



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2011, Volume: 6, Number: 1, Article Number: 1A0136

ENGINEERING SCIENCES

Received: October 2010

Accepted: January 2011

Series : 1A

ISSN : 1308-7231

© 2010 www.newwsa.com

Şakir Taşdemir

Süleyman Neşeli

İsmail Sarıtaş

Süleyman Yıldız

Selcuk University

stasdemir@selcuk.edu.tr

Konya-Turkey

BULANIK YAKLAŞIM İLE TORNALAMA İŞLEMİNDE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN BELİRLENMESİ

ÖZET

Bu çalışmada, endüstride önemli yer tutan tornalama işlemlerindeki uygun pürüzlülük değerlerinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Bunun için universal torna tezgâhında değişik yaklaşma açıları ve talaş açıları ile kuru kesme şartlarında, AISI 1040 çeliği üzerinden 0,5 mm derinliğinde talaş kaldırılarak numuneler işlenmiştir. Bu işlemi takiben yüzey pürüzlülük değerleri MAHR M1 perthometer kullanılarak ölçülmüştür. Yapılan deneylerde elde edilen veriler yardımıyla bir Bulanık Kural Tabanlı (BKT) yaklaşım geliştirilmiştir. BKT modellemede giriş parametreleri; uç radyüsü (r), yaklaşma açısı (κ), negatif talaş açısı (γ) ve çıkış parametresi, yüzey pürüzlülüğü (R_a) olarak belirlenmiştir. Bu modelleme MATLAB programı kullanılarak tasarlanmıştır. Deneysel sonuçlarla BKT sonuçları istatistiksel olarak karşılaştırıldığında, tasarlanan modelin başarılı bir şekilde uygulandığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Bulanık Kural Tabanı, Takım Geometrisi, Yüzey Pürüzlülüğü

THE DETERMINATION OF SURFACE ROUGHNESS VIA FUZZY APPROACH IN TURNING

ABSTRACT

In this study, it has been aimed to predict adequate surface roughness values at turning operation that has important place in industry. The machining process in universal lathe is carried out on AISI 1040 steel in dry cutting condition using various approaching/entering angles, and rake angles, at depth of cut of 0,5 mm. Then surface roughness values were measured by using MAHR M1 perthometer. By using the data obtained from these experiments, Fuzzy Rule Based (FRB) approach was developed. The inputs of the developed FRB modelling were determined as tool nose radius (r), approach angle (κ), negative rake angle (γ) whereas output of system was surface roughness (R_a). This modelling was implemented by using MATLAB software. It has been seen that proposed model was applied successfully regarding to the comparison made between results of experiments and proposed FRB modelling.

Keywords: Fuzzy Rule Base, Tool Geometry, Surface Roughness

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Tornalama sonucu elde edilmiş parçaların kalitesi, toplam ürün kalitesini etkileyen bir faktördür. Dolayısıyla bu tür parçalarda kalite seviyesini yükseltmek zorunlu hale gelmiştir. İyi işlenebilir bir malzemenin kısa sürede, yüksek talaş hacmiyle işlenmesi ve yeni oluşan yüzeyin kaliteli olması hedeflenir [1]. İmalat teknolojisinde, malzemenin kullanılabilirliğini ve maliyetleri etkileyen en önemli hususların başında ürün yüzey pürüzlülük değerinin belirlenmesi gelmektedir. Özellikle birbiriyle çalışan eş parçaların verimliliğin artırılması en uygun yüzey pürüzlülük değerlerinin belirlenmesi ile mümkün olmaktadır. Pürüzlülük değerlerinin önceden belirlenmesi karmaşık (kompleks) sistemlerin çalışma verimini ve ürün kalitesini artıracığı gibi maliyetleri de istenen seviyelere çekme şansı verecektir. Sadece operatörün tecrübesi gözetiminde yapılacak işlemlerde, yetersiz bilgi ve beceri eksikliği düşünülünce ulaşılmak istenen yüzey pürüzlülüğü değeri hayal olacaktır. İstenen yüksek performanslı kesme ve yüzey pürüzlülüğü kalitesine ulaşabilmek, tecrübenin yanında uygun kesme koşullarının sağlanmasıyla mümkündür. Bu amaçla günümüzde imalat mühendisleri yüzey pürüzlülüğü karakteristiği ve değerini tahmin etmek için değişik modeller geliştirmişlerdir. Literatürde yüzey pürüzlülüğünün tahmin edilmesi için kullanılan en yaygın dört metot şunlardır [2].

- Bulanık küme tabanlı teknik
- Çoklu regresyon analizi,
- Matematiksel modelleme,
- YSA modellemesi.

Yüzey pürüzlülüğü mekanizmasının formülize edilmesi, esasen talaş kaldırma işlemine bağlı karmaşık bir süreçtir. Bu yüzden analitik olarak pürüzlülük değerinin bulunması oldukça zordur [3 ve 4].

Yapay zekâ yöntemleri ile, özellikle BKT yaklaşım klasik yöntemlerle zor çözülebilen, matematiksel olarak formülü oluşturulamayan veya zor olan, çözülmesi mümkün olmayan karmaşık, lineer olmayan problemler çok kolay çözülebilmekte, yukarıda sayılan bu tür kısıtlamaları ve dezavantajları elimine ederek çok başarılı bir şekilde kullanılmaktadır.

Yüzey pürüzlülüğü tahmini için düşünülen deneysel çalışmanın yapılabilmesi için öncelikle bir deney ortamını oluşturmak gereklidir. Ayrıca bu konuda bir uzmana, özel araç ve gereçlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bununla birlikte oldukça fazla zamana ve maliyete de gereksinim vardır. Bu tür olumsuzlukları ortadan kaldıracak, hedeflenen girişlere göre uygun çıkış pürüzlülük değerlerini tahmin edebilecek, kompleks problemleri başarılı bir şekilde çözebilen bulanık yaklaşımının, özellikle makine proses alanında son yıllarda yaygın bir şekilde kullanıldığı literatürde geçmektedir [5, 6 ve 7].

Bu çalışmada, silindirik tornalama operasyonunda değişken takım geometrisine bağlı olarak yüzey pürüzlülüğü değeri (R_a) tahmini için bir BKT yaklaşım sunulmuştur. Daha sonra deneyde ölçülen pürüzlülük değerleri ile BKT yaklaşım ile elde edilen değerler arasındaki tutarlılığa bakılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bilgisayarlar, özellikle son 40 yıldır talaşlı imalat alanında gittikçe artan hayati bir rol oynamaktadır. Özellikle günümüzde geleneksel algoritmalar yerine yapay zeka ile hesaplama (Soft computation) yapabilmek için birçok yöntem geliştirilmiştir. Bulanık mantık yaklaşımı özellikle talaşlı imalat alanında deneysel verilere dayalı tahmin modelleri oluşturmada en sık kullanılan yöntemlerden biridir.

Bu çalışmanın amacı; bulanık yaklaşım yöntemi ile tornalama işlemlerinde kullanılacak bir yüzey pürüzlülüğü tahmin sistemi geliştirmektir. Bu sayede istenilen yüzey pürüzlülüğüne ulaşabilmek için gerekli kesme şartlarının tespiti, tecrübeye dayalı olmaktan kurtulacaktır.

Tecrübî yaklaşımlar uygulamada zaman kaybına, malzeme sarfiyatına ve dolayısıyla maliyet artışlarına sebep olmaktadır. Ancak bilimsel gerçeklerin desteklediği uygulamalar gerçeğe daha yakın sonuçlar verecektir.

3. BULANIK KURAL TABANI (FUZZY RULE BASE)

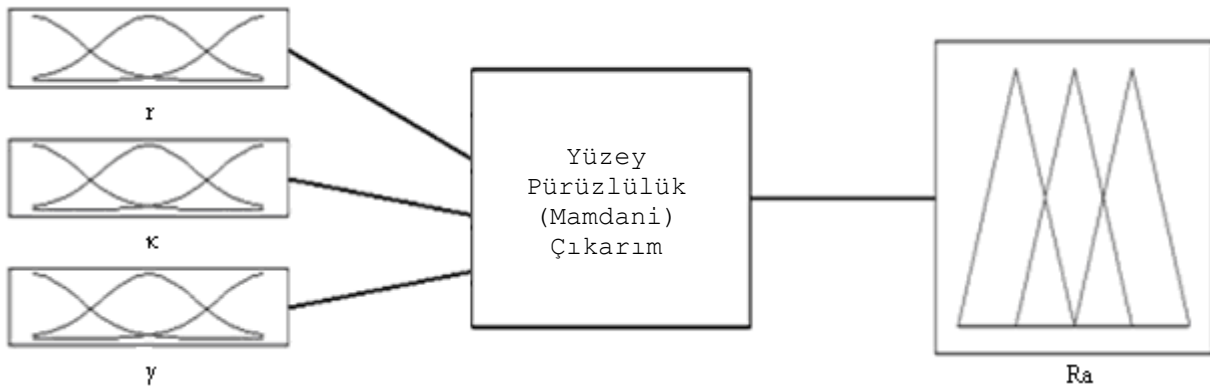
Bulanık Kontrol (BK) ve Bulanık Mantık (BM) teorisinin en etkin uygulama alanı kontrol sistemleridir. Geleneksel kontrol sistemleri bulanık teorisinin yardımıyla BK sistemlerine dönüştürülebilir ve böyle sistemlerin uygulanması birçok avantajlar elde etmeye olanak verir. Genelde, bulanık sistemler bilgiye dayalı veya kurala dayalı sistemlerdir. Yani bir bulanık sistemin temelinde "Eğer- O halde" kuralları durmaktadır. BM uygulamalarında en önemli avantaj dilsel değişkenlerin kullanılabilmesidir. Bulanık sistemler, kontrol edilen sistemden gelen etkilere ve bulanık kurallar adı verilen kurallara göre karar verip, gerekli kontrol büyüklüğünü oluşturan bir uzman sistemdir. Bu sayede konularında uzmanlaşmış kişilerin tecrübe ve fikirleri kolayca kurallar ile kontrolöre aktarılabilir ve uzman kontrol sistemleri gerçekleştirilebilir. Bulanık sistemler, kesin girişlerin bulanıklaştırılması, kurallardan oluşan çıkarım mekanizması ve durulaştırıcı ile elde edilen kesin çıkışların elde edilmesi gibi üç temel bölümden oluşmaktadır [8 ve 9].

Tasarlanan BKT modelleme için giriş parametreleri; uç radyüsü (r) yaklaşma açısı (κ), talaş açısı (γ) ve çıkış parametresi; yüzey pürüzlülüğü (R_a) olarak uzman ile birlikte belirlenmiştir. Sistemin modellemesi için, bu değişkenlere ait deneyden elde edilmiş toplam 27 veri grubu kullanılmıştır. Takım sarkma 30 mm. olarak alınmıştır. Bunun için iki takım geometrisi değişkeni kullanılarak Tablo 1'de verilen kesme şartlarında tornalama işlemi gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Kesme koşulları [10]
(Table 1. Cutting conditions [10])

Takım uç radyüsü (r)	0.4 mm	0.8 mm	1.2 mm
Yaklaşma açısı (κ)	60°	75°	90°
Talaş açısı (γ)	-3°	-6°	-9°
Takım sarkma miktarı (L)	30 mm		
Yardımcı talaş açısı (γ_x)	-6°		
Talaş derinliği (d)	0.5 mm		
Devir sayısı (n)	1200 rpm.		
Kesme hızı (V_c)	150 m/min.		
İlerleme miktarı (f)	0.15 mm/rev.		

Bu veriler ile bir uzman tarafından BKT yaklaşımın geliştirilmesi için Matlab programı Fuzzy Logic Toolbox kısmı kullanılmıştır. Geliştirilen bu üç giriş tek çıkışlı BKT sistemin genel yapısı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Tasarlanan BKT model
(Figure 1. Designed BKT model)

İlk işlem olarak giriş ve çıkış parametrelerinin sayısal verileri bulanıklaştırılmıştır. Bulanıklaştırma işlemi ile giriş ve çıkış dilsel ifadeler Küçük, Orta, Yüksek gibi dilsel ifadelerle dönüştürülmüştür. Uzmanla birlikte bu dilsel ifadeler kullanılarak 27 kural oluşturulmuştur. Sisteme giriş verileri girildiğinde bir veya birden fazla kural ateşlenebilmektedir. Bu durumda çıkışın ne olacağını çıkarım mekanizması belirlemektedir. Hesaplama sadeliği ve basitliğinden dolayı mamdani (max-min) çıkarım mekanizması kullanılmıştır. Durulaştırma işlemi ise centroid yöntemine göre (Denklem 1) ile hesaplanmış ve kesin sonuçlar elde edilmiştir.

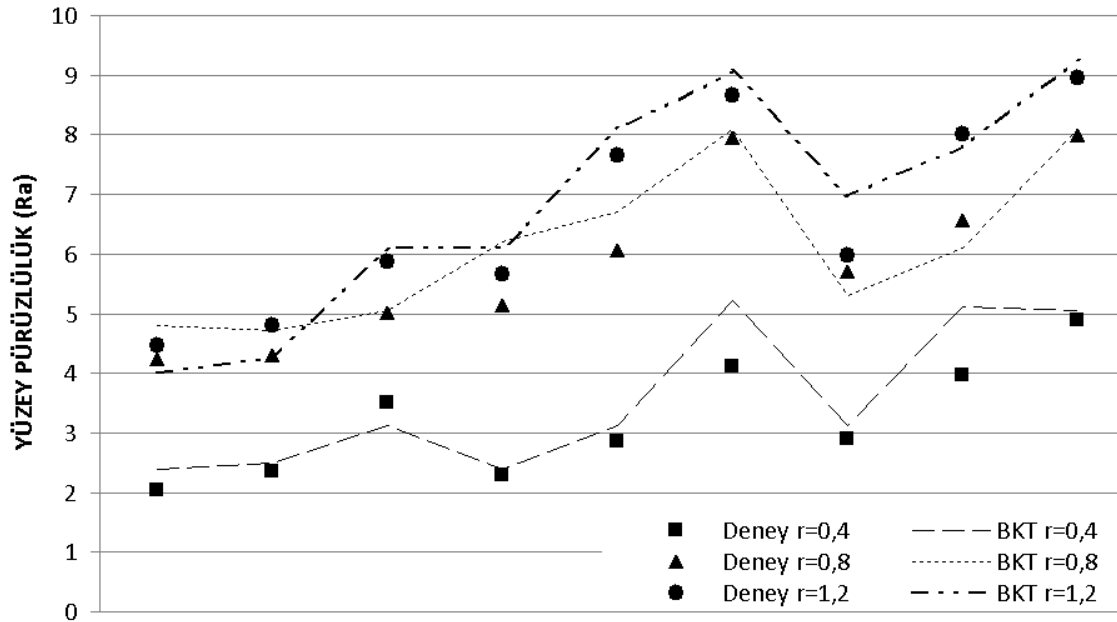
$$z^* = \frac{\int z \cdot \mu_{\text{orta}(1)}(z) dz}{\int \mu_{\text{orta}(1)}(z) dz} \quad (1)$$

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER (CONCLUSIONS AND SUGGESTIONS)

Bu çalışmada, tornalamadan elde edilen deneysel veriler kullanılarak, BKT yaklaşım ile yüzey pürüzlülüğü tahmin edilmiştir. Bu sistem ile deneysel çalışmalardaki dezavantajlar (ekonomik kayıp, zaman kaybı, ölçü aletlerinin hassasiyetlerinden kaynaklanan ölçüm hataları vb.) avantaj haline dönüştürebilmektedir. Deneyde yapılmayan, ara değerlerin alınabilmesi gibi çok önemli avantajları da vardır.

Deneyden elde edilen veriler ile BKT modelleme sonuçları arasında yapılan korelasyon analizi yapılmış ve (korelasyon) $r=0,97$ olarak bulunmuştur. Bu sonuç iki grup verinin aralarında aynı yönlü mükemmel bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Şekil 2. deki karşılaştırmalı grafik incelendiğinde deneylerde elde edilen verilerin BKT sistem sonuçlarına benzer ve iki grup verinin uyumlu olduğu görülmektedir.



Şekil 2. Deney-BKT sonuçlarının karşılaştırmalı grafiği
(Figure 2. The comparative graphic of Experiment-BKT results)

Gerçekleştirilen modelden elde edilen tahminsel değerlerin performansını ölçebilmek için, bu değerler deneysel verilerle

karşılaştırılmıştır. Bunun için ortalama nispi yüzde hata (MRE-denklemler 2) [11], ortalama nispi yüzde doğruluk (MRA-denklemler 3) değerlendirmeler yapılmıştır.

$$MRE(\%) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(100 \times \frac{|d_i - O_i|}{d_i} \right) \quad (2)$$

$$MRA(\%) = 100 - MRE \quad (3)$$

Tahmin edilen Ra ile modelden elde edilen Ra sonuçları denklemler 2 ve denklemler 3 kullanılarak doğruluğu hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %93,6 bulunmuştur. Tahmin edilen Ra değerlerinin deneysel verilere yaklaşık sonuçlar verdiği ve aralarında kuvvetli bir uyum olduğu görülmektedir. Bu orandan da anlaşılacağı gibi tasarlanan BKT model ile Ra ortalama %6,4'lık bir hatayla tahmin edilerek hesaplanabilmektedir.

Sonuç olarak; bu çalışmayla, yüzey pürüzlülüğü değerlerinin BKT modellenme ile etkin sonuçlar alınabileceği ve arzu edilen yüzey pürüzlülüğüne ulaşmada BKT yaklaşımının kullanılabilirliği gösterilmiştir. Sonraki çalışmalarda parametre sayıları artırılıp, örneğin titreşim değerleri de dikkate alınarak çalışma alanı genişletilebilir. Ayrıca diğer yapay zekâ teknikleri de bu çalışmada kullanılarak daha başarılı sonuçlar elde edilebilir.

NOT (NOTICE)

Bu çalışma, 14-16 Ekim 2010 tarihinde Dicle Üniversitesinde tamamlanan Bilimde Modern Yöntemler Sempozyumunda (BUMAT2010) sözlü sunumu yapılmış ve NWSA yazım esaslarına göre yeniden düzenlenmiştir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Işık, Y. ve Çakır, M.C., (2001). Hız Çeliği Takımlar İçin Kesme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkilerinin Deneysel Olarak İncelenmesi, *Teknoloji*, Sayı 1-2, 111-118.
2. Taşdemir, Ş., Neşeli, S., Sarıtaş, İ., and Yıldız, S., (2008). Prediction of surface roughness using artificial neural network in Lathe. *CompSysTech'08*, Gabrovo, Bulgaristan.
3. Benardos, P.G. and Vosniakos, G.C., (2003). Predicting surface roughness in machining: a review. *Int. J. Mach. Tools Manuf.* 43, 833-844.
4. Petropoulos, G.P., Vaxevanidis, N.M., Pandazaras, C.N., and Antoniadis, A.A., (2006). Multi-parameter identification and control of turned surface textures. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.* 29, 118-128.
5. Jiao, Y., Lei, S., Pei, Z.J., and Lee, E.S., (2004). Fuzzy adaptive networks in machining process modelling: surface roughness prediction for turning operations, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 44, 1643-1651,
6. Kirby, E.D., Chen, J.C., and Zhang, J.Z., (2006). Development of a fuzzy-nets-based in-process surface roughness adaptive control system in turning operations, *Expert Systems with Applications*, 30, 592-604.
7. Fang, X.D. and Jawahir, I.S., (1994). Predicting Total Machining Performance in Finish Turning Using Integrated Fuzzy-set Models of the Machinability Parameters. *Int J Prod Res* 32:833-84.
8. Taşdemir, Ş. and Allahverdi, N., (2009). Definition of Gasoline Engine Performance and Emission Characteristics by Fuzzy Expert System, 4th International Advanced Technologies Symposium (IATS'09), Konya, Turkey.
9. Allahverdi, N., (2002). *Uzman Sistemler, Bir Yapay Zeka Uygulaması*, Atlas Yayın Dağıtım, İstanbul.

10. Neşeli S. ve Yıldız S., (2007) Tornalamada Yaklaşma Açısı ve Talaş Açısına Bağlı Tırlama Titreşimlerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkileri, Politeknik Dergisi, 10(4), 219-227.
11. Fındık T., Taşdemir Ş., and Şahin İ., (2010). The use of artificial neural network for prediction of The use of artificial neural network for prediction of grain size of 17-4 pH stainless steel powders, Scientific Research and Essays, 5 (11), 1274-1283.