DÜMF Mühendislik Dergisi
web: http://dergipark.gov.tr/dumf

Farklı kesme parametreleriyle AISI 1040 çeliğin tornalanmasında oluşan titreşimlerin ve yüzey pürüzlülüğün incelenmesi

Ahmet YARDIMEDEN
Dicle Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır

Abdullah TURAN*
Dicle Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır
abdullah.turan@inonu.edu.tr ORCID:0000-0002-0174-2490, Tel:(422) 377 47 88 (4708)

Geliş: 13.10.2017, Kabul Tarihi: 26.12.2017

Öz

Bu çalışmada AISI 1040 çeliğin soğutma sıvısı kullanılmadan farklı kesme parametreleriyle (kesme hızı, ilerleme oranı ve kesme derinliği) tornalanmasında kesme takımında oluşan titreşimler ivmeölçer ile ölçülerek bilgisayar ortamında labview programı aracılığıyla analiz edilmiştir. Ayrıca işlem sonunda yüzey pürüzlülük de ölçülmüştür. Elde edilen veriler ile yüzey pürüzlülüğünün titreşimle etkileşimi incelenmiş ve minimum titreşim ve yüzey pürüzlülüğü elde edilmeye çalışılmıştır. Sonuçlara incelendiğinde, titreşimin artmasıyla yüzey pürüzlülüğünün arttığı görülmüştür. Bu durumda titreşimin yüzey pürüzlülüğüne negatif etkisi olduğu anlaşılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Kesme parametreleri, titreşim, yüzey pürüzlülüğü*

* Yazışmaların yapılacağı yazar

DOI:

Giriş

Metallerin talaşlı ve talaşsız olarak şekillendirilmesi imalat sektörünün temelini oluşturur. Bütün talaş kaldırma işlemlerindeki temel amaç, iş parçalarında istenen geometride hassas bitirme yüzeyi oluşturmaktır. Bu nedenle kesici ve talaş kaldırıcı takımları iş parçasının özelliğine göre seçmek gerekmektedir. Amaç imalat sonrası toleranslara uygun geometri ve yüzey pürüzlülük değerlerine ulaşmaktır (Çakır, 1999).

Talaşlı imalatta titreşim seviyesini belirlemek çok önemlidir. Çünkü titreşim, imal edilen parçanın serbest yüzey aşınmasını ve yüzey pürüzlülüğünü önemli ölçüde etkilemektedir. Ayrıca titreşimin kesici takım ömrünü de olumsuz bir biçimde etkilediği yapılan araştırmalarla ifade edilmektedir (Jang ve Tarng, 1999). Titreşim seviyesinin belirlenmesiyle, sisteme zamanında müdahale edilebilir ve mümkün olan en az hasarla işlem devam ettirilebilir. İstenen ürünün elde edilememesi malzemenin hurdaya dönmesine neden olur ki bu da hem zaman hem de maddi kayıp olduğu için istenmeyen bir durumdur.

Sinawi ve Kashani (2005), tarafından yapılan çalışmada farklı kesme parametre değerleri kullanılarak yumuşak bir çeliğin işlenmesiyle, kesme işlemi boyunca kesici takımda oluşan titreşimin ana nedenlerden birinin oluşan kesme kuvvetleri olduğu belirtilmektedir. Kesme kuvvetlerinin kesme parametrelerine bağlı olarak zamanla değişmesinden dolayı, kesici takımda aşınma meydana geldiği ve bunun sonucunda da titreşimlerin arttığı ifade edilmiştir.

Kuru şartlar altında, AISI 1050 malzemesi ve kaplamalı sementit karbür kesici takım kullanarak, 4 farklı kesme hızı ve 3 farklı ilerleme oranı değeri kesme parametreleriyle yapılan çalışmada, titreşim ile yüzey pürüzlülüğü arasında bir doğru orantı olduğu bir başka ifadeyle yüzey pürüzlülüğünün titreşimle arttığı sonucuna varılmıştır. En iyi yüzey pürüzlülük değeri ise, düşük kesme hızında elde etmiştir (Tekaüt 2008).

AI_2O_3 bazlı TiC takviyeli seramik malzemeden yapılmış takımlarla, farklı kesme hızı, ilerleme oranı ve kesme derinliği gibi parametreler ile yapılan çalışmada kesici takımdaki yan yüzey aşınmasının artmasıyla titreşim genliğinin arttığı, sabit ilerleme oranında ve kesme derinliğinde kesme hızının artmasıyla (özellikle 364-685 m/dak aralığında) kesici takım titreşiminin azaldığı ifade edilmiştir. Kesici takımdaki yan yüzeyin aşınmasının artmasıyla, yüksek kesme hızına göre daha az düzeyde olmak kaydıyla kesici takım titreşim değerlerinin artış gösterdiği de araştırmacılar tarafından belirtilmektedir. Düşük kesme derinliklerinde ise kesici takım aşınmasındaki artışa rağmen titreşim değerlerinin hemen hemen sabit kaldığı sonucuna varılmıştır (Rahman vd., 2001).

Kuru şartlar altında kesme takımının modal parametrelerinin araştırıldığı bir çalışmada, farklı kesme parametreleriyle, sementit karbür kesme takımı kullanılmıştır. En fazla takım titreşimi kesme hızı 160 m/dak, ilerleme oranı 0.15 mm/dev, takım ucu radüsü 1.59 mm değerlerinde gözlemlenmiştir. Özellikle düşük kesme hızında ve düşük ilerleme oranında kesme derinliğinin artmasıyla takım titreşimindeki artışın daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Yine titreşimin artmasıyla yüzey pürüzlülüğünün arttığı da görülmüştür (Thomas ve Beauchamp, 2003).

Alüminyum çubukların işlendiği, kesici takıma sönümleyici monte edildiği çalışmada ise Thomas ve diğerleri (1996), titreşim sönümleyicinin kesici takımda oluşan titreşim frekansını ve genliğini azaltıcı yönde etki yaptığını gözlemlemişlerdir. Titreşim sönümleyici kullanılan başka bir çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Buna bağlı olarak da daha iyi yüzey pürüzlülüğü elde edilmiştir (Tugrul vd., 2005).

Chang (2001) tarafından yapılan çalışmada, titreşim genliği ve frekansının yüzey pürüzlülüğü ve takım aşınmasını etkilediği ortaya konmuştur. Uygun olmayan takım geometrisi ve uc radüs, daha fazla titreşim oluşmasına neden olduğu belirtilmiştir.

Yapılan çalışmaları incelediğimizde aynı kesme parametrelerinde takım tezgahlarında oluşan

titreşimlerin yüzey pürüzlülüğüne olumsuz etki ettiği görülmüştür. Daha iyi bir yüzey kalitesi için bu titreşimlerin belirlenmesi, işlem boyunca kontrol edilmesi, minimum seviyeye getirilmesi için optimum parametrelerin belirlenmesi ve buna göre hareket edilmesi son derece önemli bir olgudur.

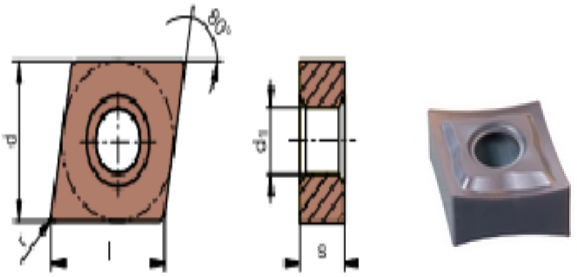
Bu çalışmasının amacı imalat sanayisinde geniş kullanımı olan AISI 1040 çeliğin soğutma sıvısı kullanılmadan farklı kesme parametreleri (kesme hızı, ilerleme oranı, kesme derinliği) kullanılarak işlem esnasında oluşan titreşimin yüzey pürüzlülüğüne etkisini araştırarak kesme parametrelerinin titreşimi nasıl ve ne derece etkilediğini belirlemek ve daha iyi yüzey pürüzlülüğünü elde etmektir.

Materyal ve Yöntem

Deneylerde iş malzemesi olarak Ø50x250 mm boyutlarında AISI 1040 çeliği kullanıldı. Yine deneylerde kullanılmak üzere iş parçasına uygun 0,4 uc radüsündeki 115 yanaşma açısına sahip CNMG 120404-NM KLP 115 formunda sementit karbür kesici takım ve buna uygun DCLNR 2020K12 formunda takım tutucu kullanıldı (Şekil 1, Şekil 2). Kesici takım ve takım tutucunun boyutları sırasıyla Tablo 1 ve Tablo 2'de gösterilmektedir. İşlemler kuru kesme şartları altında universal torna tezgahında gerçekleştirilmiştir. 125 mm uzunluğundaki takım tutucunun uc kısmına özel bir yapıştırıcı ile sabitlenen ivmeölçer ile ölçümler yapılmıştır. Şekil 3'te deneysel kurulum görülmektedir. Tablo 3'te kullanılan ivmeölçerin özellikleri görülmektedir. İvmelenme sensöründen çıkan sinyaller veri kartına (NI-cDAQ 9172) aktarılır. Veri kartından bilgisayara aktarılan sinyaller bilgisayardaki Labview programıyla işlenip sayısal değerlere ve grafiklere dönüştürülüp kaydedilmiştir. Daha sonra işlenen yüzeyin yüzey pürüzlülük değeri yüzey pürüzlülük ölçme cihazı (Taylor Hobson's Surtronic 3+) ile iş parçasının 5 farklı noktasından ölçüm yapılarak ortalamaları alınmıştır (Şekil 4). İşlemler kuru kesme şartları altında gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Kesici takımın boyutları

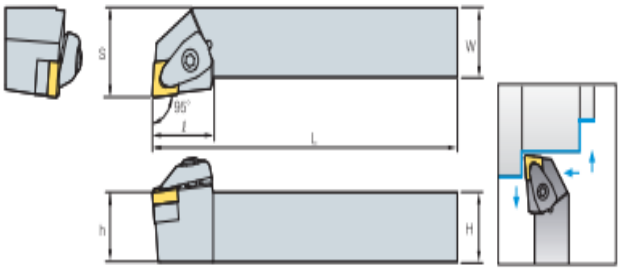
Ürün Adı	d (mm)	l (mm)	s (mm)	r (mm)	d1 (mm)
CNMG 120404-NM KLP 115	12,7	12,9	4,76	0,4	5,16



Şekil 1. Kesici takım

Tablo 2. Takım tutucunun boyutları

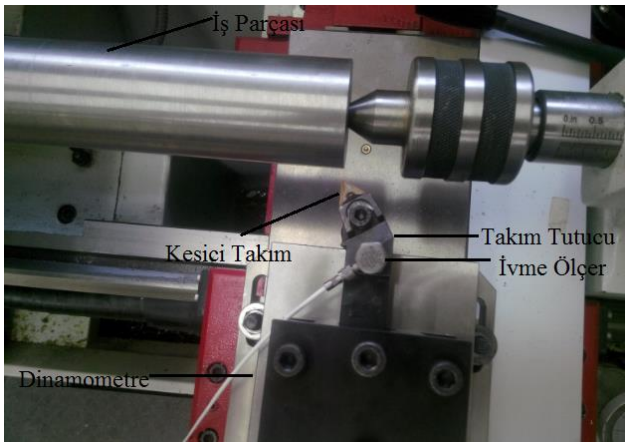
	H	W	L	S	h	l
DCLNR 2020 K12	20	20	125	25	20	30



Şekil 2. Takım tutucu

Tablo 3. İvme ölçerin teknik özellikleri

Hassasiyet	9.82 mV/g
Gövde	Paslanmaz çelik
Frekans Ölçüm Aralığı	54 kHz
Dinamik ölçüm aralığı	±500 g
Kullanım sıcaklığı aralığı	-54 ile 120 °C
Bağlantı türü	Konaktör bağlantılı



Şekil 3. Deneysel kurulum

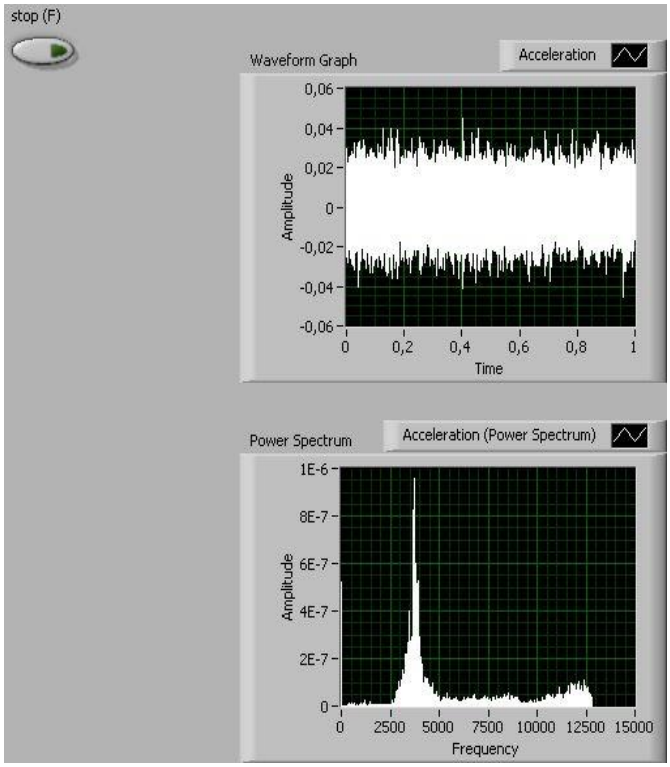


Şekil 4. Yüzey pürüzlülük cihazı

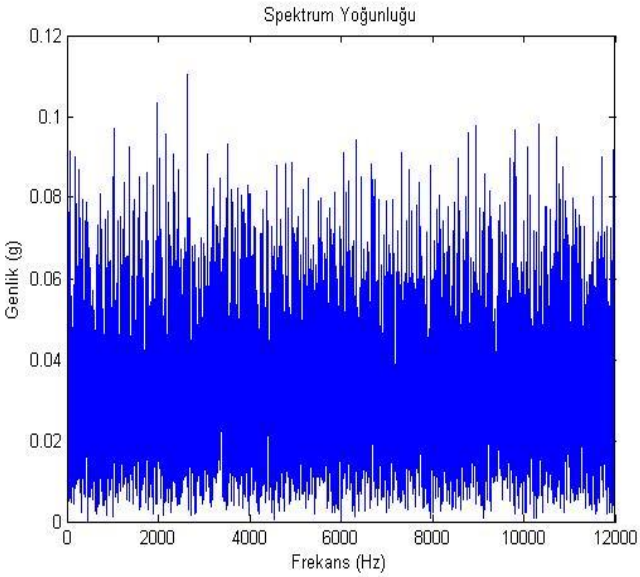
Sonuçlar ve Tartışma

Titreşim genliklerinin değerlendirilmesi

Yapılan deneyler sonucunda, kesme parametrelerine bağlı olarak kesme işlemi esnasında ivmeölçerden alınan sinyaller Labview programında analiz edildi (Şekil 5). Ayrıca elde edilen veriler ışığında Matlab programı kullanılarak spektrum yoğunluk grafiği de elde edilmiştir (Şekil 6). Grafiğe bakıldığında takım tezgahının bir çok faktöre bağlı olarak oluşturduğu titreşimler görülmektedir. Power spektrum grafiğine bakıldığında ise kendini tekrar eden titreşimlerin ayıklanmasıyla (gürültü vb.) kesme işlemi esnasında artan ortalama titreşim değerinin pik noktasının yaklaşık 3800 Hz frekansta gerçekleştiği görülmektedir. Talaş kaldırma esnasında ortaya çıkan ve kesmeye bağlı olarak oluşan titreşimler deneylerin tamamında yaklaşık olarak bu frekansta gerçekleşmiştir. Tüm deneylerde zirve noktalarının hemen hemen aynı frekansta gerçekleşmesi deneylerin doğruluğunu ispatlar niteliktedir. En önemli sonuç ise kesme işleminin titreşim üzerinde ne derece etkili olduğunu göstermesidir.



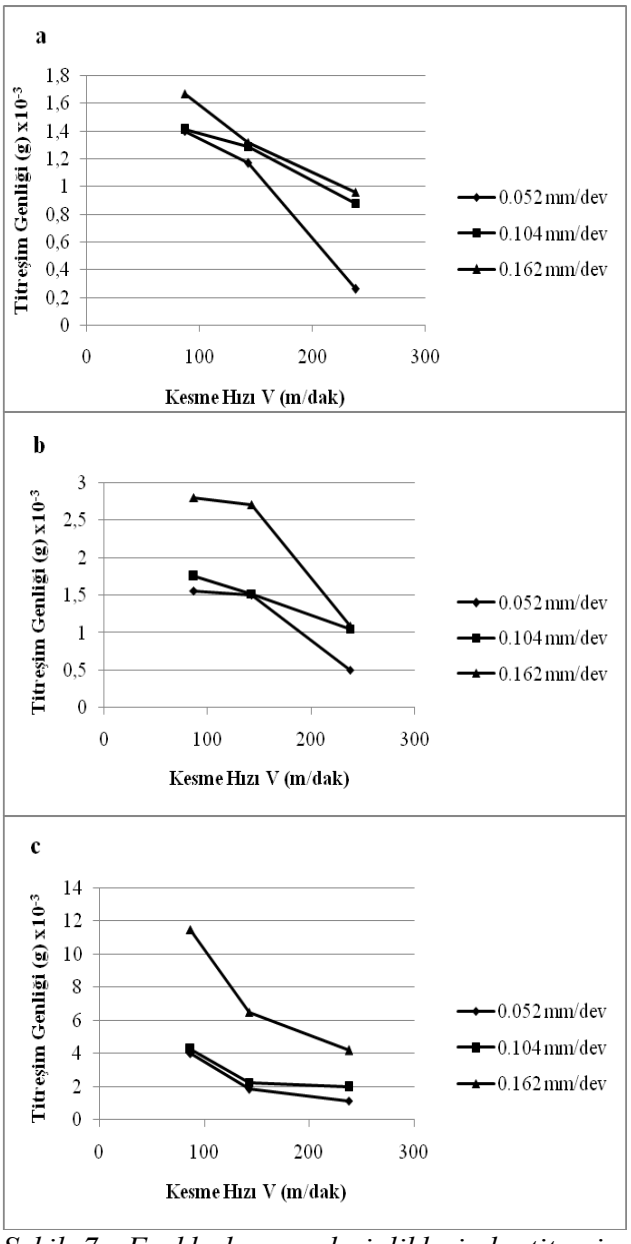
Şekil 5. Titreşim ivmesi ve spektrum yoğunluk grafiği



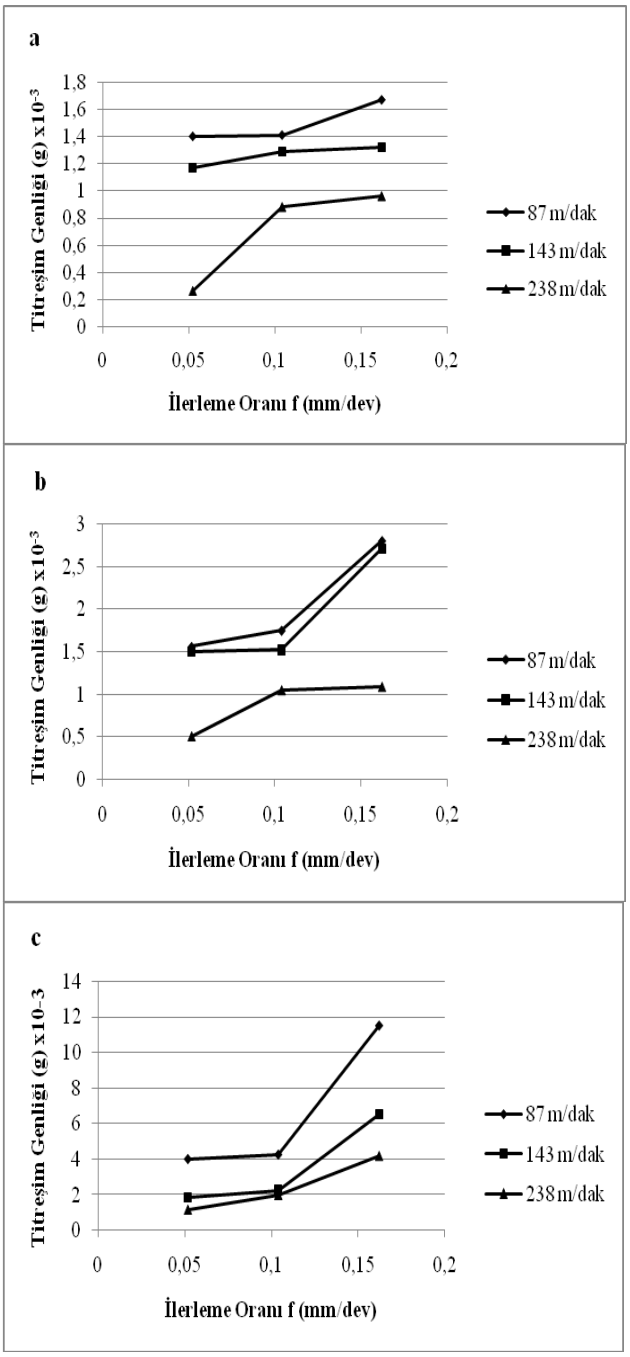
Şekil 6. Spektrum yoğunluğu

Ortalama titreşim genliğinin üç farklı ilerleme oranında kesme hızına bağlı olarak değişimi Şekil 7'de, yine aynı şekilde farklı kesme hızlarında ilerleme oranına bağlı olarak değişimi Şekil 8'de görülmektedir. Şekil 7'ye

baktığımızda titreşimin kesme hızıyla ters orantılı olduğu yani kesme hızının artmasıyla titreşimin azaldığı görülmüştür. Bu durumun deneylerde kullanılan üç farklı ilerleme oranı ve kesme derinliği değerleri için de benzer olduğu görülmektedir. Şekil 8'e baktığımızda ise ortalama titreşim genliğinin ilerleme oranının artışıyla arttığını görüyoruz. İlerleme oranının artışı takım yan kenar aşınmasını arttırır bu da kesme kuvvetinin zamanla değişmesine daha doğrusu bu değişimin artmasına neden olacağından titreşimin de artmasına sebebiyet verir.

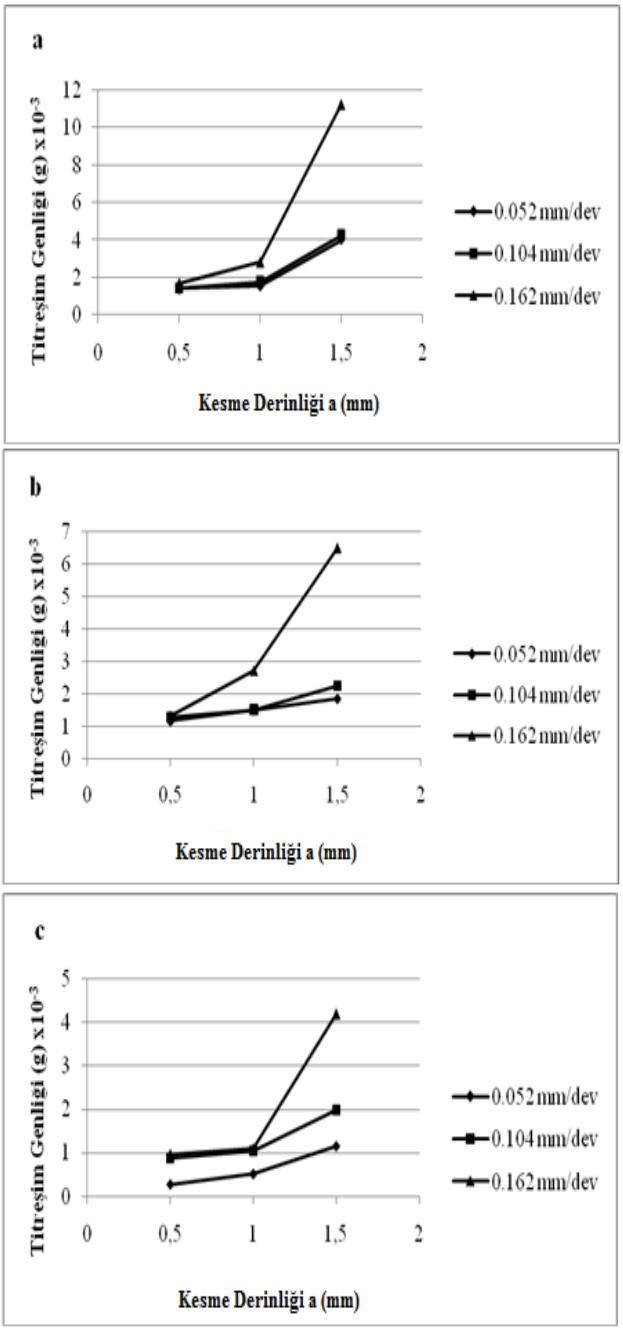


Şekil 7: Farklı kesme derinliklerinde titreşim genliğinin kesme hızına bağlı olarak değişimi (a: a= 0.5 mm, b: a= 1 mm, c: a= 1.5 mm)



Şekil 8: Farklı kesme derinliklerinde titreşim genliğinin ilerleme oranına bağlı olarak değişimi (a: a=0.5 mm, b: a=1 mm, c: a=1.5 mm)

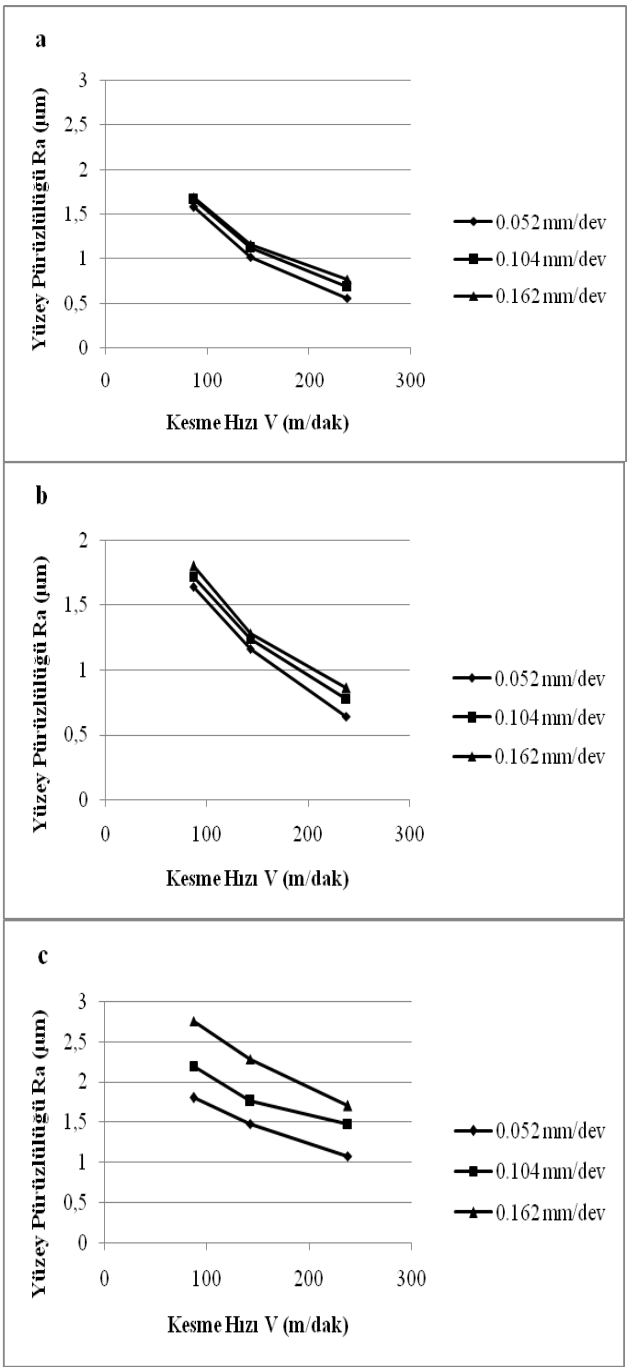
Şekil 9'da ortalama titreşim genliğinin üç farklı ilerleme oranında kesme derinliği ile olan değişimi görülmektedir. Grafiklere baktığımızda 3 farklı ilerleme oranında da kesme derinliğinin artmasıyla titreşimin arttığı görülmektedir. Bunun sebebi kesme derinliğinin artışıyla kesme kuvvetinin artması olduğu tahmin edilmektedir.



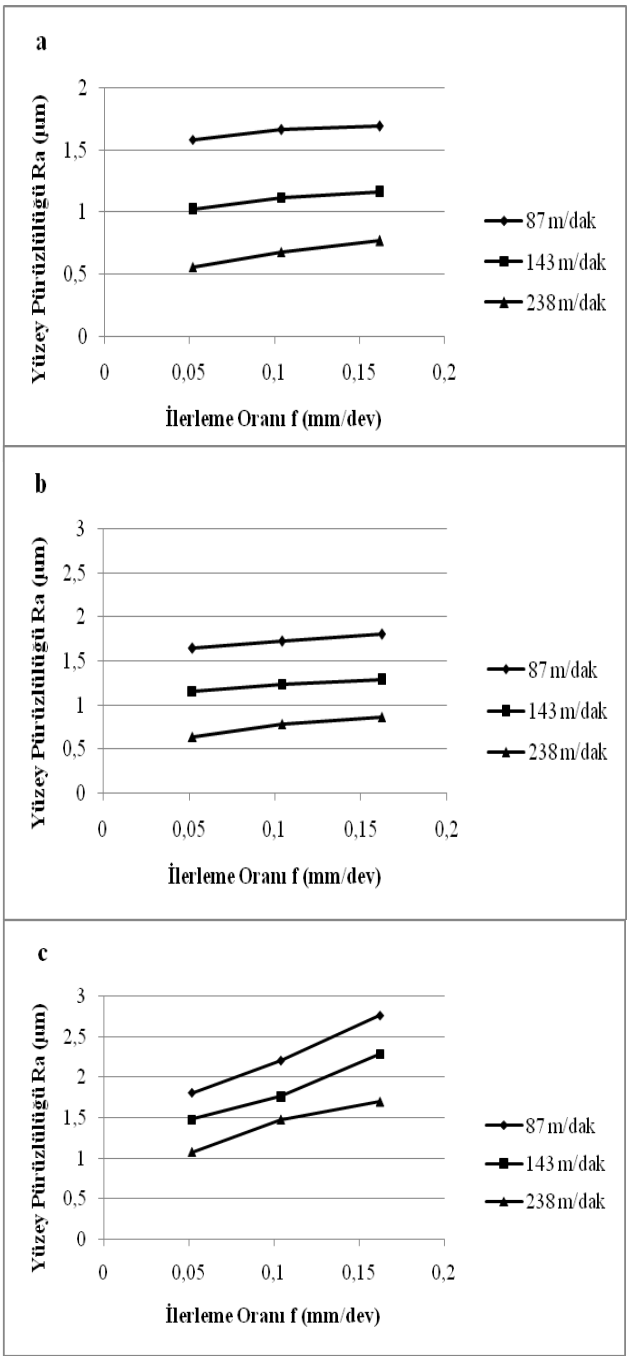
Şekil 9: Farklı ilerleme oranlarında titreşim genliğinin kesme derinliğine bağlı olarak değişimi (a: V= 87 m/dak, b: V= 143 m/dak, c: V= 238 m/dak)

Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesi

Şekil 10'da farklı ilerleme oranlarında yüzey pürüzlülüğünün kesme hızına bağlı olarak değişimi görülmektedir. Şekil 11 ise farklı kesme hızlarında yüzey pürüzlülüğünün ilerleme oranına bağlı olarak değişimini göstermektedir. Şekil 10'a baktığımızda yüzey pürüzlülüğünün kesme hızının artışıyla azaldığı görülmektedir. Kesme hızının artışıyla kesici takım ve iş parçasında ısı artışı meydana gelir. Bu sebeple iş parçasını oluşturan atomlar arasındaki bağ zayıflar ve daha düşük kesme kuvveti oluşur. Bunun sonucunda da daha az titreşim oluşur ki bu durum yüzey pürüzlülüğünün azalmasına neden olur. Bu sonucun üç farklı ilerleme oranı ve kesme derinliğinde de benzer olduğu görülmektedir. Şekil 11'e baktığımızda ise yüzey pürüzlülüğü ilerleme oranının artışıyla arttığı görülmektedir. Bir başka ifadeyle ilerleme oranının artışı kesme kuvvetlerini arttırdığını, dolayısıyla titreşimin artmasına sebep olduğundan, yüzey pürüzlülüğünün artmasına neden olur. Dolayısıyla daha iyi yüzey pürüzlülüğü düşük ilerleme oranında elde edildiği sonucu çıkmaktadır. Benzer sonuçlar Chinchanikar ve Choudhury (2013) tarafından yapılan çalışmada da görülmüştür.



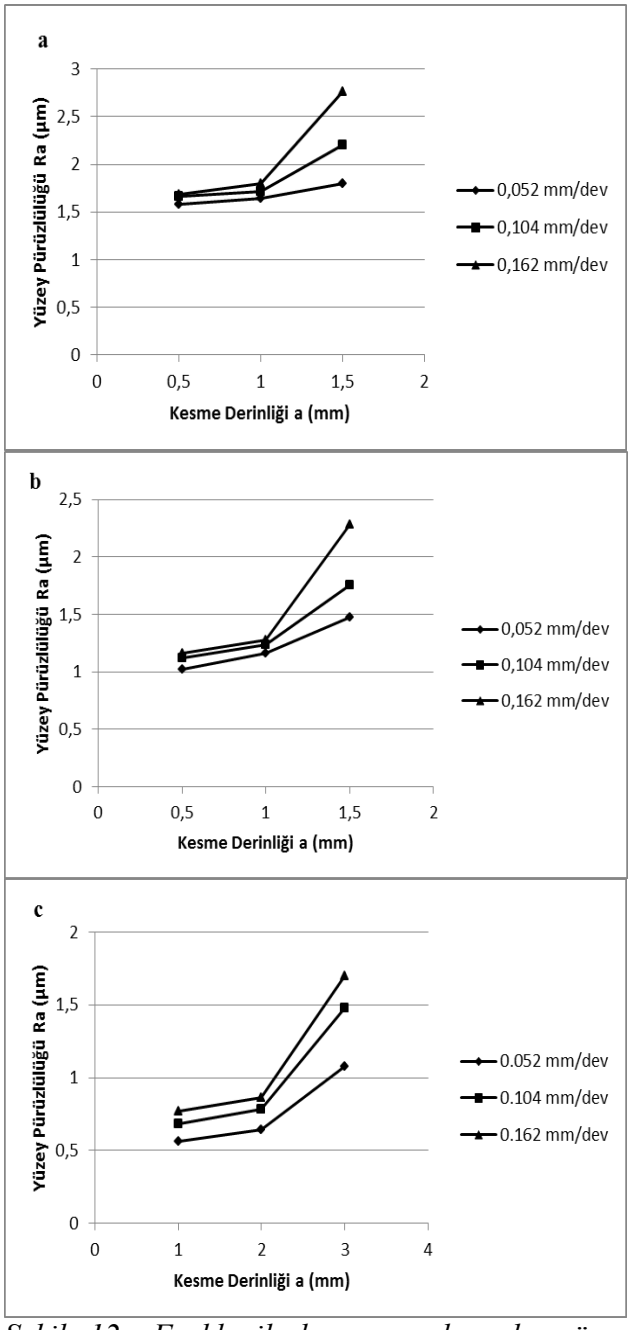
Şekil 10: Farklı ilerleme oranlarında yüzey pürüzlülüğünün kesme hızına bağlı olarak değişimi (a: a= 0.5 mm, b: a= 1 mm, c: a= 1.5 mm)



Şekil 11: Farklı kesme hızlarında yüzey pürüzlülüğünün ilerleme oranı bağlı olarak değişimi (a: a= 0.5 mm. b: a= 1 mm, c: a= 1.5 mm)

Şekil 12 ise, farklı ilerleme oranlarında yüzey pürüzlülüğünün kesme derinliğine bağlı olarak değişimini göstermektedir. Buna göre yüzey pürüzlülüğünün kesme derinliğinin artışıyla arttığı görülmektedir. Bu durum yine kesme kuvvet değişimiyle oluşan titreşim değerlerinin artmasıyla açıklanabilir. Bir başka ifadeyle kesme derinliğinin artmasıyla kesme kuvveti

artar, kesme kuvvetinin artması da titreşim genliklerin artmasına neden olur. Artan titreşim, yüzey pürüzlülüğünün kötüleşmesine sebep olur. Benzer sonuçlar (Aoici vd., 2012; Chang, 2001) tarafından yapılan çalışmalarda da elde edilmiştir.



Şekil 12: Farklı ilerleme oranlarında yüzey pürüzlülüğünün kesme derinliğine bağlı olarak değişimi (a: V= 87 m/dak, b: V= 143 m/dak, c: V= 238 m/dak)

Sonuçlar

Talaş kaldırma esnasında kesme parametrelerine bağlı olarak meydana gelen titreşimler ve yüzey pürüzlülüğü verilerinin önceden bilinip kesme parametreleri optimize edilerek en iyi seviyeye getirmek günümüz imalatında çok önemli hale gelmiştir. Yapılan bu optimize işlemleri sayesinde hem işlem zamanı azalır hem de oluşan titreşimler yüzünden kesici takımda görülen aşınmanın etkisi azaltılarak kesici takımın ömrü artar. Dolayısıyla maliyet önemli ölçüde düşer. Bu çalışmada yüzey pürüzlülüğünün kesme parametrelerinden ve titreşimden nasıl ve ne derece etkilendiği değerlendirilmeye çalışılmıştır. Elde edilen önemli sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- Kesme işlemi esnasında en yüksek değere ulaşan titreşim genlikleri tüm deneylerde yaklaşık 3800 Hz frekansta ortaya çıkmıştır. Bu durum yapılan deneylerin doğruluğunu ispatlar niteliktedir.
- Yapılan tüm deneylerde titreşim genlikleri ve yüzey pürüzlülüğü kesme parametreleriyle (kesme hızı, ilerleme oranı, kesme derinliği) olan ilişkiyi belirlemek için grafik oluşturulmuş olup yorumlanmıştır. Tüm bu grafiklere bakıldığında kesme kuvvetleri ve titreşim genlikleri arasında bir ilişki olduğu sonucuna varılmaktadır. Ayrıca titreşim ivmesi ve yüzey pürüzlülüğü açısından karşılaştırıldığında titreşim ivmesinin artışıyla yüzey pürüzlülüğü de artış göstermiştir. Bu sonuç bize titreşimin yüzey pürüzlülüğünü olumsuz yönde etkilediğini göstermektedir.
- Yüzey pürüzlülüğü ile kesme parametreleri arasındaki ilişkide ise; ilerleme oranı ve talaş kalınlığının artışıyla yüzey pürüzlülüğünün arttığı, kesme hızının artışıyla da yüzey pürüzlülüğünün azaldığı görüldü. Sonuç olarak en iyi yüzey pürüzlülüğü, yüksek kesme hızı (238 m/dak), düşük ilerleme oranı (0.052 mm/dev) ve düşük kesme derinliğinde (0.5 mm) elde edildi.

Kaynaklar

Aouici, H., Yallase, M.A., Chaoui, K., Mabrouki, T., Regal, F., (2012). Analysis of surface roughness and cutting force components in hardturning with CBN tool: Prediction model and cutting conditions optimization, *Measurement*, 45: 344-353.

Chang FX., (2001). An Experimental Study of the Impact of Turning Parameters on Surface Roughness, Proceedings of the Industrial Engineering Research Conference, GA, 2036.

Chinchanikar, S., Choudhury, S.K., (2013). 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.

Çakır, C.M., (1999). *Modern Talaşlı İmalatın Esasları*, Ceylan Matbaacılık,32-36. Bursa, Türkiye.

El-Sinawi, A.H., Kashani, R., (2005). Improving surface roughness in turning using optimal control of tool's radial position, *Journal of Materials Processing Technology*, 167: 54-61.

Jang, J.L., Tarng, Y.S., (1999). A study of the active vibration control of a cutting tool, *Journal of Materials Processing Technology*, 95:78-82.

Rahman, M., Mansur, M.A., Lau, S.H., (2001). Tool wear study in a lathe made of cementitious material, *Journal of Materials Processing Technology*, 113:317-320.

Tekaüt, İ., (2008).Takım Tezgâhlarındaki Kesici Takım Titreşimin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi Makine Eğitimi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 103.

Thomas, M., Beauchamp, Y., Youssef, A.Y., Masounae, J., (1996). Effect Of Tool Vibrations On Surface Roughness During Lathe Dry Turning Process. S0360-8352, 00235-5.

Thomas, M., Beauchamp, Y., (2003). Statistical invetigation of modal parameters of cutting tools in dry turning, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 43: 1093–1106.

Tugrul O., Tsu-Kong, H., Erol, Z., (2005). Effect of cutting edge geometry, workpiece hardness, feed rate and utting speed on surface roughness and forces in finish turning of hardened AISI H13 steel, *International Journal of Advanced Manufacturing Technologies*, 25:262-269.

Examination of the vibrations and surface roughness of the AISI 1040 steel by turning of different cutting parameters

Extended abstract

Machining, which is the process of breaking the bond between the atoms constituting the material structure or the atomic clusters, is one of the most widely used manufacturing methods in today's technology.

Shaping of metals with and without metal forms the basis of the manufacturing sector. The main purpose of all chip removal operations is to create a precise finishing surface for the desired geometry in the workpieces. That is to provide the lowest possible surface roughness as much as possible in order to obtain maximum efficiency.

Surface quality in machining is important and necessary for many lathe workpieces. Therefore, it is very important to control the required surface quality with optimum cutting parameters. Surface roughness can be impressed by many factors such as edge accumulation formation and vibration.

It is very important to determine the level of vibration in machining. This is because vibrations can be seen in studies where the free surface abrasion of the product and surface roughness are significantly affected by the desired level. By determining the level of vibration, the system can be intervened in time and the operation can be continued with the least possible damage. Failure to obtain the desired product causes the material to return to the idle state, which is undesirable because it is both time and material loss.

The purpose of this work is to determine how the cutting parameters (shear rate, feed rate, shear depth) affect the vibration by investigating the effect of increasing vibration during turning on surface roughness without using AISI 1040 steel cooling fluid.

Therefore, the relationship between the cutting parameters (cutting speed, feed rate and cutting depth) and surface roughness was tried to be explained by the average vibration values obtained. Also, vibration frequency density values were obtained by drawing a vibration spectrum density graph in MatLab and LabView.

Observing the vibration spectrum graphs obtained, it was observed that the average oscillation amplitudes reached the highest level at the frequency of about 3800 Hz during the cutting process. This proves the validity of the experiments carried out. Compared to the vibration acceleration and surface roughness, surface roughness increased with increasing values of vibration acceleration. This result shows us that the surface roughness of vibration is affected negatively. In the relation between surface roughness and cutting parameters; It was seen that the surface roughness decreased with the increase of the advance rate and the chip thickness, and the surface roughness decreased with the increase of the cutting speed. As a result, the best surface roughness was obtained at high cutting speed (238 m / min), low feed rate (0.052 mm / g) and low cutting depth (0.5 mm).

Keywords: *Cutting parameters, vibration, surface roughness*