

DIN 1.2738 PLASTİK KALIP ÇELİĞİNİN TORNALANMASINDA KESME PARAMETRELERİNİN YÜZEY KALİTESİNE ETKİSİNİN DENEYSEL VE İSTATİSTİKSEL OLARAK İNCELENMESİ

Engin NAS^{1*}

¹Düzce Üniversitesi, Dr. Engin PAK Cumayeri MYO, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Düzce / TÜRKİYE

*Sorumlu Yazar: enginnas@duzce.edu.tr

*Konuşmacı: enginnas@duzce.edu.tr

Sunum/Makale türü: Sözel / Tam metin

Özet – Bu çalışmada, DIN 1.2738 çeliği CVD kaplı karbür kesici takımlarla kuru kesme şartlarında tornalama deneylerine tabi tutulmuştur. Kesme parametreleri; üç farklı kesme hızı (150, 200, 250 m/dak), üç farklı ilerleme hızı (0,1, 0,15, 0,20 mm/dev) ve sabit kesme derinliği (1 mm) olarak seçilmiştir. Deneyler Taguchi L₉ dikey dizilimine göre tasarlanmış ve deney sonuçlarının değerlendirilmesinde sinyal/gürültü (S/N) oranları kullanılarak etki parametreleri incelenmiştir. Kesme parametrelerinin yüzey kalitesi üzerindeki etkisini belirlemek için % 95 güven düzeyinde ANOVA analizleri gerçekleştirilmiştir. ANOVA sonuçları incelendiğinde, güvenilirlik katsayısı (R²) % 96,58 olarak bulunmuştur. İlerleme hızı %89,92’lik oranla yüzey pürüzlülüğü üzerindeki en etkili parametre olurken, kesme hızının etki oranı % 6,66 olarak elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler – ANOVA, DIN 1.2738, Taguchi analizi, Yüzey pürüzlülüğü

EFFECTS OF EXPERIMENTAL AND STATISTICAL THE EFFECT OF THE CUTTING PARAMETERS ON SURFACE QUALITY IN THE TURNING OF DIN 1.2738 PLASTIC MOLD STEEL

Engin NAS^{1*}

Düzce University, Dr. Engin PAK Cumayeri Vocational School, Düzce / TURKEY

Corresponding author: enginnas@duzce.edu.tr

*Speaker: enginnas@duzce.edu.tr

Presentation/Paper Type: Oral / Full paper

Abstract – In this study, DIN 1.2738 steel was subjected to turning tests under dry cutting conditions with CVD coated carbide cutting tools. The cutting parameters were selected as three different cutting speeds (150, 200, 250 m/min), three different feed rates (0.1, 0.15, 0.20 mm/rev) and constant depth of cut (1 mm). The experiments were designed according to the Taguchi L₉ orthogonal array and the effect parameters were evaluated using signal-to-noise (S/N) ratios. ANOVA analyzes were performed at 95% confidence level to determine the effect of cutting parameters on surface quality. When the ANOVA results were examined, the correlation coefficient (R²) was found to be 96.58%. The most effective parameter on the surface roughness was the feed rate of 89.92%, while the rate of the cutting speed was 6.66%.

Keywords – ANOVA, DIN 1.2738, Taguchi analyses, Surface roughness

I.GİRİŞ

Kalıp imalatında malzeme seçiminin önemi büyük olup kalıp çeliklerinin seçilmesinde, kimyasal etkileşmeye dayanıklılık, yüzey sertleştirilmesi ve işlenebilirlik özelliklerinin de dikkate alınması gerekmektedir [1-2].

DIN 1.2738 malzeme tüm kesiti boyunca aynı sertliğin elde edilebildiği, ayna parlaklığı özelliği ve işlenebilirliği nedeni ile plastik kalıplarda geniş kullanım alanı bulmuştur. Nitrasyon ve krom kaplama için uygundur. Desenleme için uygundur. 400 mm kalınlığa kadar olan plastik kalıpların yapımında televizyon panellerinin kalıplarında, arabaların tampon kalıplarında, müzik aletlerinin panel kalıplarında, büyük gövdeli parçaların kalıplarında, metal enjeksiyon kalıplarının hamillerinde kullanılır [3]. DIN 1.2738 (P20+Ni) 30-35 HRC aralığında fabrikasyon sertliğine sahiptir [1-2].

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte endüstride birçok yenilik meydana gelmiştir. Bu yeniliklerden biri de bir ürünü oluşturmak için optimum parametreleri belirlemektir. İmalat sektöründe ürünün işlenmesi esnasında kullanılan parametrelerin etki değerlerinin belirlenmesi için optimizasyon yöntemleri geliştirilmiştir [4].

Taguchi deney tasarımı metodu, en az sayıda deney ve az maliyetle işleme performansını artırarak optimizasyon problemlerinin çözümünde başarılı bir yöntem olarak ortaya çıkmaktadır. Taguchi, geliştirdiği dikey dizinler sayesinde deney sayılarını önemli ölçüde azaltarak, zaman ve maliyet kaybının artmasını engellemiştir.

Taguchi metodunun avantajı, sonucu önceden tahmin edebilmesidir. Taguchi metodu, çözümün sadece en az sayıda deneyle elde edilmesini sağlamakla kalmaz, yüksek kalitede proses ve ürün geliştirilmesini de her açıdan destekler. Prosesin veya ürünün üretim şartlarına ve kontrol edilemeyen faktörlere karşı minimum hassasiyeti gösterir. Gerekli toleransların en düşük maliyetle sağlanması ve Taguchi kayıp fonksiyonu sayesinde ürünün toplumda yol açtığı kaybı en az seviyeye indirerek, yeni bir kalite maliyeti anlayışı geliştirir [5-8].

II.MATERYAL METHOD

A. Malzeme

Deneyisel çalışmada kullanılan DIN 1.2738 çeliğinin fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1 ve Tablo 2' de gösterilmektedir [1].

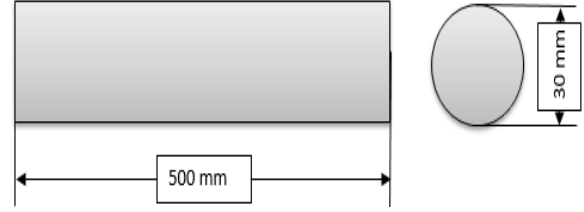
Tablo 1. Malzemenin Kimyasal Bileşimi (%)

Fiziksel özellikleri	Sıcaklık		
	20°	400°	600°
Elastik Modülü (kN/mm ²)	210	196	177
Termal Genleşme Katsayısı(10 ⁻⁶ /K)	-	12,7	14,3
Isıl İletkenlik (W/mK)	32,0	31,1	30,0

Tablo 2. Malzemenin kimyasal bileşimi (%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni
0,35	0,20	0,30	0,03	0,03	1,80	1,15	0,90
0,45	0,40	0,60			2,10	1,25	1,20

Deneyisel çalışmada kullanılan DIN 1.2738 kalıp çeliğinin ölçüleri 500 mm X Ø30 mm olarak belirlenmiştir. Malzemelerin ölçüleri Şekil 1' de şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 1. Deneyisel parça.

B. Deney Tezgahı

İşlenebilirlik deneyleri için LT-20 C CLASSIC Model CNC Torna Tezgahı kullanılmıştır. Kullanılan tezgahın resim görüntüsü Şekil 2' de gösterilmektedir.



Şekil 2. Deneyisel çalışmada kullanılan CNC Torna tezgahı.

C. Yüzey Pürüzlülük Ölçümleri

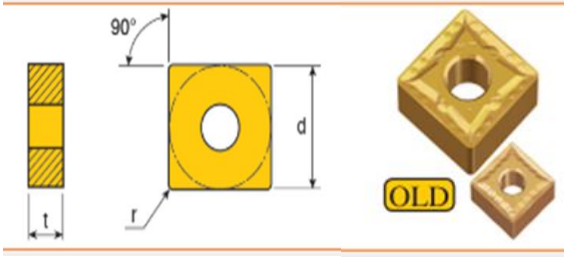
Her bir deney parametresinin gerçekleştirilmesinden sonra talaş kaldırılan yüzeylerin yüzey kalitesini ölçmek için Şekil 3'de verilen Mutitoyo SurfTest SJ-210 taşınabilir yüzey pürüzlülük cihazı kullanılmıştır. Her bir deneyden sonra üçer yüzey pürüzlülüğü ölçülmüş ve bu üç değer ortalaması alınarak ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerleri belirlenmiştir.



Şekil 3. Deneyisel çalışmada kullanılan yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı

D. Kesici Takım

Deneylere kullanılan kesici takım literatür çalışmalarından ve Teagutec kesici takım firması ile görüşülerek malzemeye uygun olarak seçilmiştir. İşlenebilirlik deneyleri CVD kaplı SNMG 120408 kodlu kesici takım ile kuru kesme şartlarında gerçekleştirilmiştir. Deneylerde kullanılan kesici takım Şekil 4' de gösterilmektedir.



Şekil 4. Deneysel çalışmada kullanılan kesici takım

E. Deneysel Tasarım ve Optimizasyon

Deney parametreleri Taguchi L₉ dikey dizilimine göre tasarlanmış olup üç farklı kesme hızı, üç farklı ilerleme hızı, sabit kesme derinliği (1 mm) ve kuru kesme şartlarında gerçekleştirilmiştir. Deney parametreleri Tablo 3’ de deney tasarımları Tablo 4’ de gösterilmektedir.

Tablo 3. Deneysel çalışmada kullanılan parametreler

Parametreler	Sembol	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3
Kesme Hızı (m/dak)	A	150	200	250
İlerleme Hızı (mm/dev)	B	0,1	0,15	0,20

Tablo 4. Taguchi L9 deney tasarımları

Deney No	Faktör A	Faktör B
1	1	1
2	1	2
3	1	3
4	2	1
5	2	2
6	2	3
7	3	1
8	3	2
9	3	3

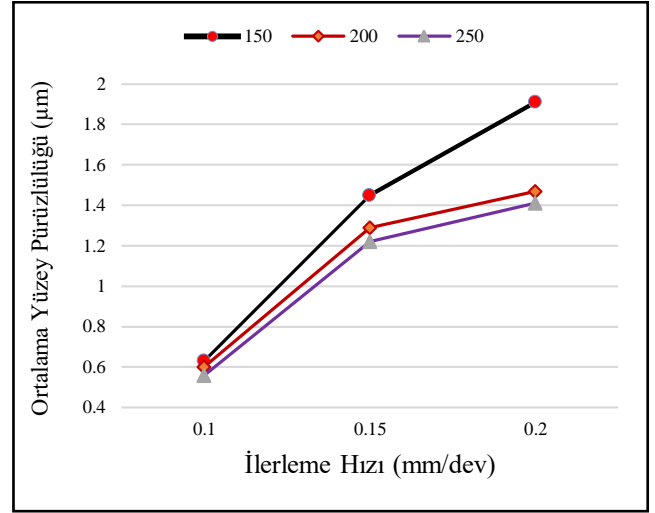
III. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ VE ANALİZLERİ

Taguchi L₉ dikey dizilime göre hazırlanan deney parametrelerinin işlenebilirlik deneylerinin sonucunda ölçülen yüzey pürüzlülüğü değerleri Tablo 5’ de gösterilmektedir.

Tablo 5. Faktör ve seviyelerine göre gerçekleştirilen deneylerin ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri

Deney No	Kesme Hızı (m/dak)	İlerleme Hızı (mm/dev)	Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü (µm)
1	150	0,10	0,63
2	150	0,15	1,45
3	150	0,20	1,91
4	200	0,10	0,60
5	200	0,15	1,29
6	200	0,20	1,47
7	250	0,10	0,56
8	250	0,15	1,22
9	250	0,20	1,41

İlerleme hızına bağlı yüzey pürüzlülüğü değişimini gösteren grafik Şekil 5’te sunulmuştur.



Şekil 5. Sabit kesme hızlarında ilerleme hızına bağlı olarak yüzey pürüzlülüğü değerleri

Grafik incelendiğinde kesme hızının artması ile ortalama yüzey pürüzlülüğü değerlerinin azaldığı ve ilerleme hızının artması ile ortalama yüzey pürüzlülüğü değerlerinin arttığı görülmektedir. Artan kesme hızıyla yüzey pürüzlülüğü değerlerinin azaldığı ancak kesme hızının daha fazla artırılmasıyla yüzey pürüzlülüğü değerlerinin de arttığı gözlemlenmiştir. Benzer gözlemler Çiftçi ve Tekaslan ve arkadaşları tarafından da rapor edilmiştir. Yazarlar, bu durumu kesici takımda oluşan yan yüzey ve çentik aşınmalarına atfetmişlerdir [9- 11].

A. Sinyal Gürültü Oranları

S/N oranındaki S sinyal faktörünü, N ise gürültü faktörünü ifade etmektedir. Sinyal faktörü sistemden alınan gerçek değeri, gürültü faktörü ise deney tasarımına katılmayan fakat deney sonucuna etki eden faktörleri ifade etmektedir. S/N oranlarının hesaplanmasında; karakteristik tipine bağlı nominal en iyi, en büyük en iyi, en küçük en iyi yöntemleri kullanılır. Ortalama yüzey pürüzlülüğü değerlerinin minimum çıkması istenen yerlerde “en küçük en iyi” amaç fonksiyonu Eşitlik (1)’de verilmiştir [12].

$$\frac{S}{N} = -10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \quad (1)$$

Kontrol faktörlerinin (kesme hızı ve ilerleme hızı) optimum seviyeleri ve performans karakteristiği (yüzey pürüzlülüğü) üzerinde bu faktörler arasında en etkili olanının belirlenmesinde Taguchi metoduyla oluşturulan S/N yanıt tablosu (Tablo 6) kullanılmaktadır. Bu tablodaki en büyük S/N değerleri, o kontrol faktörüne ait optimum seviyeyi göstermektedir [13-15].

Tablo 6. Sinyal Gürültü oranı yanıt tablosu

Seviye	Kesme Hızı	İlerleme Hızı
1	-1,6116	4,4955
2	-0,3737	-2,3888
3	0,1082	-3,9838
Delta	1,7198	8,4793
Rank	2	1

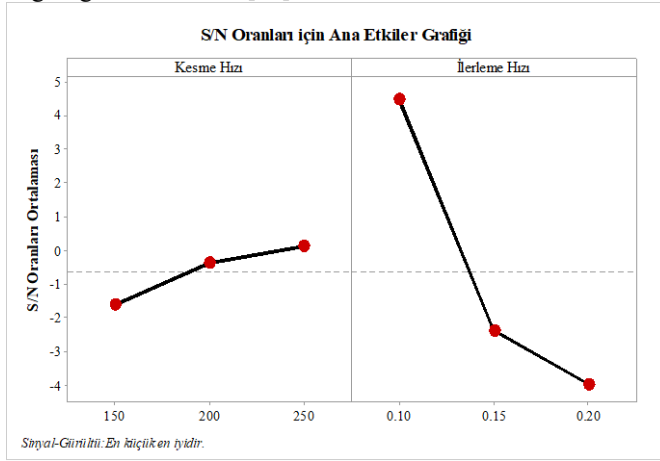
Anlamlılık yanıt tablosu ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri ile tahmini ortalama yüzey pürüzlülüğü değerlerinin

grafığının oluşturulmasında kullanılmaktadır. Anlamlılık için yanıt tablosu Tablo 7’ de gösterilmektedir.

Tablo 7. Anlamlılık için yanıt tablosu.

Level	Kesme Hızı	İlerleme Hızı
1	1,3300	0,5967
2	1,1200	1,3200
3	1,0633	1,5967
Delta	0,2667	1,0000
Rank	2	1

S/N oranı ana etkiler grafiğı Şekil 6’ da gösterilmektedir. Grafikte dikeyde olan en büyük nokta o parametre için en ideal değeri göstermektedir [16].



Şekil 6. S/N oranları için ana etkiler grafiğı

Ana etkiler grafiğı incelendiğinde bu deney için ideal parametreler kesme hızı için 250 m/dak (A3) ve ilerleme hızı için ise 0,10 mm/dev (B1) olarak belirlenmiştir.

B. Varyans Analizi (ANOVA)

Varyans analizi, deneysel çalışmada kullanılan kontrol faktörlerinin birbirleri ile etkileşimlerini belirlemek için kullanılan istatistiksel bir metottur [17, 18]. Bu çalışmada deney parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkileşimleri ANOVA ile incelenmiştir. Yüzey pürüzlülüğü için ANOVA sonuçları Tablo 8’ de gösterilmektedir.

Tablo 8. Yüzey pürüzlülüğü için ANOVA sonuçları

Kaynak	DF	% Katkı Oran	SS	MS	F Değer	P Değeri
Kesme Hızı	2	6,66	0,11842	0,05921	3,89	0,115
İlerleme Hızı	2	89,92	1,59976	0,79988	52,53	0,001
Error	4	3,42	0,06091	0,01523		
Total	8	100,00	1,77909			

DF:Serbestlik derecesi, SS:Kareler Toplamı, MS:Kareler ortalaması

Burada, her bir değişkenin önem seviyesini gösteren F değerleri ve yüzde etki oranları (Percentage Contribution Ratio-PCR) görülmektedir. Kontrol faktörlerinin etkisi F değerlerinin karşılaştırılmasıyla belirlenir. F değeri en büyük olan faktör, sonuca en fazla etki eden faktördür [19]. Tablo 8 incelendiğinde, yüzey pürüzlülüğüne en fazla etki eden parametrenin % 89.92 oranla ilerleme hızı olduğu

görülmektedir. Kesme hızının ise yüzey pürüzlülüğü üzerinde % 6,66 oranda bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

C. Regresyon Analizi

Regresyon modeli, neden sonuç ilişkisinin olduğu tahmin edilen değişkenler arasındaki ilişkinin belirlenmesini amaçlayan bir modeldir. Bu bağlamda, Regresyon modelinin uygulanmasında; bağımsız faktörler ile bağımlı faktörler arasında kuramsal ilişkinin olduğunun tahmini veya model kurucu tarafından bilinmesi hayli önemlidir. Güven düzeyi % 90,31 olarak hesaplanmıştır. Bu modele göre malzemeden talaş kaldırmadan zaman ve enerji tüketimi kaybı gerçekleşmeden kesme hızı ve ilerleme hızı artırılarak formülde yerine konulursa deney gerçekleştirilmeden ortalama yüzey pürüzlülük değerleri hesaplanabilir. Tablo 9’ da regresyon analizi ve matematiksel model gösterilmektedir.

Tablo 9. Regresyon analizi

S	R-sq	R-sq (adj)	PRESS	R-sq (pred)
0,169520	90,31%	87,08%	0,398597	77,60%

$$\text{Yüzey Pürüzlülüğü} = 0,204 - 0,00267 \text{ Kesme Hızı} + 10 \text{ İlerleme Hızı}$$

IV. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada plastik hacim kalıpcılığı yapımında oldukça yaygın kullanılan DIN 1.2738 kalıp çeliğı kullanılmıştır. İşleme maliyetini en aza indirmek için istatistiksel yöntemlerden Taguchi L₉ deney tasarımına göre yapılan tornalama deneyleri sonucunda elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri kendi aralarında deneysel ve istatistiksel olarak incelenmiştir.

Yapılan çalışmanın sonucunda;

- Kesme hızının artması ile ortalama yüzey pürüzlülük değerlerinin azaldığı ve ilerleme hızının artması ile ortalama yüzey pürüzlülük değerlerinin arttığı,
- Ana etkiler grafiğı incelendiğinde bu deney için ideal parametreler kesme hızı için 250 m/dak ve ilerleme hızı için ise 0,10 mm/dev olarak oluştuğu,
- Varyans analizine göre yüzey pürüzlülüğü üzerine en fazla etki eden parametrenin % 89,91 oranla ilerleme hızı olduğu,
- Regresyon ile oluşturulan modelin güvenilirlik düzeyinin % 90,31 olarak hesaplandığı belirlenmiştir.

V. TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Düzce Üniversitesi BAP-2018.22.01.885 numaralı Bilimsel Araştırma Projesiyle desteklenmiştir.

VI. KAYNAKLAR

- [1] M. Süzgül ve Y. Kayır, "DIN 1.2311 ve 1.2738 kalıp çeliklerinin işlenebilirliği," 3. Ulusal Talaşlı İmalat Sempozyumu, ss.132-142, 2012.
- [2] F. Kara, "Optimization of surface roughness in finish milling of AISI P20+S plastic-mold steel," Materials and technology vol. 52(2) pp. 195-200, 2018.
- [3] <http://www.saglammetal.com/tr/urun-detay/takim-celikleri/plastik-kalip-celikleri/12738-mcmn-celik>
- [4] N. Masmıati, A. Ahmed ve D. Sarhan, "Optimizing cutting parameters in inclined end milling for minimum surface residual stress – taguchi approach," Measurement vol. 60, pp. 267-275, 2015.
- [5] G. Taguchi, S. Chowdhury ve Y. Wu, Taguchi's Quality Engineering Handbook, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, USA, 2005.
- [6] E. Nas ve H. Gökkaaya, "Experimental and statistical study on machinability of the composite materials with metal matrix Al/B4C/Graphite," Metallurgical and Materials Transactions A, vol.48, pp. 5059-5067, 2017.

- [7] M. Günay and E. Yücel, "Application of taguchi method for determining optimum surface roughness in turning of high-alloy white cast iron," Measurement vol.46 (2), pp. 913-919, 2013.
- [8] E. Nas, K. Argun ve E. Zurnacı, "AISI 1.2738 çeliğinin elektro-erozyon tezgahında grafit elektrot ile işlenmesinde işleme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisinin incelenmesi," Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, c.6, ss. 574-581, 2018.
- [9] N. A. Özbek, A. Çiçek, M. Gülesin, O. Özbek, "AISI 304 ve AISI 316 östenitik paslanmaz çeliklerin işlenebilirliğinin değerlendirilmesi" Journal of Polytechnic, c.20 (1), ss. 43-49,2017.
- [10] İ. Çiftçi, "Östenitik paslanmaz çeliklerin işlenmesinde kesici takım kaplamasının ve kesme hızının kesme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülüğüne etkisi," Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, c. 20(2), ss. 205-209, 2005.
- [11] Ö. Tekaslan, N. Gerger, U. Şeker, "AISI 304 Östenitik paslanmaz çeliklerde kesme parametrelerine bağlı olarak yüzey pürüzlülüklerinin araştırılması," BAÜ FBE Dergisi, c. 10(2), ss.3-12, 2008.
- [12] E. Şirin, Ş. Şirin, Y. Turgut ve İ. Korkut, "Optimization of surface roughness using the taguchi method in milling of AISI D2 cold work tool steel," Duzce University Science and Technology Review, vol. 3, pp. 132-144, 2015.
- [13] K. Aslantaş, E. Ekici ve A. Çiçek, "Optimization of process parameters for micro milling of Ti-6Al-4V alloy using Taguchi-based gray relational analysis," Measurement 128:419-427, 2018
- [14] O. Erkan, M. Demetgül, B.İşık and İ. N. Tansel, "Selection of optimal machining conditions for the composite materials by using Taguchi and GONNs," Measurement. Vol. 48, pp. 306-313, 2014.
- [15] O. Özbek and N. Altan Özbek, "Application of Taguchi method in the optimization of cutting parameters for surface roughness in turning of hardened AISI 4140 steel,"IJ AdvTechnol Sci.,vol. 5(3), pp. 41-48, 2016.
- [16] F. Kara, "Taguchi optimization of surface roughness and flank wear during the turning of DIN 1.2344 tool steel," Mater Test.,vol. 59(10), pp. 903-908, 2017.
- [17] E. Nas, H. Gökkaya, S. Akıncioğlu and G. Akıncioğlu, "Surface roughness optimization of edm process of hastelloy c22 super alloy," 1st International Conference of Advanced Materials and Manufacturing Technologies," Karabük, 2017.
- [18] T. Kıvak, "Optimization Of Surface Roughness and Flank Wear Using The Taguchi Method In Milling Of Hadfield Steel With PVD and CVD Coated Inserts," Measurement, vol. 50, pp. 19-28, 2014.
- [19] E. Nas and B. Öztürk, "Optimization of surface roughness via the Taguchi method and investigation of energy consumption when milling spheroidal graphite cast iron materials,"Mater Test.,vol60(5), pp. 519-525.2018.