

Alüminyum Alaşımlarının İşlenmesinde Kesme Hızı ve Talaş Açısının Yüzey Pürüzlülüğü, Yığıntı Talaş ve Yığıntı Katmanı Oluşumu Üzerine Etkisi

Mustafa SEKMEN*¹, Mustafa GÜNAY², Ulvi ŞEKER³

¹Karabük Üniversitesi, Sağlık Yüksekokulu, İş Sağlığı ve Güvenliği Böl. KARABÜK

²Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Müh. Böl. KARABÜK

³Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İmalat Müh. Böl. ANKARA

(Geliş / Received : 30.09.2014 ; Kabul / Accepted : 03.12.2014)

ÖZ

Bu çalışmada, AA 2011 ve AA 7075 alüminyum alaşımlarının işlenmesinde, kesme parametrelerinin (takım talaş açısı ve kesme hızı) yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri incelenmiştir. Ayrıca, kesme parametreleri ile takım talaş yüzeyinde oluşan Yığıntı Katmanı (YK) ve Yığıntı Talaş (YT) arasındaki etkileşimler değerlendirilmiştir. İşleme deneylerinde, kesici takıma hem pozitif hem de negatif yönde talaş açısı verilerek talaş kaldırılmasını sağlayan bir deney düzeneği kullanılmıştır. Her iki alaşım için ortalama yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri, talaş açısının büyük değerlerinde (15° ve 20°) düşük çıkarken, AA 7075 alaşımında özellikle talaş açısının küçük değerlerinde (0° ve -5°) oldukça yüksek çıkmıştır. Kesme deneylerinde kullanılan kaplamasız karbür kesici takımlar, metalografik yöntemlerle (SEM ve EDS analizi) incelenerek, talaş açısının ve alaşım içeriğinin YK ve YT oluşumu üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. AA 7075 alaşımında, AA 2011 alaşımına göre daha fazla YK ve YT oluşumu meydana gelmiştir.

Anahtar Kelimeler: Alüminyum alaşımları, Talaş açısı, Yüzey pürüzlülüğü, Yığıntı talaş, Yığıntı katmanı

Effect on Formations of Built-up Edge and Built-up Layer, Surface Roughness of Cutting Speed and Rake Angle in the Machining of Aluminum Alloys

ABSTRACT

In this study, the effects on surface roughness of cutting parameters (tool rake angle and cutting speed) were investigated in the machining of AA 2011 and AA 7075 aluminum alloys. The interactions between the cutting parameters and Built-up edge (BUE), Built-up layer (BUL) formed on tool rake face were also evaluated the same machining processes. In the machining tests, the testing apparatus which allowing chip removal by giving rake angle in both positive and negative side to the cutting tool was used. The average surface roughness (Ra) values for both alloys were considerably high in especially small values of rake angle (0° and -5°) for AA 7075 alloy, while Ra values for both alloys have been low in larger values of rake angle (15°ve 20°). The effect of the formations BUE and BUL of the rake angle and the alloy content were evaluated by examining uncoated carbide cutting tools used in cutting experiments with metallographic methods (SEM and EDS analysis). Consequently, the formation of BUE and BUL for AA 7075 alloy has been greater than that of AA 2011 alloy.

Keywords: Aluminum alloys, Rake angle, Surface roughness, Built-up edge, Built-up layer

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüz endüstrisinde demir ve çelikten sonra en çok alüminyum ve alüminyum alaşımları kullanılmaktadır. Alüminyum ağırlıkça hafif olup, alaşımları yapı çeliklerinden çok daha fazla mukavemet özelliklerine sahiptir. Alüminyum iyi elektriksel ve ısı iletkenliğinin yanı sıra yüksek bir ısı ve ışık yansıtma özelliğine de sahiptir. Ayrıca, korozyon direncinin oldukça iyi olması, döküm ve şekillendirilmesinin kolaylığı birçok hizmet alanlarında kullanılmasını sağlamaktadır [1].

Talaşlı imalat sonucu elde edilen yüzey pürüzlülüğü

* Sorumlu Yazar (Corresponding Author)

e-posta: mustafasekmen@karabuk.edu.tr

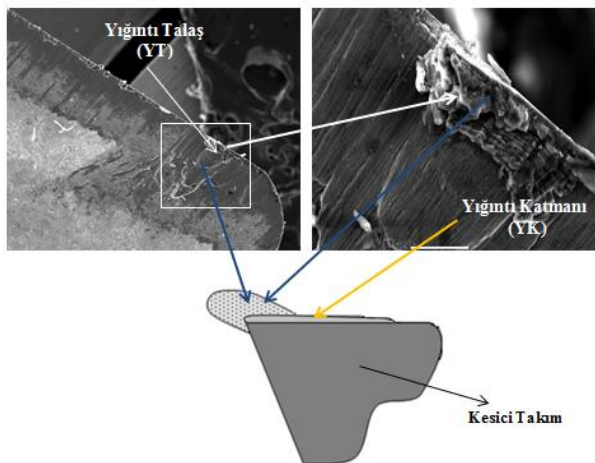
Digital Object Identifier (DOI) : 10.2339/2015.18.3 141-148

malzemenin kalitesini belirleyen önemli bir imalat parametresidir. Birbirleriyle temas halinde çalışan makine parçalarının istenilen işlevi uzun süreli ve minimum enerji harcayarak gerçekleştirmesi yüzey pürüzlülüğüne ve parçanın boyut hassasiyetine bağlıdır. Yüzey kalitesi; yorulma dayanımını, korozyon direncini ve malzemenin tribolojik özelliklerini büyük oranda etkiler [2]. Bu sebeple, yüzey pürüzlülüğünün ölçümü ve karakterize edilmesi talaşlı imalat işlemlerinin optimizasyonu için önem taşımaktadır.

Alüminyum alaşımlarının işlenmesinde diğer talaş kaldırma işlemlerinde olduğu gibi pek çok faktörün etkisi söz konusudur. Talaş açısı faktörü, alüminyumun işlenmesi sırasında kesme kuvvetleri ve yığıntı talaş (YT)

oluşumu üzerinde çok büyük etkilere sahiptir [3,4]. Talaş açısının fazla olması kesici takım ile iş parçası arasındaki temas yüzeyini azaltarak kesme işleminin kolaylaşmasını sağlar. Diğer yandan talaş açısının fazla olması kesici ucun dayanımı üzerinde olumsuz etki yapmaktadır. Bu etki kesici takımın uç bölgesinde hızlı aşınma olarak kendini göstermektedir. Bu oluşumların meydana gelmemesi için talaş açısının uygun değerlerde seçilmesi gerekmektedir [5]. Mizutani vd., tarafından alüminyum alaşımları üzerine yapılan çalışmada, sertliğin artmasıyla birlikte yüzey pürüzlülüğünün azaldığını ve YT oluşumunun ortadan kalktığı sonucuna varılmıştır [6]. Kim ve Hwang, 5° ve 7,5° pozitif talaş açılı takımlarla yaptıkları çalışmada sertliği yüksek olan alüminyum alaşımlarının işlenmesinde daha düşük yüzey pürüzlülük değerleri elde etmişlerdir [3]. Jeelani ve Musial, 10°-30° arasında pozitif talaş açılı takım kullanmışlar ve pozitif yönde talaş açının artması ile YT oluşumunun azaldığını ve böylece yüzey pürüzlülüğünün azaldığını belirlemişlerdir [4].

Diğer önemli bir faktör kesici takım aşınma mekanizmaları olup, özellikle sünek malzemelerin işlenmesinde meydana gelen yapışma aşınma mekanizması bunlardan birisidir. Yapışma aşınması, genel olarak iş parçası malzemesinin kesici takım yüzeyine eklenmesi şeklinde gerçekleşir [7,8]. Şekil 1’de görüldüğü gibi talaşlı imalat işleminde iş parçası malzemesinin, takımın talaş yüzeyine yapışması yığıntı talaş (YT) olarak bilinir ve bu oluşum çoğunlukla sünek malzemelerin işlenmesinde oluşmaktadır. Kesici takım talaş yüzeyine geniş alana kaynaklanarak oluşturduğu ince katmana ise yığıntı katmanı (YK) adı verilir. Kesici takım üzerinde YK ve YT oluşmasının nedeni, özellikle kesme hızına bağlı olarak talaş kaldırma esnasında kesici takımdaki sıcaklık ve aşırı basınçtır. Kesici takımdaki bu oluşumlar, aynı zamanda iş parçasının kimyasal yapısına da bağlıdır [9-11].



Şekil 1. Takım üzerindeki Yığıntı Talaş (YT) (BUE on cutting tool)

Takım talaş yüzeyine yapışan iş parçası malzemesi sabit değildir ve kesme sırasında oluşan yüksek kesme kuvvetleri ile takım yüzeyinden koparak uzaklaşır. Talaş

kaldırma işlemi devam ettikçe tekrar takım üst yüzeyinde talaş birikmeye başlayabilir veya kesici kenardan küçük parçaların kırılıp uzaklaşmasına sebep olabilir [12]. List vd., farklı alüminyum alaşımının kuru işlenmesi sırasında kesici takım üzerine yapışan malzemenin mikro yapısal özelliğini incelemişlerdir. YK ve YT oluşumuna termo-mekanik mekanizmaların neden olduğu ve saf alüminyumun takım talaş yüzeyine bir kaplama şeklinde birikmesiyle YK'nın oluştuğu vurgulanmıştır [11]. Gomez vd., ergime derecesi yüksek intermetaliklerin talaş ile birlikte sürüklenmesi nedeniyle takım talaş yüzeyinde alüminyumun ekstrüzyonu ve sonuç olarak YT'nin meydana geldiğini belirtmişlerdir. Özellikle kaplamalı takımlarda, kaplamanın etkisiz duruma gelmesi YT oluşumunu hızlandırmakta ve bu durum kesici takım geometrik formunun değişmesine neden olmaktadır. YT ve YK oluşumları, genellikle işlenmiş yüzeylerin ortalama yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri ile değerlendirilmektedir. Diğer yandan, kısa süreli kesme işlemlerinde YT'nin artmasıyla yüzey pürüzlülüğünün azaldığını tespit etmişlerdir [13].

Literatürde yapılan çalışmalardan çeşitli sünek malzemelerin işlenmesinde, talaş açısı ve kesme hızının, yüzey pürüzlülüğü, YK ve YT oluşumu üzerinde belirli etkiye sahip olduğu anlaşılmaktadır. Ancak, talaş açısı ve kesme hızıyla birlikte iş parçası malzemesinin kimyasal bileşiminin, özellikle YK ve YT üzerindeki etkisinin detaylı olarak incelendiği çalışmanın çok az sayıda olduğu görülmektedir. Bu çalışmada, kaplamasız karbür kesici takım AA 2011 ve AA 7075 alaşımlarının işlenmesinde talaş açısı ve kesme hızı değişiminin ortalama yüzey pürüzlülüğü, YK ve YT oluşumu üzerindeki etkileri deneysel ve metalografik yöntemler (SEM ve EDS analizi) ile incelenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM (MATERIAL AND METHOD)

2.1. İş Parçası Malzemesi ve Kesici Takım (Work piece Material and Cutting Tool)

İş parçası malzemeleri olarak silindirik 200 mm boyunda AA 2011 ve AA 7075 alüminyum alaşımları kullanılmıştır. Deney numunelerinin CNC torna tezgahında ayna punta arasında işlenebilmesi için bir ucuna punta deliği açılmıştır. Bu malzemelerin spektral analizleri KOSGEB laboratuvarında yaptırılmış ve alaşımların kimyasal bileşimi Tablo 1’de verilmiştir. Alaşımların sertlik analizleri INSTRON WOLPERT GmbH DIATESTOR 7551 TİPİ sertlik ölçüm ünitesi kullanılarak Brinell sertlik ölçüğünde ölçülmüştür. AA 2011 alaşımı için BSN (Brinell sertlik numarası) 125 ve AA 7075 alaşımı için 88 BSN’dir.

Deneylerde, Kennametal ürünü CCGT120404 kodlu K313 kalite kaplamasız karbür kesici takım ile SCLC2525 M12 kodlu 95° yanaşma açılı takım tutucu kullanılmıştır. Kesici takımlar normalde 15° talaş açısına sahiptir. Deneyler sırasında, talaş açıları ayarlanabilir bir sistem ile negatif ve pozitif yönlerde belirlenen

Tablo 1. Deney malzemelerinin kimyasal bileşimi (Ağırlık-%) (Chemical Composition of samples - % Weight)

2011 AA Alaşımı	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ni
	0,158	0,324	5,58	0,00200	0,00153	0,0254	0,0118
	Cr	Pb	Sn	Ti	Sb	Al	
0,0142	0,459	0,0154	0,00792	0,00300	93,39		
7075 AA Alaşımı	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ni
	0,240	0,255	2,00	0,260	2,11	4,97	0,0154
	Cr	Pb	Sn	Ti	Sb	Al	
0,150	0,0127	0,00500	0,0253	0,00300	89,96		

değerlere ayarlanmıştır [14]. Deneyler, 10 kW gücündeki TC-35 Johnford CNC torna tezgahında yapılmıştır.

2.2. Yüzey Pürüzlülüğü (Surface Roughness)

AA 2011 ve AA 7075 alüminyum alaşımlarının tornalanması ile elde edilen işlenmiş yüzeyler üzerinde pürüzlülük ölçümleri için Mahr Perthometer M1 cihazı kullanılmıştır. Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde ortalama yüzey pürüzlülük değeri (Ra) esas alınmıştır. Pürüzlülük ölçümlerinde, ortam sıcaklığı 20 ± 1 °C kabul edilmiş olup, kesme uzunluğu 0,8 mm ve örnekleme uzunluğu 5,6 mm olarak seçilmiştir.

Kesici takım talaş yüzeyi üzerindeki YK ve YT oluşumunu görüntülemek için JOEL JSM-5600 model Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) kullanılmıştır. Ayrıca, yüzey pürüzlülüğü ile YT ve YK oluşumları arasındaki etkileşimleri metalürjik yapı açısından değerlendirmek amacıyla kesici takım talaş yüzeylerinin Enerji Dağılımlı Spektroskopi (EDS) analizi yapılmıştır.

2.3. Kesme Parametreleri (Cutting Parameters)

Kesme parametreleri; alüminyum alaşımlarının malzeme yapısı, alüminyum alaşımlarının işlenmesinde tavsiye edilen kesme parametreleri, kesici takım, CNC torna tezgahının şartları ve ISO 3685'e göre belirlenmiştir. Ayrıca, iş parçası yüzeyinde oluşan pürüzlülük değerleri ile kesici takım yüzeyindeki YK ve YT oluşumlarının önemli noktalarını belirleyebilmek için değişik talaş açıları seçilmiştir. Deneylerde kullanılan kesme parametreleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Kesici takım ve kesme parametreleri. (Cutting tool and cutting parameters)

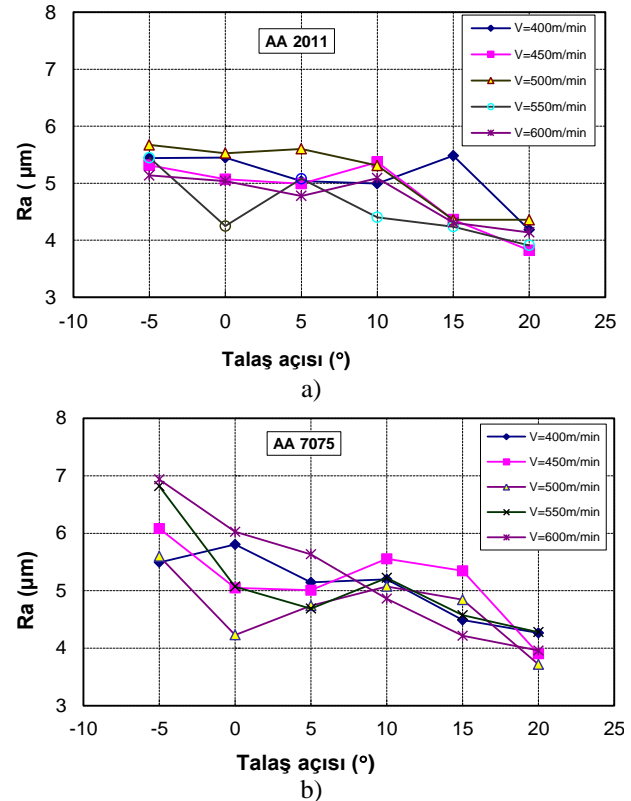
Kesici takım özellikleri	
Kalite	: K313
Takım radyüsü (r , mm)	: 0,4
Talaş açısı (°)	: -5, 0, 5, 10, 15, 20
Kesme parametreleri	
V (m/min)	: 400-450-500-550-600
f (mm/dev)	: 0,25
a (mm)	: 2,5

Her deney için yeni bir kesici takım kullanılarak deneylerin aynı şartlarda olması sağlanmıştır. Her deneyden sonra tezgah durdurularak kesme hızı ve talaş açısı değerleri tekrar ayarlanmış ve her bir alaşım için 30 adet olmak üzere toplam 60 adet deney yapılmıştır.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

3.1. Talaş Açısı ve Kesme Hızının Ra Üzerindeki Etkisi (Effect on Ra of Rake Angle and Cutting Speed)

Her iki farklı alaşım için beş farklı kesme hızı ve altı farklı talaş açısında elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) Şekil 2'de verilmiştir. Şekil 2'de görüldüğü gibi AA 2011 ve AA 7075 alaşımlarında talaş açısının artmasıyla yüzey pürüzlülük değerlerinin azaldığı görülmektedir.

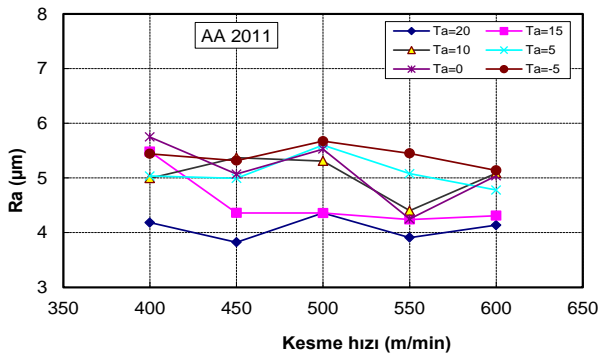


Şekil 2. Talaş açısına göre Ra değerleri değişimi; a) AA 2011, b) AA 7075. (Ra variations according to rake angle; a) AA 2011, b) AA 7075)

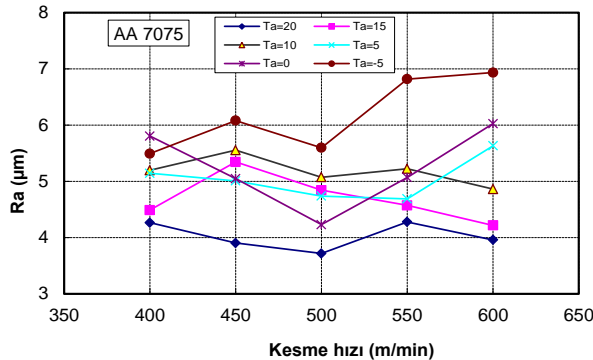
AA 2011 alaşımında talaş açısının -5° , 0° , 5° 'den 10° , 15° ve 20° dereceye yükselmesiyle ortalama yüzey pürüzlülük (Ra) değerlerinde ortalama % 12'lik bir azalma olmuştur. AA 7075 alaşımında ise aynı talaş açısı değerleri için Ra değerlerinde ortalama % 16'lık bir azalma meydana gelmiştir. Bu durum, talaş açısının

değişimiyle YK ve YT oluşma eğiliminin farklılık göstermesi ile açıklanabilir. Literatürde bahsedildiği gibi, düşük talaş açılarında, YK ve YT oluşumuna bağlı olarak takım talaş yüzeyi düzensiz bir yapıya sahip olduğu için ortalama yüzey pürüzlülük değerlerinin artmasına sebep olduğu düşünülmektedir [3,4].

Her iki alaşım için -5° talaş açısında elde edilen Ra değerleri diğer talaş açılara göre oldukça yüksektir. AA 7075 alaşımında talaş açısının -5° 'den 0° 'ye yükselmesiyle Ra değerlerinde ortalama %13'lük bir azalma olurken, 0° 'den 5° 'ye değişimiyle %3,8'lik bir azalma daha meydana gelmiştir. AA 2011 alaşımında ise Ra değerlerindeki bu değişim daha düşük düzeydedir. Talaş açısının -5° 'den 0° 'ye yükselmesiyle %2,6'lık bir azalma oluşmuştur. 15° ve 20° lik talaş açılarında her iki alaşım için düşük yüzey pürüzlülük değerleri elde edilmiştir. Özellikle 20° talaş açısında AA 7075 alaşımının yüzey pürüzlülük değerleri AA 2011 alaşımına göre daha düşüktür. Talaş açısının yüzey pürüzlülüğüne etkisi genel olarak değerlendirildiğinde, AA 2011 ve AA 7075 alüminyum alaşımlarının işlenmesinde 20° talaş açısının en düşük yüzey pürüzlülük değerlerini sağladığı görülmüştür.



a)



b)

Şekil 3. Kesme hızına göre Ra değerleri değişimi; a) AA 2011, b) AA 7075. (Ra variations according to cutting speed; a) AA 2011, b) AA 7075)

Kesme hızının Ra üzerindeki etkisi, Şekil 3'de verilen grafikler ile daha detaylı olarak açıklanmıştır. AA 2011 alaşımında görüldüğü gibi kesme hızının artmasıyla yüzey pürüzlülüğü değerlerinde belirgin bir değişiklik gözlenmemiştir (Şekil 3a). Talaş açısının -5° ve pozitif olarak küçük değerlerinde kesme hızının artmasıyla AA 7075 alaşımında bir yükselme eğilimi gözlenmiştir.

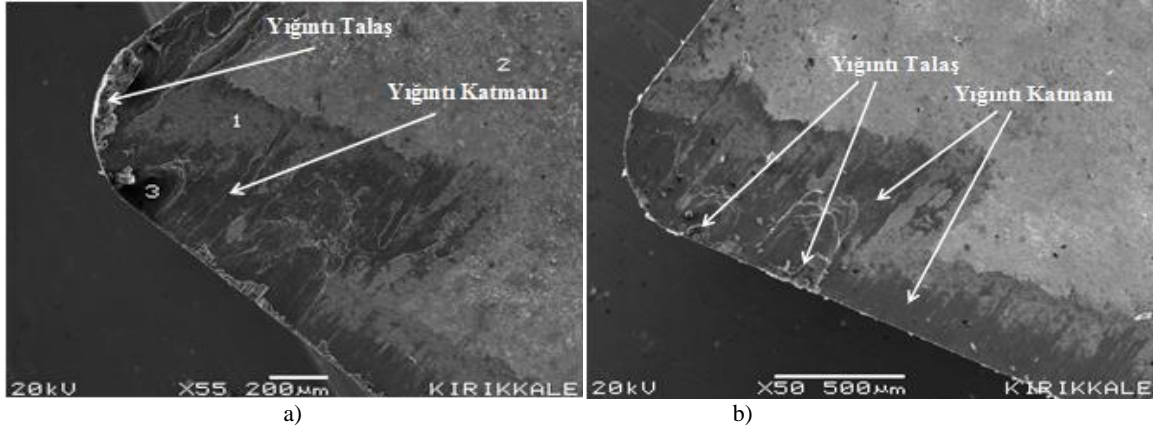
Buradan, sünek malzemelerin düşük talaş açısıyla işlenmesinin kabul edilebilir sınırlar içerisinde olmadığı ve Ra değerlerinin bu sebeple kararsız çıktığı sonucuna varılmıştır.

Kesme hızları takım üretici firma tarafından önerilen aralıklarda ve alüminyumun işleme şartlarında seçildiği için kesme hızının yüzey pürüzlülüğü üzerinde fazla etkisi olmadığı düşünülmektedir. Alüminyum alaşımları için aynı talaş açısı ve kesme hızlarında elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri karşılaştırıldığında, AA 7075 alaşımında ölçülen Ra değerlerinin AA2011 alaşımına göre %2,6 oranında daha yüksek çıktığı tespit edilmiştir. Bu durum, AA 2011 alaşımının AA 7075 alaşımına göre daha sert ve dolayısıyla sünekliğinin düşük olmasına bağlı olarak YK ve YT oluşma eğiliminin daha düşük olmasından kaynaklanmaktadır [6].

3.2. Yığıntı Katmanı (YK) ve Yığıntı Talaş (YT) Oluşumunun Değerlendirilmesi (Evaluation of Built-Up Layer and Built-Up Edge Formation)

Alüminyum alaşımlarının işlenmesinde karşımıza çıkan temel problemlerin başında talaş yüzeyinde yapışma gelmektedir. Özellikle sünek, dayanımı düşük ve talaş kontrolü zor alüminyum alaşımlarında kesici takım üzerindeki YK ve YT oluşumu artmaktadır. Kesici takım üzerindeki YK ve YT oluşumu, alaşımlar içerisindeki farklı katkı maddesi ve üretim şekliyle yakından ilişkilidir [9-11]. Deneylerde iki farklı alaşım (AA 2011 ve AA 7075) aynı kesme hızı ve talaş açılarında aynı kesici takım cinsiyle benzer şartlarda işlenerek aradaki fark görülmüştür. AA 2011 ve AA 7075 alüminyum alaşımlarının işlenmesinde kesici takım talaş yüzeyinde oluşan YK ve YT oluşumu SEM fotoğrafları ile gösterilmiştir.

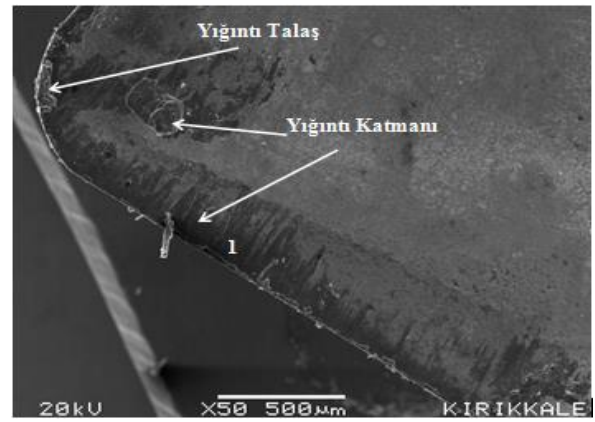
Sünek malzemelerin işlenmesinde YK ve YT oluşumu yüzey pürüzlülüğü açısından olumsuz bir faktördür. Bunu aza indirmek için en etkili önlemlerden birisi talaş açısını pozitif olarak artırmaktır [9,10]. AA 7075 alaşımının AA 2011 alaşımına göre sertliği daha az ve dolayısıyla sünekliği yüksektir. Yüzey pürüzlülük değerlerinin AA 7075 alaşımında, -5° talaş açısında yüksek olması, kesici uçta oluşan YK ve YT eğiliminin yüksek oluşu ile açıklanabilir. Şekil 4a'da, AA 7075 alaşımında -5° talaş açısında ve 400 m/min kesme hızında takım uç bölgesinde YT oluşumunun yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. Talaş açısının pozitif yönde artırılmasıyla ortalama yüzey pürüzlülük değerinin önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir. Bunun sebebi olarak, talaş açısının artmasıyla takım talaş yüzeyinde YK ve YT oluşumunun azalmasını göstermek mümkündür. Şekil 4b'de AA 7075 alaşımında 20° talaş açısı ve 400 m/min kesme hızında YT oluşumunun azaldığı ve YK eğiliminin ise takım talaş kesme derinliği mesafesinde etkili olduğu ve alan olarak azaldığı görülmektedir.



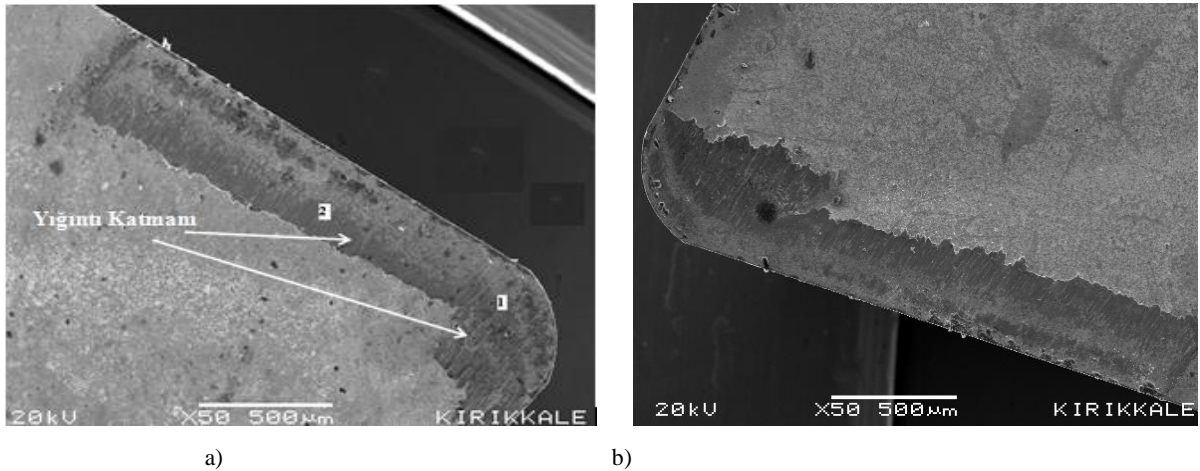
Şekil 4. AA 7075 alaşımı için kesici takım SEM fotoğrafı ($V=400$ m/min); a) $\gamma=-5^\circ$, b) $\gamma=20^\circ$. (SEM photograph of cutting tool for AA 7075 alloy - $V=400$ m/min); a) $\gamma=-5^\circ$, b) $\gamma=20^\circ$)

AA 2011 alaşımının 5° 'lik talaş açısı ve 600 m/min kesme hızında işlenmesinde, 20° 'lik talaş açısındaki kesici takıma göre daha fazla talaş yüzeyinde yapışma alanı oluşmuştur (Şekil 5). 5° 'lik talaş açılı kesici takımda yapışma takım uç radyüsü ve her iki kesme kenarı boyunca YK olarak daha büyük bir alanda etkili olurken, 20° 'lik talaş açılı takımda yapışmanın daha çok esas kesme kenarı boyunca daha dar bir alanda ve daha ince bir katman olduğu gözlenmiştir (Şekil 5b).

AA 2011 alaşımının işlenmesinde, kesme hızının artmasıyla kesici takıma talaş yapışması eğiliminde belirgin bir değişim gözlenmezken, AA 7075 alaşımında ise kesme hızının artmasıyla YK ve YT oluşumu belirli oranda azalmaktadır. İş parçasının 600 m/min'de işlenmesinde oluşan YK ve YT oluşumu (Şekil 4a-Şekil 7a), 400 m/min kesme hızında oluşan YK ve YT oluşumundan daha azdır (Şekil 6-Şekil 7b). Kesme hızı değişiminin YK ve YT oluşumunu belirli bir



Şekil 6. AA 7075 alaşımı için kesici takım SEM fotoğrafı ($V=600$ m/min; $\gamma=-5^\circ$). (SEM photograph of cutting tool for AA 7075 alloy - $V=600$ m/min; $\gamma=-5^\circ$)



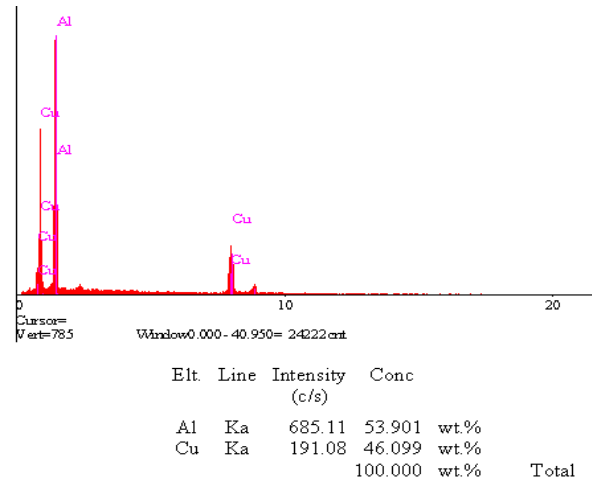
Şekil 5. AA 2011 alaşımı için kesici takım SEM fotoğrafı ($V=600$ m/min); a) $\gamma=-5^\circ$, b) $\gamma=20^\circ$) (SEM photograph of cutting tool for AA 2011 alloy ($V=600$ m/min); a) $\gamma=-5^\circ$, b) $\gamma=20^\circ$)

aralığa kadar olumlu yönde etkilediği bilinmektedir [9]. Ancak deneylerde alüminyum alaşımlarının işlenebilirliğine uygun yüksek kesme hızları seçildiği için kesme hızı değişiminin talaş açısı değişimi kadar belirgin bir etkisi olmamıştır.

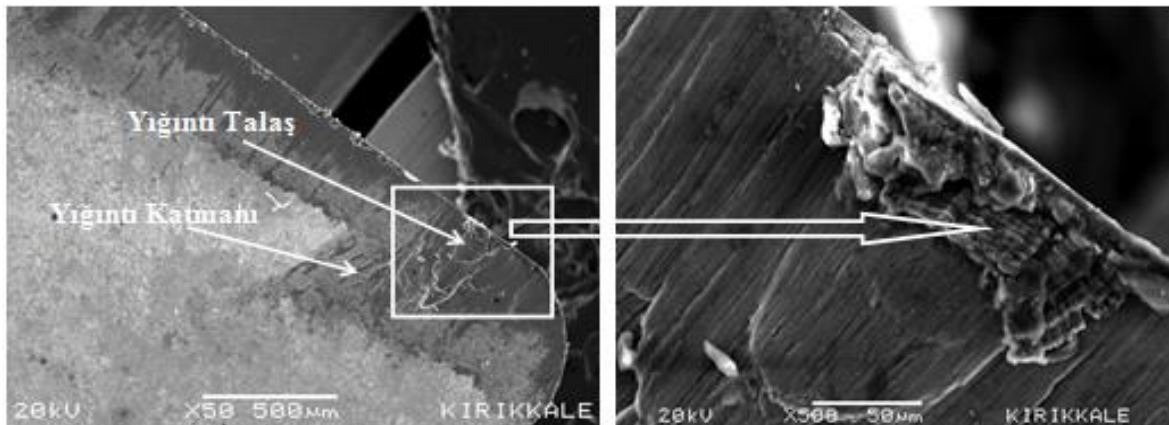
Alüminyum alaşımlarının işlenmesinde, kesme parametreleri ve malzemenin metalürjik yapısı en önemli işlenebilirlik kriteri olarak göze çarpmaktadır. SEM fotoğrafları ve pürüzlülük değerleri, deneylerde kullanılan AA 2011 ve AA 7075 alaşımlarının

işlenmesinde metalürjik yapının önemini bir kez daha göstermiştir. AA 2011 alaşımı AA 7075 alaşımına göre daha sert olup, daha yüksek dayanıma sahiptir. AA 7075 alaşımı ise yüksek süneklığe sahip olup, AA 2011 alaşımına göre dayanımı daha düşüktür. Bununla birlikte, literatürde alüminyum alaşımların işlenmesinde sertliğin artmasıyla birlikte YK ve YT oluşumunun azaldığından söz edilmektedir [6,13]. Şekil 5a ve Şekil 7b incelendiğinde, aynı talaş açısı ve kesme hızında AA 7075 alaşımının işlenmesinde takımda oluşan YK ve YT'nin AA 2011 alaşımından daha fazla olduğu gözlenmiştir.

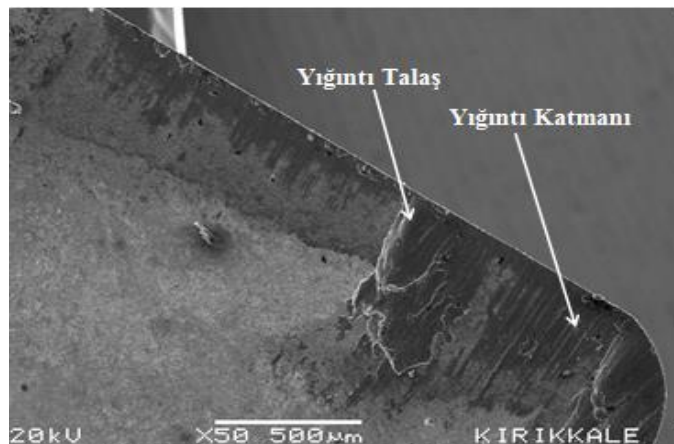
Genel bir değerlendirme yapılırsa; AA 7075 alaşımında talaş açısının özellikle 5° , 0° ve -5° değerlerinde YK ve YT oluşumu yüksek düzeydedir. AA 2011 ve AA 7075 alaşımlarında talaş açısının artmasıyla YK ve YT oluşma eğiliminin azaldığı görülmüştür. Talaş açısının 10° , 15° ve 20° 'lik değerlerinde kesici takımlardaki yapışmanın daha çok YK şeklinde olduğu görülmüştür. AA 2011 ve AA 7075 alaşımlarının işlenmesinde, kesici takıma yapışma eğilimi üzerine metalürjik yapının önemini göstermek amacıyla kesici takım talaş yüzeylerinin EDS analizi yapılmıştır.



Şekil 8. AA 2011 alaşımı için EDS analizi. (EDS analyses for AA 2011)



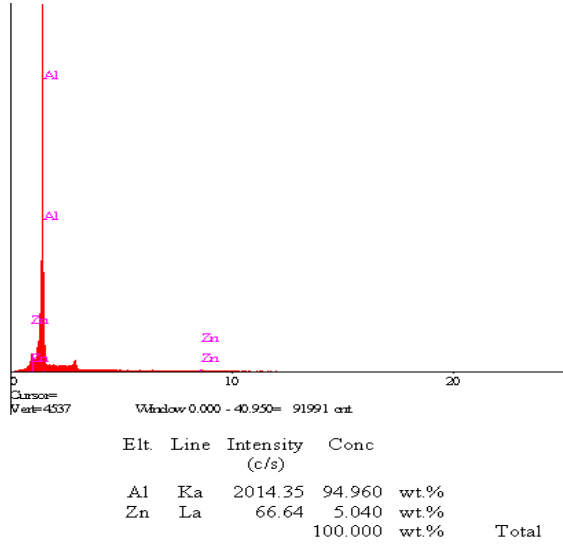
a)



b)

Şekil 7. AA 7075 alaşımı için kesici takım SEM fotoğrafı ($\gamma=5^\circ$); SEM photograph of cutting tool for AA 7075 alloy - $\gamma=5^\circ$,

a) $V=400$ m/min, b) $V=600$ m/min.



Şekil 9. AA 7075 alaşımı için EDS analizi. (EDS analyses for AA 7075)

EDS analizi sonucunda, ana alaşım elementlerinin takım talaş yüzeyine yapışmada etkili olduğu görülmektedir. AA 2011 alaşımında bakırın etkisi çok yüksek düzeydedir. Şekil 5a'daki SEM fotoğrafında 1 numaralı bölgeden yapılan analizde %53,9 alüminyum ve %46 bakır tespit edilmiştir (Şekil 8). Bu oranlar AA 2011 alaşımında bakırın %5,5'ler seviyesinde olmasına rağmen talaş yüzeyindeki yapışma oranının daha yüksek olduğunu göstermekte olup, literatürle benzerlik göstermektedir [15]. AA 7075 alaşımında ise ana alaşım elementi çinkonun etkisi alaşım içerisindeki oranıyla hemen hemen aynı düzeydedir. Şekil 4a'daki SEM fotoğrafında 3 numaralı bölgeden ve Şekil 6'daki 1 numaralı bölgeden yapılan analizlerde %95 alüminyum ve %5'ler düzeyinde çinkonun takım talaş yüzeyine yapıştığı görülmektedir (Şekil 9). EDS analizleri, talaş yüzeyinde oluşan yapışma formlarının ilk olarak YK şeklinde olduğu ve bu oluşumun kesme sıcaklığının etkisiyle meydana geldiğini göstermektedir [13]. Literatürde, alüminyum alaşımları içerisinde intermetalik (ikincil faz) parçacıklar olduğundan bahsedilmektedir [16]. Alüminyum matrisin ergime sıcaklığı, alaşımlar içerisindeki ikincil faz partiküllerin ergime sıcaklığından düşük olduğu için takım yüzeyinin daha geniş alanında oluşan ilk katman YK formundadır. Talaş kaldırma işlemine devam edildiğinde, kesici takımındaki bu geometrik değişimler mekanik yapışma mekanizması yardımıyla kesici kenara yakın yerlerde YT oluşumuna destek sağlamaktadır. Bu nedenle, kesici takım yüzeyinde YT olan bölgelerde yapılan EDS analizleri sonucunda, benzer şekilde ana alaşım elementlerinin etkili olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4a).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND SUGGESTIONS)

Bu çalışmada AA 2011 ve AA 7075 alaşımlarının işlenmesinde, talaş açısı ve kesme hızı değişiminin Ra ve takım talaş yüzeyinde oluşan YK ve YT üzerindeki

etkisi incelenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ve bazı öneriler aşağıda özetlenmiştir:

- Her iki alaşımın işlenmesi sonucunda, talaş açısının artmasıyla Ra değerleri azalırken, kesme hızının artmasıyla Ra değerlerinde önemli bir değişimin olmadığı tespit edilmiştir.
- AA 2011 ve AA 7075 alaşımlarında 15° ve 20°'lik talaş açılarındaki yüzey pürüzlülük değerleri en düşük seviyede bulunmuştur. SEM fotoğrafları ile takım talaş açısının artmasıyla YK ve YT oluşumunun azaldığı kanıtlanmıştır. Buradan, alüminyum alaşımlarının işlenmesinde yüksek talaş açılı (15° ve 20°) kesici takımların kullanılması önerilmektedir.
- AA 2011 alaşımında kesme hızının artmasıyla Ra değerlerinde ve yapışma eğiliminde belirgin bir değişiklik gözlenmezken, AA 7075 alaşımında kesme hızının artmasıyla YT ve YK oluşma eğilimi azalmıştır.
- Kesici takım talaş yüzeylerinde yapılan EDS analizlerinde, yapışma aşınma mekanizmaları üzerinde ana alaşım elementlerinin etkisi görülmüştür. Bu bağlamda, bahsedilen alüminyum alaşımlarına yaşlandırma ısıl işlemi uygulanarak elde edilecek ikincil faz parçacıklar malzemenin sünekliğini düşürecek ve böylece talaş yapışması minimize edilebilecektir.

5. KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Erdoğan, M., "Demir Dışı Alaşımlar Mühendislik Alaşımlarının Yapı ve Özellikleri Cilt 1", *Nobel Yayın Dağıtım*, Ankara, 339-372, (2001)
2. Karayel, D., "Prediction and control of surface roughness in CNC lathe using artificial neural network", *Journal of Materials Processing Technology*, 209: 3125-3137, (2008)
3. Kim, D.E., Hwang, D.H., "Experimental Investigation of the Influence of Machining Condition on the Contact Sliding Behavior of Metals", *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, Korea, 120, 395-400, (1998)
4. Jeelani, S., Musial, M., "Dependence of Fatigue Life on the Surface Integrity in the machining of 2024-T351 Aluminum Alloy-Unlubricated Conditions", *Journal of Materials Science*, USA, 155-160, (1986)
5. Günay, M., "Talaş kaldırma işlemlerinde kesici takım talaş açısının kesme kuvvetlerine etkisinin deneysel olarak incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 68-72, (2003)
6. Mizutani, H., Yamada, S., Takayanagi, A., and Okamura, K., "Mechanical Properties and Machinability of Various Aluminum Alloys", *Keikinzo/Journal of Japan Institute of Light Metals*, Japan, 44(1):16-21, (2000)
7. Kendall, L.A., "Friction and Wear of Cutting Tools and Cutting Tool Material", *ASM Metal Handbook, Friction, Lubrication and Wear*, vol. 18, ASM International, Ohio, USA, (1995)

8. Gökkaya H., Nalbant M., “Kesme Hızının Yığıntı Katmanı ve Yığıntı Talaş Oluşumu Üzerindeki Etkilerinin SEM ile İncelenmesi” *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.* Cilt 22, No 3, 481-488, (2007)
9. Carrilero, M.S., Bienvenido, R., Sanchez, J.M., Alvarez, M., Gonzalez, A., Marcos, M., “A SEM and EDS Insight into the BUL and BUE Difference in the Turning Processes of AA 2024 Al-Cu Alloy”, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, vol. 42, pp. 215-220, (2002)
10. Sanchez, J.M., Rubio, E., Alvarez, M., Sebastian, M.A., Marcos, M., “Microstructural Characterization of Material Adhered Over Cutting Tool in the Dry Machining of Aerospace Aluminum Alloys”, *Journal of Materials Processing Technology*, vol. 164-165, pp. 911-918, (2005)
11. List, G., Nouari, M., Gehin, D., Gomez, S., Manaud, J.P., Le Petitcorps, Y., Girot, F., “Wear Behavior of Cemented Carbide Tools in Dry Machining of Aluminum Alloy”, *Wear*, vol. 259, pp. 1177-1189, (2005)
12. Şeker, U., Talaşlı İmalatta Takım Tasarımı, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Yüksek Lisans Ders Notları*, Ankara, (2000)
13. Gomez P. A., Alvarez, A., M., Salguero, J., Batista, M., Marcos, M., “Analysis of the evolution of the Built-Up Edge and Built-Up Layer”, *Wear*, 302, 1209-1218, (2013)
14. Günay, M., Korkut, İ., Aslan, E., Şeker, U., “Experimental investigation of the effect of cutting tool rake angle on main cutting force ” *Journal of Materials Processing Technology*, vol.166, Issue 1, 15, Pages 44–49, (2005)
15. Carrilero, M.S., Bienvenido, R., Sánchez, J.M., Álvarez, M., González, A., Marcos M., “A SEM and EDS insight into the BUL and BUE differences in the turning processes of AA 2024 Al–Cu alloy”, *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, vol. 42, issue 2, pp.215–22, (2002)
16. Kamiya, M., Yakou, T., Role of second-phase particles in chip breakability in aluminum alloys, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, vol. 48, pp. 688–697, (2008)