



# POLİTEKNİK DERGİSİ

## JOURNAL of POLYTECHNIC

ISSN: 1302-0900 (PRINT), ISSN: 2147-9429 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.org.tr/politeknik>



## CuZn39Pb3 malzemenin torna tezgâhında işlenmesinde oluşan akım, ses şiddeti, titreşim ve yüzey pürüzlülük değeri arasındaki ilişkinin incelenmesi

### *Investigation of the relationship between current, sound intensity, vibration and surface roughness in machining of CuZn39Pb3 material on lathe machine*

Yazar(lar) (Author(s)): Abidin ŞAHİNOĞLU<sup>1</sup>, Abdulkadir GÜLLÜ<sup>2</sup>

ORCID<sup>1</sup>: 0000-0003-0040-442X

ORCID<sup>2</sup>: 0000-0003-1088-4105

**Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article):** Şahinoğlu A. ve Güllü A., “CuZn39Pb3 malzemenin torna tezgahında işlenmesinde oluşan akım, ses şiddeti, titreşim ve yüzey pürüzlülük değeri arasındaki ilişkinin incelenmesi”, *Politeknik Dergisi*, 23(3): 615-624, (2020).

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

**DOI:** 10.2339/politeknik.426106

# CuZn39Pb3 Malzemenin Torna Tezgâhında İşlenmesinde Oluşan Akım, Ses Şiddeti, Titreşim ve Yüzey Pürüzlülük Değeri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

## Investigation of the Relationship Between Current, Sound Intensity, Vibration and Surface Roughness in Machining of CuZn39Pb3 Material on Lathe Machine

### Önemli noktalar (Highlights)

- ❖ İşleme anında oluşan titreşim analizi (Vibration analysis during processing)
- ❖ Kesme anındaki ses şiddeti analizinin yapılması (Analysis of sound intensity at the time of cutting)
- ❖ Matematiksel modellerin çıkarılması (Creation of mathematical model)
- ❖ Yüzey pürüzlülük değerinin analizi (Analysis of surface roughness value)
- ❖ Anlık akım değerinin analizi Analizi (Analysis of instantaneous current value)

### Grafik Özet (Graphical Abstract)

CuZn39Pb3 malzemenin işlenmesinde kesme parametrelerinin oluşan ses şiddeti, akım değeri, titreşim değeri ve yüzey pürüzlülük değeri üzerindeki etkisi incelenmiştir.



Şekil. Deney seti / Figure. Experimental setup

### Amaç (Aim)

CuZn39Pb3 malzemenin işlenmesinde kesme parametrelerinin oluşan ses şiddeti, akım değeri, titreşim değeri ve yüzey pürüzlülük değeri üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

### Tasarım ve Yöntem (Design & Methodology)

Ful faktöriyel deney tasarımı yapılmış ANOVA ve RSM yöntemi kullanılarak veriler analiz edilmiştir.

### Özgünlük (Originality)

CuZn39Pb3 malzeme CNC tornada farklı kesme parametrelerinin oluşan ses, titreşim, anlık akım değeri ve yüzey pürüzlülük değeri üzerindeki etkisi bir arada incelenmiş ve matematiksel modeller oluşturulmuştur.

### Bulgular (Findings)

Yüzey pürüzlülük, anlık akım değeri, titreşim ve ses şiddeti arasında güçlü bir ilişki vardır. Titreşim değerinin artması ses şiddetinin artmasına neden olmaktadır. ses şiddeti, titreşim anlık akım değeri ve yüzey pürüzlülük değeri üzerinde en etkili parametre ilerleme miktarıdır.

### Sonuç (Conclusion)

Artan ilerleme miktarı ile ses şiddeti, titreşim değeri, anlık akım değeri ve yüzey pürüzlülük değeri artmıştır. Yüzey pürüzlülük değeri üzerinde en etkili parametre ilerleme miktarıdır.

### 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(s) of this article declare that the materials and methods used in this study do not require ethical committee permission and/or legal-special permission.

# CuZn39Pb3 Malzemenin Torna Tezgâhında İşlenmesinde Oluşan Akım, Ses Şiddeti, Titreşim ve Yüzey Pürüzlülük Değeri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Araştırma Makalesi / Research Article

Abidin ŞAHİNOĞLU<sup>1\*</sup>, Abdulkadir GÜLLÜ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Meslek Yüksek Okulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Türkiye

<sup>2</sup>Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

(Geliş/Received : 23.05.2018 ; Kabul/Accepted : 14.04.2019)

## ÖZ

Gelişen teknoloji ve artan talep miktarını karşılamak üzere talaşlı imalata yönelik birçok araştırma yapılmaktadır. Bunların önemli bir kısmı kesme parametreleri ile yüzey pürüzlülüğü, takım aşınması ve kesme kuvvetlerinin ilişkisinin incelenmesi şeklinde olmuştur. Son yıllarda yapılan çalışmalarda titreşim, ses şiddeti ve tezgâhın çektiği akım değeri ile takım aşınması, yüzey pürüzlülüğü ve kesme kuvvetleri arasında ilişki kurulmuştur. Bu çalışmada CNC torna tezgâhında, kuru kesme şartlarında, CuZn39Pb3 malzeme, 4 farklı ilerleme, 5 farklı talaş derinliği ve 4 farklı kesme hızında oluşan ses şiddeti, titreşim, tezgâhın çektiği akım değeri ve yüzey pürüzlülük değerleri arasındaki ilişki incelenmiştir. RSM (Response Surface Methodology) ile analiz edilmiştir. Optimum kesme parametreleri belirlenmiştir. İlerleme miktarı arttıkça yüzey pürüzlülük, ses şiddeti, titreşim ve tezgâhın çektiği akım değerinin arttığı görülmüştür. Titreşim değeri arttıkça, yüzey pürüzlülük değerinin ve ses şiddetinin arttığı görülmüştür. Tezgâh akım değerinin artması ile ses şiddetinin arasında güçlü bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** CuZn39Pb3, ses şiddeti, titreşim, güç tüketimi, yüzey pürüzlülüğü, ANOVA, RSM.

## Investigation of the Relationship Between Current, Sound Intensity, Vibration and Surface Roughness in Machining of CuZn39Pb3 Material on Lathe Machine

### ABSTRACT

Numerous researches are being carried out for machining to meet the growing technology and increasing demand. A significant part of them has been the examination of the relationship between cutting parameters and surface roughness, tool wear and cutting forces. In recent years, researches are explained that vibrations, sound level and current value of the machine have been related to tool wear, surface roughness and cutting forces. With more economical and easy to use measurements, the machining process is more understandable and controllable. In this study, the relationship between CuZn39Pb3 material in the CNC lathe machine, under the dry cutting conditions, 4 different feed rate, 5 different depth of cuts and 4 different cutting speeds effect on sound level, vibration, current value and surface roughness values. Analysed by RSM (Response Surface Methodology). Optimum cutting parameters are determined. As the increased of feed rate, surface roughness, Sound level, vibration and current value of the machine increased. Vibration value residue, surface roughness value and sound level increased. It was investigated that there is a strong correlation between the increase of the machine current value and the sound level.

**Keyword:** CuZn39Pb3, sound level, vibration, machine current, surface roughness, ANOVA, RSM

### 1.GİRİŞ (INTRODUCTION)

CuZn39Pb3 malzemeler endüstride korozyon direncinin yüksek olması ve dekoratif görünümünden dolayı başta hidrolik ekipmanlar, mermi kapsülleri, rekorlar, somunlar, civatalar, vanalarda, elektrik armatürleri, kapı kolları olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır [1].

Son yıllarda bu alanda birçok çalışma yapılmıştır [2-5].

Hızla gelişen teknoloji ve talepler daha kaliteli ve yüksek devirli makinaların kullanımını gerekli kılmıştır.

İş parçası yüzey pürüzlülük değerinin düşük olması, makine parçalarının daha uzun süre, daha verimli çalışmasını sağlamaktadır. Pürüzlülük değerinin artması sürtünmenin artmasına dolayısı ile sıcaklığın artmasına. İş parçasının ömrünün kısılmasına ve enerji sarfiyatının artmasına neden olmaktadır. Ayrıca yüzey kalitesi iş parçalarının vuruntusuz çalışmasında da büyük öneme sahiptir. Bundan dolayı yüzey pürüzlülüğü ile iliği birçok çalışma yapılmıştır [6-7]. Bu çalışmaların önemli bir kısmı en uygun kesme parametrelerini belirleme şeklinde olmuştur [8-11]. İlerleme miktarındaki artış yüzey pürüzlülük değerlerini olumsuz etkilediği görülmüştür [12-16].

\*Sorumlu Yazar (Corresponding Author)  
e-posta : abidinsahinoglu@gmail.com

CuZn39Pb3 malzemenin işlenmesinde oluşan aşırı titreşimler, ses şiddetinin yüksek olmasına neden olmaktadır. Yüksek ses şiddeti çalışma ortamında kısmi veya kalıcı duyma kayıplarına neden olmaktadır. Titreşimler yüzey pürüzlülüğüne, takımların hızla aşınmasına, enerji tüketimin artmasına, işleme süresinin uzamasına ve tezgâh zarar görmesine neden olur [17-18]. Bundan dolayı tezgâhlarında titreşim konusunda birçok çalışma yapılmıştır [19-20]. Titreşim değerlerinin bilinmesi ve kesme parametrelerinin buna göre belirlenmesi büyük önem taşımaktadır [21-23].

Talaşlı imalatta enerji sarfiyatının önemi büyüktür. İmalatın ekonomik olması rekabet için önem taşımaktadır. Bundan dolayı enerji tüketimi konusunda birçok araştırma yapılmıştır [24-27]. Ekonomik bir imalat için kesme parametreleri ile enerji tüketimi arasındaki ilişkinin bilinmesi gerekir [28-29].

Diğer taraftan enerji üretimi için başta fosil yakıtlardan yararlanılmaktadır. Bu yakıtların kullanılması karbon yayılımına neden olmaktadır. Bu durum ise çevresel dengenin bozulmasına ve iklimin bozulmasına neden olur. Bundan dolayı en az enerji tüketimi ile en çok iş parçası üretimi büyük önem taşımaktadır.

Yapılan literatür taramasında RSM yönetimi bir çok çalışmada kullanılarak en uygun işleme için en uygun kesme parametreleri belirlenmiştir [30-34]. Bu yöntem kullanılarak karmaşık olan imalat süreci daha kolay anlaşılır hale gelmiştir.

İki değişkenin arasındaki ilişki korelasyon katsayısı ile hesaplanır. -1 negatif yönlü güçlü bir ilişkiyi, +1 pozitif yönlü güçlü bir ilişkiyi, 0 ise değişkenler arasında ilişkinin olmadığını ifade eder.

Yapılan literatür taramasında, talaşlı imalata kesme parametrelerinin ölçülen ses şiddeti, titreşim, yüzey pürüzlülüğü, akım değeri ile olan ilişkileri açıklanmıştır. Bu konuda yapılmış olan buluş [36] ve akademik çalışmalar talaşlı imalata önemli katkılar sağlayacağı öngörülmektedir. Bu çalışmada CuZn39Pb3 malzemelerde kesme parametreleri ile ses şiddeti, titreşim, yüzey pürüzlülük ve tezgâhta çekilen akım değerleri arasındaki ilişki açıklanarak talaşlı imalat sürecinin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesine gereksinim duyulmuştur. Ayrıca bu değerlerin birbiri üzerindeki etkilerin tanımlanması talaşlı imalat sürecini daha anlaşılır ve daha etkili olmasını sağlayacaktır. Bu bağlamda bu deneysel çalışmaların yapılmasına gereksinim duyulmuştur.

## 2. MATERYAL VE METOD (MATERIAL and METHOD)

Yapılan deneysel çalışmada kullanılan malzeme, kesme parametreleri, kesici takım, tezgâh, kullanılan cihazlar ve yöntemle dair bilgiler dört alt başlık şeklinde açıklanmıştır.

### 2.1. Deneysel numuneleri (Experiment samples)

Deneysel çalışmalarda CuZn39Pb3 malzeme kullanılmıştır. Malzeme %57 Cu (bakır), %2.5 Pb(kurşun), geri kalan kısım ise Zn (çinko) dan

oluşmaktadır. Yoğunluğu  $8.5 \text{ gr/cm}^3$  tür. 50 mm çapındaki numuneler 100 boyundan kesilip, kuru kesme şartlarında tornalama işlemine tabi tutulmuştur.

### 2.2 İşleme parametreleri (Cutting Parameters)

Kesme parametreleri belirlenirken, mevcut literatür çalışmalarında, kesici takım için önerilen kesme değerlerinden yararlanılmıştır. Çizelge 2. de kesme parametreleri ve seviyeleri belirtilmiştir.

**Çizelge 1.** Kesme parametreleri ve seviyeler (Cutting parameters and their levels)

Parametreler	S.	Birim	Seviyeler				
			1	2	3	4	5
Kesme hızı	$v$	m/min	50	75	100	125	
İlerleme miktarı	$f$	mm/rev	0.1	0.2	0.3	0.4	
Talaş derinliği	$d$	mm	1	1.5	2	2.5	3

### 2.3. Deneysel kullanılan Tezgâh, Kesici Takım ve Ölçme Cihazları (Late Machine, Tools and Measuring Instruments Used In Experiments)

Tornalama işlemi Taksan firmasına ait TTC 630 model CNC torna tezgâhta yapılmıştır. Kesici uç olarak, TaeguTec firması tarafından üretilen WNMG 080408 MT kodlu, TT5100 kalitede TİN kaplamalı türü kullanılmıştır. Takım tutucu olarak MBC firmasına ait MWLNR 25x25 M08 model kullanılmıştır.

Ses şiddeti, ortam sesinin en az olduğu zaman aralığında, Lutron SL-401 ses şiddeti ölçüm cihazı ile Slow pozisyonunda ölçülmüştür. Cihaz ile ayna arasındaki uzaklık 1 m dir.

Titreşim ölçümü için Pro Vibro marka PVM 303 model cihaz kullanılmıştır. Cihazın mıknatıslı probu, tezgâhın aynasına tutturulmuştur. Cihazın mm/s konumunda ölçme yapmıştır.

Bir fazdan geçen Akım değeri UNI-T UT201 pensampermetre ile ölçülmüştür. Akım değeri üç ile çarpılarak toplam akım değeri hesaplanmıştır.

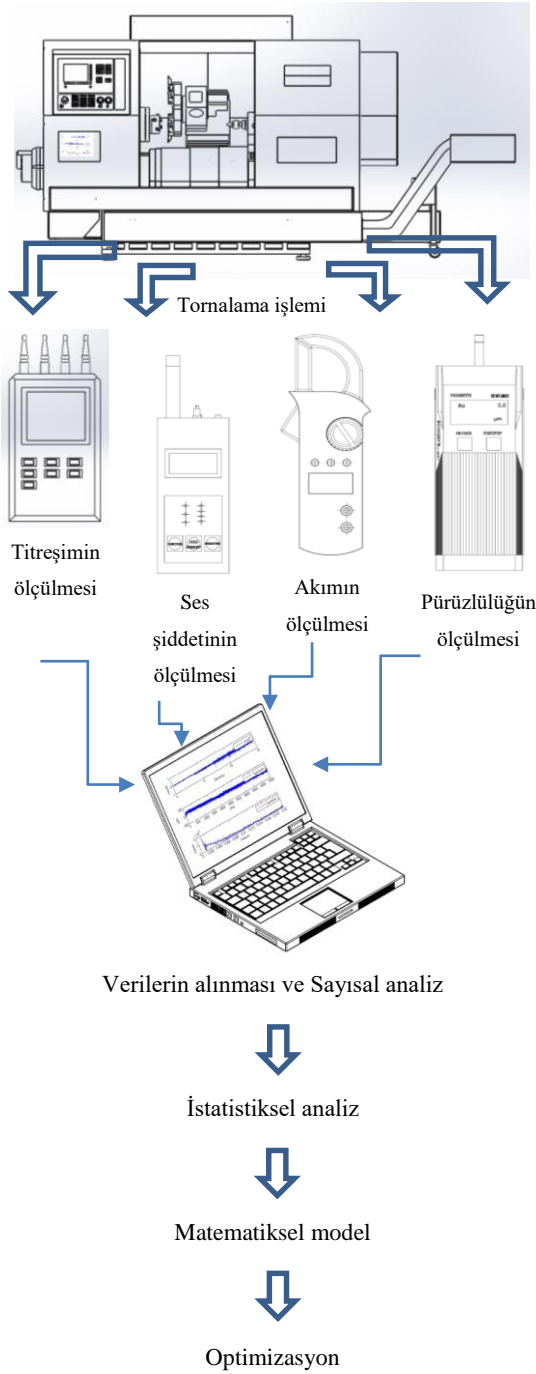
Yüzey pürüzlülük değeri Mitutoyo SJ 201 pürüzlülük ölçüm cihazı ile 0.8 mm örnekleme uzunluğu seçilerek ölçülmüştür. Her bir değer için 3 ayrı noktada ölçüm alınmış ve ortalama pürüzlülük değeri hesaplanmıştır.

Şekil 1 de Deneysel düzeni görülmektedir.



**Şekil 1.** Deneysel düzeni (Experimental setup)

Deneyel çalışmalarda titreşim, ses şiddeti ve akım değeri anlık olarak alınıp kaydedilmiştir. Her bir deneyel çalışmadan sonar iş parçası aynadan alınıp yüzey pürüzlülük değeri ölçülmüştür.



Şekil 2. Organizasyon şeması (Organization chart)

İşleme deneylerinin uygulanış sıralaması ve yöntemler şekil 2 de gösterilmiştir.

#### 2.4. Verilerin analizi (Data analysis)

Deneyel çalışmalarda elde edilen verilerin istatistiksel analizinde, Minitap 16 paket programı kullanılmıştır. RSM (Response Surface Methodology) yöntemi tercih edilmiştir. 2. Dereceden regresyon formülleri çıkartılmış, optimum değerler belirlenmiştir.

### 3. DENEYSEL BULGULAR (EXPERIMENTAL RESULT)

Kesme parametrelerinin ses şiddeti, titreşim, akım ve yüzey pürüzlülük değeri üzerinde etkileri incelemek üzere 81 adet deneyel çalışma yapılmıştır. Elde edilen veriler Çizelge 3 te verilmiştir.

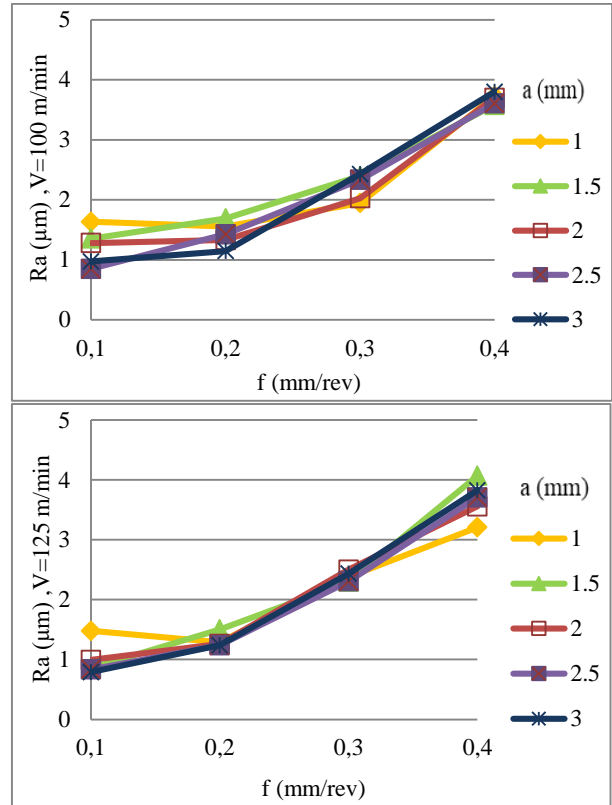
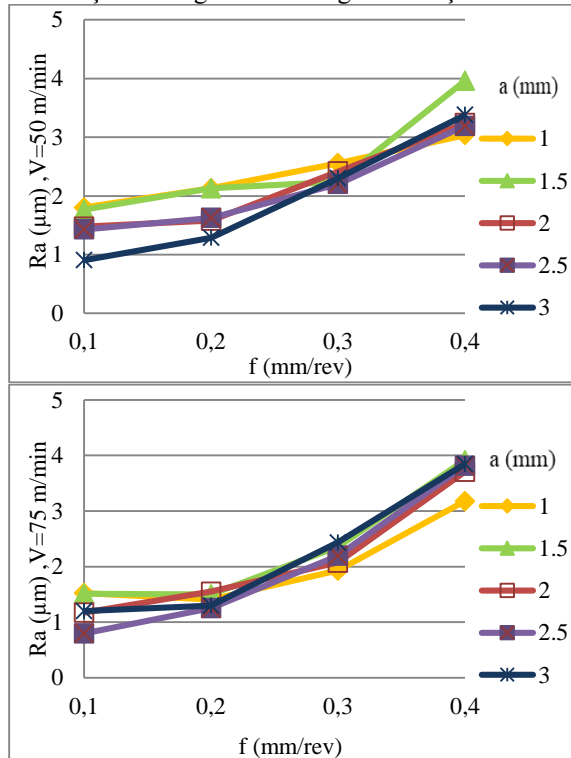
Çizelge 2. Titreşim, ses şiddeti, akım ve yüzey pürüzlülük için deneyel sonuçlar (Experimental results for vibration, sound level, current and surface roughness)

Exp.No	a (mm)	V (m/dak)	f (mm/dev)	Vib. (mm/s)	Sound L. (dB)	Current (A)	Ra (µm)
1	1	50	0,1	0,1	74,6	6,78	1,80
2	1	50	0,2	0,2	82,1	6,63	2,13
3	1	50	0,3	0,4	85,8	6,24	2,56
4	1	50	0,4	0,5	96	7,5	3,04
5	1	75	0,1	0,2	74,5	6,87	1,52
6	1	75	0,2	0,2	79,4	7,17	1,41
7	1	75	0,3	0,3	83,6	7,53	1,93
8	1	75	0,4	0,5	88	7,53	3,18
9	1	100	0,1	0,2	74,2	7,89	1,63
10	1	100	0,2	0,3	77,3	8,31	1,56
11	1	100	0,3	0,4	84,2	8,88	1,95
12	1	100	0,4	0,7	88,9	9,24	3,72
13	1	125	0,1	0,3	73,4	8,16	1,48
14	1	125	0,2	0,3	76,3	9,18	1,29
15	1	125	0,3	0,4	82,5	9,45	2,38
16	1	125	0,4	0,6	86,7	10,41	3,21
17	1,5	50	0,1	0,1	81	5,7	1,76
18	1,5	50	0,2	0,2	85	6,03	2,13
19	1,5	50	0,3	0,3	89	6,33	2,24
20	1,5	50	0,4	0,7	94	6,54	3,96
21	1,5	75	0,1	0,1	74	6,9	1,51
22	1,5	75	0,2	0,2	86	7,38	1,50
23	1,5	75	0,3	0,3	90	7,89	2,36
24	1,5	75	0,4	0,5	90	8,37	3,92
25	1,5	100	0,1	0,1	74	7,98	1,35
26	1,5	100	0,2	0,2	80	8,64	1,69
27	1,5	100	0,3	0,4	88	9,42	2,40
28	1,5	100	0,4	0,5	90	9,6	3,58
29	1,5	125	0,1	0,3	73	8,49	0,86
30	1,5	125	0,2	0,2	77	9,42	1,50
31	1,5	125	0,3	0,3	86	10,38	2,30
32	1,5	125	0,4	0,5	92	11,22	4,07
33	2	50	0,1	0,1	76	5,97	1,48
34	2	50	0,2	0,2	85	6,27	1,58
35	2	50	0,3	0,7	86	6,66	2,42
36	2	50	0,4	0,9	96	6,96	3,24
37	2	75	0,1	0,3	78	7,26	1,17
38	2	75	0,2	0,3	79	7,83	1,55
39	2	75	0,3	0,4	85	8,52	2,07
40	2	75	0,4	0,8	93	9,03	3,71
41	2	100	0,1	0,2	73	8,46	1,28
42	2	100	0,2	0,3	81	9,42	1,33
43	2	100	0,3	0,4	84	10,29	2,03
44	2	100	0,4	0,7	90	11,19	3,70
45	2	125	0,1	0,2	73	8,64	0,99
46	2	125	0,2	0,3	76	9,54	1,26
47	2	125	0,3	0,4	87	11,19	2,50
48	2	125	0,4	0,7	89	12,15	3,56
49	2,5	50	0,1	0,1	78	6,6	1,43

50	2,5	50	0,2	0,2	85	7,05	1,63
51	2,5	50	0,3	0,8	94	7,59	2,20
52	2,5	50	0,4	1,2	96	7,98	3,19
53	2,5	75	0,1	0,2	74	8,1	0,80
54	2,5	75	0,2	0,3	82	8,88	1,25
55	2,5	75	0,3	0,4	91	9,78	2,20
56	2,5	75	0,4	1	101	10,5	3,82
57	2,5	100	0,1	0,1	73	8,94	0,85
58	2,5	100	0,2	0,3	80,3	10,14	1,43
59	2,5	100	0,3	0,5	89	9,51	2,34
60	2,5	100	0,4	0,8	91	12,51	3,60
61	2,5	125	0,1	0,3	73,9	9,33	0,84
62	2,5	125	0,2	0,4	78,5	10,86	1,24
63	2,5	125	0,3	0,6	88	12,21	2,31
64	2,5	125	0,4	0,7	90	12,51	3,71
65	3	50	0,1	0,1	74	6,9	0,91
66	3	50	0,2	0,3	82	7,56	1,29
67	3	50	0,3	0,9	93	8,1	2,30
68	3	50	0,4	1,4	99	8,7	3,38
69	3	75	0,1	0,2	72,4	7,8	1,20
70	3	75	0,2	0,3	78	9,6	1,30
81	3	75	0,3	0,7	90	10,71	2,44
72	3	75	0,4	1,2	92	11,7	3,85
73	3	100	0,1	0,2	72,5	9	0,97
74	3	100	0,2	0,3	76,2	10,32	1,15
75	3	100	0,3	0,5	85,6	11,4	2,43
76	3	100	0,4	1	93	13,2	3,80
77	3	125	0,1	0,4	72,8	9,24	0,79
78	3	125	0,2	0,5	77	10,8	1,24
79	3	125	0,3	0,6	86,7	12,54	2,43
80	3	125	0,4	0,8	96	14,16	3,83

### 3.1 Kesme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerinde Etkileri (Cutting Parameters Effects on Surface Roughness)

Kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerinde etkileri şekil 3 te grafik olarak gösterilmiştir.

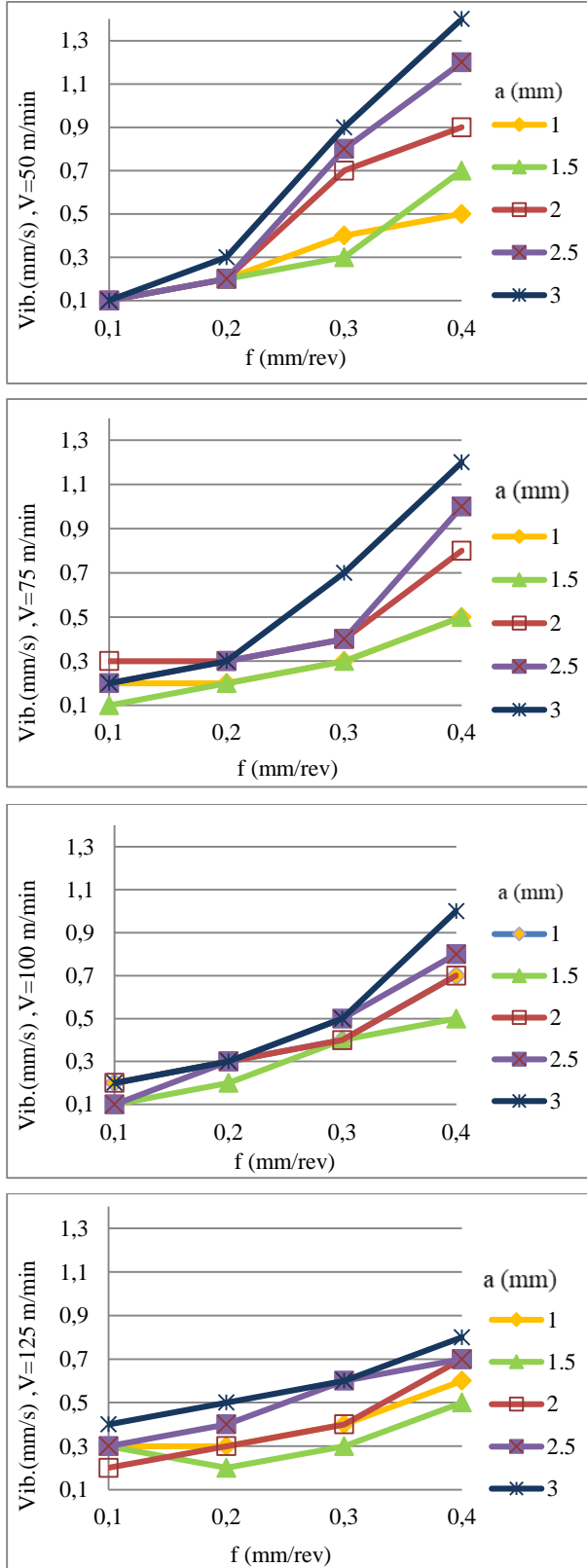


Şekil 3 Kesme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerinde Etkileri (Cutting Parameters Effects on Surface Roughness)

Şekil 3 te görüldüğü üzere, ilerleme miktarı arttıkça yüzey pürüzlülük değerlerinin artmaktadır. Literatürdeki birçok çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiştir [12-16]. Yapılan bu deneysel çalışmada, talaş derinliği ve kesme hızının belirgin bir etkisi görülmemektedir. Karabulut ve Şahinoğlu [22] R260 çelik malzemeyi freze tezgâhında kesme işleminde tabi tutmuş ve talaş derinliğinin, yüzey pürüzlülük değeri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu sonucuna varmıştır. Bu durum deneylerin yapıldığı tezgâh rijitliğinin düşük olması (yatak ve şanzımandan kaynaklanan boşluk ve hatalar) ve düşük talaş derinliklerinde titreşiminin yüksek olmasından kaynaklanması muhtemeldir. Ayrıca işlenen malzeme yüksek titreşim ile sertleşme özelliğine sahiptir. Bundan dolayı bu tür malzemeleri tek pasoda işlemeye özen gösterilmektedir. Tezgâh yüksek talaş derinliklerinde yüke bindiği için titreşim azalmaktadır. Dolayısı ile daha iyi bir yüzey kalitesi elde edilmektedir.

### 3.2 Kesme Parametrelerinin Titreşim Üzerinde Etkileri (Cutting Parameters Effects on Vibration)

Kesme parametrelerinin titreşim üzerinde etkileri şekil 4 te grafik olarak gösterilmiştir



Şekil 4. Kesme Parametrelerinin Titreşim Üzerinde Etkileri (Cutting Parameters Effects on Vibration)

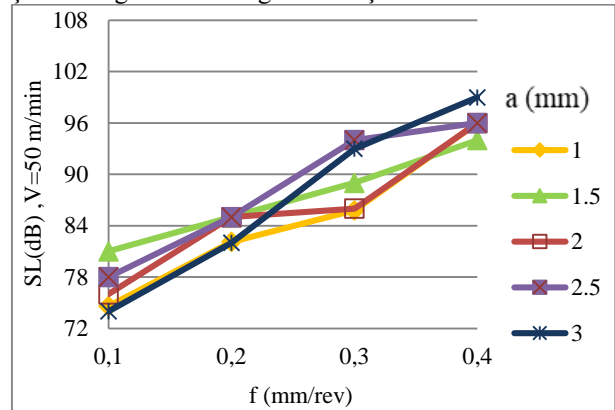
Şekil4 te ilerleme miktarındaki artışa bağlı olarak titreşim değerlerinin arttığı görülmüştür. Literatürde farklı malzemelerde de benzer sonuçlar görülmektedir

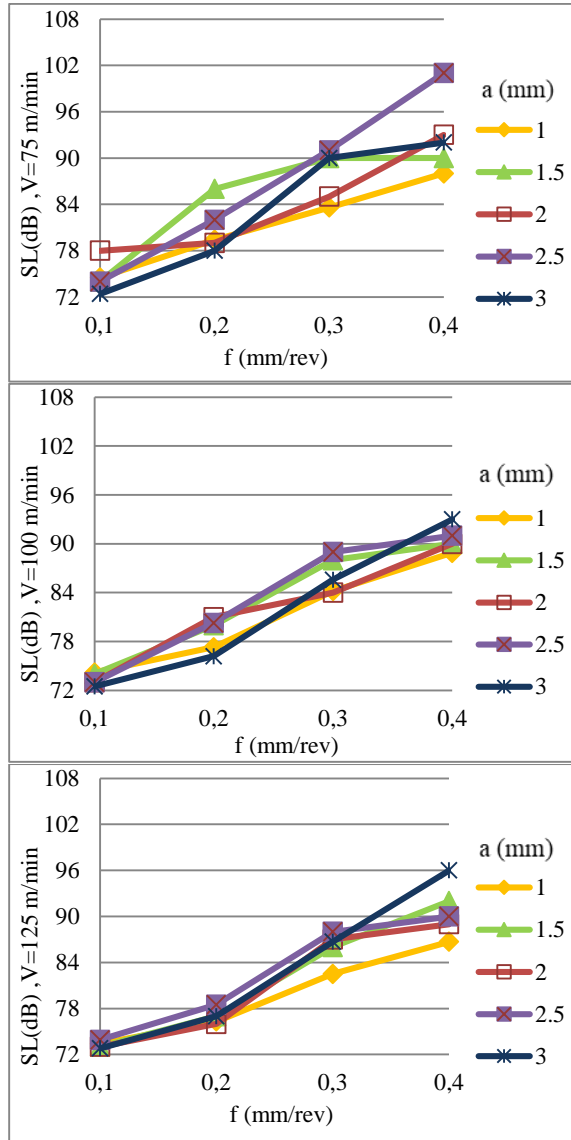
[23]. Ayrıca talaş derinliğindeki artış, titreşimin artması neden olmaktadır. Tezgâhta, talaş derinliği ve ilerleme miktarındaki artışa bağlı olarak yüklenme miktarı da artmakta bu durum titreşimin artmasına neden olmaktadır. Kesme hızındaki artış ise birim zamandaki tezgâh yükünün azalmasını sağlamaktadır. Aslan ve diğerleri [11] yaptığı çalışmada kesme hızı arttıkça, talaş derinliği ve ilerleme miktarı azaldıkça takım ömrünün arttığını belirtmiştir. Başka bir ifade ile birim zamanda talaş kaldırmaya bağlı olarak yükün azalması takım ömrünün artmasını sağlamaktadır. Bu durum yapmış olduğumuz çalışmada kesme hızı arttıkça, ilerleme miktarı ve talaş derinliği azaldıkça titreşimin azaldığını ve azalan titreşimin takım ömrünü arttırdığını izah etmek için önem teşkil etmektedir. Ayrıca kesme hızının artması, talaş derinliği ve ilerleme miktarının azalması durumunda tezgâhtaki yük miktarının azaldığı şekil 6 te kesme parametreleri ve akım ilişkisinin verildiği grafiklerde görülmektedir. Yine literatür çalışmaları incelendiği zaman kesme hızı arttıkça takım ömrünün azaldığı görülmektedir [14,31].bu durum kısa zamanda çok miktarda talaş kaldırılmasından kaynaklanmaktadır. Aynı hacimde kaldırılan talaş miktarında ise kesme hızının artırılması takım ömrüne olumlu katkı sağladığı vurgulanmıştır. Bu durum yüksek kesme hızlarında titreşimin azalması ve bu titreşimlerdeki azalmaya bağlı olarak takım ömrünün artmasından kaynaklandığı öngörülmektedir. Benzer şekilde kesme hızındaki artış kesme kuvvetlerinin azalmasına neden olmaktadır [31]. Bu durumda birim zamanda takıma binen yükün azalmasından kaynaklanmaktadır.

Titreşimdeki artışın takım ömrünü azalttığı vurgulanması titreşim değerinin ölçülmesinin önemini vurgulaması bağlamında önemlidir [37]. Ayrıca titreşim değerleri ile kesme kuvvetleri arasındaki ilişkinin vurgulanması çok daha ekonomik yöntemler ile kesme kuvvetlerinin tahmin edilebilirliğini vurguladığı için önem taşımaktadır.

### 3.3 Kesme Parametrelerinin Ses Seviyesi Üzerinde Etkileri (Cutting Parameters Effects on Sound Level)

Kesme parametrelerinin Ses şiddeti üzerinde etkileri şekil 5 te grafik olarak gösterilmiştir



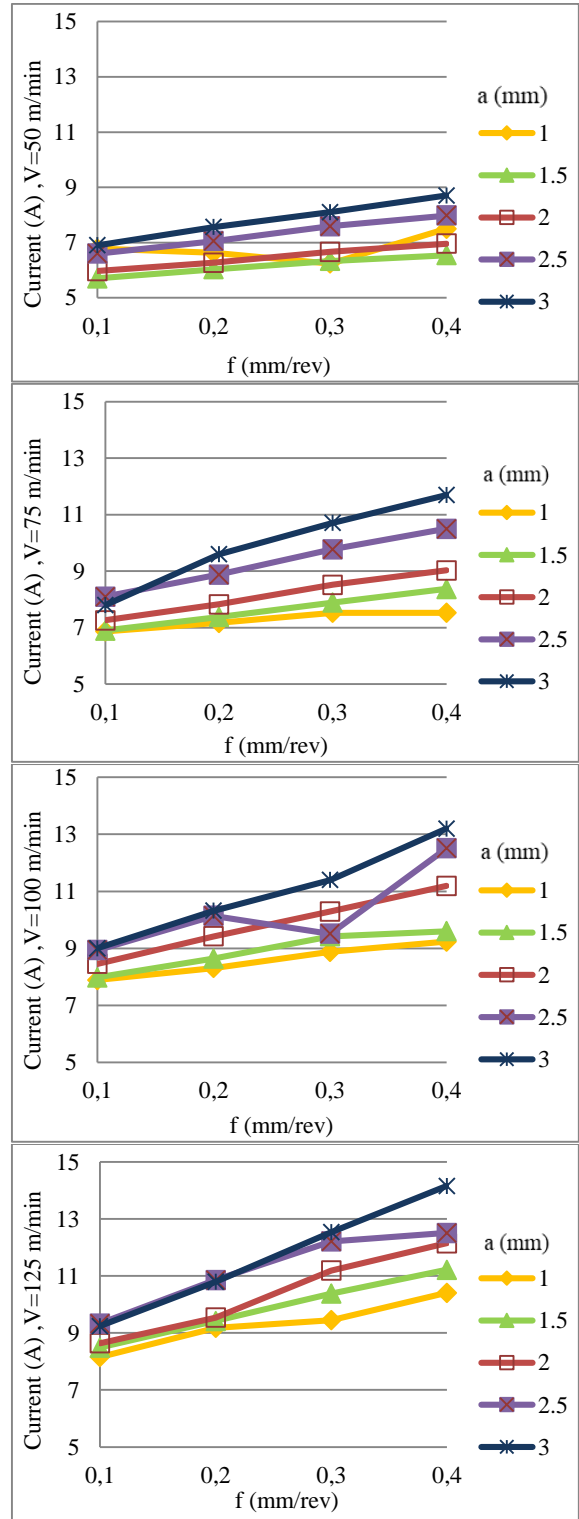


Şekil 5. Kesme Parametrelerinin Ses Seviyesi Üzerinde Etkileri (Cutting Parameters Effects on Sound Level)

Titreşimin bir fonksiyonu olan ses şiddeti, kesme parametreleri ile titreşimin arasında olduğu gibi; ilerleme miktarı ve talaş derinliğindeki artışa bağlı olarak artmaktadır. Kesme hızındaki artışa bağlı olarak da bir miktar azalmaktadır. Bu durumda kesme kuvvetleri ve takım aşınması konusunda titreşim ile birlikte ses şiddeti verilerinden yararlanılabileceğini göstermektedir. Fakat talaş kaldırma işleminin yapıldığı ortamlardaki gürültü seviyesinin yüksek olması, anlık değişmesi ve sürekli talaşın aynaya veya iş parçasına dolanması sonucu oluşan sesler ölçüm sonuçlarını etkilemektedir. Bu deneysel çalışmada CuZn39Pb3 malzemesinin kullanılması ve bu malzemede sürekli talaşın oluşmaması talaş dolanmasından kaynaklanacak gürültü sorununun oluşmasını engellemiştir.

### 3.4 Kesme Parametrelerinin Akım Üzerinde Etkileri (Cutting Parameters Effects on Current)

Kesme parametrelerinin akım değeri üzerinde etkileri şekil 6 te grafik olarak gösterilmiştir

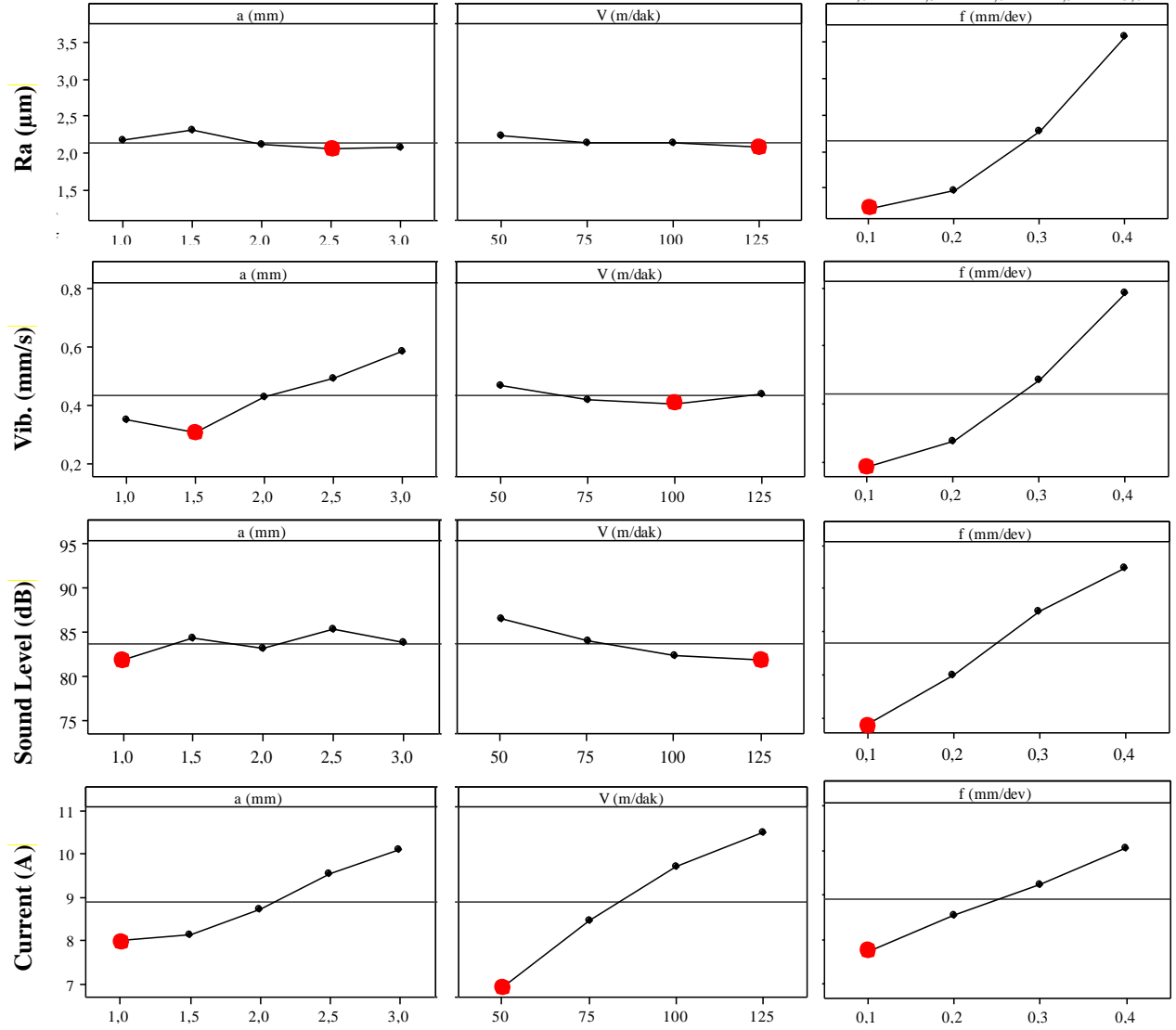


Şekil 6. Kesme Parametrelerinin Akım Üzerinde Etkileri (Cutting Parameters Effects on Current)

İlerleme miktarı ve talaş derinliği arttıkça akım değerinin arttığı görülmektedir. Bu ilişki talaş kaldırma esnasında takımın daha yüksek miktarda talaş kaldırması için gereken enerji ihtiyacının artmasından kaynaklanmaktadır. Diğer taraftan Kesme hızındaki artış kesme kuvvetlerinin artışına neden olmasa da aynanın daha yüksek devirde dönmesi için gereken enerji



miktarından dolayı bir miktar artış şeklinde çektığı akım değerini en fazla etkileyen kesme görülmektedir. Benzer sonuç diğer literatür parametresi ilerleme miktarıdır. Benzer şekilde yüzey çalışmaları da görülmektedir [24] pürüzlülük, titreşim, ses şiddeti ve akım değerleri



Şekil 7. Yüzey pürüzlülüğü, titreşim, ses şiddeti ve akım için ortalama etki grafiği (Main effects plot for surface roughness, vibration, sound level, current)

Şekil7 de etki grafiklerinin bir arada incelediğimiz zaman arasında uyumlu bir değişim söz konusudur. yüzey pürüzlülük, titreşim, ses şiddeti ve tezgahın

Çizelge 3. Yüzey pürüzlülüğü, titreşim, ses seviyesi ve akım için ANOVA sonuçları (Result of ANOVA for surface roughness, vibration, sound level and current)

Yüzey pürüzlülüğü (surface roughness)							
Source	D	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P Value	Contr.(%)
a	1	0.3300	0.3300	0.3300	7.80	0.007	0.00
v	1	0.1825	0.1825	0.1825	4.31	0.042	0.00
f	1	62.8928	62.8928	62.8928	1486.16	<b>0.000</b>	84.38
a <sup>2</sup>	1	0.0106	0.0106	0.0106	0.25	0.619	0.00
V <sup>2</sup>	1	0.0119	0.0119	0.0119	0.28	0.597	0.00
f <sup>2</sup>	1	5.7728	5.7728	5.7728	136.41	<b>0.000</b>	7.75
a x V	1	0.1368	0.1368	0.1368	3.23	0.077	0.00
a X f	1	1.2944	1.2944	1.2944	30.59	<b>0.000</b>	1.74
V x f	1	0.9385	0.9385	0.9385	22.18	<b>0.000</b>	0.00
Error	70	2.9623	2.9623	0.0423			3.97
Total	79	74.5326					100.00
Titreşim (vibration)							

Titreşim (vibration)							
Source	D	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P Value	Contr.(%)
a	1	0.70225	0.70225	0.70225	92.63	<b>0.000</b>	11.01
v	1	0.01102	0.01102	0.01102	1.45	0.232	0.17
f	1	3.98003	3.98002	3.98002	524.96	<b>0.000</b>	62.39
a <sup>2</sup>	1	0.05161	0.05161	0.05161	6.81	0.011	0.81
V <sup>2</sup>	1	0.03612	0.03613	0.03613	4.76	<b>0.032</b>	0.57
f <sup>2</sup>	1	0.23112	0.23112	0.23112	30.48	<b>0.000</b>	3.62
a x V	1	0.07220	0.07220	0.07220	9.52	<b>0.003</b>	1.13
a X f	1	0.42320	0.42320	0.42320	55.82	<b>0.000</b>	6.63
V x f	1	0.34060	0.34060	0.34060	44.93	<b>0.000</b>	5.34
Error	70	0.53071	0.53071	0.00758			8.32
Total	79	6.37888					100.00
Ses Seviyesi (Sound level)							
Source	D	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P Value	Contr.(%)
a	1	41.11	41.11	41.11	8.79	<b>0.004</b>	0.90
v	1	265.36	265.36	265.36	56.72	<b>0.000</b>	5.82
f	1	3795.79	3795.79	3795.79	811.39	<b>0.000</b>	83.24
a <sup>2</sup>	1	28.79	28.79	28.79	6.15	<b>0.016</b>	0.63
V <sup>2</sup>	1	20.20	20.20	20.20	4.32	<b>0.041</b>	0.44
f <sup>2</sup>	1	1.40	1.40	1.40	0.30	0.585	0.03
a x V	1	0.03	0.03	0.03	0.01	0.939	0.00
a X f	1	78.81	78.81	78.81	16.85	<b>0.000</b>	1.73
V x f	1	1.35	1.35	1.35	0.29	0.593	0.03
Error	70	327.47	327.47	4.68			7.18
Total	79	4560.32					100.00
Akım (Current)							
Source	D	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P Value	Contr.(%)
a	1	50.760	50.760	50.760	347.59	<b>0.000</b>	17.917
v	1	144.432	144.432	144.432	989.02	<b>0.000</b>	50.982
f	1	57.426	57.426	57.426	393.23	<b>0.000</b>	20.270
a <sup>2</sup>	1	1.361	1.361	1.361	9.32	<b>0.003</b>	0.480
V <sup>2</sup>	1	3.089	3.089	3.089	21.15	<b>0.000</b>	1.090
f <sup>2</sup>	1	0.002	0.002	0.002	0.01	0.916	0.001
a x V	1	1.236	1.236	1.236	8.46	<b>0.005</b>	0.436
a X f	1	7.523	7.523	7.523	51.52	<b>0.000</b>	2.655
V x f	1	7.250	7.250	7.250	49.65	<b>0.000</b>	13.942
Error	70	10.223	10.223	0.146			3.609
Total	79	283.302					100.000

D: Serbestlik derecesi

Yüzey pürüzlülüğü, titreşim, ses seviyesi ve akım değeri için varyans analizi ve etki oranları çizelge 3 te verilmiştir. **P** değeri 0.05 ten küçük olan değerler (%95 güven aralığı) önemli bir etkiye sahiptir.

### 3.5 Kesme parametrelerinin optimum değerleri (Optimization of cutting parameter)

Özellikle bir çok değişkenin olduğu imalat sürecinde optimum parametrelerin belirlenmesi büyük önem

**Çizelge 4.** Yüzey pürüzlülük, titreşim, ses şiddeti ve akım değerleri için optimum kesme parametreleri (optimum cutting parameter for surface roughness, vibration, sound level and current)

S.	Ra (µm)			Vib.(mm/s)			Sound Level (dB)			Current (A)		
	a	v	f	a	v	f	a	v	f	a	v	f
1	2,1738	2,2330	<b>1,2317</b>	0,3500	0,4700	<b>0,1900</b>	<b>81,7188</b>	86,5750	<b>74,4650</b>	<b>7,9856</b>	<b>6,9045</b>	<b>7,7505</b>
2	2,3206	2,1342	1,4722	<b>0,3063</b>	0,4200	0,2750	84,3125	84,0450	80,1550	8,1431	8,4675	8,5515
3	2,1167	2,1390	2,2882	0,4313	<b>0,4050</b>	0,4850	83,1875	82,2600	87,4200	8,7113	9,7170	9,2310
4	<b>2,0519</b>	<b>2,0890</b>	3,6032	0,4938	0,4400	0,7850	85,2938	<b>81,7400</b>	92,5800	9,5306	10,4940	10,0500
5	2,0810			0,5875			83,7625			161,7300		
D	4	4	1	2	3	1	1	4	1	1	1	1

taşımaktadır. Çizelge 4 te ölçülen değerlere karşılık gelen optimum değerler verilmiştir.

Yüzey pürüzlülüğü, titreşim, ses şiddeti ve akım değerlerinin en düşük olduğu kesme parametreleri çizelge 4 te belirtilmiştir.

### 3.6 Yüzey Pürüzlülüğü için Regresyon Eşitliği (Regression Equation for Surface Roughness)

$$R^2 = 1 - \frac{SS_{residual}}{SS_{model} + SS_{residual}}$$

$$R^2 = \text{Total \%} - \text{Error\%} = 100 - 3.97 = 96.02 \%$$

$$SS_{residual} = 2.9623, SS_{model} = 71.5703 \text{ (Çizelge 3 den)}$$

$$R^2 = 1 - \frac{2.9623}{71.5703 + 2.9623} = 0.960255 = 96.02\%$$

$$Ra = 1.8115 - 0.09083 * a - 0.06407 * v + 1.18958 * f - 0.0275 * a^2 + 0.02747 * v^2 + 0.60441 * f^2 + 0.07845 * a * v + 0.24135 * a * f + 0.19496 * v * f$$

$$R^2 = 96.03 \%, R^2(\text{adj}) = 95.51\%$$

### 3.7. Titreşim için Regresyon Eşitliği (Regression Equation for Vibration)

$$R^2 = 91.68\%, R^2(\text{adj}) = 90.61\%$$

$$Vib = 0,30964 + 0,13250 * a - 0,01575 * v + 0,29925 * f + 0,06071 * a^2 + 0,04781 * v^2 + 0,12094 * f^2 - 0,05700 * a * v + 0,13800 * a * f - 0,11745 * v * f$$

### 3.8. Ses Seviyesi için Regresyon Eşitliği (Regression Equation for Sound Level)

$$R^2(\text{adj}) = 92.82\%, R^2(\text{adj}) = 91.90\%$$

$$SL = 83.9095 + 1.0138 * a - 2.4435 * v + 9.2415 * f - 1.4339 * a^2 + 1.1306 * v^2 - 0.2981 * f^2 + 0.0352 * a * v + 1.8332 * a * f - 0.234 * v * f$$

### 3.9. Akım için regresyon eşitliği (Regression equation for Current)

$$R^2 = 96.39\%, R^2(\text{adj}) = 95.93\%$$

$$Current = 8.97986 + 1.1265 * a + 1.80270 * v + 1.13670 * f + 0.31179 * a^2 - 0.44212 * v^2 + 0.01013 * f^2 + 0.2358 * a * v + 0.58185 * a * f + 0.54189 * v * f$$

## 4. SONUÇ (CONCLUSION)

1. Elde edilen varyans analizlerine göre, yüzey pürüzlülük değeri üzerinde ilerleme miktarının etkisi %96 dır. Yüzey pürüzlülük değeri % 96 doğruluk oranı ile modellenmiştir. İlerleme miktarı arttıkça yüzey pürüzlülük değeri artmaktadır. Yüzey pürüzlülük değeri üzerinde kesme hızı ve talaş derinliğinin önemli bir etkisi görülmemektedir.

2. Titreşim değeri üzerinde en etkili parametre % 76 lik bir etki oranı ile ilerleme miktarıdır. Bunu % 13 lik bir

etki ile talaş derinliği izlemektedir. Titreşim miktarı %92 doğruluk oranı ile modellenmiştir. İlerleme miktarı ve talaş derinliği arttıkça titreşim değeri artmaktadır.

3. Ses şiddeti üzerinde en etkili parametre % 86 lik bir oran ile ilerleme miktarıdır. Bunu % 6 ile kesme hızı izlemektedir. Ses şiddeti değeri %93 doğruluk oranı ile modellenmiştir. Her iki değerdeki artışa bağlı olarak ses şiddeti artmaktadır.

4. Tezgâhın çektiği akım değeri üzerinde kesme hızı %55 lik etki oranı sahipken ilerleme miktarı %22 talaş derinliği ise %19 luk bir etkiye sahiptir. Akım değeri %96 doğruluk oranı ile modellenmiştir. Her üç değerdeki artış akım değerinin artmasına neden olmaktadır.

5. Titreşim ve ses şiddeti arttıkça yüzey pürüzlülük değerinin arttığı görülmüştür. Tezgaha binen yüke bağlı olarak akım değeri arttıkça ses şiddetinin arttığı görülmüştür. Yüzey pürüzlülüğü, titreşim, ses şiddeti ve akım değeri arasında pozitif bir korelasyon olduğu görülmüştür.

6. İyi bir yüzey kalitesi, düşük titreşim değerleri ile daha uzun ömürlü bir tezgâh rijitliği ve düşük bir ses şiddeti ile çevrede en düşük gürültünün oluşması ilerleme miktarının düşük seçilmesi ile mümkündür. İlerleme değerinin düşük seçilmesi işleme süresini artırır. Bu kaybı telafi etmek, yüzey kalitesinde muhafaza etmek için yüksek talaş derinlikleri ve yüksek kesme hızları tercih edilebilir. Bu şekilde, iyi yüzey kalitesi, düşük titreşim – ses değerleri, düşük akım değeri ve çok sayıda iş parçası imalatı sağlanmış olur.

## KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] G. Pantazopoulos, "A review of defects and failures in brass rods and related components," *Practical Failure Analysis*, 3: 14-22, (2003).
- [2] V. Bushlya, D. Johansson, F. Lenrick, J. Stahl ve F. Schultheiss, "Wear mechanisms of uncoated and coated cemented carbide tools in machining lead-free silicon brass," *Wear* 377: 143-151, (2017).
- [3] F. Schultheiss, D. Johansson, V. Bushlya, J. Zhou, K. Nilsson ve J. Stahl, "Comparative study on the machinability of lead-free brass," *Journal of Cleaner Production*, 149: 366-377, (2017).
- [4] M. Hanief, M. F. Wani ve M. Charoo, "Modeling and prediction of cutting forces during the turning of red brass (C23000) using ANN and regression analysis," *Engineering Science and Technology*, 20: 1220-1226, (2017).
- [5] E. Brinksmeier, W. Preuss, O. Riemer ve R. Rentsch, "Cutting forces, tool wear and surface finish in high speed diamond machining," *Precision Engineering*, 49: 293-304, (2017).
- [6] C. He, W. Zong ve J. Zhang, "Influencing factors and theoretical modeling methods of surface roughness in turning process: State-of-the-art," *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 129: 15-26, (2017).
- [7] C. Moganapriya, R. Rajasekar, K. Ponappa, R. Venkatesh ve S. Jerome, "Influence of Coating Material and Cutting Parameters on Surface Roughness and Material Removal Rate in Turning Process Using Taguchi Method," *Materials Today: Proceedings*, 5: 8532-8538, (2018).

- [8] G. Zheng, R. Xu, X. Cheng, G. Zhao, L. Li ve J. Zhao, "Effect of cutting parameters on wear behavior of coated tool and surface roughness in high-speed turning of 300M," *Measurement*, 125: 99-108, (2018).
- [9] A. S. More, W. Jiang, W. D. Brown ve A. P. Malshe, "Tool wear and machining performance of cBN-TiN coated carbide inserts and PCBN compact inserts in turning AISI 4340 hardened steel," *Journal of Materials Processing Technology*, 180: 253-262, (2006).
- [10] S. R. Das, D. Dhupal ve A. Kumar, "Experimental investigation into machinability of hardened AISI 4140 steel using TiN coated ceramic tool," *Measurement*, 62: 108-126, (2015).
- [11] E. Aslan, N. Camuşcu ve B. Bingören, "Design optimization of cutting parameters when turning hardened AISI 4140 steel (63 HRC) with Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + TiCN mixed ceramic tool," *Materials & Design*, 28: 1618-1622, (2007).
- [12] İ. Asiltürk ve H. Akkuş, "Determining the effect of cutting parameters on surface roughness in hard turning using the Taguchi method," *Measurement*, 44: 1697-1704, (2011).
- [13] H. Aouici, M. A. Yallese, K. Chaoui, T. Mabrouki ve J. Rigal, "Analysis of surface roughness and cutting force components in hard turning with CBN tool: Prediction model and cutting conditions optimization," *Measurement*, 45: 344-353, (2012).
- [14] G. C. Benga ve A. M. Abrao, "Turning of hardened 100Cr6 bearing steel with ceramic and PCBN cutting tools," *Journal of Materials Processing Technology*, 143: 237-241, (2003).
- [15] Z. Hessainia, A. Belbah, M. A. Yallese, T. Mabrouki ve J. F. Rigal, "On the prediction of surface roughness in the hard turning based on cutting parameters and tool vibrations," *Measurement*, 46: 1671-1681, (2013).
- [16] M. A. Yallese, K. Chaoui, N. Zeghib, L. Boulanour ve J. F. Rigal, "Hard machining of hardened bearing steel using cubic boron nitride tool," *Journal of materials processing technology*, 209: 1092-1104, (2009).
- [17] M. Siddhpura ve R. Paurabally, "A review of chatter vibration research in turning," *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 61: 27-47, (2012).
- [18] G. Quintana ve J. Ciurana, "Chatter in machining processes: A review," *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 51: 363-376, (2011).
- [19] R. Kishore, S. Choudhury ve K. Orra, "On-line control of machine tool vibration in turning operation using electro-magneto rheological damper," *Journal of Manufacturing Processes*, 31: 187-198, (2018).
- [20] E. Plaza ve P. Lopez, "Application of the wavelet packet transform to vibration signals for surface roughness monitoring in CNC turning operations," *Mechanical Systems and Signal Processing*, 98: 902-919, (2018).
- [21] A. Şahinoğlu, Ş. Karabulut ve A. Güllü, "Study on Spindle Vibration and Surface Finish in Turning of Al 7075," *Solid State Phenomena*, 261: 321-327, (2017).
- [22] Ş. Karabulut ve A. Şahinoğlu, "Effect of the cutting parameters on surface roughness, power consumption and machine noise in machining of R260 steel," *Politeknik Dergisi*, 21(1): 237-244, (2018).
- [23] A. Şahinoğlu, A. Güllü ve M. Dönertaş, "GGG50 Malzemenin Torna Tezgahında İşlenmesinde Kesme Parametrelerinin Titreşim, Ses Şiddeti ve Yüzey Pürüzlülüğü Üzerinde Etkisinin Araştırılması," *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(1): 67-79, 2017.
- [24] A. Aggarwal, H. Singh, P. Kumar ve M. Singh, "Optimizing power consumption for CNC turned parts using response surface methodology and Taguchi's technique—A comparative analysis," *Journal of materials processing technology*, 200: 373-384, (2008).
- [25] S. A. Bagaber ve A. R. Yusoff, "Multi-objective optimization of cutting parameters to minimize power consumption in dry turning of stainless steel 316," *Journal of Cleaner Production*, 157: 30-46, (2017).
- [26] X. Li ve S. K. Tso, "Drill wear monitoring based on current signals," *Wear*, 231: 172-178, (1999).
- [27] D. R. Salgado ve F. J. Alonso, "An approach based on current and sound signals for in-process tool wear monitoring," *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 47: 2140-2152, (2007).
- [28] P. S. Bilga, S. Singh ve R. Kumar, "Optimization of energy consumption response parameters for turning operation using Taguchi method," *Journal of Cleaner Production*, 137: 1406-1417, (2016).
- [29] L. Zhou, J. Li, F. Li, Q. Meng, J. Li ve X. Xu, "Energy consumption model and energy efficiency of machine tools: a comprehensive literature review," *Journal of Cleaner Production*, 112: 3721-3734, (2016).
- [30] R. K. Bhushan, "Optimization of cutting parameters for minimizing power consumption and maximizing tool life during machining of Al alloy SiC particle composites," *Journal of Cleaner Production*, 39: 242-254, (2013).
- [31] K. Bouacha, M. A. Yallese, T. Mabrouki ve J. Rigal, "Statistical analysis of surface roughness and cutting forces using response surface methodology in hard turning of AISI 52100 bearing steel with CBN tool," *Int. Journal of Refractory Metals & Hard Materials*, 28: 349-361, (2010).
- [32] S. Saini, I. S. Ahuja ve V. S. Sharma, "Influence of cutting parameters on tool wear and surface roughness in hard turning of AISI H11 tool steel using ceramic tools," *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, 13: 1295-1302, (2012).
- [33] V. N. Gaitonde, S. R. Karnik, L. Figueira ve P. Davim, "Analysis of Machinability During Hard Turning of Cold Work Tool Steel (Type: AISI D2)," *Materials and Manufacturing Processes*, 24: 1373-1382, (2009).
- [34] S. Chinchani ve S. K. Choudhury, "Effect of work material hardness and cutting parameters on performance of coated carbide tool when turning hardened steel: An optimization approach," *Measurement*, 46: 1572-1584, (2013).
- [35] M. Bezerra, R. Santelli, E. Oliveira, L. Villar ve L. Escalera, "Response surface methodology (RSM) as a tool for optimization in analytical chemistry," *Talanta*, 76(5): 965-977, (2008).
- [36] A. Şahinoğlu ve A. Güllü, "Akıllı Üretim Tezgahı ve Bu Tezgahın Kontrolü". *Türkiye Cumhuriyeti Patent* TR 2014 14379 B, (2018).
- [37] B. Prasad ve M. Babu, "Correlation between vibration amplitude and tool wear in turning: Numerical and experimental analysis," *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 20: 197-211, (2017).