



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

AISI 4140 Çeliğinin İşlenmesinde Kesici Uç Geometrisinin Talaş Kırma Ve Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Selim ÇAKMAK, Suat SARIDEMİR*

İmalat Mühendisliği Bölümü, Teknoloji Fakültesi, Düzce Üniversitesi, Düzce, TÜRKİYE
* Sorumlu yazarın e-posta adresi: suatsaridemir@duzce.edu.tr

ÖZET

Talaşlı imalat işlemlerinde, kesici uç geometrisinin, ilerleme miktarının ve talaş derinliğinin talaş kırma ve yüzey pürüzlülüğü üzerinde etkileri bulunmaktadır. Metal kesme uygulamasının doğru gerçekleştirilmesi, iş parçası malzemesinin bilinmesi ve doğru kesici uç geometrisi ve kalitenin seçilmesi anlamına gelir. Optimum geometri ve kalite arasındaki ilişki başarılı bir işleme prosesi için anahtardır. Bu faktör dikkatlice incelenmeli ve her işleme operasyonu için uyarlanmalıdır. Kesildikten sonra talaşın kırılması kesici ucun geometrisi ile birebir ilişkilidir. Bu çalışmada AISI 4140 çeliği CNC tornada, kaplamalı karbür kesici takımlarla (TAEGUTEC marka) tormalanmıştır. Deneylerde farklı uç geometrisine sahip kaplamalı uçlar kullanılmıştır. Kesici takım talaş kırıcı formunun, yüzey pürüzlülüğüne ve talaş formuna etkisi araştırılmıştır. Talaşlı imalatta en önemli sorunlardan biri talaş kırılmamasıdır. Bu çalışmada talaş kırma üzerinde incelemeler yapılmıştır. Farklı kesme parametreleri kullanılarak, CNC torna tezgâhında bir dizi deney yapılmıştır. Deneylerde kesme hızı, talaş derinliği ve ilerleme hızı değişkenleri kullanılıp talaş tipleri kıyaslanarak incelenmiştir. İşlenen malzemeler üzerinde yüzey pürüzlülüğü ölçülüp, elde edilen değerler yorumlanmıştır. Genel olarak ilerleme hızı arttığında talaşın rahat kırıldığı ve yüzey pürüzlülüğünün arttığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kesici uç geometrisi, Talaş kırılması, Yüzey pürüzlülüğü, Tormalama

The Effect Of Insert Geometry On Chip Breaking And Surface Roughness In Machining Of AISI 4140 Steel

ABSTRACT

In machining, cutting tip geometry, amount of progression and depth of cut have effects on chip breaking and surface roughness. Accurate metal cutting means getting to know about the working materials and selecting the right cutting tip geometry and quality. The relationship between optimum geometry and quality is the key to successful processing. This factor should be carefully considered and adapted to every processing operation. One of the most important problems in machining is inability of chip breaking. Chip breaking after cutting is directly related to the cutting tip geometry.

This study researches into the effect of the cutting set chip breaker form on surface roughness and chip form. AISI 4140 steel was lathed in CNC lathe with lined carbide cutting sets with different tip geometries (TAEGUTEC brand). Tests were made for different cutting rates, cutting depths and progression rates. Surface roughness was measured on processed materials and values were interpreted. Generally, it was observed that the chip was broken more easily with increased progression rate and surface roughness increased at the same time.

Keywords: Cutting insert geometry, Chip breaking, Turning

I. GİRİŞ

AISI 4140 çeliği, karbon miktarı bakımından sertleştirilmeye elverişli olan ve ıslah işlemi sonunda belirli yükler altında yüksek tokluk özelliği gösteren alaşımli yapı çelikleridir. Bu yüzden alaşımli çeliklere göre talaş kaldırma daha zordur. AISI 4140 çeliği, krank mili, aks mili-kovanı, yivli mil ve benzeri sürekliliği yüksek parçalar ile dişli çark yapımında kullanılır. Talaşlı imalatta optimizasyonu yakalamak için doğru kesici uç geometrisinin ve kalitesinin seçilmesi gerekir. Kesici uç geometrisi talaş kırmaya birebir etkilidir. Bazı işletmeler yanlış uç geometrisi seçtiklerinden dolayı, talaş kırma sorununu çözemeyerek hem zaman hem de maddi kayıp yaşamaktadırlar. Talaş kıramamak, takım ömrünü azalttığı gibi aynı zamanda iş parçasının yüzey kalitesini de bozmaktadır. Her malzemenin göstermiş olduğu özellikler farklı olduğundan dolayı, malzemenin yapısına göre kesici takım kalitesi ve uç geometrisi seçilmesi gerekir. Tornalama için üç ana uygulama alanı vardır. Aynı malzeme için kaba talaş işleme, orta talaş işleme ve ince talaş işleme uygulamalarında farklı geometrilerin seçilmesi gerekir [1].

Literatürde, farklı malzemeler kullanılarak kesici takım geometrisinin talaş kırmaya, yüzey pürüzlülüğüne ve takım ömrüne olan etkilerinin incelendiği birçok çalışma yapılmıştır. Kopac ve Bahor tarafından yapılan çalışmada, temperlenmiş Ç1060 ve Ç4140 çeliklerinin işleme koşullarının yüzey pürüzlülüğüne olan etkisi ve rasgele seçilmiş işleme parametrelerinin sonuçları incelenmiştir. Çalışmada, her iki çelik için büyük uç yarıçaplı kesici takım kullanıldığında, düşük yüzey pürüzlülüğü değerlerine ulaşıldığı görülmüştür [2]. Özçatalbaş tarafından yapılan çalışmada, artan kesme hızı ile yüzey pürüzlülüğünün azaldığı tespit edilmiştir. Ancak kesme hızı artışının, düşük ilerleme miktarlarında etkisinin fazla olduğu gözlemlenmiş iken, artan ilerleme miktarında ise kesme hızının yüzey pürüzlülüğü üzerinde etkisinin azaldığı ifade edilmiştir. Benzer şekilde, değişik ısıl işlemler uygulanmış Ç4140 çeliğinde, düşük kesme hızlarında yüzey pürüzlülük değerleri yüksek iken, artan kesme hızlarıyla numunelerin yüzey pürüzlülüğü iyileşmiştir [3]. İşbilir tarafından yapılan çalışmada, tornalama işlemlerinde takım ömrüne etkili faktörler sebep-sonuç diyagramı halinde ortaya konulmuş, yapılan araştırma verilerinden hareketle çeşitli parametrelerin yüzey pürüzlülüğü ve takım ömrü üzerine etkisi tespit edilmiş, incelenen faktörlere göre yüzey pürüzlülüğü ve takım ömrü modellenmiştir. Yüzey pürüzlülüğünde kesme hızı, malzeme sertliği, uç radyüsü ve ilerleme faktörlerinin etkili olduğu, kesme sıvısının ve kesme derinliğinin etkili olmadığı belirtilmiştir [4].

Bu çalışmada, talaşlı imalat sektöründe yaygın olarak kullanılan AISI 4140 malzemesinin işlenmesinde yaşanan maddi kayıpları minimize etmek ve sektörün daha verimli imalat yapabilmesi için, kesici uç geometrilerinin farklı parametreler altında talaş kırmaya ve yüzey pürüzlülüğüne olan etkileri incelenmiştir.

II. YÖNTEM

Deneylerde 200 mm boyunda ve 40 mm çapında AISI 4140 malzeme kullanılmıştır. Deneyler MT, PC ve FG takım formları ile 200-300m/dak kesme hızlarında, 0,2-0,4-0,6 mm/dev.ilerleme değerlerinde ve 1, 3 mm kesme derinliğinde yapılmıştır. Deneyler sonucunda ortaya çıkan talaş kırma şekillerine bağlı olarak en uygun talaş kırma formları belirlenmiştir. Deneyler esnasında %3 bor yağı içerikli soğutma suyu kullanılmıştır. Öncelikle 0,2 mm/dev. ilerleme ve 200 m/dak. kesme hızında, 1mm talaş derinliğinde talaş kaldırma işlemi yapılmıştır. Daha sonra aynı kesme parametreleri ile 0,4 ve 0,6 mm/dev. ilerleme hızlarında deneyler yapılmıştır. Aynı işlemler 3 mm talaş derinliğinde tekrarlanmıştır. Böylece 200 m/dak. kesme hızında, en uygun talaş ve yüzey pürüzlülüğünün elde edildiği kesme derinliği ve ilerleme hızı belirlenmiştir. Aynı şartlar altında 300 m/dak. kesme hızında da deneyler tekrarlanmıştır. Tüm deneyler MT, PC ve FG formlarındaki üç farklı uç geometrisi ile CNC torna tezgâhında tekrarlanmıştır.

A. YÜZEY PÜRÜZLÜĞÜ ÖLÇÜMÜ

Yüzey pürüzlülüğü (Ra ve Rz), sabit bir V yatak üzerine yerleştirilmiş olan deney numuneleri üzerinden, 50 mm boyunca yapılmıştır. Ölçümler, Taylor HOBSON yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı ile yapılmıştır. Her bir ölçüm 4 kere yapılarak ortalaması alınmıştır. Cihazın teknik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.


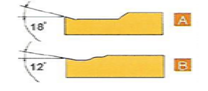

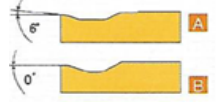

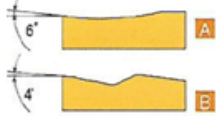
Tablo 1. Yüzey pürüzlülük cihazına ait teknik özellikler

Ölçüm aralığı Z-X eksen	350µm – 25mm
Sürücü ünitesi hızı	Ölçüm 0,25 mm/s; 0,5 mm/s Geri hareket: 0,8 mm/s
Tarama metodu	Diferansiyel indüksiyon
Parametreler	Ra, Ry, Rz, Rt, Rp, Sm, S, Pc, R3z, mr , A1, A2, Rq, Rk, Rpk, Rvk, Mr 1, Mr 2, Vo
Büyütme özelliği	Dikey: 10-100.000
Ölçüm hızları	0.05 mm/s, 0.1 mm/s, 0.5 mm/s, 1 mm/s

B. KESİCİ TAKIMLAR

Deneyler, TT8115 kalitesinde CNMG 120408 MT, CNMG 120408 PC ve CNMG 120404 FG uçları ile yapılmıştır. TT8115 kalitesi CVD kaplama yöntemi ile kaplanmış iki ana katmana sahiptir. Bunlar kesme kenarını sertleştirmek için alt katmanda Alpha Alumina kaplaması ve üst katmanda TiCN kaplamasıdır. Kaplama kalınlığı 3-5 mikron aralığındadır[5]. Tablo 2'de kesici takımların form açıları verilmiştir.

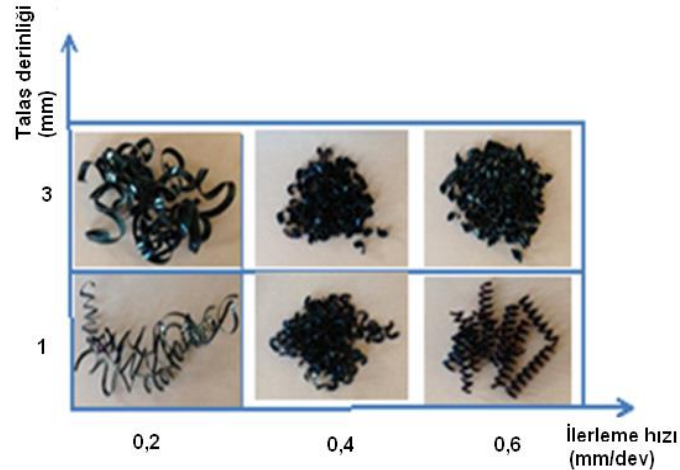
Tablo 2. Kesici takım form açıları

Form	Kesici Takım	Form Açısı	Açıklama
FG			FG formu Çeliklerde hassas uygulamalar için düşük kesme kuvvetlerinde ve önerilen kesme derinliklerinde (0,5-1mm) önerilir.
PC			PC formu Çeliklerde yarı hassas uygulamalar için ve önerilen kesme derinliklerinde (0,7-3mm) önerilir.
MT			MT formu çeliklerde yarı kaba ve kaba uygulamalar için ve önerilen kesme derinliklerinde (1-4 mm) önerilir. Ayrıca darbeli kesme için uygundur.

III. BULGULAR

A. TALAŞ FORMLARI

Şekil 1’de MT formu ile 200 m/dak.- kesme hızı için ilerleme hızı ve talaş derinliğine bağlı olarak elde edilen talaş resimleri görülmektedir.

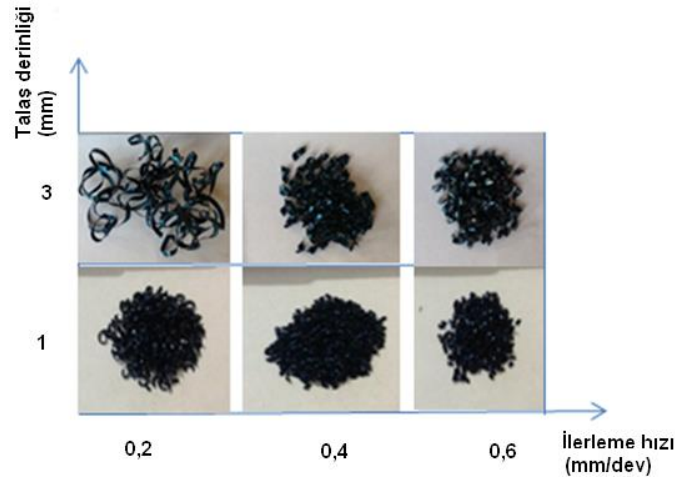


Şekil 1. MT formunun 200 m/dak kesme hızında talaş formları

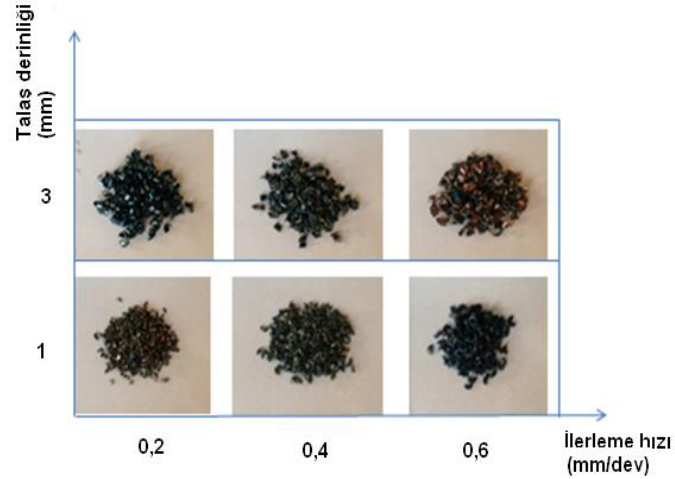
Şekil 1’de görüldüğü gibi 0,2 mm/dev ilerleme hızında ve 1, 3 mm kesme derinliklerinde talaşın kırılmadığı görülmektedir. Söz konusu parametrelerde elde edilen talaşlar kırılmadığından dolayı, istenilen yapıda değildirler. Ayrıca kesme derinliğinin artmasıyla kesme kuvveti de artmaktadır [4]. Bu nedenle talaş üzerinde kalan ısı artarak talaşın yanmasına neden olmuştur. Bu sebeplerden dolayı, 1 ve 3 mm kesme derinlikleri için ilerleme hızının (0,2 mm/dev) uygun olmadığı görülmüştür. 0,4 mm/dev ilerleme hızına bakıldığında, 1 ve 3 mm kesme derinlikleri için talaşların kırıldığı

görülmüştür. Bu talaşlar istenilen yapıda talaş olduğundan dolayı, MT formu için söz konusu parametrelerde 0,4 mm/dev ilerleme hızının uygun olduğu görülmüştür. 0,6 mm/dev ilerleme hızında ise, 1 ve 3 mm kesme derinlikleri için talaşların kırılarak değil koparak ve yanarak parçalandığı görülmektedir. Talaş olarak bakıldığında uygun yapıda talaş olduğu görülse de, kopma olduğundan dolayı elde edilen talaş yapıları tercih edilmemektedir.

Şekil 2’de PC formu ile 200 m/dak.-kesme hızı için ilerlemeye ve talaş derinliğine göre elde edilen talaş resimleri görülmektedir. Şekil 2’de görüldüğü gibi 0,2 mm/dev ilerleme hızında ve 1mm kesme derinliğinde talaşın kırıldığı fakat 3mm kesme derinliğinde talaşın kırılmadığı görülmektedir. Söz konusu parametrelerde 3mm kesme derinliğinde elde edilen talaşlar kırılmadığından dolayı, istenilen yapıda değildirler. Bununla birlikte, 1mm kesme derinliğinde talaşlar kırıldığından dolayı, istenilen yapıdadır. Kesme derinliğinin artmasıyla kesme kuvvetinin artmasından dolayı, talaş üzerinde kalan ısı artarak talaşın yanmasına neden olmuştur. Bu sebeplerden dolayı, 3mm kesme derinliği için ilerleme hızının (0,2 mm/dev) uygun olmadığı görülmüştür. 0,4 mm/dev ilerleme hızına bakıldığında, 1,3 mm kesme derinlikleri için talaşların kırıldığı görülmüştür. Bu talaşlar istenilen yapıda talaş olduğundan dolayı, PC formu için söz konusu parametrelerde 0,4 mm/dev ilerleme hızının uygun olduğu görülmüştür. 0,6 mm/dev ilerleme hızında ise, her iki kesme hızlarında da 1,3 mm kesme derinlikleri için talaşların kırılarak değil koparak ve yanarak parçalandığı görülmektedir. Talaş olarak bakıldığında uygun yapıda talaş olduğu görülse de, kopma olduğundan dolayı elde edilen talaş yapıları tercih edilmemektedir.



Şekil 2. PC formunun 200 m/dak. kesme hızında talaş formları

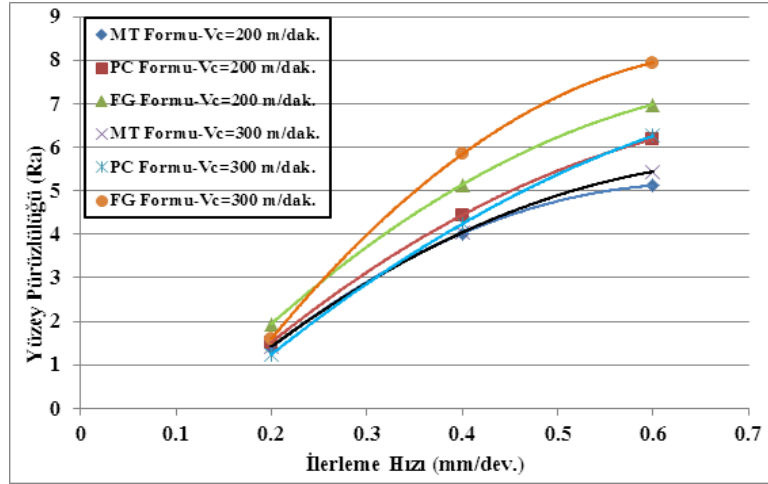


Şekil 3. FG formunun 200 m/dak. kesme hızında talaş formu

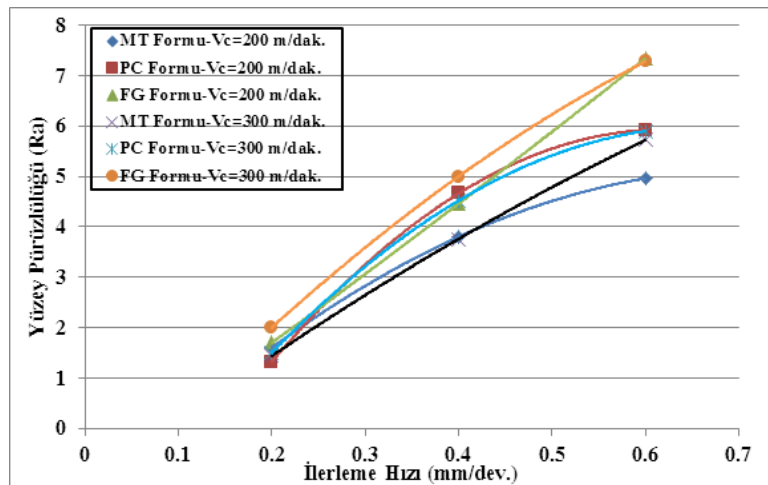
Şekil 3’de FG formu ile 200 m/dak. kesme hızı için ilerlemeye ve talaş derinliğine göre elde edilen talaş resimleri görülmektedir. Tüm ilerleme hızlarında, 3 mm talaş derinliğinde elde edilen talaşların yanık olduğu ve talaş kırılmasının koparak olduğu görülmektedir. Elde edilen talaşlar yanık olduğundan dolayı tüm ilerleme hızları için 3 mm talaş derinliğinin FG formu için uygun olmadığı görülmüştür. Tüm ilerleme hızlarında 1mm talaş derinliği için, talaşların uygun kırıldığı görülmüştür.

B. YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ

Yüzey pürüzlülüğüne etki eden unsurlar malzeme özellikleri, talaş derinliği, ilerleme ve kesme hızlarıdır [4]. Şekil 4’de 1mm talaş derinliği için, Şekil 5’de ise 3 mm talaş derinliği için tüm formlarda, ilerleme ve kesme hızlarına bağlı olarak elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri verilmiştir. Şekil 4 ve 5’den yüzey pürüzlülük değerlerinin ilerleme hızı ile orantılı olarak arttığı görülmektedir. Bu durum, tabla ilerleme hızının kesme hızı ile doğru orantılı olarak artmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, malzeme tornaya ayna yardımıyla puntasız olarak bağlandığından dolayı, yüksek devirlerde malzemedeki salınım artmıştır. Bu nedenle yüzey pürüzlülük değerleri tüm uçlar için kesme hızına bağlı olarak artmıştır. Ayrıca yüzey pürüzlülüğünün talaş derinliği ile ters orantılı olarak azaldığı görülmektedir.



Şekil 4. 1 mm talaş derinliği için elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri



Şekil 5. 3 mm talaş derinliği için elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri

Şekil 4 ve 5’de görüldüğü gibi, MT ve PC formları için, her iki kesme hızı içinde yüzey pürüzlülük değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmüştür. FG formunda 1 mm talaş derinliğinde kesme hızının artmasıyla yüzey pürüzlülük değerinin de arttığı görülmüştür. Fakat 3 mm talaş derinliğinde, FG formu kesme hızının artmasıyla yüzey pürüzlülük değerinde belirgin bir değişme olmamıştır. Genel olarak MT formunda yüzey pürüzlülüğünün daha az, FG formunda daha fazla olduğu görülmüştür. FG formu, finish formu olmasına rağmen yüzey kalitesinin daha kötü sonuç vermesinin nedeni, talaş miktarının ve ilerleme hızının fazla gelmesinden kaynaklanmıştır.

IV. SONUÇ

Yapılan çalışmalar sonucunda, FG formuna kesme derinliği fazla geldiğinden yüzey pürüzlülüğü istenilen değerlerde olmadığı görülmüştür. Ancak talaş kırma açısından incelendiğinde, talaşı her koşulda kırdığı gözlemlenmiştir. FG formunun 200 m/dak. kesme hızında, 0,25 mm talaş derinliğinde ve 0,1 mm/devir ilerleme hızında yüzey pürüzlülük değeri istenilen değerlerde olduğu gözlemlenmiştir. Bundan dolayı FG formu, daha hassas operasyonlarda düşük kesme derinlikleri (0,25-0,5 mm) ve düşük ilerleme hızları için (0,08-0,15 mm/dev) önerilir.

PC formu, kesme derinliği bakımından incelendiğinde, hem 1mm kesme derinliğinde hem de 3 mm kesme derinliğinde yüzey pürüzlülük değerleri açısından orta değerlerde (5,5-6,5 μ m) olduğu görülmüştür. Ayrıca farklı kesme hızlarında, (200-300 m/dak.) yüzey pürüzlülüğünün birbirine yakın değerlerde olduğu görülmüştür. Bundan dolayı PC formu, yarı kaba ve kaba operasyonlarda istenilen yüzey pürüzlülük değerlerine göre 1mm ile 3 mm kesme derinliği aralığında önerilir.

MT formu kesme derinliği bakımından incelendiğinde, hem 1mm kesme derinliğinde hem de 3 mm kesme derinliğinde 0,4 ve 0,6 mm/dev ilerleme hızlarında yüzey pürüzlülük değerleri açısından en iyi sonucu veren form olduğu görülmüştür. Bu sonucun farklı kesme hızlarında (200-300 m/dak.) değişmediği görülmüştür. Bundan dolayı MT formu yarı kaba ve kaba operasyonlar için 1mm ve 3mm kesme derinliklerinde yüksek ilerleme hızlarında (0,3-0,6 mm/dev) önerilir.

TEŞEKKÜR: Bu çalışma Düzce Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiştir (Proje no: 2013.07.04.149).

V. KAYNAKLAR

- [1] Anonim, <http://kalitemetalurji.com.tr/> (Erişim tarihi: 18th Temmuz, 2014).
- [2] J. Kopac, M. Bahor J. Mater. Process. Tech. **92(93)** (1999) 381–387.
- [3] Y. Özçatalbaş, *Isıl işlemlerin Cr-Mo esaslı bir çeliğin işlenebilirliğine etkisi*, **10. Uluslararası Metalürji ve Malzeme Kongresi Bildiriler Kitabı**, İstanbul. 2000.
- [4] F. İşbilir, *Takım ömrünün sebep-sonuç diyagramları ile açıklanması, yüzey pürüzlülüğü ve takım ömrüne etkili faktörlerin analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara-Türkiye, (2006).
- [5] Anonim, http://www.modulbey.com/kaplama_cesitleri.php (Erişim tarihi: 18th Temmuz, 2014).