BMBAD BJESR Mühendislik Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi
Journal of Engineering Sciences and Researches

Farklı Alüminyum Alaşımlarının Tornalanmasında Alaşım Cinsinin Bazı İşleme Özelliklerine Etkisinin Karşılaştırılması

Comparison of the Effect of Alloy Type on Some Machining Properties in Turning Different Aluminum Alloys

[1]Muharrem Pul ,[2] Osman Bican

[1] Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale MYO, Elektrik ve Enerji Bölümü, 71450, Kırıkkale, Türkiye
[2] Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Müh. Bölümü, 71450, Kırıkkale, Türkiye

[1]mpul@kku.edu.tr, [2]bican@kku.edu.tr

Araştırma Makalesi/Research Article

ARTICLE INFO

Article history

Received : 29 August 2020
Accepted: 12 November 2020

Keywords:

Turning, Al 2024, Al 6061, Al7075, Machinability

ABSTRACT

In this study, cutting tool wear behavior, chip shapes and surface roughness were compared in turning Al2024, Al6061 and Al7075 aluminum alloy which are widely used in industry. As a result of the processing tests; Heaped sawdust (BUE) has occurred in almost all cutting tools. Considering the amount of YT, the highest YT occurred in Al2024 aluminum alloy, while the lowest YT formation was observed in Al7075 aluminum alloy. With increasing cutting speed, there was a decrease in the amount of BUE. Little flank wear has been detected on the cutting tools. In machining experiments, four types of sawdust were generally formed: long helical, short helical, curved adjacent and entangled. With the increase of cutting speed, surface roughness values decreased in Al2024 aluminum alloy, while roughness values increased in Al6061 alloy. When evaluated in terms of machinability according to the cutting parameters used, it was concluded that Al 7075 aluminum alloy is more suitable than others.

© 2020 Bandirma Onyedi Eylul University, Faculty of Engineering and Natural Science. Published by Dergi Park. All rights reserved.

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihleri

Gönderim : 29 Ağustos 2020
Kabul : 12 Kasım 2020

Anahtar Kelimeler:

Tornalama, Al 2024, Al 6061, Al7075, İşlenebilirlik

ÖZET

Bu çalışmada endüstride yaygın olarak kullanılan Al2024, Al6061 ve Al7075 alüminyum alaşımının tornalanmasında, kesici takım aşınma davranışları, talaş şekilleri ve yüzeylerin pürüzlülüklerinin karşılaştırılması yapılmıştır. İşleme deneyleri sonucunda; neredeyse tüm kesici takımlarda yığıntı talaş (YT) meydana gelmiştir. YT miktarları olarak bakıldığında en fazla YT Al2024 alüminyum alaşımında meydana gelirken, en az YT oluşumu Al7075 alüminyum alaşımında gözlenmiştir. Artan kesme hızı ile YT miktarlarında azalma görülmüştür. Kesici takımlarda az miktarda yan yüzey aşınması tespit edilmiştir. İşleme deneylerinde genel olarak uzun helisel, kısa helisel, kavisli bitişik ve dolaşık olmak üzere dört çeşit talaş tipi oluşmuştur. Kesme hızının artmasıyla Al2024 alüminyum alaşımında yüzey pürüzlülük değerleri azalırken, Al6061 alaşımında pürüzlülük değerleri yükselmiştir. Kullanılan kesme parametrelerine göre işlenebilirlik açısından değerlendirme yapıldığında, Al 7075 alüminyum alaşımının diğerlerine göre daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

© 2020 Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Mühendislik ve Dağa Bilimleri Fakültesi. Dergi Park tarafından yayınlanmaktadır. Tüm Hakları Saklıdır.

Sorumlu Yazar/Corresponding Author ORCID: 0000-0002-0629-3516

1. GİRİŞ

Alüminyum günümüzde çelikten sonra en fazla üretilen ve kullanılan metal olma özelliğindedir. İnşaat, otomotiv, uçak ve havacılık gibi pek çok endüstri alanının talebi olarak çok çeşitli özellik ve şekillerde alüminyum parçalar üretilmektedir. Alüminyum alaşımları düşük yoğunluk, yüksek korozyon direnci, yüksek mukavemet, kolay işlenebilirlik ve yüksek elektrik ve ısı iletkenliği gibi özelliklere sahiptir [1]. Alüminyum alaşımları, titanyum ve magnezyum alaşımları gibi diğer hafif metal ailelerine kıyasla, en yüksek seviyede işlenebilirlik sunan malzeme ailesi olarak kabul edilir.

Alüminyum alaşımları dökme alaşımlar ve dövme alaşımlar olarak iki sınıfa ayrılmaktadır. Ayrıca, ısıl işlemle sertleştirilebilen ve sertleştirilemeyen olmak üzere de kendi aralarında ayrılırlar. Dövme alüminyum alaşımları genellikle mükemmel işlenebilirliğe sahiptir. Alüminyum alaşımları 1XXX'den 8XXX'e kadar sekiz seri olarak standartlaştırılmışlardır. Her seri alüminyum içerisinde baskın halde bulunan bir alaşım elementi mevcuttur. Tablo 1'de alüminyum alaşımlarına ait sınıflandırma verilmiştir.

Tablo 1. Alüminyum alaşımlarının sınıflandırılması

Seri	Temel alaşım elementi	Isıl işlem
1XXX	Minimum % 99 ve daha yüksek saflıkta alüminyum	Yok
2XXX	Bakır	Var
3XXX	Manganez	Yok
4XXX	Silisyum	Yok
5XXX	Magnezyum	Yok
6XXX	Magnezyum+Silisyum	Var
7XXX	Çinko	Var
8XXX	Diğer elementler	Var

Bu çalışmada endüstriyel olarak en fazla kullanım sahası olan ve ısıl işlem görebilen 2XXX, 6XXX ve 7XXX serisi alüminyum alaşımları seçilmiştir. Bu amaçla Al 2024, Al 6061 ve Al 7075 kalite alaşımlar tornalama işlemine tabi tutulmuştur. Konuyla ilgili literatürde yer alan çalışmalar mevcuttur ve farklı işlenebilirlik kriterleri araştırılmıştır.

Sekmen ve ark. (2015) çalışmalarında, AA 2011 ve AA 7075 alüminyum alaşımlarının işlenmesinde, kesme parametrelerinin (takım talaş açısı ve kesme hızı) yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerini incelenmiştir. Ayrıca, kesme parametreleri ile takım talaş yüzeyinde oluşan Yığıntı Katmanı (YK) ve Yığıntı Talaş (YT) arasındaki etkileşimler değerlendirilmiştir. Her iki alaşım için ortalama yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri, talaş açısının büyük değerlerinde (15º ve 20º) düşük çıkarken, AA 7075 alaşımında özellikle talaş açısının küçük değerlerinde (0º ve -5º) oldukça yüksek çıkmıştır. AA 7075 alaşımında, AA 2011 alaşımına göre daha fazla YK ve YT oluşumu meydana gelmiştir [2]. Vilches ve ark. (2017) UNS A97075-T6 (Al-Zn) ve UNS A92024-T3 (Al-Cu) alaşımlarının kuru işlemede kesme parametrelerinin talaş morfolojisini etkileme yolu üzerine bir çalışma yapmıştır. Talaş morfolojisinin farklı geometrik parametreleri elde edilmiş ve ilerleme ile talaş değişimleri analiz edilmiştir. Her iki alaşım için de, talaş grupları oluşturma eğilimi ile düşük ilerleme aralığında sürekli bir talaş elde edilirken, daha yüksek yem aralığında parçalı ve daha kısa bir talaş elde edildiği rapor edilmiştir [3]. Akgün ve ark. (2017) çalışmalarında, Al-12Si ingot alaşımı geleneksel döküm yöntemine göre rezistanslı ergitme ocağında ergitilip metal kalıba dökülerek üretilmiştir. Optimum işleme şartlarının belirlenmesi amacıyla, kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla (250, 350 ve 450 m/dak) kesme hızı (0,1 0,15 ve 0,2 mm/dev) ilerleme hızı, ve (0,5 1 ve 1,5 mm) talaş derinliği üç farklı seviyede tanımlanarak Taguchi'nin L9 dikey dizini ile deney tasarımı yapılmıştır. İşleme deneyleri kuru kesme şartlarında CNC torna tezgâhında gerçekleştirilmiştir. Kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisini belirlemek amacıyla varyans analizi (Anova) yapılmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarına göre yüzey pürüzlülüğü üzerinde %90,5 katkı oranı ile en etkin parametrenin kesme hızı olduğu tespit edilmiştir [4]. Kamiya ve ark. (2008) döküm Al-Si alaşımının içindeki birincil silisyum (Si) ve ötektik Si'nin alaşımın işlenmesinde çıkan talaşın kırılabilirli üzerindeki etkisini araştırmıştır. Talaşın kırılabilirliğini arttırmak için, ötektik Si'nin talaşları ince hale getirdi ve talaşlı imalat sırasında birincil Si'de oluşan çatlakların da talaşın kırması için çekirdek görevi gördüğü ifade edilmiştir. Ötektik Si, yüzey pürüzlülüğü üzerinde birincil Si'den daha güçlü bir etkiye sahip olmuş ve ötektik Si, kesici kenar üzerindeki yapışmayı azalttığı rapor edilmiştir. Takımın kesme kenarındaki yapışmadaki azalma, yüzey pürüzlülüğüne karşılık gelen bir azalmaya yol açmıştır. Takım aşınması artan miktarda ötektik Si ile arttığı söylenmiştir [5].

Bu deneysel çalışmada işleme sırasında kesici takımın davranışları ve çıkan talaşların şekli üzerinde durulmuştur. İşleme deneylerinde takım ucunda meydana gelen talaş yığılmaları ve miktarları ile çıkan talaşların biçimi ve işlenebilirliğe etkisi incelenmiştir. Ayrıca işlenen yüzeylerin pürüzlülük miktarları ölçülerek değerlendirilmiştir.

2. MALZEME VE YÖNTEM

Tornalama deneylerinde kullanılan Al 2024, Al 6061 ve Al 7075 kalite alüminyum alaşımlarının kimyasal ve mekanik özellikleri Tablo 2'de verilmektedir.

Tablo 2. Deney alaşımlarının teknik özellikleri

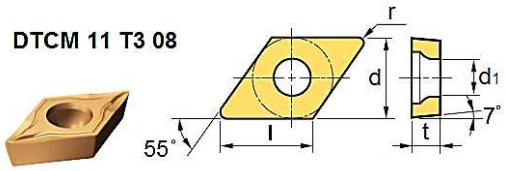
Kimyasal Özellik				Mekanik Özellik			
	Al 2024	Al 6061	Al 7075		Al 2024	Al 6061	Al 7075
% Fe	0,70	0,70	0,50	Akma (Mpa)	315-330	240-275	460-505
% Si	0,50	0,40-0,80	0,40				
% Cu	0,05-0,20	0,60-1,10	0,20	Çekme (Mpa)	440-465	260-310	530-570
% Mn	0,30-0,90	0,15	0,30				
% Mg	1,20-1,80	0,80-1,20	2,10-2,90	Uzama (%)	12-14	8-12	6-8
% Zn	0,25	0,25	5,10-6,10				
% Ti	0,15	0,15	0,20	Sertlik (Brinel)	120	90-95	145-155
% Cr	0,10	0,04-0,35	0,18-0,35				

Tornalama deneyleri 30 mm çapında 150 mm boyunda numuneler üzerinde kuru kesme şartlarında ve teknik özellikleri Tablo 3'te verilen üniversal torna tezgahında yapılmıştır.

Tablo 3. Tornalama deneylerinde kullanılan torna tezgahına ait özellikler

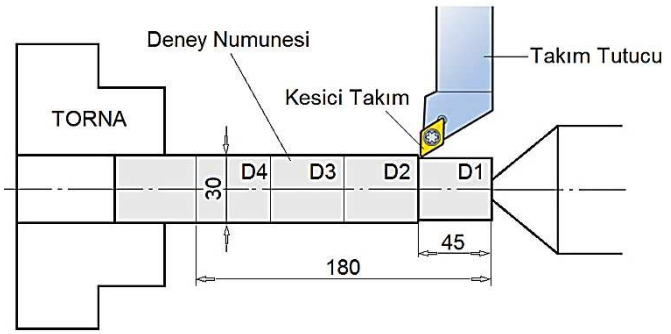
Marka/Model	Max. çap	Ayna-punta mesafesi	Ayna devir aralığı	Motor gücü	Motor devri	Ağırlık
Harrison /M300	480 mm	1000 mm	40-2500	2,2 kW	1500 rpm	585 Kg

Kesme parametreleri olarak 1mm sabit kesme derinliği, 40 m/dak, 60 m/dak, 80 m/dak, 120 m/dak kesme hızları ve 0,3 mm/rev sabit ilerleme değeri seçilmiştir. Deneyler her biri tek sefer kullanılan ve geometrik özellikleri ile boyutları Şekil 1'de verilen DCMT 11 T3 08 kodlu kesici takımlar ile gerçekleştirilmiştir. Tornalama deneylerine ait şematik gösterim ve deney parametrelerinin gösterildiği deney planı Şekil 2'de verilmiştir.



Boyutlar (mm)				Uygun kater
l	d	t	d1	Kod
11	9.525	3.97	4.4	SDJCR/L

Şekil 1. Kesici takım teknik özellikleri



Alaşım	Kesme Hızı				İlerleme Hızı	Kesme Derinliği
	0,40 m/dak	0,60 m/dak	0,80 m/dak	0,120 m/dak		
Al 2024	Deney 1	Deney 2	Deney 3	Deney 4	0,30 mm/rev	1 mm
Al 6061	Deney 5	Deney 6	Deney 7	Deney 8		
Al 7075	Deney 9	Deney 10	Deney 11	Deney 12		

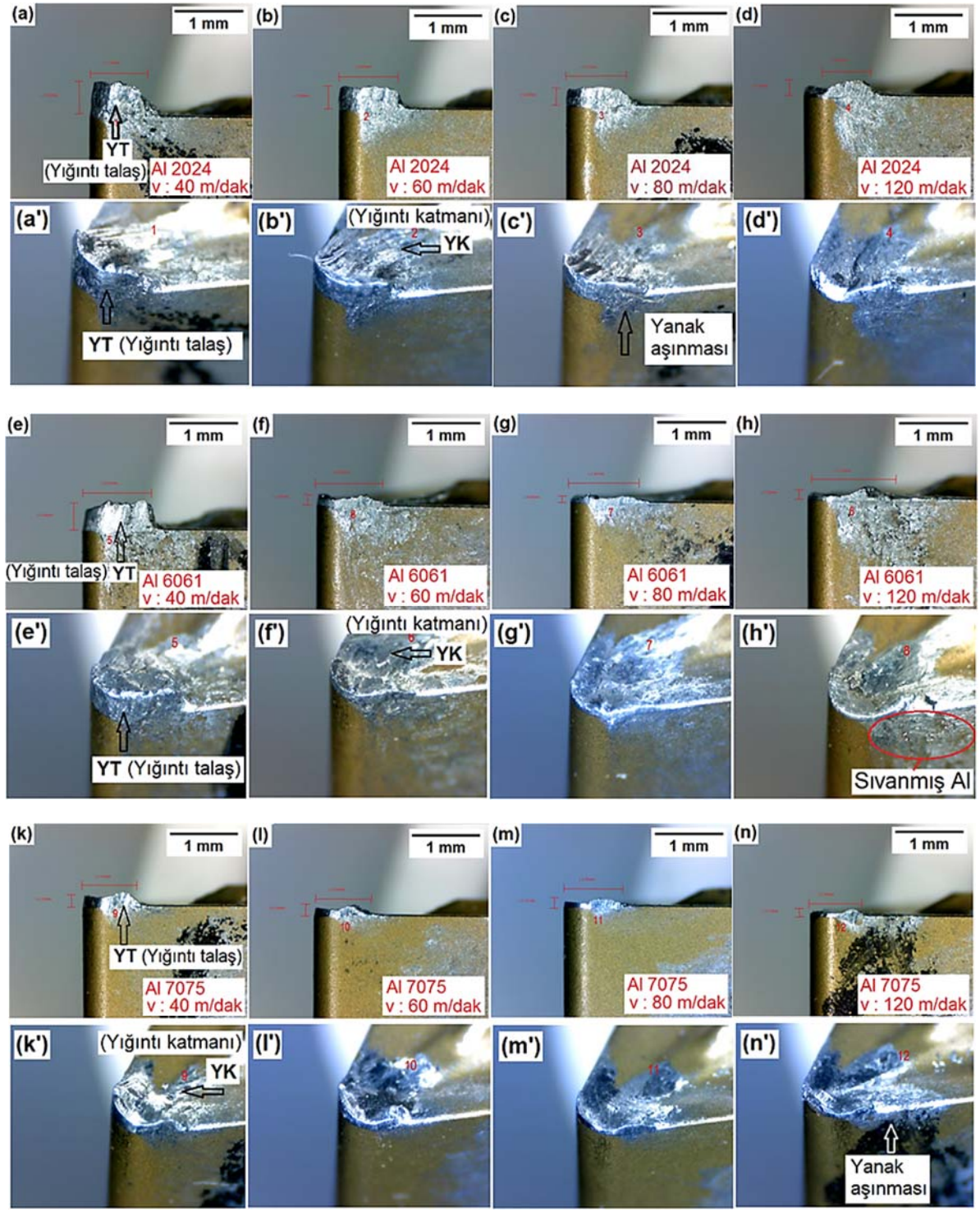
Şekil 2. Tornalama deneyi şematik gösterimi ve deney planı

İşleme deneyleri sırasında işlenen her yüzeyin üzerindeki 5 farklı bölgeden pürüzlülük ölçümleri yapılarak ölçülen değerlerin aritmetik ortalamaları hesaplanmıştır. Elde edilen ortalama yüzey pürüzlülük değeri (Ra) grafiğe aktarılarak değerlendirilmiştir. Yüzey pürüzlülük ölçümlerinde *Mahr MarSurf PS1* marka portatif tip yüzey pürüzlülük cihazı kullanılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Kesici takım aşınmalarının değerlendirilmesi

Al 2024, Al 6061, Al 7075 alüminyum alaşımlarının; 40 m/dak, 60 m/dak, 80 m/dak, 120 m/dak kesme hızlarında ve 0,3 mm/rev sabit ilerleme değerinde yapılan talaşlı işleme deneylerinde kullanılan kesici takım uçlarının dijital mikroskop görüntüleri Şekil 3'te verilmektedir.

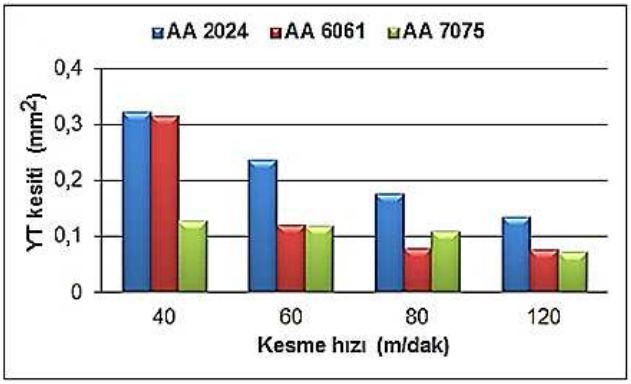


Şekil 3. Al 2024, Al 6061 ve Al7075 alaşımlarının işlendiği kesici takımlar

Şekil 3'deki dijital mikroskop görüntülerine birlikte bakıldığında, tüm kesici takımlarda yığıntı talaş (YT) oluştuğu açıkça görünmektedir. Talaşlı imalat işleminde, iş parçası malzemesi kesici takım üzerine iki şekilde yapışmaktadır. Birincisi, kesici kenar üzerine iş parçası malzemesinin yapışmasıdır. Bu durum YT oluşumu olarak adlandırılmaktadır. Bu durumun literatürde geçen diğer ifadesi built-up edge (BUE) dir. İkincisi, iş parçası malzemesi kesici takım talaş yüzeyinde geniş bir alana yayılarak yığıntı katmanı (YK) yapışma mekanizması oluşturmuştur. Bununda literatürde yer alan diğer ifade şekli, built-up layer (BUL) dur. Alüminyumun talaşlı imalatı sırasında takım ucunda meydana gelen YT ve YK oluşumları literatürde yer alan faklı çalışmalarda ifade edilmiştir [2,6,7]. Bu çalışmada da tüm kesici takımlarda YT ile birlikte YK oluşmuştur. İşleme sırasında talaşın takım yüzeyine sürtünmesiyle oluşan yüksek sıcaklık, talaşın kesici takımın yüzeyine yapışmasını kolaylaştırarak YT ve YK meydana getirmektedir.

Kesici takımlar YT açısında değerlendirildiğinde en fazla YT miktarının Al 2024 alaşımında (Şekil 3 a,b,c,d), ikinci sırada Al 6061 alaşımında (Şekil 3 e,f,g,h),olduğu görülmektedir. En az YT Al 7075 alaşımının tornalanmasında meydana gelmiştir (Şekil 3 k,l,m,n). YT oluşumunda malzemenin sünekliğinin en fazla etkiyi yaptığı bilinmektedir. Tablo 2'ye bakıldığında en fazla uzama değerinin Al 2024 alaşımında, en az uzamanın ise Al 7075 alaşımında olduğu görülmektedir. Dolayısıyla deyeylerde kullanılan alüminyum alaşımlarının uzama değerleri ile takım uçlarında meydana gelen YT miktarlarının birbirini destekler nitelikte olduğu değerlendirilmektedir. Şekil 3'teki kesici takım görüntülerine toplu olarak bakıldığında göze çarpan diğer önemli husus, kesme hızındaki artışa bağlı olarak YT miktarlarının azalma eğilimi göstermesidir. Buradan kesme hızındaki artışı ile kesici takım yüzeylerindeki talaş yapışmasının daha az meydana geldiği anlaşılmaktadır. Kesme hızının artmasıyla, talaşın takım yüzeyinden akarak uzaklaşmasının daha kolay olduğu söylenebilir. Bu durum her üç alüminyum alaşımında da aynı şekilde meydana gelmiştir. Ayrıca kesme hızının artmasıyla kesici takımların bazılarında bir miktar kesici kenar (yanak) aşınmasının oluştuğu ifade edilebilir (Şekil 3 c′,d′). Takımlar da oluşan kesici kenar aşınmalarının, Al 2024 ve Al 6061 alaşımları içerisinde bulunan ve Al 7075 alaşımına göre daha yüksek orandaki silisyum (Si) elementinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak bu aşınma mekanizmalarının çok etkili olmadığı mikroskop görüntülerinden anlaşılabilir. Kesici takımların mikroskop görüntülerinde dikkati çeken diğer husus ise bazı takımların yan yüzeylerinde görülen alüminyum sıvanmalarıdır (Şekil 3 d′,f′,h′). Bu sıvanmalar, işleme sırasında takım ucundan akarak uzaklaşan talaşların takımın yan yüzeyine sürtünmesi ile meydana geldiği anlaşılmaktadır. Bu durum, işleme sırasında takım ucundaki sicaklığının artmasıyla birlikte sünek ve yumuşak yapıdaki alüminyumun yapışması olarak değerlendirilmiştir.

Kesici takım davarnışları YK açısında değerlendirildiğinde ise tüm takımlarda YK meydana geldiği görülmektedir. Ancak Al 2024 ve Al 6061 alaşımlarının işlendiği takımlarda, Al 7075'e göre bir miktar daha fazla YK oluştuğu anlaşılmaktadır. Bu durumuda ilk etapta yine alaşımların sünekliği ile ilişkilendirmek mümkündür. Kesme hızının artması YK miktarlarını, YT miktarlarında olduğu kadar etkilememiştir. Neredeyse tüm kesici takımlarda biribirine yakın miktarlarda YK meydana geldiği Şekil 3'teki görüntülerden anlaşılmaktadır. Takım üst yüzeylerinde görülen YK oluşumlarına, kesme bölgesinden uzaklaşan talaşların takım yüzeyine sürtünmesinin ve kesici takım yüzey formundan dolayı bu bölgede kalmasının sebep olduğu değerlendirilmiştir. Bu çalışmada ayrıca, YT miktarları yaklaşık olarak ölçülerek oluşan yığıntı talaşlar kesit cinsinden hesaplanmıştır. YT kesitlerinden elde edilen değerlere göre çizilen grafik Şekil 4'te verilmektedir.



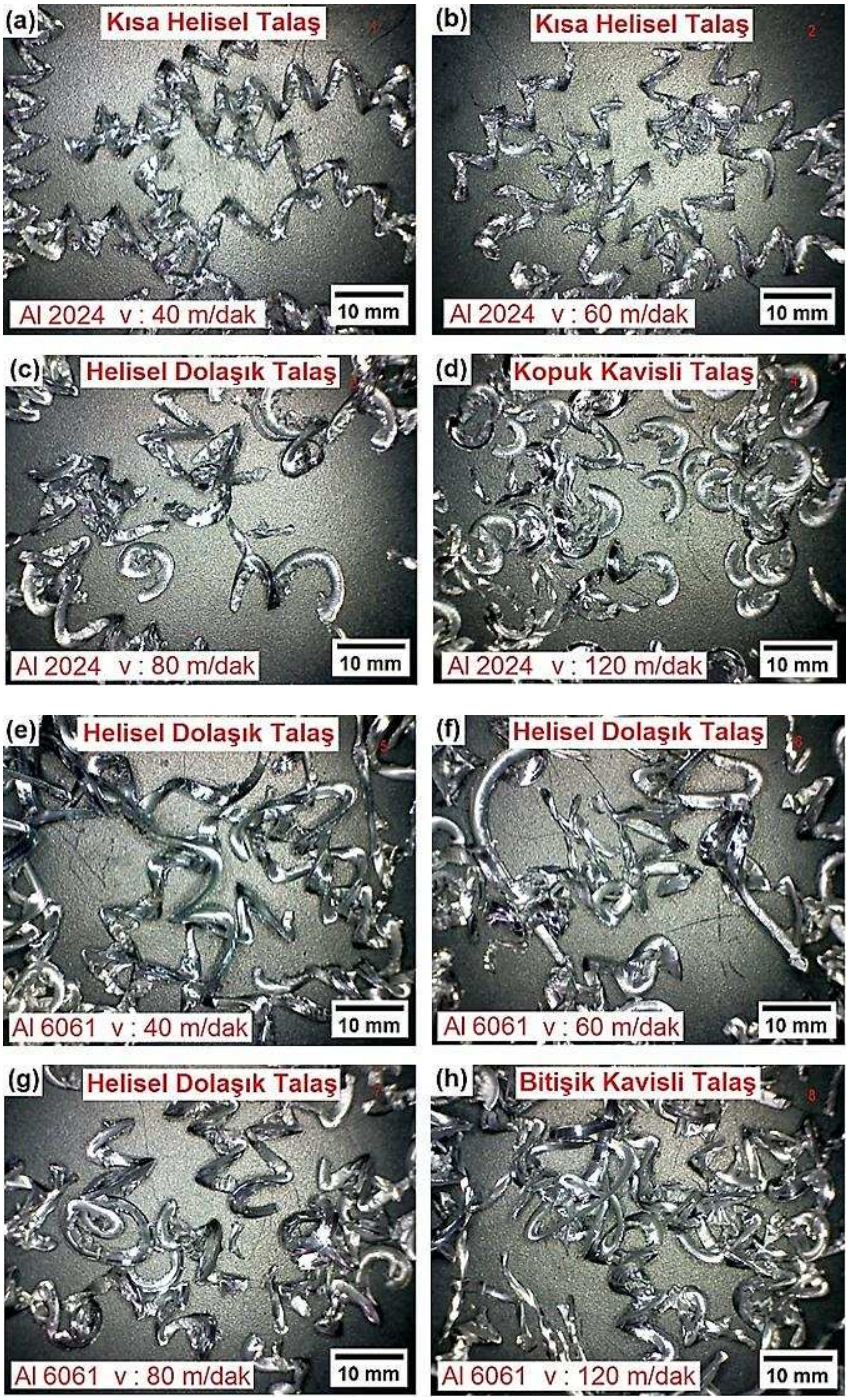
Şekil 4. Kesme hızı YT kesiti ilişkisi

Şekil 4'teki grafiğe bakıldığında kesme hızının artmasıyla birlikte, YT kesitindeki azalma dikkati çekmektedir. Aynı zamanda Şekil 3'teki YT görüntüler ve grafikteki eğriler uyum göstermektedir. En fazla YT kesiti Al 2024 alaşımının tornalandığı takımlarda kaydedilirken en az YT kesitler Al 7075 alaşımında kaydedilmiştir. Al 7075 alaşımının tornalanmasında meydana gelen YT kesitlerinin biribirine yakın değerlerde olduğu görülmektedir. Al 7075 alaşımının diğer alaşımlara göre daha sert ve düşük uzama değerinde olması ile hem düşük YT meydana gelmiş hemde seçilen kesme hızı değerleri arasında çok farklı YT kesitleri oluşmamasına neden olmuştur. Al 7075 alaşımına göre dah fazla sünek ve setliği az olan Al 2024 ile Al 6061 alaşımlarında kesme hızı değerlerinin yükselmesiyle YT miktarları arasında orantılı azalmalar meydana gelmiştir. Örneğin, Al 2024 alaşınında 40 m/dak kesme hızında 0,324 mm^2 YT oluşurken, 80 m/dak kesme hızıda YT kesiti 0,178 mm^2 değerine düşmüştür. Diğer

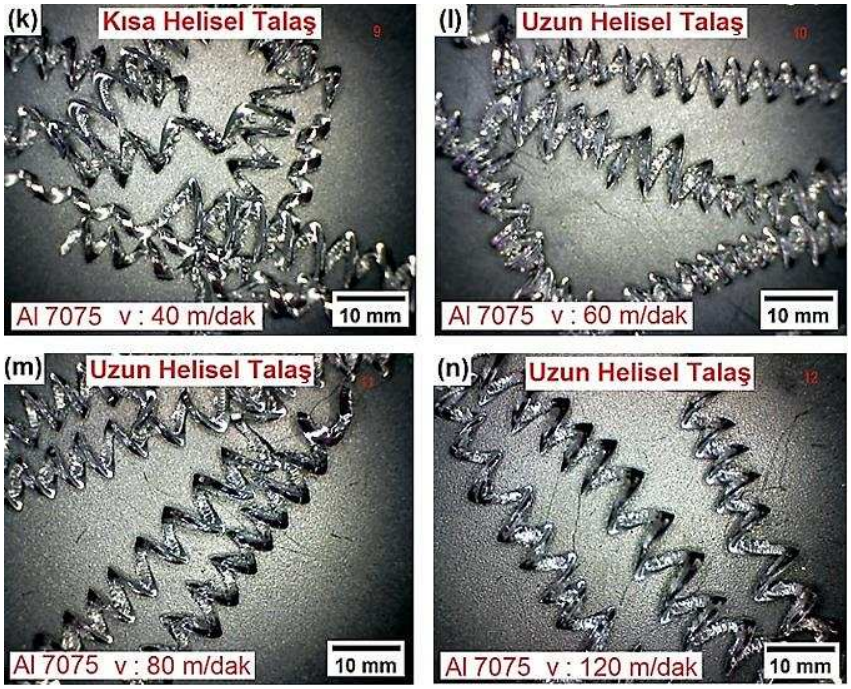
bir ifadeyle kesme hızının %100 artışına karşın YT kesiti %90 civarında azalma göstermiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda YT oluşumunda malzemenin sünekliği ve yumuşaklığının çok önemli rol oynadığı bir kez daha kanıtlanmıştır. Ancak, bu deneysel çalışmada seçilen kesme hızı değerlerinin alüminyum gibi sünek malzemelerin talaşlı işlenmesi için düşük kaldığı da ifade edilebilir. Zira deneylerde kullanılan en yüksek kesme hızı olan 120 m/dak değerinde bile azımsanmayacak miktarda YT meydana gelmiştir. Elde edilen verilere dikkate alınarak, kesme hızı değerlerinin daha yükseltilerek yeni çalışmaların yapılması tavsiye edilebilir.

3.2 Talaş şekillerinin değerlendirilmesi

Al 2024, Al 6061, Al 7075 alüminyum alaşımlarının; 40 m/dak, 60 m/dak, 80 m/dak, 120 m/dak kesme hızlarında ve 0,3 mm/rev sabit ilerleme değerinde yapılan talaşlı işleme deneylerinde oluşan talaşların görüntüleri Şekil 5'te verilmektedir. Metalik malzemelerin işlenebilirliğinin incelendiği çalışmalarda, genellikle ISO 3685 [8] standardında belirtilen talaş tipleri dikkate alınmaktadır.



Şekil 5. Al 2024, Al 6061 ve Al7075 alaşımlarının tornalanmasında oluşan talaşlar



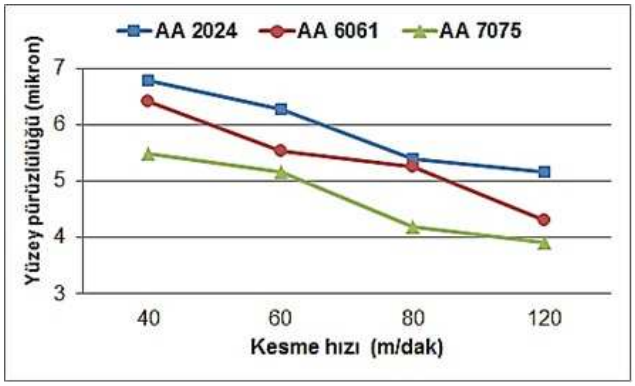
Şekil 5. (Devamı)

Şekil 5'deki talaş görüntülerine bakıldığında genellikle helisel tip talaşın değişik formlarının meydana geldiği görülmektedir. Kesme hızının artışına bağlı olarak talaş formu değişiklik göstermiştir. Özellikle Al 2024 ve Al 6061 alaşımlarının işlenmesinde çıkan talaşların, kesme hızının artmasıyla şeklinin bozulduğu, dolaşık helisele dönüştüğü ve sonunda da kopuk ve bitişik kavisli şekle döndüğü görülmektedir. Talaş oluşumu ve şekli; iş parçasının malzemesine, kesici takımın geometrisine, kesme hızına, ilerlemeye ve kesme derinliği gibi işleme parametreleriyle ilişkilidir. Alüminyum gibi sünek malzemelerin işlenmesinde, ilerleme değerinin artmasıyla kavisli talaş tipinin meydana geldiği literatürdeki araştırmalarda yer almaktadır [9]. Al 7075 alaşımının işlenmesinde meydana gelen talaşların tamamının helisel şekilli olduğu görülmektedir (Şekil 5 k,l,m,n). Bu alaşımın sert ve daha az sünek yapısının çıkan talaşın daha istikrarlı olmasında neden olduğu değerlendirilmektedir. İşleme sırasında sürekli bir talaş akışının olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum hem YT oluşumunu azaltmakta hemde işlenen yüzeyin kalitesini yükseltmektedir. Nitekim ölçülen yüzey pürüzlülük değerleri de bu yaklaşımı doğrular niteliktedir.

Tornalama deneylerinde çıkan talaşların şekli ve oluşan YT/YK birlikte değerlendirildiğinde üç farklı alüminyum alaşımı içerisinde Al 7075 alaşımının, bu çalışmada ele alınan işlenebilirlik parametreleri yönünden daha avantajlı olduğu değerlendirilmektedir.

3.3. Yüzey pürüzlülüklerinin değerlendirilmesi

Al 2024, Al 6061, Al 7075 alüminyum alaşımlarının; 40 m/dak, 60 m/dak, 80 m/dak, 120 m/dak kesme hızlarında ve 0,3 mm/rev sabit ilerleme değerinde yapılan talaşlı işleme deneylerinde ölçülen ortalama yüzey pürüzlülük değerleri Şekil 6'daki grafikte verilmiştir.



Şekil 6. Kesme hızı yüzey pürüzlülük ilişkisi

Şekil 6'daki grafik incelendiğinde, kesme hızındaki artışla beraber yüzey pürüzlülük değerlerinin azalma gösterdiği görülmektedir. Yüzey pürüzlülük değerlerinde en etkili parametrenin ilerleme hızı olduğu literatürde yer almaktadır. Ranganath ve ark. 2015; Deepak ve Rajendra 2015; Pridhvijit ve Binu 2015; Rogov ve Siamak 2013 yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçları ortaya koymuşlardır [10-13]. Ancak bu çalışma ile kesme hızındaki değişimlerin yüzey pürüzlülük değerleri üzerinde etkili olduğu anlaşılmaktadır. Deneysel çalışmada seçilen kesme hızı değerlerinin nispeten düşük olmasının bu sonuç üzerinde etkili olduğu varsayılmaktadır. Sünek malzemeler için seçilen düşük kesme hızlarında talaşın kesme bölgesinden çok hızlı ayrılmaması nedeniyle talaş yığılmalarının (YT/YK) fazla olması ve çıkan talaşların düzensiz formunun yüzey kalitesi üzerinde olumsuz tesir yaptığı söylenebilir. Ayrıca takım ucunda oluşan YT'ların yüzey pürüzlülük miktarlarını yükselttiği değerlendirilmektedir. YT'ın ayrı bir kesme kenarı gibi davrandığı ve kesme bölgesinde düzensiz mekanizmaların oluşmasına sebep olduğu düşünülmektedir. Tornalamada çıkan talaşların Al alaşımından ayrılması sırasında takım ucu ile yüzey arasına sıkışarak kazıma veya çizme etkisi yapabileceği varsayılmaktadır. Özçatalbaş (2003) yaptığı çalışmada, kesici takım ucunda oluşan BUE'nin işlenen yüzeylerin pürüzlülüğü üzerinde önemli etkisi olduğu ifade etmiştir [6].

Ayrıca bu çalışmada kullanılan Al 2024, Al 6061, Al 7075 alüminyum alaşımlarının iç yapısında bulunan baskın alaşım elementlerinin yüzey kalitesi üzerindeki etkisinden bahsedilebilir. Al2024, Al6061 ve Al7075 alaşımlarında alüminyumdan sonda ikincil alaşım elementleri sırasıyla Cu, Mg ve Zn elementleridir. Bu elementlerin kristal yapıları ve iç yapı içerisinde alüminyum ile oluşturdukları katı çözelti ve intermetalik fazlar farklı mekanik ve tribolojik davranışlar sergilemesine neden olurlar. Cu elementi alüminyum ile hem katı çözelti hem de CuAl2 fazını oluşturur. Zn ise çok yüksek oranda alfa ve beta katı çözeltileri oluşturarak mukavemet artışına neden olmaktadır. Ayrıca Zn elementi sıkı düzen hegzagonal (SDH) yapıya sahip olduğundan atmosfere açık koşullarda yapılan talaş kaldırma işlemlerinde katı yağlayıcı olarak görev yapan ZnO bileşiğinin oluşmasına yol açar. Buna karşın 2024 alüminyum alaşımında oluşan CuAl2 fazı oldukça sert ve gevrek bir yapıya sahiptir. Dolayısıyla katı yağlayıcı olark görev yapan ZnO filmleri talaşlı işlemi kolaylaştırıp yüzey pürüzlülüğünü azaltırken. CuAl2 fazı daha yüksek bir yüzey pürüzlülüğü elde edilmesine yol açmaktadır. Aynı durum 6061 alaşımında oluşan Al-Mg fazları içinde geçerlidir. Genel olarak yüzey merkezli kübik (YMK) yapıya sahip fazlar yük taşıma görevi yaparken SDH kristal yapıya sahip fazlar kaymayı kolaylaştırmaktadır. Bu durumlar aynı zamanda sürekli ve süreksiz talaş oluşumuna da yol açar. Nitekim bu alaşımların talaş şekillerine bakıldığında 2024 de yer yer kesikli talaş görülürken, Al 7075 alaşımı tüm kesme hızlarında sürekli talaş görülmüştür. Al 6061 alaşımında görülen durum ise yapı içerisinde bulunan ötektik altı Si fazının davranışına göre açıklanabilir. Bu Si parçacıkları yapı içersinde homojen bir dağılım sergilediğinden, 2024 Al alaşımına nazaran daha düşük yüzey pürüzlülüğü görülmüştür.

4. SONUÇ

Al 2024, Al 6061 ve Al 7075 alüminyum alaşımlarının tornalanmasında kesici takım davranışları, talaş şekli ve yüzey pürüzlülüğünün araştırıldığı bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda özetlemiştir:

Al 2024, Al 6061, Al 7075 alüminyum alaşımlarının tornalandığı tüm kesici takım uçlarında YT (yığıntı talaş) ve YK (yığıntı katmanı) meydana gelmiştir.

Kesme hızının artmasıyla YT miktarlarında azalma olmuştur. En fazla YT Al 2024 alaşımında, en az YT Al 7075 alaşımında oluşmuştur.

YT ve YK oluşumunda alaşımların sünekliği ve yumuşak yapısının en fazla etkiye sahip olmakla birlikte seçilen kesme hızı değerlerininde düşük kaldığı da ifade edilebilir.

Her üç alaşımın tornalanmasında talaşlar genelde helisel şekilli meydana gelmiştir. Ancak kesme hızının 120 m/dak değerine çıkmasıyla Al 2024 ve Al 6061 alaşımlarında kavisli ve kopuk talaş formu oluşmuştur.

Kesme hızının artmasına bağlı olarak tüm Al alaşımlarında yüzey pürüzlülük değerleri azalmıştır. En düşük pürüzlülük değeri Al 7075 alaşımında en yüksek pürüzlülük değeri Al 2024 alaşımında kaydedilmiştir.

Yüzey pürüzlülük miktarları ile takım ucunda meydana gelen YT'ların ilişkili olduğu değerlendirilmiştir. YT oluşumu yüzey pürüzlülük değerlerini de arttırmıştır.

Al 2024, Al 6061, Al 7075 deney malzemeleri içerisindeki baskın alaşım elementlerinin yüzey pürürüzlülüğüne etki yaptığı görülmüştür. Özellikle Al 7075 alaşımı içerisindeki ikincil element Zn'nin deneyler sırasında ZnO bileşiği oluşturarak yağlama özelliği gösterdiği değerlendirilmişir.

Genel olarak bu çalışma için seçilen işlenebilirlik parametreleri dikkate alındığında, Al 7075 alaşımının tornalama açısından Al 2024 ve Al 6061 alaşımına göre daha avantajlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Yazar Katkıları

Yazarlar çalışmaya eşit oranlı katkı sunmuşlardır.

Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler

KAYNAKÇA

[1] T. Kvačkaj and R. Bidulský, "Aluminium Alloys, Theory And Applications", Published by InTech, Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia, 2011.

[2] M. Sekmen, M. Günay ve U. Şeker, "Alüminyum Alaşımlarının İşlenmesinde Kesme Hızı ve Talaş Açısının Yüzey Pürüzlülüğü, Yığıntı Talaş ve Yığıntı Katmanı Oluşumu Üzerine Etkisi, Politeknik Dergisi, vol. 18, no. 3, pp.141-148, 2015.

[3] F. J. T. Vilches , L. S. Hurtado, F. M. Fernández and C. B. Gamboa, " Analysis of the Chip Geometry in Dry Machining of Aeronautical Aluminum Alloys", Appl. Sci., vol. 7, no. 132, pp.1-13, 2017.

[4] M. Akgün, B. Özlü ve H. Demir, "Döküm Yöntemiyle Üretilmiş Al-12Si Alaşımlarının Tornalanmasında Yüzey Pürüzlülüğünün Optimizasyonu", 1st International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies Proceedings, pp. 344-348, 2017.

[5] M. Kamiya, T. Yakou, T. Sasaki and Y. Nagatsuma, "Effect of Si Content on Turning Machinability of Al-Si Binary Alloy Castings", Materials Transactions, vol. 49, no. 3, pp. 587-592, 2008.

[6] Y. Ozcatalbas, "Chip and built-up edge formation in themachining of in situ Al4C3–Al composite," Materialsand Design, vol. 24, pp. 215–221, 2003.

[7] H. Gökkaya ve M. Nalbant, "Investigating The Effects Of Cutting Speeds Over The Built-Up Layer And Built-Up Edge Formation With SEM," J. Fac. Eng. Arch. Gazi Univ., vol. 22, no. 3, pp.481-488, 2007.

[8] ISO 3685:1993, Tool life testing with single-point turning tools, International Organization for Standardization, Case Postale 56 l CH-1211, Geneve 20 l, Switzerland.

[9] D. Xu, P. Feng, W. Li, Y. Ma and B. Liu, "Research on chip formation parameters of aluminum alloy 6061-T6 based on high-speed orthogonal cutting model," Int J Adv Manuf Technol., vol. 72, pp. 955–962, 2014.

[10] M. S. Ranganath, Vp. Vipin, R. S. Mishra, N. R. Dhar, "Optimization of Surface Roughness in CNC Turning of Aluminium 6061 Using Taguchi Techniques", International Journal of Modern Engineering Research (IJMER), vol. 5, no. 5, Pp. 42-50, 2015.

[11] D. Deepak and B. Rajendra, "Investigations on the surface roughness produced in turning of Al 6061 (as-cast) by taguchi method", International Journal of Research in Engineering and Technology, vol. 4, no. 8, pp. 295-298, 2015.

[12] A. Pridhvijit ve C. Y. Binu, "Experimental Study and Parameter Optimization of Turning Operation of Aluminium Alloy-2014", International Journal of Engineering Research and General Science, vol. 3, no. 5. pp. 525-530, 2015.

[13] V. A. Rogov and G. Siamak, "Optimization of Surface Roughness and Vibration in Turning of Aluminum Alloy AA2024 Using Taguchi Technique", International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering, vol. 7, no. 11, pp. 2330-2339,2013.