

Ç 5140 Çeliğinin Mekanik Özelliklerinin Takım Aşınması ve Kesme Kuvvetlerine Etkisinin İncelenmesi

Gültekin UZUN, İbrahim ÇİFTÇİ

Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü Başkanlığı, Ankara, 06500
Karabük Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü Başkanlığı, Karabük, 78050

ÖZET

Bu çalışmada, ısıl işlemler ile mekanik özellikleri değiştirilmiş sıcak haddelenmiş Ç 5140 çeliğinde, mekanik özellik değişikliklerinin takım aşınması ve kesme kuvvetlerine etkisini incelemek amacıyla tornalama yöntemiyle işleme deneyleri yapılmıştır. Deneyler, kuru kesme şartlarında, dört farklı kesme hızı (90-110-130-150 m/dak.), 0,1 mm/dev ilerleme ve 1 mm kesme derinliğinde yapılmıştır. Deneyler sonucunda, kesme hızının artışı ile kesme kuvvetlerinde genel olarak düşüşler gözlemlenmiştir. En yüksek kesme kuvveti değeri (593,78 N) 755 °C’de yağda sertleştirilmiş numunenin 90 m/dak. kesme hızında işlenmesi sonucu elde edilmiştir. Bu numunenin sertliğinin ve dayanımının yüksek olmasının yüksek kesme kuvveti değerine neden olduğu düşünülmüştür. Sertliği nispeten yüksek olan malzemelerde belirgin takım aşınmaları olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mekanik özellikler, takım aşınması, kesme kuvveti, ıslah çelikleri, Ç 5140

Investigation on The Effects of Mechanical Features of AISI 5140 Steel on Tool Wear and Cutting Forces

ABSTRACT

In this study, machining tests have been performed by means of machining method so that effects of changes in microstructure and mechanic features of hot rolled aisi 5140 steel of which microstructures and mechanic features were changed by heat treatment on tool wearing and cutting forces will be examined. The tests were carried out with four different cutting speeds (90-110-130-150 m/min.), development of 0.1mm/rev and cutting depth of 1mm under dry cutting conditions. During tests, it has generally been observed that cutting forces are obviously decreased while cutting speeds are increasing. The highest cutting force (593.78 N) has been obtained in the result of processing the sample which was hardened in oil having 755 °C temperature was machined in cutting speed of 90 m/min. It has been thought that max. hardness and strength of this sample resulted in highest cutting force. It has been observed that apparent tool wearing occurred in materials of which hardness is relatively high.

Keywords: Mechanic Features, Tool Wear, Cutting Force, Tempered Steels, AISI 5140

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Metal malzemelerin sertlik ve süneklik özellikleri, ısıl işlemlerle, ısınma ve soğumanın kontrol edilmesi suretiyle değiştirilebilir. Isıl işlem sıcaklıkları, metal içerisinde oluşan değişikliklere ve ısıl işlem önceden yapılan mekanik işlemlere bağlıdır. Isıl işlemlerden hangisinin uygulanacağı malzeme tipine ve elde edilmek istenen özelliklere bağlı olarak belirlenir (1).

Talaş kaldırma işlemi, yüksek basınç ve sıcaklık altında iş parçasının takım malzemesi üzerinde kaymaya zorlanması ve sürekli yeni bir yüzeyin oluşması şeklinde gerçekleşir. Gerekli sürtünmelerden, gerekse malzemenin plastik şekil değiştirmesinden ve talaş şeklinde kopmasından dolayı kesme bölgesinde yüksek ısı açığa çıkmaktadır. Kuvvet, basınç, gerilme ve sıcaklık şeklindeki

tüm bu etkenler, belirli bir çalışma süresi sonunda; takımında, başta aşınma olmak üzere, burun kısmında kırılmalara ve takım ile iş parçası arasında kimyasal reaksiyonlara sebep olarak, takımında bozulmalara yol açmaktadır. (2)

Talaşlı imalatta kesici uç iş parçası yüzeyinden talaş kaldırırken sürtünmelerden dolayı meydana gelen ısı, talaş kaldırma mekaniğini ve takım ömrünü etkileyen önemli faktörlerden biridir (3,4). Talaşlı imalat işlemlerinde, işlenen parçanın yüzey kalitesi ve işleme için gerekli güç sarfıyatı dolayısıyla kesme kuvvetleri önemli işlenebilirlik kriterleri olup, takım aşınmasından doğrudan etkilenirler (5). Deneylerde kullanılan malzemenin karbon miktarına bağlı olarak değişen sertlik ve mekanik özelliklerinin kesme kuvvetini etkilediğini belirtmiştir. Kesme hızının artırılması ile kesme kuvvetinde düşüşler olduğu, fakat takım aşınmasının da arttığı, bundan dolayı takım ömrünün azaldığı yapılan çalışmalarda vurgulanmıştır (6).

* Sorumlu Yazar (Corresponding Author)

e-posta: uzun.gultekin@gazi.edu.tr

Digital Object Identifier (DOI) : 10.2339/2012.15.1, 29-34

Bu çalışmanın amacı, ısıl işlemlerin Ç 5140 çeliğinin işlenmesinde takım aşınması ve kesme kuvvetlerine etkisini incelemektir.

2. MALZEME VE METOT (MATERIAL AND METHOD)

2.1. Deney Numuneleri (Experiment Sample)

Bu çalışmada orta karbonlu krom (Cr) alaşımlı veya yüksek dayanımlı düşük alaşımlı (high strength low alloy - HSLA) çelik olarak da adlandırılan Ç 5140 ıslah çeliği, deney malzemesi olarak seçilmiştir. Deneylerde kullanılan Ç 5140 çeliğinin üreticisi ÇEMTAŞ tarafından verilen kimyasal bileşimi Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1. Ç 5140 deney numunesinin kimyasal bileşimi.

%C	%Mn	%P	%S	%Si	%Cr
0,89	0,62	0,012	0,004	0,21	0,93

Deneyler için 15 mm çapında ve 130 mm boyunda 3 adet çubuk malzeme kullanılmıştır. Deney malzemeleri TS 10329 göz önünde bulundurularak çap/boy oranı 1/10'dan küçük olacak şekilde hazırlanmıştır.

Bu çalışmada farklı kesme hızları kullanılarak ısıl işlem görmüş malzemeler üzerinde tormalama yöntemi ile işlenebilirlik deneyleri yapılmıştır. Bu çalışmadaki numuneler 745Y (745 °C yağda soğutma ısıl işlemi), 755Y (755 °C yağda soğutma ısıl işlemi), 745YT (745 °C'de yağda soğutma ısıl işleminden sonra 540 °C'de temperleme ısıl işlemi) ve 755YT (755 °C'de yağda soğutma ısıl işleminden sonra 540 °C'de temperleme ısıl işlemi) simgeleri kullanılarak kodlandırılmışlardır.

Yağda soğutma ısıl işlemleri, deney numunelerinin 745 ve 755 °C'ye kadar ısıtılması ile 15 dakika fırında bekletilerek daha sonra hızlı bir şekilde fırından çıkarılıp yağ içerisinde soğutularak gerçekleştirilmiştir. Temperleme ısıl işlemleri, 745 ve 755 °C'de suda soğutma ısıl işleminden sonra deney numunelerinin 540 °C'ye kadar ısıtılması ile 30 dakika fırında bekletilerek daha sonra rüzgârsız bir ortamda soğumaya bırakılması ile gerçekleştirilmiştir.

2.2. Kesici Takım, Takım Tutucu ve Takım Tezgâhı (Cutting Tool, Tool Holder and Machine)

Deneylerde Böhler firması tarafından üretilen ticari kalite Al₂O₃ kaplamalı sementit karbür kesici takımlar kullanılmıştır. Bu kesici takımlar düşük karbonlu çelik malzemelerin işlenmesi için uygun olan ISO P25 kalitesine karşılık gelen LC225K Böhler koduna sahiptir. CNMG 120404-BF geometrisindeki bu kesici takımlar PCLNR 2525 M12 bir takım tutucuya mekanik olarak rijit bir şekilde bağlanmıştır. İşleme Deneyleri, FANUC kontrol ünitesine sahip "Johnford TC-35" sanayi tipi CNC torna tezgahında yapılmıştır. Tezgahın gücü 10 kw olup, tezgah iş mili değişken kademesiz hıza sahiptir ve 3500 dev/dak.'ya kadar çıkabilmektedir.

2.3. Ölçme Cihazları (Measurement Device)

Deney malzemelerinin sertlikleri Vickers (HV) olarak AFFRI 251 VRSD tipi sertlik ölçüm ünitesi ile 10 kg yük altında belirlenmiştir.

Deneylerde kullanılan malzemelerden TS138EN 10002-1 standardına göre hazırlanan çekme deney numuneleri SHIMADZU marka çekme deney cihazında çekme deneyine tabi tutulmuştur.

İşleme esnasında oluşan kuvvet bileşenleri; esas kesme kuvveti Fz (Fc), ilerleme kuvveti Fx (Ff) ve radyal kuvveti Fy (Fr) KISTLER 9257A tipi piezoelektrik dinamometre ile ölçülmüştür.

Kesici takım aşınma resimleri JEOL 6060 marka taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak çekilmiştir.

2.4. Kesme parametreleri (Cutting Parameters)

Deneyler, kesici takım üretici firması tarafından tavsiye edilen değerler ışığında Tablo 2'de verilen kesme şartları altında kuru olarak gerçekleştirilmiştir. Her bir malzeme için dört farklı kesme hızı seçilmiştir.

Tablo 2. Kesme şartları.

Kesme Hızı, V (m/dak.)	İlerleme, f (mm/dev)	Talaş Derinliği, a (mm)
90-110-130-150	0,1	1

3. DENEY SONUÇLARI VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

3.1. Kesme Hızının Kesme Kuvvetine Etkisi (Effect of Cutting Speed on Cutting Force)

Kesme hızına bağlı kesme kuvveti ilişkisi Tablo 3'de verilmektedir.

Tablo 3. Esas kesme kuvveti-Fc ve İlerleme kuvveti-Ff değerleri

Numune Kodu	Kesme Hızı (m/dk)	Esas Kesme Kuvveti Fc (N)	İlerleme Kuvveti Ff (N)	Radyal Kuvvet Fr(N)
745Y	90	310,45	196,81	94,11
	110	287,36	173,75	89,84
	130	308,65	187,84	105,27
	150	299,32	193,76	101,09
755Y	90	593,78	496,25	288,66
	110	431,26	744,6	421,2
	130	429,56	702,29	364,1
	150	419,15	714,7	452,31

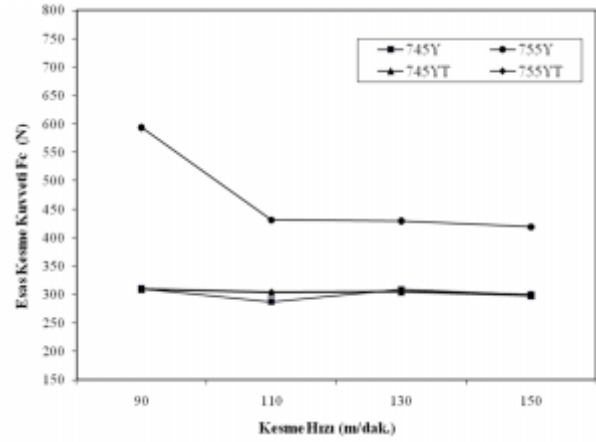
Numune Kodu	Kesme Hızı (m/dk)	Esas Kesme Kuvveti Fc (N)	İlerleme Kuvveti Ff (N)	Radyal Kuvvet Fr(N)
745YT	90	309,04	186,55	90,64
	110	303,37	195,4	93,95
	130	304,38	177,84	102,67
	150	297,74	184,15	85,8
755YT	90	309,72	190,24	92,44
	110	304,28	193,29	94,4
	130	305,88	184,98	103,26
	150	300,57	184,06	91,73

Tablo 3 ve Şekil 1 incelendiğinde genel olarak kesme hızının artışı ile kesme kuvvetlerinde düşüş görülmektedir. 755Y numunesinin 90 m/dak. kesme hızında diğer numunelerde oluşan kuvvete göre iki kat daha fazla olduğu görülmektedir. Kesme hızının artışı bu numunede de esas kesme kuvvetinin düşüşüne sebep olmuştur. Fakat diğer numunelerde oluşan kuvvetlere göre yaklaşık %30 daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durum mekanik özelliklerin yüksek oluşuna atfedilmiştir. Temperlenmiş numunelerin kesme kuvvetlerinin çok yakın değerler olarak tespit edilmiş olup bunun sebebi olarak mekanik özelliklerinin çok yakın değerlerde olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Yağda soğutulan numunelerde gerçekleşmiş olan kuvvet farklılıklarının ısı işlem sonucu malzemenin mekanik özelliklerin değişiminin sebep olduğu kanısına varılmıştır (6).

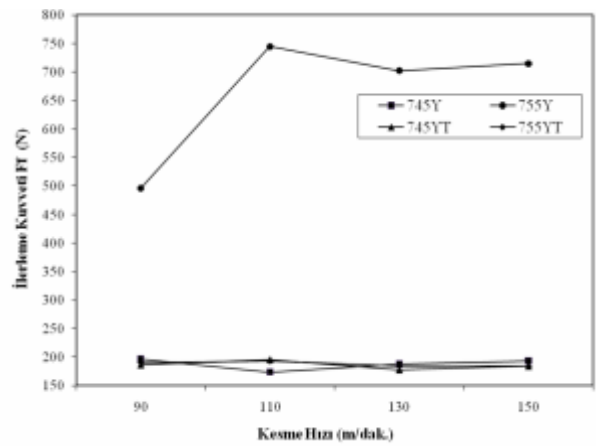
Deney numunelerinin mekanik özellikleri Tablo 4’de verilmektedir.

Tablo 4. 745Y-745YT-755Y-755YT numunelerinin mekanik özellikleri.

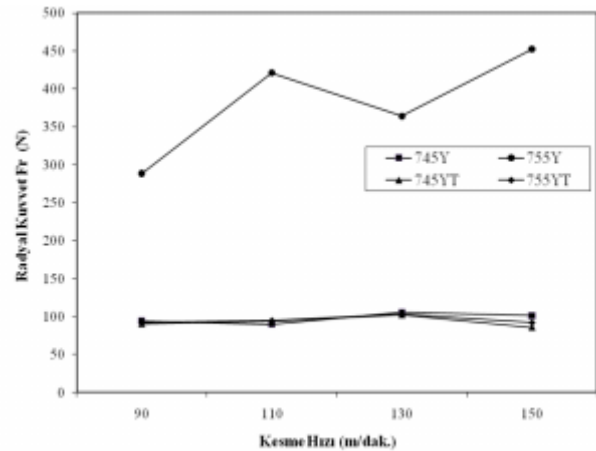
Numune Kodu	Sertlik		Çekme Mukavemeti (N/mm ²)	Kopma Uzaması (%)
	HV10	HB		
745Y	551,8	524,2	1782,3	11,97
755Y	580,5	551,5	1877	10,32
745YT	273	255,5	936,6	20,7
755YT	269	255,5	939	18,2



(a)



(b)



(c)

Şekil 1. 745Y, 745YT, 755Y ve 755YT numunelerinin a) Esas kesme kuvveti-Fc, b) İlerleme kuvveti-Ff ve c) Radyal kuvvet grafikleri

Şekil 1 (b) incelendiğinde 755Y numunesi hariç, diğer numunelerin tamamında kesme hızının artışına bağlı olarak ilerleme kuvvetinde düşüşler gözlemlenmiştir. 755Y numunesinde kesme hızının artışı ile ilerleme kuvvetinde de artışlar gözlemlenmiştir. Bunun sebebi olarak sertliğin ve mekanik özelliklerin yüksek oluşu takım aşınmasını arttırmıştır. Artan kesme kuvveti ile daha kısa sürede takım aşınması gerçekleşmiştir (7). İlerleme kuvvetinde ve radyal kuvvetteki artışlar, yüksek hızlardaki hızlı aşınmanın yarattığı kaplamanın kalkması ve dolayısıyla talaş temas bölgesindeki yüzey bozulmasına atfedilebilir.

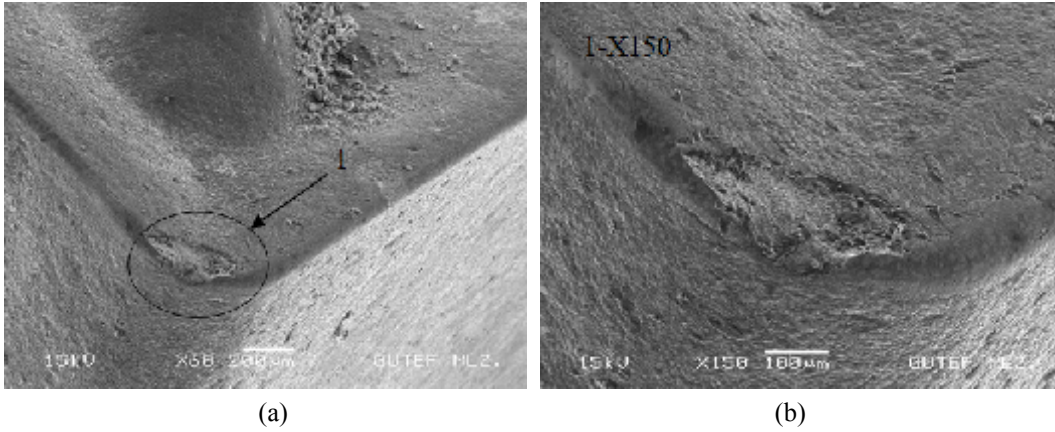
Şekil 1 (c) incelendiğinde bütün numunelerde 90 m/dak. kesme hızının 130m/dak. kesme hızına kadar artması ile radyal kuvvette artışlar olduğu, daha sonra kesme hızının artmasıyla radyal kuvvetin düşme eğilimine girdiği gözlemlenmiştir.

Genel olarak, kesme hızının artmasıyla kesme kuvvetlerinin düşmesi beklenen bir davranış olup lite-

3.2. Kesme Hızının Takım Aşınmasına Etkisi (Effect of Cutting Speed on Tool Wear)

Genel olarak bakıldığında 755Y ve 745Y numuneleri haricindeki numunelerin işlenmesinde kesici takımlar üzerinde aşınmaların veya kırılmaların olmadığı görülmüştür. Bunun sebebi olarak temperleme işleminin malzeme yapısında işlenebilirlik açısından olumlu yönde etkide bulunduğu söylenebilir. Mekanik özellikler incelendiğinde sünekliğin artışı ve malzeme sertliklerinin düşmesi bu malzemelerin daha rahat bir şekilde işlenmesini sağlamıştır (5).

Şekil 2. İncelendiğinde 745Y numunesinin 90 m/dak. kesme hızında işlenmesinde kesici takımın burnunda kırılmanın olduğu görülmektedir. Bu kırılmanın malzemenin mekanik özelliklerinin yüksek olmasına atfedilmiştir. Kesme hızını arttırdıkça kesme kuvvetinde değişiklikler ve takım üzerinde talaş yapışmalarının olduğu gözlemlenmiştir. Gerçekleşmiş olan kuvvet farklılıklarının ısı işlem sonucu malzeme

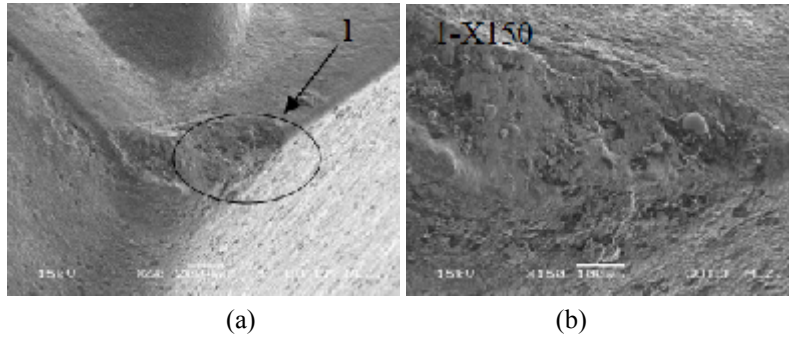


Şekil 2. 745Y numunesinin 90 m/dak. Kesme hızında işlenmesi sonucun gerçekleşen takım aşınması SEM resimleri a)X60 büyütme b) X150 büyütme

ratürle paralellik arz etmektedir. Bu durumu kesme hızının artmasıyla beraber kesme bölgesinde artan sıcaklığa bağlı olarak plastik deformasyonun ve ısı yumuşama ile takım-talaş ara yüzeyinde sürtünmenin azalmasıyla talaş akışının kolaylaşmasına bağlı olarak açıklamak mümkündür (8,9,10).

içindeki oluşan gerilmelerin sebep olduğu kanısına varılmıştır.

Şekil 3. İncelendiğinde 755Y numunesinin 90 m/dak. kesme hızında işlenmesinde kesici takımın burnunda kırılmanın olduğu, kırılma sonrası kesme işleminin devam etmesi ile kesme kenarında



Şekil 3. 755Y numunesinin 90 m/dak. Kesme hızında işlenmesi sonucun gerçekleşen takım aşınması SEM resimleri a)X60 büyütme b) X150 büyütme

malzemenin kesici takıma yapışmasının olduğu görülmektedir. Kesici takımındaki kırılmanın malzeme sertliğinin yüksek oluşundan kaynaklandığı düşünülmüştür.

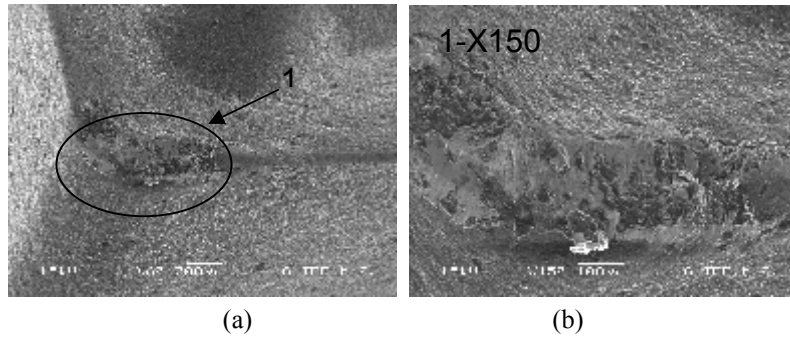
Kesme hızının 110 m/dak. olduğunda da aynı işlemin gerçekleştiği Şekil 4. görülmektedir. Kesme hızının artışı ile kesici takım üzerinde düşük kesme hızlarına göre daha fazla kırılmaların olduğu Şekil 5. ve Şekil 6. de görülmektedir. Malzemenin mekanik özelliklerinin yüksekliği nedeniyle 755Y numunesi için bütün kesme hızlarında kesici takımın burun bölgesinde kırılmaların olduğu tespit edilmiştir. Kesme hızının artırılması ile kesme kuvvetinde düşüşler olduğu, fakat takım aşınmasının da arttığı, bundan dolayı takım ömrünün azaldığı yapılan çalışmalarda vurgulanmıştır (6).

Temperlenmiş numunelerin işlenmesinde kullanılan kesici takımların incelenmesinde takım

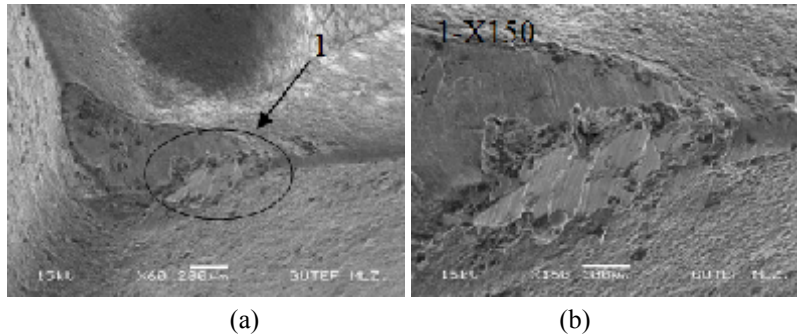
üzerinde herhangi bir aşınmanın olmadığı tespit edilmiştir. Temperlenmiş numunelerin mekanik özelliklerinin düşük olması ve yüksek kesme hızlarında yapışık talaş oluşmaması ile takım üzerinde herhangi bir aşınma gerçekleşmemiştir (5). Genel olarak ısıl işlem yapılmış malzemelerin içyapısındaki mikroyapı bozukluklarını düzenli hale getirmek için temperleme işlemi yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir. Sonuç olarak, ısıl işlem sonrası yapılan temperleme işleminin işlenebilirlik açısından pozitif yönde etkisi olduğu yapılan deneyler sonucunda söylenebilir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER (RESULTS AND SUGGESTIONS)

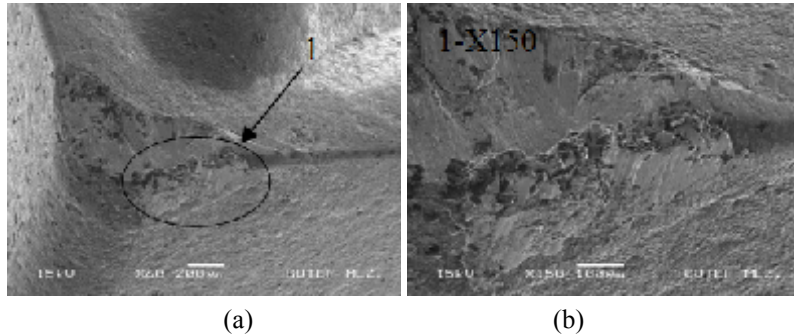
Isıl işlemler ile mekanik özellikleri değiştirilmiş sıcak haddelenmiş Ç 5140 çeliğinde, mekanik özelliklerinin takım aşınması ve kesme kuvvetlerine etkisini incelemek amacıyla tornalama yöntemiyle işleme deneyleri yapılmıştır. Yapılan deneyler



Şekil 4. 755Y numunesinin 110 m/dak. Kesme hızında işlenmesi sonucun gerçekleşen takım aşınması SEM resimleri a)X60 büyütme b) X150 büyütme



Şekil 5. 755Y numunesinin 130 m/dak. Kesme hızında işlenmesi sonucun gerçekleşen takım aşınması SEM resimleri a)X60 büyütme b) X150 büyütme



Şekil 6. 755Y numunesinin 150 m/dak. Kesme hızında işlenmesi sonucun gerçekleşen takım aşınması SEM resimleri a)X60 büyütme b) X150 büyütme

sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- Kesme hızının artışı ile kesme kuvvetinde düşüşler olduğu gözlemlenmiştir.
- Malzemenin mekanik özelliklerinin yüksekliği nedeniyle 755Y numunesi için bütün kesme hızlarında kesici takımın burun bölgesinde kırılmaların olduğu tespit edilmiştir.
- Yağda soğutulan numunelerde gerçekleşmiş olan kuvvet farklılıklarının ısı işlem sonucu malzemenin mekanik özelliklerin değişiminin sebep olduğu kanısına varılmıştır.
- Temperleme ısı işlemi için işlenebilirlik için olumlu etkiler sağladığı yapılan deneyler sonucu tespit edilmiştir.
- Temperlenmiş numunelerin incelenmesinde takım üzerinde herhangi bir aşınmanın olmadığı ve bu durumun numunelerin mekanik özelliklerinin düşük olması ve yüksek kesme hızlarında yapışık talaş oluşmamasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

5. KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Çakır, M., C., "Modern Talaşlı İmalatın Esasları", Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 140, Ceylan Matbaacılık, Bursa, 1999.
2. Kendall, L.A., ASM Handbook, Volume 18 Friction, Lubrication, and Wear Technology, Friction and Wear of Cutting Tools and Cutting Tool Materials, 1991.
3. Çakır, O., Kılıçkap, E., "Metallerin Soğuk Talaşlı İşlenmesi", Makine Tasarım ve İmalat Teknolojileri Kongresi, Konya, 279-283, 2001.
4. Çakır, O., Kıyak, M., Atlan, E., "Comprasion of Gases Applications to Wet and Dry Cuttings in Turning", Journal Materials Processing Technology, 153, 35-42, 2004.
5. Özçatalbaş, Y., "Kesici Takım ve İş Malzemesi Mekanik Özelliklerinin Yüzey Pürüzlülüğü ve Kesme Kuvvetlerine Etkisi", Politeknik Dergisi, 4: 47-52, 2002.
6. Özses, B., "Bilgisayar Sayısal Denetimli Takım Tezgahlarında Değişik İşleme Koşullarının Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Bölümü, Ankara, 2002.
7. Özçatalbaş Y, Baş A, Tornalamada Hava Püskürtme İle Soğutmanın Kesme Kuvvetleri ve Takım Ömrüne Etkilerinin Araştırılması, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 21 (3): 451-455, 2006.
8. Trent, E.M., "Metal cutting", Butterworths Press, London, page: 1-171, 1989.
9. Zhang, H., "Plastic Deformation and chip Formation Mechanics during Machining of Copper, Aluminium and an Aluminium Matrix Composite", PhD. Thesis, University of Windsor, Canada, 5-106, 2000.
10. Uzun, G., Çiftçi, İ., Demir, B., Hayat, F., "Ç 5140 Çeliğinin Mikroyapı Ve Mekanik Özelliklerinin İşlenebilirliğe Etkisi", 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), Karabük, Türkiye, 13-15 Mayıs 2009.