

YÜKSEK MANGANLI ÇELİĞİN KESİCİ AĞZI YUVARLATILMIŞ SERT METAL TAKIMLAR İLE ORTOGONAL TORNALANMASINDA TAKIM ÖMRÜ

Murat Kıyak^a, Alper Uysal^{b,*}, Orhan Çakır^c, Erhan Altan^d

^aYıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü

Tel: 0-212-3832801 kiyak@yildiz.edu.tr İstanbul/TÜRKİYE

^bYıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü

Tel: 0-212-3832807 auysal@yildiz.edu.tr İstanbul/TÜRKİYE

^cDicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü

Tel: 0-412-2483545 ocakir@dicle.edu.tr Diyarbakır/TÜRKİYE

^dYıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü

Tel: 0-212-3832797 ealtan@yildiz.edu.tr İstanbul/TÜRKİYE

Özet

Günümüzde, yüksek aşınma ve tokluk özelliklerine sahip çelik gerektiren madencilik, çimento, nükleer sanayilerinde yüksek manganlı östenitik çelikler tercih edilmektedir. Bu sanayi alanlarında kullanım yerlerine bağlı olarak yüksek manganlı östenik çelik malzemelerden iş parçalarının talaşlı işlenmesine gerek duyulmaktadır. Talaşlı şekillendirilmesi zor olan çeliklerin işlenmesinde, kesici ağız çapaklanmasından kaçınmak için kesici ağız yuvarlatılmış takımlar kullanılabilir. Yüksek manganlı çeliklerin talaşlı işlenmesinde zorluklar bulunmakta ve kesici takım geometrisi önem göstermektedir. Bu çalışmada, yüksek manganlı (X120Mn12) östenitik çeliğin, kesici ağız 5 µm, 50 µm, 100 µm ve 150 µm yuvarlatılmış sert metal takımlarla ortogonal tornalanmasında, takım ömrü deneysel olarak incelenmiştir. Deneyler, 0,5 mm sabit kesme derinliğinde, üç farklı kesme hızı (100 m/dak, 120 m/dak ve 140 m/dak) ve ilerleme (0,05 mm/dev, 0,07 mm/dev ve 0,09 mm/dev) değeri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yüksek manganlı çelik çubuğun seçilen talaş kaldırma parametreleri ile talaşlı işlenmesinde takım ömrü belirlenerek karşılaştırmalar yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Kesici ağız yuvarlatılmış takım, yüksek manganlı çelik, takım ömrü

1. Giriş

Yüksek mukavemet ve süneklik özelliklerine ve yüksek aşınma ve darbe direncine sahip yüksek manganlı östenitik çelikler birçok sanayi alanında kullanılmaktadır. Bu malzemeler, pekleşme özelliğine sahip olduğundan ve talaşlı şekillendirme sırasında işlenen yüzey sertleştiğinden dolayı talaşlı işlenmesi oldukça zordur. Ünüvar (1984) yüksek manganlı çeliğin sıcak talaşlı işlenmesini incelemiş ve yüksek elektrik akımı ve yüksek kesme hızları kullanıldığından takım ömrünün arttığını gözlemlemişlerdir. Çakır ve Altan (1994) yüksek manganlı çeliğin düşük kesme hızlarında sıcak ve konvensiyonel talaşlı işlenmesini incelemişler ve pozitif ve negatif talaş açısının takım ömrü ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Araştırmacılar, takım ömrü açısından sıcak talaşlı işlemenin ve pozitif talaş açısının daha avantajlı olduğunu ancak yüzey pürüzlülüğü açısından ise negatif talaş açısının daha iyi sonuç verdiğini görmüşlerdir. Ayrıca sıcak talaşlı işleme, konvensiyonel talaşlı işlemeye göre yüzey pürüzlülüğü açısından da daha iyi sonuçlar vermiştir. Özler vd. (2000)

sıcak talaşlı işleme sırasında kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğüne etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada, kesme hızı arttıkça yüzey pürüzlülüğünün önce azaldığı daha sonra arttığı görülmüştür. İşlem sırasında sıcaklığın artırılmasıyla yüzey pürüzlülüğünün azaldığı belirlenmiştir. İlerlemenin artırılması ise yüzey pürüzlülüğünü olumsuz etkilemiştir. Ayrıca kesme derinliğinin yüksek manganlı çeliğin sıcak talaşlı işlenmesi sırasında yüzey pürüzlülüğünü çok az değiştirdiği görülmüştür. Özler vd. (2001) yüksek manganlı çeliğin sıcak talaşlı işlenmesinde takım ömrünün belirlenmesine yönelik yaptıkları çalışmada ise sıcaklığın artmasının takım ömrünü arttırdığını belirtmişlerdir. Li ve Liang (2010), Liang ve Li (2010) ve Liang vd. (2010) yüksek manganlı çeliklerin matkapla delinmesi üzerine deneysel, nümerik ve istatistiksel çalışmalar yürütmüşlerdir. Çalışmalarda yapılan sonlu elemanlar analizleri sonucunda, matkaplamada aksenal kuvvetin, ilerleme arttıkça arttığı ve kesme hızı arttıkça azaldığı ve deneysel çalışmalar ile uyumlu olduğu görülmüştür. Yüksek manganlı çeliklerin matkaplanmasına yönelik optimum işlem parametreleri istatistiksel yaklaşımlar ile belirlenmiştir.

Talaş kaldırma işlemlerindeki gelişmeler ve yüksek manganlı çelikler gibi talaşlı şekillendirilmesi zor malzemelerin işlenmesine ihtiyaç duyulması ile birlikte kesici ağızların geometrilerinin önemi de artmaktadır. Özel (2003), Yen vd. (2004), Woon vd. (2008) kesici ağız geometrilerinin işlem parametrelerine, kesici takım performansına, kesme kuvvetlerine etkilerini incelemişlerdir. Kesici ağız geometrilerinin takım aşınmasına etkileri üzerine Endres ve Kountanya (2002), Kountanya ve Endres (2004) yaptıkları çalışmalarda, kesici ağız yuvarlatmasının küçük olduğu durumlarda takım ömrünün daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, köşe yuvarlatmasının ve kesici ağız yuvarlaklığının etkilerini beraber incelemişler ve ticari olarak yaygın kullanılan 0,8 mm uç yarıçapı durumunda kesici ağız yuvarlatmasının küçük olmasının, 1,6 mm köşe yuvarlatması durumunda ise kesici ağız yuvarlatmasının büyük olmasının takım ömrü açısından avantaj sağladığını belirtmişlerdir. Rech vd. (2005) ve Rech ve Schaff (2006) kesici ağız yuvarlatılmış HSS frezeleme plakalarının aşınma dirençlerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, kesici ağız yuvarlatmasının (10 µm, 50 µm ve 60 µm) keskin takımlara göre takım ömrü açısından daha iyi sonuç verdiğini ve en uzun takım ömrünün 10 µm yuvarlatılmış kesici takımlarda elde edildiğini görmüşlerdir. Ayrıca takım ömrü açısından honlama ile yuvarlatma işleminin kumlama ile yuvarlatma işlemine göre daha avantajlı olduğunu belirtmişlerdir.

Yüksek manganlı östenitik çeliklerin talaşlı işlenmesinde takım ömrü üzerine literatürde fazla çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada, hem yüksek manganlı (X120Mn12) östenitik çeliğin talaşlı işlenmesinde takım ömrü incelenmiş hem de talaşlı işlenmesi zor malzemelerin kesici ağız yuvarlatılmış sert metal takımlarla işlenmesi sırasında kesici ağız yuvarlatma yarıçapının takım ömrü üzerine etkileri belirlenmiştir.

2. Deneysel Çalışmalar

2.1. İş Parçası Malzemesi

Talaş kaldırma işlemlerinde iş parçası malzemesi olarak, yüksek aşınma ve tokluk özelliklerine sahip 60 mm çapında 300 mm uzunluğunda yüksek manganlı östenitik çelik (X120Mn12) kullanılmıştır. Çizelge 1'de deneylerde kullanılan X120Mn12 iş parçası malzemesinin kimyasal bileşimi verilmektedir.

Çizelge 1. Deneylerde kullanılan X120Mn12 iş parçası malzemesinin kimyasal bileşimi

Alaşım	C [%]	Si [%]	Mn [%]	Cr [%]
X120Mn12	1,23	0,4	12,5	0,21

2.2. Kesici Takımlar ve Deney Ekipmanları

Yapılan deneysel çalışmalarda, K10 (ISO) kalite TPGN160308 sert metal kesici takım ucu kullanılmıştır. Kullanılan takımların kesici ağız yuvarlıkları 5 µm, 50 µm, 100 µm ve 150 µm'dir. Kesici takım boşluk açısı 11°'dir. Kesici takımlar, Böhler Sert Maden firması tarafından üretilmiş ve kesici ağız yuvarlaklıklarının kontrolleri aynı firma tarafından yapılmıştır. Çalışmada, takım tutucu olarak CTGPR 2525 M16 kullanılmıştır.

Deneyler, Goodway marka GA-230 model CNC torna tezgahı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Takım aşınmaları, SOIF marka XJP-2 model optik mikroskoba bağlanan oküler mikrometresi ile ölçülmüştür.

2.3. Talaş Kaldırma Parametreleri ve Deneyin Uygulanışı

Yapılan deneysel çalışmalarda, kesici ağız 5 µm, 50 µm, 100 µm ve 150 µm yuvarlatılmış (r) kesici takımlar kullanılmıştır. Talaş kaldırma işlemleri, 100 m/dak, 120 m/dak ve 140 m/dak kesme hızlarında (V), 0,05 mm/dev, 0,07 mm/dev ve 0,09 mm/dev ilerleme (f) ve 0,5 mm sabit kesme derinliğinde (a) gerçekleştirilmiştir. Talaş açısı 0°'dir. Takım aşınma değerleri, yüksek manganlı çeliğin her 10 mm kuru işlenmesinden sonra ölçülmüştür.

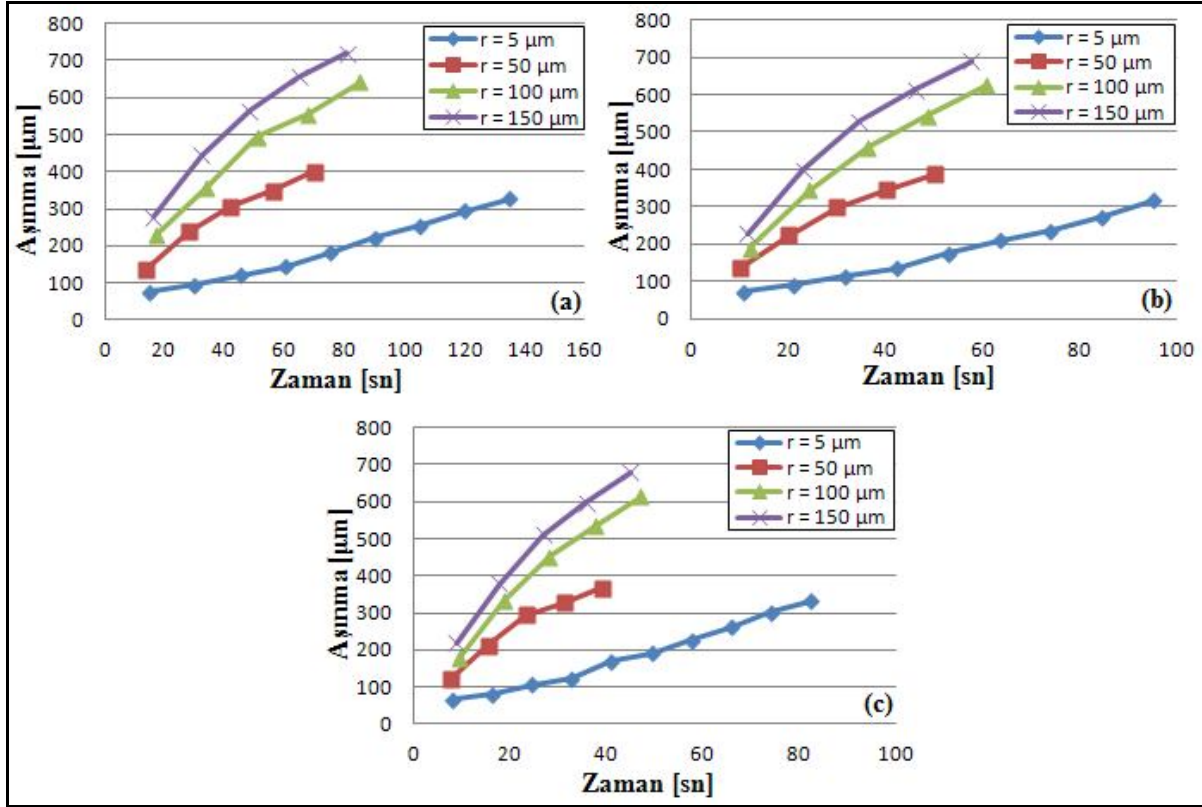
2.4. Deneysel Sonuçlar

Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda, ortogonal tornalama işleminde kesici ağız yuvarlatma yarıçapının, kesme hızının ve ilerlemenin takım aşınması üzerine etkileri Şekil 1–3'de verilmektedir. Şekil 1 incelendiğinde, minimum aşınmanın, kesici ağız 5 µm yuvarlatılmış takımlarda görüldüğü ve kesici ağız yuvarlaklığı arttıkça aşınma miktarının arttığı görülmektedir. Ayrıca kesici ağız yuvarlaklığı büyük olan takımlarda (100 µm ve 150 µm) ise aşınma miktarı arasındaki farkın azaldığı da görülmektedir.

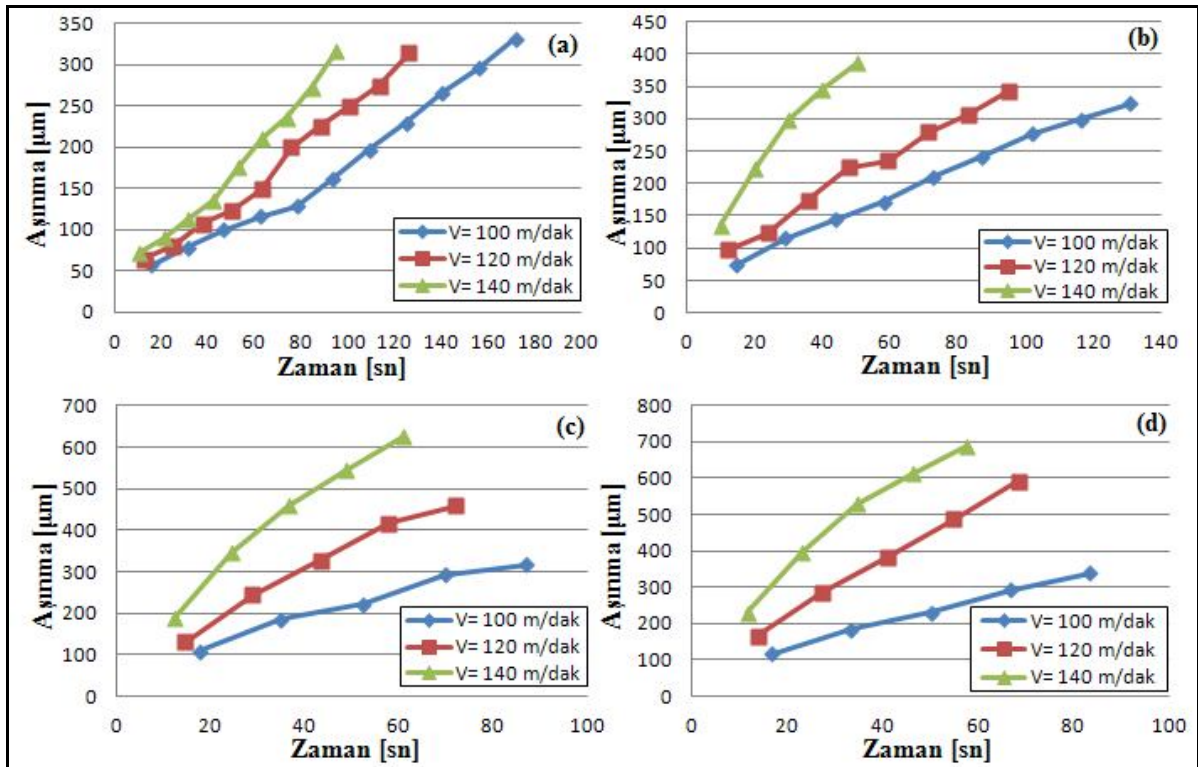
Takım aşınması – kesme hızı arasındaki ilişki incelendiğinde, yüksek manganlı östenitik çeliklerin işlenmesinde kesme hızının artırılması ile aşınma miktarı artmakta ve takım ömrü olumsuz etkilenmektedir (Şekil 2). Yüksek kesme hızı – büyük kesici ağız yuvarlaklığı durumunda fazla aşınma görülmektedir.

Yüksek manganlı östenitik çelik malzemenin talaşlı işlenmesinde ilerlemenin artırılması, aşınmanın artmasına neden olmaktadır (Şekil 3). İlerlemenin yüksek seçilmesi takım ömrünü olumsuz etkilemekle beraber, bu etkinin başlangıç aşınmasından daha çok aşınma miktarı arttıkça daha etkin olduğu görülmektedir.

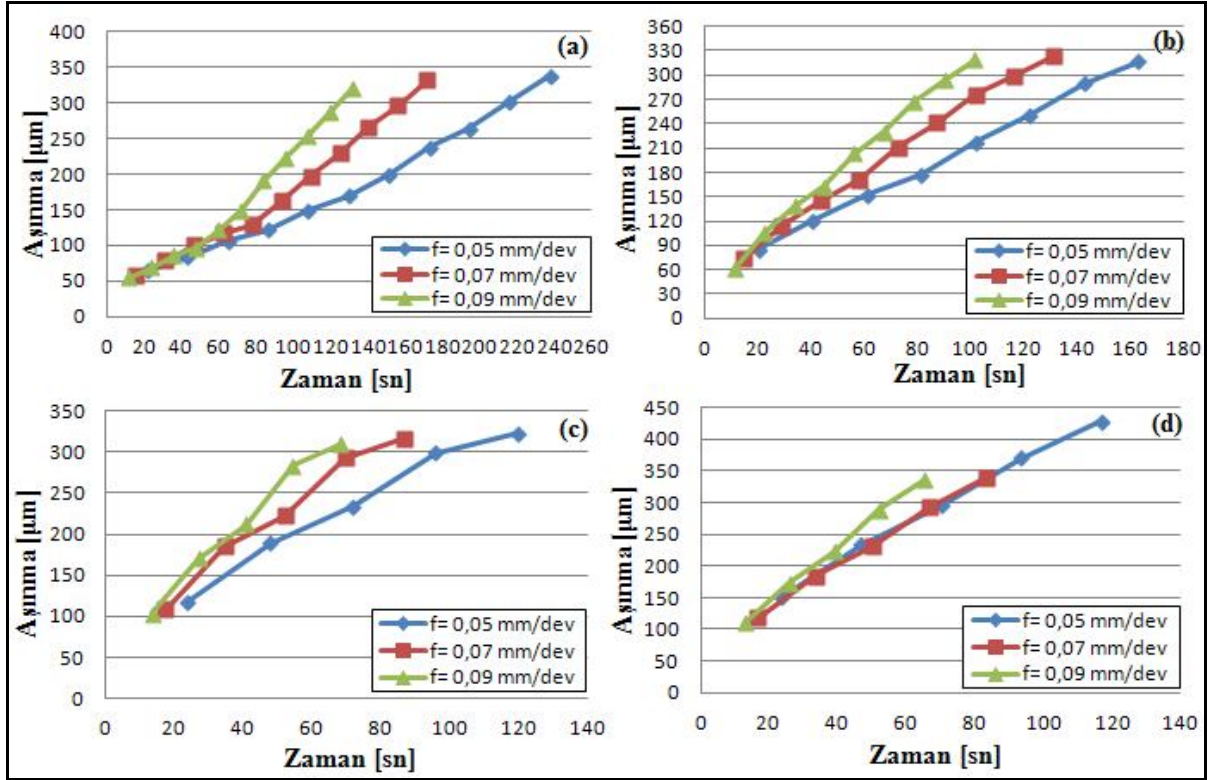
Kesici ağız yuvarlatmasının, takım ömrü – kesme hızı ilişkisini etkilediği, takım aşınmasının 300 µm olduğu durum için verilen Şekil 4'deki grafiklerden verilmektedir.



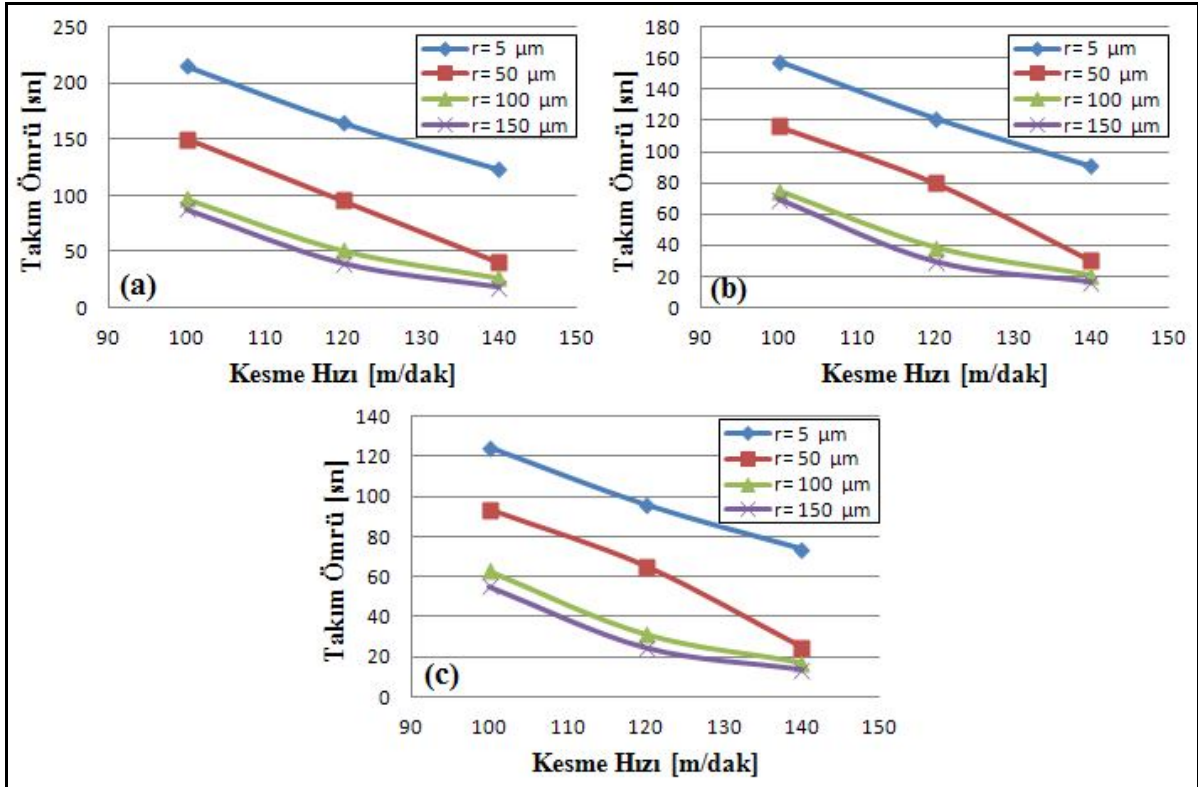
Şekil 1. Kesici ağız yuvarlatmasının takım aşınmasına etkisi (V= 140 m/dak, a= 0,5 mm)
 a) f= 0,05 mm/dev, b) f= 0,07 mm/dev, c) f= 0,09 mm/dev



Şekil 2. Kesme hızının takım aşınmasına etkisi (f= 0,07 mm/dev, a= 0,5 mm)
 a) r= 5 µm, b) r= 50 µm, c) r= 100 µm, d) r= 150 µm



Şekil 3. İlerlemenin takım aşınmasına etkisi (V= 100 m/dak, a= 0,5 mm)
 a) r= 5 µm, b) r= 50 µm, c) r= 100 µm, d) r= 150 µm



Şekil 4. Kesici ağız yuvarlatılmış takımlarda 300 µm aşınma durumunda takım ömrü
 a) f= 0,05 mm/dev, b) f= 0,07 mm/dev, c) f= 0,09 mm/dev

5. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada, kesici ağız yuvarlatılmış sert metal takımlarla yüksek manganlı östenitik çeliğin (X120Mn12) CNC torna tezgahında dış silindirik ortogonal tornalanması sırasında oluşan aşınmalar ve takım ömrü incelenmiştir. Kesici ağız yuvarlaklığı, kesme hızı ve ilerlemenin takım ömrü üzerine etkileri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda verilmektedir.

Kesici ağız yuvarlatma yarıçapı arttıkça, takım – iş parçası sürtünme yüzeyi artmakta ve aşınma miktarı artmaktadır.

Yüksek manganlı östenitik çelik iş parçasının talaşlı işlenmesinde kesme hızı arttıkça, aşınma miktarı artmaktadır.

Yüksek manganlı östenitik çelik iş parçasının talaşlı işlenmesinde ilerleme arttıkça, aşınma miktarı artmakta dolayısıyla takım ömrü azalmaktadır.

Kesici ağız yuvarlatmasının, takım ömrü – kesme hızı ilişkisini etkilediği, kesici ağız yuvarlatma yarıçapı küçük (5 µm ve 50 µm) olan takımlar ile büyük (100 µm ve 150 µm) olan takımlar arasında takım ömrü açısından belirgin fark olduğu görülmüştür. Kesici ağız yuvarlatma yarıçapının artırılması kesici uç dayanımını arttırmasına rağmen, takım ömrünü olumsuz etkilemektedir. Takım ömrünün kriter olarak alındığı çalışmalarda, kesici ağız yuvarlatma yarıçapı mümkün olduğunca küçük seçilmelidir.

Kaynaklar

- [1] Ünüvar A., Yüksek manganlı çeliklerin sıcak talaşlı işlenmesinde takım – ömür denkleminin cevap yüzey metoduyla tayini, 1. Ulusal Makina Tasarım ve İmalat Kongresi, 19-21 Eylül 1984, Ankara.
- [2] Çakır O., Altan E., The effects of the positive and negative rake angles on the tool life and surface roughness in the hot and conventional machining of high manganese steel, The Minerals, Metals & Materials Society, Materials Issues in Machining – II and The Physics of Machining Processes – II, 1994, 105-116.
- [3] Özler L., Tosun N., İnan A., Östenitik manganlı çeliğin sıcak talaşlı işlenmesinde yüzey pürüzlülüğünün incelenmesi, Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences, 24:287-296.
- [4] Özler L., İnan A., Özel C., (2001), Theoretical and experimental determination of tool life in hot machining of austenitic manganese steel, International Journal of Machine Tools & Manufacture, 41, 2000, 163-172.
- [5] Li X., Liang Y., Finite element simulation and experiment study of high manganese steel drilling, Second International Conference on Computer Modeling and Simulation, 2010, 54-58.
- [6] Liang Y., Li X., Experimental study and genetic algorithm-based optimization of cutting parameters in drilling high manganese steel, International Conference on Artificial Intelligence and Computational Intelligence, 2010, 455-458.
- [7] Liang Y., Changgang Y. ve Li X., The research for experiment and Elman neural network model of high manganese steel drilling power, International Symposium on Computational Intelligence and Design, 2010, 56-59.
- [8] Özel T., Modeling of hard part machining: effect of insert edge preparation in CBN cutting tools. Journal of Materials Processing Technology, 141, 2003, 284-293.

- [9] Yen YC., Jain A., Altan T., A finite element analysis of orthogonal machining using different tool edge geometries. *Journal of Materials Processing Technology*, 146, 2004, 72-81.
- [10] Woon KS., Rahman M., Fang FZ., Neo KS., Liu K., Investigations of tool edge radius effect in micromachining: a FEM simulation approach, *Journal of Materials Processing Technology*, 195, 2008, 204-211.
- [11] Endres WJ., Kountanya RK., The effects of corner radius and edge radius on tool flank wear. *Journal of Manufacturing Processes*, 4 (2), 2002, 89-96.
- [12] Kountanya RK., Endres WJ., Flank wear of edge-radiused cutting tools under ideal straight-edged orthogonal conditions. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 126, 2004, 496-505.
- [13] Rech J., Yen YC., Schaff MJ., Hamdi H., Altan T., Bouzakis KD., Influence of cutting edge radius on the wear resistance of PM-HSS milling inserts. *Wear*, 259, 2005, 1168-1176.
- [14] Rech J., Schaff MJ., Influence of cutting edge radius on the wear resistance of powder metallurgy high-speed steel milling inserts. Part B: *Journal of Engineering Manufacture*, 220, 2006, 383-387.