



S355J2+N ÇELİĞİNİN KARBÜR TAKIMLA FREZELENMESİNDE KESME PARAMETRELERİNİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Emre Berke AY*, Berat MADENCİ

M.F.K. Makina Freze Kalıp LTD. ŞTİ., Bursa, Türkiye

Anahtar Kelimeler

Yüzey Pürüzlülüğü,
S355J2+N,
Kesme Parametreleri.

Öz

Bu çalışmada, S355J2+N (ST52-3N) çeliğinin farklı kesme parametreleri kullanılarak frezelenmesi işleminde yüzey pürüzlülüklerinin değişimi incelenmiştir. Bu araştırma ile düşük yüzey pürüzlülükleri için ideal kesme parametrelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Soğutma sıvısı kullanılmadan 5 ayrı kesme hızı (90, 105, 120, 135 ve 150 m/dak), diş başına belirlenen 3 ayrı ilerleme hızı (0,08 - 0,12 ve 0,16 mm/diş) ve iki ayrı kesme derinliği (0,5 - 1 mm) değerlerinde frezeleme yöntemiyle talaş kaldırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Belirlenen kesme değişkenlerinin yüzey pürüzlülük değeri üzerinde yaptığı etkiler araştırılarak en iyi kesme parametreleri belirlenmeye çalışılmıştır. Yüzey pürüzlülüğündeki en uygun değer 0,5 mm kesme derinliği değerinde, 135 m/dak kesme hızı değerinde, 0,08 mm/diş ilerleme hızında, 0,34 µm olarak gözlemlenmiştir. En kötü yüzey pürüzlülük değeri ise 1 mm kesme derinliği değerinde, 150 m/dak kesme hızında 0,16 mm/diş ilerleme hızı için, 2,99 µm olarak gözlemlenmiştir. Yüzey pürüzlülük değeri kesme hızı değeri yükseldikçe azalmıştır. Fakat ilerleme hızı arttığında ise yüzey pürüzlülüğü değerinde artışların görüldüğü gözlemlenmiştir. Gözlemlenen bu durumun kesici takım aşınmasından kaynaklandığı gözlemlenmiştir.

EFFECT OF CUTTING PARAMETERS ON SURFACE ROUGHNESS IN MILLING S355J2+N STEEL USING CARBIDE TOOL

Keywords

Surface Roughness,
S355J2+N,
Cutting Parameters.

Abstract

In this study, the variation of surface roughness during the milling process of S355J2+N (ST52-3N) steel using different cutting parameters was investigated. The aim of this research was to determine the optimal cutting parameters for low surface roughness. Without the use of coolant, chip removal operations were performed using milling method at five different cutting speeds (90, 105, 120, 135, and 150 m/min), three different feed rates per tooth (0,08 - 0,12, and 0,16 mm/tooth), and two different cutting depths (0.5 - 1 mm). The effects of the determined cutting variables on surface roughness value were investigated to determine the best cutting parameters. The most suitable surface roughness value was observed at a cutting depth of 0.5 mm, cutting speed of 135 m/min, feed rate per tooth of 0.08 mm, with a value of 0.34 µm. The worst surface roughness value was observed for a cutting depth of 1 mm, cutting speed of 150 m/min, and feed rate per tooth of 0.16 mm, with a value of 2.99 µm. The surface roughness value decreased as the cutting speed increased. However, when the feed rate increased, increases in surface roughness value were observed. It has been observed that this situation is caused by cutting tool wear.

Alıntı / Cite

Ay, E.B., Madenci, B., (2024). S355J2+N Çeliğinin Karbür Takımla Frezelenmesinde Kesme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerindeki Etkisi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 12(4), 603-615.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)

E.B. Ay, 0009-0000-2612-7251
B. Madenci, 0000-0002-3458-832X

Makale Süreci / Article Process

Başvuru Tarihi / Submission Date	12.12.2023
Revizyon Tarihi / Revision Date	19.09.2024
Kabul Tarihi / Accepted Date	19.09.2024
Yayın Tarihi / Published Date	25.12.2024

* İlgili yazar / Corresponding author: berkeay@mfkmakina.com, +90-537-682-9747

EFFECT OF CUTTING PARAMETERS ON SURFACE ROUGHNESS IN MILLING S355J2+N STEEL WITH CARBIDE TOOL

Emre Berke Ay†, Berat Madenci

M.F.K. Makina Freze Kalıp LTD. ŞTİ., Bursa, Türkiye

Highlights

- Effects of cutting parameters on surface roughness
- Insert wear and its effects
- Machining S355J2+N steel with carbide tool.

Graphical Abstract

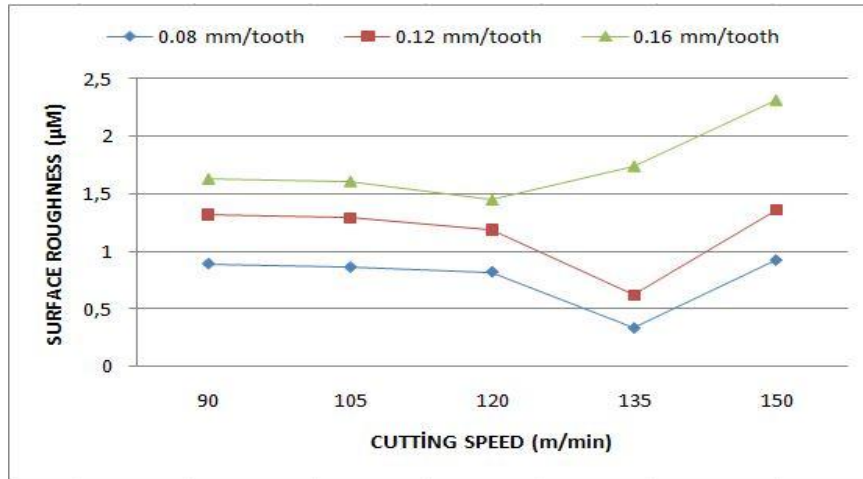


Figure. Effect of Cutting Speed on Surface Roughness at 0,5 mm Depth of Cut

Purpose and Scope

In this study, the effect of cutter parameters on surface roughness during the machining process with a carbide cutting tool was investigated.

Design/methodology/approach

In this study, surface roughness values were measured as a result of processing S355J2+N steel with the determined cutting parameters. Surface roughness values were determined with a surface roughness measuring device. Optimum cutting parameters were determined according to surface roughness values.

Findings

The best surface roughness value was observed as 0,34 µm at a cutting speed of 135 m/min, feed rate of 0,08 mm/tooth, and depth of cut of 0,5 mm. The worst surface roughness value was observed as 2,99 µm at a cutting speed of 300 m/min, feed rate of 0,16 mm/tooth, and depth of cut of 1 mm. It was observed that as the cutting speed value increased, the surface roughness value decreased. However, an increase was observed in surface roughness values at high cutting speed values. After a cutting speed of 135 m/min at feed rates of 0,08 mm/tooth and 0,12 mm/tooth within two cutting depths, an increase in surface roughness values occurs. This phenomenon occurs at a cutting speed of 120 m/min at a feed rate of 0.16 mm/tooth.

Originality

With the growth in production, interest in machining increased. One of the biggest reasons why machining is used so widely is that it allows the selection of the most accurate and most appropriate parameters and that the measurement integrity and surface quality can be achieved at the highest rates. This study is an original study in terms of determining surface roughness and optimum cutting parameters in the processing of S355J2+N structural steel with different parameters.

† Corresponding author: berkeay@mfkmakina.com, +90-537-682-9747

1. Giriş (Introduction)

Günümüzde en yaygın kullanılan üretim yöntemlerinden bir tanesi de talaşlı imalattır. Talaşlı imalatın bu kadar yaygın kullanılmasının en büyük sebeplerinden biri, en doğru ve en uygun parametrelerin seçilmesine imkan sağlaması ve ölçü bütünlüğünü ve yüzey kalitesini en yüksek oranlarda elde edilebilmesidir. Yüzey kalitesi parçaların performansı ve mekanik ömrü açısından da büyük önem arz etmektedir (Günay, 2008). Talaşlı imalat proseslerinde üretilen ürünlerin benzer kalitelere üretilmesi için çeşitli araştırmalar devam etmektedir. Yüzey pürüzlülüğü bu araştırma alanlarından bir tanesidir. Kesici takımlardan veya üretim prosesindeki doğabilecek diğer problemlerin sebep olduğu yüzey düzensizliklerine pürüzlülük adı verilir (Özlü vd., 2014). Yüzey pürüzlülüğü çapraz ilerleme izleri gibi diğer düzensizlikleri kapsar. Parçalarda yapılan işlemlerin amacı, yalnızca parçalara bir form vermek değil, bu parçaları teknik resimde istenen yüzey, geometri ve boyut bakımından belirli bir doğruluk aralığında üretmektir. Bu parçanın kalitesini belirlemektedir. İşlemin kalitesi; parça yüzeyinin düzgünlüğü, ölçüsünün istenen normlara uygunluğu ve parça geometrisinin doğruluğu olarak değerlendirilebilir (Işık ve Çakır, 2001). Bu çalışmanın amacı kullanılan karbür kesici takımının belirtilen kesme parametreleriyle ilişkili olarak, ortalama yüzey pürüzlülüğü üzerinde ki etkisini incelemektir.

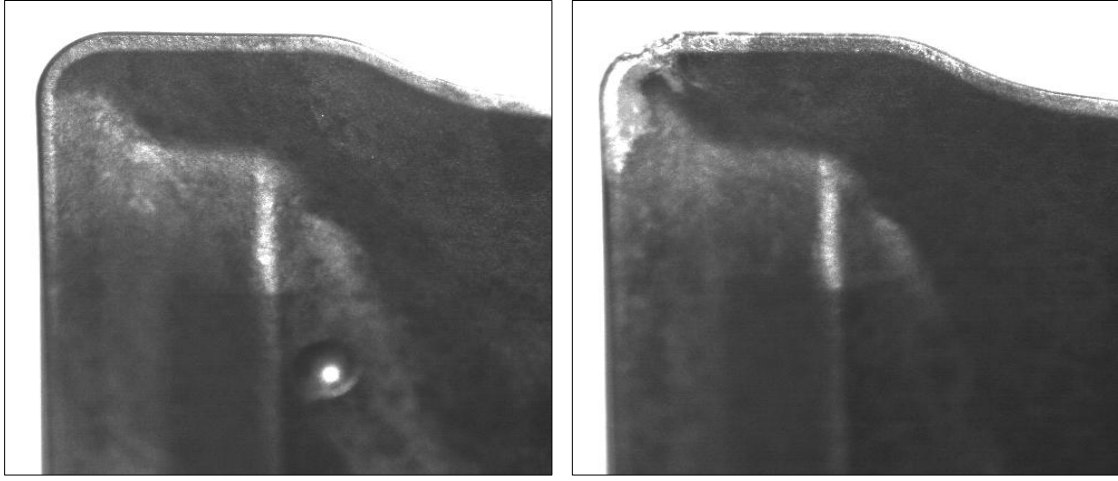
1.1. Yüzey Pürüzlülüğü Değişimine Etki Eden Parametreler (Parameters Affecting Surface Roughness Change)

İşlenen yüzeylerin işleme performansı üzerindeki önemli rollerden biri yüzeylerin kalitesidir. İşlenen yüzeyin kalitesi, korozyon direncini, yorulma mukavemetini ve sürtünme ömrünü önemsenecek seviyede iyileştirir. Yüzey pürüzlülük değeri ayrıca yüzeyde sürtünmeye sebep olan aşınma, temas, yağ filminin tutulması, ısı iletimi ve dağıtılması yeteneği, direnç ömrü veya kaplama gibi parçaların çeşitli işlevsel özelliklerini de etkiler. Bu nedenle yüzeyin istenilen bütünlüğü genellikle istenilen yüzey kalitesine ulaşabilmek için uygun işleme yöntemleri seçilir. Talaşlı imalatta yüzey pürüzlülüğünü etkileyen faktörler aşağıdaki gibidir:

- Takım tezgahının rijitlik durumu
- Takım tutucu rijitlik durumu
- Kesme parametreleri
- Takım aşınmasının etkileri
- Takım geometrisi
- Yataklama sisteminden kaynaklanan hatalar
- Malzemenin mekanik özellikleri
- Soğutma sıvısının etkileri (Akin, 2014)

1.2. Kesici Uç Aşınması ve Etkileri (Insert Wear and Its Effects)

Yüzey pürüzlülüğüne etki eden en önemli parametrelerden biri de kesici ucun aşınmasıdır. Aşınan kesici uçlar kesme işlemini istenilen şekilde gerçekleştirememekte ve bu durum yüzey pürüzlülüğü üzerinde artırıcı bir etki göstermektedir. Deneylerde kullanılan 2 köşeli karbür kesici takım ucunun talaş kaldırma işlemi gerçekleştirmeden önce ve bütün ilerleme ve kesme hızlarında talaş kaldırma işlemine maruz kaldıktan sonraki hali Şekil 1'de gösterilmiştir. Bu görsellerde görüldüğü üzere kesme derinliği, kesme hızı ve ilerleme hızı arttıkça takımın üzerine etki eden kuvvetler artmakta bu da takımın üzerinde aşınmalar meydana getirmektedir (Kayır vd., 2013).



a.

b.

Şekil 1. a. Kullanılmamış karbür kesici uç **b.** 1 mm talaş derinliği 150 m/dak kesme hızı 0,16 mm/diş ilerleme hızı parametreleriyle talaş kaldırma işlemi sonucunda karbür kesici uç (**a.**Unused carbide insert **b.** After the chip removal process with parameters of 1 mm chip depth, 150 m/min cutting speed and 0,16 mm/tooth feed rate carbide cutting insert)

2. Kaynak Araştırması (Literature Review)

Çetin ve arkadaşları çalışmalarında kaplamasız sermet takım kullanarak AISI 6150 (50CrV4) çeliğinin talaş kaldırma işleminde kesme değişkenlerinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisini deneysel olarak incelemişlerdir. Yaptıkları deneylerde belirledikleri 5 farklı kesme hızı, 3 farklı ilerleme hızı ve 2 farklı kesme derinliği değeri kullanmışlardır. Çalışmaları sonucunda ilerleme hızının ve kesme derinliğinin arttırılmasıyla yüzey pürüzlülüğünün arttığını görmüşler ve bunun sonucunda iki parametrenin de yüzey pürüzlülüğü ile doğru orantılı olduğu kanısına varmışlardır (Çetin vd., 2011).

Ceviz çalışmasında kaplamalı ve kaplamasız üç farklı kesici takım kullanarak Ç1050 imalat çeliğinin talaş kaldırma işleminde kesme parametrelerinin değişkenliğinin yüzey pürüzlülüğüne etkisi deneysel olarak incelenmiştir. Yaptığı bu deneyde 3 farklı kesme hızı, 3 farklı ilerleme ve 3 farklı kesme derinliği değerleri kullanmıştır. Yapılan deneyler sonucunda kaplamalı karbür takımı kullanarak deneydeki en yüksek kesme hızında kaplamasız kesici takımına oranla çok daha iyi olduğu anlaşılmıştır (Ceviz, 2015).

Özlu yapmış olduğu çalışmasında P20S çeliğinin frezelenmesi sırasında kullanılan farklı kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğüne ve teorik yorulma ömrüne olan etkisini araştırmıştır. Yapmış olduğu bu çalışmada CVD yöntemi ile TiCN/AL203/TiN kaplanmış karbür kesici takım kullanmıştır. Deneyler sırasında 2 farklı kesme hızı, 3 farklı ilerleme ve 2 farklı kesme derinliği değerleri kullanmıştır. Deneyler sonucunda elde etmiş olduğu verilere göre kesme hızının artması ve ilerleme hızı ile kesme derinliğinin azalması yüzey pürüzlülüğü ve teorik yorulma ömrü üzerinde olumlu bir etki yarattığını görmüştür (Özlu, 2022).

Nas ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmalarında PVD yöntemiyle kaplanmış kesici takımlar kullanarak AISI 1050 çeliğinin yüzey frezeleme işleminde yüzey pürüzlülüğüne etki eden değişkenlerin matematiksel olarak modellenmesini incelemişlerdir. Yaptıkları bu çalışmada aynı ölçülerde 4 farklı AISI 1050 iş parçası kullanmışlar. Kullanılan her iş parçası üzerinde kesme parametrelerini değiştirerek birçok deney yapmışlardır. Yaptıkları deneyler sonucunda kesme hızı, ilerleme hızı ve kesicide ki diş sayısı parametrelerinin birbirleriyle eşlenik olduğu farklı kombinasyonlarda en düşük yüzey pürüzlülüğü değerlerinin yakalanabileceği anlaşılmıştır (Nas vd., 2012).

Çiftçi çalışmasında 38MnSiV5S çeliğini kaplamalı sert maden uçlarıyla simetrik düzlem yüzey frezeleme yöntemi kullanarak talaş kaldırma işlemi uygulamıştır. Bu işlem sırasında 4 farklı kesme derinliği, 4 farklı ilerleme hızı ve 4 farklı kesme hızı değeri kullanmış ve kesme parametrelerinin talaşlı işlenebilirliğine ve yüzey pürüzlülüğüne olan etkisini incelemiştir. Yaptığı deneyler sonucunda kesme hızının artmasıyla ortalama yüzey pürüzlülüğünde iyileşme olduğunu bildirmiştir (Çiftçi, 2005).

Yıldız ve Dilipak yapmış oldukları çalışmalarında AISI 304 VE AISI 316 L paslanmaz çeliklerini karbür kaplamalı kesici takım kullanarak frezelemiş olup, bu çalışma esnasında farklı kesme parametreleri kullanmışlardır ve bu şekilde kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğünde ki etkisini araştırmışlardır. Çalışmada üç farklı kesme hızı, üç farklı ilerleme ve sabit kesme derinliği kullanılmışlardır. Yaptıkları deneyler sonucunda ilerleme hızının yüzey pürüzlülüğü üzerinde ki etkili parametre olduğu anlaşılmıştır (Yıldız ve Dilipak, 2019).

Mamedov kalıp çeliğinin işlenmesinde kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğüne olan etkisini Taguchi metodu kullanarak deneysel olarak incelemiştir. Elde edilen sinyal/gürültü oranlarına bakılarak yüzey pürüzlülüğüne etki eden parametreleri kesme derinliği, radyal dalma oranı, ilerleme hızı ve iş mili devri olarak belirtmiştir. Deney sonuçlarına göre yüzey kalitesini arttırmak için radyal dalma oranının diğer parametrelere göre daha etkili olduğunu ve bunu sırasıyla kesme derinliği iş mili devri, ilerleme hızı parametrelerinin takip ettiğini belirtmiştir (Mamedov, 2021).

Memiş ve Turgut AISI 2205 paslanmaz çeliğin CNC tornada işlenmesi sırasında kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülük değeri ve kesme kuvvetleri üzerindeki etkilerini deneysel bir çalışmayla araştırmışlardır. İki farklı talaş kırma formuna sahip kesici takımlarla birlikte tek kesme derinliği, 5 farklı kesme ve 3 farklı ilerleme hızında deneyler yapılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda en az yüzey pürüzlülüğü değeri NR4 koduna sahip talaş kırma formuna sahip olan kesici uç ile sağlanmıştır. Her iki kesici içinde ilerleme hızının yüzey pürüzlülüğü ile doğru orantılı olduğu sonucuna varmışlardır (Memiş ve Turgut, 2020).

Şirin ve arkadaşları çalışmalarında AISI D2 soğuk takım çeliğinin karbür kesici takım frezeleme işleminden sonra yüzey pürüzlülük değerlerini ve takım aşınmalarını deneysel olarak incelemiştir. Yapılan deneylerde seçilen 4 değişik kesme hızı 3 değişik ilerleme hızı ve sabit bir talaş kaldırma derinliği kullanılmıştır. Düşük ilerleme hızı ve kesme hızı değerlerinde düşük yüzey pürüzlülük değerleri elde etmişlerdir (Şirin vd., 2012).

Gökkaya ve arkadaşları AISI 1030 çeliğine sabit kesme derinliğinde 3 farklı kesme hızı ve 5 farklı ilerleme hızı parametreleriyle sementit karbür kesici takım kullanarak talaş kaldırma işlemi gerçekleştirmiştir. Bu deney sonucunda kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisini araştırmışlardır (Gökkaya vd., 2006).

Bu çalışmada düşük yüzey pürüzlülükleri için ideal kesme parametrelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Talaş kaldırılacak malzeme olarak daha önce literatürde çalışma yapılmamış olan S355J2+N (ST52-3N) seçilmiştir. Malzemenin seçilme nedeni makina, kara ve demiryolları araçlarının imalatında kullanılan yüksek dayanıma sahip bir malzeme olmasıdır. Bu ürünlerde iyi bir ürün yüzeyi istenildiğinden bu çalışmamızda S355J2+N malzemesinin PVP yöntemiyle titanyum kaplanmış karbür kesici ile 5 ayrı kesme hızı değeri, 3 ayrı ilerleme hızı ve 2 ayrı kesme derinliği parametreleriyle frezelenerek en iyi yüzey pürüzlülüğü değerinin elde edilmesi amaçlanmıştır.

3. Materyal ve Yöntem (Material and Method)

3.1. Önerilen Yöntem (Proposed Method)

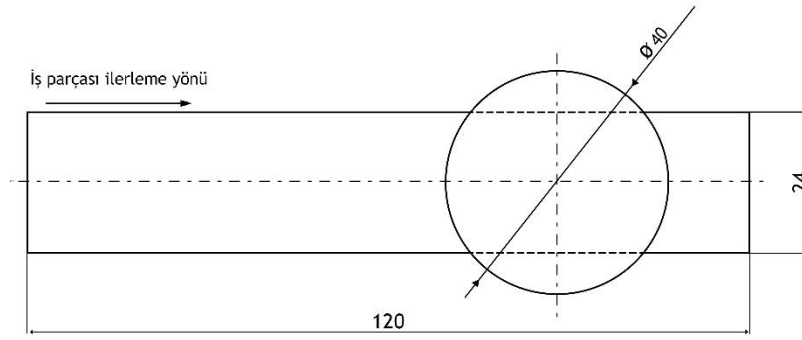
Yapılan deneysel çalışmalarda kullanılmak üzere iş parçası malzeme cinsi olarak otomotiv, raylı sistemler ve çelik konstrüksiyon gibi endüstride geniş kullanım alanına sahip olan S355J2+N(ST52-3N) yapı çeliği belirlenmiştir. Deneylerde kullanılmak üzere seçilen örneklerin kimyasal bileşenleri ve Brinell sertliği türünden değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Deney malzemesi cinsi ve özellikleri (Test material type and properties)

Malzeme	Sertlik HB	Kimyasal Bileşen % Ağırlık					
		C	Si	Mn	P	S	N
S355J2+N (St52-3N)	140-190	Maksimum 0,22	Maksimum 0,55	Maksimum 1,60	Maksimum 0,035	Maksimum 0,035	Maksimum 0,009

ISO 8688-1 standardı gereğince deneyde numune olarak seçilen talaş kaldırılacak malzemenin boyutları, kullanılan kesici takımın çapının en az 3 katı olacak kadar boya ve 0,6 katı olacak kadar kesme genişliğine sahip olması önerilmektedir.

Kesici takım çapı 40 mm olduğundan dolayı, işlemek üzere hazırlanmış olan numunelerin boyu 120 mm, eni 24 mm'dir. Yapılan deneylerde aynı kesme yönü ve simetrik frezeleme yöntemi kullanılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. İşleme sırasında iş parçası ve kesici takımın durumu ve kullanılan iş parçası ölçüleri (Workpiece dimensions and condition of the workpiece and cutting tool during machining)

3.2. Kesme Parametreleri, Kesici Takım ve Takım Tutucu (Cutting Parameters, Cutting Tool and Tool Holder)

Deneylerde kesici takımın imalatçı firması tarafından önerilen kesme parametreleri dikkate alınmıştır. Deneylerde 5 farklı ($V_c=90, 105, 120, 135, 150$ m/dak) kesme hızı, 3 farklı ($f=0,08-0,12$ ve $0,16$ mm/diş) ilerleme hızı ve iki farklı ($0,5$ ve 1 mm) kesme derinliği değeri belirlenmiş olup çalışmalar bu değerlere göre yapılmıştır. Bu çalışmada KYOCERA firması tarafında üretilmiş olan THN03420 kodlu 4 ağızlı 90 derece takım kafası ve BDMT170408ERJT kodlu PVD yöntemiyle titanyum alaşım kaplı karbür kesici takım uçları kullanılarak yüzeyden frezeleme yöntemiyle talaş kaldırma deneyleri yapılmıştır. Deneyde kullanılan karbür tüm kesme hızlarında ve kesme derinliğinde yenisi ile değiştirilmiş olup toplam 40 adet karbür kesici uç kullanılmıştır. Kullanılan kesici uçlara ait olan özellikler Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Deney kesici uçlara ait bilgiler (Kyocera 2022-2023 general catalog) (Information on inserts)

Kesici Uç Türü	Firma Kodu	Kesici uç ISO Kodu	Kalite
PVD Yöntemiyle Kaplamalı Karbür Değiştirilebilir Frezeleme Ucu	TLC00405	BDMT170408ER-JT	PR1535

3.3. CNC Tezgah, Yüzey Pürüzlülüğü Ölçme Aleti ve Takım Ölçüm Ünitesi (CNC Machine, Surface Roughness Measuring Tool and Tool Measuring Unit)

Bu makalede yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesi için gerçekleştirilen deneyler M.F.K. Makina Freze Kalıp Oto Yan Sanayi İmalat İnşaat ve Pazarlama Sanayi Ve Ticaret Limited Şirketi talaşlı imalat bölümünde bulunan DMG MORI CMX 70 U marka modellenmiş CNC işleme merkezinde yapılmıştır (Şekil 3). Deneylerde kullanılmış olan işleme merkezinin teknik özellikleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Kullanılan CNC işleme merkezinin özellikler (Features of the CNC vertical machining center used)

Model: DMG MORI - CMX 70 U 5 Eksen İşleme Merkezi			
Kontrol Tipi	SIEMENS 840D SL	Devir Sayısı	20 - 12.000 dev/dak
X Eksen Hareket Aralığı	750 mm	Motor Gücü	13 kW
Y Eksen Hareket Aralığı	600 mm	X, Y, Z Hızlı İlerleme	30 - 30 - 30 m/dak
Z Eksen Hareket Aralığı	520 mm	Kesme İlerlemesi	1 - 30000 mm/dak



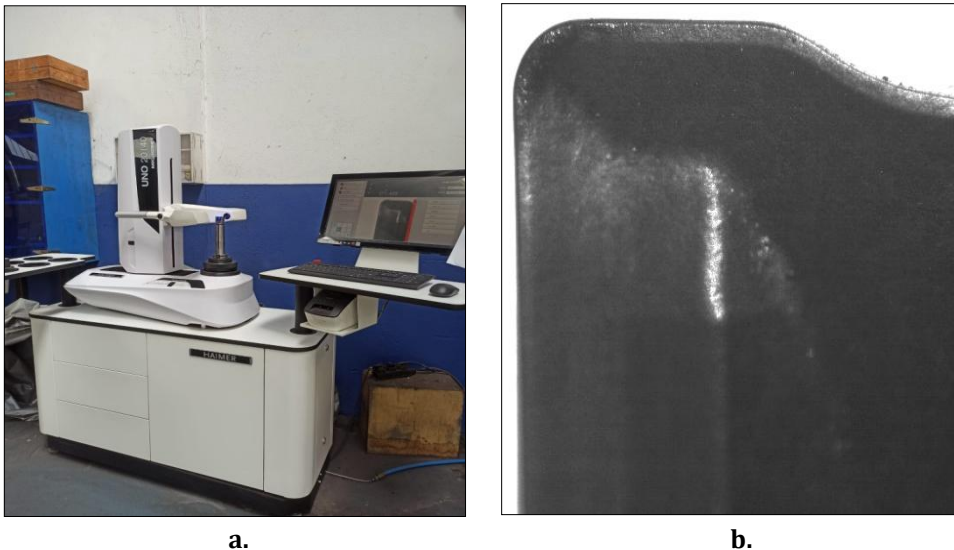
Şekil 3. İşleme merkezi (Machining center)

İşleme sonrasında parça üzerinde oluşan yüzey pürüzlülüğü değerlerinin ölçülebilmesi için TIME marka 3110 model yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı kullanılmıştır (Şekil 4). Cihaz iş parçası üzerinde ölçüm yapılmadan önce özel referans standartlar kullanılarak kalibre edilmiştir. Belirlenen parametrelere göre yapılan her deneyin bitiminde iş parçası üzerinde aynı eksen üzerinde olan 3 farklı noktadan ölçüm değerleri ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) olarak alınmıştır.



Şekil 4. Yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı ve kullanımı (Surface roughness measurement device and its use)

İşleme sonrasında takım ucunda meydana gelen aşınmaları gözlemlemek için M.F.K. Makina Freze Kalıp Oto Yan Sanayi İmalat İnşaat Ve Pazarlama Sanayi Ve Ticaret Limited Şirketi'nde bulunan takım ölçme ve ayarlama cihazı olan HAİMER UNO 20|40 cihazı kullanılmıştır (Şekil 5).



a.

b.

Şekil 5. a. Takım ölçme cihazı b. 0,5 mm talaş derinliği 120 m/dak kesme hızı 0,16 mm/diş ilerleme hızı parametreleriyle talaş kaldırma işlemi sonucunda karbür kesici uç (a. Tool measuring device b. After the chip removal process with parameters of 0,5 mm chip depth, 120 m/min cutting speed and 0,16 mm/tooth feed rate carbide cutting insert)

4. Deneysel Sonuçlar (Experimental Results)

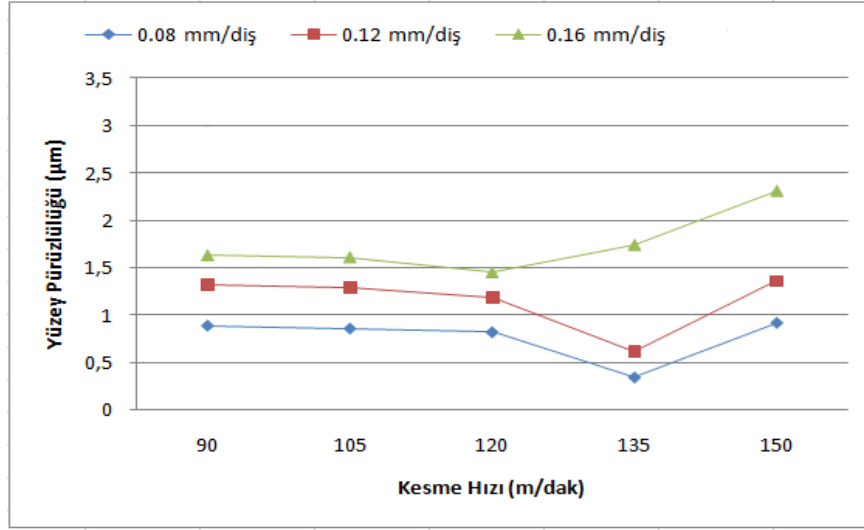
Deneysel olarak kullanılan S355J2+N genel yapı çeliğinden imal edilen numuneler ile yapılan yüzey talaş kaldırma deneylerinde 5 ayrı kesme hızı (90, 105, 120, 135, 150 m/dak), 3 ayrı ilerleme hızında (0,08- 0,12 ve 0,16 mm/diş) ve 2 ayrı kesme derinliği değerinde (0,5-1 mm) ortaya çıkan ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri Tablo 4' de belirtilmiştir.

Tablo 4. S355J2+N çeliğinin yüzey frezelenmesi sırasında ölçülen yüzey pürüzlülük değerleri (Surface roughness values measured during surface milling of S355J2+N steel)

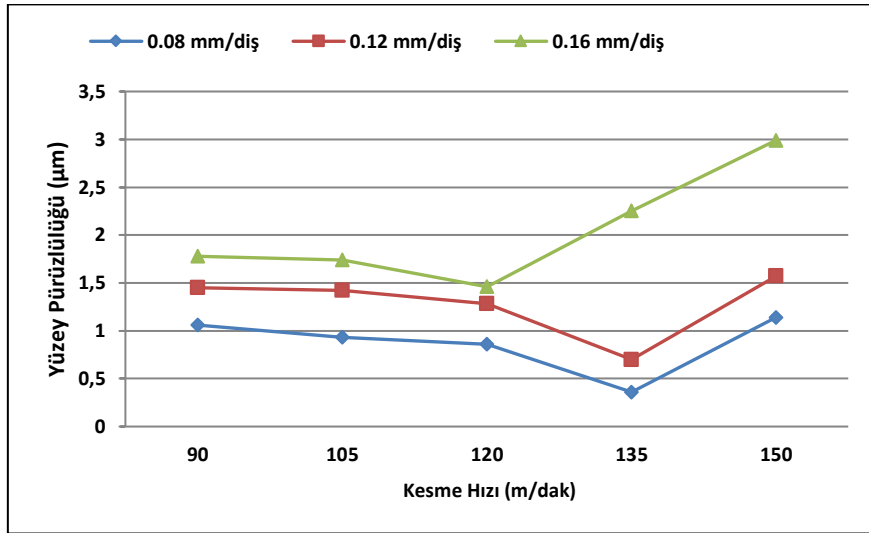
Kesme derinliği (mm)	Kesme Hızı (m/dak)	İlerleme Hız (mm/diş)	Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü (µm)	Kesme derinliği (mm)	Kesme Hızı (m/dak)	İlerleme Hız (mm/diş)	Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü (µm)
0,5	90	0,08	0,89	1	90	0,08	1,06
		0,12	1,32			0,12	1,45
		0,16	1,63			0,16	1,78
	105	0,08	0,86		105	0,08	0,93
		0,12	1,29			0,12	1,42
		0,16	1,61			0,16	1,74
	120	0,08	0,82		120	0,08	0,86
		0,12	1,19			0,12	1,28
		0,16	1,45			0,16	1,46
	135	0,08	0,34		135	0,08	0,36
		0,12	0,62			0,12	0,70
		0,16	1,74			0,16	2,25
	150	0,08	0,92		150	0,08	1,14
		0,12	1,36			0,12	1,57
		0,16	2,31			0,16	2,99

4.1. Kesme Hızına Bağlı Olarak Yüzey Pürüzlülüğündeki Değişim (Change in Surface Roughness Depending on Cutting Speed)

Yapılan çalışmada karbür freze takım kullanılarak 5 ayrı kesme hızı değeri, 3 ayrı ilerleme hızı, 2 ayrı kesme derinliğinde yüzeyden frezeleme yöntemi kullanılarak talaş kaldırma deneyleri yapılmıştır. Yapılan deneylerde kesme hızının yüzey pürüzlülük değeri üzerindeki ilişkisi Şekil 6 ve Şekil 7'deki grafikler üzerinde görülmektedir. Bu grafiklere bakıldığında 0,08 mm/diş ilerleme ve 0,12 mm/diş ilerleme hızlarındaki kesme hızı değerinin 135 m/dak'ya değin artırılması ile yüzey pürüzlülük değerinde düşüş meydana gelmiştir. Kesme hızının arttıkça yüzey pürüzlülüğünün azalmasını literatüre baktığımız zaman kesme hızı artınca oluşan sıcaklıktan olduğu düşünüldüğü belirtilmiştir. 135 m/dak değerinden sonra kesme hızının 150 m/dak'ya artırılmasıyla yüzey pürüzlülük değerinin yükseldiği gözlemlenmiştir. Literatürde ki önceden yapılmış olan çalışmalara baktığımız zaman da (Nas, 2008; Çetin vd., 2011) aynı sonuçları görmekteyiz. 0,16 mm/diş ilerleme hızında ise aynı durum 120 m/dak kesme hızında meydana gelmiştir. 0,16 mm/diş ilerlemede kesme hızında meydana gelen artış yüzey pürüzlülüğünün daha hızlı kötüleşmesi ve ilerleme hızının yükselmesi ile kesici takımında meydana gelen aşınmadan kaynaklandığı düşünülmektedir (Nas, 2008).

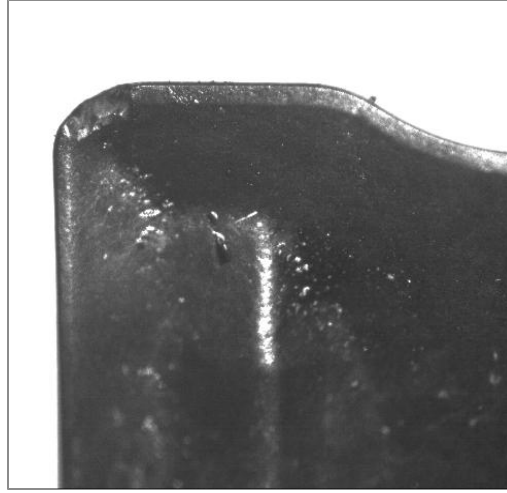


Şekil 6. 0,5 mm kesme derinliğinde kesme hızının yüzey pürüzlülük değerine etkisi (Effect of cutting speed on surface roughness value at 0.5 mm cutting depth)



Şekil 7. 1 mm kesme derinliğinde kesme hızının yüzey pürüzlülük değerine etkisi (Effect of cutting speed on surface roughness value at 1 mm cutting depth)

Kesme hızının artışının yüzey pürüzlülüğü değerindeki en iyi düşüş değeri 0,5 mm kesme derinliği değerinde (Şekil 6), 0,08 mm/diş ilerleme hızında kesme hızının 120 m/dak'dan 135 m/dak'ya çıkarılmasının ardından yüzey pürüzlülüğü değerinin 0,82 µm'den 0,34 µm'ye düşmesi ile %58,53 olarak ölçülmüştür. Kesme hızı değerinin yüzey pürüzlülüğü değeri üzerindeki en önemli yükselişi ise 1 mm kesme derinliğinde (Şekil 7), 0,08 mm/diş ilerleme hızında kesme hızı değerinin 135 m/dak'dan 150 m/dak'ya yükselmesi ile yüzey pürüzlülüğü değerinin 0,36 µm'den 1,14 µm'ye çıkması durumunda %216,66 olarak ölçülmüştür. Bu değerde meydana gelen ani ve büyük değişimin sebebinin işleme şartlarının ağırlaşmasıyla ilişkili olarak takım aşınmasının hızlanmaya başlamasından ve kesme derinliğinin artmasıyla kesici ucun maruz kaldığı talaş kalınlığının artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kesme derinliğinin yüzey pürüzlülüğüne doğrudan etkisi olduğu önceden yapılmış olan çalışmalardan anlaşılmaktadır. Çetin yaptığı çalışmada aynı kesme hızı ve ilerleme hızında kesme derinliği parametresini değiştirmiş olup buna bağlı olarak yüzey pürüzlülüğünde artış olduğunu gözlemlemiştir. Bu artışın sebebinin kesme derinliği arttıkça talaş kesit alanının artması ve basınca maruz kalmasıyla kesici uçta deformasyon olduğundan kaynaklandığını belirtmiştir (Çetin vd., 2011).



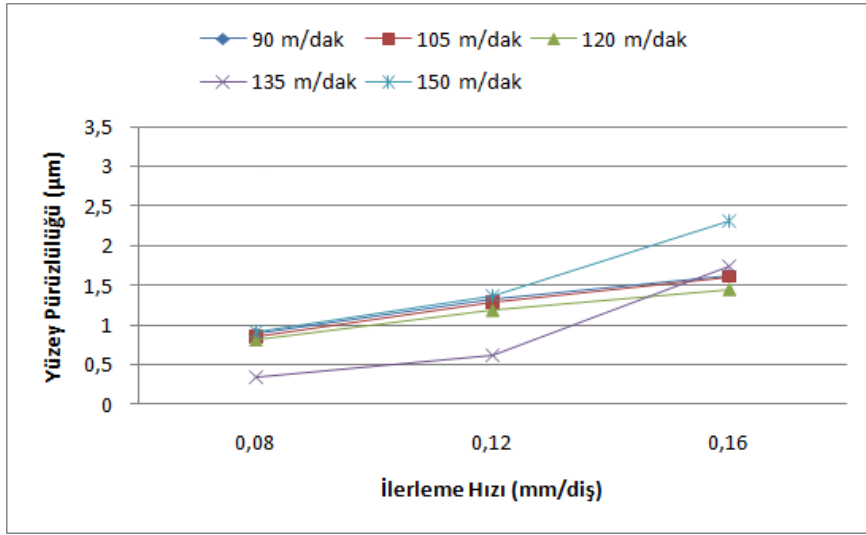
Şekil 8. 1 mm talaş derinliği 150 m/dak kesme hızı 0,16 mm/diş ilerleme hızı parametreleriyle talaş kaldırma işlemi sonucunda karbür kesici uç (After the chip removal process with parameters of 1 mm chip depth, 150 m/min cutting speed and 0,16 mm/tooth feed rate carbide cutting insert)

4.2.İlerleme Değerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi (Effect of Feed Value on Surface Roughness)

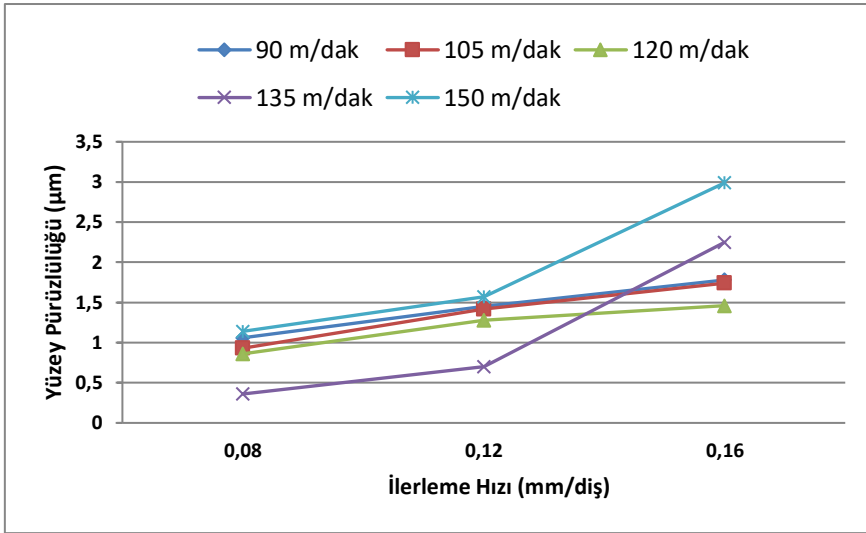
Yüzey pürüzlülüğü ile ilerleme hızının doğru orantısı literatürde bilinmektedir (Çiftçi, 2004; Uğur, 2019; Yılmaz v.d., 2020). Yüzey pürüzlülük değerini azaltmak amacıyla ilerleme hızının azaltılması sıkça kullanılan bir uygulamadır. Şekil 10 ve Şekil 11'deki grafikler incelendiğinde tüm kesme hızı değerleri için ilerleme hızı miktarındaki artış ile yüzey pürüzlülüğü değerlerinde artış meydana geldiği gözlemlenmektedir. Bu durum ilerlemedeki artışın yüzey pürüzlülüğü ile birinci dereceden bir ilişki olduğunu göstermektedir. En iyi yüzey pürüzlülüğü değerleri tüm hızlarda ve kesme derinliğinde 0,8 mm/diş ilerleme hızında görülmüş olup en kötü yüzey pürüzlülük değeri 0,16 mm/diş ilerleme hızında gerçekleşmiştir. 90 m/dak, 105 m/dak ve 120 m/dak kesme hızlarındaki ilerleme hızının artmasının ardından yüzey pürüzlülüğünde meydana gelen değişim bir önceki değerlerle benzerlik göstermektedir. Fakat 135 m/dak ve 150 m/dak'da ilerleme hızının 0,12 mm/diş değerinden 0,16 mm/diş değerine yükselmesinden sonra yüzey pürüzlülük değerindeki artış daha fazla olmaktadır. Bu durumun sebebinin artan kesme parametrelerine bağlı olarak kesici takımının birikinti talaş, aşınma, çentik, aşırı ısı oluşumu ve titreşime daha fazla maruz kalması ve yan yüzeylerinde meydana gelen aşınmanın artmaya başlaması olarak düşünülmektedir (Gökkaya v.d., 2006). İlerleme değerinin azalmasıyla birlikte yüzey pürüzlülük değerlerinin iyileştiği ve kesme hızının yükselmesiyle takım aşınmalarının artmasına literatürde de yer verilmiştir. Bu çalışmada da benzer bir durum tespit edilmiştir (Sari, 2008; Çetin vd., 2011).



Şekil 9. 0,5 mm talaş derinliği 150 m/dak kesme hızı 0,12 mm/diş ilerleme hızı parametreleriyle talaş kaldırma işlemi sonucunda karbür kesici uç (After the chip removal process with parameters of 0,5 mm chip depth, 150 m/min cutting speed and 0,12 mm/tooth feed rate carbide cutting insert)



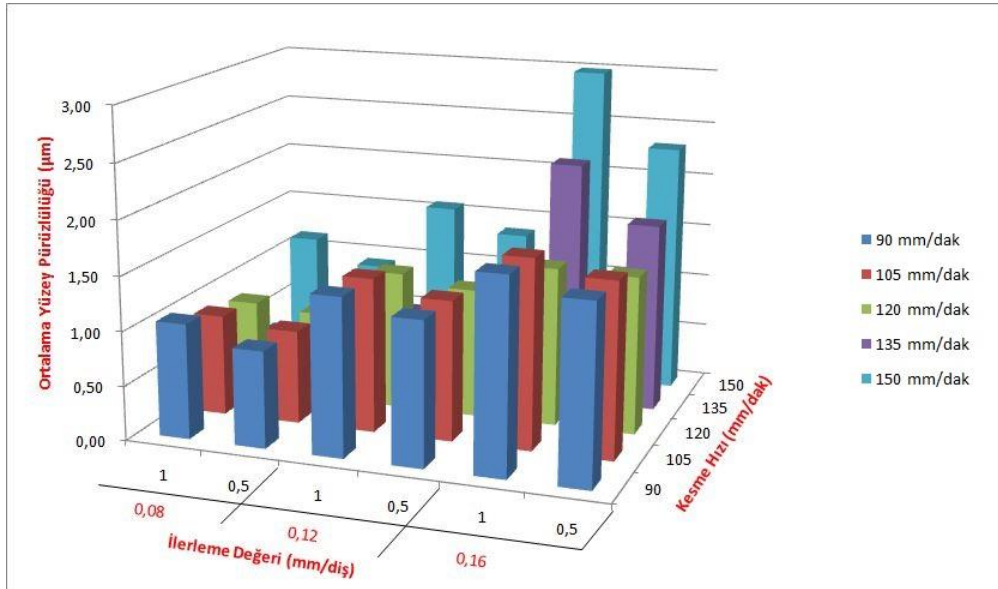
Şekil 10. 0,5 mm kesme derinliğinde ilerleme hızının yüzey pürüzlülük değerine etkisi (Effect of feed speed on surface roughness value at 0,5 mm cutting depth)



Şekil 11. 1 mm kesme derinliğinde ilerleme hızının yüzey pürüzlülük değerine etkisi (Effect of feed speed on surface roughness value at 1 mm cutting depth)

4.3. Kesme Derinliğinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi (Effect of Cutting Depth on Surface Roughness)

Yapılan çalışmada Şekil 12'deki grafikte görüldüğü gibi kesme derinliği artınca tüm kesme hızlarında ve ilerleme hızlarında yüzey pürüzlülüğü artmıştır. Kesme derinliğinin yüzey pürüzlülüğüne doğrudan etki ettiği görülmektedir.



Şekil 12. Kesme derinliğinin tüm kesme hızı ve ilerleme değerlerindeki yüzey pürüzlülüğüne etkisi (Effect of cutting depth on surface roughness at all cutting speed and feed values)

Kesme derinliğinin 0,5 mm'den 1 mm'ye artırılmasıyla yüzey pürüzlülüğünde ki en büyük artış 150 m/dak kesme hızında 0,16 mm/diş ilerleme hızında olmuştur. Yüzey pürüzlülük değeri 2,31 µm'den 2,99 µm 'ye %29,44'lük bir artış göstermiştir. En düşük değişim ise 120 m/dak kesme hızında 0,16 ilerleme hızında görülmüştür. Yüzey pürüzlülük değeri 1,45 µm değerinden 1,46 µm değerine %0,69'lük bir artış göstermiştir. Literatürde önceki yapılmış olan çalışmalara baktığımız zaman da Çetin ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada kesme derinliğini arttırınca yüzey pürüzlülüğünün arttığını görmüşlerdir. (Çetin vd., 2011; İnce vd., 2015).

5. Sonuç (Result)

Bu çalışmada S355j2+N yapı çeliği 5 ayrı kesme hızı değerinde, 3 ayrı ilerleme hızında ve 2 ayrı kesme derinliği değerinde karbür kesici takımla talaş kaldırma işlemi yapılmıştır. Belirlenen kesme değişkenlerinin yüzey pürüzlülük değeri üzerindeki etkileri incelenmiştir. En iyi yüzey pürüzlülük değeri için gereken işleme değişkenleri belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan çalışma neticesinde aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

Yüzey pürüzlülüğünün en iyi olduğu değer 135 m/dak kesme hızı değeri, deneydeki en düşük ilerleme hızı parametresi olan 0,08 mm/diş ilerleme hızı, en düşük talaş derinliği olan 0,5 mm talaşa girme derinliğinde 0,34 µm olarak gözlemlenmiştir.

Yüzey pürüzlülüğünün en kötü olduğu değer ise 150 m/dak kesme hızı değeri, 0,16 mm/diş ilerleme hızında, 1 mm kesme derinliği değerinde 2,99 µm olarak gözlemlenmiştir.

Yüzey pürüzlülük değeri kesme hızı değeri yükseldikçe azalmıştır. Fakat kesme hızlarının kritik değer üzerine çıktığı durumlarda ise yüzey pürüzlülüğü değerinde artışların meydana geldiği gözlemlenmiştir. Bu durumun takım aşınmasından kaynaklandığı gözlemlenmiştir.

Her iki farklı kesme derinliği için de 0,08 mm/diş ilerleme ve 0,12 mm/diş ilerleme hızlarında, 135 m/dak kesme hızı değerinden sonra yüzey pürüzlülüğü değerlerinde artma meydana gelirken, 0,16 mm/diş ilerleme hızında ise gözlemlenen bu artış 120 m/dak kesme hızı değerinde gerçekleşmiştir. Bu sonuç ilerleme hızındaki artışın takım aşınması için efektif bir rol oynadığını göstermektedir.

Kesme derinliği değerinin ve ilerleme hızının artırılması ile yüzey pürüzlülük değerlerinde artış olduğu görülmektedir. Bu sonuç her iki değişkenin de yüzey pürüzlülük değeri ile aynı yönlü olduğunu göstermektedir.

Kesme derinliğinin yüzey pürüzlülük değerine etkisi ise artan kesme derinliğiyle beraber kaldırılan talaşın kesit alanının da artması ve buna bağlı olarak kesici ucun maruz kaldığı sıcaklık ve basınç değerlerinin yükselmesi ile kesici uçta meydana gelen deformasyonların artarak yüzey pürüzlülüğüne olumsuz yönde etkiler bırakmasıdır.

Teşekkür (Acknowledgement)

Bu çalışma M.F.K. Makina Freze Kalıp Oto Yan Sanayi İmalat İnşaat ve Pazarlama Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi tarafından desteklenmektedir. Destek ve katkılarından dolayı kendilerine teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması (Conflict of Interest)

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir. No conflict of interest was declared by the authors.

Kaynaklar (References)

- Akin, B. (2014). Aısı 316l Paslanmaz Çeliklerin Tornalanmasında Yüzey Pürüzlülüğünün İncelenmesi (Master's Thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Ceviz, M., (2015). Kesici Takım, Kesme Hizi Ve Malzeme Cinsinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 1-91.
- Çetin, M., Bilgin, M., Ulaş, H. B., & Tandıroğlu, A. (2011). Kaplamasız Sermet Takımla Aısı 6150 Çeliğinin Frezelenmesinde Kesme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi. EJVOC (Electronic Journal Of Vocational Colleges), 1(1), 168-176.
- Çiftçi, İ., (2004). Aisi 304 Ostenitik Paslanmaz Çeliğin Kaplanmış Sementit Karbür Kesici Takımla İşlenmesi Esnasında Oluşan Takım Aşınması. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt:20, No:2, 205-209.
- Çiftçi, K. (2005). Mikroalaşımli Çeliklerin Frezelenmesinde Kesme Parametrelerinin Talaşlı İşlenebilirliğe Etkisinin İncelenmesi (Doctoral Dissertation, Marmara Üniversitesi (Turkey)).
- Gökkaya, H., Sur, G., Dilipak, H., (2006). Kaplamasız Sementit Karbür Kesici Takım Ve Kesme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 12 (1),59-64.
- Günay, M., (2008). Investigation Of The Interaction Between The Surface Quality And Rake Angle In Machining Of Aisi 1040 Steel. Mühendislik Ve Fen Bilimleri Dergisi, 26 (2), 105-111.
- İşık, Y., & Çakır, M. C. (2001). Hız Çeliği Takımlar İçin Kesme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkilerinin Deneysel Olarak İncelenmesi. Teknoloji, 4.
- İnce, M. A., Asiltürk, İ., (2015). Effects Of Cutting Tool Parameters On Surface Roughness. International Refereed Journal Of Engineering And Science, 4 (8), 15-22
- Kayır, Y., Aslan, S., & Aytürk, A. (2013). Aısı 316ti Paslanmaz Çeliğin Tornalanmasında Kesici Uç Etkisinin Taguchi Yöntemi İle Analizi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 28(2).
- Kyocera Firmasi, 2022-2023 General Catalog
- Mamedov, A., (2021). Taguchi Yöntemleri Kullanılarak Frezeleme İşleminde Kesme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisinin Araştırılması. Mühendis Ve Makine, 62 (703), 321-331.
- Memiş F., Turgut, Y., (2020). Aisi 2205 Dupleks Paslanmaz Çeliğin Cnc Torna Tezgahında İşlenmesinde Yüzey Pürüzlülüğü Ve Kesme Kuvvetlerinin Deneysel Araştırılması. İmalat Teknolojileri Ve Uygulamaları, 1 (1), 22-33.
- Nas, E. (2008). Frezeleme İşleminde Kesici Uç Sayısının Titreşim Ve Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisinin İncelenmesi (Master's Thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Nas, E., Samtaş, G., & Demir, H.. (2012). Cnc Frezelemede Yüzey Pürüzlülüğüne Etki Eden Parametrelerin Matematiksel Olarak Modellenmesi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 18(1), 47-59.
- Özlü, B. (2022). P20s Plastik Kalıp Çeliğinin Frezelenmesinde Kesme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğü Ve Teorik Yorulma Ömrüne Etkisi. Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 8(2), 393-405.
- Özlü, B., Demir, H., & Nas, E. (2014). Cnc Tornalama İşleminde Yüzey Pürüzlülüğü Ve Kesme Kuvvetlerine Etki Eden Parametrelerin Matematiksel Olarak Modellenmesi. İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 3(2), 75-86.
- Sari, H. (2008). Frezelemede Takım Geometrisi Ve Tirlama Titreşimlerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkileri (Master's Thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Şirin, E., Turgut, Y., Korkut, İ., (2012). Farkli Sertlikteki Aisi D2 Soğuk İş Takım Çeliğinin Frezeleme İşleminde Kesme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğü Ve Takım Aşınmasına Etkisi. Politeknik Dergisi, 15 (1), 9-14.
- Uğur, L., (2019). 7075 Alüminyum Malzemesinin Frezelenmesinde Yüzey Pürüzlülüğünün Yanıt Yüzey Yöntemi İle İyileştirilmesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12 (1), 326-335.
- Yıldız, T., & Dilipak, H., (2019). Paslanmaz Çeliklerin Frezelenmesinde Kesme Parametrelerinin Kesme Kuvveti Ve Yüzey Pürüzlülüğü Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması . Isas 2019, 3. International Symposium On Innovative Approaches İn Scientific Studies (Pp.190-195)
- Yılmaz B., Güllü, A., (2020). Aisi 1050 Çeliğin Tornalanmasında Kesme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğü Ve Talaş Oluşumu Üzerine Etkilerinin Araştırılması, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 26 (4),628-633.