



## 7075, 6061 Ve 2024 Alüminyum Alaşımlarının Tornalanmasında Yüzey Pürüzlülüğü ve Takım Aşınmasının Karşılaştırılması

### Comparison of Surface Roughness and Tool Wear in Turning of 7075, 6061 and 2024 Aluminum Alloys

Muharrem PUL

*Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale Meslek Yüksekokulu, 71450 KIRIKKALE*

Başvuru/Received: 17/03/2017

Kabul/Accepted: 21/05/2017

Son Versiyon/Final Version: 15/06/2017

#### Öz

Alüminyum ve alaşımları hafifliği yanı sıra sağlamlığı ve kolay şekillendirilebilme özellikleri sayesinde endüstride giderek artan kullanım alanına sahip olmuştur. Bu alaşımlar içerisinde 7075, 6061 ve 2024 kalite alüminyum alaşımlarının özellikle savunma ve havacılık sanayinde önemi ve kullanım alanları hızla artmaktadır. Bu çalışmada Al 7075, 6061 ve 2024 alaşımlarının talaşlı işlenmesinde yüzey pürüzlülük değerleri ve kesici takım aşınma davranışlarında optimum değerlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu maksatla Al 7075, 6061 ve 2024 alaşımlarının üzerinde CNC tornada işleme deneyleri yapılmıştır. İşleme deneyleri, 2,5 mm sabit talaş derinliği, dört farklı kesme hızı (200, 250, 325, 400 m/min) ve üç farklı ilerleme değeri (0,250-0,325-0,400 mm/rev) seçilerek yapılmıştır. Deneylerde alüminyum işlemeye uygun sementit karbür kesici takımlar kullanılmıştır. Deneylerde işlenen yüzeylerin pürüzlülük değerleri ölçülmüş ve kesici takımların aşınma davranışları incelenmiştir. Üç farklı alüminyum alaşımının aralarında deney sonuçları karşılaştırılmıştır. Sonuçta farklı işleme parametrelerine göre elde edilen değerler yorumlanmış ve optimum işleme parametreleri belirlenmiştir. İlerleme miktarındaki küçük artışlara karşılık yüzey pürüzlülük değerlerinde büyük artışlar meydana gelmiştir. Kesici takımlarda dikkate değer aşınma mekanizmaları oluşmamıştır.

#### Anahtar Kelimeler

“Alüminyum Alaşımı, Tornalama, İlerleme, Kesme Hızı, Yüzey Pürüzlülüğü, Takım Aşınması”

#### Abstract

Aluminium and its alloys having properties such as lightness, strength and easy formability has ever increasing usage area in industry. Importance and usage areas of 7075, 6061 and 2024 quality Al alloy in defense and aviation industry increases rapidly Determination of optimum values in surface roughness and cutting tools wear behaviours in machining of 7075, 6061 and 2024 aluminum alloy is aimed in this study. For this purpose, machining tests on 7075, 6061 and 2024 aluminum alloy was performed to CNC lathe. These tests were performed by choosing constant cutting depths (2.5 mm), four different cutting speeds (200, 250, 325, 400 m/min) and three different feed rate values (0.250-0.325-0.400 mm/rev). Carbide cutting tools suitable for machining aluminum was used in tests. In tests, roughness values of machined surfaces were measured and wear behaviours of cutting tools were examined. The test results were compared among the three different aluminum alloys. Finally, comparison will be made by interpreting values that are obtained according to different machining parameters and optimum machining parameters were determined. Large increase in surface roughness corresponds to the slight increase in feed rate has occurred. Appreciable wear mechanisms were not happened in cutting tools.

#### Key Words

“Aluminum Alloy, Turning, Feed Rate, Cutting Speed, Surface Roughness, Tool Wear”

## 1. GİRİŞ

Alüminyum alaşımları hafifliğinin yanı sıra üstün mekanik özellikleri sayesinde uzay, havacılık, silah ve savunma sanayinin gelişmesinde önemli rol oynamaktadır. Alüminyum alaşımları roket ve füze sistemlerinde değişik şekil ve oranlarda kullanılmaktadır (Zhao ve Jiang, 2008). Alüminyum alaşımlarının günümüzde gitgide artan kullanım alanına bağlı olarak işlenebilirlikleri de yaygın olarak araştırılmaktadır. Alüminyumun talaşlı imalatı sırasında gösterdiği davranışlar diğer metalik malzemelere göre daha farklıdır. Alüminyum alaşımları işleme sırasında sıvanma davranışı gösterdiği için, kesici takımların üzerine yapışarak kesme kuvvetleri gibi işleme parametrelerini olumsuz etkilemektedir (Şeker, 2000). Alüminyumun savunma sanayi ve havacılık sanayindeki kullanımındaki imalat özellikleri araştırıldığında ve literatür incelendiğinde, 2XXX ve 7XXX serisi Al alaşımlarının yanında, 6XXX serisi alüminyum alaşımlarının da ön plana çıktığı görülmektedir. Konuyla ilgili yapılan deneysel çalışmalardan bazı örnekler aşağıda verilmektedir.

Ranganath ve ark. yaptığı çalışmada Al 6061 alaşımının CNC'de tormalanmasında kesme hızı, ilerleme ve talaş derinliğinin yüzey pürüzlülüğü üzerine olan etkisini incelemiştir. Deneylerin tasarımında Taguchi yöntemini kullanılarak yüzey kalitesi üzerinde tormalama parametrelerinin etkisi analiz edilmiş ve minimum yüzey pürüzlülüğünü bulmak üzere varyans analizi yapılarak sonuçlar optimize edilmiştir. Yüzey pürüzlülüğü üzerinde en etkili parametre olarak kesme hızı tanımlanmıştır. Optimum yüzey pürüzlülüğü, en az talaş derinliği ve ilerleme değeri olduğunda elde edilmiştir (Ranganath, Vipin, Mishra, Prateek ve Nikhil, 2015). Deepak ve Rajendra (2015), çalışmalarında, döküm olarak üretilmiş Al 6061 alaşımı üzerinde çeşitli tormalama işlemlerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisini araştırmıştır. Kesme hızının %39,29 artırılmasıyla, yüzey pürüzlülüğünün % 31,44 azaldığını gözlemişlerdir. İlerleme değeri ve talaş derinliğinin artması yüzey pürüzlülüğünün de artmasına yol açmıştır. Pridhvijit ve Binu (2015) yaptıkları çalışmada, 2014 alüminyum alaşımının tormalama işleminde talaş derinliği, ilerleme ve kesme hızı gibi işleme parametreleri üzerinde bir deneysel çalışma yapmış ve yüzey pürüzlülüğüne etkisini incelemiştir. Talaşlı işleme deneyleri, kabür ve TiN kaplı karbür olmak üzere iki farklı kesici takım ile yapılmıştır. Optimum sonuçları bulmak için Taguchi metodu kullanılmıştır. Tormalama işlemindeki performans özelliklerini belirlemede ortogonal sıralama, sinyal-gürültü oranı ve ANOVA yöntemleri kullanılmıştır. Düşük ilerleme miktarı 0,05 mm/rev, yüksek kesme hızı 314 m/min ve yüksek talaş derinliğinde daha iyi yüzey kalitesi sonuçları elde edilmiştir. En iyi yüzey kalitesi, düşük ilerleme ve yüksek kesme hızı değerlerinde elde edilmiştir. Rogov ve Siamak (2013), AA2024 alüminyum alaşımının tormalanmasında kesme parametrelerinin yüzey kalitesi ve doğal frekans üzerine tesirini araştırmıştır. Deneyler TiC kaplı sementit karbür kesici takım ve AISI 50140'dan yapılmış kesici takım olarak iki çeşit kesici takım ucu kullanılarak tornada yapılmıştır. Üç farklı talaş derinliği, ilerleme miktarı ve devir sayısı ve takım yaklaşma açısı kesme parametreleri olarak seçilmiştir. Yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerinde etkin faktör devir sayısı ve ilerleme değeri olmuştur. List (2015) sementit karbür kesici takım ile alüminyum alaşımının kuru şartlarda işlenmesinde adhezyon ve difüzyon gibi bazı önemli takım aşınması sebeplerini incelemiştir. Bu maksatla, kaplamasız sementit karbür kesici takım ile 2024 alüminyum alaşımı üzerinde ortogonal kesme işlemi yapılmıştır. Kesici takımların SEM görüntüleri incelendiğinde, talaşlı işleme sırasında takım talaş yüzeyinde BUE ve adhesiv aşınma mekanizmasının oluştuğu görülmüştür. Konuyla ilgili yapılan başka çalışmalarda da benzer sonuçlar ortaya koyulmuştur (Demir ve Gündüz, 2009), (Gökkaya ve Nalbant, 2007), (Kaya, Cengiz, Uçar, 2010), (Abdallah , Rajamony, Embark, 2014), (Sekmen, Günay, Şeker, 2015), (Sreejith, 2008), (Ay, Karagöl, 2011), (Camposeco-Negrete, 2015). Yapılan bu deneysel çalışma ile literatürdekilere ilave olarak alüminyum alaşımlarının işlenmesiyle ilgili araştırmalara ışık tutacak yeni sonuçların elde edilmesi amaçlanmıştır.

## 2. MATERIAL VE METOT

### 2.1. Deneylerde kullanılacak malzemelerin seçimi

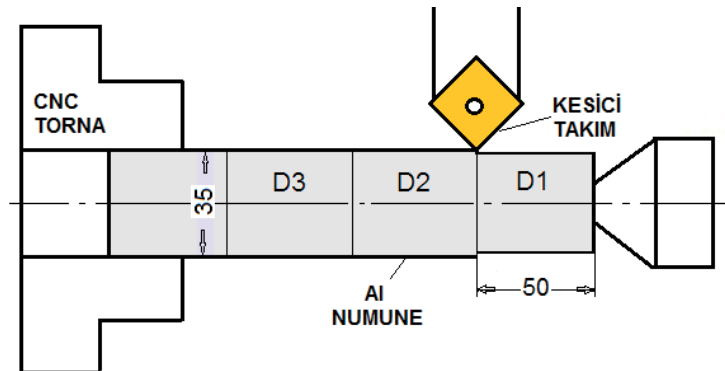
7XXX, 6XXX ve 2XXX serisi alüminyum alaşımlarının içerisinde en yaygın olarak ticari kullanıma sahip, Al 7075, Al 6061 ve Al 2024 alaşımları örnek olarak seçilmiştir. Çizelge 1'de alaşımlara ait kimyasal ve mekanik özellikler verilmektedir.

**Çizelge 1.** Al 7075, Al 6061ve Al 2024 alaşımlarının kimyasal ve mekanik özellikleri

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

## 2.2. İşlenebilirlik deneylerinin yapılması

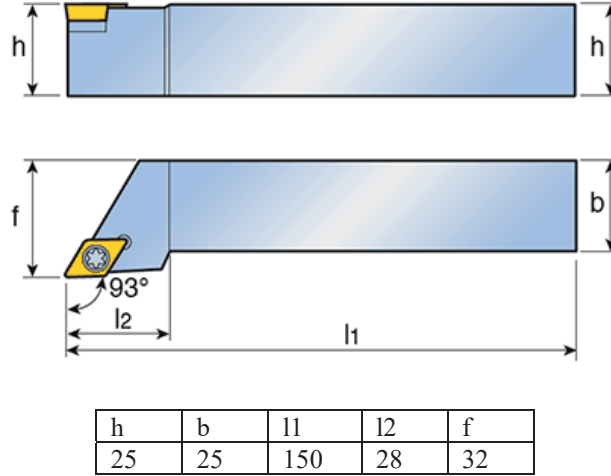
Çalışmanın birinci bölümünde, tornalama yöntemi kullanılarak, Goodway marka G 200 model Bilgisayar Sayısal Denetimli Torna tezgahında (CNC), Al 7075, Al 6061ve Al 2024 malzemelerin talaşlı işleme deneyleri yapılmıştır. Deneylerde, 35 mm çapında ve 200 mm boyunda deney numuneleri kullanılmıştır. İşleme deneyleri için; 2,5 mm sabit talaş derinliği, dört farklı kesme hızı ve üç farklı ilerleme değeri tespit edilmiştir. İşleme deneyleri kuru kesme şartlarında, alüminyum işlemeye uygun kaplamasız sementit karbür, DCGT 11T308 ALU AK10 kodlu kesici takımlar ile yapılmıştır. Her bir Al numune üzerinde 3 adet deney yapılmış olup toplamda 12 adet numune ile 36 adet tornada işleme deneyi gerçekleştirilmiştir. Deneylere ait şematik gösterim ile birlikte, deney parametrelerinin gösterildiği deney planı Şekil 1’de verilmiştir.




	Kesme hızı m/min	İlerleme 0,250 mm/rev	İlerleme 0,315 mm/rev	İlerleme 0,400 mm/rev	Numune No
Al 7075	200	D1	D2	D3	1
	250	D4	D5	D6	2
	325	D7	D8	D9	3
	400	D10	D11	D12	4
Al 6061	Kesme hızı m/min	İlerleme 0,250 mm/rev	İlerleme 0,315 mm/rev	İlerleme 0,400 mm/rev	Numune No
	200	200	D13	D14	D15
	250	250	D16	D17	D18
	325	325	D19	D20	D21
Al 2024	Kesme hızı m/min	İlerleme 0,250 mm/rev	İlerleme 0,315 mm/rev	İlerleme 0,400 mm/rev	Numune No
	200	200	D25	D26	D27
	250	250	D28	D29	D30
	325	325	D31	D32	D33
	400	400	D34	D35	D36

**Şekil 1.** Talaşlı işleme deney planı ve şematik gösterimi

İşleme deneyleri kuru kesme şartlarında, DCGT 11T308 ALU AK10 kodlu alüminyum işlemeye uygun kesici takım ile yapılmıştır. Seçilen takım tutucu ve kesici takıma ait geometrik özellikler ile teknik bilgiler Şekil 2 ve Çizelge 2’de verilmiştir.

**Şekil 2.** SDJCR 25 25 M11 kodlu takım tutucu**Çizelge 2.** İşleme deneylerinde kullanılan kesici takım ve teknik özellikleri

ISO Geometri Kodu	Kesici Kenar Boyu	Kalınlık	Köşe Radyusu	Kenar Açısı	
DCGT 11T308 ALU AK10	11,6	3,97	0,8	7°	

### 2.3. Yüzey pürüzlülüğü değerlerinin ölçülmesi

Malzemelerin talaşlı işlenebilme davranışlarının belirlenmesinde kullanılan önemli ölçütlerden birisi de işlenen yüzeylerin pürüzlülük değerleridir (Trent 1989). Çalışmanın ikinci aşamasında, talaşlı işleme deneylerinden elde edilen Al numunelerin yüzey pürüzlülük değerlerinin tespiti için (TS 6212 EN ISO 4288, 1999) standardındaki kurallara uyumlu *Mahr MarSurf PSI* marka portatif tip cihazla yüzey pürüzlülük ölçümleri yapılmıştır. İşlenen her bir numuneden üç ayrı bölgeden yüzey pürüzlülüğü ölçümü yapılarak aritmetik ortalamaları alınmış ve Ra cinsinden yüzey pürüzlülük değerleri tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar her kesme parametresine bağlı olarak ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

### 2.4. Kesici takım aşınma miktarlarının görüntülenmesi

İşleme deneylerinde kullanılacak kesici takımların, her bir köşesi tek bir deney parametresi için kullanılmış olup, bir defa kullanılan kesici uca ait köşe tekrar kullanılmamıştır. Çalışmanın son aşamasında, işleme deneylerinde kullanılan kesici takım uçlarının, talaş yüzeyi ve kesmeye esas yan yüzeylerinin optik mikroskopta görüntüleri alınarak takım ucundaki aşınmalar ve talaş kalıntı biçimleri (BUE vb.) incelenmiştir. Kesici takımların aşınma davranışları her kesme parametresine bağlı olarak ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

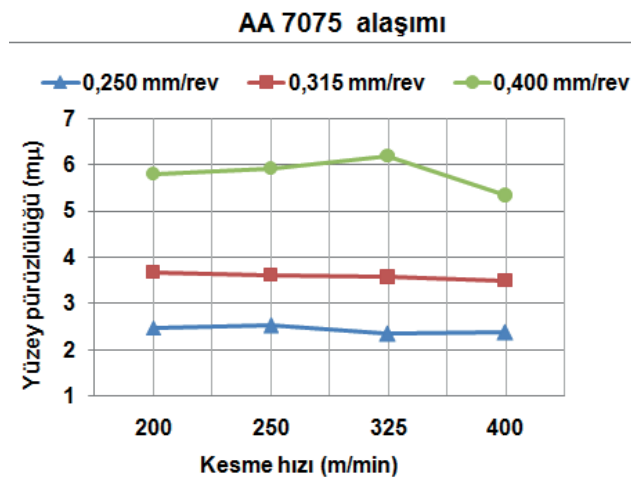
### 3. BULGULAR

#### 3.1. Yüzey Pürüzlülükleri

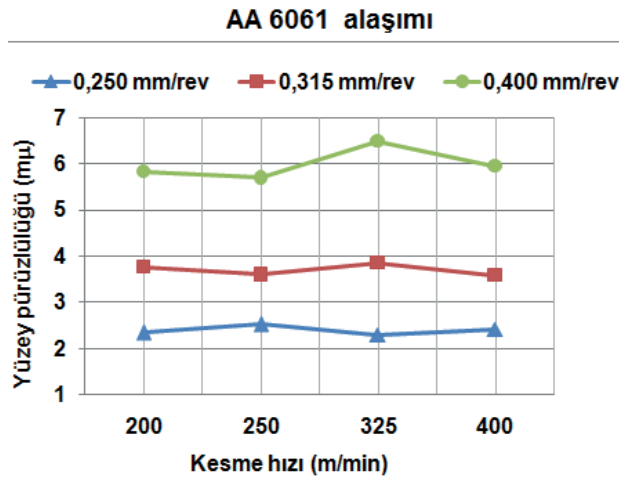
Talaşlı işleme deneyleri yapılan Al 7075, Al 6061 ve Al 2024 alaşımı numunelerin kesme hızı ve ilerleme miktarlarına göre ölçülen yüzey pürüzlülük değerleri Çizelge 3'te ve çizilen grafikler Şekil 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Kesme hızı ve ilerleme miktarlarına göre yüzey pürüzlülük değerleri

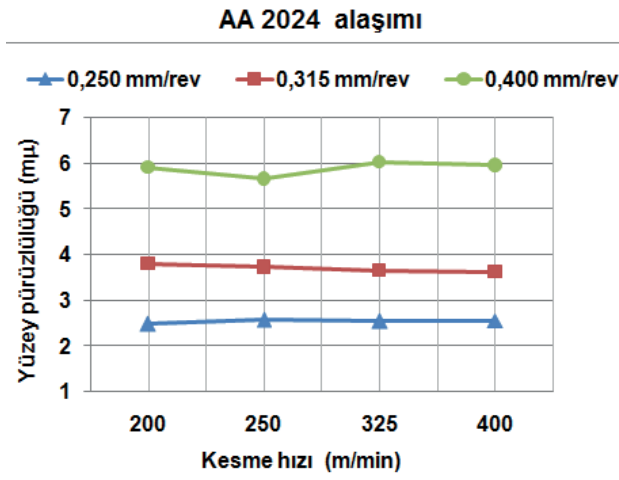
Al 7075			
	İlerleme (0,250 mm/rev)	İlerleme (0,315 mm/rev)	İlerleme (0,400 mm/rev)
Kesme hızı (m/min)	Yüzey Pürüzlülük Değerleri Ra ( $\mu\text{m}$ )		
200	D1 2,48	D2 3,68	D3 5,80
250	D4 2,53	D5 3,61	D6 5,93
325	D7 2,35	D8 3,57	D9 6,19
400	D10 2,38	D11 3,49	D12 5,34
Al 6061			
	İlerleme (0,250 mm/rev)	İlerleme (0,315 mm/rev)	İlerleme (0,400 mm/rev)
Kesme hızı (m/min)	Yüzey Pürüzlülük Değerleri Ra ( $\mu\text{m}$ )		
200	D13 2,34	D14 3,76	D15 5,84
250	D16 2,53	D17 3,60	D18 5,70
325	D19 2,30	D20 3,86	D21 6,49
400	D22 2,42	D23 3,59	D24 5,95
Al 2024			
	İlerleme (0,250 mm/rev)	İlerleme (0,315 mm/rev)	İlerleme (0,400 mm/rev)
Kesme hızı (m/min)	Yüzey Pürüzlülük Değerleri Ra ( $\mu\text{m}$ )		
200	D25 2,48	D26 3,80	D27 5,92
250	D28 2,57	D29 3,73	D30 5,66
325	D31 2,54	D32 3,66	D33 6,04
400	D34 2,56	D35 3,62	D36 5,96



(a)



(b)



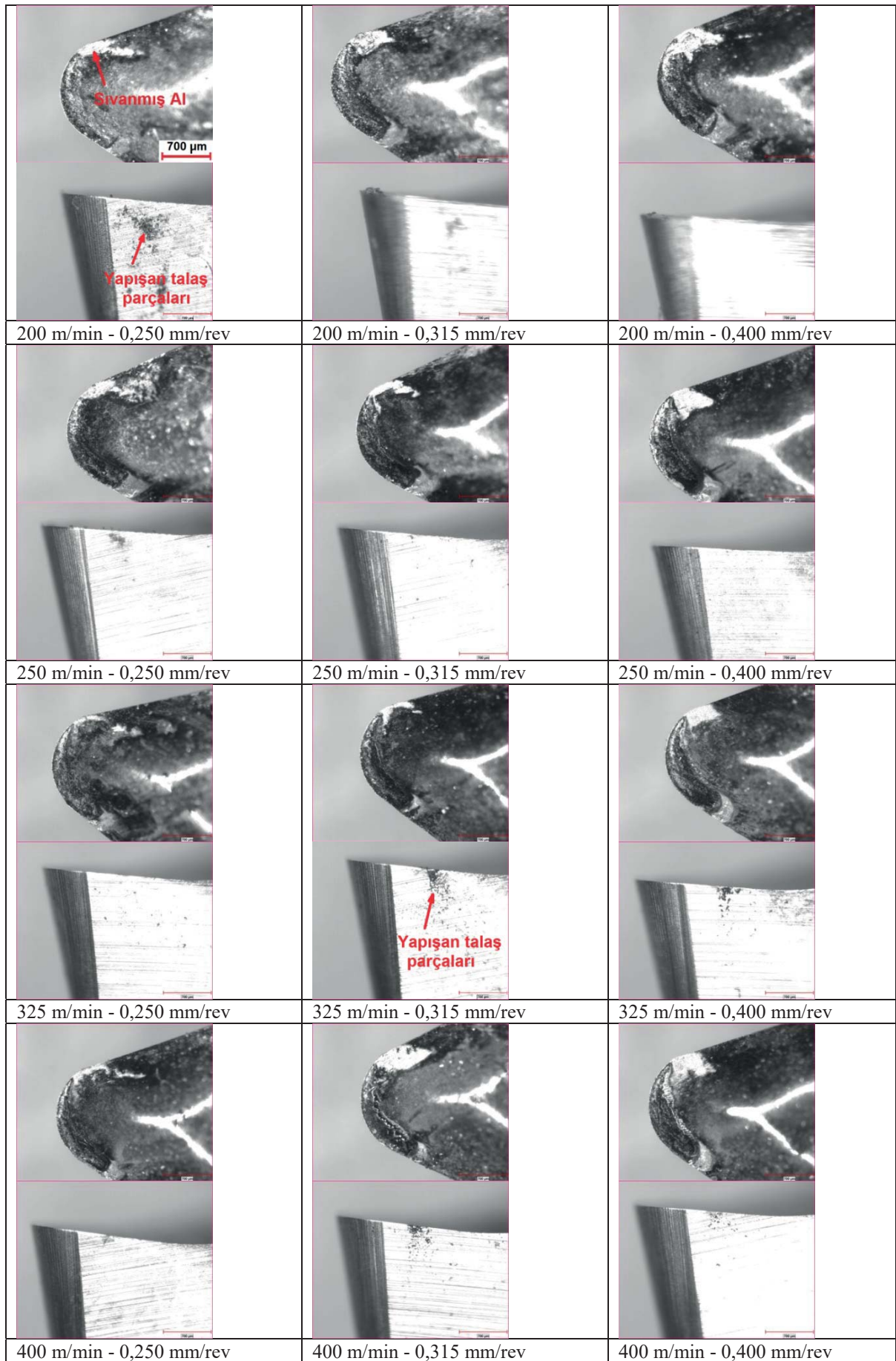
(c)

**Şekil 3.** Kesme hızı ve ilerleme miktarlarına göre yüzey pürüzlülük değerleri

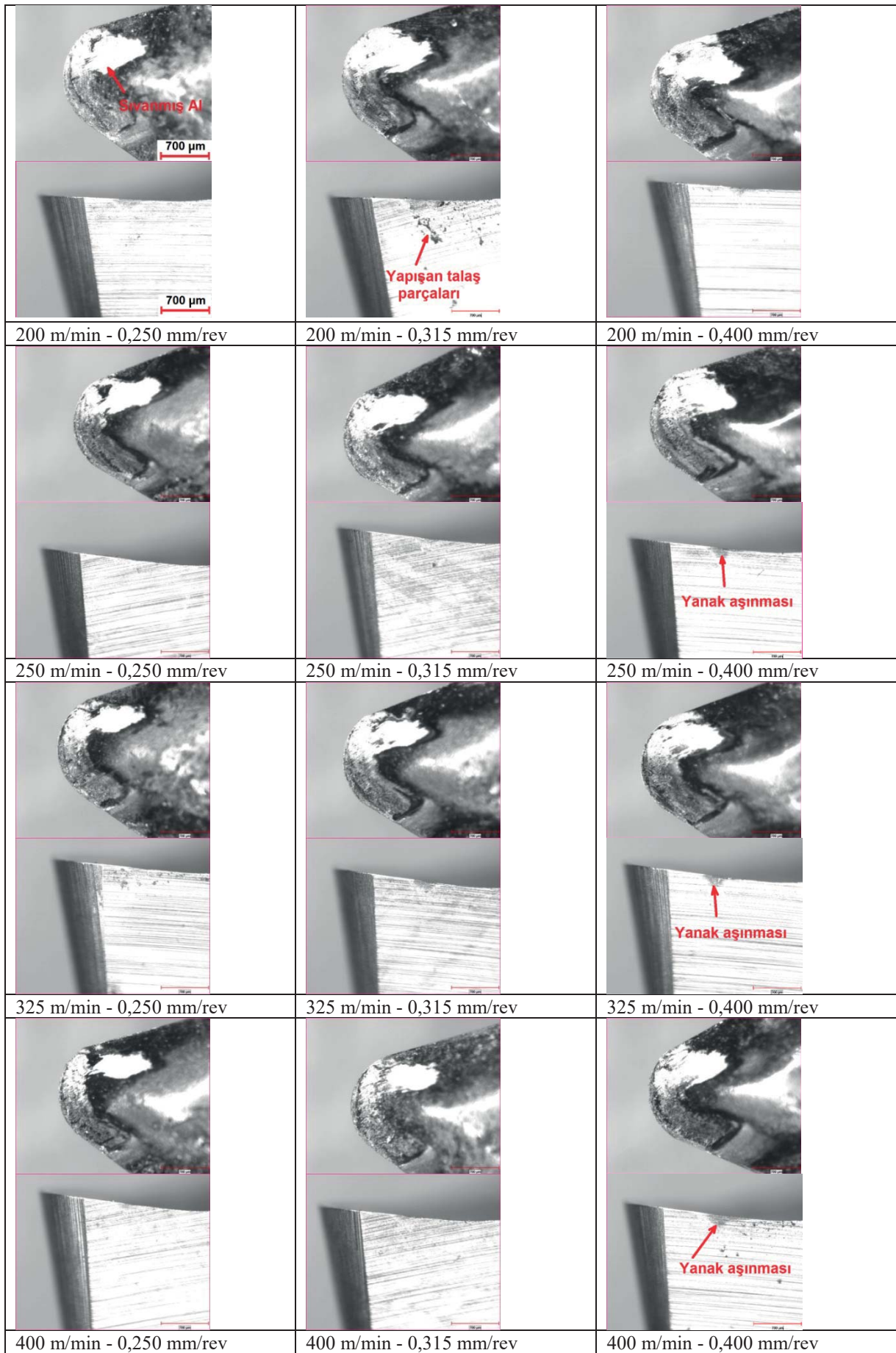
Şekil 3'deki grafikler incelendiğinde, ilerleme değerindeki artışla beraber yüzey pürüzlülük değerlerinin de artış gösterdiği görülmektedir. Bu durum literatürle paralellik arz etmektedir (Ranganath, Vipin, Mishra, Prateek, Nikhil, 2015), (Deepak, Rajendra, 2015), (Pridhvijit, Binu, 2015), (Rogov, Siamak, 2013). İlerleme değerinin %60 artırılarak 0,250 mm/rev'den 0,400 mm/rev değerine çıkartılmasıyla, pürüzlülük değeri %280 artarak 2,30 mikrondan 6,49 mikrona kadar çıkmıştır. İlerlemedeki küçük artışlar, pürüzlülük değerlerinde büyük artışa sebep olmuştur. İşleme deneylerinde kullanılan kesici takımın 0,8 mm olan köşe radyusunun yüksek ilerleme değerleri için yeterli olmadığı, daha büyük köşe radyusuna sahip takım kullanılmasının gerekli olduğu, yinede seçilen ilerleme değerlerinin yüksek kaldığı, özellikle 0,400 mm/rev değerinin ise bu tür Al alaşımları için uygun olmadığı ifade edilebilir. Kesme hızının artmasıyla yüzey pürüzlülük değerlerinin genel olarak azalma eğilimine geçtiği bilinmektedir. Ancak yapılan bu çalışmada, her ilerleme değeri için seçilen 200, 250, 325 ve 400 m/min kesme hızları arasındaki yüzey pürüzlülük değerlerinde çok farklı sonuçlar ortaya çıkmadığı söylenebilir. Pürüzlülük değerlerinde etkili parametrenin ilerleme değeri olduğu sonucu bir kez daha teyit edilmiştir.

### 3.2. Kesici Takım Aşınma Davranışları

Talaşlı işleme deneylerinden sonra, kesici takımların işlemede kullanılan uçlarının optik mikroskop görüntüleri alınmıştır. Al alaşım cinsine göre, dört adet kesme hızı ve üç adet ilerleme değerinde kullanılan kesici takımların talaş yüzeyi ve kesici kenar kısmından alınan optik mikroskop görüntüleri Şekil 4, 5 ve 6'da verilmiştir.

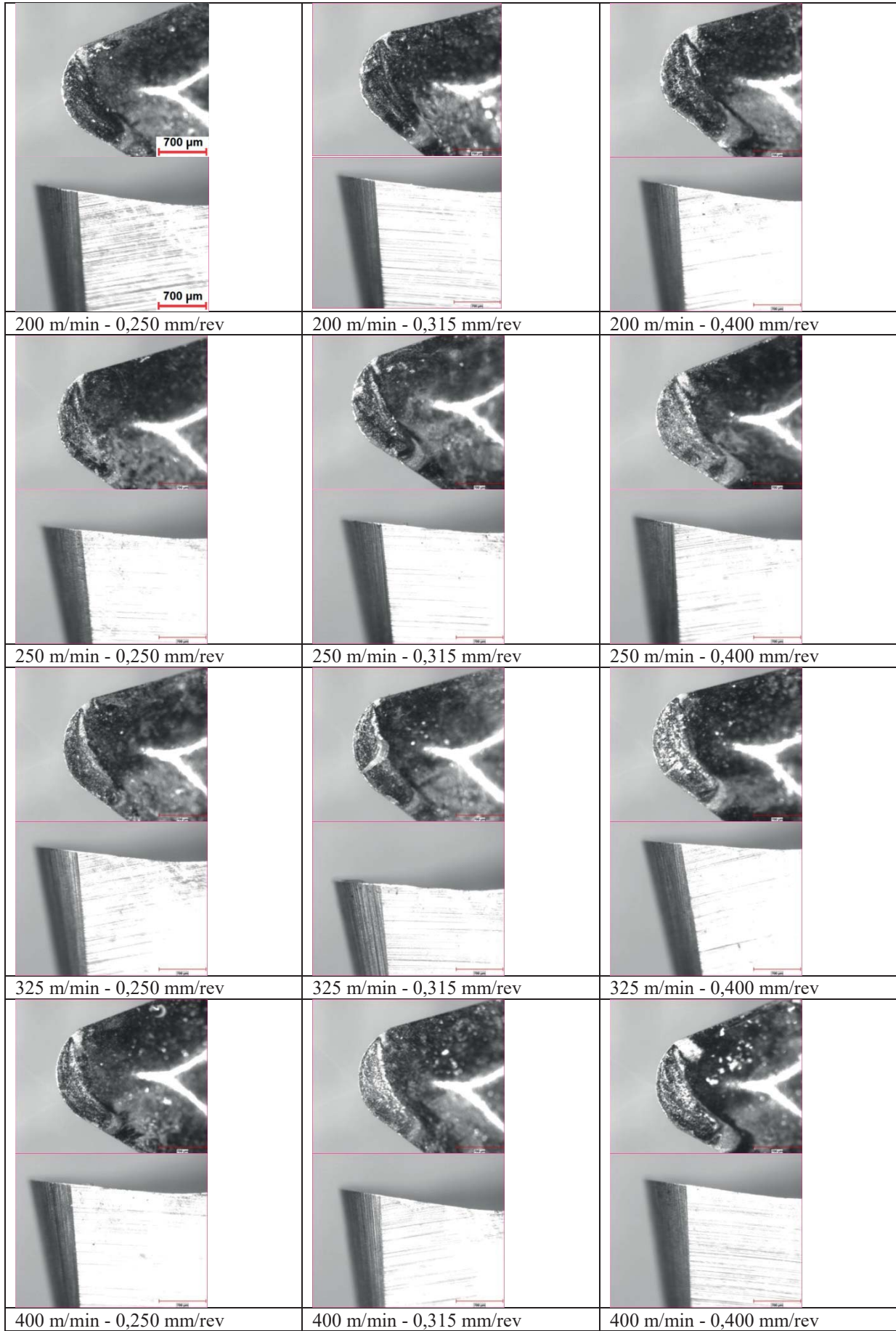


Şekil 4. Al 7075 malzemelerin işleme deneylerinde kullanılan kesici takım uçlarının talaş yüzeyi ve yan yüzeylerinden çekilmiş optik mikroskop görüntüleri



Şekil 5. Al 6061 malzemelerin işleme deneylerinde kullanılan kesici takım uçlarının talaş yüzeyi ve yan yüzeylerinden çekilmiş optik mikroskop görüntüleri





Şekil 6. Al 2024 malzemelerin işleme deneylerinde kullanılan kesici takım uçlarının talaş yüzeyi ve yan yüzeylerinden çekilmiş optik mikroskop görüntüleri

Şekil 4'deki görüntüler incelendiğinde, bütün ilerleme değerlerinde takım talaş yüzeyine sıvanmış çok az miktarda Al 7075 malzemeyi görmekteyiz. İlerleme değerinin artmasıyla malzeme sıvanan yüzey alanının bir miktar artış gösterdiği görülmektedir. Takım talaş yüzeyine sıvanan malzeme miktarı çok ince bir tabaka olarak görüldüğünden herhangi bir BUE oluşumundan söz etmek zordur. Takımlara ait yan yüzey görüntülerine bakıldığında, sıvanma miktarının gözle görünür seviyede bir kalınlık oluşturmadığı açıktır. Yan yüzeylerde bir miktar talaş kalıntısı görünse de bu kalıntıların, işleme deneyleri sırasında malzeme yüzeyi ve takım ucundan uzaklaşan talaşların sürtünmesi ve bu yüzeylerde kalması olarak değerlendirilmektedir. Takım aşınma davranışlarında kesme hızlarındaki yükselmeye bağlı olarak kayda değer bir değişiklik gözlenmemiştir. Bunların dışında, takım talaş yüzeylerinde krater aşınması ve takım yan yüzeylerinde yanak (serbest yüzey) aşınmasının meydana gelmediği görülmektedir.

Şekil 5'deki optik mikroskop görüntüleri incelendiğinde, Şekil 4'deki Al 7075 malzemenin işlenmesinde kullanılan kesici takımlara ait görüntülerinin benzeriyle karşılaşmaktayız. Ancak takım talaş yüzeylerine sıvanan Al 6061 malzeme miktarının Al 7075 malzeme sıvanmasına göre daha fazla olduğu görülmektedir. Bunun sebebini, Al 6061 alaşımının sertlik değerinin Al 7075 alaşımına göre daha düşük olmasıyla açıklamak mümkündür. Al 7075 malzemede olduğu gibi, kesme hızındaki artış miktarları, aşınma miktarında kayda değer bir değişiklik yaratmamıştır. İlerleme miktarının artmasıyla birlikte takım ucu yüzeyine sıvanan Al malzeme alanında bir miktar artış olmuştur. Ancak, BUE oluşturacak seviyede Al sıvanması olmamıştır. Takım yan yüzeylerinde, 250 m/min kesme hızı değerinden başlayarak, 325 m/min ve 400 m/min kesme hızlarındaki 0,400 mm/rev ilerleme değerlerinde az miktarda yanak aşınması meydana gelmiştir. Yanak aşınmalarına Al 6061 alaşımı içerisinde bulunan yüksek orandaki silisyum (Si) elementinin neden olduğu değerlendirilmektedir. Al 6061 alaşımının işlenmesinde, 0,400 mm/rev ilerleme değerinin sadece yüzey pürüzlülüklerinde değil aynı zamanda takım aşınma davranışlarında da tercih edilmeyecek işleme sonuçları ortaya koymuştur.

Şekil 6'daki görüntüler incelendiğinde ise, kesici takımları yüzeyindeki Al malzeme sıvanmasının Al 7075 ve Al 6061 alaşımlarında ki kadar olmadığı, hatta bazı takım talaş yüzeylerinde yok denecek miktarda gerçekleştiği görülmektedir. Takım talaş yüzeylerinde çok küçük parçacıklar şeklinde talaş kırıntılarının olduğu söylenebilir. Takım yan yüzeylerine bakıldığında, herhangi aşınma mekanizmasına rastlanmamaktadır. Kullanılan kesici takım yüzeylerinin hiçbir deformasyona uğramadığı, Al 2024 alaşımının işlenmesinde, Al 7075 ve Al 6061 alaşımlarına göre daha iyi performans gösterdiği ifade edilebilir.

Bu çalışmada kullanılan kesici takım uçlarında genel olarak bir miktar Al malzeme sıvanması meydana gelmiştir. Bunun dışında, kesici takım yüzeylerinde krater aşınması, çentik aşınması, burun aşınması ve yanak aşınması gibi herhangi aşınma mekanizması etkili olmamıştır. Kullanılan kesici takım, seçilen deney parametrelerine göre Al 7075, Al 6061 ve Al 2024 alaşımlarının işlenmesinde aşınma yönünden iyi sonuçlar alınmıştır. Sonuç olarak, talaşlı işleme deneylerinde kullanılan DCGT 11T308 ALU AK10 kodlu sementit karbür kesici takımların iyi performans gösterdiği ve tavsiye edilebilir nitelikte olduğu değerlendirilmektedir.

#### 4. SONUÇLAR

Literatürde belirtildiği üzere, ilerleme değerindeki artışa bağlı olarak yüzey pürüzlülük değerleri de artış göstermiştir. Ancak, pürüzlülük değerlerindeki artışlar, ilerleme değerindeki artış oranına göre çok daha fazla miktarda gerçekleşmiştir. İlerlemenin değerinin %60 artışına karşılık, pürüzlülük değeri %280 artış göstermiştir. 0,400 mm/rev değerinin bu tür Al alaşımları için yüksek kaldığı ve tavsiye edilemeyeceği görülmüştür. Kullanılan kesici takımın 0,8 mm olan köşe radiusunun 0,400 mm/rev ilerleme değerleri için yeterli olmadığı, daha büyük köşe radiusuna sahip takım kullanılmasının gerekli olduğu tespit edilmiştir. Seçilen 200, 250, 325 ve 400 m/min kesme hızları arasında yüzey pürüzlülük değerleri bir miktar değişse de çok farklı sonuçlar ortaya çıkmamıştır.

İşleme deneylerinde kullanılan Al 2024 alaşımı hariç tutulursa, bütün takım talaş yüzeylerinde az miktarda Al malzeme sıvanması meydana gelmiştir. Ancak sıvanan bu malzeme BUE oluşumundan söz edilmeyecek ölçüde çok ince bir tabaka şeklinde meydana gelmiştir. Sadece Al 6061 alaşımının işlenmesinde kullanılan kesici takımlarda, 0,400 mm/rev ilerleme değerinde az miktarda bir yanak aşınması tespit edilmiş olsa da, genel olarak takım yan yüzeylerinde kayda değer bir yanak aşınması oluşmamıştır. Al 6061 alaşımındaki yanak aşınmasının nedeni olarak, Al 7075 ve Al 2024 alaşımlarına göre daha yüksek oranda Si içermesi gösterilebilir. Seçilen işleme parametrelerine göre yapılan deneylerde kullanılan sementit karbür DCGT 11T308 ALU AK10 kodlu kesici takımlar iyi performans göstermiş olup bu tür alüminyum alaşımlarının tornalanması ve talaşlı işlemleri için tavsiye edilebilir niteliktedir.

#### 5. TEŞEKKÜR

Bu çalışma 2015/140 numaralı proje kapsamında Kırıkkale Üniversitesi BAP Birimi tarafından desteklenmiştir.

## 6. KAYNAKLAR

- Abdallah A., Rajamony B., Embark A., (2014). "Optimization of cutting parameters for surface roughness in CNC turning machining with aluminum alloy 6061 material", International organization of Scientific Research, 4, 10, 1-10.
- Ay M., Karagöl T., (2011). "Investigation of the machinability of the Al 7075 alloy using DLC coated cutting tools", Scientific Research and Essays, 6, 1, 44-51.
- Camposeco-Negrete C., (2015). "Optimization of cutting parameters using Response Surface Method for minimizing energy consumption and maximizing cutting quality in turning of AISI 6061 T6 aluminum", Journal of Cleaner Production, 91, 109-117.
- Deepak D., Rajendra B., (2015). "Investigations on the surface roughness produced in turning of Al 6061 (as-cast) by taguchi method", International Journal of Research in Engineering and Technology, 4, 8.
- List G., (2015). "Wear behavior of cemented carbide tools in dry machining of aluminium alloy", Wear, 259, 7-12, 1177-1189.
- H. Demir ve S. Gündüz, (2009). "The effects of aging on machinability of 6061 T6 Aluminium Alloy", Materials & Design, 30, 5, 1480-1483.
- H. Gökkaya ve M. Nalbant, (2007). "Kesme hızının yığıntı katmanı ve yığıntı talaş oluşumu üzerindeki etkilerinin sem ile incelenmesi", Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, 22, 3, 481-488.
- H. Kaya, A.Cengiz, M. Uçar, (2010). "Talaş formuna bağlı olarak 7075 Al Alaşımının işlenebilirlik parametrelerinin uygunluğunun tespit edilmesi", 2. Ulusal Talaşlı İmalat Sempozyumu, 77-91, Konya.
- Pridhvijit A., Binu C. Y., (2015). "Experimental Study and Parameter Optimization of Turning Operation of Aluminium Alloy-2014", International Journal of Engineering Research and General Science, 3, 5.
- Ranganath M. S., Vipin, R. S. Mishra, Prateek, Nikhil, (2015). "Optimization of Surface Roughness in CNC Turning of Aluminium 6061 Using Taguchi Techniques", International Journal of Modern Engineering Research (IJMER), 5, 5.
- Rogov V. A., Siamak G., (2013). "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, 7, 11.
- Sekmen M., Günay M., Şeker U., (2015). "Alüminyum Alaşımlarının İşlenmesinde Kesme Hızı ve Talaş Açısının Yüzey Pürüzlülüğü, Yığıntı Talaş ve Yığıntı Katmanı Oluşumu Üzerine Etkisi", Journal of Polytechnic, 18, 3, 141-148.
- Sreejith P.S., (2008). "Machining of 6061 T6 Aluminium Alloy with MQL, dry and flooded lubricant conditions" Materials Letters, 62, 2, 276-278.
- Trent, E.M., (1989). "Metal cutting", Butterworths Press, London, 1-171.
- TS 6212 EN ISO 4288, (1999). "Mamulün Geometrik Özellikleri (Gps) - Yüzey Yapısı : Profil Metodu - Yüzey Yapısının Değerlendirilmesi İçin Kurallar ve İşlemler", TSE, Ankara.
- Zhao T., Jiang Y., (2008). "Fatigue of 7075-T651 Aluminum Alloy", International journal of fatigue, 30, 834-849.
- Şeker, U., (2000). "Talaşlı İmalatta Takım Tasarımı", G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Ders Notları, 39-45, Ankara.