

Araştırma Makalesi

GGG50 Malzemenin Torna Tezgâhında İşlenmesinde Kesme Parametrelerinin Titreşim, Ses Şiddeti ve Yüzey Pürüzlülüğü Üzerinde Etkisinin Araştırılması

*Abidin Şahinoğlu ^{*a}, Abdulkadir Güllü ^b, Mehmet Ali Dönertaş ^a*

^a Makine ve Metal Teknolojileri bölümü, Çankırı Karatekin Üniversitesi Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Çankırı

^b İmalat Mühendisliği Bölümü, Gazi Üniversitesi, Beşevler /Ankara

Öz

Bu çalışmada, GGG50 döküm malzeme işleme deneylerine tabi tutulmuştur. İşleme deneyleri tornalama metoduyla 4 farklı kesme hızı (50, 75, 100 ve 125 m/dak.), dört farklı ilerleme hızı (0.1, 0.2, 0.3 ve 0.4 m/dak) ve 4 farklı talaş derinliklerinde (1, 1.5, 2 ve 2.5 mm) soğutma sıvısı kullanmadan kuru kesme şartlarından yapılmıştır.

Sonuç olarak farklı kesme parametrelerinin ses şiddeti, titreşim ve yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi incelenmiştir. İlerleme değeri arttıkça titreşim değerinin, yüzey pürüzlülük değerinin ve ses şiddetinin arttığı görülmüştür. Talaş derinliği arttıkça titreşim ve ses şiddetinin arttığı görülmüştür.

Anahtar kelimeler: GGG50, kesme parametreleri, titreşim, ses şiddeti, yüzey pürüzlülüğü

Investigation of Surface Roughness, Sound Level, Vibration During the Turning of GGG50 Material

Abstract

In this study, GGG50 were subjected to machining test. The machining test were carried out through single point turning operations at four different cutting speeds (50, 75, 100 and 125 m/min), four different feed rates (0.1, 0.2, 0.3 and 0.4 m/rev) and four different depth of cut (1, 1.5, 2 and 2.5 mm) without coolant. The effect of different Cutting parameter on sound level, vibration and surface roughness was investigated.

Result of the study, increase in feed rate increase on the sound level, vibration and surface roughness. Also increase of the cutting depth increase on the sound level and vibration.

Keywords : GGG50, Cutting Parameters, Vibration, sound level, surface roughness

* Corresponding author:
e-mail: abidinsahinoglu@karatekin.edu.tr

Received: 11.01.2017
Accepted: 27.02.2017

Giriş

Bu çalışmada GGG50 döküm malzemenin torna tezgahında dört ayrı (0.1, 0.2, 0.3, 0.4 m/ dak) ilerleme değerlerinde dört ayrı (50, 75, 100, 125 m/dak.) kesme hızlarında, dört ayrı (1, 1.5, 2, 2.5 mm) talaş derinliklerinde oluşan titreşimin, ses şiddetinin ve yüzey pürüzlülük değerlerinin karşılaştırılması yapılmıştır. İlerleme değeri arttıkça titreşim değerinin, yüzey pürüzlülük değerinin ve ses şiddetinin arttığı görülmüştür. Talaş derinliği arttıkça titreşim ve ses şiddetinin arttığı görülmüştür. Yüzey pürüzlülük değerlerinde önemli bir değişiklik görülmemiştir.

Kesme hızı arttıkça titreşim ve ses şiddetinde kısmen bir azalma görülmektedir. Yüzey pürüzlülük değerlerinden önemli bir değişiklik olmamıştır. Titreşimin talaşlı imalatla büyük bir öneme sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca ses şiddeti talaşlı imalat sürecine dahil önemli bilgiler vermektedir. Mevcut teknolojik gelişmeler birlikte, ses şiddetinin ölçümü talaşlı imalatla vazgeçilmez bir yere sahip olacaktır. Ses şiddeti ile kesme parametreleri, takım aşınması, kesme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülük değerlerinin çıkarımına dahil önemli veriler elde edilmektedir.

Titreşimin bir sonucu olan ses, kesme parametreleri ile güçlü bir ilişkisi vardır. Takım ömrü, yüzey kalitesi ve kesme kuvvetlerini en fazla etkileyen mekanizmadır. Ayrıca çalışmaların yapıldığı tezgâhlarda titreşim değerlerinin ölçülmesi büyük önem taşımaktadır. Titreşim miktarının fazla olması takımın hızlı bir şekilde aşınmasına neden olur. Yüzey pürüzlülük değerlerinin, kesme kuvvetlerinin ve tezgâhın çekmiş olduğu akım değerinin yüksek olmasına neden olmaktadır. Titreşim ve titreşimin bir fonksiyonu olan ses şiddeti kesme şartlarına dahil önemli bilgiler

vermektedir. Ayrıca; Titreşim değerleri farklı olan tezgâhlarda alınan yüzey pürüzlülüğü, takım aşınması, kesme kuvveti değerlerinde büyük farklılıklar görülmektedir. Bu bağlamda titreşim analizi büyük önem taşımaktadır.

Küresel Grafitli Dökme Demir

Pik döküm sürtünme katsayısı μ 0,15-0,20 olan alçak sıcaklıklarda eriyen, düşük maliyetli, yüksek basma dayanımına ve aşınma direnci yüksek olan döküm malzemelerde küresel grafitli dökme demir olan GGG50 Malzeme tercih edilmiştir.

İç yapısında % 2-4 arasında silisyum bulunur. Silisyum karbonun demir karbür yerine, grafitli yaprakçıklar şeklinde bulunmasına neden olur. Bu durum işlemlerini kolaylaştırır. Esmer Dökme Demir motor silindirleri, tezgâh yatakları, döküm kalıpları, volanlarda sık kullanım alanı bulmaktadır. Gri veya esmer dökme demirlere nikel, bakır ve krom eklenerek çekme dayanımı ve korozyon direnci artırılır [1].

Kesme Parametreleri ve Ses Arasındaki İlişki

İlerleme miktarı arttıkça, kesme kuvvetleri, titreşim miktarında artış görülmektedir. Talaş derinliği arttıkça, kesme kuvvetleri ve titreşim değerlerinde artış görülmektedir. Kesme hızı arttıkça, kesme kuvvetlerinin azaldığı, titreşim değerinin ise arttığı görülmüştür [2]. Kesme hızı arttıkça tezgâhın devrindeki artış, tezgâhtaki vuruntuyu artırmaktadır. Buda titreşim ve ses şiddetinin artmasına neden olmaktadır. Talaş derinliği ve ilerleme miktarının artması tezgâhın daha fazla yüke binmesine dolayısıyla kesme kuvvetleri ve titreşim değerinin artmasına neden olmaktadır.

İlerleme değeri arttıkça yüzey pürüzlülüğü ve radial titreşim atmaktadır.

0,05 mm/dev ilerleme değerinden 0.14 mm/ devir ilerleme değerleri arasında düzenli bir değişme gözlenmezken, 0,14 mm/ dev den 0,4 mm/ dev ilerleme değerleri aralığında ilerleme miktarına bağlı; yüzey pürüzlülük ve radial titreşim değerlerinde artış görülmüştür [3].

Metal alaşımları endüstride önemli bir yere sahiptir. Fakat içeriğinde bulunan alaşım miktarına göre işlenebilirliği oldukça zordur. Yüksek kesme hızı ve düşük ilerleme değerlerinde, yüzey pürüzlülük değeri düşüktür. Talaş derinliği artışı ölçüde yüzey pürüzlülük değeri artmaktadır. Düşük ilerleme ve kesme hızlarında ise BUE oluşumunda önemli artış görülmektedir [4]. Alaşım miktarlarındaki değişime göre hangi parametrelerin kullanılacağına tespiti birçok deneysel çalışmayı gerektirmektedir. Ses analizi ile optimum kesme parametrelerinin tespiti ise oldukça pratik bir kullanım alanına sahiptir.

Yüzey Pürüzlülüğü ve Ses Arasındaki İlişki

Yüzey kalitesi malzemelerin işlenebilirlik özelliklerinin araştırılmasından en önemli parametrelerden biridir. Etkili bir takım ömrü için optimum kesme parametrelerini (kesme hızı, talaş derinliği ve ilerleme miktarı) kullanmak gerekmektedir. Yüzey pürüzlülüğünde en belirleyici parametre ilerleme miktarıdır [5].

Titreşim ve Ses Arasındaki İlişki

İşlenebilirlikte, titreşim üstesinde gelinmesi gereken zor bir konudur. Optimum kesme şartlarının tespiti, iş parçası malzemesi, şekli, kesici takım, takım tutucu ve özellikle tezgâh rijitliği gibi birçok faktör ile ilişkili olması itibarıyla oldukça karmaşıktır. Titreşimini etkileyen çok fazla parametre vardır. Okuma tezgâh markası Araştırma

Geliştirme ekibi; Freze tezgâhlarında, farklı malzemelerde, farklı talaş kaldırma parametrelerinde oluşan verileri, 1/100000 saniye aralıkla kaydetmiştir. Uzun yıllar yapılan kayıt ve analizler sonrasında tırlamasız (titreşimsiz) devir sayısı aralıkları tespit edilmiştir [6]. Titreşimleri ölçmenin diğer bir yolu bir mikrofon yardımıyla kayıtların alınması, analiz edilmesi ve aynı anda ekranda görüntülenmesidir. Bu fonksiyona kılavuz fonksiyonu denilmekte ve “g” harfiyle sembolize edilmektedir. Optimum devir sayısını belirlemektedir. Değişikliği yapmak operatörün inisiyatifine bırakılmıştır. Bu çalışmalar akıllı “i” fonksiyonunun geliştirmeyi beraberinde getirmiştir. Bu fonksiyon verilerin alınması, analiz edilmesi, optimum parametrelerin hesap edilmesi ve devir sayısını otomatik olarak değiştirmesini içermektedir. [7]

Titreşimin bir fonksiyonu olan sesin şiddeti, özellikle takım boyunun artmasıyla birlikte artışı görülmektedir. Titreşim değerlerindeki farklılık talaş kaldırma işlemlerinde belirgin bir şekilde görülmektedir. Yüzey pürüzlülük değerlerindeki artışlar; kesme hızından ziyade, ilerleme miktarındaki artışla belirgin bir şekilde artmaktadır. İlerleme miktarlarının azaltılması delik yüzey kalitesini artırmaktadır. Benzer şekilde talaş kaldırma işleminde, ilerleme değerlerindeki artış kesme kuvvetlerinin de artmasına neden olmaktadır [8].

Talaş kaldırma esnasında oluşan başlıca titreşim değerleri; makine parçaları, kesici takımlar, katerler ve iş parçalarında oluşmaktadır [9]. Talaş kaldırma esnasında tezgâhlar birçok iç ve dış kuvvete maruz kalırlar. Bu kuvvetler çok sayıda makine parçasının aşınmasına neden olur. Aşınma miktarı artıkça sürtünmeye bağlı olarak iç kuvvetlerde artar. Bu durum dinamik titreşimlerin artmasına neden olur [10]. Yapılan çalışmalarda titreşim artıkça ses şiddetinin de artışı görülmüştür. Titreşimin

bir fonksiyonu olan ses titreşim mekanizmalarının analiz edilmesinde büyük bir öneme sahiptir.

Torna tezgâhlarında titreşim

Punta ayna arasında kesme şartlarına göre titreşim değerleri modellenmiştir [11]. Torna tezgâhında talaş kaldırma esnasında, sürtünme kuvveti göz önünde bulundurularak, kesme kuvvetleri hesaplanmalıdır. Lineer olmayan ani hareketlerinde titreşimi tetiklediği görülmüştür [12]. Devir sayısındaki frekans ve dalga boyu sinyallerine göre devir sayısını değiştirerek, daha düşük titreşim değerlerine ulaşıldığı görülmüştür [13]. Tezgâhın yapısı ve kesme parametreleri titreşimi etkileyen faktörlerdir. Tezgâhı dengeye almak titreşimi azaltmaktır. Aynı zamanda iş parçası malzemesinin elastikiyet modülü artığı ölçüde titreşimlerin azaldığı görülmüştür [14]. Takım yanak aşınması artığı ölçüde titreşim değerleri artığı görülmüştür. Dinamik kesme sürecindeki bozulmayla kesme kuvvetleri artmaktadır [15]. Takım aşınmasına bağlı olarak ses yayılım şiddetinin artığı görülmüştür. Takım aşınmasına bağlı olarak kesme kuvvetlerinin de artığı görülmüştür [16]. Yüzey tormalama işleminde takım aşınması incelenmiştir. Frekans ve zaman ekseninde veriler değerlendirilip, aşınmış ve aşınmamış takımlar ile kesme kuvvetlerinin matematiksel modeli çıkartılmıştır [17]. Titreşim, kötü bir yüzey, takım aşınması ile üretime zarar veren başlıca faktördür. Titreşimi açıklamak üzere, talaş derinliğine ve devir sayısına bağlı, tek serbestlik derecesine sahip farklı diferansiyel formüller kullanılarak model oluşturulmuştur [18]. Vibrasyon endüstriyel anlamda büyük bir problemdir. Kötü bir yüzey ve tezgâhın parçalarına zarar vermektedir. Kararlı talaş kaldırma sınırlarını hesaplamak

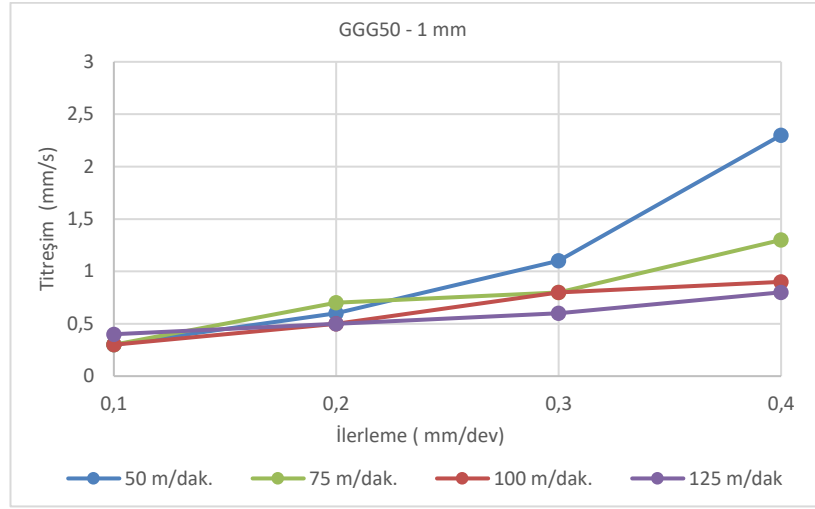
mümkündür fakat önemli bir zaman almaktadır. Bulanık mantık yöntemi ile kısa sürede oldukça iyi sonuçlar alındığı görülmüştür. Titreşimsiz kararlı bölgenin tayininde ve hangi parametreler ile talaş kaldırılacağı kolay bir şekilde belirlenmektedir [19]. Rezonans ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Kararlı bölgede, doğal frekansa yaklaşmak işlenebilirlik açısından arzu edilen bir durumdur [20]. Torna tezgâhında titreşimi azaltmak üzere kater mesafesi ile ilgili geliştirilen model ile titreşim önemli ölçüde azaltılmıştır [21]. Kararlı bölgede yapılan kesmede yüzey pürüzlülük değerleri 2,56 µm iken kararsız bölgede bu değerler 9,54 µm olarak ölçülmüştür [22]. Tormalama esnasında, bir ivmeölçer veya dinamometre aracılığı ile alınan frekans, zaman ve dalga boyu sinyalleri farklı titreşimdeki frekans değerlerini göstermektedir. Bu değerler problemleri tanımlanmasında kullanılmaktadır. İş parçasının doğal frekansı göz önünde bulundurularak uygun titreşim frekansında talaş kaldırma işlemi gerçekleştirilir [23]. Yapılan tormalama işleminde ivmeölçer ile rezonans değerleri tespit edilmiş ve kesme parametreleri değiştirilerek bu kararsız bölgenin dışına çıkılmıştır. Titreşimde 6 katlık bir iyileşme görülmüştür [24].

Materyal ve Metot

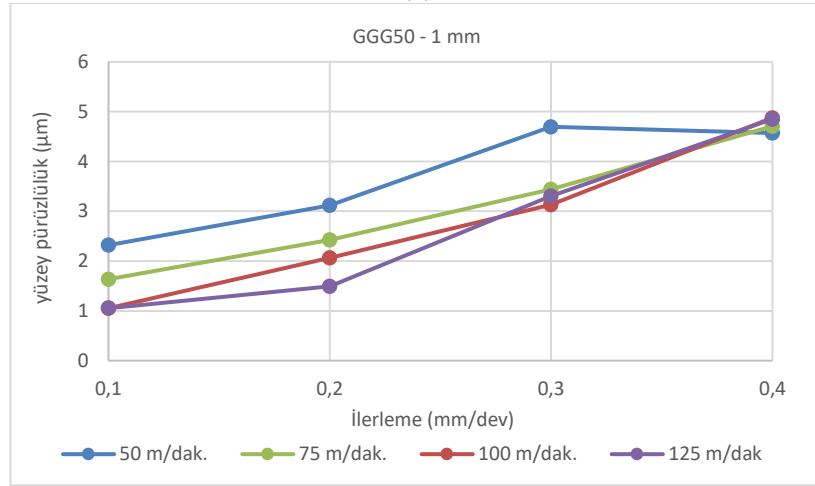
Bu deneysel çalışma Çankırı Karatekin Üniversitesi MYO Makine ve metal teknolojileri bölümünde yapılmıştır. Kesme parametresi olarak tablo 1 deki değerler seçilmiştir. Bu değerler takım için önerilen katalog değerleridir

Tablo 1. Kesme parametreleri

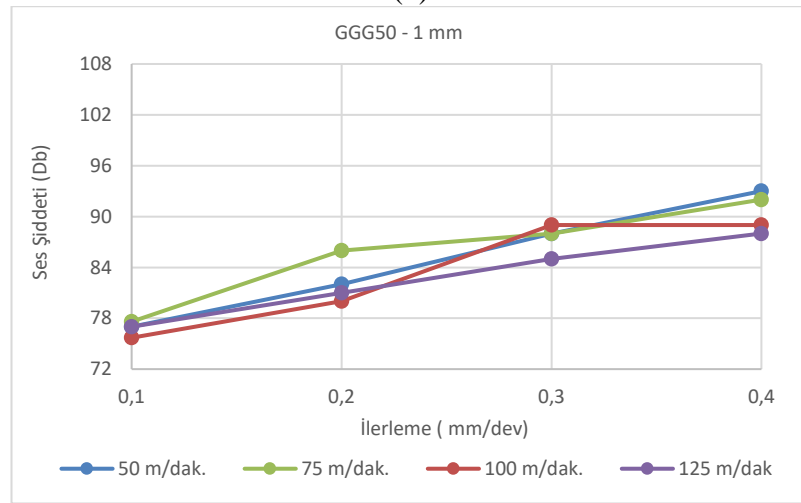
Faktörler	Seviyeler
Kesme hızı (m/dak.)	50 – 75 – 100 - 125
İlerleme miktarı (m/dak)	0.1 - 0.2 - 0.3 - 0.4
Talaş derinliği (mm)	1 - 1.5 – 2 - 2.5



(a)

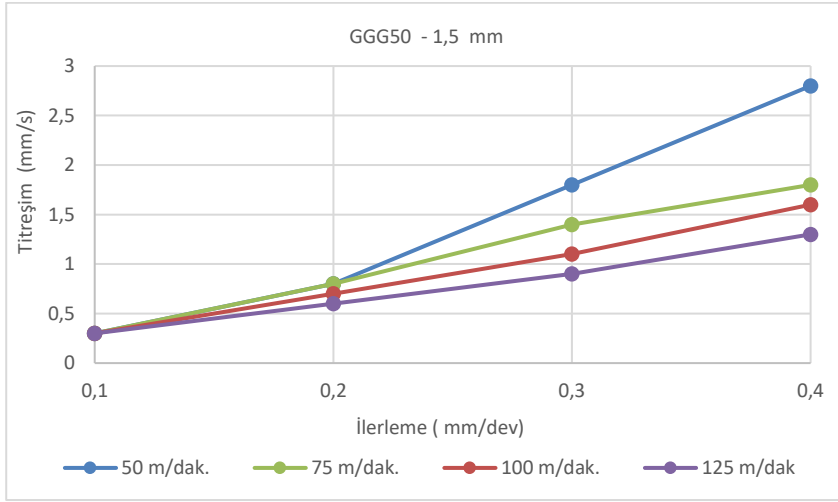


(b)

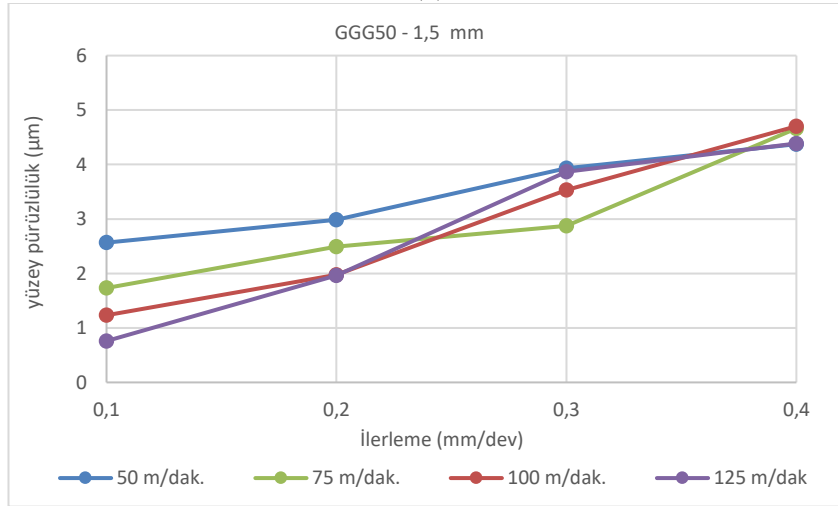


(c)

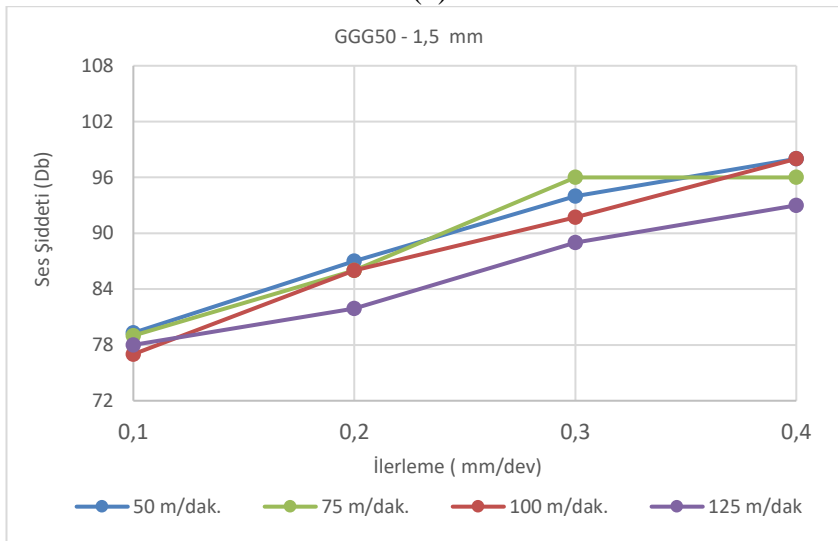
Şekil 1. 1 mm talaş derinliğinde dört farklı ilerleme değerinin de titreşim (a), yüzey pürüzlüğü (b) ve ses şiddeti (c) değerleri



(a)

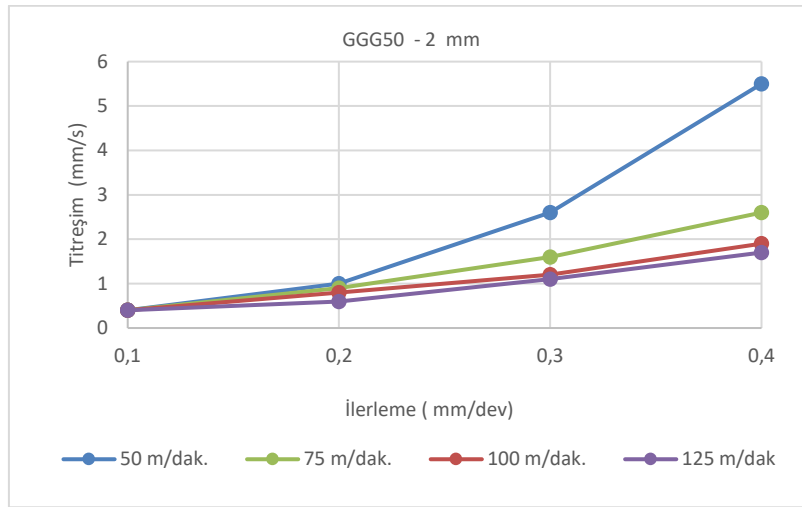


(b)

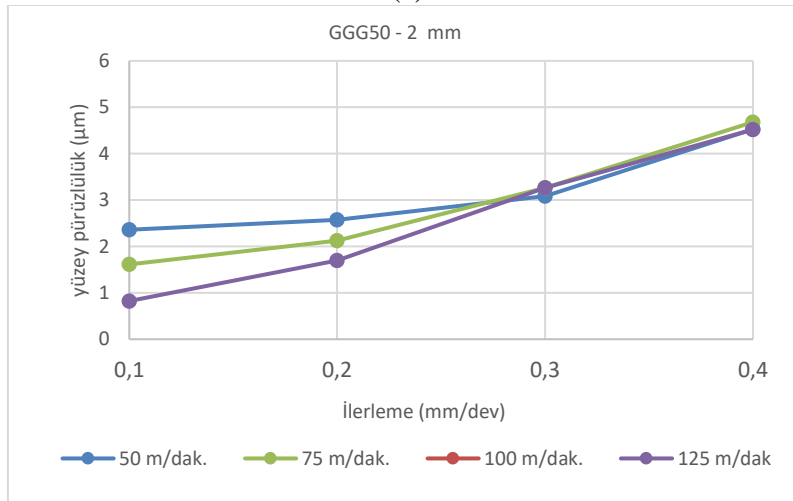


(c)

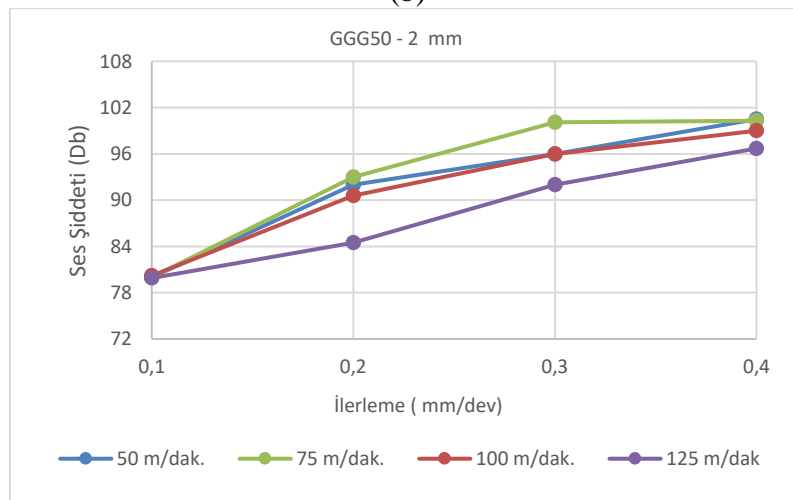
Şekil 2. 1,5 mm talaş derinliğinde dört farklı ilerleme değerinin de titreşim (a), yüzey pürüzlüğü (b) ve ses şiddeti (c) değerleri



(a)

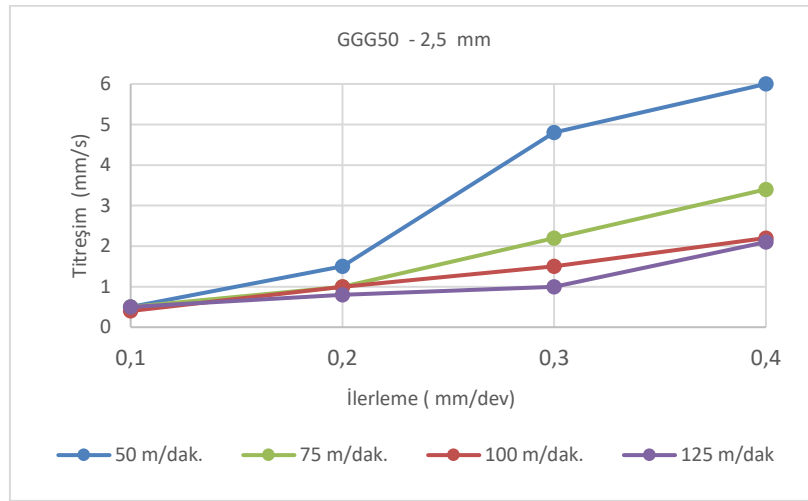


(b)

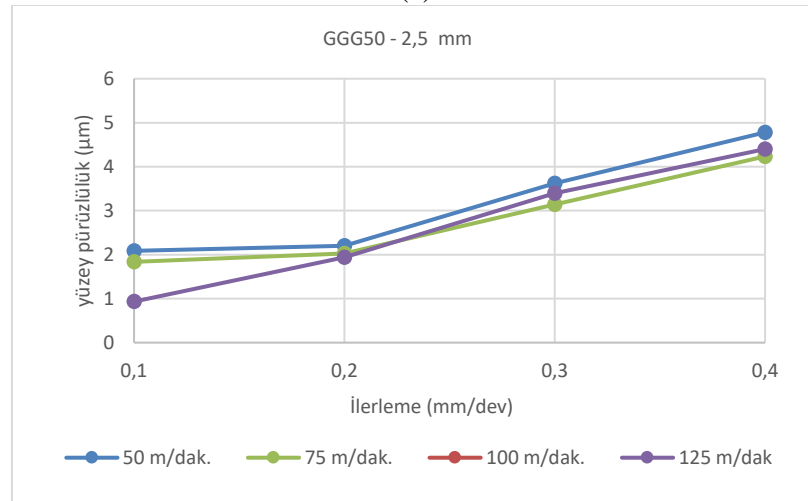


(c)

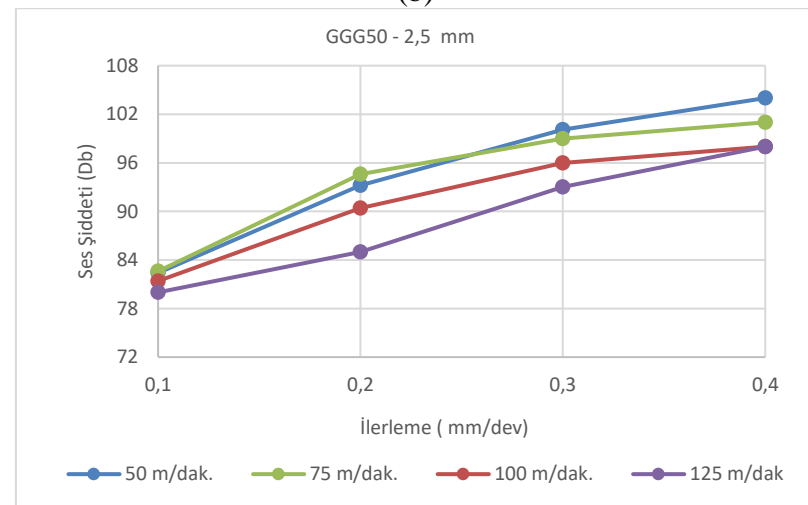
Şekil 3. 2 mm talaş derinliğinde dört farklı ilerleme değerinin titreşim (a), yüzey pürüzlüğü (b) ve ses şiddeti (c) değerleri



(a)

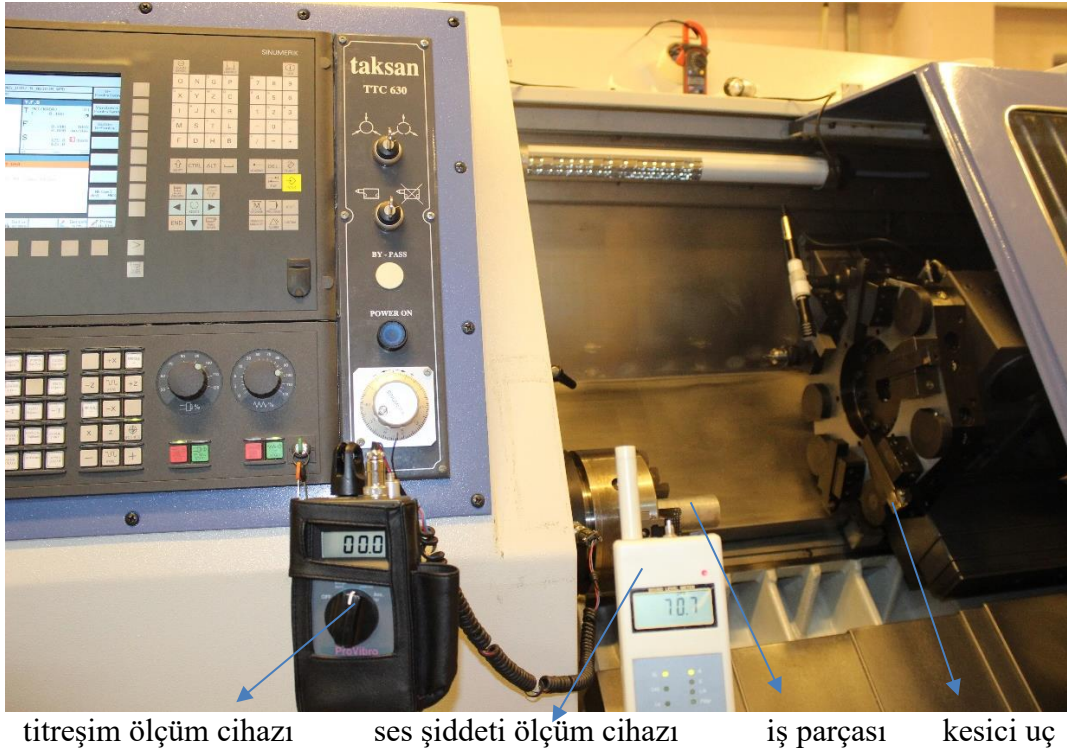


(b)



(c)

Şekil 4. 2.5 mm talaş derinliğinde dört farklı ilerleme değerinin de titreşim (a), yüzey pürüzlüğü (b) ve ses şiddeti (c) değerleri



Şekil 5. Deney düzeneği

Kesme parametreleri değiştikçe tezgâhtaki titreşim değeri değişmektedir. Fakat tezgahın aşınmışlık durumuna göre bu değerler bir birinden farklı olmaktadır. Bundan dolayı tezgahın titreşim frekansı ayna 1000 dev/dak. ile dönerken ölçülmüş ve baskın frekans değerlerinin 364 Hz olduğu görülmüştür. Bu değer tezgâh aşınmasının oldukça düşük olduğunu göstermektedir. Titreşim değerlerinin düşük olması deneysel çalışma için tezgahın uygun olduğunu göstermektedir.

Tezgâh aşınması sadece yüzey kalitesi ve ses şiddetini etkilememektedir. Aynı zamanda takım aşınması, kesme kuvvetleri ve tezgahın çektiği akım değerini etkilediği bilinilmektedir.

Bundan dolayı deneysel çalışmalardan önce ölçülmesi gereken bir değerdir.

Yüzey pürüzlülük değeri silindirik parçada aralarında yaklaşık 120 derece açı olacak şekilde 3 farklı bölgede ölçülmüş ve

aritmetik ortalaması alınmıştır. Örnekleme aralığı 2,5 mm lik kısım seçilmiştir. Cihazın kalibrasyonu belirli aralıklarda yapılmıştır.

Yapılan spektrum analizi ile malzememizin GGG50 malzemeye yakın olduğu tespit edilmiştir. Malzemenin alaşım oranları değiştiği ölçülen yüzey pürüzlülük, ses şiddeti ve titreşim değerlerinin farklı olduğu görülmektedir.

Tablo 2. GGG50 Malzemenin % kimyasal birleşimi

C	Si	Mn	Cu	Al	P	Cr	Ni
3,6	2,8	0,2	0,35	0,1	0,01	1,2	0,15

Malzeme 50 mm çapında 100 mm boyunda silindirik malzemelerdir. 30 mm lik kısmı aynaya bağlanıp, 10 mm emniyet mesafesi bırakılarak kalan 60 mm lik kısım boyuna tormalanmıştır. Boydan kaynaklanacak muhtemel titreşimleri en

aza indirmek amacıyla malzeme boyu kısa tutulmuştur. Malzemenin dışındaki sert tabakanın ve malzeme yüzeyindeki dalgalı yapının deneysel çalışmaları etkilememesi için yüzeyde 5 mm talaş kaldırılmıştır.

Kesici uç olarak TaeguTec marka WNMG 080408 MT TT5100 model, TiCN-Al₂O₃ - TiN Kimyasal kaplamalı, 80⁰ uç açısı, 90⁰ yanaşma açısı, -6⁰ talaş açısı ve 0,8 mm uç açısı olan yarı kaba işleme şartlarına uygun kesici uç kullanılmıştır. Her bir deney için uçun farklı bir kenarı kullanılmıştır. Yüksek talaş derinliklerinde ve ilerleme değerlerinde oluşan titreşim ve ses şiddeti değerlerini daha belirgin bir şekilde görebilmek için bu uç tercih edilmiştir.

Deneysel Sonuçlar ve Tartışma

İlerleme miktarı arttıkça titreşim değeri artmaktadır. Düşük kesme hızlarında ise titreşim değerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

İlerleme değerindeki artışla yüzey pürüzlülük değeri artmaktadır. Titreşim değeri grafiklerinde olduğu gibi düşük kesme hızlarında yüzey pürüzlülük değeri daha yüksektir.

1 mm talaş derinliğinde İlerleme miktarı arttıkça ses şiddetinin arttığı görülmüştür. Düşük kesme hızlarında ses şiddetinin daha yüksek olduğu görülmüştür.

1 mm talaş derinliğinde titreşim, ses şiddeti ve yüzey pürüzlülük değerleri ilerleme miktarındaki artışa bağlı olarak artmaktadır. Her üç değer de düşük kesme hızlarında daha yüksek olduğu görülmüştür.

1 mm talaş derinliğinde olduğu gibi titreşim değerinin ilerleme miktarı arttıkça arttığı görülmüştür. Düşük kesme hızlarında ise benzer şekilde titreşim değerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. İlerleme değeri arttıkça kesme hızına bağlı olarak titreşim değerleri arasındaki fark daha belirgin olmaktadır. Talaş derinliğindeki

artış titreşim değerlerinin artmasına neden olmuştur.

1.5 mm talaş derinliğinde yüzey pürüzlülük değeri ilerleme miktarındaki artışa bağlı olarak artmaktadır. 1 mm Talaş derinliğine göre yüzey pürüzlülük değerlerinde önemli bir farklılık olmamaktadır.

Talaş derinliğindeki artış ses şiddetinde belirgin şekilde bir artış olarak görülmektedir. Ses şiddetindeki artış ve titreşim değerlerindeki artış benzer oranlarda gerçekleşirken, yüzey pürüzlülük değerleri talaş derinliğinin değişmesinden fazla etkilenmemektedir.

Yapılan bu çalışmada; ilerleme miktarı arttıkça, titreşim değeri, yüzey pürüzlülük değeri ve ses şiddetinin arttığı görülmüştür.

Talaş derinliği arttıkça titreşim değerinin arttığı, ses şiddetinin arttığı görülmüştür. Yüzey pürüzlülük değeri ile talaş derinliği arasında çok güçlü bir ilişki bulunmamaktadır. Fakat düşük talaş derinliklerinde yüklenme miktarının az olmasına bağlı olarak, vuruşta fazladır. Kesme hızına bağlı olarak; yüzey pürüzlülük değerlerindeki değişim daha düzensizdir. Talaş derinliği arttıkça yüklenme gerçekleşmekte vuruşta azalmaktadır. Yüzey pürüzlülük değerlerinde daha düzenli değişiklikler görülmektedir.

Kesme hızı arttıkça yüzey pürüzlülük, ses şiddeti, tezgâhta ki titreşim değerlerinde çok azda olsa bir azalma meydana gelmektedir. Kesme hızındaki değişikliğe bağlı olarak; ses şiddeti ve tezgâha titreşiminde ve yüzey pürüzlülük değerlerinde belirgin bir değişiklik meydana gelmemektedir.

Öneriler

Bu çalışmada kesme parametreleri ile titreşim, ses şiddeti ve yüzey pürüzlülük değerleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu değerlerin yanısıra tezgâhın çekmiş olduğu

akım ile titreşim, ses şiddeti arasındaki ilişki incelenebilir. Akım değeri ile ses şiddeti veya titreşim değerlerinin benzer oranlarda artıp azalması muhtemeldir. Benzer şekilde kesme kuvvetleri ile ses arasındaki ilişki incelenebilir. Kesme kuvvetlerindeki artışa bağlı olarak Ses şiddetinde belirli bir artış gözlenmesi yine muhtemeldir. Bu değerlerden yola çıkarak ses şiddeti veya titreşim değerleri ile kesme kuvveti veya tezgâhın çektiği akım değerlerini belirlemek muhtemelen mümkün olacaktır. Ses şiddeti ölçülmesi kolay olay bir parametre olmakla birlikte diğer değerleri de tanımlama özelliğine sahip olan önemli bir veridir. Ses şiddeti; ölçümü oldukça kolay olan bir değerdir. Ses şiddeti sadece kesme parametrelerini belirlemede değil aynı zamanda titreşim, yüzey pürüzlülüğü, tezgâhın çektiği akım, kesme kuvvetlerini tanımlayabilecek bir değerdir.

Kaynaklar

[1] Y. S. Serfiçeli, 2000. Esmer Dökme Demirler, 4th ed. Ankara: Form Ofset.

[2] V. Wayal, N. Ambhore, S. Chinchankar ve V. Bhokse, 2015. Investigation on Cutting Force and Vibration Signals in Turning: Mathematical Modeling Using Response Surface Methodology. Journal of Mechanical Engineering and Automation, 5: 64-68.

[3] K. Risbood, U. Dixit ve A. Sahasrabudhe, 2003. Prediction of surface roughness and dimensional deviation by measuring cutting forces and vibrations in turning process. Journal of Materials Processing Technology, 132: 203-214.

[4] M. Seeman, G. Ganesan, R. Karthikeyan ve A. Velayudham, 2010.

Study on tool wear and surface roughness in machining of particulate aluminum metal matrix composite-response surface methodology approach. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 48: 613-624.

[5] C. Natarajan, S. Muthu ve P. Karuppuswamy, 2011. Investigation of cutting parameters of surface roughness for a non-ferrous material using artificial neural network in CNC turning. Journal of Mechanical Engineering Research, 3: 1-14.

[6] T. Ando ve S. Harumitsu, 2011. Focusing on how to suppress the chatter and not try and eliminate it to zero when it occur. Users's Voice, 8: 11.

[7] H. Senda , T. Andro ve K. Yoshino, 2011. Conceived breakthrough "screen visuals" and a "guidance function" from the user's point of view. User's Voice, 8: 12.

[8] K. Ogawap, E. Aoyama, H. Inoue, T. Hirogaki, H. Nobe, Y. Kitahara, T. Katayama ve M. Gunjima, 1997. Investigation on cutting mechanism in small diameter drilling for GFRP (thrust force and surface roughness at drilled hole wall). Composite Structures,38: 343-350.

[9] S. Tobias, 1961. Machine Tools Vibrations. Spain: URMO.

[10] W. Seto, 1970. Mechanical Vibration Theory and Practice. Panama: Mc Graw-Hill.

[11] M. Sadek, 1974. Stability of centre lathes in orthogonal cutting. International Journal of Production Research, 12: 547-560.

[12] A. Cartwright, 1984. Effect of friction on the static compliance of a centre lathe-workpiece system. International

Journal of Production Research, 2: 323-334.

[13] A.-R. Emad, N. Jun ve S.-H. Lee, 2003. Programming spindle speed variation for machine tool chatter suppression. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 43:1229-1240.

[14] J. Baker ve K. Rouch, 2002. Use of finite element structural models in analyzing machine tool chatter. *Finite Elements in Analysis and Design*, 38:1029-1046.

[15] R. Y. Chiou ve S. Y. Liang, 1998. Chatter stability of a slender cutting tool in turning with tool wear effect. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 38: 315-327.

[16] R. Y. Chiou ve S. Y. Liang, 2000. Analysis of acoustic emission in chatter vibration with tool wear effect in turning. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 40:927-941.

[17] B. E. Clancy ve Y. C. Shin, 2002. A comprehensive chatter prediction model for face turning operation including tool wear effect. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 42: 1035-1044.

[18] N. Deshpande ve M. Fotona, 2001. Nonlinear regenerative chatter in turning. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, 17: 107-112.

[19] A. Devillez ve D. Dudzinski, 2007. Tool vibration detection with eddy current sensors in machining process and computation of stability lobes using fuzzy classifiers. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 21: 441-456.

[20] N. Olgac ve M. Hosek, 1998. A new perspective and analysis for regenerative machine tool chatter. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 38: 783-798.

[21] G. Pan, H. Xu, C. Kwan, C. Liang, L. Haynes ve Z. Geng, 1996. Modeling and intelligent chatter control strategies for a lathe machine. *Control Eng. Practice*, 4:1647-1658.

[22] B. C. Rao ve Y. C. Shin, 1999. A comprehensive dynamic cutting force model for chatter prediction in turning. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 39: 1631-1654.

[23] I. Tansel, X. Wang, P. Chen, A. Yenilmez ve B. Ozcelik, 2006. Transformations in machining. Part 2. Evaluation of machining quality and detection of chatter in turning by using. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 46: 43-50.

[24] Y. Tarn, J. Kao ve E. Lee, 2000. Chatter suppression in turning operations with a tuned vibration absorber. *Journal of Materials Processing Technology*, 105: 55-60.

[25] D. Salgado, I. Cambero, J. Herrera Olivenza, J. García Sanz-Calcedo, P. Núñez López ve E. García Plaza, 2013. Tool wear estimation for different workpiece materials using the same monitoring system. *Procedia Engineering*, 63: 608-615.

[26] X. Desforges, A. Habbadi ve B. Archimede, 2011. Design methodology for smart actuator services for machine tool and machining control and monitoring. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 27: 963-976.

[27] X. Li ve S. Tso, 1999. Drill wear monitoring based on current signals. *Wear*,2: 172-178.

[28] X. Li, G. Ouyang ve Z. Liang, 2008. Complexity measure of motor current signals for tool flute breakage detection in end milling. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 48:371-379.

[29] L. A. Franco-Gasca, . G. Herrera-Ruiza, . R. Peniche-Veraa, R. d. J. Romero-Troncosob ve W. Leal-Tafollac, 2006. Sensorless tool failure monitoring system for drilling machines. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 46:381-386.

[30] X. Li, S. K. Tso ve J. Wang, 2000. Real-time tool condition monitoring using wavelet transforms and fuzzy techniques. *IEEE Transactions on Systems*, 30: 352-357.