



POLİTEKNİK DERGİSİ

JOURNAL of POLYTECHNIC

ISSN: 1302-0900 (PRINT), ISSN: 2147-9429 (ONLINE)

URL: <http://www.politeknik.gazi.edu.tr/index.php/PLT/index>

Yeni bir tip düzlem yüzey taşlama mekanizması ile kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğüne (Ra) etkisinin araştırılması

Investigation of the effect of cutting parameters on surface roughness by a new type of plane surface grinding mechanism (ytm)

Yazar(lar) (Author(s)): Oktay ADIYAMAN, Vedat SAVAŞ

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Adıyaman O. ve Savaş V., " Yeni bir tip düzlem yüzey taşlama mekanizması ile kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğüne (Ra) etkisinin araştırılması", *Politeknik Dergisi*, 20(4): 815-825, (2017).

Erişim linki (To link to this article): <http://dergipark.gov.tr/politeknik/archive>

DOI: 10.2339/politeknik.369002

Yeni Bir Tip Düzlem Yüzey Taşlama Mekanizması ile Kesme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğüne (Ra) Etkisinin Araştırılması

Araştırma Makalesi / Research Article

Oktay ADIYAMAN^{1*}, Vedat SAVAŞ²

¹ Batman Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Makine ve İmalat Mühendisliği Bölümü, Batman, Türkiye

² Fırat Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Makine ve İmalat Mühendisliği Bölümü, Elazığ, Türkiye

(Geliş/Received : 22.03.2017 ; Kabul/Accepted : 24.04.2017)

ÖZ

Yeni düzlem yüzey taşlama mekanizması (YTM), geliştirilen bir mekanizma ile elde edilen yeni bir düzlem yüzey taşlama mekanizmasıdır. Geleneksel düzlem yüzey taşlama mekanizmasında taşın sadece bir hareketi mevcuttur. Bu yöntemde taş kendi eksenini etrafında çevresel olarak dönmektedir. YTM’de ise iki ekseninde dönme hareketi vardır. Birinci dönme hareketi geleneksel taşlama mekanizmasının aynıdır. Bu dönme hareketi çevresel dönme hareketidir. Diğer dönme hareketi ise yeni geliştirilen mekanizma ile taşlama taşının radyal eksene dik ekseninde kendi etrafında dönmesidir. Bu dönme hareketi de aksel dönme hareketidir. Böylece taş aynı anda iki dönme hareketi yapmaktadır. Geliştirilen bu yeni yöntemle farklı parametrelerde deneyler yapılmıştır ve yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerleri ölçülmüştür. Farklı cinslerde beş taş seçilmiştir. Tüm bu farklı kombinasyonlar ile iş parçaları taşlanmış ve bunun yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri incelenmiştir. Sonuç olarak YTM’de geleneksel yöntemden daha küçük yüzey pürüzlülüğü değerleri elde edilmiştir. Taşlanan parçaların her bölgesinde yüzey pürüzlülüğü değerleri birbirine çok yakın elde edilmiştir. YTM maliyet açısından da oldukça düşük değerde olması ile birlikte tüm freze ve CNC tezgâhlara adapte edilebilecek niteliktedir. Tüm bu yönlerden dolayı YTM’nin geleneksel düzlem yüzey taşlama sisteminden daha iyi olduğu rahatlıkla söylenebilir.

Anahtar Kelimeler : Taşlama mekanizması, düzlem yüzey taşlama, yüzey pürüzlülüğü, taşlama parametreleri.

Investigation of the Effect of Cutting Parameters on Surface Roughness by a New Type of Plane Surface Grinding Mechanism (YTM)

ABSTRACT

The new plane surface grinding mechanism (YTM) is a new plane surface grinding mechanism obtained with the mechanism developed. In the traditional plane surface grinding mechanism, the wheel has only a single rotation. The wheel rotates circumferentially around its axis. In YTM, on the other hand, there are two rotations. The first rotation is the same with the traditional grinding mechanism, which is the circumferential rotation. The other rotation is the newly developed axial rotation, where the wheel rotates around itself perpendicular to its radial axis. This rotational is called axial rotation. Thus, the wheel has two rotations. Experiments were made for this newly developed method using various parameters and surface roughness (Ra) values were measured. Five wheels with different kinds were chosen. Workpieces were grinded with all these different combinations and effects on surface roughness were investigated. As a result, YTM produced smaller surface roughness values than the traditional method. Surface roughness values were very close in every part of grinded work pieces. YTM is also very low in cost and can be adapted to all milling machines and CNC machines. It can be safely said that YTM is better than the traditional system because of all these directions.

Keywords : Grinding mechanism, plane surface grinding, surface roughness, grinding parameters.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Taşlama işlemlerinde üretim maliyetini düşürmek ve üretilen iş parçası kalitesini artırmak için kullanılan taş ve işleme parametrelerinin iyi seçilmesi gerekmektedir. Her

parametre hem kendi başına hem de birbirleriyle etkileşimli olarak taşlama işlemini etkiler. Parametreler doğru tespit edilemezse taşın hızlı aşınması, yanması ve ayrıca taşlanan iş parçasının bozulması veya iş parçası yüzey kalitesinin bozuk olması gibi sorunlar ortaya çıkar. Tüm bunlar maliyeti artıracak ve zaman israfına neden olacak problemlerdir [1].

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author)
e-posta : oktay.adiyaman@batman.edu.tr

Taşlama işlemi, iş parçalarının istenilen şekil, ölçü ve toleranslar elde edilmesini sağlayan önemli bir imalat yöntemidir. Bu yöntem iş parçalarının özellikle diğer işleme yöntemleriyle (tornalama, frezeleme vb.) yeterli tamlıkta ve yüzey kalitesinde üretilemediği durumlarda kullanılır [2].

Taşlamayı etkileyen önemli bir faktör de aşındırıcıların aşınması ve taştan koparak ayrılmasıdır. Araştırmaların sonucu, talaş kaldırma esnasında meydana gelen kesme kuvvetlerinin ve etkilerinin analizi ve doğru olarak ölçülmesini de gerekli hale getirmiştir. Taşlamacılıkta bu amaçla çok sayıda çalışma yapılmış olmasına rağmen, taşlama işlemi esnasında, taşlanan malzemede oluşan problemler tamamıyla çözülememiştir [3].

Savaş ve Özay geliştirdikleri yeni bir yöntem olan teğetsel tornalama-frezeleme işleminde kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkilerini araştırmış ve optimum kesme parametrelerini belirlemişlerdir. Elde edilen yüzey pürüzlülüğü değerlerinin taşlama kalitesine yakın olduğunu tespit etmişlerdir [4].

Gavas ve diğ., dört farklı malzemeyi helisel taramalı taşlama yöntemi (HSG) ile taşlamışlar ve geleneksel silindirik taşlama yöntemi ile karşılaştırarak yeni yöntemin yüzey pürüzlülüğü ve yuvarlaklık üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. HSG yönteminin geleneksel silindirik taşlama yöntemine göre yüzey pürüzlülüğünü azalttığını belirlemişlerdir [5].

Yaptıkları çalışmada Xie ve Williams, taşlama işlemi ve simülasyonunu kapsayan üç kategorik çalışmanın ilkinde [6], tek nokta elmas kaplamalı taş yüzeyi üzerinde inceleme yapmışlardır. Taşlama taşı yüzey oluşumu, taşlama işleminin kontrolü açısından önemli bir husustur. Bunun anlaşılması için simülasyon geliştirilmiştir. Taş topografya simülasyonu, kaplama aracının hareketini, tane boyutunu, taneler arası boşluğu, tanelerin işlem sırasındaki parçalanmasını ve işlem sırasındaki tane kopmalarını dikkate almaktadır. Bu eşleştirmelerden; kaplamanın önemli bir parametre olduğu sonucuna varılmıştır.

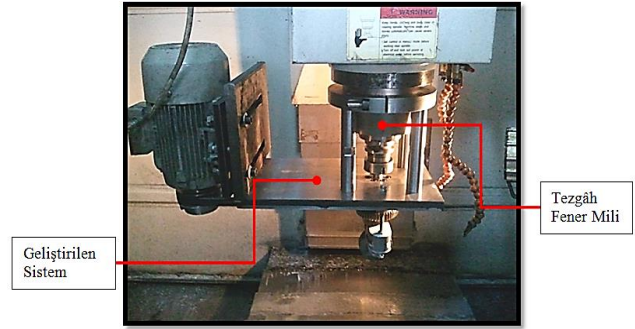
Chen ve Rowe [7], iş parçasıyla temas halindeki her tanelenin kesme hareketini simüle etmişlerdir ve taşlama işlemini araştırmak için bir yöntem tanımlamışlardır. İş parçasının bir kesitinden geçen her bir tane üzerindeki kuvvet simüle edilerek taşlama kuvvetinin analizi yapılmıştır ve sonuç olarak simüle edilmiş iş parçası yüzeyi, deneysel sonuçları ile benzer özellikleri gösterdiği gözlemlenmiştir. Bu çalışmada ayrıca tanecığın iş parçası yüzeyi üzerindeki oluşturduğu batma durumu incelenmiştir.

Taş topografisinin incelemesine dair diğer bir çalışmada Kim S. ve Ahn J.H. [8] taşlama taşının aşındırıcı taneciklerin kesme yapabilmesi için sistematik bir yaklaşım tanımlamışlardır. Bu yaklaşım gerekli uygun kaplama derinliği (gözenek derinliği) ve kaplama aralığı (gözenek aralıkları) elde etmeye yönelik karar verme sürecine dayalı çalışmaktadır. Aşındırıcı taneciklerin kesme yüksekliği ve kaplama aralığı ile yüzey pürüzlülüğü arasındaki ilişki işleme esnasında karşılaştırılmıştır.

Taşlama işlemi ile ilgili ayrıca birçok alanda çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar çeşitli kategoriler halinde sıralanacak olursa, [9,10]; taşlama performansı üzerine olan araştırmalar, [8,9,10-13]; taşlamada kesme parametreleri, yüzey kalitesi ve yüzey kalitesinin iyileştirilmesi, yüzey pürüzlülüğü ve sonuçlarının ölçümü üzerine yapılan araştırmalar, [8,13-20]; taş yapısının topografik yapısı, taş unsurlarının kesme üzerine etkileri vb. konularda yapılan araştırmalar, [5,10,21-23]; taşlama şekline ve yöntemi ile ilgili çalışmalar, [6, 24-28]; taşlama işleminin analizi, yeni teknolojilere adaptasyonu ve bilgisayar teknolojisine adaptasyonu ile ilgili araştırmalar ve son olarak da [29-33]; modelleme üzerine yapılan çalışmalar olarak sıralanabilir.

2. YENİ DÜZLEM YÜZEY TAŞLAMA MEKANİZMASI (YTM) (THE NEW PLANE SURFACE GRINDING MECHANISM)

YTM ile iki farklı dönme hareketi elde edilmiştir ve CNC işleme merkezi fener miline bağlanarak çalıştırılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Sistemin genel görünümü ve CNC fener miline montajlı hali (The general view of the system mounted to the spindle of a CNC machine)

Yeni yöntemde iki farklı eksende dönme hareketi mevcuttur. Bunların ilki geleneksel düzlem yüzey taşlama yöntemindeki dönme hareketidir (çevresel dönme hareketi). İkinci dönme hareketi ise taşın çevresel dönme eksenin dik yönde yaptığı dönme hareketidir (eksenel dönme hareketi). Eksenel dönme hareketi fener milinden alınmaktadır. Taş aynı anda iki dönme hareketini birlikte yapmaktadır [34]. Bu dönme hareketleri şöyle tanımlanabilir.

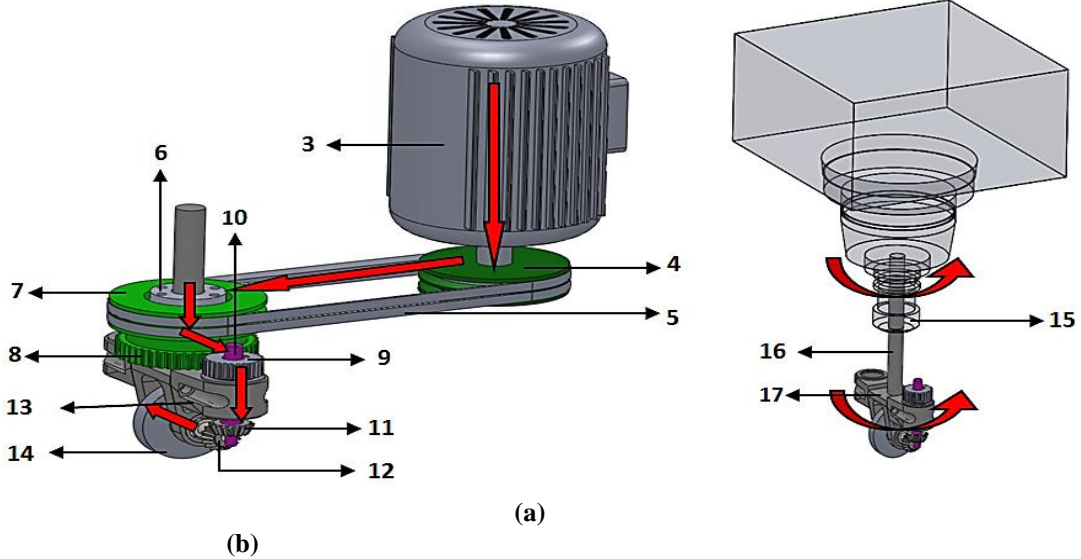
2.1. Çevresel Dönme Hareketi (Circumferential Rotation Action)

Oluşturulan mekanizma sayesinde elde edilen dönme hareketi taşın kendi ekseninde yaptığı dönme hareketidir. Bu hareket çevresel dönme hareketi olarak adlandırılmaktadır ve mekanizmadaki aktarım şekli 2 (a) da gösterilmektedir. Bu mekanizma sayesinde elde edilen taş devri 7015 dev/dak olarak sağlanmıştır.

2.2. Eksenel Dönme Hareketi (Axial Rotation Action)

CNC veya freze tezgâhı fener miline bağlı olan ana mil ile ana mile bağlı olan taşlama taşı yatağı çevrilmektedir.

Taşlama taşı yatağına taş mili ile rulmanla monte edilen taşlama taşı ana mil ekseninde dönmektedir (Şekil 2 a ve b).



Şekil 2. Yeni sistemde elde edilen hareketler ve aktarım şeması a) Çevresel Dönme Hareketi b) Eksenel dönme hareketi (İkinci dönme hareketi) (Rotation actions obtained in the new system and transfer scheme a) Circumferential Rotation Action b) Axial Rotation Action)

3. MATERYAL VE METOT (MATERIAL AND METHOD)

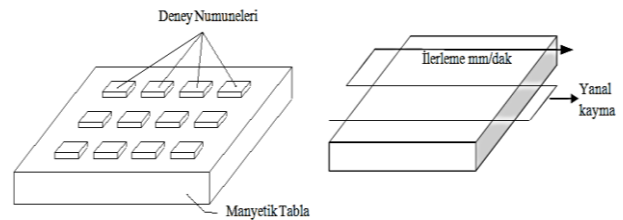
YTM'de farklı kesme parametreleri ile parçalar taşlanmış ve hem taş özelliklerinin hem de kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri incelenmiştir. Farklı cins ve dokudaki taşlar kullanılmıştır.

3.1. Numunelerin Seçimi (Simple Selection)

Bu deneysel çalışmada, deney numunesi olarak, St37-2 çelik parçalar kullanılmıştır. Bu malzemelerin spektral analizi yaptırılmış ve malzemelerin kompozisyonu belirlenmiştir. Bu malzemeler, makine imalat sektöründe çok yaygın bir kullanım alanına sahip olmaları ve malzeme özelliklerinin (fiziksel, kimyasal, mekanik vb.) iyi biliniyor olması nedeniyle tercih edilmiştir.

Deneysel uzunluğu 100 mm, genişliği 80 mm ve kalınlığı 10 mm olan numuneler kullanılmıştır. Deney numunelerinin kimyasal analizi Çizelge 1'de verilmektedir.

Deney numuneleri manyetik tabla üzerine belirli aralıklarla dizilerek ve her parça için farklı kesme parametreleri ile taşlama yapılmıştır (Şekil 3 a). Taşlama işleminde bor yağı kullanılmış, tabla hareketleri zikzak ilerleme şeklinde programlanmıştır (Şekil 3 b).



Şekil 3. a) Numunelerin tablaya yerleşimi b) CNC tezgâhta düzlem yüzey taşlama hareket şekli (Placement of samples on the flange b) Plane surface grinding action on CNC machine)

3.2. Taşlama Taşı Seçimi (Grinding Wheel Selection)

YTM'de kullanılan tüm sakıncaları önlemek, sistem yükünü azaltmak, bileme ve dengeleme işlemlerini önlemek ve titreşim sorunlarını minimuma indirmek amacıyla küçük çaplı taşlama taşları seçilmiştir. Kullanılan taşlama taşının çapı 75 mm, genişliği 16 mm ve delik çapı 20 mm'dir. Taşlama taşı olarak KARBOSAN markalı 5 farklı taş seçilmiştir. Taş özellikleri Çizelge 2'de verilmektedir.

Çizelge 1. Deney numuneleri kimyasal analizi (Chemical analysis of experimental samples)

TS EN 10025:2:2006	DIN 17100 ALMANYA	%C	%Mn	%P	%S	%N	%CU
S235JR	ST 37-2	0,19	1,50	0,045	0,045	0,014	0,60

Çizelge 2. Kullanılan taşlama taşı özellikleri (Grinding wheel characteristics)

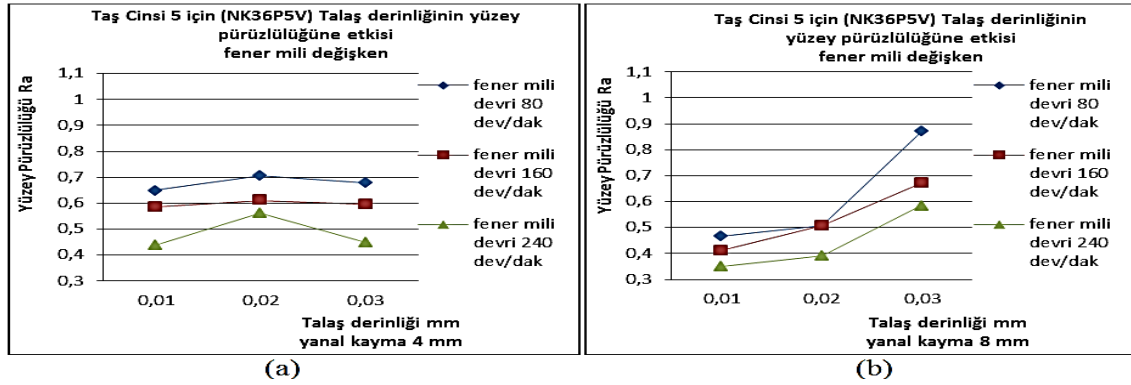
Taşın çapı		Taşın deliçapı	Taşın genişliği		
75 mm		20 mm	16 mm		
Taş Cinsi No	Aşındırıcı madde	Tane büyüklüğü	Sertlik	Dokusu	Bağlayıcı
Taş Cinsi 5	NK	36	P	5	V
Taş Cinsi 3	NK	46	O	5	V
Taş Cinsi 1	NK	60	N	5	V
Taş Cinsi 4	EKR	46	K	6	V
Taş Cinsi 2	EKR	60	K	6	V

Deney numuneleri işlenirken yanal kayma miktarı olarak taş genişliğinin $\frac{1}{4}$ 'ü ve $\frac{1}{2}$ 'si alınarak işleme yapılmıştır. Taş genişliği 16 mm olduğundan yanal kayma miktarı 4 ve 8 mm olarak seçilmiştir.

Deney numunelerinin işlenmesinde tabla ilerleme değeri 200-375 mm/dak aralığındadır. YTM'de tabla ilerleme

4. TALAŞ DERİNLİĞİ İLE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ (EXAMINATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN DEPTH OF CUT AND SURFACE ROUGHNESS)

İş parçaları 3 farklı talaş derinliğinde taşlanmış olup

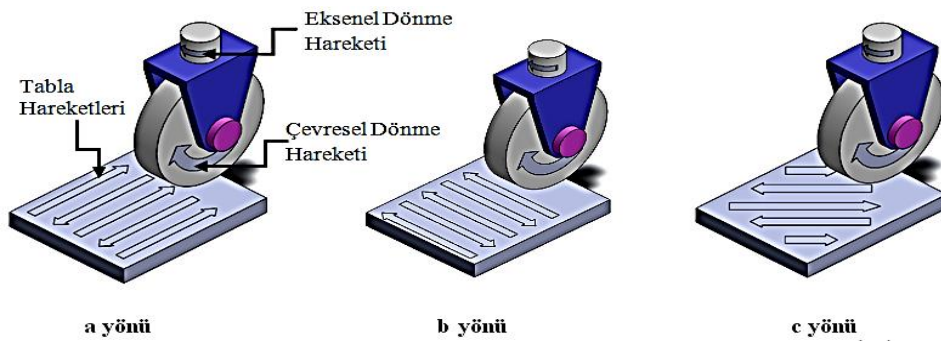


Şekil 5. Taş Cinsi 5 (NK36P5V) için talaş derinliğinin farklı fener mili devirlerinde yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi (The effect of the depth of cut in different spindle speeds on surface roughness for Wheel Type 5 (NK36P5V))

değeri olarak 300 mm/dak seçilmiştir.

Tabla ilerleme yönüne paralel yönde (Şekil 4 a yönü), dik yönde (Şekil 4 b yönü) ve 45 derecelik çapraz yönde (Şekil 4 c yönü) numuneler üzerinden yüzey pürüzlülüğü değerleri alınmıştır.

Tüm yüzey pürüzlülüğü değerleri SJ-210 MITUTOYO marka elmas uçlu yüzey pürüzlülük cihazı ile ölçülmüştür.



Şekil 4. Deney numuneleri yüzey pürüzlülük sonuçlarının alınma yönleri (Directions in which roughness results of experimental samples were taken)

seçilerek taşlama işlemleri gerçekleştirilmiştir. En sert

taş cinsi olan taş cinsi 5 için bu etki Şekil 5'te gösterilmektedir.

Şekil 5 incelendiğinde şu sonuçlara ulaşılabilir:

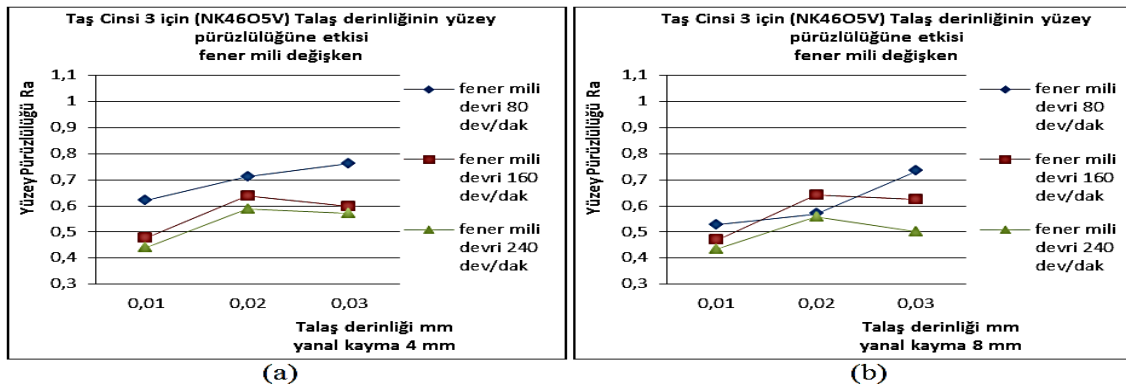
- 1- Yanal kayma 4 mm (Şekil 5 a) ve 8 mm için (Şekil 5 b) her iki değerinde de en düşük yüzey pürüzlülüğü değeri fener mili devrinin 240 dev/dak (rev/min) değerinde ve en yüksek yüzey pürüzlülüğü değerinin ise fener mili devrinin 80 dev/dak (rev/min) olduğu durumlarda görülmektedir. Fener mili devri arttıkça yüzey pürüzlülüğü değeri azalma görülmektedir.
- 2- Tüm fener mili devirlerinde yanıl kaymanın 4 mm olduğu durumlarda $d=0,02$ mm talaş derinliğinde yüzey pürüzlülüğü değerlerinde çok küçük sapmalar oluşmaktadır. Fener mili devri arttıkça yüzey

- 1- Taş Cinsi 5'e paralel olarak, fener mili ve talaş derinliğinin artması ile R_a değerinde artış görülmektedir.
- 2- Bu taş cinsinde her iki yanıl kayma miktarında yüzey pürüzlülüğü yüzey pürüzlülüğü değerlerinde çok büyük farklar oluşmamaktadır. Bu nedenle bu taş cinsinin yüksek yanıl kayma miktarlarında kullanılması daha ekonomik olacaktır.

Orta sertlikte olan taş cinsi 1 (NK60N5V) için Şekil 7'deki sonuçlar elde edilmiştir.

Taş Cinsi 1 için Şekil 7 (a) ve (b) incelendiğinde şu sonuçlara ulaşılabilir:

- 1- Taş cinsi 1 genel olarak yanıl kayma 4 mm olduğunda tüm fener mili ve tüm talaş derinliklerinde yüzey



Şekil 6. Taş Cinsi 3 (NK46O5V) için talaş derinliğinin fener mili devri arasındaki ilişkinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi (The effect of the relationship between depth of cut and spindle speed on surface roughness for Wheel Type 3 (NK46O5V))

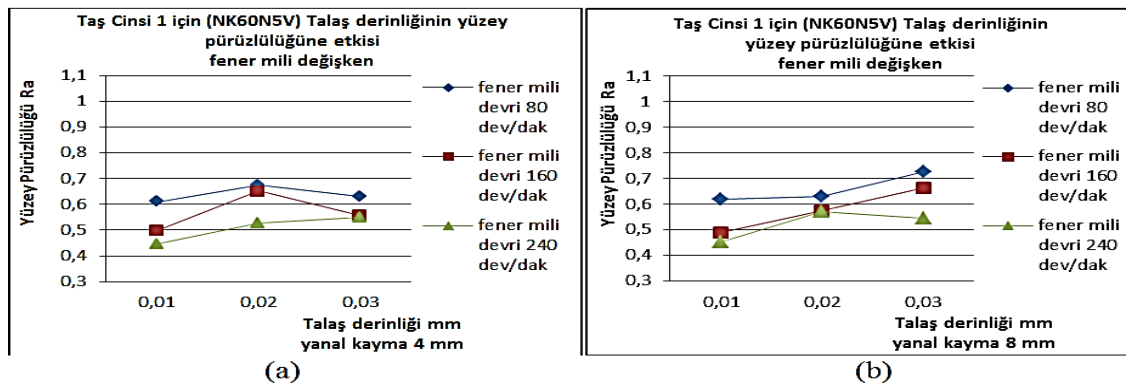
pürüzlülüğü değerinde de artış olmaktadır.

- 3- Düşük yanıl kayma seçildiğinde talaş derinliğinin artırılması yüzey pürüzlülüğü üzerinde çok fazla etki etmemektedir.

Taş cinsi 3 (NK46O5V) incelendiğinde Şekil 6'daki grafikler elde edilmektedir.

pürüzlülük değerlerinde çok fazla sapma yapmayacak şekilde yatay bir yüzey pürüzlülüğü değeri görülmektedir. Dolayısıyla bu taşın yüksek yanıl kayma değerlerinde kullanılması daha iyidir.

- 2- Yüksek fener mili devirlerinde her durumdaki talaş derinliğinde en iyi yüzey pürüzlülüğü değerleri elde



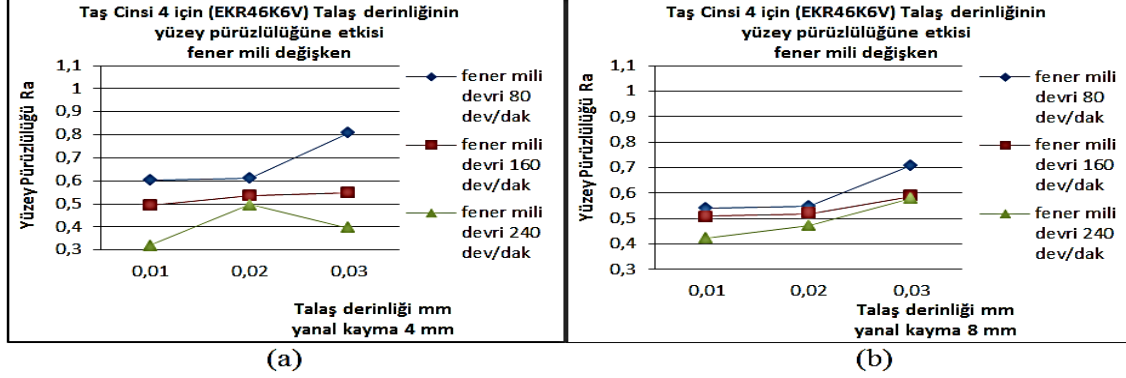
Şekil 7. Taş Cinsi 1 (NK60N5V) için talaş derinliğinin fener mili devri arasındaki ilişkinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi (The effect of the relationship between depth of cut and spindle speed on surface roughness for Wheel Type 1 (NK60N5V))

Şekil 6 incelendiğinde taş cinsi 3 için (NK46O5V) şu sonuçlara ulaşılabilir:

edilmektedir.

3- Her durumdaki fener mili devrinde talaş derinliği en az olduğunda en iyi yüzey pürüzlülüğü değeri elde edilmektedir.

En yumuşak taş cinslerinden biri olan taş cinsi 4 (EKR46K6V) için yukarıdaki parametrelerde Şekil 8'deki sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 8. Taş Cinsi 4 (EKR46K6V) için talaş derinliğinin fener mili devri arasındaki ilişkinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi (The effect of the relationship between depth of cut and spindle speed on surface roughness for Wheel Type 4 (EKR46K6V))

Şekil 8 (a) ve (b) incelendiğinde taş cinsi 4 için şu değerlendirmeleri yapmak mümkündür:

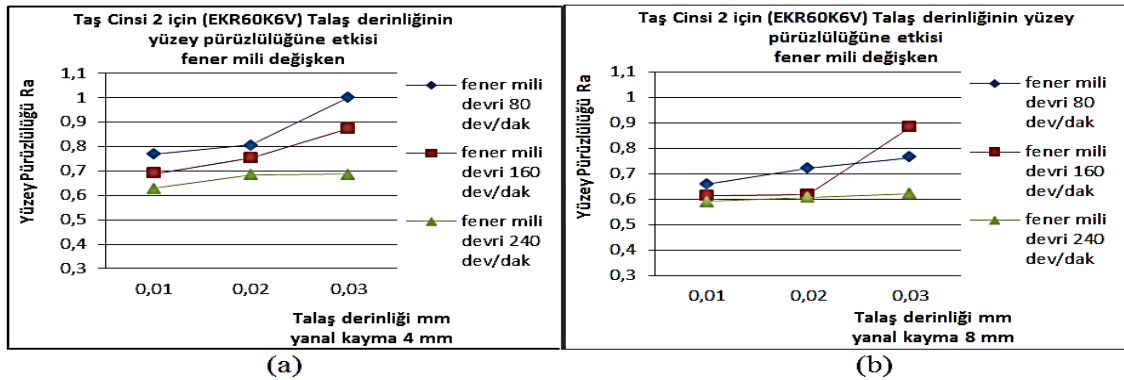
1- Bu taş cinsi genel olarak taş cinsi 5 benzer davranışlar sergilemektedir. Sadece Taş cinsi 5 ten farklı olarak yanıl kayma 4 mm deki kararsızlık biraz daha düzelmiştir.

2- Genel kural olarak fener mili devri arttıkça yüzey pürüzlülüğü değeri iyileşme görülmektedir. Bu özellik bütün taş cinslerinde genel olarak görülmektedir.

3- Tüm fener mili devirlerinde yanıl kaymanın yüzey pürüzlülüğü üzerinde çok büyük etkisinin olmadığı görülmektedir.

En yumuşak taş cinsi 2 (EKR60K6V) de ise yapılan yüzey ölçümü sonuçlarından elde edilen sonuçlar Şekil 9'da gösterilmektedir.

Bu taş cinsi için Şekil 9 (a) ve (b) incelendiğinde şu



Şekil 9. Taş Cinsi 2 (EKR60K6V) için talaş derinliğinin fener mili devri arasındaki ilişkinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi (The effect of the relationship between depth of cut and spindle speed on surface roughness for Wheel Type 2 (EKR60K6V))

değerlendirmelerde bulunmak mümkündür:

1- Bu taş cinsinde tüm fener mili devirlerinde ve tüm talaş derinliklerinde elde edilen tüm yüzey pürüzlülüğü değerlerinin en yüksek yüzey pürüzlülüğü değerleri elde edilmiştir.

2- Fener mili devri ile yüzey pürüzlülüğü arasında aynı orantı bu taş cinsinde de görülmektedir.

Sonuç olarak tüm taş modelleri incelendiğinde ise ortak olarak şu genel sonuçlara ulaşılabilir:

1-Tüm taş cinslerinde en iyi yüzey pürüzlülüğü değerleri $d=0.01$ mm talaş derinliğinde elde edilmektedir.

2-En kararsız yüzey pürüzlülüğü değerleri $d=0.02-0.03$ mm talaş derinliği aralığında elde edilmektedir.

3-Fener mili devri ile yüzey pürüzlülüğü arasında tüm talaş derinliklerinde ters orantı bulunmaktadır. Fener mili devri yükseldikçe yüzey pürüzlülüğü değeri büyümektedir, yani yüzey kalitesi kötüleşmektedir.

4-En yüksek yüzey pürüzlülüğü değerleri taş cinsi 2 de görülmektedir.

4.2. Farklı Yanıl Kayma Değerlerindeki Etkisi (Effect in Different Lateral Slip Values)

Farklı yanıl kayma miktarlarında talaş derinliğine bağlı olarak yüzey pürüzlülüğü değerlerindeki değişim

incelenmiştir. Bunun için 2 farklı yanıl kayma değeri

seçilmiş, her taş için ayrı ayrı inceleme yapılmış ve farklı yanal kayma değerlerindeki yüzey pürüzlülüğü davranışları ölçülmüştür.

En sert taş olan taş cinsi 5 yüzey pürüzlülüğü sonuçları Şekil 10'da verilmektedir.

Şekil 10 incelendiğinde sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

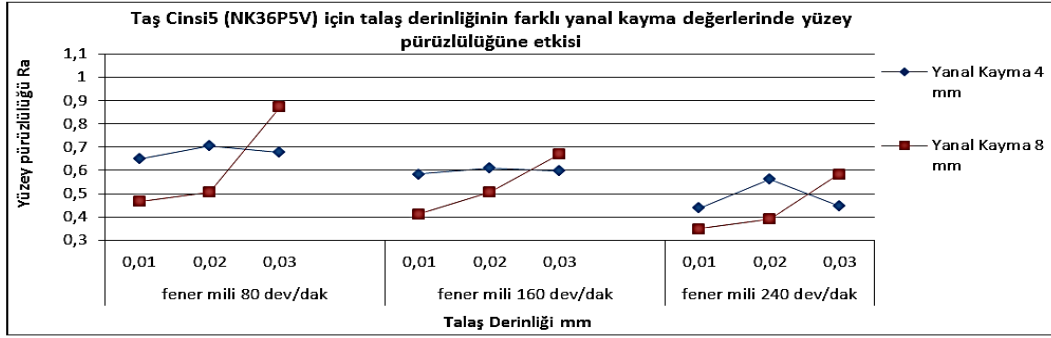
1- Yüksek yanal kayma değerleri düşük talaş derinliklerinde, düşük yanal kayma değeri ve yüksek

İkinci en sert taş olan taş cinsi 3 (NK4605V) için yüzey pürüzlülüğü değerleri ile ilgili sonuçlar Şekil 11'de verilmektedir.

Taş cinsi 3 için elde edilen sonuçlar şu şekildedir:

1- Yanal kaymanın tüm değerlerinde taş cinsi 5'e benzer şekilde talaş derinliği düşük ve orta değerlerde daha düşük yüzey pürüzlülüğü değeri vermektedir.

2- Yanal kayma değerlerinde fener mili devrinin ve talaş derinliğinin değişimiyle yüzey pürüzlülüğü değerlerinde



Şekil 10. Taş cinsi 5 (NK36P5V) için farklı yanal kayma değerlerinin talaş derinliğine bağlı olarak yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi (The effect of different lateral slip values depending on depth of cut on surface roughness for Wheel Type 5 (NK36P5V))

talaş derinliğinde düşük yüzey pürüzlülüğü değeri vermektedir.

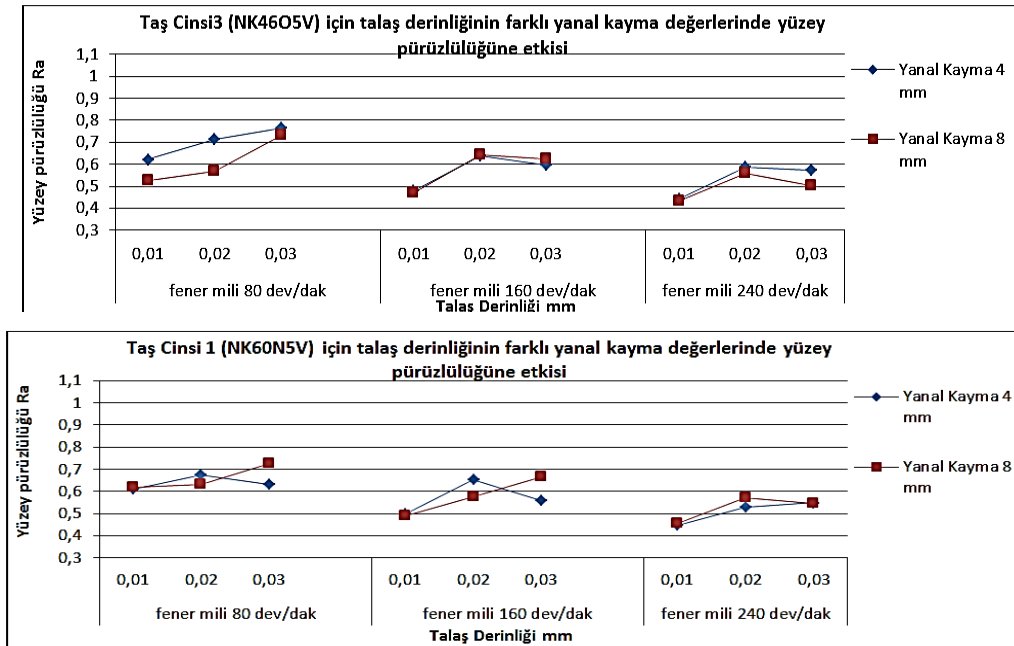
2- Yüzey pürüzlülüğü değerleri yanal kayma değerleri fener mili devri yükseldikçe tüm talaş derinliklerinde düşüş göstermektedir.

3- En sert taş olan taş cinsi 5 yüksek talaş derinliği haricinde kullanıldığı zaman yanal kayma miktarı yüksek tutulmalıdır.

çok büyük fark oluşmamaktadır. Bu taş cinsi yüksek yanal kayma değerlerinde kullanılmalıdır.

3- Bu taş cinsi, taş cinsi 5 ile kıyaslandığında yanal kayma 4 mm olduğunda benzer davranışlar sergilediği ve hemen hemen aynı yüzey pürüzlülüğü değerlerini verdiği görülmektedir.

Orta sertlikte olan taş cinsi 1 (NK60N5V) için yüzey pürüzlülüğü değerleri Şekil 12'de gösterilmektedir.



Şekil 12. Taş cinsi 1 (NK60N5V) için farklı yanal kayma değerlerinin talaş derinliğine bağlı olarak yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi (The effect of different lateral slip values depending on depth of cut on surface roughness for Wheel Type 1 (NK60N5V))

Taş cinsi 1 için şekil 12'den şu hususlar tespit edilmiştir.

1- Taş cinsi 1 benzer şekilde taş cinsi 3 ile tüm yanal kayma değerlerinde aynı fener mili ve talaş derinliği değerlerinde benzer eğilimler göstermektedir.

2- Yanal kayma değeri değişimi yüzey pürüzlülüğü üzerinde farklılık oluşturmamaktadır.

3- Düşük talaş derinliğinde tüm yanal kayma değerlerinde en düşük yüzey pürüzlülüğü değeri elde edilmektedir.

4- Taş cinsi 1 için de daha önceki taş cinslerindeki benzer olarak yanal kayma değeri 8 mm olacak şekilde kullanılması zaman yönünden kazanç sağlayacaktır.

En yumuşak taşlardan biri olan taş cinsi 4 (EKR46K6V) için yüzey pürüzlülüğü değerleri Şekil 13'te gösterilmektedir.

derinliğinde yüzey pürüzlülüğü değerlerinde azalma görülmektedir.

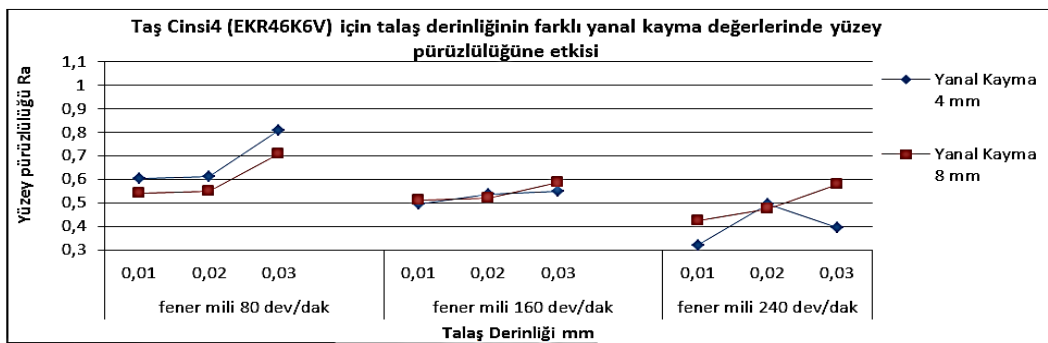
En yumuşak taş cinsi olan taş cinsi 2 (EKR60K6V) için yüzey pürüzlülüğü değerleri Şekil 14'te gösterilmektedir.

Taş cinsi 2 (EKR60K6V) için elde edilen sonuçlar şunlardır (Şekil 14).

1- En yumuşak taş cinsi olan taş cinsi 2 (EKR60K6V) yine yumuşak taş cinsi 4 (EKR46K6V) ile aynı yönde davranış sergilemektedir.

2- Genel olarak yanal kayma miktarı 8 mm olduğunda yanal kayma miktarı 4 mm değerine göre daha iyi yüzey pürüzlülüğü değerleri elde edilmektedir.

3- Yanal kayma değeri 4 mm ve 8 mm olduğunda tüm fener mili devirlerinde talaş derinliği arttıkça, yüzey pürüzlülük değeri de artmaktadır.



Şekil 13. Taş cinsi 4 (EKR46K6V) için farklı yanal kayma değerlerinin talaş derinliğine bağlı olarak yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi (The effect of different lateral slip values depending on depth of cut on surface roughness for Wheel Type 4 (EKR46K6V))

Taş cinsi 4 için aşağıdaki hususlar tespit edilmiştir (Şekil 13).

1- Uygun kesme koşullarında taş cinsi 4, yanal kaymaya bağlı olmaksızın en iyi yüzey pürüzlülüğü değerini vermektedir.

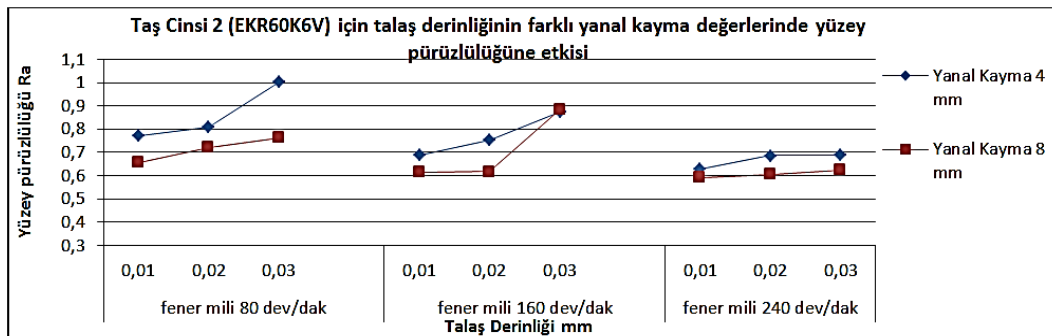
2- Her iki yanal kayma değerinde de taş cinsi 4 te fener milinin 160 ve 240 dev/dak (rev/min) ve talaş derinliği d=0.02 mm olduğu durumda birbirine eşit sayılabilecek yüzey pürüzlülüğü değerleri elde edilmektedir.

3- Bu taş cinsinde diğer taş cinsleri aynı şekilde fener mili devri arttıkça her yanal kayma değeri ve talaş

Tüm taş cinsleri göz önüne alındığında ise şu değerlendirmeleri yapmak mümkündür:

Taş cinsi 3 (NK46O5V), taş cinsi 1 (NK60N5V) ve taş cinsi 5 (NK36P5V) yanal kayma 4 mm olduğu durumda benzer davranışlar sergilemektedir. Yanal kayma 8 mm olduğu durumda ise taş cinsi 5 (NK36P5V), taş cinsi 2 (EKR60K6V) ve taş cinsi 4 (EKR46K6V) aynı davranışları sergilemektedir.

Orta sertlikteki taşlarda yanal kaymanın yüzey pürüzlülüğü üzerine çok fazla bir etkisi görülmemektedir.



Şekil 14. Taş cinsi 2 (EKR60K6V) için farklı yanal kayma değerlerinin talaş derinliğine bağlı olarak yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi (The effect of different lateral slip values depending on depth of cut on surface roughness for Wheel Type 4 (EKR46K6V))

Çoğu durumda yanal kayma yüksek tutularak orta talaş derinliği ve yüksek fener mili devrinde çok iyi yüzey pürüzlülüğü değerleri elde edilebilir.

Tüm taş cinsleri içinde en iyi yüzey pürüzlülüğü performansı $d=0.01$ mm talaş derinliğinde, yanal kayma 4 mm ve fener mili 240 dev/dak (rev/min) parametrelerinde taş cinsi 4 (EKR46K6V) tarafından elde edilmektedir.

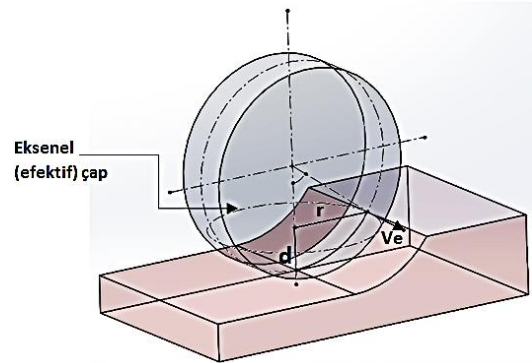
5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Geliştirilen yeni düzlem yüzey taşlama mekanizması (YTM)'nin uygulanması ile klasik düzlem yüzey taşlama yöntemine göre oldukça başarılı sonuçlar verdiği görülmektedir. Klasik düzlem yüzey taşlamada taşın ilerleme hareketi yönünde ve bu ilerlemeye dik ve farklı açılarda farklı yüzey pürüzlülük değerlerinin elde edildiği bilinmektedir. YTM ile taşlama mekanizması ile parça yüzeyinin her bölgesinde birbirine yakın yüzey pürüzlülük değerleri elde edilmiştir [34]. YTM mekanizması ile taşlama işlemi, klasik düzlem yüzey taşlama metoduna göre bazı kesme parametreleri ve taş cinslerinde daha iyi yüzey pürüzlülüğü değerleri elde edilmiştir [35]. Klasik düzlem yüzey taşlama metodunda belirli bir taşlama süresinden sonra taşın bileme ihtiyacı doğmakta, ancak YTM mekanizmasında, taşın elde edilen yeni dönme hareketi ile taş kendi kendini bileme özelliği elde etmekte ve ekstra bilemeye gerek kalmamaktadır.

Sonuçlar incelendiğinde ikinci dönme hareketi devrinin artması ile yüzey pürüzlülüğü değerlerinde çok daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Geliştirilen sistemde en yüksek ikinci dönme hareketindeki en yüksek dönme devri olan 240 dev/dak (rev/min) fener mili devrinde yüzey pürüzlülüğü değerlerinin en düşük olduğu görülmüştür.

YTM'de, çevresel dönme hareketinde kesme hızı $V=28$ m/dak (m/min) olarak alınmıştır. Bu değer klasik düzlem yüzey taşlama yöntemindeki değer ile aynıdır. Çevresel

çapı 75 mm olmasına karşılık seçilen talaş derinlikleri için aksel efektif çap daha küçüktür (Şekil 15).



Şekil 15. Efektif çap ve aksel dönme yarıçapı (r) gösterimi (Representation of effective diameter and axial rotation radius (r))

Şekil 15 incelendiğinde aksel (efektif) çap hesaplaması için (1) nolu formül kullanılır.

$$r = \sqrt{\frac{D^2}{2} - \left(\frac{D}{2} - d\right)^2} \quad (1)$$

(1) nolu formülden YTM'de kullanılan (d) talaş derinlikleri için aksel efektif çap (r) şu şekildedir;

$d=0,01$ mm talaş derinliği için

$$r=0,836 \text{ mm,}$$

$d=0,02$ mm “ “ “

$$r=1,183 \text{ mm,}$$

$d=0,03$ mm “ “ “

$$r=1,44 \text{ mm}$$

Bulunan aksel efektif çaplar (r), kesme hızı (V) formülünde yerine konursa;

$$V = \frac{\pi \cdot 2 \cdot r \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 0,836 \cdot 2.80}{1000} = 0,42 \text{ m/dk (m/min)} \quad (2)$$

olarak bulunur. Böylece her bir aksel efektif çapa karşılık hesaplanan kesme hızları, Çizelge 3'te gösterilmektedir.

Çizelge 3. Aksel efektif çaptaki kesme hızları değerleri (Cutting speed values in axial effective diameter)

Talaş derinliği (d) mm	Fener mili devirleri dev/dak (rev/min)		
	80	160	240
$d=0,01$	0,42 m/dak (m/min)	0,84 m/dak (m/min)	1,26 m/dak (m/min)
$d=0,02$	0,599 m/dak (m/min)	1,188 m/dak (m/min)	1,783 m/dak (m/min)
$d=0,03$	0,723 m/dak (m/min)	1,446 m/dak (m/min)	2,17 m/dak (m/min)

dönme devri buradan 7125 dev/dak (rev/min) olarak taş verilmiştir. YTM'de aksel dönme devri olarak da 80, 160 ve 240 dev/dak (rev/min) denenmiştir. Daha yüksek aksel dönme devirleri denenmelidir ve sonuçları incelenmelidir.

YTM'de aksel dönme devri olan 80, 160 ve 240 dev/dak (rev/min) değerlerine karşılık, talaş derinlikleri 0,01mm, 0,02 mm ve 0,03mm değerleri seçilmiştir. Böylece 9 farklı aksel kesme hızı elde edilmiştir. Taş

Çizelge 3'ten anlaşıldığı üzere talaş derinliği ve aksel dönme devrine karşılık kesme hızları çok düşük çıkmaktadır.

Tersine hesaplama yöntemi ile ideal kesme hızı $V=28$ m/dak (m/min) değeri aksel dönme hareketine uygulanırsa;

$d=0,03$ mm talaş derinliği için r değeri 1.44 mm olarak seçilip hesaplandığında

$$V = \frac{\pi \cdot r \cdot n}{1000} \quad (3)$$

buradan;

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot 2 \cdot r} = \frac{1000 \cdot 28}{3,14 \cdot 2 \cdot 1,44} = 3096 \text{ dev/dak (rev/min)} \quad (4)$$

olarak hesaplanır.

YTM için formül 4 de hesaplanan eksenel dönme devri 3096 dev/dak (rev/min), ideal kesme hızı için kullanılması gereken devir sayısıdır. YTM eksenel dönme devri olarak bu devirlere yakın devirlerde test edilmelidir.

Eksenel dönme devrinin yüksek seçilmesi durumunda balans ve titreşim faktörleri de göz önüne alınmalıdır. Geliştirilen sistemin prototip olduğu ve kesme parametreleri, konstrüksiyon ve yataklama özelliklerinin iyileştirilmesi ile gelecekte çok daha düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri elde edilecektir.

YTM'de yüksek talaş derinliklerinde yüzey pürüzlülüğü değerlerinde kararsızlıklar çıkmaktadır. Bunun; sistemdeki yapısal ve tasarıma yönelik eksikliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Tüm bu kararsız yapının ve titreşimlerin giderilmesine yönelik; daha hassas yataklama sağlanması, taş mili çapının artırılması, titreşim azaltıcı malzeme kullanılması, tezgah titreşimlerini engellemeye yönelik sistem iyileştirmeleri, rulman kalitesinin artırılması, helis dişli kullanılması, daha rijit bağlantı elemanlarının kullanılması gibi iyileştirmeler yapılabilir.

YTM, tüm dikey CNC işleme merkezlerine ve dik freze başlıklarına monte edilebilmektedir. Bu sebeple düzlem yüzey taşlama tezgâhlarına ihtiyaç minimum seviyeye inmektedir.

Geliştirilen sistem (YTM) CNC işleme merkezi tezgahlarında, CAM programlamadaki yüzey tarama metotları ile de taşlama tarama metodu farklı yöntemlerle denenebilir.

Geliştirilen mekanizmada sabit (tek) devirli bir motor (Şekil 2'de 3 nolu eleman) kullanılarak taşlama taşına tek bir devir verilmiştir. Servo motor kullanılarak taş devrine malzeme, taş cinsine ve sertliğine göre değişken devirler verilerek en iyi yüzey pürüzlülüğü değerleri elde edilebilir. YTM'de farklı taş çapları ile taşlama özellikleri araştırılabilir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Demir H. ve Güllü A., "Silindirik taşlamada yüzey pürüzlülüğü ve taşlama oranı ilişkisinin araştırılması", *Z.K.Ü. Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Teknoloji*, 1(2): 151-167, (1999).
- [2] Kalpakjian S., "Manufacturing process for engineering materials", *Addison-Wesley*, 120-121, (1991).
- [3] Demir H. ve Güllü A., "Taşlama parametrelerinin taşlama kalitesine etkilerinin incelenmesi", *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7: 189-198, (2001).
- [4] Savas V. and Ozay Ç., "Analysis of the surface roughness of tangential turn-milling for machining with end milling

cutter", *Journal of Materials Processing Technology*, 186: 279-283, (2007).

- [5] Gavas, M., Karacan, İ. and Kaya, E., "A novel method to improve surface quality in cylindrical grinding", *Experimental Techniques*, 35(1): 26-32, (2011).
- [6] Xie Y. and Williams J.A. "The generation of worn surfaces by the repeated interaction of parallel grooves", *Wear*, 164: 864-872, (1993).
- [7] Chen Xun and Rowe Brian W., "Analysis and simulation of the grinding process. part II: mechanics of grinding", *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 36: 883-896, (1996).
- [8] Kim S. and Ahn J.H., "Decision of dressing interval and depth by the direct measurement of the grinding wheel surface", *Journal of Materials Processing Technology*, 88: 190-194, (1999).
- [9] Gondi P., Mattogno G., Sili A. and Foderaro G., "Structural characteristics at surface and barkhausen noise in aisi 4340 steel after grinding", *Nondestructive Testing and Evaluation*, 10: 255-267, (1993).
- [10] Shaw M.C., "A production engineering approach to grinding temperatures", *Journal of Materials Processing Technology*, 44: 59-69, (1994).
- [11] Jae-Seob K., Sung-Bo S. and Yeong-D. J., "An analysis of grinding power and surface roughness in external cylindrical grinding of hardened scm440 steel using the response surface method", *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 46: 304-312, (2006).
- [12] Hassui A. A. and Diniz E., "Correlating surface roughness and vibration on plunge cylindrical grinding of steel", *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 43: 855-862, (2003).
- [13] Inasaki I. and Shi Y., "Grinding process simulation based on the wheel topography measurement", *Annals of the CIRP*, 45: 347-350, (1996).
- [14] Yui A. and Lee H., "Surface grinding with ultra high speed cbn wheel", *Journal of Materials Processing Technology*, 62: 393-396, (1996).
- [15] Warkentin A., Al-Mokhtar O. M. and Bauer R., "Application of shallow circumferential grooved wheels to creep-feed grinding", *Journal of Materials Processing Technology*, 213(5): 700-706, (2013).
- [16] Miller, M.H. and Dow, T.A., "Influence of the grinding wheel in the ductile grinding of brittle material: development and verification of kinematic based model", *ASME Journal of Manufacturing Science And Engineering*, 121: 638-646, (1999).
- [17] H.Z. Choi, S.W. Lee and H.D. Jeony, "A comparison of the cooling effects of compressed cold air and coolant for cylindrical grinding with a cbn wheel", *Journal of Materials Processing Technology*, 111: 265-268, (2001).
- [18] Chen, Xun and Rowe, W. Brian, "Analysis and simulation of the grinding process. part I: generation of the grinding wheel surface", *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 36: 871-882, (1996).
- [19] Ohmori H., Katahira K., Komotori J. and Mizutani M., "Functionalization of stainless steel surface through mirror-quality finish grinding", *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 57: 545-549, (2008).
- [20] Lai-Yuen, Susana K., and Yuan-Shin L., "Turn-Mill tool path planning and manufacturing cost analysis for

- complex parts machining”, *IIE Annual Conference, Proceedings, Norcross*, 1-6, (2002).
- [21] Suzuki K., Uematsu T. and Nakagawa T., "Highly efficient finishing of ceramics by helical scan grinding." *Proceedings of the International Conference on Machining of Advanced Materials, National Institute of Standards and Technology*, 17-20, (1993).
- [22] Rowe, W. B., "An intelligent multiagent approach for selection of grinding conditions”, *Annals of the CIRP*, 46: 233-238, (1997).
- [23] Badger, J. A. and Torrance, A. A., "A comparison of two models to predict grinding forces from wheel surface topography”, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 40: 1099-1120, (2000).
- [24] Challen J.M. and Oxley P.L.B., "An explanation of the different regimes of friction and wear using asperity deformation models”, *Wear*, 53: 229–243, (1978).
- [25] Williams J.A. and Xie Y., "The generation of wear surfaces by the interaction of parallel grooves”, *Wear*, 155: 363–379, (1992).
- [26] Xie Y. and Williams J.A., "The prediction of friction and wear when a soft surface slides against a harder rough surface”, *Wear*, 196: 21–34, (1996).
- [27] Agarwal S. and Rao P.V., "A new surface roughness prediction model for ceramic grinding”, *Journal of Engineering Manufacture*, 219: 811-821, (2005).
- [28] Kun Li and Liao T. W., "Modelling of ceramic grinding processes part 1. number of cutting points and grinding forces per grit”, *Journal of Materials Processing Technology*, 65: 1-10, (1997).
- [29] Hecker R. et al., "Grinding force and power modeling based on chip thickness analysis”, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 33: 449-459, (2007).
- [30] Chang H. C., Wang J. and Junz J., "A stochastic grinding force model considering random grit distribution”, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 48: 1335-1344, (2008).
- [31] Nguyen T. A. and Butler D. L., "Simulation of surface grinding process, part 2: interaction of the abrasive grain with the workpiece”, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 45: 1329-1336, (2005).
- [32] Salisbury E., Domala K. et al., "A three-dimensional geometric model for the surface texture generated by a single pass of the wheel in a surface grinding process”, *Manufacturing Science and Engineering*, 3: 363-375, (1995).
- [33] Doman D.A., Warkentin A. and Bauer R., "A survey of recent grinding wheel topography models”, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 46: 343-352, (2006).
- [34] Adıyaman O. "İkincil dönel eksenli ile klasik düzlem yüzey taşlama mekanizmasında kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisinin deneysel incelenmesi”, *Technological Applied Sciences*, 11(1): 10-23, (2016).
- [35] Adıyaman O. Ve Savaş V., "İkincil dönel eksenli ile klasik düzlem yüzey taşlama mekanizmalarının deneysel araştırılması”, *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 11(4): 21-36, (2014).