

METAL ENJEKSİYONLA İMAL EDİLEN ALÜMİNYUM ALAŞIMININ HASSAS TORNALANABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Bekir YALÇIN*, Nurullah GÜLTEKİN

*Süleyman Demirel Üniv., Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği Bölümü, Isparta.
e-mail: bekiryalcin@sdu.edu.tr

Özet

Metal enjeksiyon (ME) yöntemi, son şekle yakın parça imalatı olarak bilinir. Ancak, parça yüzey ve boyut kalitesinin artırılması adına enjeksiyon ürünlerine hassas talaşlı imalat süreçleri uygulanmaktadır. Bu çalışmada, Etial 150 Alüminyum alaşımından, ME yöntemi ile ilde edilmiş Ø30mmx300 mm boyutlarında silindirik numunelerin hassas tornalanabilirliği, sinterlenmiş karbür kesici takımlar kullanılarak test edilmiştir. Çalışmada, talaş derinliği, ilerleme miktarı ve kesme hızı gibi parametrelerin, işlenebilirlik üzerindeki etkileri deneysel olarak araştırılmıştır. Daha düşük kesme kuvvetlerinde, uygun talaş formu ile en iyi yüzey kalitesinin elde edilebilmesi için işleme parametrelerinin seviyeleri optimize edilmiştir. Sonuç olarak 0.05mm/dak ilerleme miktarı, 0.2mm talaş derinliği ve 350m/dak kesme hızı koşullarının ME yöntemi ile üretilen Al alaşımının hassas kuru tornalanmasında en uygun seviyeler oldukları tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Metal Enjeksiyon, Hassas Tornalama, Kesme Parametreleri, Yığıntı Talaş.

1. Giriş

İmalat sektöründe malzeme seçimi, dökülebilirlik, kaynak edilebilirlik, talaşlı işlenebilirlik, , düşük yoğunluk, yüksek sıcaklığa, aşınmaya ve korozyona karşı dayanım gibi bazı özelliklere bağlıdır [1]. Alüminyum, tabiiatta en çok bulunan elementlerden bir tanesidir. Alüminyum alaşımları, sahip oldukları düşük yoğunluk, yüksek korozyon direnci ve mukavemet ve çökeltme yöntemi ile sertleşebilme gibi özelliklerinden dolayı, endüstride yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Bazı alüminyum alaşımları, düşük yoğunluklarına rağmen 500 MPa kadar yüksek gerilme değerlerinde dahi yüksek akma mukavemetine sahip olduklarından, bu alaşımlar günümüzde hava araçlarının gövdeleri, otomobil parçaları, ev aletleri ve dekoratif konstrüksiyonlar gibi birçok alanda kullanılmaktadırlar[2, 3]. Alüminyumun diğer bir önemli özelliği de elektrik iletkenliğinin yüksek olmasıdır.

Makine parçalarının %80 kadar büyük bir oranı, talaşlı işlem gördükten sonra kullanıma hazır hale gelmektedir. Dwivedi vd. [4], piston, silindir kafası gibi mühendislik parçalarının, metal enjeksiyon yöntemi ile üretildikten sonra istenilen boyut ve yüzey kalitesine ancak talaşlı imalat sonucu ulaşılabileceğini belirtmişlerdir. Al alaşımlarının talaşlı işlenebilirliği üzerine birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Reis ve Abrao [5], 6351-T6 alüminyum alaşımının tornalanmasında, elmas kaplı karbür, sementit karbür ve çok kristalli elmas (PCD) olmak üzere üç farklı kesici takım kullanarak, kesme kuvvetleri, yüzeyi kalitesi ve kesme anında takım-talaş ara yüzeyinde oluşan sıcaklık değerlerini incelemişlerdir. Deneyleri sonucunda, PCD kesici takımının performansının en iyi olduğunu, kesme hızının artmasıyla kesme kuvvetinin azaldığını ve ilerleme miktarı ve kesme derinliğinin artmasıyla kesme kuvvetlerinin arttığını tespit etmişlerdir. Dasch vd.[6], yaptıkları çalışmada, B313 döküm alüminyum alaşımlarının kuru delme sırasında oluşan aşırı yüksek sıcaklıklar nedeniyle talaş

sıvanması (BUE) eğiliminin arttığını, soğutmalı delme şartlarında ise daha düşük sıcaklıklar nedeniyle bu eğilimin azaldığını belirtmişlerdir. Kuru delme şartlarında 30 delik/matkap olan takım ömrü değerinin, soğutmalı delme şartlarında 10000 delik/matkap takım ömrü değerine kadar yükseldiği tespit edilmiştir. Özçatalbaş ve Aydın [7], ısıtma işlemi ile sertleştirilmiş AA2014 alüminyum alaşımının mekanik özelliklerinin ve kullanılan kesici takım geometrisinin işlenebilirlik üzerindeki etkilerini deneysel olarak araştırmışlardır. Çalışmalarında, daha yüksek talaş açısına sahip uçlarla yüksek kesme hızlarında yapılan deneylerde, yığıntı talaş eğiliminin de azaldığı sonucuna varmışlardır. Ayrıca, sertleştirilmiş Al alaşımının işlenmesinde, kesme kuvvetlerinin azaldığını ve yüzey pürüzlülüğünün iyileştiğini gözlemlemişlerdir. Çakır [8], Al alaşımlarının sünek yapısından dolayı işlenebilirliklerinin iyileştirilebilmesi için, kesici takımın keskin kesme kenarlı, ve BUE'yi azaltmak için de büyük talaş açılara sahip olmaları gerektiğini ifade etmiştir. Ensarioğlu [9], yaptığı çalışmada, özel geliştirilmiş keskin kenarlı ve kaplamasız sinterlenmiş karbür takımların mükemmel bir performans gösterdiği sonucuna varmıştır. (Hangi malzemenin hangi şartlarda işlenmesinde?). Kishawy vd.[10], AISi alaşımlarının talaşlı imalatında, yüksek hızlı işleme ile birlikte minimum miktarda yağlama (MMY) stratejisinin başarılı olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmalarında, A356 Al alaşımının silisyum içeriğinden dolayı kesici takımında abrazyon aşınma mekanizmasının, Al içeriğinden dolayı ise yapışma aşınma mekanizmasının etkili olduğunu görmüşlerdir. Devir sayısının 5000 d/d olması durumunda, A325 Al alaşımının işlenebilirliğinin önemli ölçüde kolaylaştığı tespit edilmiştir.

Bu çalışmada da, mevcut literatürden farklı olarak Etial 150 Al alaşımından enjeksiyon yöntemiyle en uygun şartlarda parçalar imal edildikten sonra uygulanabilecek bitirme işlemleri (hassas tornalama) için, hassas işlenebilirlikleri deneyler ile yapılmıştır. Bu amaçla, basınçlı döküm yöntemiyle üretilen parçaların daha hassas yüzey ve boyut hassasiyetinde imal edilebilmesi için en iyi hassas tornalama şartları, en uygun işleme zamanı göz önüne alınarak ve düşük talaş sıvanması, düşük kesme kuvvetleri, en uygun talaş formu ve en iyi yüzey pürüzlülüğü değerlendirilerek belirlenmeye çalışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Test Malzemesi ve İşleme Parametreleri

Deneylerde kullanılan Etial 150 alüminyum alaşımının kimyasal bileşimi ve bazı fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. ME yöntemi ile Ø30mmX300mm ölçülerinde numuneler üretilmiştir. Şekil 1c'de, üretilen numunelerden bir örnek görülmektedir.

Çizelge 1. Deneylerde kullanılan Al alaşımının kimyasal bileşimi ve bazı fiziksel özellikleri.

Etial 150 Alüminyum Alaşımı Kimyasal İçeriği (%Ağırlık)									
Cu	Si	Fe	Zn	Mn	Mg	Ni	Ti	Sn	Pb
1.75-2.5	11-13	1	0.7	0.5	0.4	0.3	0.15	0.1	0.1
Test Malzemesinin Bazı Özellikleri									
Özgül Ağırlık (g/cm ³)-(20 oC sıcaklıkta)						2.71			

Isı İletkenliği (W/mK)	205
Isıl Genleşme Katsayısı (mm/mm°C). 10-6	24.0
Ergime Sıcaklığı °C	658
Akma ve Kopma Dayanımları (MPa)	121 ve 236
% ϵ_{kopma}	1.46
Sertlik (HV)	80.4



(a)



(b)



(c)

Şekil 1. a) İşlenebilirlik test numunesi, b) DCGT11T304F-ALKX kesici uç, c) sol kater

Deneyler, maksimum devir sayısı 4000 d/d olan ve 0.001 mm hassasiyetli ANL75T marka bir CNC torna tezgahında gerçekleştirilmiştir. Deneylerde, DCGT11T304F-ALKX kaplamasız sinterlenmiş karbür kesici uç ve SDJCL 25×25 M11 sol takım tutucu kullanılmıştır. Kullanılan kesici uç ve takım tutucu sırasıyla Şekil 1 b ve c' de görülmektedir. Kesme kuvvetlerinin ölçülmesinde Kistler 9757-A modeli dinamometre ve DAQ 6062E marka veri toplama kartı kullanılmıştır. Yüzey pürüzlülükleri, MAHR-Perthometer M1 model yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı ve takım aşınması Tescan Vega LSU marka SEM mikroskobu yardımıyla ölçülmüştür.

Deneylerde, talaş derinliği, ilerleme miktarı ve kesme hızı olmak üzere toplam üç parametre belirli sınırlar içerisinde değiştirilerek (her faktör toplam 3 seviyeye sahip olacak şekilde), bu parametrelerin kesme kuvvetleri, ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra), BUE oluşumu ve takım aşınması üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Kaldırılan talaş hacmi sabit olmak şartı ile her bir deney için işleme süresi ölçülmüştür. Çizelge 2'de tam faktöriyel deneysel tasarım yöntemi (3³=27)'ne göre oluşturulan deneysel plan görülmektedir.

Çizelge 2. Deneilerde kullanılan parametreler ve faktör seviyeleri.

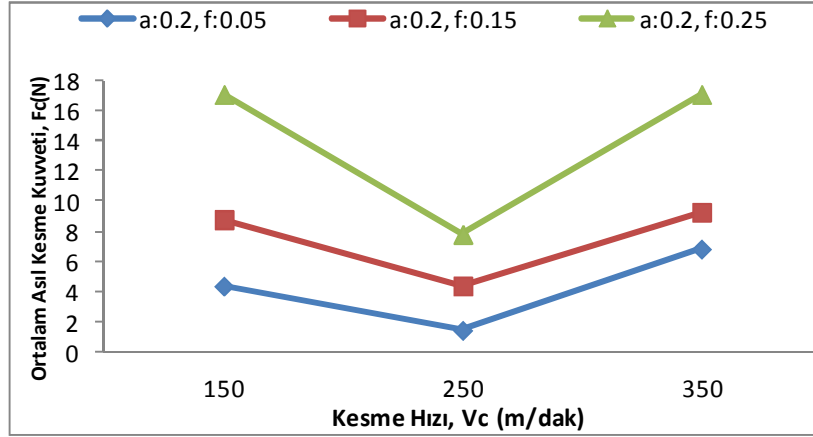
Deney No.	İşleme zamanı, Dakika	Talaş Derinliği, mm	İlerleme hızı, mm/dev	Kesme hızı, m/dak	Kaldırılan talaş hacmi, mm ³
1	125	0,2	0,05	150	88609,2
2	76	0,2	0,05	250	88609,2
3	63	0,2	0,05	350	88609,2
4	42	0,2	0,15	150	88609,2
5	32	0,2	0,15	250	88609,2
6	30	0,2	0,15	350	88609,2
7	27	0,2	0,25	150	88609,2
8	18	0,2	0,25	250	88609,2
9	14	0,2	0,25	350	88609,2
10	50	0,5	0,05	150	88609,2
11	25	0,5	0,05	250	88609,2
12	21	0,5	0,05	350	88609,2
13	14	0,5	0,15	150	88609,2
14	11	0,5	0,15	250	88609,2
15	8	0,5	0,15	350	88609,2
16	9	0,5	0,25	150	88609,2
17	6,5	0,5	0,25	250	88609,2
18	6	0,5	0,25	350	88609,2
19	35,6	0,8	0,05	150	88609,2
20	23,8	0,8	0,05	250	88609,2
21	17	0,8	0,05	350	88609,2
22	15	0,8	0,15	150	88609,2
23	9,3	0,8	0,15	250	88609,2
24	6,6	0,8	0,15	350	88609,2
25	9,3	0,8	0,25	150	88609,2
26	5,6	0,8	0,25	250	88609,2
27	4	0,8	0,25	350	88609,2

3. Deneysel Sonuçlar ve Tartışma

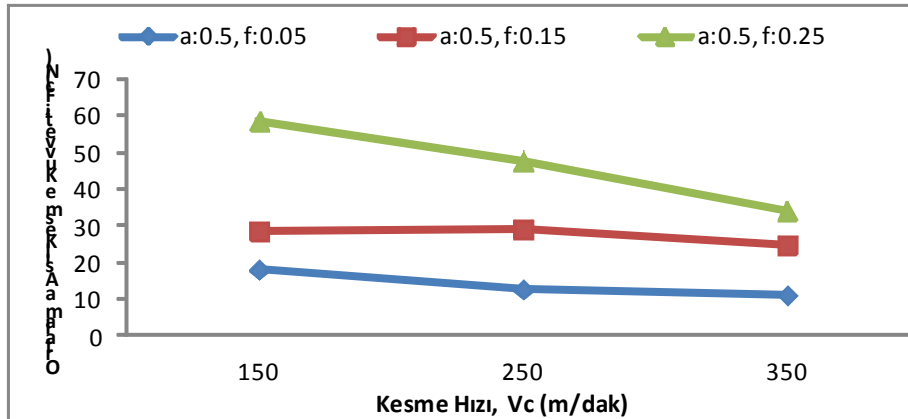
3.1. Kesme Kuvveti Ölçüm Sonuçları

Şekil 2'de kesme parametreleri ile ortalama esas kesme kuvveti (F_c) arasındaki ilişkiyi gösteren grafik verilmiştir.

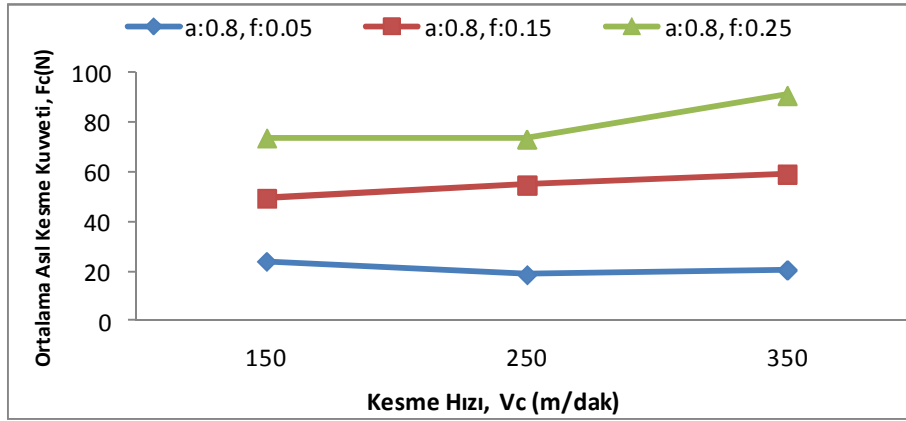
Şekil 2 incelendiğinde, 0,2 mm sabit talaş derinliği, 150 m/dak kesme hızında 0,05 mm/dev ile kesme yapıldığında asıl kesme kuvveti 4.39 N olarak ölçülmüştür. İlerleme hızının 0,15'e ve 0,25'e çıkarılması ile asıl kesme kuvvetleri sırasıyla 8.79 N ve 17.09 N olarak ölçülmüştür. Dolayısıyla ilerleme hızı faktörünün her bir seviyesindeki artışa bağlı olarak, kesme kuvvetleri de yaklaşık olarak iki kat artmaktadır. Aynı grafikte en düşük kesme kuvveti, 0,2 mm talaş derinliği ve 250 m/dak. kesme hızı değerlerinde ölçülmüştür. Şekil 3 değerlendirildiğinde, ilerleme miktarının etkisine benzer şekilde, sabit kesme hızı değerinde ($V=150$ m/dak.) talaş derinliğinin 0.2 mm' den 0.5 mm değerine çıkarılmasıyla asıl kesme kuvvetinin 4.39 N' dan 18.08 N' a arttığı gözlemlenmiştir.



Şekil 2. Değişen kesme parametrelerine göre ölçülen asıl kesme kuvveti değerleri (Talaş derinliği:0,2)

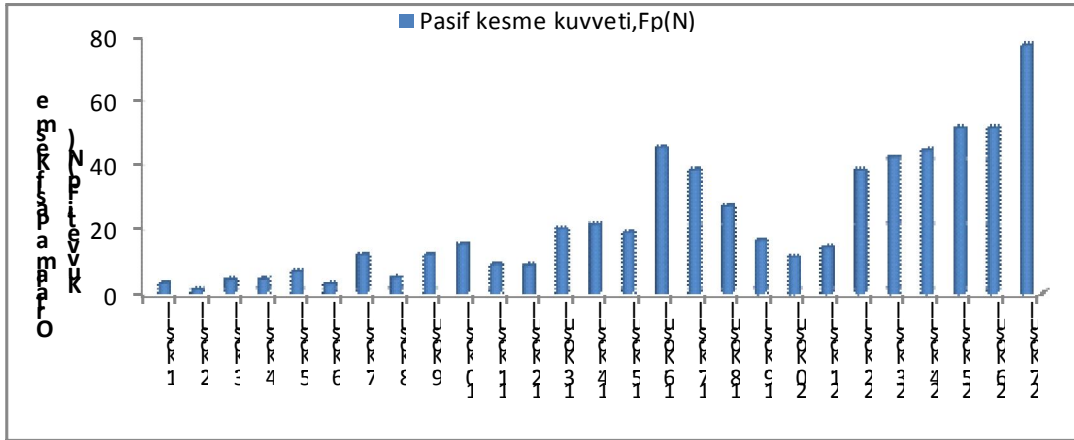


Şekil 3. Değişen kesme parametrelerine göre ölçülen asıl kesme kuvveti değerleri (Talaş derinliği:0,5)



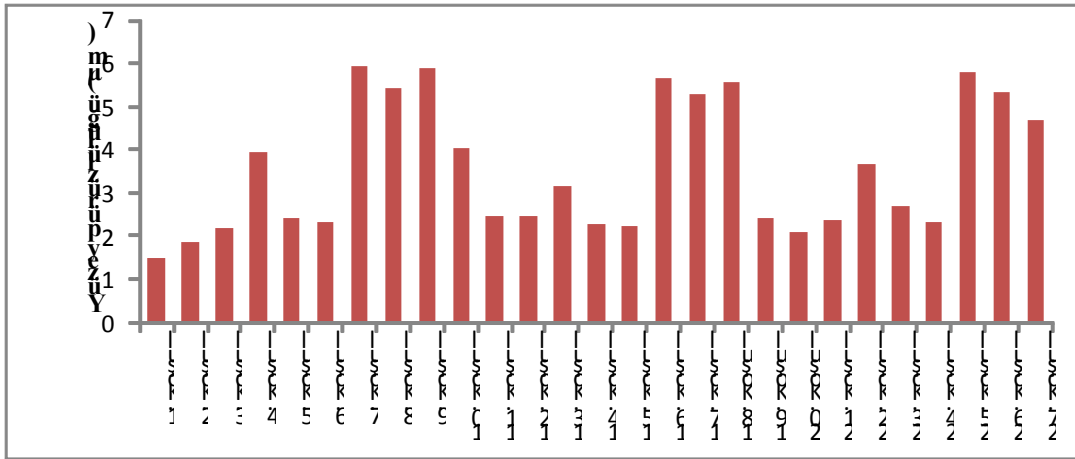
Şekil 4. Değişen kesme parametrelerine göre ölçülen asıl kesme kuvveti değerleri (Talaş derinliği:0,8)

Şekil 4' de talaş derinliğinin en yüksek değerinde (0.8 mm), işleme parametreleri ile asıl kesme kuvvetleri arasındaki ilişki görülmektedir. Bu şekil, Şekil 2 ve Şekil 3 ile benzer eğilim göstermektedir. Şekiller birlikte değerlendirilirse, talaş derinliğinin 0.2 mm' den 0.8' mm' ye çıkarılması ile kesme kuvvetindeki artış yaklaşık dört kat olmaktadır. En düşük asıl kesme kuvveti 2 numaralı deney koşullarında ölçülmüştür. Şekil 5' de, pasif kesme kuvvetlerinin deney sıralamasına göre değişimi verilmektedir.



Şekil 5. Kesme koşullarına göre pasif kesme kuvveti değerleri

Hassas tornalamada, yüzey kalitesini etkileyen pasif kesme kuvvetinin değerleri asıl kesme kuvveti ile aynı doğrultuda olduğu gözlemlenmiştir. Pasif kesme kuvveti asıl kesme kuvvetine oranla daha düşük değerlerde ölçülmüştür. Hassas tornalamada, yüzey hassasiyetini etkileyen pasif kesme kuvveti de değerlendirilirse, talaş derinliğinin hassas tornalama için maksimum değeri olan 0.8 mm'de yüksek pasif kesme kuvveti tayin edilmiş ve işlenen parçanın yüzey pürüzlülüğünü artırmıştır. Bu durum Şekil 6' da görülebilmektedir. En düşük pasif kesme kuvveti, 1. ve 5. kesme koşullarında elde edilmiş, ancak aynı talaş hacminin kaldırılması için geçen işleme zamanı maksimum olduğundan elverişli bir kesme koşulu olarak değerlendirilmemiştir.

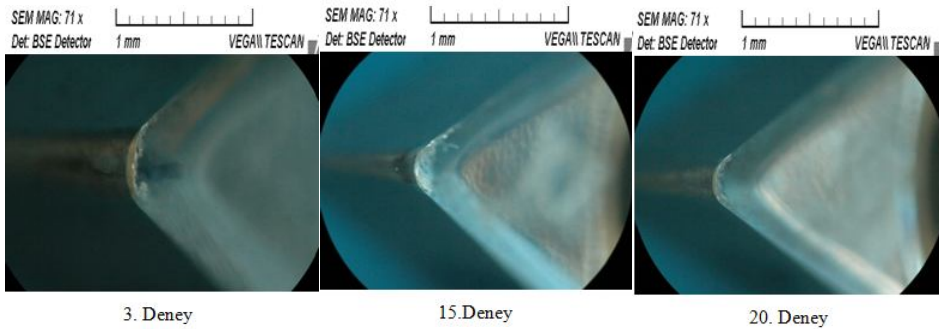


Şekil 6. Deney koşullarına göre yüzey pürüzlülük değerlerinin grafiksel karşılaştırılması

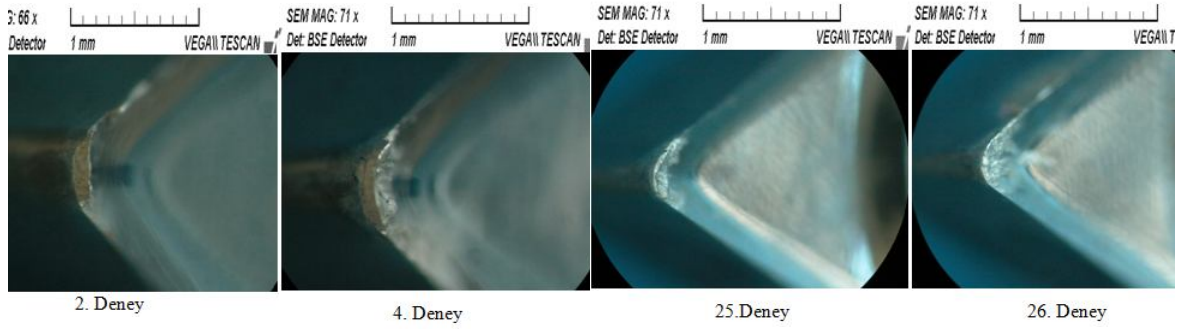
Bu çalışmada yapılan asıl kesme kuvveti ölçümlerine göre 2,3,5,15,18,20. deney koşulları en iyi hassas tornalama koşulu belirlenmiş ancak bu değerlendirmeye pasif kuvvet (Şekil 4) ölçümleri ve yüzey pürüzlülük ölçümleri (Şekil 6) dahil edilerek test malzemesi için hassas tornalanabilirlik analiz edilirse ve aynı talaş hacminin kaldırılması için harcanan işleme zamanı da göz önünde bulundurulursa ise 3, 15, 20. tesler en uygun hassas tornalama koşulları olarak yorumlanabilir.

İşleme kalitesi ve ekonomisi bakımından yalnızca kesme kuvvetlerinin değerlendirilmesi yeterli değildir. Kesme kuvvetlerinden sonra yüzey pürüzlülüğü, takım aşınması ve talaş morfolojisi de ayrı ayrı değerlendirilerek iyi kesme parametresi tespit edilmeye çalışılmıştır.

3.2. Talaş yapışma eğilimi Talaşlı imalatta kesme sırasında kesici kenarda mekanik, kimyasal, termal ve aşındırıcı yük faktörleriyle kesici takımında aşınma meydana gelir. Kesici kenar deformasyonları, talaş tipini de etkileyen kesme parametreleri, kesici takım ve iş parçası malzemesi özellikleriyle de direkt ilgilidir. Talaşlı imalatçılar için, çok büyük sorun teşkil eden ve yüzey-boyut hassasiyetini de olumsuz etkileyen talaş yapışma eğilimi, talaşın kesme kenarına sıvanmasıyla meydana gelir. Talaş sıvanması çoğunlukla sünek iş parçalarının iyi seçilememiş kesme hızlarıyla işleme sırasında oluştuğu bilinen bir gerçektir. Bu çalışmada da, diğer kesici takım aşınma tiplerinden ziyade talaş yapışma eğilimi görülmüştür. Şekil 7 ve Şekil 8' de, kesme koşullarına göre talaş yapışma eğilimi ve takım aşınması SEM görüntüleri verilmiştir. SEM fotoğrafları değerlendirildiğinde en az talaş yığılmasının 3,15,20. deneylerde (0,1mm ile 0,5mm arasında), en yüksek talaş yığılmasının ise 2, 4, 25, 26. deneylerde (0,5mm ile 1mm arasında) meydana geldiği görülmüştür.



Şekil 7. Düşük talaş yığılma oluşumları



Şekil 8. Yüksek talaş yığılma oluşumları

Talaş yapışma eğilimi tüm deney koşulları için değerlendirilirse; 150 m/dak. kesme hızıyla yapılan hassas tornalama işlemlerinde talaş sıvanması diğer kesme hızlarına göre daha fazla meydana gelmiştir. İlerleme oranı arttıkça sıvanma alanı kesme kenarına ve talaş yüzeyine doğru genişleyerek talaş yapışma eğilimi artmakta ve bu durum kötü yüzey pürüzlülüğüne neden olmuştur. Fc asıl kesme kuvvetinin artması BUE eğiliminin artmasına sebep olurken kesme hızının artması ise BUE eğilimini azaltmıştır. Sonuçta, talaş derinliği 0.8 mm, ilerleme hızı 0.05 mm/dak. ve kesme hızı 250 m/dak. olan kesme koşulu (20. Deney koşulu) ve 0.5 mm talaş derinliği, 0.15 mm/dak. ilerleme hızının ve 350 m/dak. kesme hızının (15. Deney koşulu), belirlenen kesici takım ile basınçlı dökümle imal edilmiş Etial 150 alüminyum alaşımının kuru hassas tornalanması için en iyi koşul olduğu kanaatine varılmıştır.

Kesme sıcaklıklarının en geniş aralığında oluşan aşınma mekanizmasının yapışma olduğu daha önce yapılan çalışmalarda ifade edilmiştir [11, 12]. Talaş yapışmasını, sünek parçaların işlenmesinde yanlış kesici takım ve kesme parametrelerinin seçimiyle meydana geldiğini ifade etmektedir [13]. Bu çalışmada da, düşük kesme hızlarında tornalama sırasında talaş yapışmanın arttığı literatürle uyumludur.

3.3. Talaş tipi değerlendirmesi



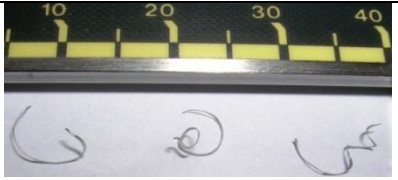
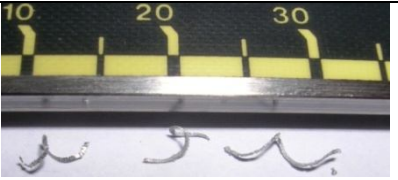
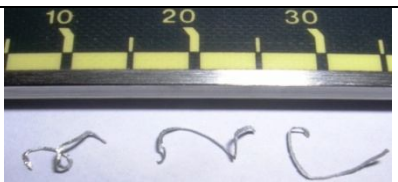





Özellikle tornalama gibi sürekli talaş kaldırma işleminde talaş oluşumu, iş parçası kalitesi ve kesici takım ömrü bakımından oldukça önemlidir. Çoğu durumda, süreksiz talaş tipi, veya kısa helisel boru şeklinde talaş tipleri arzu edilen talaş tipleridir. Klocke [14], Şekil 9' da görüleceği üzere talaş tiplerini ISO 3685-1977 (E) standardına göre sınıflandırmaktadır [14].













1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Şerit talaş	Karışık talaş	Tirbuşon talaş	Sarmal talaş	Uzun boru talaş	Kısa boru talaş	Spiral boru talaş	Spiral talaş	Uzun virgül talaş	Kısa virgül talaş
Kabul edilemez			Kabul edilebilir						
			iyi						


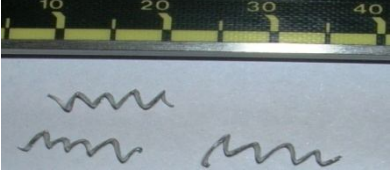



Şekil 9. Talaş tipleri [14]

Klocke'ye [14] göre, en iyi talaş tipi kısa tüp, spiral tüp ve spiral şeklinde oluşan talaş tipleridir. Ayrıca, helisel talaş, uzun tüp, uzun ve kısa virgül şeklinde oluşan talaş tiplerini de kabul edilebilir olarak

sınıflandırmaktadır. Fakat şerit ve karışık talaş, sarmal şeklinde talaş oluşumları, verimli bir talaşlı imalat için tavsiye edilmeyen talaş tipi olarak sınıflandırılmıştır (Klocke, 2010). Bu çalışmada değişen kesme parametrelerine göre, oluşan talaş tipleri ve değerlendirmeleri Şekil 4.17’de verilmektedir.

Deney no	Çıkan talaş resmi ve değerlendirilmesi	Deney no	Çıkan talaş resmi ve değerlendirilmesi
1	 5 mm uzunluğunda kısa boru şeklinde iyi talaş	2	 5 mm uzunluğunda spiral şeklinde iyi talaş
3	 8 mm uzunluğunda spiral şeklinde iyi talaş	4	 8 mm uzunluğunda spiral şeklinde iyi talaş
5	 10 mm uzunluğunda uzun virgül şeklinde kabul edilebilir talaş	6	 10 mm uzunluğunda uzun virgül şeklinde kabul edilebilir talaş
7	 12 mm uzunluğunda uzun virgül şeklinde kabul edilebilir talaş	8	 5 mm uzunluğunda uzun virgül şeklinde kabul edilebilir talaş
9	 10 mm uzunluğunda uzun virgül şeklinde kabul edilebilir talaş	10	 10 mm uzunluğunda boru şeklinde iyi talaş

11	 <p>10 mm uzunluğunda kısa boru şeklinde iyi talaş</p>	12	 <p>20 mm uzunluğunda sarmal şeklinde kabul edilebilir talaş</p>
13	 <p>10 mm uzunluğunda uzun virgül şeklinde kabul edilebilir talaş</p>	14	 <p>6 mm uzunluğunda spiral şekline iyi talaş</p>
15	 <p>5 mm uzunluğunda spiral şeklinde iyi talaş</p>	16	 <p>10 mm uzunluğunda uzun virgül şeklinde kabul edilebilir talaş</p>
17	 <p>5 mm uzunluğunda spiral şekline iyi talaş</p>	18	 <p>10 mm uzunluğunda spiral şeklinde iyi talaş</p>
19	 <p>10 mm uzunluğunda kısa boru şeklinde iyi talaş</p>	20	 <p>12 mm uzunluğunda kısa boru şeklinde iyi talaş</p>
21	 <p>15 mm uzunluğunda sarmal şeklinde kabul edilebilir talaş</p>	22	 <p>15 mm uzunluğunda kısa boru şeklinde iyi talaş</p>

23	 <p>15 mm uzunluğunda helisel şekline kabul edilebilir talaş</p>	24	 <p>13 mm uzunluğunda helisel şekline kabul edilebilir talaş</p>
25	 <p>12 mm uzunluğunda helisel şekline kabul edilebilir talaş</p>	26	 <p>120 mm uzunluğunda tirbuşon şeklinde kötü talaş</p>
27	 <p>150 mm uzunluğunda tirbuşon şeklinde kötü talaş</p>		

Şekil 10. Talaş tipleri

Sonuçta, yüzey pürüzlülüğü, kesici takım durumu, talaş yapışma eğilimi ve talaş tipleri değerlendirildiğinde 3. 15. ve 20. hassas işleme koşullarının uygulanabilir olduğu görülmüştür. Ancak, 3. deney koşulu ile parça 63 dakika sürede, 20. deney koşuluyla parça 23 dakikada ve 15. deney koşuluyla parça 8 dakikada işlenmektedir. İşleme kalitesi ve maliyeti değerlendirecek olursa 15 ve 20. deney koşullarının en uygun hassas tornalama koşulu olduğu sonucuna varılmıştır.

4. Sonuç

Uygun basınçlı döküm parametresi ile Etial 150 alüminyum alaşımından imal edilen enjeksiyon ürünlerinin hassas tornalanabilirliği üzerine yapılan bu deneysel çalışmada, aşağıda sıralanan önemli bulgular elde edilmiştir:

150 m/dak. kesme hızının, bu malzeme için hassas tornalanma sırasında talaş yapışma eğilimini arttırdığı görülmüştür. Bu kesme hızı değeri, üretici firma tarafından önerilen minimum değerdir. Fakat kesme hızı 250 m/dak. ve 350 m/dak. değerlerinin, DCGT11T304F kesici takım malzemesi için, talaş yapışma eğilimini azalttığı sonucuna varılmıştır.

İlerleme hızı parametresi, kesme hızı sabit tutulduğunda, yüzey pürüzlülüğünü en çok etkileyen parametre olmuştur. Kesme hızı sabit tutulduğunda ilerleme hızı, 0.2 mm/dak.'dan 0.5 mm/dak. değerine artırıldığında ortalama asıl kesme kuvveti iki kat, talaş derinliği 0,2 mm'den 0.5 mm'ye artırıldığında ortalama asıl kesme kuvveti dört kat artmıştır.

Hassas tornalama için yüksek ilerleme ve talaş derinliği (0.25 mm/dak. ve 0,8 mm) ile düşük kesme hızıyla (150 m/dak.) yapılan kuru tornalamada kesici kenarda belirgin bir şekilde yığıntı talaş meydana

gelmiştir. Fakat düşük ilerleme ve talaş derinliği (0.05 mm/dak. ve 0,2 mm) ile yüksek kesme hızıyla (350 m/dak.) yapılan kuru tornalamada, kesme kenarında en düşük yığıntı talaş oluşumu gözlemlenmiştir (3. Deney).

Yüksek ilerleme ve talaş derinliği ile yüksek kesme hızıyla yapılan tornalamada çok uzun tirbuşon şeklinde talaş meydana gelmiş (12,26ve 27. test koşulları) ve bu durum kesme kenarı ile talaş yüzeyinde talaş yapışma eğilimini arttırmıştır. Bununla birlikte, düşük ilerleme ve talaş derinliği sabit tutularak kesme hızı artırıldığında, arzu edilen kısa boru helis tipi talaş oluşumu gözlemlenmiştir.

Bütün deneyler ve işleme zamanı karşılaştırıldığında, ETİAL 150 alüminyum alaşımı malzeme için kesici takım firmasının belirttiği aralıklarda DCGT11T304F takımla kuru tornalama ideal kesme koşulu sırasıyla talaş derinliği: 0,5 mm, ilerleme hızı: 0.15 mm/dak. ve kesme hızı değerleri: 350 m/dak. (15. İşleme koşulu) veya talaş derinliği: 0.8 mm, ilerleme hızı: 0.05 mm/dak, kesme hızı: 250 m/dak. olan kesme koşulu (20. İşleme koşulu) olarak tayin edilmiştir.

Teşekkür

Bu çalışmayı 2547M10 ve 2124-YL-10 numaralı projelerle destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim birimine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- [1] Pathak, J.P., Tiwari, S.N., "Chip Formation in Machining Al-Si Alloy". Indian foundry Journals, 41 (1), 1-8, 1995.
- [2] Yurdakul, M., Özbay, O., İç, Y.T., "Havacılık Alanında Kullanılan Alüminyum Alaşımlarının Seçimi".Gazi Ün., Müh. Mim Dergisi, 17(2), 1-23, 2002.
- [3] Özcömert, M., "Otomotiv Endüstrisinde Alüminyum". İstanbul Ticaret Odası Raporu, 1-22, 2006.
- [4] Dwivedi, D.K., Sharma, A., Rajan, T.V., "Machining of LM13 and LM28 Cast Alüminum Alloys: Part I". Journal of Materials Processing Technology, 196,197-2004, 2008.
- [5] Reis, D.D., Abrao, A.M., "The Machining of Alüminium Alloy 6351". Engineering Manufacture, 219 (1), 27-33, 2005.
- [6] Dasch, J.M., Ang, C.C., Wong, C.A., Waldo, R.A., Chester, D., Cheng, Y.T., Powell, B.R., Weiner, A.M., Konca, E., "The Effect of Free Machining Elements on Dry Machining of B319 Alüminum Alloy". Journal of Materials Processing Technology, 209, 4638-4644, 2009.
- [7] Özçatalbaş, Y., Aydın, B., "Mekanik Özellik ve Kesme Geometrisinin AA2014 Alaşımının İşlenebilme Özelliklerine Etkisi". Gazi Ün. Müh. Mim. Fak. Dergisi, 21 (1), 21-27,2006.
- [8] Çakır, C., "Modern Talaşlı İmalatın Esasları". Nobel Yayın Dağıtım, 2. Baskı, 267s. Ankara, 2006.
- [9] Ensarioğlu, C., "Talaşlı İmalat İşlemlerinde Kesme Parametrelerinin Belirlenmesi İçin Bir Uzman Sistem Yaklaşımı". Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, 118s. Bursa, 2007.
- [10] Kishawy, H.A., Dumitrescu, M, Ng, E.-G., "Elbestavi, M.A., Effect of Coolant Strategy on Tool Performance, Chip Morphology and Surface Quality During high Speed Machining of A356 Alüminum Alloy". Int Journal of machine Tools & Manufacture, 45, 219-227, 2005.
- [11] 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 AA2024 Al-Cu Alloy",. International Journal of Machine Tools & Manufacture, 42, 215-220, 2002.

[12] Sanchez, M., Marcos, M., Relaciones Parametricas en el Mecanizado. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cadiz, Spain, 1994.

[13] Şeker, U., "Takım Tasarımı Ders Notları. Gazi Üniv., Tek. Eđt. Fak., Makine Eđt. Böl., 80s. Ankara, 2004.

[14] Klocke, F., Simülation in Manufacturing Technology: Lecture 8, Principles of Cutting. Fraunhofer Institute for Production Technology, Aachen, 2010.