



Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi
Cilt: 11, No: 3, 2014 (1-9)

Electronic Journal of Machine Technologies
Vol: 11, No: 3, 2014 (1-9)

**TEKNOLOJİK
ARAŞTIRMALAR**

www.teknolojikarastirmalar.com
e-ISSN:1304-4141

**Makale
(Article)**

Farklı İşleme Derinliklerinde Uygulanan Titreşimlerin Elektro-Erozyon ile İşleme Performansına Etkisi

Ali ÖZGEDİK*, Can ÇOĞUN**

*Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye
ozgedik@gazi.edu.tr

**Çankaya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye
cogun@cankaya.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, Elektro-Erozyon ile İşleme (EEİ) tekniğinin performans çıktılarına iyileştirmek amacı ile işparçasına farklı frekansta titreşimlerin uygulandığı boşalım akımı ve işleme derinliği gibi farklı işleme koşullarında deneyler yapılmıştır. Deneylerde titreşimsiz koşullara göre elektrot aşınma hızı (EAH) ve bağıl aşınma (BA) değerlerinde belirgin azalma elde edilmiştir. Titreşimli deneylerde işparçası işleme hızı (İİH) ve ortalama yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerinde EAH ve BA değerlerine göre daha küçük değişimler tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elektro-erozyon ile işleme, titreşim, işleme derinliği

Effect of Applied Vibrations for Different Machining Depths on Electric Discharge Machining Performance

Abstract

In this study, vibrations with different frequencies were applied to workpiece for improving the electric discharge machining (EDM) stability and performance outputs. Experiments were conducted with different machining conditions such as discharge current and machining depth. Experiments have shown that there is a significant improvement in the value of tool wear rate (TWR) and relative wear (RW) when compared to experiments without vibrations. Minor changes have been obtained in the value of workpiece removal rate (WRR) and surface roughness of workpiece (R_a) at experiments with machining tank vibration when compared to changes in the value of TWR and RW.

Keywords: Electric discharge machining, vibration, machining depth

1. GİRİŞ

EEİ, dielektrik sıvı içerisinde elektrot ile işparçası arasında oluşan elektriksel boşalmanın işparçası yüzeyinden çok küçük bir hacmi aşındırması esasına dayanır. İletken elektrot geometrisi işparçasında oluşturulacak boşluğa göre tasarlanıp imal edilir. EEİ yöntemi çok sert, kırılğan, yüksek mukavemetli, yüksek sıcaklığa dayanıklı malzemelerin işlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu makaleye atıf yapmak için

Özgedik A., Çoğun C.**; "Farklı İşleme Derinliklerinde Uygulanan Titreşimlerin Elektro-Erozyon ile İşleme Performansına Etkisi" Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi 2014, (11) 1-9*

How to cite this article

Özgedik A., Çoğun C.**; "Effect of Applied Vibrations for Different Machining Depths on Electric Discharge Machining Performance" Electronic Journal of Machine Technologies, 2014, (11) 1-9*

EEİ'de talaş kaldırma, işparçası malzemesinin ergimesi ve buharlaşması ile gerçekleşmektedir [1]. İşleme esnasında işparçasından malzeme kaldırılırken elektrodun da aşındığı gözlenmektedir [2, 3]. Dielektrik sıvı uygulama şeklinin uygun ve hızının yeterli olmaması halinde işleme aralığında işleme atıklarından meydana gelen aşırı bölgesel kirlenme nedeniyle işparçası ile elektrot arasında kısa devre ve ark tipi vurumların oluşumunun arttığı belirlenmiştir. Bunun sonucu olarak, işparçası işleme hızında (İİH) dūřuř, elektrot aşınma hızında (EAH) ve bağlı aşınmada ($BA=EAH/İİH$) artış, kötü yūzey kalitesi ve tolerans dışı boyutlar gōrölür [3-5].

Literatür araştırması sonucunda EEİ işleminin kararlılığının ve performans çıktılarının işleme boşluğundaki işleme atıklarının ortamdaki uzaklaştırılması ile doğrudan ilişkili olduğu, bunun da işleme derinliğine ve elektrot geometrisine bağlı olduğu bilinmektedir. Dielektrik sıvı, işleme atıklarını işleme ortamından uzaklaştırmanın yanında krater içindeki ergimiş işparçası malzemesinin bir kısmının da işparçası yūzeyinde tekrar katılaşmasına neden olmaktadır. EEİ tekniğindeki bu problemleri en aza indirmek ve işleme performansını arttırabilmek amacı ile işleme parametreleri ile ilgili bilimsel çalışmaların yanı sıra elektrot, işparçası ve dielektrik ortama kazandırılan dinamik hareketler ile yapılan deneysel çalışmalar işleme performans ıktıları üzerinde olumlu etkiler sağlamıştır.

EEİ tekniği ile ultrasonik titreşimli elektrot kullanılarak yapılan deneylerde işparçası yūzeyinde oluşan kavitasyonun ergimiş malzeme havuzunu kolaylıkla boşalttığı, elektrodun pompalama etkisinin daha iyi dielektrik sirkūlasyonu oluşturduğu, işleme hızında ve kararlı boşalım sayısında artış olduğu tespit edilmiştir [6-9].

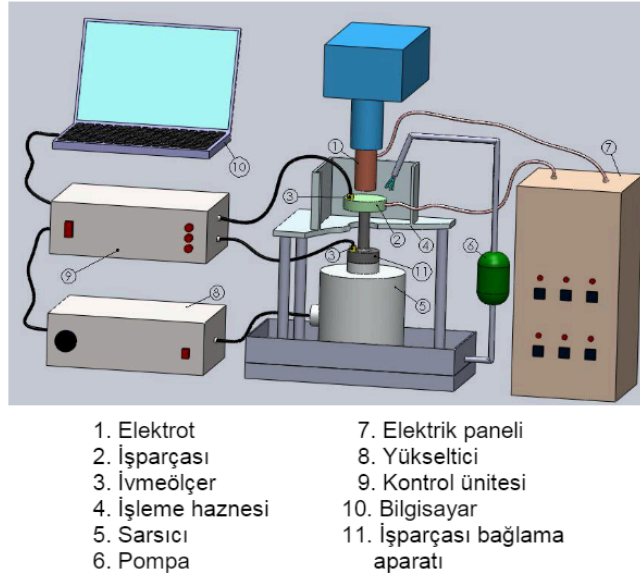
İşparçasına uygulanan ultrasonik titreşimler ile oluşan dalgaların hareketi ile kavitasyon ve akustik akıntı etkilerinin incelendiği deneylerde MEEİ işleminin ultrasonik titreşimler ile daha kararlı hale geldiği, işleme atıklarının uzaklaştırılma hızının arttığı, yūzey pūrūzlölūęünün önemli derecede iyileşiği ve ark oluşumunun azaldığı tespit edilmiştir [10]. Ultrasonik işparçası titreşimleri neticesinde oluşan kavitasyonun işlemede önemli bir etki olduğu, işleme ortamının titreşim etkisi ile pompalanması sonucu daha iyi sirkūle edilmesinin ark oluşumlarını azalttığı ve MEEİ performansını arttırdığı belirtilmiştir [11]. Artan titreşim genliği ve frekansı ile işleme derinliğinin arttığı ve işparçası titreşimli deneylerde frekansın işlemede en önemli parametre olduğu [12], işleme parametrelerine bağlı olarak işparçası titreşimli deneylerde İİH değerlerinin titreşimsiz MEEİ ile elde edilen değerlerin 4 ile 8 katı arasında olduğu tespit edilmiştir [13]. İşleme haznesine uygulanan yūksek frekanstaki titreşimlerin EAH ve BA değerlerini belirgin bir şekilde azalttığı, İİH değerlerinde çok belirgin artışlara neden olmadığı ve yūzey pūrūzlölūęü (R_a) değerlerinin azalmasına neden olduğu belirtilmiştir [14].

Elektrot ve işparçasına uygulanan titreşimler sonucu işleme performansında meydana gelen olumlu gelişmelerin geneli MEEİ tekniğinde veya silindirik deliklerin klasik EEİ tekniği ile işlenmesinde elde edilmiştir. Klasik EEİ tekniği gōz önüne alındığında kullanılan karmaşık şekilli ve MEEİ'ye gōre daha būyūk boyutlu elektrotlar ile yapılan işlemelerde bu uygulamaların ve sonuçlarının ne ölçūde geçerli olabileceği bilinmemektedir.

Bu çalışmada, işleme ortamına karışan partikūllerin işparçasına uygulanacak titreşimler sayesinde daha etkin bir şekilde uzaklaştırılması ve her bir boşalım sonrası işparçası kraterinde bulunan ergimiş malzemenin tekrar katılaşmadan krater dışına daha fazla atılarak işleme hızının arttırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda işparçasına doğrudan uygulanan farklı frekanstaki titreşimler ve değişik işleme koşullarında (boşalım akımı ve işleme derinliği) deneyler yapılmıştır.

2. DENEYSEL YÖNTEM

Deneylerde FURKAN EDM M25 Model isopulse jeneratöre sahip dalma tipi elektro erozyon tezgahı kullanılmıştır. İşparçasına titreşim uygulayabilmek için tezgahın kendi işleme haznesine uygun boyutlarda özel işleme haznesi imal edilmiştir (Şekil 1). Uygulanacak titreşimlerin üretilmesi için Ling Dynamic Systems (LDS) firmasına ait 196 N'luk LDS V406/8 model sarsıcı, LDS PA 100E model yükseltici, LDS-Dactron marka COMET USB Sarsıcı denetim sistemi (Shaker Control System) kullanılmıştır. Deneylerde işparçası olarak $7,8 \text{ gr/cm}^3$ yoğunluklu 60 mm çapında ve 5 mm kalınlığında disk şeklinde işlenmiş Ç1040 çelik, elektrot olarak $8,9 \text{ gr/cm}^3$ yoğunluklu 20 mm çapında 25 mm uzunluğunda silindirik elektrolitik bakır ve dielektrik olarak gazyağı kullanılmıştır. Deneylerde farklı boşalım akımı, titreşim frekansı ve işleme derinliği değerlerinde (Tablo 1) İİH, EAH, BA ve R_a değerlerinin gösterdiği değişim incelenmiştir. Bu frekans değerlerinde yaklaşık $1 \mu\text{m}$ genlikli titreşimler işparçasına uygulanmıştır. Titreşimsiz deneyler sarsıcı ünite ile işparçası arasındaki bağlantı çözümlenerek gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. İşparçası titreşimli EEİ tekniği şematik görünümü

Tablo 1. İşleme derinliği deney parametreleri

Deney Parametreleri	Değerler
Boşalım Akımı (i_d) [A]	12, 25
Vurum Süresi (t_s) [μs]	200
Titreşim frekansı (f_v) [Hz]	0, 2222, 4000, 6667
Bekleme Süresi (t_p) [μs]	50
İşleme derinliği (h) [mm]	2, 4, 6
Dielektrik sıvı	Gazyağı
Dielektrik sıvı pompa basıncı (P) [bar]	0,5
Kutuplama	Elektrot (+)

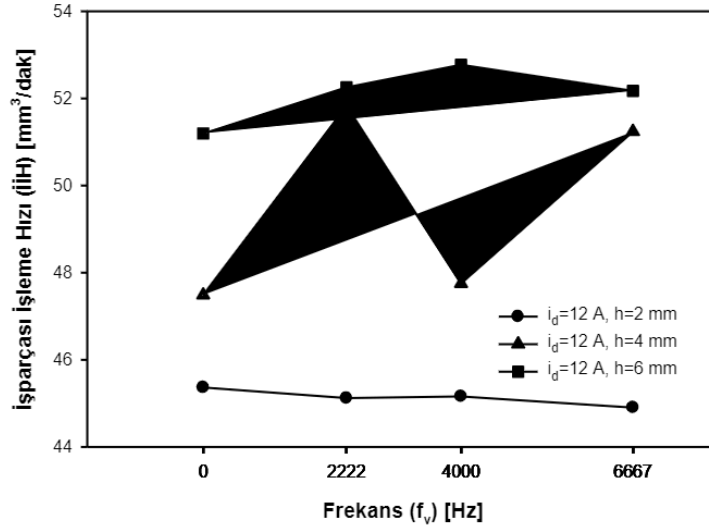
3. DENEYSEL SONUÇLAR

3.1. İşleme derinliğinin İİH üzerindeki etkisi

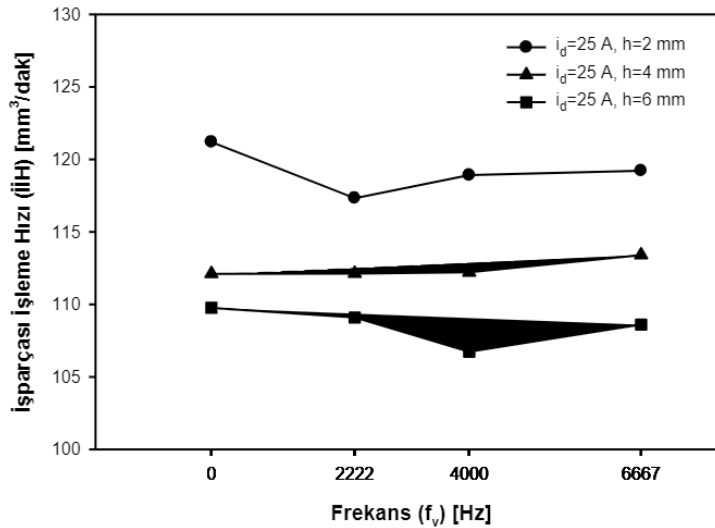
İşparçası titreşimli 12 A-2 mm koşulunda İİH titreşimsiz koşula göre ortalama %0,66 azalırken (Şekil 2), 4 mm ve 6 mm koşullarında sırası ile ortalama %5,86 ve %2,35 artış elde edilmiştir.

25 A koşulu 2 mm ve 6 mm işleme derinliğinde titreşimsiz koşula göre İİH sırası ile ortalama %2,24 ve %1,48 azalmıştır (Şekil 3). 25 A-4 mm koşulunda İİH titreşimsiz koşula göre ortalama %0,42 artmıştır.

12 A koşulunun 4 mm ve 6mm işleme derinliğinde işparçasına uygulanan titreşimler ile İİH artmıştır. Uygulanan titreşimlerin işleme derinliğine bağlı olarak küçük akım değerinde İİH üzerinde daha etkili olmasının sebebi yüksek akım değerinde büyük hacimli ergimiş işparçası malzemesinin uygulanan titreşimler ile daha zor uzaklaştırılması ile ilişkilendirilmiştir.



Şekil 2. Titreşim frekansının farklı işleme derinlikleri için İİH üzerindeki etkisi (i_d=12 A)



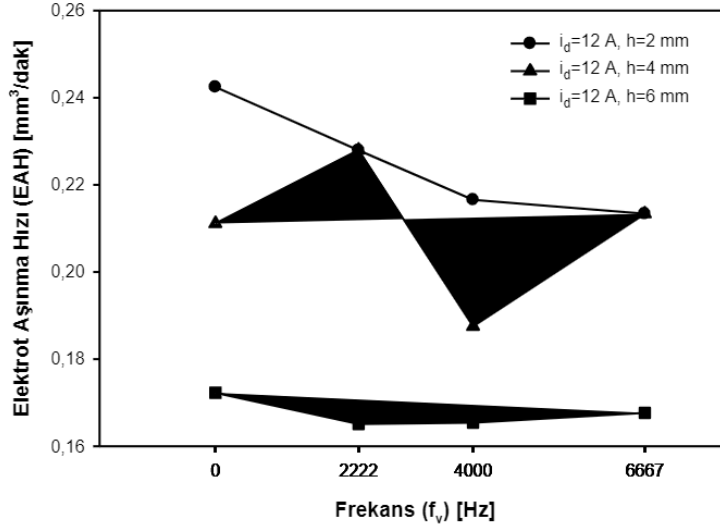
Şekil 3. Titreşim frekansının farklı işleme derinlikleri için İİH üzerindeki etkisi (i_d=25 A)

3.2. İşleme derinliğinin EAH üzerindeki etkisi

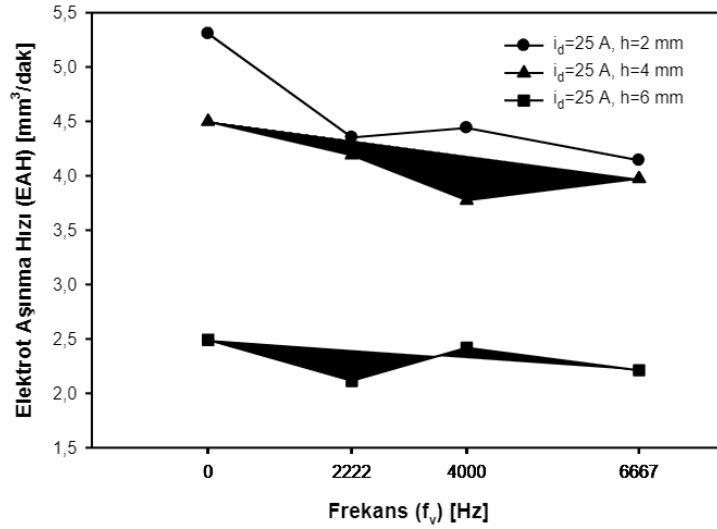
İşparçasına uygulanan titreşimler EAH değerlerini titreşimsiz koşullara göre tüm işleme derinliklerinde genelde azaltmıştır.

12 A-2 mm koşulunda EAH titreşimsiz koşula göre ortalama %9,56 azalırken (Şekil 4), 4 mm işleme derinliğinde sadece 4000 Hz koşulunda %11,97 azalmıştır. 12 A-6 mm koşulunda titreşimsiz koşullara göre EAH ortalama %3,61 azalmıştır.

25 A koşulunun 2 mm, 4 mm ve 6 mm işleme derinliklerinde titreşimsiz koşullara göre EAH sırası ile ortalama %18,74, %11,56 ve %9,78 azalmıştır (Şekil 5).



Şekil 4. Titreşim frekansının farklı işleme derinlikleri için EAH üzerindeki etkisi (i_d=12 A)



Şekil 5. Titreşim frekansının farklı işleme derinlikleri için EAH üzerindeki etkisi (i_d=25 A)

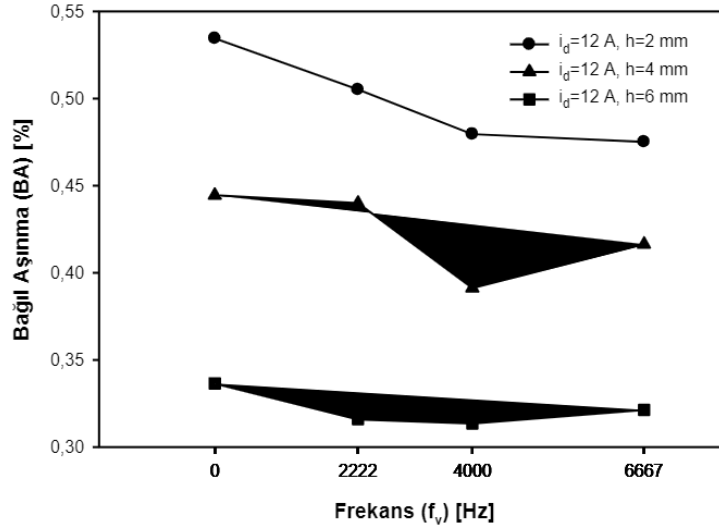
3.3. İşleme derinliğinin BA üzerindeki etkisi

İşparçasına uygulanan titreşimler ile BA her işleme derinliği koşulu için azalmıştır.

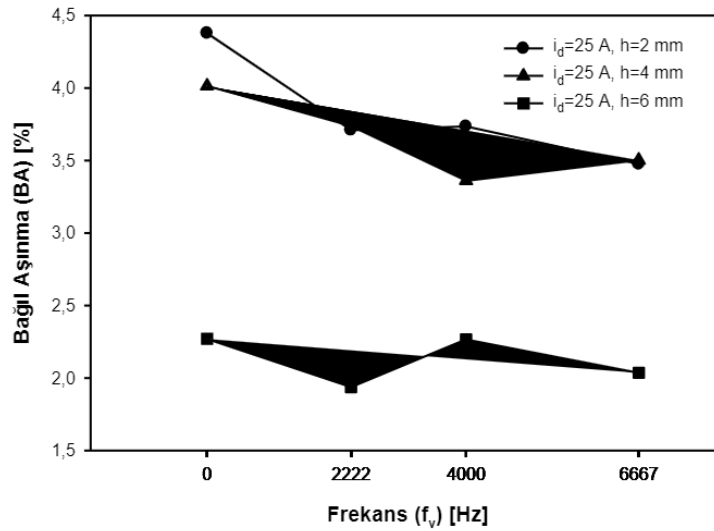
BA değerleri 12 A koşulunun 2 mm, 4 mm ve 6 mm işleme derinliğinde titreşimsiz koşullara göre sırası ile ortalama %8,95, %6,43 ve %4,63 azalmıştır (Şekil 6).

25 A koşulunda titreşimsiz koşullara göre BA 2 mm işleme derinliğinde ortalama %16,87 azalırken 4 mm ve 6 mm işleme derinliğinde sırası ile ortalama %11,97 ve %8,36 azalmıştır (Şekil 7).

İşparçasına uygulanan titreşimler BA üzerinde en çok 2mm işleme derinliğinde etkili olmuş, bunu 4 mm ve 6 mm takip etmiştir.



Şekil 6. Titreşim frekansının farklı işleme derinlikleri için BA üzerindeki etkisi (i_d=12 A)



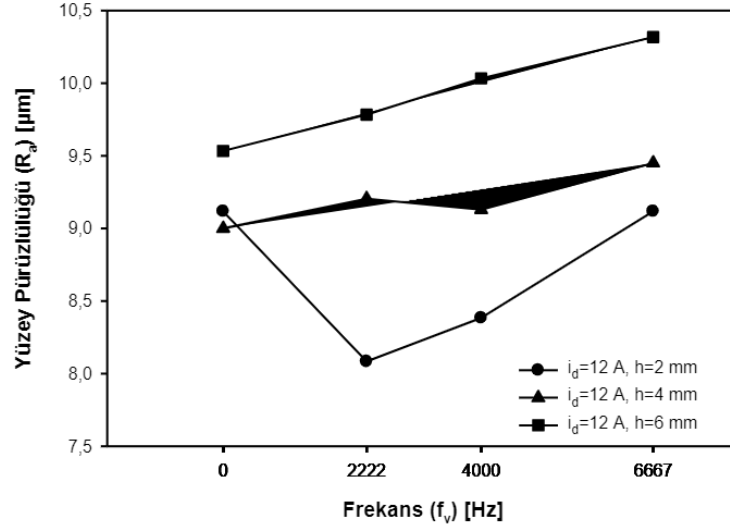
Şekil 7. Titreşim frekansının farklı işleme derinlikleri için BA üzerindeki etkisi (i_d=25 A)

3.4. İşleme derinliğinin R_a üzerindeki etkisi

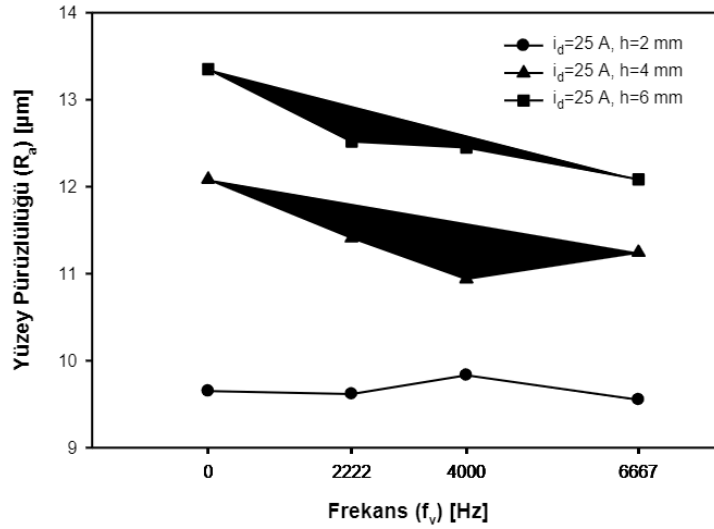
12 A-2 mm koşulunda R_a titreşimsiz koşula göre ortalama %6,46 azalırken, 4 mm ve 6 mm koşullarında sırası ile ortalama %2,9 ve %5,36 artmıştır (Şekil 8).

Titreşimsiz koşula göre 25 A-2 mm koşulunda uygulanan titreşimlerin R_a üzerindeki etkisi ihmal edilebilir düzeydeyken, 4 mm ve 6 mm koşullarında R_a titreşimsiz koşula göre %7,33 ve %7,49 azalmıştır (Şekil 9).

İİH ve R_a değerlerinin aynı işleme derinliklerinde artmış olması kraterlerin uygulanan titreşimler ile daha fazla boşaltılabilmiş olması ile açıklanabilir. Uygulanan titreşimlerin İİH değerlerinde çok etkili olmadığı derin işleme koşullarında R_a değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 8. Titreşim frekansının farklı işleme derinlikleri için R_a üzerindeki etkisi ($i_d=12$ A)



Şekil 9. Titreşim frekansının farklı işleme derinlikleri için R_a üzerindeki etkisi ($i_d=25$ A)

4. SONUÇLAR

Bu alışmada EEİ'de dielektrik sıvı sirkülasyonunu kolaylaştırmak, aşınmış partiküllerin işleme ortamından daha etkin bir şekilde uzaklaştırılmasını sağlamak ve boşalım sonrası ergimiş işparçası malzemesinin tekrar katılaşmadan kraterden daha fazla atılmasını sağlamak amacı ile doğrudan işparçasına uygulanan farklı frekanstaki titreşimler ve değişik işleme derinliklerinde deneyler yapılmıştır.

İşparçasına uygulanan 2222 Hz, 4000 Hz ve 6667 Hz frekanslı titreşimler İİH değerlerinde belirgin bir artış sağlayamazken uygulanan titreşimler boşalım akımının bütün değerlerinde titreşimsiz koşullara göre EAH değerlerini azaltmıştır. EAH değerlerindeki en etkili azalma 4000 Hz ve 6667 Hz frekans değerlerinde elde edilmiştir. EAH değerlerinde titreşimin uygulanması ile meydana gelen belirgin azalma çalışmanın genelinde tespit edilmiş en olumlu sonuçlardan biridir. Deneyler neticesinde elde edilen BA değerlerinin tamamına yakınında titreşimsiz koşullara göre azalma gözlenmiştir. 4000 Hz ve 6667 Hz frekans değerlerinin bütün boşalım akımı değerleri için BA değerlerinde yüksek oranlarda azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir. 2222 Hz frekans değerinin ise BA değerleri üzerinde diğer frekans değerleri kadar etki oluşturmadığı tespit edilmiştir. İşparçasına uygulanan titreşimlerin 25 A deneylerinin çoğunda R_a değerlerini azalttığı, 12 A deneylerinde ise R_a 'da önemsiz artışların olduğu tespit edilmiştir.

Uygulanan titreşimlerin işleme derinliğine bağlı olarak küçük akım değerinde İİH üzerinde daha etkili olduğu tespit edilmiştir. İşparçasına uygulanan titreşimler EAH değerlerini titreşimsiz koşullara göre tüm işleme derinliklerinde genelde azaltmıştır. Uygulanan titreşimlerin EAH üzerindeki olumlu etkisi işleme derinliğinin artışı ile azalmıştır. İşparçasına uygulanan titreşimler ile BA her işleme derinliği koşulu için azalmıştır. İİH ve R_a değerleri aynı işleme derinliklerinde artmıştır. Uygulanan titreşimlerin İİH değerlerinde çok etkili olmadığı derin işleme koşullarında R_a değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. İşleme derinliğinden bağımsız olarak yüksek akım değerinde uygulanan titreşimler R_a 'yı azaltmıştır.

Bu alışma sonrasında işparçasına uygulanan titreşimlerin özellikle EAH ve BA değerlerini belirgin bir şekilde azalttığı, İİH değerlerini küçük miktarlarda arttırırken R_a değerlerini küçük miktarlarda azalttığı ortaya çıkmıştır. EEİ'de elektrot tasarımı ve üretiminin toplam işleme maliyetinin büyük bir kısmını oluşturduğu düşünöldüğünde EAH değerlerinin azalmasını sağlayan işparçası titreşiminin önemi açıkça görölebilir.

5. KAYNAKLAR

1. Chen, S.L., Yan, B.H., Huang, F.Y., 1999, "Influence of kerosene and distilled water as dielectrics on the electric discharge machining characteristics of Ti-6Al-4V", Journal of Materials Processing Technology, 87 (1-3), 107-111.
2. Bayramoğlu, M., 1995, "Dalma elektro erozyon tezgahları ve nümerik kontrol", Makina ve Metal Teknolojisi, 45, 157-160.
3. Masuzawa, T., Heuvelman, C.J., 1983, "A self flushing method with spark erosion machining", Annals of the CIRP, 32 (1), 109-111.
4. Schumacher, B. M., 1990, "About the role of debris in the gap during electrical discharge machining", Annals of the CIRP, 39 (1), 197-199.

5. Ozgedik, A., Cogun, C., 2006, An experimental investigation of tool wear in electric discharge machining, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 27 (5-6), 488-500.
6. Zhixin, J., Jianhua, Z., Xing, A., 1997, "Study on a new kind of combined machining technology of ultrasonic machining and electrical discharge machining", *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 37 (2), 193-199.
7. Zhixin, J., Jianhua, Z., Xing, A., 1995, "Ultrasonic vibration pulse electro-discharge machining of holes in engineering ceramics", *Journal of Materials Processing Technology*, 53 (3-4), 811-816.
8. Zhixin, J., Xing, A., Jianhua, Z., Zhaoliang, A., 1995, "Combined machining of USM and EDM for advanced ceramics", *Journal of Advanced Materials*, 26 (3), 16-20.
9. Thoe, T.B., Aspinwall, D.K., Killey, N., 1999, "Combined ultrasonic and electrical discharge machining of ceramic coated nickel alloy", *Journal of Materials Processing Technology*, 92-93, 323-328.
10. Yeo, S.H., Goh, K.M., 2001, "The effect of ultrasound in micro electro discharge machining on surface roughness", *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 215 (2), 271-276.
11. Sundaram, M.M., Pavalarajan, G.B., Rajurkar, K.P., 2008, "A study on process parameters of ultrasonic assisted micro EDM based on taguchi method", *Journal of Materials Engineering and Performance*, 17 (2), 210-215.
12. Hao, T., Yang, W., Yong, L., 2008, "Vibration-assisted servo scanning 3D micro EDM", *Journal of Micromechanics and Microengineering*, 18 (2), 1-8.
13. Changshui Gao, C., Liu, Z., 2003, "A study of ultrasonically aided micro-electrical-discharge machining by the application of workpiece vibration", *Journal of Materials Processing Technology*, 139 (1-3), 226-228.
14. Özgedik, A., Çoğun, C., 2011, "Elektro-Erozyon İle İşlemede İşleme Haznesine Uygulanan Titreşimlerin İşleme Performansına Etkilerinin İncelenmesi", *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi* (8-3), 13-25.