining and S/N ratios obtained

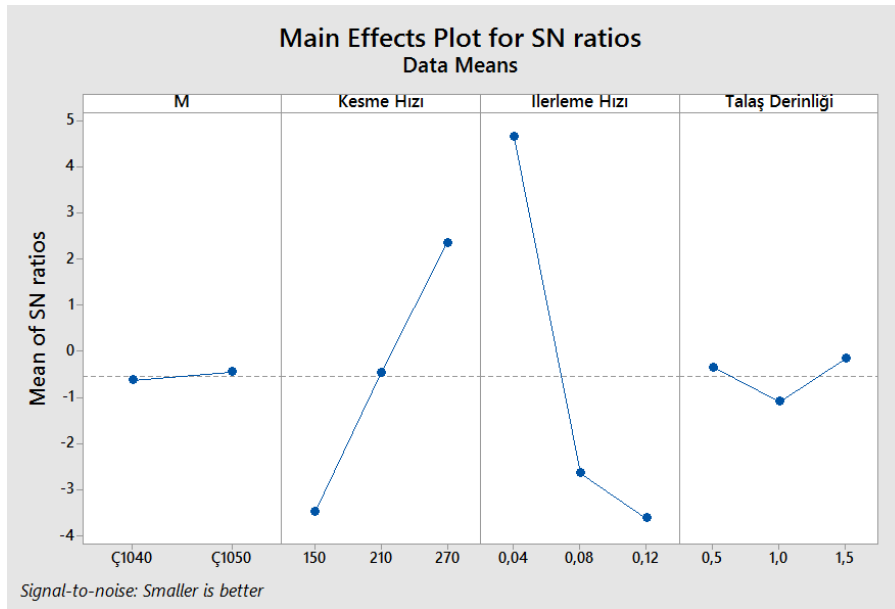
Deney No	Kontrol Faktörleri				Aritmetik Yüzey Pürüzlülük Değeri Ra (μm)	S/N Oranı (dB)
	A Malzeme	B Kesme hızı	C İlerleme hızı	D Talaş Derinliği		
1	Ç 1040	150	0,04	0,5	0,945	0,491
2	Ç 1040	150	0,08	1	2,118	-6,518
3	Ç 1040	150	0,12	1,5	2,45	-7,783
4	Ç 1040	210	0,04	0,5	0,411	7,723
5	Ç 1040	210	0,08	1	1,726	-4,740
6	Ç 1040	210	0,12	1,5	1,412	-2,996
7	Ç 1040	270	0,04	1	0,435	7,230
8	Ç 1040	270	0,08	1,5	0,874	1,169
9	Ç 1040	270	0,12	0,5	1,027	-0,231
10	Ç 1050	150	0,04	1,5	0,879	1,120
11	Ç 1050	150	0,08	0,5	1,324	-2,437
12	Ç 1050	150	0,12	1	1,947	-5,787
13	Ç 1050	210	0,04	1	0,701	3,085
14	Ç 1050	210	0,08	1,5	1,089	-0,740
15	Ç 1050	210	0,12	0,5	1,8	-5,105
16	Ç 1050	270	0,04	1,5	0,387	8,245
17	Ç 1050	270	0,08	0,5	1,345	-2,574
18	Ç 1050	270	0,12	1	0,98	0,175

AISI 1040 ve AISI 1050 çeliklerinin tornalanması sonucunda yüzey pürüzlülük değerlerinin aritmetik ortalaması AISI 1040 için (TRa) 1,660 μm ve AISI 1050 çeliği için ise için (TRa) 1,161 μm hesaplanmıştır. Yüzey pürüzlülüğü üzerinde kontrol faktörlerinin etkisi S/N yanıt tablosu kullanılarak analiz edilmiştir. Tablo VI'de yüzey pürüzlülüğü için S/N yanıt tablosu verilmiştir. Optimum yüzey pürüzlülüğü değerini elde etmek için taguchi yöntemiyle oluşturulan bu tablo kontrol faktörleri için optimum seviyeleri göstermektedir. Şekil 2'de Yüzey pürüzlülüğü için kontrol faktörlerinin seviye değerleri gösterilmiştir.

Çizelge 6. Yüzey pürüzlülüğü için S/N yanıt tablosu

Table 6. S/N response table for surface roughness

Seviyeler	Kontrol Faktörleri			
	A	B	C	D
1	-0,6285	-3,4859	4,6494	-0,3558
2	-0,4465	-0,4625	-2,6404	-1,0926
3	-	2,3359	-3,6215	-0,1641
Delta	0,1820	5,8218	8,2709	0,9284



Şekil 2. Yüzey pürüzlülüğü için kontrol faktörlerinin seviye değerleri.

Figure 2. Level values of control factors for surface roughness.

Yüzey pürüzlülüğü için kontrol faktörlerinin optimum seviyeleri A Malzeme AISI 1050 (Seviye 2), B Kesme hızı 270 dev/dk (Seviye 3), C ilerleme hızı 0,04 mm/dev (Seviye 1) ve D talaş derinliği 1,5 mm (Seviye 3) yüzey pürüzlülük değeri 0,387 μm ölçülmüştür.

3.3 Varyans Analizi (ANOVA)

Bu çalışmada yüzey pürüzlülüğü üzerinde malzeme ve işleme parametrelerinden kesme hızı, ilerleme, talaş derinliğinin etkilerini analiz etmek için varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonuçları Tablo VII'da görülmektedir. Yapılan bu analiz %95 güven seviyesinde gerçekleştirilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre yüzey pürüzlülüğü değeri üzerinden en fazla öneme sahip değişken %52,19 katkı oranı ile ilerleme hızı olmuştur.

İstatistiksel analiz sonuçları ile deneysel çalışmada elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında birbirlerini doğrular niteliktedir.

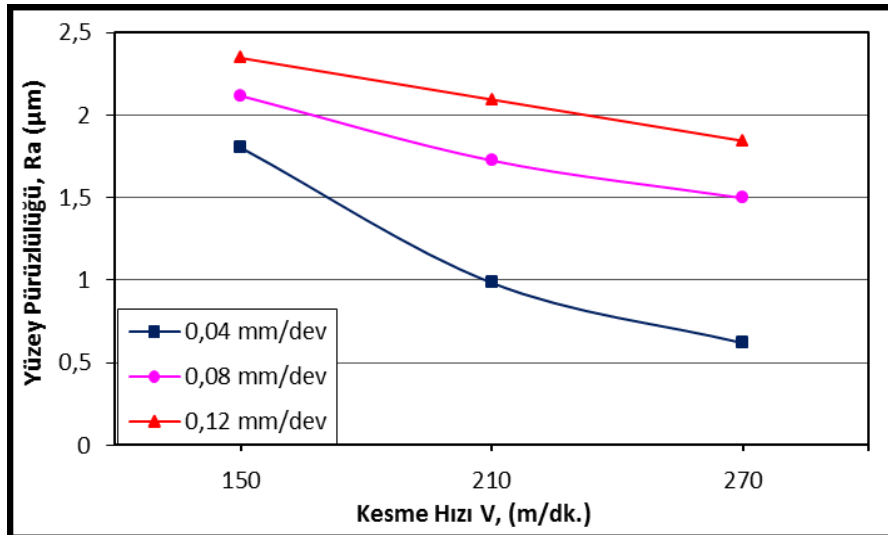
Çizelge 7. Yüzey pürüzlülüğü için Anova tablosu

Table 7. Anova table for surface roughness

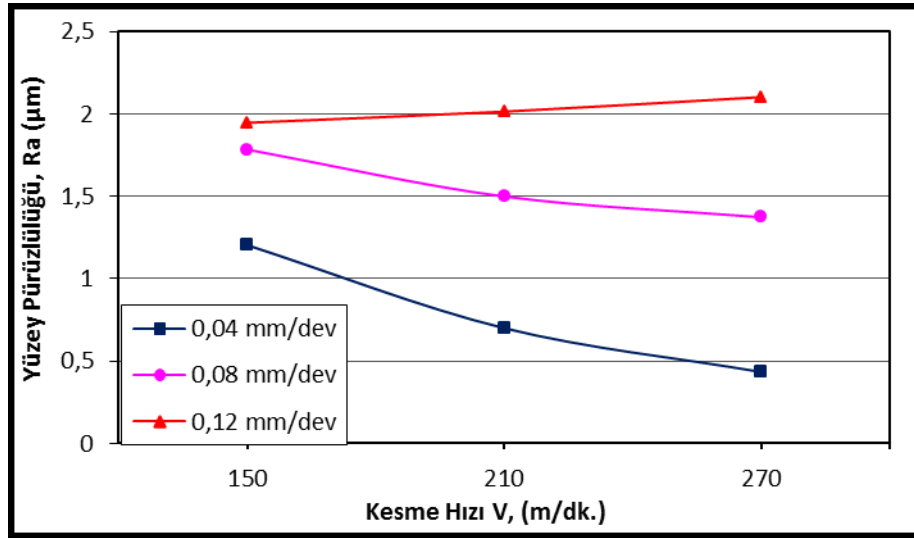
Kontrol Faktörleri	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P Değeri	Katkı Oranı %
A	1	0,049	0,049	0,49	0,5	0,80
B	2	1,780	0,890	8,78	0,006	28,89
C	2	3,215	1,607	15,86	0,001	52,19
D	2	0,102	0,051	0,5	0,619	1,65
Error	10	1,013	0,101	-	-	16,44
Total	17	6,160	-	-	-	100

3.4 Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

AISI 1040 ve AISI 1050 çeliklerinin tornalanmasında Şekil 3’de 1 mm talaş derinliğinde kesme hızına ve ilerlemeye bağlı olarak yüzey pürüzlülük değerlerindeki değişimi açıklanmaktadır. Her iki malzemenin işlenmesinde kesme hızının artması ile yüzey pürüzlülük değerleri azalmıştır. Ayrıca ilerleme hızının artması ile yüzey pürüzlülük değerleri artmıştır. AISI 1050 çeliğinde karbon oranındaki artışa bağlı olarak sertliğin artması işlenmiş yüzeyin kalitesinin artmasına olumlu etki yapmıştır. En düşük yüzey pürüzlülük değeri 1mm talaş derinliğinde AISI 1050 çeliğin tornalanmasında 270 m/dk kesme hızında 0,04 mm ilerleme hızında 0,435 μm olarak elde edilmiştir. Ancak aynı malzeme için taguchi deney dizininde en optimum yüzey pürüzlülük değeri 1,5 mm talaş derinliğinde 270 m/dk kesme hızında 0,04 mm/dev ilerleme hızında 0,387 μm olarak ölçülmüştür.



a) AISI 1040



b) AISI 1050

Şekil 3. AISI 1040 ve AISI 1050 çeliklerinin tornalanmasında kesme hızı ve ilerleme hızına bağlı olarak yüzey pürüzlülüğünün değişimi.

Figure 3. The change in surface roughness depending on the cutting speed and the feed rate in turning the steels AISI 1040 ve AISI 1050.

4. Sonuç

Bu çalışmada, AISI 1040 ve AISI 1050 çeliklerinin tornalanmasında elde edilen yüzey pürüzlülük değerlerini etkileyen kesme parametrelerinin optimizasyonu yapılmıştır. Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir. En düşük yüzey pürüzlülüğü değeri için optimum yüzey pürüzlülük değeri A Malzeme AISI 1050 (Seviye 2), B Kesme hızı 270 dev/dk (Seviye 3), C ilerleme miktarı 0,04 mm/dev (Seviye 1) ve D talaş derinliği 1,5 mm (Seviye 3) için yüzey pürüzlülük değeri 0,387 µm olarak elde edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre yüzey pürüzlülüğü üzerinde en etkin parametrenin %52,19 katkı oranı ile ilerleme hızı olduğu görülmüştür. AISI 1040 çeliğine göre AISI 1050 çeliğinde karbon muhtevasının artması ile AISI 1050 çeliğinin sertliği artmıştır. Bu sertlik artışı da AISI 1050 çeliğinin tornalanmasında yüzey pürüzlülük değerlerinde olumlu bir etki yapmıştır.

Kaynaklar

- Demir, H., Çiftçi İ., Türkmen, M., Gündüz S., 2011. Orta Karbonlu Alaşımli ve Alaşimsız Çeliklerde Isıl İşlem Şartlarının ve Sertliğin İşlenebilirliğe Etkisi, 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), Elazığ.
- Başak, H., & Baday, Ş., 2016. Küreselleştirilmiş orta karbonlu bir çeliğin işlenmesinde, kesme parametrelerinin kesme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülüğüne etkilerinin regresyon analizi ile modellenmesi, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, cilt 22(4), 253-258.
- Dhar, N. R., Ahmed, M. T., & Islam, S., 2007. An experimental investigation on effect of minimum quantity lubrication in machining AISI 1040 steel, International Journal of Machine Tools and Manufacture, cilt 47(5), 748-753.
- Çakır, G., & Engin, N. A. S., 2016. Orta karbonlu AISI 1040 imalat çeliğine uygulanan sıcak dövme işleminin malzemenin mekanik özelliklerine etkisi, İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, cilt 5(1), s. 91-97.
- Motorcu, A. R., 2009. Ç1050 ve Ç4140 çeliklerinin seramik takımlarla işlenmesinde optimum takım ömrünü sağlayan parametrelerin taguchi yöntemiyle belirlenmesi ve takım aşınmalarının incelenmesi, Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 24 (4), s. 699-708.
- Endres, J.W. and Kountanya, R.K., 2002. The Effects of Corner Radius and Edge Radius on Tool Flank Wear, Journal of Manufacturing Processes, cilt 4(2), s. 89-96.

- Li, X.P., Ng, H.H., and Lim, S.C., 1999. A predictive mapping system for tool wear in metal cutting, *Journal of Materials Processing Technology* cilt 89(90), s. 279-286.
- Baday, Ş., Başak, H., Gürbüz H., 2015. Aşırı temperlenmiş AISI 1050 çeliğin tornalanmasında esas kesme kuvvetlerinin çoklu regresyon ile modellenmesi, 6. Ulusal Talaşlı İmalat Sempozyumu, Sabancı Üniversitesi, İstanbul s. 382-392.
- Asiltürk, İ., Demirci, M. T., 2010. Karbür kesici kullanarak sertleştirilmiş AISI 1040 çeliklerin frezelenmesindeki yüzey pürüzlülüğünün regresyonla modellenmesi, 2. Ulusal Tasarım İmalat ve Analiz Kongresi, Balıkesir.
- ISO 3685., 1993 Tool-Life Testing With Single-Point Turning Tools
- Karayel, D., 2008. Prediction and control of surface roughness in CNC lathe using artificial neural network, *Journal of Materials Processing Technology*, cilt 209: 3125–3137.
- Sekmen M, Günay M, Şeker U., 2015. Alüminyum Alaşımlarının İşlenmesinde Kesme Hızı ve Talaş Açısının Yüzey Pürüzlülüğü Yığıntı Talaş ve Yığıntı Katmanı Oluşumu Üzerine Etkisi, *Politeknik Dergisi*, cilt 18 (3) : s.141-148.