

Teğetsel Silindirik Taşlama Yönteminde İşleme Parametrelerinin Titreşim Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması

Çetin ÖZAY¹, Hasan BALLIKAYA², Mehmet ALTUĞ³, Vedat SAVAŞ¹, Mehmet SAĞLAM¹

¹Fırat Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği, Elazığ Türkiye

²Aksaray Üniversitesi, Bilimsel ve Teknolojik Araştırma ve Uygulama Merkezi, Aksaray, Türkiye

³İnönü Üniversitesi, Malatya Meslek Yüksekokulu, Mak. ve Met. Tek. Böl., Malatya, Türkiye
cozay@firat.edu.tr

(Geliş/Received: 17.12.2017; Kabul/Accepted: 22.02.2018)

Özet

Bu çalışmada Taguchi deney tasarım yöntemi kullanılarak sementasyon çeliğinin teğetsel silindirik taşlama yöntemi ile işlenmesinde kesme parametrelerinin titreşim üzerindeki etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Kesme parametreleri olarak talaş derinliği, ilerleme hızı, kesici takım devri ve iş parçası parametrelerinin farklı seviyeleri kullanılmıştır. Ayrıca yapılan deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçlar, Minitab 15 paket programı kullanılarak ANOVA varyans analizi yöntemi ile istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmalar teğetsel silindirik taşlama yönteminin geleneksel silindirik taşlama yöntemine benzer sonuçlar verdiği ve daha pratik olduğu, dolayısıyla belirli üstünlükler getirdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Teğetsel Silindirik Taşlama, Titreşim, ANOVA

Investigation Of The Effects Of Processing Parameters On The Vibration Of Tangential Cylindrical Grinding Method

Abstract

In this study, the effect of vibrations parameters on cutting parameters in machining by tangential cylindrical of cementation steel by using Taguchi desing method have been investigated expermentally. Different levels of the dept of cut, feed rate, cutting tool speed and workpiec speed were used as cutting parameters. In addition, results obtained from experimental studies were evaluated statistically by ANOVA variance analysis method using Minitab 15 packet program. The studies have shown that tangential cylindrical grinding results give similar results to the conventional cylindrical grinding method and are more practical and have certain advantages.

Keywords: Tangential Cylindrical Grinding, Vibration, ANOVA

1. Giriş

Teknolojinin gelişmesine bağlı olarak talaşlı imalat sektöründe de sürekli gelişmeler olmaktadır. Son yıllarda imalat sektöründe artan rekabetle mühendislik açısından önemli olan ürün tasarımı, imalatı, kalitesi ve üretim süresi gibi faktörler üzerinde yeni araştırma ve geliştirme çalışmaları artmıştır. Talaşlı imalatta yüzey kalitesinin artırılması, istenilen tolerans ve ölçü tamlığının sağlanması için taşlama işlemine tabi tutulması gerekmektedir. Özellikle silindirik taşlama yöntemi büyük bir önem arz etmektedir.

Silindirik taşlama yöntemi torna tezgâhında işlenmiş silindirik veya konik parçalara son şeklini vermek için kullanılan son işlemlerden biridir. Silindirik taşlama tezgâhları imalat sektöründe çok dikkatli kullanılması gereken tezgâhlardan biridir. Bu sebepten dolayı kullanılan taşlama taşlarının taşlanacak malzemeye, işleme geometrisine, istenilen yüzey kalitesine göre seçilmeli, iyi dengelenmesi ve tezgâha dikkatli bir şekilde bağlanması gerekir. Bunu yanı sıra kesme parametreleri de yapılacak işleme uygun seçilmelidir. Bu yöntemde kullanılan kesme parametrelerin başında kesici takım bileşenleri, işlenecek parçanın malzemesi, kesici takım devri, iş parçası devri, talaş

derinliği, ilerleme hızı gibi parametreler gelmektedir.

Genel olarak, malzeme yüzeyinin taşlanması için, birden fazla işlem kombinasyonunun birbirine uyumu gerekecektir. Örneğin; ideal kesme, yanal yer değiştirmeyle oluşan kazıma, iş parçasının hareketi, aşındırıcı taş, iş parçasının elastikliği, titreşim, vb. çok sayıda kontrol edilebilen ve edilemeyen farklı parametreler taşlama işleminde etkili olmaktadır [1,2].

Talaşlı imalat işlemlerinde (tornalama, frezeleme, vb.) üretilen iş parçası kalitesinin artırılması ve maliyetin düşürülmesine yönelik yapılan çalışmalarda kesme kuvvetlerinin tespiti ve analiz edilmesi önemli bir yer tutmaktadır [3,4]. Kesme kuvvetleri, ısı oluşumu, takım ömrü, işlenen yüzeyin kalitesi ve iş parçasının boyutları üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. İşleme esnasında taşlama taşının iyi dengelenmemesinden kaynaklı kesme kuvvetlerinde değişkenlik olması ve bunun akabinde tezgâh titreşiminin artması ve yüzey kalitesinin kötüleşmesi muhtemeldir. Titreşim, en genel haliyle bir cismin denge konumu etrafında yaptığı salınım hareketi olarak tarif edilir. Titreşim genellikle istenmeyen bir durumdur. Çünkü makinenin görevini zorlaştıracak, hatta bazı durumlarda rezonans oluşturacak makinenin tahrip olmasına yol açacaktır. Makineler tasarlanırken, titreşime sebep olabilecek iç ve dış kuvvetlerin mümkün olduğu kadar küçük olması istenir. Bu nedenle kesme kuvvetlerinin ve titreşimin talaş kaldırma işlemleri üzerindeki etkisini iyi analiz edebilmek için bu kuvvetlerin daha doğru olarak tespit edilmesi gerekmektedir. Özellikle taşlama işlemi diğer talaşlı imalat işlemlerinden çok daha karışık olduğu için taşlama işlemlerinde kesme kuvvetlerinin deneysel olarak ölçülmesi daha da önem kazanmaktadır [5].

Mühendislik alanlarında yapılacak deneysel çalışmaların özellikle uzun ve pahalı olması durumunda bu deneylerin kısa sürede ve daha ekonomik yapılabilmesi için Taguchi deney tasarımı yöntemi sıklıkla kullanılmaktadır. Deneysel çalışmaların yapılmasında deney parametrelerinin ve seviyelerinin belirlenmesi ve deney planının yapılması deneysel çalışmalarının sağlıklı bir şekilde yapılmasını sağlar. Ancak bu çalışmanın yapılmasında bahsedildiği gibi daha az ve kısa sürede yapılması için Taguchi deney

tasarım yöntemi önemli üstünlükler sağlamaktadır. Deney tasarımı yöntemlerinde birden fazla yöntem vardır. Bu tasarım yöntemlerinin bir bölümünde çok fazla deney yapmak gerekir ama sonuçlar güvenilir olur, bazılarında ise az deney yapılması avantaj olarak görülse de sonuçların güvenilirlik seviyesinin düşük olması değerlendirme açısından uygun değildir. Taguchi deney tasarımı yöntemi deney tasarımında Ortogonal dizin kullanarak deney sayısını azaltmakta deneylerde parametre ve seviyelerini eş zamanlı değişmesi ve eşit sayıda değişmesi güvenilirlik seviyesini artırmadadır. Ayrıca kontrol deneylerinin yapılması sonuçların daha da güvenli olmasını sağlamaktadır. Bunun yansısı sonuçların değerlendirilmesinde de önemli kolaylıklar sağlamaktadır. Bu yöntem seviye bazında optimum sonuç belirlenmesinde S/N oranlarına göre uygun parametre seviyelerini vermekte kontrol edilemeyen parametrelerin etkilerini de minimize etmektedir.

Taguchi deney tasarımı yöntemi kullanılarak yapılan taşlama yöntemi ile ilgili bazı çalışmalar mevcuttur, Bu çalışmalardan ilgili olanları şöyle sıralanabilir.

Hassui ve Diniz AISI 52100 çeliğinin taşlanmasında taşlama parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü ve titreşim üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Ayrıca oluşan titreşim ile yüzey pürüzlülüğünün arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir [6]. Srivastava, taşlama işleminde kesmenin yanal yer değiştirmeyle oluşan kazıma, iş parçasının hareketi, aşındırıcı taş, iş parçasının elastikliği, titreşim gibi birçok işlemin oluşturduğu bir durum olduğunu belirtmiştir. Bu olayın oluşmasında kontrol edilebilen ve edilemeyen çok sayıda değişik parametrelerin etkili olduğunu belirtmiştir [7]. Brambila ve diğ.; silindirik malzemelerde, taşlama işlemi sonucunda otlamanın oluştuğu andaki, otlama olayının meydana geldiği konum ve zamanı grafiksel çıktı olarak bilgi verebilen bir cihaz tasarlamışlardır. Bu çalışmayı taşlama işleminde zaman- frekans analizi olarak isimlendirmişlerdir [8]. Kim, Taşlama yönteminde taşlama taşının geometrisinin, işleme parametreleri, taşlama dinamik özellikleri ve özellikle titreşim karakteristiğinin iş parçası yüzeyi üzerinde çok önemli bir etkiye sahip olduğunu ifade etmiştir [9]. Yang ve Guo ultra hassas taşlama yönteminde taşlama taşı

titreşiminin iş parçası yüzey kalitesine etkisini araştırmışlardır. Ayrıca taşlama taşının yüzeyini düzgün kabul ederek titreşimin neden olduğu yüzey hatalarını tanımlayan bir matematiksel model oluşturmuşlardır [10]. Zhang ve diğ., Taşlama işleminin dinamik özelliklerini araştırmak amacı ile lineer olmayan dinamik bir matematik modeli geliştirmişlerdir [11]. Prabhu ve Vinayagam, Taguchi yöntemi kullanarak taşlama işleminde nano katkılı ve katkısız soğutma sıvılarının yüzey pürüzlülüğü ve mikro çatlaklar üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Deney sonuçlarına uygun bir ampirik bağıntı elde ederek karşılaştırma yapmışlardır, Varyans analizi ile sonuçların uygunluğunu belirlemişlerdir [12]. Külençi AISI 1040 çelik malzemesinin yüzey taşlama yöntemi ile işlenmesinde Taguchi deney tasarım yöntemi kullanarak işleme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkilerini araştırmıştır [13]. Rascalha ve diğerleri puntasız taşlama işleminde Taguchi deney tasarım yöntemi ve yük hücresi kullanarak taş düzeltme işleminin optimizasyonunu incelemişlerdir. Giriş parametreleri olarak düzeltme derinliği düzeltme hızı, taşlama taşı çapı, taş devri, ve ayar çarkı devri olarak seçmişlerdir. Bu parametrelerin yüzey pürüzlülüğü, yuvarlaklık hataları ve düzeltme kuvveti üzerindeki etkilerini incelemişlerdir [14].

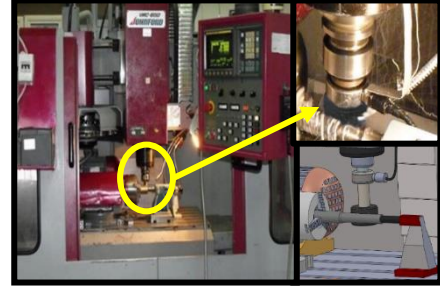
Yapılan bu çalışmada literatürde fazla değinilmeyen yeni bir metot olan teğetsel silindirik taşlama yönteminde kesme parametrelerin kesici takım üzerinde oluşturduğu titreşim deneysel ve istatistiksel olarak incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

Yeni bir yöntem olan teğetsel silindirik taşlama deney düzeneğinin tasarlanmasında VMC-850 Johnford dik işleme merkezli tezgâh kullanılmıştır. Dik işleme merkezli freze tezgâhının üzerine ekstra bir düzenek kurularak deney düzeneği hazırlanmıştır. Deney düzeneğinde iş parçasının kendi eksenine etrafında istenilen devirlerde dönmesi için Şekil 1 'de görülen düzenek kurulmuştur. Devir ayarlarının yapılması için Micromaster 440 marka invertör kullanılmıştır. İş parçası ve kesici takım eksenleri silindirik taşlamada olduğu gibi

birbirine paralel değil; İş parçası kesici takıma teğet olarak temas etmektedir.

Kesici takım olarak kullanılan taşlama taşı freze tezgâhında freze takımı gibi rahat bir şekilde sökülüp takılmaktadır. Devir ayarlarının kalibrasyonu Extech Instruments – 461880 marka takometre ve titreşim ölçüm cihazı ile yapılmıştır. İş parçasının koniklik ayarı komparatör yardımı ile yapılmıştır.



Şekil 1. Teğetsel silindirik taşlama deney düzeneği ve titreşim ölçümü

Teğetsel silindirik taşlama deneylerinin yapılması için AISI 8620 sementasyon çeliği $\varnothing 20 \times 60$ mm ebatlarında yapılacak olan deney sayısı kadar testere ile kesildi, İş parçası boyu $L \leq 2D$ oranına göre seçildi. Deney çalışmalarının yapılması için iş parçası bir tarafı aynaya bağlanırken diğer tarafı punta ile desteklendi. Ayna ile punta arasına bağlanan iş parçası belirli devirde döndürüldükten sonra kesici takım belirli bir devirde döndürülerek iş parçası eksenine dik ama iş parçasına teğet olacak şekilde temas ettirildi. Gerekli talaş derinliği verildikten sonra X eksenini yönünde aynaya doğru belirli bir ilerleme hızı ile talaş kaldırma işlemi yapıldı.

Teğetsel silindirik taşlama deneylerinin yapılmasında Üçer Zımpara Taşı San, ve Tic, Ltd, şirketinden temin edilen 44 mm çapında SIOUX K-17 marka taşlama taşı kullanılmıştır. Deneysel çalışmaların tam faktöriyel deneysel tasarım yöntemi ile yapıldığı takdirde çok sayıda deney yapılmasını gerektirmektedir. Bunun sonucu olarak da çok fazla zamana ihtiyaç olduğu ve maliyeti artıracak göz önünde bulundurulmalıdır. Bu sebepten dolayı deney sayısını azaltan ve maliyeti düşüren Taguchi deneysel tasarım yöntemi kullanılmıştır. Deneysel çalışmalar için kullanılacak parametre ve seviyeleri Tablo 1 'de verilmiştir.

Tablo 1: AISI 8620 Sementasyon çeliğinin işlenmesinde kullanılan parametreler ve seviyeleri

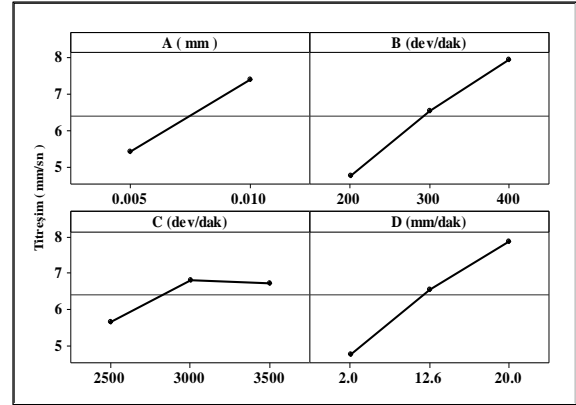
Kesme parametreleri ve seviyeleri					
Kesme par.	Birim	Sembol	Seviyeler		
			S.1	S.2	S.3
Talaş derinliği	mm	A	0,005	0,01	
İş parçası devri	(dev/dak)	B	200	300	400
Taşlama taşı devri	(dev/dak)	C	2500	3000	3500
İlerleme hızı	mm/dak	D	2	12,6	20

3. Sonuçlar

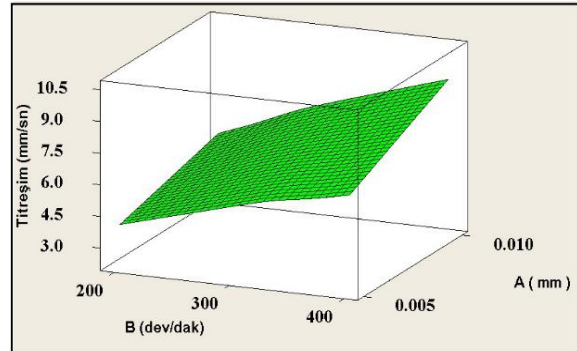
Taguchi deney tasarım tekniği ile belirlenmiş L_{18} ortogonal dizinine göre yapılmış olan deneylerde teğetsel silindirik taşlama yöntemi ile işlenmiş AISI 8620 sementasyon çeliğinden alınan titreşim değerleri Tablo 2 'de gösterilmektedir. Şekil 2'de ise AISI 8620 sementasyon çeliğinin işlenmesinde işleme parametrelerinin titreşim üzerindeki etkileri grafiksel olarak gösterildi.

Tablo 2: AISI 8620 Sementasyon Çeliğinin işlenmesi sonucu elde edilen titreşim oranları

Parametreler ve Seviyeleri				Titreşim (mm/sn)	S/N Oranı
(A)	(B)	(C)	(D)		
0,005	200	2500	2	2,406	-67,625
0,005	200	3000	12,6	4,323	-72,715
0,005	200	3500	20	5,327	-74,529
0,005	300	2500	2	3,306	-70,386
0,005	300	3000	12,6	5,939	-75,474
0,005	300	3500	20	7,318	-77,287
0,005	400	2500	12,6	5,840	-75,328
0,005	400	3000	20	8,920	-79,007
0,005	400	3500	2	5,245	-74,394
0,01	200	2500	20	5,816	-75,292
0,01	200	3000	2	4,309	-72,687
0,01	200	3500	12,6	6,143	-75,767
0,01	300	2500	12,6	6,591	-76,379
0,01	300	3000	20	10,067	-80,058
0,01	300	3500	2	5,919	-75,444
0,01	400	2500	20	9,899	-79,911
0,01	400	3000	2	7,333	-77,305
0,01	400	3500	12,6	10,456	-80,387

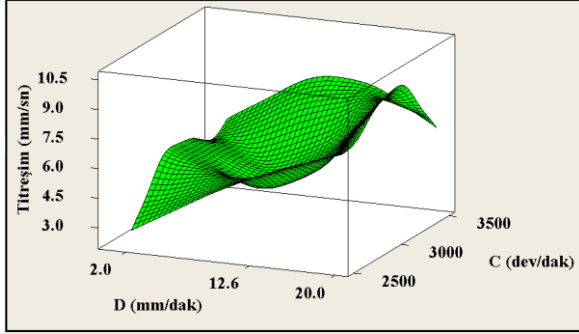
**Şekil 2:** AISI 8620 Sementasyon Çeliği işleme parametrelerinin titreşime olan etkisi

Tablo 2 ve Şekil 2 incelendiğinde talaş derinliğinin ve ilerleme hızı parametrelerinin artması ile titreşim değerinin arttığı görülmektedir. Talaşlı imalat işlemlerinde işleme zamanını azaltmak ve maliyeti düşürmek için ilerleme hızının mümkün olduğu kadar yüksek olması istenir. Genellikle ilerlemenin artması ile titreşim değeri artar. Sementasyon çeliğinin teğetsel silindirik taşlama yöntemi ile işlenmesinde talaş derinliğinin ve ilerleme hızının artması ile kesme kuvvetlerinin arttığı ve buna bağlı olarak da titreşim artacağı söylenebilir. Talaş kaldırma olayında titreşim artması yüzey pürüzlülüğünün kötüleşeceği anlamına gelmektedir.

**Şekil 3:** AISI 8620 Sementasyon Çeliğinin işlenmesinde taşlama taşı devri ve talaş derinliği parametrelerinin titreşime olan etkisi

Ayrıca iş parçası devri ve kesici takım devrinin artması ile titreşimin arttığı görülmektedir. İş parçası devrinin artması ile homojen olmayan bir yapıya sahip iş parçasının merkez kaç kuvvetini arttırdığı ve bunun titreşime sebep olduğu söylenebilir. Benzer

şekilde kesici takım devri içinde aynı ifadeler söylenebilir.



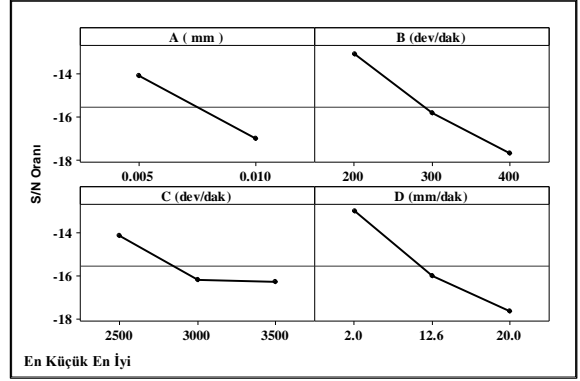
Şekil 4: AISI 8620 Sementasyon Çeliğinin işlenmesinde aksel ilerleme ve taş devri parametrelerinin titreşime olan etkisi

Tablo 3'te AISI 8620 Sementasyon çeliğinin işlenmesinde elde edilen titreşim değerlerine karşılık gelen S/N oranları verildi. S/N oranları titreşim değerleri için "En küçük en iyi", performans karakteristiğine göre belirlenmiştir. Bu tabloda işleme parametrelerinin optimum seviyeleri (^a) ile gösterilmiştir.

Tablo 3, AISI 8620 Sementasyon çeliğinin işlenmesinde titreşim için her bir seviyedeki faktörlerin etkisi (S/N oranı)

İşleme Parametreleri	Ortalama S/N oranı (dB)			
	Sembol	Seviye1	Seviye2	Seviye3
Talaş Derinliği (mm)	A	-74,08 ^a	-77,03	
İş Parçası Devri (dev/dak)	B	-73,10 ^a	-75,84	-77,72
Taşıma Taşı Devri (dev/dak)	C	-74,15 ^a	-76,21	-76,30
Eksenel İlerleme Hızı (mm/dak)	D	-72,97 ^a	-76,01	-77,68

Şekil 5'de teğetsel silindirik taşlama işleminde işleme parametrelerinin S/N oranı üzerindeki etkisi görülmektedir. Şekil 5'deki grafik incelendiğinde işleme parametrelerinin optimum seviyeleri, S/N oranlarının en yüksek olduğu seviyelerdir. Parametrelerin en büyük S/N oranlarının A1B1C1D1 seviyelerinde olduğu görülmektedir.



Şekil 5: AISI 8620 Sementasyon çeliğinin işlenmesinde işleme parametrelerinin S/N oranına etkisi

3.1. Optimum değeri belirlenmesi ve kontrol testleri

İşlem parametrelerinin optimum seviyesi seçildikten sonra, son adım, işlem parametrelerinin optimal seviyesini kullanarak performans karakteristiğinin iyileştirilmesini öngörmek ve doğrulamaktır.

İşlem parametrelerinin optimal seviyesini kullanarak tahmini S / N oranı Optimum η değeri tespit edilir. Aşağıdaki denklem kullanılarak optimum S/N Oranı hesaplanabilir

$$\text{Optimum } \eta = \eta_m + \sum_{i=1}^j (\eta_i - \eta_m)$$

Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda optimal seviyeler A1B1C1D1 olarak belirlendi. Optimal seviyelerdeki S/N oranları kullanılarak S / N oranı Optimum η , -7,650 olarak tespit edilmiştir. Deneysel çalışmalarda ise optimal seviyelere karşılık gelen S/N oranının -7,625 olduğu hesaplandı.

Tablo 4'de AISI 8620 Sementasyon çeliğinin işlenmesinde elde edilen titreşim değerlerinin varyans analizi ile değerlendirilmesi sonucu elde edilen değerler verilmiştir. Ayrıca Tablo 4'de varyans analize göre elde edilen kesme parametrelerinin titreşim üzerindeki etkileri yüzde olarak gösterilmiş ve hata payı ortaya konulmuştur. Bu değerler incelendiğinde titreşim değerleri üzerinde bütün parametrelerin belirli bir değerde etkili olduğu ancak; en fazla aksel ilerleme parametresinin titreşime etki yaptığı söylenebilir.

Tablo 4. AISI 8620 Sementasyon çeliğinin işlenmesinde elde edilen titreşim değerlerinin ANOVA analizi

İşleme Par.	Ser. Der. (v)	Kar. Top. (SSa)	Varyans	F Değeri	% Dağılım
Talaş Derinliği (A)	1	38,968	38,96823	34674,74	20,53
İş Parçası Devri (B)	2	64,740	32,37027	28803,74	34,12
Kesici Takım Devri (C)	2	17,685	8,84277	7868,481	9,320
İlerleme Hızı (D)	2	68,323	34,16159	30397,7	36,009
Hata	10	0,0112	0,001124	-	0,01007
Toplam	17	189,72			

Sonuç olarak yapılan deneysel çalışmalarda teğetsel silindirik taşlama yönteminde kesme parametrelerinin taşlama işlemine benzer sonuçlar verdiği görülmektedir [15]. Yapılan çalışma klasik silindirik taşlama yönteminde kullanılan büyük çaplı taşlar yerine daha küçük taşların kullanılmasına imkân vermektedir. Bunun yanı sıra büyük çaplı taşların bağlanması ve kullanılmasındaki sakıncalar minimize edilmektedir. Ayrıca tornalama-frezeleme tezgâhı üzerinde taşlama işlemine de imkân sağlamaktadır.

4. Tartışma

Bu çalışmada AISI 8620 sementasyon çeliğinin teğetsel silindirik taşlama yöntemi ile işlenmesinde titreşim değerleri önceden belirlenen kesici takım devri, ilerleme hızı, iş parçası devri ve talaş derinliği değiştirilerek incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Minitab 15 paket programı yardımı ile S/N oranlarına dönüştürülmüş optimum kesme parametre seviyeleri belirlenmiştir. Ayrıca Anova varyans analizi ile parametrelerin sonuçlar üzerindeki etkileri istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Yapılan deneysel çalışmalar ve incelemeler neticesinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- ✓ AISI 8620 Sementasyon Çeliğinin teğetsel silindirik taşlama yöntemi ile işlenmesinde iş parçası devri ve taş devrinin artması ile titreşim değerinin arttığı tespit edildi. En

düşük titreşim değerinin birinci seviyesinde çıktığı görüldü.

- ✓ AISI 8620 Sementasyon Çeliğinin işlenmesinde talaş derinliği ve eksenel ilerleme hızının artması ile titreşim değerinin arttığı görüldü. En uygun seviyelerin birinci seviyeler olduğu tespit edildi.
- ✓ Optimum titreşim değerlerinin A1B1C1D1 seviyelerinde elde edildi. Varyans analizi ile de parametrelerin titreşim üzerindeki etkileri % oranı olarak belirlendi. Titreşim üzerinde en fazla eksenel ilerleme hızının etkili olduğu belirlendi.
- ✓ Genel olarak AISI 8620 Sementasyon Çeliğinin işlenmesinde yapılan deneysel çalışmalar ve istatistiksel analizler sonucunda kesme parametrelerinin titreşim üzerinde belirli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Kaynaklar

1. Kalpakjian. S. (1991). Manufacturing proces for engineering materials, *Addison-Wesley*, New York, 120-121,
2. Güllü, A. (1995). Silindirik taşlamada istenen yüzey pürüzlülüğünü elde etmek için taşlama parametrelerinin bilgisayar yardımıyla optimizasyonu, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*,
3. Şeker, U., Kurt, A., Çifçi, İ., (2002). Desing and construction of a dynamometer for measvremnt of cutting forces during machining with linear motion, *Materials and Desing*, 23:355-360,
4. Günay, M, (2003), Talaş kaldırma işlemlerinde kesici takım talaş açısının kesme kuvvetlerine etkisinin deneysel olarak incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 40-49*,
5. Demir, H., ve Güllü, A., (2001). Taşlama parametrelerinin taşlama kalitesine etkilerinin incelenmesi, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7: 189-198,
6. A, Hassui., A. E. Diniz, (2003). Correlating surface roughness and vibration on plunge cylindrical grinding of steel, *International Journal of Machine Tools & Manufacture* 43, 855-862,
7. Srivastava A, K., Yuen K. M., and Elbestawi M, A., (1992). Surface Finish İn Robotic Disk Grinding, *Int,J, Tools Manufact*, 32 (3), 297-279,
8. Brambila O,G., Rubio E., Jauregui J.C., and Ruiz G,H., (2006). Chattering Detection İn

- Cylindrical Grinding Processes Using The Wavelet Transform, *International Journal Of Machine Tools & Manufacture*, **46 (15)**, 1934–193,
9. Kim, J., Lee D., Lee,K., (2005). The effects of dynamic characteristics on the surface texture in mirror grinding, *Int J AdvManuf Technol* **27**: 274–280
 10. Yang XF., Guo Y.B., (2005) Study on the micro-vibration test system in ultra precision aspheric surface grinding, *J Fuzhou Univ (Natur Sci)* **33(4)**: 491–495
 11. Zhang, N., Kirpitchenko, I., Liu, D.K., (2005). Dynamic model of the grinding process , *J Sound Vib* **280**: 425–432
 12. Prabhu, S., Vinayagam, B. K., (2012). AFM investigation in grinding process with nanofluids using Taguchi analysis, *Int J Adv Manuf Technol*, **60**: 149–160
 13. Külekci, M. K., (2013). Analysis Of Process Parameters for a Surface-Grinding Process Based on The Taguchi Method, *Materiali in tehnologije / Materials and technology* **47 (1)**: 105–109.
 14. Rascalha, A., Brandão, L. C., Filho,S. L. M. R., (2005), The effects of dynamic characteristics on the surface texture in mirror grinding , *Int J Adv Manuf Technol* **27**: 274–280.
 15. Adıyaman, O., (2016). İkincil Dönel Eksenli İle Klasik Düzlem Yüzey Taşlama Mekanizmasında Kesme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisinin Deneysel İncelenmesi, *Technological Applied Sciences (NWSATAS)*, **11(1)**: 10-23.