

AISI 303 ÖSTENİTİK PASLANMAZ ÇELİĞİN İŞLENMESİNDE KESİCİ KENAR FORMUNUN KESME KUVVETLERİ VE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Barış BAKIRCIOĞLU^{a*}, Abdullah DURAN^b, Şakir YAZMAN^a, Ulvi ŞEKER^b

^aSelçuk Ü. Ilgın M.Y.O Ilgın/Konya/TÜRKİYE

Tel: (0332) 881 72 62 / 127 e-posta: bbakircioglu@selcuk.edu.tr - syazman@selcuk.edu.tr

^b Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Bölümü Ankara/TÜRKİYE

Tel: 0 312 202 86 75 aduran@gazi.edu.tr

Tel: 0 312 202 86 70 useker@gazi.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, AISI 303 östenitik paslanmaz çeliğin farklı kesici kenar formuna sahip kesici takımlar ile tornalanması esnasında kesici kenar formunun kesme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülüğüne etkisi incelenmiştir. Deneyler ISO 3685:1993 (E) de belirtilen standartlara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Deneyler kuru işleme şartlarında talaş derinliği ve ilerleme sabit tutularak, dört değişik kesici kenar formu (SNMG 12 04 08-MM, SNMG 12 04 08-MR, SNMG 12 04 08-QM, SNMG 12 04 12-MM) ile üç farklı kesme hızı (125-150-175 m/min) seçilerek yapılmıştır. Yapılan deneysel çalışmada, kesme kuvvetleri açısından en iyi sonucun SNMG 12 04 12-MM kesici kenar formunda ve 175 m/min kesme hızında elde edildiği, yüzey pürüzlülüğü açısından en iyi sonuç ise SNMG 12 04 12-MM kesici kenar formunda ve 150 m/min kesme hızında elde edildiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Östenitik paslanmaz çelik, Kesme kuvvetleri, Yüzey pürüzlülüğü, Kesici kenar formu.

1. Giriş

Talaş kaldırarak işleme tekniği; şekli, boyutları ve yüzey kalitesi önceden belirlenmiş parçaların takım tezgâhlarında kesme operasyonu ile şekillendirilmelerini kapsar. Talaşlı imalat, kesici takım ve iş parçasının nispi hareketleri ile iş parçasının belirli bir kısmında, gerilim oluşturarak gerçekleştirilir. Talaşlı imalat işlemlerinde mekanik enerji kullanılır. İşleme esnasında mekanik enerji hemen hemen ısı enerjisine dönüşür [1].

Östenitik paslanmaz çelikler yüksek krom içerikleriyle mühendislik malzemesi olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır. Geleneksel ısıtma işlemiyle sertleştirilemez ve genel olarak korozyon dayanımı istenen uygulamalarında kullanılır [2]. Uygulama alanı en geniş olan tipler; 303, 304, 309, 310 ve 316'dır [19]. AISI 303 kalite östenitik paslanmaz çelik, elektronik ve otomotiv endüstrisinde yaygın olarak kullanılır [20]. Paslanmaz çeliklerin sahip olduğu yüksek çekme mukavemeti ve yüksek korozyon direnci, düşük ısı iletkenlik, sünek bir malzeme olması, yüksek miktarda krom-nikel ve bir miktar molibden gibi mukavemet artırıcı elementler içermesi ve işlerken pekleşme özelliği işlemeyi zorlaştıran başlıca etkenlerdir. İşlenebilirliğin zorlaşması imalatçılar için büyük sorun teşkil etmektedir [5,9].

Genellikle sünek malzemelerin uygun kesme hızlarında işlenmesiyle, talaş iş parçasından sürekli ve akıcı olarak ayrılır. Takıma etki eden kuvvetler bu talaş tipinde sabit kalmaktadır. Bu durum takım ömrü ve yüzey pürüzlülüğü bakımından istenilmekle birlikte, çalışanın güvenlik tehlikesi ve çıkan talaşın işlenen yüzeye değme ihtimali söz konusudur. Bu nedenle talaşın düzgün bir şekilde kırılabilmesi çok önemlidir. Bu etkileri ortadan kaldırmak için talaş kırıcılar ve takım formları kullanılır.

Kendinden talaş kırıclılı uğlarda, sert metal uca presleme yolu ile kırıcı form verilmektedir. Son yıllarda yapılan araŐtırmalarla, çeŐitli talaş kırıcı formları geliŐtirilmiŐ ve kullanıma sunulmuŐtur [10,11].

Makina parçalarının talaşlı imalatında, maliyetin düşük, iş parçasının istenilen ölçü ve yüzey kalitesinde olması istenir. Bu etmenlerden yüzey kalitesi; yüzey pürüzlüclüğü, ısıl çatlaklar ve kalıcı gerilmelerden oluŐmaktadır. Yüzey pürüzlüclüğü, makina parçalarının çalıŐması esnasında sürtünme, aŐınma yağlama, ısı ve elektrik iletimi gibi faktörleri etkileyen önemli bir olaydır [12,13]. Yüzey pürüzlüclüğü yüzey kalitesini belirleyen bir parametredir. Yüzey pürüzlüclüğü kesme hızı, ilerleme miktarı ve kesme derinliği gibi parametrelere bağlıdır [14,15].

Bu çalışmada, elektronik ve otomotiv sektöründe yaygın biçimde kullanılan AISI 303 östenitik paslanmaz çeliğin işleme Őartlarını yüzey pürüzlüclüğü ve kesme kuvvetleri açısından daha da iyileŐtirmek amacıyla bundan önce yapılmıŐ olan çalıŐmalardan farklı olarak kesme parametrelerinin yanı sıra farklı kesici kenar formları kullanılarak en ideal sonuçların elde edilmesi amaçlanmıŐtır.

2. Deneysel ÇalıŐmalar

2.1. Malzeme

Deney malzemesi olarak, endüstride yaygın olarak kullanılan AISI 303 östenitik paslanmaz çelik numuneler kullanılmıŐtır. Numuneler 25 mm çapında ve 250 mm uzunluğunda olacak Şekilde hazırlanmıŐtır. Numunelerin spektral analizle elde edilen kimyasal kompozisyonu Tablo 1'de mekanik özellikleri ise Tablo 2'de verilmiŐtir.

Tablo 1. Deneyslerde kullanılan malzemenin kimyasal kompozisyonu (% Ağırlık)

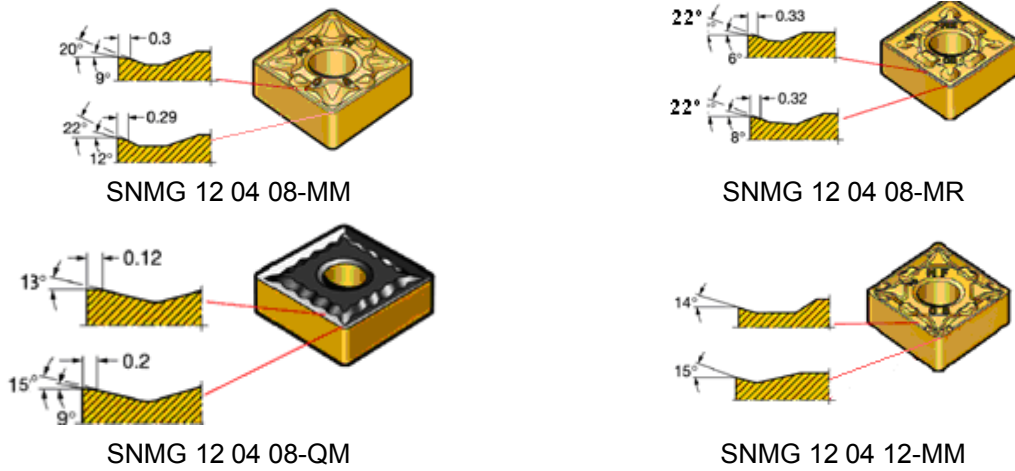
C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	Mo
0.085	2	0.5-1	18-20	8-10.5	0.027	0.225	0.25
Al	Cu	Nb	Ti	V	W	Fe	Co
0.008	0.12	0.002	0.001	0.045	0.005	61.7	0.065

Tablo 2. Deneyslerde kullanılan malzemenin mekanik özellikleri

Akma dayanımı (MPa)	Çekme dayanımı (MPa)	% Uzama	Sertlik (HB)
190	500	35	262 max

2.2. Kesme Őartları

Deneysler ISO 3685 (TS 10329)'deki deney Őartlarına uygun olarak CNC torna tezgahında (Johnford TC-35) gerçekteŐtirilmiŐtir. Talaş kaldırma deneyslerinde ISO 1832'ye uygun SANDVIK takım firmasına ait resimleri Şekil 1'de gösterilen CVD kaplı GC2025 kalitesine sahip SNMG 12 04 08-MM, SNMG 12 04 08-MR, SNMG 12 04 08-QM, SNMG 12 04 12-MM formlarında dört farklı kesici takımı kullanılmıŐtır. Takım tutucu olarak da PSBNR 2525M12 kullanılmıŐtır (ISO 5608). Deneysler; ilerleme miktarı ve talaş derinliği sabit tutularak farklı kesme hızlarında yapılmıştır. Deneyslerin tamamı kesme ve soğutma sıvısı kullanılmadan kuru kesme Şartlarında gerçekteŐtirilmiŐtir. Kesme kuvvetleri ölçümü deneyinde gerekli homojen talaş kesitinin sağlanabilmesi için ayna punta arasında tezgaha bağlanan numuneler üzerinden deney öncesi bir paso talaş alınarak silindirik bozukluklar ve dıŐ katmanda homojen olmayan sertliğin olumsuz etkisi ortadan kaldırılmıŐtır. Bu durum kesme kuvvetlerinin kararlı bir davranıŐ göstermesine yardımcı olmakla birlikte ilk anda takım aŐınmasının olumsuz etkilenmesini önlemektedir. Deney Őartlarının detayları Tablo 3'de verilmiŐtir.

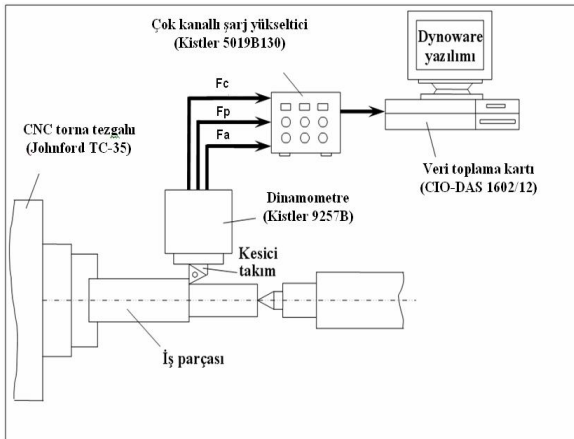


Şekil 1. Deneylerde kullanılan kesici takım formları

Tablo 3. Talaş kaldırma deney detayları

Takım Tezgağı	Johnford TC-35 CNC Torna
Takım tutucu	PSBNR 2525M12
Kesici takım	SNMG 12 04 08-MM, SNMG 12 04 08-MR, SNMG 12 04 08-QM, SNMG 12 04 12-MM
Kesme Parametreleri	
Kesme hızı (v)	125-150-175 m/min
İlerleme (f)	0.2 mm/rev (sabit)
Talaş derinliği (a)	2.0 mm (sabit)
Kesme koŐulu	Kuru

Talaş kaldırma esnasında üç eksenle kuvvet ölçümü Kistler 9257B marka bir dinamometre kullanılmıŐtır. Ölçüm esnasında yükseltici olarak kullanılan Kistler 5019B130 ile CIO-DAS 1602/12 veri toplama kartının da yer aldığı Őematik diyagramı ve deney düzeneği Şekil 2'de verilmiŐtir.



(a)



(b)

Şekil 2. (a) Deney düzeneğinin Őematik gösterimi, (b) deney sırasında talaş kaldırılırken alınan görüntü

Tornalanmak suretiyle işlenen numunelerin yzey pürzölölükleri Tablo 4'te teknik özellikleri verilen 9633 seri numaralı Mohr Perthometer M1 yzey pürzölölüğü ölçüm cihazı ile ölçülmüŐtür.

Tablo 4. 9633 seri numaralı Mohr Perthometer M1 yzey pürzölölüğü ölçüm cihazının teknik özellikleri

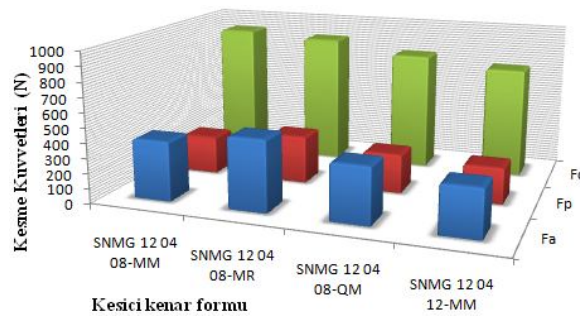
Model	M1
Tarama hızı	0,5 m/sn
Tarama kuvveti	0,75 mN
İğne uç yarı çapı	2 μ m
Ölçüm aralıkları	100 -150 μ m
Profil çözünürlüğü	12 mm
Filtre	Gausion
Örnekleme uzunluğu (Cut-off length)	0,25 - 0,8 - 2,5 (mm)
Ölçme uzunluğu (L)	1,75 - 5,6 – 17,5 (mm)
Ölçülen parametreler	Ra, Rz, Rmax
Güç kaynağı	Entegre, NiCd Őarj edilebilir pil
Boyutlar	190x170x75 mm

3. Deneysel Sonuçlar ve TartıŐma

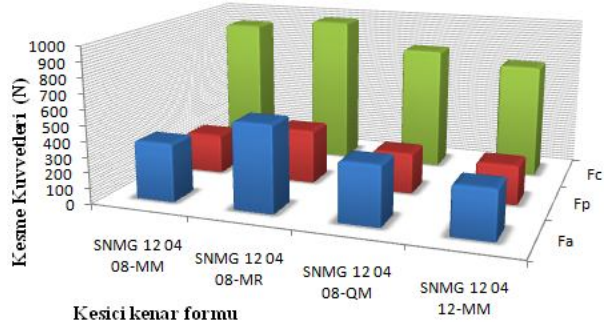
3.1. Kesme Kuvvetleri

Kesici kenar formuna göre kesme kuvvetlerindeki (F_a , F_p , F_c) değişim Şekil 3'te verilmiŐtir. Deneylerde kesme kuvvetlerinin birbirlerine yakın değerlerde olduğu fakat grafiklerden kesici kenar formunun kesme kuvvetleri üzerine etkisinin olduğu görülmektedir. Kesme kuvvetleri aşınsından en iyi sonuç SNMG 12 04 12 MM, en olumsuz sonuç ise SNMG 12 04 08-MR formundaki kesici takımlardan elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre kesici kenar formu/ön talaş açısı küçük olması, kesme kuvvetleri üzerine olumlu bir etki yaptığı söylenebilir.

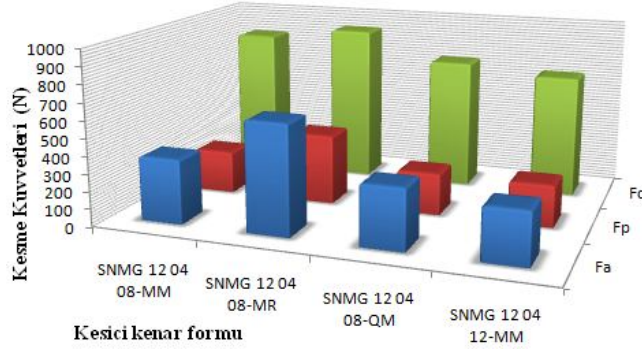
YaklaŐık 150 m/min kesme hızına kadar kesme kuvvetlerinin azalma eğiliminde olduğu (Şekil 4), bu azalma eğilimi, kesme esnasında harcanan enerjinin hemen hemen tamamının kayma düzleminde, kesici takım ucunun çevresinde ısı enerjisine dönüŐmesiyle açıklanabilir [16]. Kesme hızının artmasıyla kesme bölgesinde oluŐan ısı artacak ve böylece malzemenin plastik Şekil deđiŐimi daha az kuvvetle olacaktır. Ayrıca kesme hızları arttıkça kayma düzlemi açısı küçülmekte, temas alanı azalmakta bu da kesme kuvvetlerinin azalmasına sebep olmaktadır [17].



(a) $v = 125$ m/min

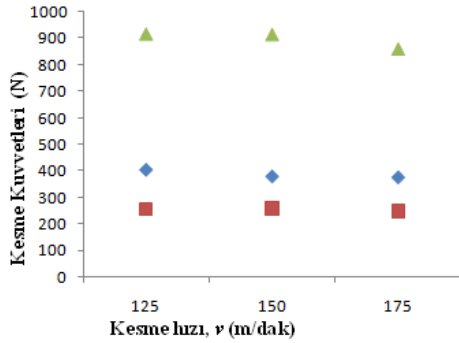


(b) $v = 150$ m/min

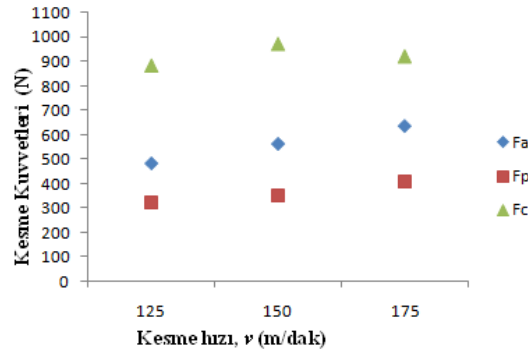


(c) $v = 175$ m/min

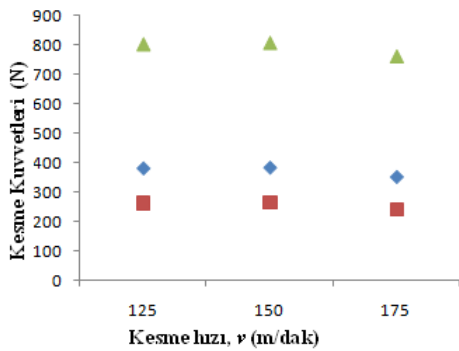
Şekil 3. Kesici kenar formuna göre kesme kuvvetlerindeki değişim



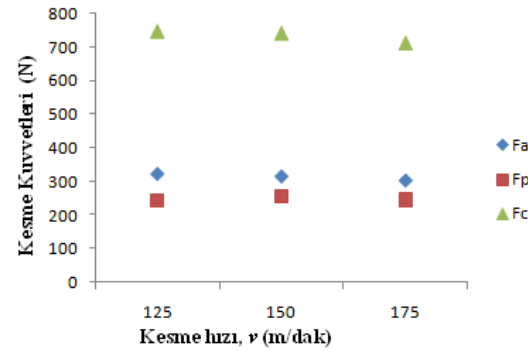
(a) SNMG 12 04 08-MM



(b) SNMG 12 04 08-MR



(c) SNMG 12 04 08-QM



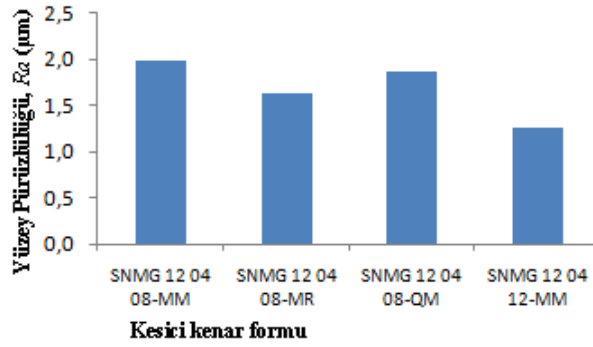
(d) SNMG 12 04 12-MM

Şekil 4. Farklı kesici kenar formlarında kesme hızına bağlı olarak kesme kuvvetlerindeki değişim

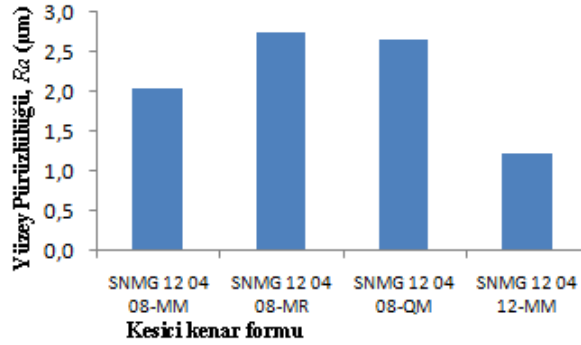
3.2. Yüzey Pürüzlülüğü

Kesici kenar formuna göre yüzey pürüzlülüğündeki (R_a) değişim Şekil 5'te verilmiştir. Deney sonuçlarına göre yüzey pürüzlülüğü ile kesici kenar formu arasında bir ilişki olduğu görölmüştür. Yüzey pürüzlülüğü açısından genel olarak en iyi sonuç SNMG 12 04 12-MM kesici kenar formuna sahip takımlarda, en kötü sonuç ise SNMG 12 04 08-MR formundaki kesici takımlardan elde edilmiştir.

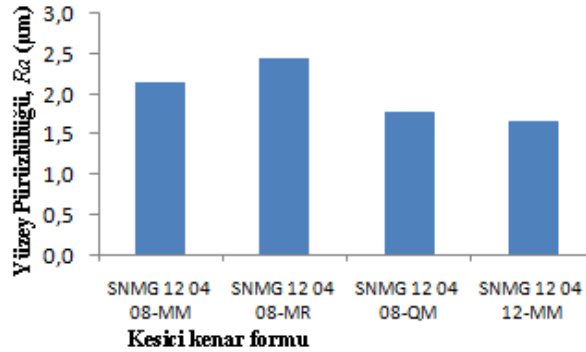
Kesme hızı arttıkça (150 m/min) SNMG 12 04 08-MM ve SNMG 12 04 12-MM formuna sahip kesici takımlarda yüzey pürüzlülüğü azalma eğilimindeyken, kesme hızının 175m/min çıkmasıyla bir miktar artış eğilimine girmiştir (Şekil 6. a, d). Bunun tam tersi olarak SNMG 12 04 08-MR ve SNMG 12 04 08-QM formundaki takımlarda kesme hızının artmasıyla (150 m/min) yüzey pürüzlülüğü artarken, kesme hızının 175m/min çıkmasıyla yüzey pürüzlülüğünde önemli ölçüde bir düşüş olduğu gözlenmiştir (Şekil 6. b, c).



(a) $v= 125$ m/min

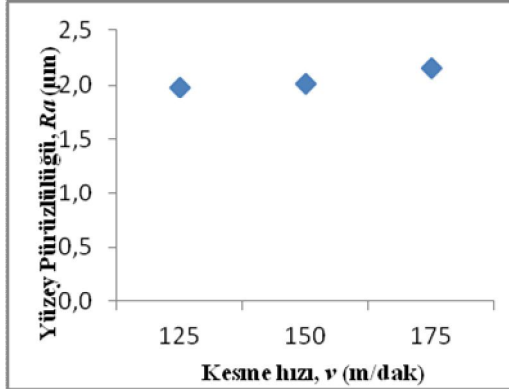


(b) $v= 150$ m/dak

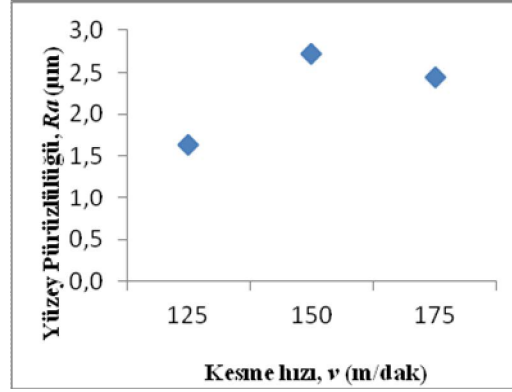


(c) $v= 175$ m/min

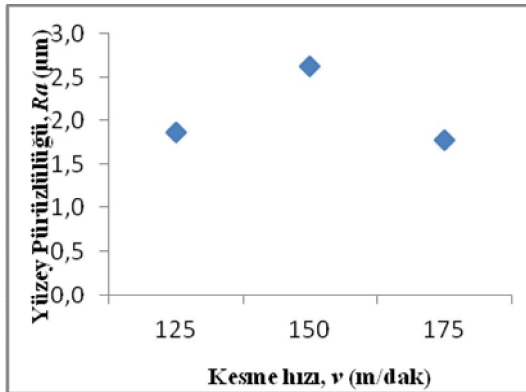
Şekil 5. Kesici kenar formuna göre yüzey pürüzlülüğündeki değişim



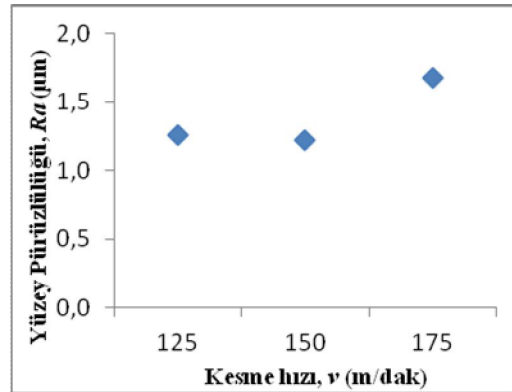
(a) SNMG 12 04 08-MM



(b) SNMG 12 04 08-MR



(c) SNMG 12 04 08-QM



(d) SNMG 12 04 12-MM

Şekil 6. Farklı kesici kenar formlarında kesme hızına bağlı olarak yüzey pürüzlülüğündeki değişim

4. Sonuçlar

AISI 303 östenitik paslanmaz çeliğin işlenmesinde kesici kenar formunun kesme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülüğüne etkisi araştırılmıştır.

1. Kesici kenar formu ile kesme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülüğü arasında doğrudan bir ilişki olduğu gözlenmiştir.
2. Kesme kuvvetleri açısından en iyi sonuç; SNMG 12 04 12-MM kesici kenar formunda 175 m/min kesme hızında, en kötü sonuç ise SNMG 12 04 08-MR kesici kenar formunda 150 m/min kesme hızında elde edilmiştir.
3. Başlangıç kesme hızında (125 m/min) kesme kuvvetleri yüksek çıkmış, kesme hızı arttıkça (150m/min) kesme kuvvetleri azalma eğilimine girmiştir
4. Yüzey pürüzlülüğü açısından en iyi sonuç; SNMG 12 04 12-MM kesici kenar formunda (150 m/min), en kötü sonuç ise SNMG 12 04 08-MR formundaki (150 m/min) kesici takımlardan elde edilmiştir.
5. Kesici kenar formu/ön talaş açısı küçük olması, kesme kuvvetleri üzerine olumlu bir etki yaptığı görülmüştür.

TeŐekkür

Yazarlar bu çalıŐmayı 07/2011-18 kodlu projesiyle destekleyen Gazi Üniversitesi Bilimsel AraŐtırma Projeleri Başkanlığı'na teŐekkür eder.

Kaynaklar

- [1] Aydın, M., Uçar, M., Cengiz, A., "AISI 304 Östenitik Paslanmaz Çeliğin Kuru Tornalanabilmesine Kesme Parametrelerinin Etkisi", 2. Ulusal Tasarım İmalat ve Analiz Kongresi, Balıkesir, 2010.
- [2] Taktak, Ő., "Some mechanical properties of borided AISI H13 and 304 steels", *Materials and Design*, 28, 1836–1843, 2007.
- [3] Anthony Xavior, M., Adithan, M., "Determining the influence of cutting fluids on tool wear and surface roughness during turning of AISI 304 austenitic stainless steel," *Journal of Materials processing Technology*, 209, 900–909, 2009.
- [4] Tetel, K., "Machining of Stainless Steels Handbook," 9th ed., ASM International, p. 681, 1989.
- [5] Kınıkoğlu, N.G., "Malzeme Bilimi ve Mühendisliği", ed. Özkal, S., Literatür Yayıncılık, İstanbul, s. 513-518, 2001.
- [6] Sandvik Coromant Co. Inc., *Modern Metal Cutting-A Practical Handbook*, Sweden, 1997.
- [7] Erdoğan, M., *Mühendislik AlaŐımlarının Yapı ve Özellikleri*, Cilt1, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 2000.
- [8] Tekaslan, Ö., *Aisi 304 Östenitik Paslanmaz Çeliklerde İşlenebilirliğe Bağlı Olarak Kalıcı Gerilme Problemlerinin Araştırılması*. Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, (2007).
- [9] Bahadur, A., Kumar, B.R., Chowdhury, G.S., "Evaluation Of Changes In X-Ray Elastic Contants And Residual Stress As A Fuction Of Cold Rolling Of Austenitic Steels" *Materials Science and Techonology*, V20, 3, (2004), p.,387-392.
- [10] Altınkaya, E., Güllü, A., "AISI 316 Östenitik Paslanmaz Çeliğin İşlenmesinde Talaş Kırıcı Formunun Takım AŐınmasına ve Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi", *Politeknik Dergisi*, Cilt:11 Sayı: 1 s.13-17, 2008.
- [11] Böhler Sert Maden ve Takım Sanayi ve Ticaret A.Ő., "Talaş kaldırma bilgileri", Yeni Karar Yayıncılık, İstanbul, 31-42, 1990.
- [12] Choudhury, S.K. ve Bajpai, J.B. "Investigation in orthogonal turnmilling towards beter surface finish" , *Journal of Materials Processing Technology* 170, 487-493. 2005.
- [13] Özay, Ç., Ballıkaya, H., Savaş, V., "304 Östenitik Paslanmaz Çeliğinin Teğetsel Tornalama-Frezeleme Yöntemi İle İşlenmesinde Yüzey Pürüzlülüğünün Araştırılması", 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), Elazığ, Turkey, 2011.
- [14] Puertas, I., Luis Perez, C.J., "Surface rougness prediction by factorial desing of experiments in turning processes", *Journal of Materials Processing Technology* 143-144, 390-396, 2003.
- [15] Trent, E.M., *Metal Cutting*, Tanner Ltd. , London, 1984.
- [16] Shaw, M.C., "Metal Cutting Principles", 2nd ed. Oxford University Press, New York, 2005.
- [17] Yazman, Ő., Akdemir, A., Uyaner, M., Sağlam, H., *The Effects of Cutting Speed and Depth of Cut on Machinability Characteristics of Austempered Ductile Iron*, *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, ASME, Vol. 134, 2012

[18] ŐzçatalbaŐ, Y., Kesici Takım AŐınması ve İŞ Malzemesi Mekanik Őzelliklerinin Yüzey Pürüzlülüğü ve Kesme Kuvvetlerine Etkisi, G.Ü Politeknik Dergisi, C:4 Őzel Sayı, s: 47-52, 2002.

[19] Güventürk, F., Çelik El Kitabı, Güven Çelik San. ve Tic. Ltd. Őti. Yayınları, İzmir, 35-41, 1990.

[20] Yeyen, H.E., AISI 303 Östenitik Paslanmaz Çeliklerin İŐlenebilirliđinin Deneysel Olarak Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Őni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Turkey, 2006