

# 3. Uluslararası Lisansüstü Çalışmalar Kongresi

3<sup>rd</sup> International Graduate  
Studies Congress

14-17 Haziran/June

2023



IGSCONG'23

## Bildiriler Kitabı

## Proceedings Book

ISBN: 978-605-73639-7-8

# **BİLDİRİLER KİTABI**

# **PROCEEDINGS BOOK**

**3. Uluslararası Lisansüstü Çalışmalar Kongresi**  
**3<sup>rd</sup> International Graduate Studies Congress**

**14-17 Haziran/June 2023**



**3. ULUSLARARASI LİSANSÜSTÜ ÇALIŞMALAR KONGRESİ  
3<sup>RD</sup> INTERNATIONAL GRADUATE STUDIES CONGRESS**

**14-17 HAZİRAN/JUNE 2023**

**ISBN: 978-605-73639-7-8**

Bu kitabın tüm hakları saklıdır. Kitap içindeki bildirilerin tamamı ya da bir kısmı kongremizin izni olmaksızın herhangi bir platformda yayınlanamaz.



## Bakır Nanopartikülün Kesme Sıvısı Katışkısı Olarak Kullanılabilirliğinin İncelenmesi

### Investigation of the Usability of Copper Nanoparticles as Additives in Cutting Fluid

Onur Can ŞİRVAN<sup>\*1</sup>, M. Hüseyin ÇETİN<sup>1</sup>, Farabi TEMEL<sup>2</sup>, Babür ÖZÇELİK<sup>3</sup>,  
Mevlüt TÜRKÖZ<sup>1</sup>

\*: ocsirvan@ktun.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5801-4294

<sup>1</sup>: Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye

<sup>2</sup>: Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye

<sup>3</sup>: Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye

**Özet:** Bu çalışmada kesme sıvılarının tribolojik performansının geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bunun için kesme sıvısına jelatin kaplı bakır nanopartikülleri (CuNP) eklenerek kesme sıvısının yağlayıcılık ve soğutma performansı geliştirilmiştir. Çalışmada sfero dökme demir malzeme üzerinde sabit kesme hızı, ilerleme ve derinlik parametreleri kullanılarak frezeleme yapılmış, bor solüsyonu (%5 bor yağı + su) ile CuNP katkılı kolloidal solüsyonun performansı karşılaştırılmıştır. Ölçülen kesme kuvvetleri ve işlenen malzemenin yüzey pürüzlülük değerleri incelendiğinde, CuNP katkılı süspansiyon ortamında yapılan deneylerde kesme kuvvetlerinin bor solüsyonuna göre %2,57 daha düşük olduğu, yüzey pürüzlülük değerlerinin ise %24,49 daha fazla olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Aşınma, Bakır Nano-partikül, Talaşlı İmalat Tribolojisi

**Abstract:** This study aims to improve the tribological performance of cutting fluids. To achieve this, gelatine-coated copper nanoparticles (CuNP) were added to the cutting fluid to enhance its lubrication and cooling performance. In the study, milling was done on ductile iron material using constant cutting speed, feed and depth parameters, and the performance of boron solution (5% boron oil + water) and CuNP added colloidal solution were compared. When the measured cutting forces and the surface roughness values of the machined material were examined, it was observed that the cutting forces were 2.57% lower than the boron solution in the experiments performed under CuNP added suspension conditions, and the surface roughness values were 24.49% higher.

**Keywords:** Wear, Copper Nano-particle, Machining Tribology

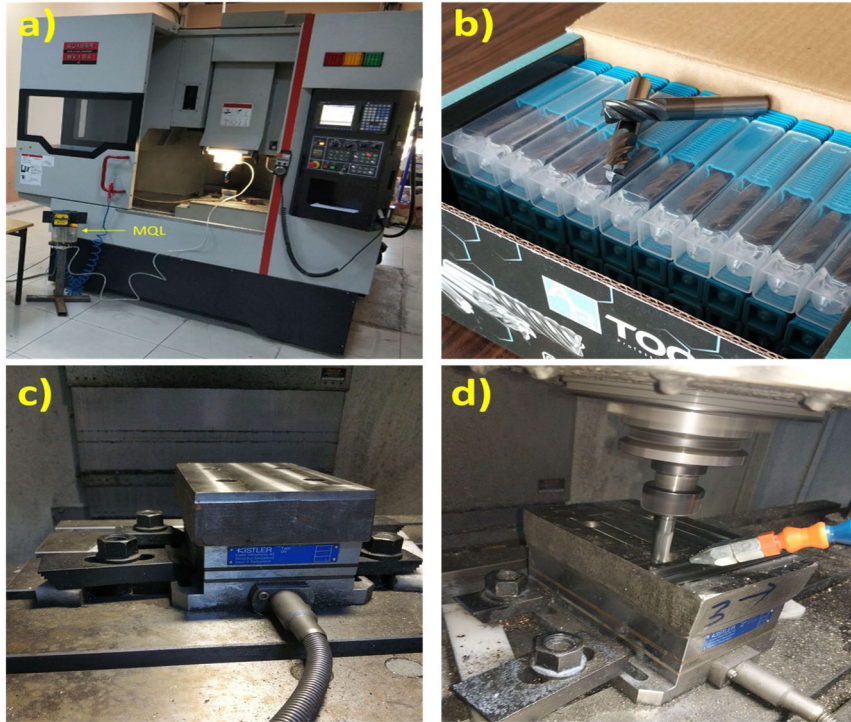
## GİRİŞ

Kesme sıvılarının yağlayıcılık, oluşan ısıyı uzaklaştırma ve yüzeyler arasında kalkan görevi görerek korozyonu önleme gibi özellikleri vardır [1]. Talaşlı imalatta verim, takım ömrü ve işlenen malzemenin yüzey kalitesini arttırmak için kesme sıvısının tribolojik özelliklerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Baz yağlara eklenecek katışkılar sayesinde kesme sıvısının yağlama/soğutma ve korozyon direnci özellikleri geliştirilebilir.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde nano-partikül katışkılı yağlayıcıların tamir etme, sürtünen yüzeylerdeki kayma sürtünmesini yuvarlanma sürtünmesine dönüştürme, parlatma ve koruyucu film tabakası oluşturma mekanizmaları olduğu görülmüştür [2]. Bakır (Cu), yüksek korozyon direnci, kendinden yağlayıcılık ve yüksek ısıl iletkenlik (400 W/mK) özellikleri ile üstün tribolojik özelliklere sahiptir [3], [4]. Bu çalışmada bakırın nano boyutta sentezlenerek yağ katışkısı olarak kullanılabilirliği frezeleme deneyleri yoluyla araştırılmıştır. Küçük boyutlarından dolayı topaklanma eğiliminde olan nano-partiküller, beklenen tribolojik performansı göstermeleri için jelatin ligandı ile kaplanmıştır. Kesme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülüğü açısından yüksek performans sağlaması ve sürdürülebilirlik için minimum miktarda yağlama (MQL) yöntemi kullanılmıştır [5].

## MATERYAL ve METOT

Kesme sıvılarının performans analizi için frezeleme deneyleri yapılmıştır. Maksimum güç kapasitesi 18 kW ve maksimum devir hızı 12000 dev/dk olan bilgisayar kontrollü (CNC Quaser MV154C) freze kullanılarak yüzey frezeleme işlemi yapılmıştır (Şekil 1a). Kesici takım olarak PVD yöntemiyle AlCrN (Alüminyum krom nitrür) kaplı, 40 HRC sertliğinde, 10 mm çapında, 4 ağızlı karbür parmak freze kullanılmıştır (Şekil 1b). İş parçası olarak Şekil 1c’ de gösterilen 100x170x40 mm boyutlarında, yüksek mukavemet ve aşınma direncine sahip, titreşim ve ses sönmüleme özelliğiyle endüstride yaygın olarak kullanılan GGG-70 sfero dökme demir kullanılmıştır [6]. Kesme sıvıları MQL yöntemiyle 15ml/dk debide uygulanmıştır (Şekil 1d).



Şekil 1. (a) CNC freze, (b) Kesici takımlar, (c) İşlenen malzeme, (d) MQL ile yağlama

Giriş parametrelerinde Su + Bor Yağı ve Su + CuNP-Jel kesme sıvılarının performansının karşılaştırılması için ilerleme, kesme hızı ve derinlik parametreleri sabit tutulmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. Freze Deneylerinin Giriş Parametreleri

Kesme Sıvısı	Kesme Hızı (m/dk)	İlerleme (mm/diş)	Derinlik (mm)
BS	127,5	0,25	0,6
CuNP (Jel)	127,5	0,25	0,6



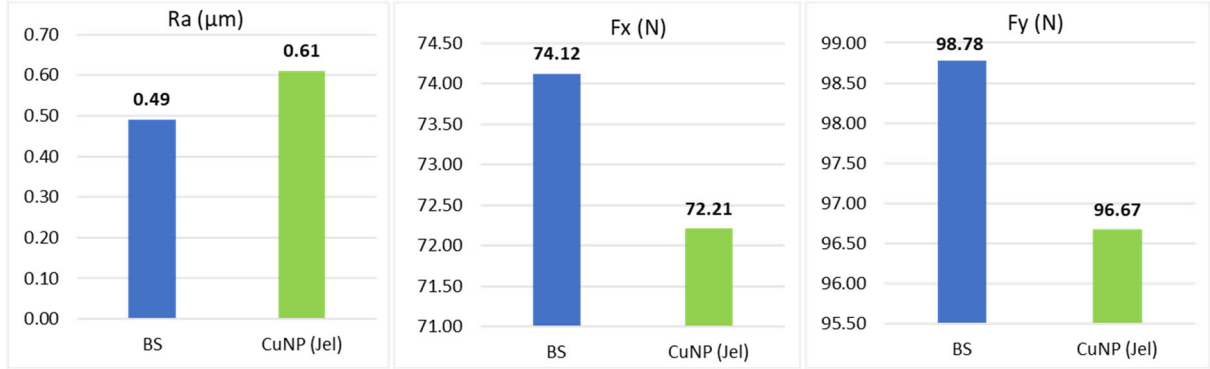
Çıkış parametresi olarak kesme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülük değerleri ölçülmüştür. Kesme (Fx) ve ilerleme (Fy) kuvvetlerinin ölçümü Kistler marka dinamometre ile yapılmıştır. Yüzey pürüzlülükleri Zygo - ZeGage 3D optik tarayıcı ile Ra cinsinden ölçülmüştür (Şekil 2). Bütün deneyler ve ölçümler 3 tekrarlı olarak yapılmıştır.



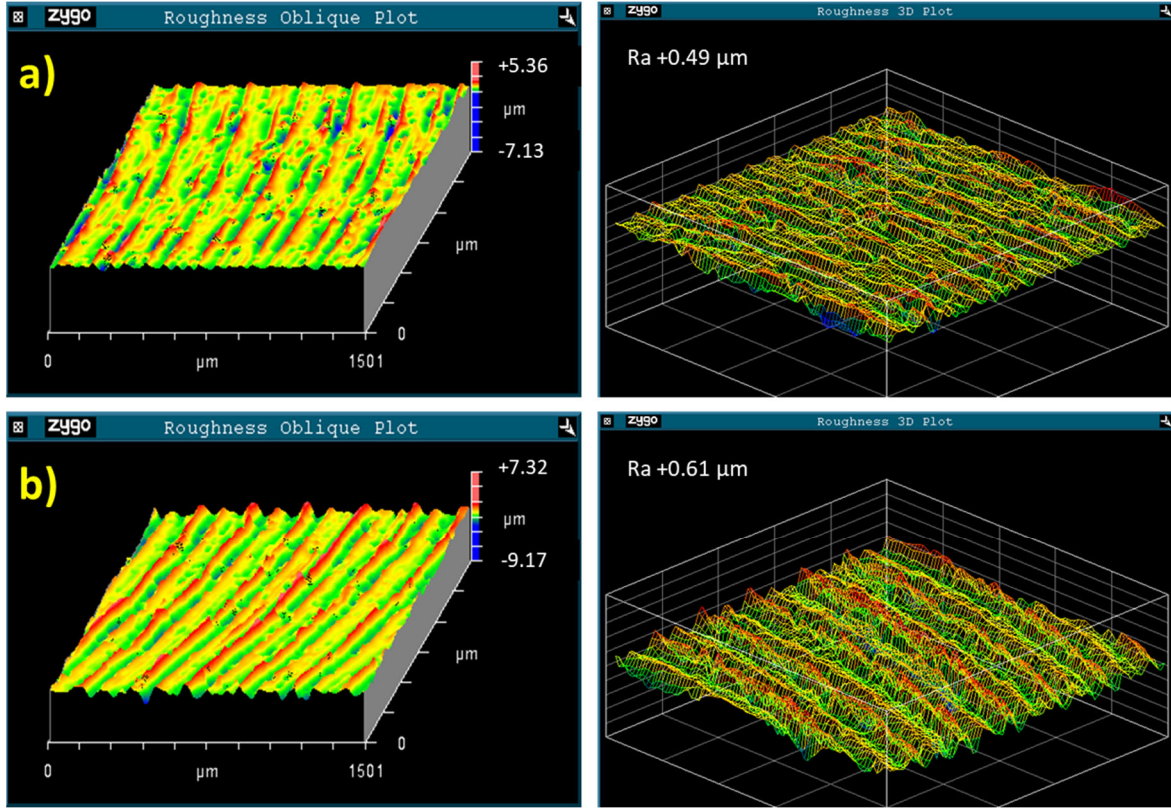
Şekil 2. 3D topografya ve Ra ölçümlerinde kullanılan optik tarayıcı

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Ra, Fx ve Fy için elde edilen deney sonuçları Şekil 3'te karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Bor solüsyonu ortamında yapılan deneylerde yüzey pürüzlülüğünün CuNP (Jel)'e göre %19,67 oranında daha az olduğu görülmüştür. CuNP (Jel) ortamında yapılan deneylerde Fx ve Fy kuvvetlerinin sırasıyla bor solüsyonuna göre %2,57 ve %2,13 oranında daha az olduğu görülmüştür. Yüzey pürüzlülükleri 3D topoğrafya analizleri Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 3. Farklı kesme sıvıları koşullarında yapılan deneylerde ölçülen Ra, Fx ve Fy değerleri



Şekil 4. Yüzey pürüzlülükleri 3D topoğrafya analizleri a) Bor Solüsyonu, b) CuNP (Jel)

Kesme hızının etkisiyle oluşan  $F_x$  ve ilerleme hızının etkisiyle oluşan  $F_y$ , frezeleme prosesinde güç sarfiyatında rol alan önemli unsurlardır. En düşük  $F_x$  ve  $F_y$  kuvveti değeri CuNP (Jel) ortamında elde edilmiştir. CuNP ile kesme kuvvetlerini azaltma açısından elde edilen tribolojik performans, nano-bakırın endüstriyel kullanılabilirlik açısından uygun olduğunu göstermektedir. Ayrıca bor yağı atıklarından kaynaklanan çevre kirliliği düşünüldüğünde, çevresel açıdan risk taşımayan bakır malzemesi için elde edilen sonuç sürdürülebilirlik açısından da önemlidir.

## SONUÇLAR

Bakır nano-partiküllerinin oksitlenme eğiliminin yüksek olması ve takım-talaş arayüzündeki sıcaklık artışından dolayı bakır nano-partiküllerinin oksitlendiği ve bu yüzden bor solüsyonunun yüzey pürüzlülüğü açısından daha iyi sonuç verdiği düşünülmektedir [7].

CuNP katkılı su solüsyonu ortamındaki  $F_x$  ve  $F_y$  kuvvetlerinin, bor solüsyonu ortamındaki deneylere göre daha az çıktığı görülmüştür. Bakır nano-partiküllerinin oksitlenmesi sonucunda yüzeyi aşındırarak talaş kaldırmayı kolaylaştırdığı ve bu yüzden kesme ve ilerleme kuvvetlerinin düştüğü söylenebilir. Bu sonuçlar endüstriyel alanda enerji verimliliği açısından çok önemlidir.

## Teşekkür / Katkı Belirtme

Bu çalışma 221M213 numaralı TÜBİTAK 1002 projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

## KAYNAKLAR

- [1] M. V. Varalakshmi and V. Venugopal Reddy, "A study on the effect of the addition of copper nanoparticles on the tribological performance of Polyalphaolefin synthetic oil," *Mater. Today Proc.*, vol. 66, pp. 643–647, 2022, doi: 10.1016/j.matpr.2022.03.402.

- [2] A. Singh, P. Chauhan, and T. G. Mamatha, “A review on tribological performance of lubricants with nanoparticles additives,” *Mater. Today Proc.*, vol. 25, pp. 586–591, 2019, doi: 10.1016/j.matpr.2019.07.245.
- [3] J. Zhang *et al.*, “Tailoring self-lubricating, wear-resistance, anticorrosion and antifouling properties of Ti/(Cu, MoS<sub>2</sub>)-DLC coating in marine environment by controlling the content of Cu dopant,” *Tribol. Int.*, vol. 143, no. October 2019, p. 106029, 2020, doi: 10.1016/j.triboint.2019.106029.
- [4] M. S. Liu, M. C. C. Lin, and C. C. Wang, “Enhancements of thermal conductivities with cu, CuO, and carbon nanotube nanofluids and application of MWNT/water nanofluid on a water chiller system,” *Nanoscale Res. Lett.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–13, 2011, doi: 10.1186/1556-276X-6-297.
- [5] E. A. Rahim, M. R. Ibrahim, A. A. Rahim, S. Aziz, and Z. Mohid, “Experimental investigation of minimum quantity lubrication (MQL) as a sustainable cooling technique,” *Procedia CIRP*, vol. 26, pp. 351–354, 2015, doi: 10.1016/j.procir.2014.07.029.
- [6] B. Çelik, “GGG70 Sfero Dökme Demirin Frezelenmesinde Yüzey Pürüzlülüğü Ve Takım Aşınmasının İncelenmesi,” *Kütayha Dumlupınar Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi*, no. 2018, 2018.
- [7] Y. Zhang, Y. Xu, Y. Yang, S. Zhang, P. Zhang, and Z. Zhang, “Synthesis and tribological properties of oil-soluble copper nanoparticles as environmentally friendly lubricating oil additives,” *Ind. Lubr. Tribol.*, vol. 67, no. 3, pp. 227–232, 2015, doi: 10.1108/ILT-10-2012-0098.