



Dubleks 1.4462 Paslanmaz Çeliğin Tornalanmasında Kesme Parametrelerinin İşlenebilirlik Üzerine Etkisi

Ahmet MAVİ^{1,*} Gültekin UZUN²

¹Gazi Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Mekatronik Bölümü, 06374, Yenimahalle/ANKARA

²Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İmalat Müh. Bölümü, 06500, Yenimahalle/ANKARA

Öz

Bu çalışmada, yüksek mekanik özelliklerinden dolayı kullanım alanı gün geçtikçe artan Dupleks 1.4462 paslanmaz çeliğin tornalanmasında kesme parametreleri ve kesici takım talaş açısının işlenebilirlik üzerine etkileri incelenmiştir. Deneyler, sabit kesme hızında (80 m/dak), iki farklı ilerleme değeri (0,225-0,3 mm/dev) ve üç farklı kesme derinliğinde (0,75-1-1,25 mm) gerçekleştirilmiştir. Kesme deneylerinde ticari kalitesi SNMG120408-QM ve SNMG120408-SMR olan PVD 1105 TiAlN kaplamalı sementit karbür kesici takımlar kullanılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda esas kesme kuvveti ve ortala yüzey pürüzlülüğü açısından en iyi sonuç 0,75 mm kesme derinliğinde, 0,225 ilerleme miktarında ve SMR talaş formuna sahip kesici takımla sağlanmıştır.

Makale Bilgisi

Başvuru: 21/02/2017

Düzeltilme: 06/06/2017

Kabul: 06/06/2017

Anahtar Kelimeler

Dubleks Paslanmaz Çelik
Kesme Kuvveti
Yüzey Pürüzlülüğü
İşlenebilirlik

Keywords

Duplex Stainless Steel
Cutting Force
Surface Roughness
Machinability

The Effect of Cutting Parameters on Machinability in Turning of Duplex 1.4462 Stainless Steels

Abstract

In this study, effects of cutting parameters and cutting tool formation on machinability were examined in Duplex 1.4462 stainless steel in turning which is increasingly used due to its high mechanical properties. Experiments were carried out at constant cutting speed (80 m / min), two different feeds (0.225-0.3 mm / rev) and three different cutting depths (0.75-1-1.25 mm). In cutting experiments, trade grade SNMG120408-QM and SNMG120408-SMR PVD 1105 TiAlN coated carbide cutting tools were used. As a result of the tests performed, the best results were obtained with a cutting depth of 0,75 mm, a feed rate of 0.225, and a SMR chip form in terms of the average cutting force and the average roughness of the surface.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Paslanmaz çelikler, krom oranı yüksek karbon oranı ise düşük çelik türleridir. Bileşimlerinde Cr, Ni, Mo, N gibi alaşım elementleri de içermektedir. Çeliklerde paslanmaz özelliğinin oluşması için bileşimlerinde en az % 12 oranında krom olması gerekmektedir. Paslanmaz çelikler, sahip oldukları mekanik özellikleri ve alaşım elementlerinin oranlarına göre 5 ana grupta toplanırlar (Martenzitik, Ferritik, Östenitik, Çökelme sertleşmeli, Çift fazlı (dubleks) paslanmaz çelikler) [1]. Paslanmaz çeliklerin yeni bir türü olan duplex paslanmaz çelikler son yıllarda oldukça önem kazanmıştır. Ferrit ve östenitten oluşan dubleks paslanmaz çelikler, Latince’de “iki parçadan oluşan” anlamına gelir. Yapıda bulunan östenit süneklik ve genel korozyon dayanımı sağlarken ferrit mekanik dayanım ve gerilmeli korozyon çatlağına karşı dayanım sağlar. Ferrit yapının katılaşması sırasında oluşabilecek sıcak termal çatlaklıkların giderilmesi için malzeme içerisine düşük miktarda kükürt (S) ve fosfor (P) ilave edilir. Ferritik paslanmaz çelikler yüksek gerilim korozyon direncine, östenitik çelikler de yüksek süneklik, tokluk ve kaynak kabiliyetine sahiptir. Dupleks paslanmaz çelikler ise bu iki yapının (Ferritik+Östenitik) özelliklerini üzerinde barındırır. Dupleks paslanmaz çelikler, yüksek mekanik özelliklerinden dolayı daha ince kesitli parçaların kullanılmasına

*Ahmet MAVİ, e-mail: amavi@gazi.edu.tr

olanak sağlar [2]. Dupleks paslanmaz çelikler östenit ve ferrit fazlarını eşit oranlarında içerirler. Sağladıkları üstün mekanik özellikler ve korozyon dayanımı nedeniyle birçok alanda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır [3,4].

Malzemelerin işleme esnasında verdiği tepkiler işlenebilirliği araştırmak için en iyi stratejidir. Bu tepkiler aynı zamanda temel soruların ne olduğu konusunda fikir oluşturur ve odaklanmayı gerektiren konular hakkında bilgi verir. Dupleks paslanmaz çeliklerin alaşımlarının işlenebilirliğini araştıran bazı çalışmalar mevcuttur. Carlborg, sementit karbür takımların performansını karşılaştırmak için dört adet dupleks ve bir adet yüksek alaşımlı östenitik çelik kullanmıştır. Çalışmalarında takım ömrü ve takım aşınmasını araştırmışlardır [5]. Grzegory ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada Dupleks paslanmaz çeliklerin kaplamalı ve kaplamasız karbür takımlarla işlenmesinde kesme parametrelerinin takım ömrü üzerine etkilerine bakmışlar ve sonuç olarak kesme hızının artması ile takım ömrünün azaldığını görmüşlerdir. Aynı zamanda kaplamalı takımların ömür açısından daha iyi sonuçlar verdiği gözlenmiştir [6]. Braham-Bouchnak ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada, dupleks paslanmaz çeliklerin yüksek basınçlı su ile soğutulmuş olarak işlenmesi sırasında oluşan takım aşınmasını incelemişler ve kuru kesmeye göre yüksek basınçlı işlemede daha iyi yüzeyler elde etmişlerdir. Aynı zamanda basınçlı soğutma ile takım ömrü %20 artmıştır [7].

Yapılan çalışmalara bakıldığında Dupleks paslanmaz çeliklerde kesici takım talaş kırıcı formunun kesme kuvveti ve yüzey pürüzlülüğü üzerine bir araştırma yapılmadığı görülmektedir. Bu çalışmada Dupleks paslanmaz çeliklerin işlenmesinde, kesme parametreleri ve kesici takım talaş kırıcı formunun yüzey pürüzlülüğü ve kesme kuvvetleri üzerine etkileri incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT (MATERIAL AND METHOD)

2.1. İş Parçası Numunesi (Workpiece)

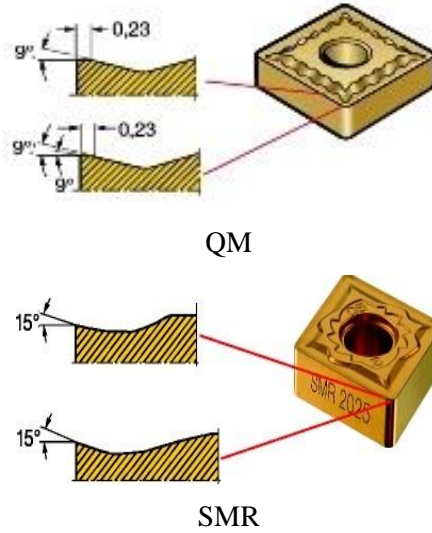
Yapılan çalışmada Dupleks 1.4462 kalite paslanmaz çelik deney malzemesi olarak seçilmiştir. Deneylerde kullanılan Dupleks 1.4462 kalite paslanmaz çeliğin özellikleri Tablo 1'de görülmektedir.

Tablo 1. Dupleks (1.4462) kalite paslanmaz çeliğin kimyasal bileşimi ve mekanik özellikleri.

Kimyasal Bileşimi	
Elementler	% Ağırlık
C	0,03
Mn	2,0
P	0,035
S	0,015
Si	1,0
Cr	21-23
Mo	2,5-3,5
Ni	4,5-6,5
Mekanik Özellikleri	
Sertlik (HB)	270
Akma Muk. (N/mm ²)	450
Çekme Muk. (N/mm ²)	650-880
Uzama	25

2.2. Deneylerde Kullanılan Takım Tezgâhı ve Kesici Takım (Machine and Cutting Tool Used in Experiments)

Deneylerde Sandvik firması tarafından üretilen ticari kalite SNMG120408-QM ve SNMG120408-SMR olan PVD 1105 TiAlN kaplamalı sementit karbür kesici takımlar kullanılmıştır. Kesici takım uç geometrileri Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Kesici takım uç geometrileri

İşleme Deneyleri, Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Müh. bölümünde bulunan sanayi tipi CNC torna tezgâhında yapılmıştır. Tezgâh FANUC kontrol ünitesine sahip ve 10 KW güçte olup, tezgâh iş mili 4500 dev/dak’ya kadar çıkmaktadır.

2.3. Deney Sonuçlarının Ölçülmesi (Measurement of Test Results)

Yapılan deneyler sonucunda oluşan kuvvetler KISTLER 9257A tipi piezoelektrik dinamometre ile ölçülmüştür.

Yapılan deneyler sonucunda oluşan yüzey pürüzlülük değerlerinin ölçümünde MAHR-Perthometer M1 taşınabilir yüzey pürüzlülük cihazı kullanılmıştır. Bu cihaz ölçümleri Ra, Rz ve Rmax cinsinden okuyabilmektedir. Yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazında örnekleme uzunluğu 5,6 mm ve kesme uzunluğu 0,8 mm ve olarak ayarlanmıştır. Her bir deney yapıldıktan sonra oluşan yüzeylerden iş parçası kendi ekseninde 120° döndürülerek üç defa ölçüm yapılmış ve bu ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalaması alınmıştır.

Kesici takımlar üzerindeki aşınma ve malzeme yapışmaları AM413ZT Polarize Dijital Mikroskop ile 50X büyütme yapılarak görüntülenmiştir.

2.4. Deney Parametreleri (Experiment Parameters)

Deneyler, ISO 3685’e göre kesici takımı üreten firmanın katalog değerleri göz önüne alınarak Tablo 2’de verilen değerler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her bir deneyde yeni bir uç kullanılmıştır. Deneyler kuru kesme şartlarında gerçekleştirilmiştir. Deneylerde tek kesme hızı, iki farklı ilerleme oranı ve üç farklı kesme derinliği seçilmiştir.

Tablo 2. Kesme şartları.

Kesme Hızı, V (m/dk)	80
İlerleme, f (mm/dev)	0,225-,03
Talaş Derinliği, a (mm)	0,75-1-1,25

Şekil 2’de kullanılan cihazlar ve deney düzeneği verilmiştir.

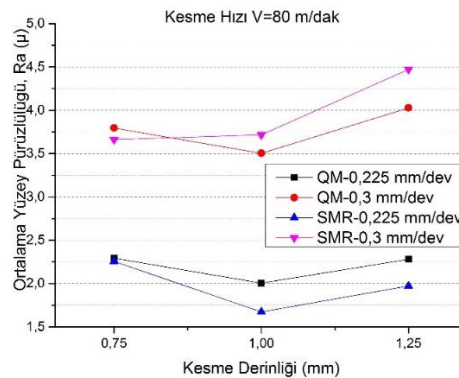
**Şekil 2. Deney düzeneği ve kullanılan cihazlar**

3. DENEYSEL VERİLER VE TARTIŞMA (EXPERIMENTAL DATA AND DISCUSSION)

3.1. Kesme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkisi (Effect of Cutting Parameters on Surface Roughness)

İlerleme miktarı ve kesme derinliğine bağlı olarak ölçülen kesme kuvvetleri Şekil 3’te grafik halinde verilmiştir.

Şekil 3 incelendiğinde ilerleme miktarının artması ile ortalama yüzey pürüzlülüğü de %50 ile %120 oranında artmıştır. İlerleme miktarının artması ile ortalama yüzey pürüzlülüğünün artması beklenen bir eğilimdir [8-9]. Grafik incelendiğinde bütün kesicilerde kesme derinliğinin 0.75 mm den 1 mm’ye çıkması ile genel olarak yüzey pürüzlülüğünde bir düşüş, kesme derinliğinin 1 mm’den 1.25 mm’ye çıkması ile de bir artış eğilimi görülmüştür. Bu durum kesici takımında kesme derinliğinin artması ile oluşan yığıntı talaş (BUE) oluşumu ile açıklanabilir. Kesici uç üzerindeki yığıntı talaş kesici takım üzerinden iş parçası malzemesine yapışarak kesici takımın bir parçasıymış gibi davranır buda talaş derinliğini ve kesicinin kesme geometrisini değiştirir. Böylece yeni oluşan düzensiz yapıdaki kesici takım geometrisi işlenen parçanın yüzey pürüzlülüğünde değişikliklere neden olur [10]-[12]. İlk kesme derinliği artışı ile yığıntı talaşın azaldığı, tekrar kesme derinliğinin artışı ile yığıntı talaşın arttığı Tablo 3’te açıkça görülmektedir.



Şekil 3. Kesici takım talaş kırıcı formunun İlerleme miktarı ve kesme derinliğine bağlı olarak ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri.


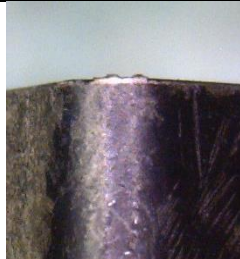
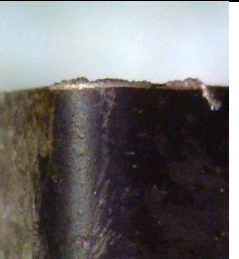
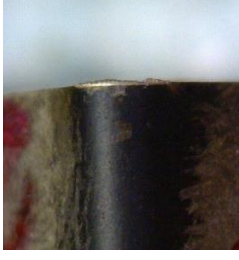
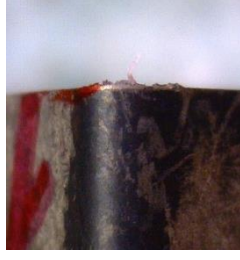
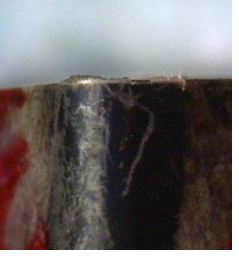


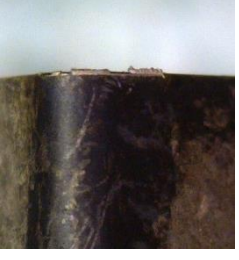
Tablo 3 incelendiğinde takımlar üzerindeki yığıntı talaş oluşumu açıkça görülmektedir. QM talaş formunda SMR talaş formuna göre daha fazla yığıntı talaş oluşmuştur. Bu durum QM kesicinin talaş açısının düşük oluşu ve kesme kenarı geometrisi ile açıklanabilir. Talaş açısının artmasıyla talaş tahliyesi kolaylaşmış ve SMR talaş kırıcı formunda yığıntı talaş oluşumunun daha az olmasına neden olduğu kanısına varılmıştır.

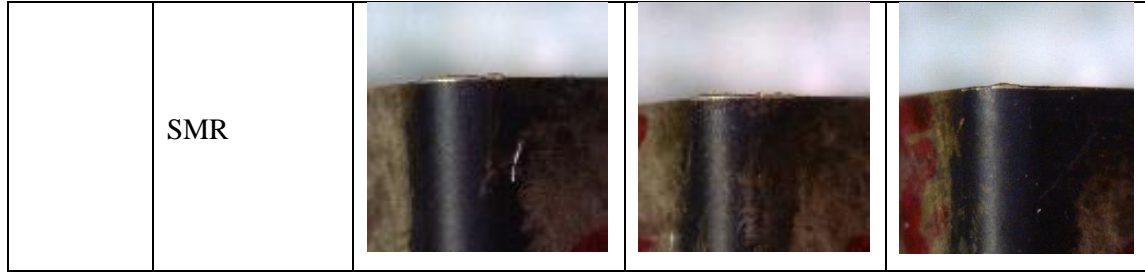
Kesici takım talaş kırıcı formlarının (QM- SMR) değişimine bağlı olarak oluşan yüzey pürüzlülük sonuçları incelendiğinde genel olarak en iyi yüzey pürüzlülük değeri SMR talaş kırıcı formunda, daha sonra da QM talaş kırıcı formunda elde edilmiştir. Bu durum SMR talaş kırıcı formunun 15° talaş açısına ve QM talaş kırıcı formunun da 9° talaş açısına sahip olmasına atfedilmiştir. Talaş açısının artması ile yüzey pürüzlülük değerlerinin düştüğü bilinmektedir [13].

3.2. Kesme Parametrelerinin Esas Kesme Kuvveti Üzerine Etkisi (The Effect of Cutting Parameters on Main Cutting Force)

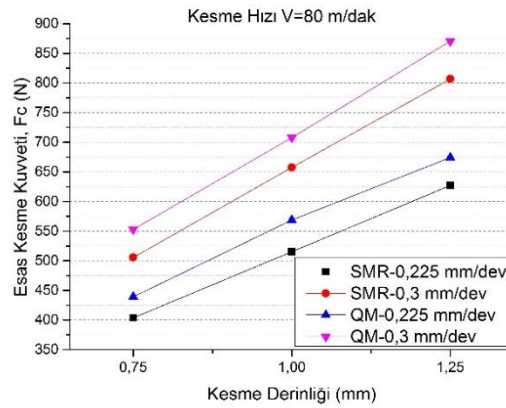
Bu çalışmada, kuvvet bileşenlerinden olan esas kesme kuvveti dikkate alınmıştır. Esas kesme kuvvetinin sabit kesme hızında (80 m/dak), ilerleme miktarı, kesme derinliği ve kesici takım formuna bağlı olarak değişimleri Şekil 4'te grafik halinde verilmiştir.

Tablo 3. 50X büyütme ile çekilmiş takım resimleri

İlerleme (mm/dev)	Talaş Formu	Kesme derinliği (mm)		
		0.75	1	1.25
0.225	QM			
	SMR			
0.3	QM			

Tablo 3(devam). 50X büyütme ile çekilmiş takım resimleri

Şekil 4. incelendiğinde kesme derinliğinin artması ile esas kesme kuvvetlerinin hepsinde bir artış gözlenmiştir. Bu durumun başlıca sebebi kesme derinliğinin artması ile artan talaş hacmidir. Grafikte görüldüğü gibi esas kesme kuvvetlerinde artışa sebep olan bir diğer husus ise ilerleme miktarının artmasıdır. Esas kesme kuvvetini belirleyen en önemli faktörlerden biri talaş kesit alanıdır. Talaş kesitini etkileyen faktörlerin başında da ilerleme miktarı gelir. Dolayısıyla esas kesme kuvvetlerinin artmasındaki etkenlerden birisi de ilerleme miktarındaki artıştır. Şekil 4'te görüldüğü gibi ilerleme miktarında meydana gelen %33'lük değişime karşılık esas kesme kuvveti ortalama %25 seviyelerinde artmıştır. İlerleme miktarının artması ile talaş kesit alanı da artmaktadır. Böylece ilerlemedeki artışa paralel olarak kesme kuvvetlerinin de artması beklenen bir eğilimdir [14].



Şekil 4. Kesici takım talaş kırıcı formunun İlerleme miktarı ve Kesme Derinliğine bağlı olarak Esas Kesme Kuvveti değerleri.

Grafikte QM talaş kırıcı formuna sahip kesicilerle yapılan deneylerde esas kesme kuvvetinin daha düşük çıktığı görülmektedir. Tüm ilerleme değerlerinde QM talaş kırıcı formuna sahip kesicilerde SMR talaş kırıcı formuna sahip kesicilere göre daha düşük esas kesme kuvveti değerleri ölçülmüştür. Bu durumun başlıca sebebi talaş kaldırma sırasında oluşan takım-talaş temas uzunluğudur. Takım-talaş temas uzunluğunu belirleyen etmenlerden birisi ve en önemlisi talaş açısıdır. SMR talaş kırıcı formunun 15° talaş açısına ve QM talaş kırıcı formunun da 9° talaş açısına sahip olması kesme kuvvetlerinin değişimini belirleyen bir durumdur. Talaş açısı arttıkça takım-talaş temas uzunluğu azalır ve kesme kuvvetleri düşer. Talaş açısı azaldıkça takım-talaş temas uzunluğu artar ve buda kesme kuvvetlerinin artmasına neden olur [15]-[17].

5. SONUÇ (CONCLUSION)

Bu çalışmada dubleks paslanmaz çeliklerin işlenmesinde, kesme parametreleri ve kesici takım talaş formunun yüzey pürüzlülüğü ve kesme kuvvetleri üzerine etkileri incelenmiştir. Yapılan deneysel çalışma sonucunda elde edilen bulgular aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- Esas kesme kuvvetleri ve ortalama yüzey pürüzlülüğü açısından en iyi sonuçlar ilerlemenin en düşük olduğu kesme parametrelerinde ortaya çıkmıştır.
- İlerleme miktarı arttıkça esas kesme kuvvetleri ve ortalama yüzey pürüzlülüğü artmıştır.
- SMR talaş formuna sahip kesici takımlar QM talaş formuna sahip kesici takımlara göre daha iyi sonuçlar vermiştir.
- Kesme derinliğinin ortalama yüzey pürüzlülüğü ve esas kesme kuvvetlerini belirleyen önemli bir etken olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Kaluç E, Taban E. “Paslanmaz Çelikler, Geliştirilen Yeni Türleri ve Kaynak Edilebilirlikleri”. TMMOB, İstanbul, 2007.
- [2] Ciofu F, Nioata A, Dobrota D. “Welds in the Duplex Stainless Steel”. Fascicle of Management and Technological Engineering, Volume 19, 2010.
- [3] Badji R, Bouabdallah M, Bacroix B, Kahloun C, Bettahar K, Kherrouba N. “Effect of Solution Treatment Temperature on the Precipitation Kinetic of σ Phase in 2205 Duplex Stainless Steel Welds”. Materials Science and Engineering, 496(1-2), 447–454, 2008.
- [4] Nowacki J, Lukojc A. “Structure and Properties of the Heat-Affected Zone of Duplex Steels Welded Joints”. Journal of Materials Processing Technology, 164–165, 1074–1081, 2005.
- [5] Carlborg C. “Machinability of duplex stainless steel”. Proceedings of Duplex Stainless Steel, 1 (1), 683–696, 1991.
- [6] Królczyk G, Gajek M, Legutko S. “Effect Of The Cutting Parameters Impact on Tool Life in Duplex Stainless Steel Turning Process”. Tehnički vjesnik, 20(4), 587-592, 2013.
- [7] Braham-Bouchnak T, Germain G, Robert P, Lebrun J.L. “High Pressure Water Jet Assisted Machining Of Duplex Steel: Machinability And Tool Life”. International Journal of Material Forming, 3(1), 507–510, 2010.
- [8] Işık Y, Çakır M.C. “Hız Çeliği Takımlar İçin Kesme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkilerinin Deneysel Olarak İncelenmesi”. Teknoloji dergisi, 1(2), 111-118, 2001.
- [9] Güllü A, Özdemir A. “Prizmatik Parçaların Frezelenmesinde Kesme Parametreleri ile Yüzey Pürüzlülüğü Arasındaki İlişkilerin Deneysel Olarak Bulunması”. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 16(1),127-134, 2003.
- [10] Çiftçi İ. “Alüminyum esaslı kompozitlerde takviye oranı ve boyutunun mekanik özellikler ve işlenebilirlik üzerine etkisinin araştırılması”, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2003.
- [11] El-Gallab M, Sklad M. “Machining of Al/SiC particulate metal-matrix composites, Part III: Comprehensive tool wear models”. Journal of Materials Processing Technology, 101(1-3), 10–20, 2000.

- [12] Çiftçi İ, Türker M, Şeker U. "Evaluation of tool wear when machining SiC preinforced Al-2014 alloy matrix composites". *Materials and Design*, 25(3), 251– 255, 2004.
- [13] Trent E.M. *Metal cutting*. London, Butterworths Press, 1989.
- [14] Korkut İ. Dönertaş M.A. "Kesme Parametrelerinin Frezelemede Oluşan Kesme Kuvvetleri Üzerine Etkileri". *Politeknik dergisi*, 6(1), 385-389, 2003.
- [15] Günay M. "Talaş kaldırma İşlemlerinde Kesici Takım Talaş Açısının Kesme Kuvvetlerine Etkisinin Deneysel Olarak Araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2003.
- [16] Günay M, Arslan E, Korkut İ, Şeker U. "Investigation of the effect of rake angle on main cutting force", *International Journal of Machine Tools&Manufacture*, 44, 953-959, 2004.
- [17] Günay M, Arslan E, Korkut İ, Şeker U. "Experimental investigation of the effect of cutting tool rake angle on main cutting force", *Journal of Materials Processing Technology*, 166, 44-49, 2005.