



Konferans Bildirisi

Al 7075 ve Al 6082 Alaşımlarının Frezeleme İşlemlerinde Kesici Kenar Yuvarlatma İşleminin Yüzey Kalitesi Üzerindeki Etkisinin Araştırılması

Şeyma Gül Algül^{1*}, Hasan Kuş², Şükran Katmer³, Ulvi Şeker⁴

¹ Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Ankara/TÜRKİYE, 0000-0001-7728-5591,

seymagul.koksal@gazi.edu.tr

² Karcan Kesici Takım San. ve Tic. A.Ş. Eskişehir/TÜRKİYE, 0009-0008-1817-8380, h.kus@karcan.com

³ Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği Ankara/TÜRKİYE, 0000-0002-3641-2328,
sukatmer@gmail.com

⁴ Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği Ankara/TÜRKİYE, 0000-0001-6455-6858,
useker@gazi.edu.tr

* Sorumlu Yazar: seyma.koksal0606@gmail.com; 0507-062-30-85

Received 30 October 2024

Received in revised form 22 December 2024

In final form 28 December 2024

**4th International Conference on Design, Research and Development
(RDCONF 2024)
December 19 - 20, 2024**

Reference: Algül, Ş. G., Kuş, H., Katmer, Ş., & Şeker, U. (2024). Investigation of the effect of cutting-edge rounding on surface quality in milling of Al 7075 and Al 6082 alloys. Orclever Proceedings of Research and Development, 5(1), 470-484.

Özet

Al 7075 ve Al 6082 alaşımları özellikle havacılık ve otomotiv gibi birçok sektörde kendisine yaygın kullanım alanı bulan alaşımlardır. Bu alaşımların yaygın kullanımı ile birlikte işlenmeleri sırasında kesici kenarda talaş birikmesine (Built Up Edge-BUE) bağlı olarak düşük yüzey kalitesi gibi önemli işlenebilirlik problemleri görülmektedir.

Bu çalışmada, Al 7075 ve Al 6082 alaşımlarının frezeleme işlemlerinde, kesici kenara uygulanan köşe yuvarlatma işlemleri ve işleme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi deneysel olarak incelenmiştir. Kesici kenar yuvarlatma işleminin etkisini görmek için iki farklı kenar yuvarlatma değeri (5.5-6 µm ve 7-9 µm) uygulanmış takımların standart/kaplamalı ve standart/kaplamasız takımlar ile işleme performansları açısından karşılaştırması yapılmıştır. Deneysel çalışmalarda kesme parametreleri; iki farklı kesme hızı (300 m/dk, 400 m/dk) ve iki farklı



ilerleme miktarı (0,085 mm/diş, 0,11 mm/diş) olarak belirlenmiştir. Her bir takım ile prizmatik deney numunelerinin dört kenarından kuru işleme şartlarında çevre frezeleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Deney tasarımı olarak Taguchi L8 ortogonal dizilim deney tasarımı kullanılmıştır. Kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkilerinin değerlendirmek için varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve tüm sonuçların güvenilirlik oranının %85'in üzerinde olduğu görülmüştür. Varyans analizi sonuçları, alaşım tipinin yüzey pürüzlülüğü üzerinde daha etkili olduğunu ortaya koymuştur. Yapılan yüzey pürüzlülük ölçümlerinde, en iyi yüzey pürüzlülük değerleri ($R_a=0,14 \mu m$) standart/kaplamalı kesici takım ile 300 m/dk kesme hızı ve 0,11 mm/diş ilerleme miktarı kullanılarak yapılan deneylerde elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Al 7075, Al 6082, frezeleme, kesici kenar yuvarlatma, yüzey kalitesi



Investigation of the Effect of Cutting-Edge Rounding on Surface Quality in Milling of Al 7075 and Al 6082 Alloys

Abstract

Al 7075 and Al 6082 alloys are alloys that are widely used in many sectors, especially aviation and automotive. During their processing along with the widespread use of those alloys, significant machinability problems such as low surface quality due to chip accumulation (Built Up Edge-BUE) on the cutting edge are observed.

In this study, the effect of cutting-edge corner rounding and machining parameters on surface roughness in milling of Al 7075 and Al 6082 alloys were experimentally investigated. To determine the effect of cutting-edge rounding, two different corner rounding values (5.5-6 μm and 7-9 μm) were applied and compared with standard/coated and standard/uncoated tools in terms of machining performance. In the experimental studies, cutting parameters were determined as two different cutting speeds (300 m/min, 400 m/min) and two different feed rates (0.085 mm/tooth, 0.11 mm/tooth). With each tool, peripheral milling was performed on four sides of the prismatic test specimens under dry machining conditions. Taguchi L8 orthogonal array experimental design was used as the experimental design. Analysis of variance (ANOVA) was performed to evaluate the effects of cutting parameters on surface roughness and the reliability of all results was above 85%. The results of the analysis of variance revealed that the alloy type was more effective on the surface roughness. In the surface roughness measurements, the best surface roughness values ($R_a=0.14 \mu\text{m}$) were obtained in the experiments performed with a standard/coated cutting tool using a cutting speed of 300 m/min and a feed rate of 0.11 mm/tooth.

Keywords: Al 7075, Al 6082, milling, cutting edge rounding, surface roughness



1. Giriş

Günümüz endüstrisinde demir ve çelikten sonra en çok alüminyum ve alüminyum alaşımları kullanılmaktadır ve kullanımları gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Alüminyum ağırlıkça hafif olup, alaşımları yapı çeliklerinden çok daha fazla mukavemet özelliklerine sahiptir. Alüminyum iyi elektrik ve ısı iletkenliğinin yanı sıra yüksek bir ısı ve ışık yansıtma özelliğine de sahiptir [1]. Frezeleme, talaşlı imalat işlemleri arasında yaygınlıkla kullanılan işlemlerden biridir. İmalat operasyonları ile üretilen parçaların kalitesi, yüzey form hataları ve bitirme yüzeyine göre belirlenmektedir. Yüzey kalitesi, ürün kalitesinin yanı sıra fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesinde rol oynamaktadır. İyi yüzey kalitesi, malzemelerin tribolojik özelliklerini, aşınma direncini, yorulma dayanımını, ısı iletimini ve estetik görünümünün artırılmasında etkili olmaktadır [2-3]. Alüminyum alaşımları kullanımının yaygınlaşması sonucu işlenebilirlikleri yaygın bir araştırma konusu olmuştur. Alüminyum alaşımları diğer malzemelerden farklı olarak talaş kaldırma işlemi sırasında sıvanma olayı meydana gelmekte ve kesme kuvvetleri, yüzey pürüzlülüğü gibi parametreler olumsuz etkilenmektedir [10]. Talaşlı üretimdeki vazgeçilmez kalite karakteristiklerinden biri yüzey kalitesi olup, özellikle arzu edilen yüzeyin elde edilmesi ürünün çalıştığı yere bağlı olarak oldukça önem arz etmektedir. Bu sebeple bunu etkileyen parametrelerin belirlenmesi, hedeflenen yüzey kalitesinin elde edilmesinde oldukça önemlidir [11,13]. Alüminyumun işlenmesinde yüzey kalitesini iyileştirmek için bazı çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalarda, çoğunlukla kesme hızı, ilerleme miktarı, kesme derinliği, devir sayısı gibi kesme parametrelerinin etkisi incelendiği, nadiren de uç yarıçapları, uç ve eğim açıları, kesici ağız sayıları gibi takım geometrisinin araştırıldığı görülmüştür. Ayrıca yapılan çalışmalarda, takımların kaplamalı veya kaplamasız olmasının da işlenebilirliğe etkisi araştırılmıştır.

Genel olarak literatür incelendiğinde, deneylerde ilerleme hızı arttıkça yüzey pürüzlülüğünün arttığı fakat, kesme hızının artması ile kesme kuvveti ve yüzey pürüzlülüğünün azaldığı, çapak yüksekliğinin arttığı buna ek olarak düşük ve orta kesme hızlarında kesici kenarda yığılma (BUE) oluşumunun arttığı gözlemlenmiştir. Yapılan birçok deneyde yüzey pürüzlülüğüne en büyük etkiyi yapan parametrenin ilerleme olduğu tespit edilmiştir [1-4]. Takımların karşılaştırılmasına odaklanan deneylerde ise, TiN kaplamalı karbür takımların HSS takımlara göre daha iyi yüzey pürüzlülüğü verdiği sonucuna ulaşılmıştır. Karbür takımlarla elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri HSS takımlara göre daha düşük olduğu ayrıca, kenar yuvarlatma



işlemi yapılan kesici takım ile elde edilen yüzey kalitelerinin, keskin kesici kenara sahip standart takım ile elde edilene göre daha iyi olduğu görülmüştür [5-12,14].

Bu çalışmanın amacı, önceki çalışmalardan farklı olarak alüminyum alaşımlarının frezelenmesinde kesici kenar yuvarlatma işlemleri uygulanan parmak frezelerin takım geometrisinin, yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkilerinin dört farklı kesici takım, iki farklı kesme hızı ve iki farklı ilerleme miktarı ile incelenmesi, takım aşınmasına bağlı olarak yüzey pürüzlülüğündeki değişimlerin analizi ve optimum kesme parametrelerinin seçilmesidir. Böylece, iki farklı kenar yuvarlatma değerine sahip parmak freze, standart/kaplamasız ve standart/kaplamalı takımlar karşılaştırılarak optimum yüzey pürüzlülüğünün elde edildiği deney parametrelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, deney numunesi olarak 100mmx100mmx40mm ölçülerinde 4 adet Alüminyum 7075 ve 4 adet Alüminyum 6082 alaşımlı (Seykoç (Ankara, Türkiye)) malzeme kullanılmıştır. Kesici takımlar ise Karcan Kesici Takımlar (Eskişehir, Türkiye) tarafından temin edilmiştir. Başlangıç için kesme parametreleri kesici takım firmasının önerileri doğrultusunda belirlenmiştir. Deneyler de kullanılan Alüminyum 7075 alaşımlarının kimyasal bileşimi Tablo 1’de Alüminyum 6082 alaşımlarının kimyasal bileşimi Tablo 2’de verilmiş olup bu değerler malzemenin tedarik edildiği firmadan alınan sertifikalı değerlerdir.

Tablo 1. Alüminyum 7075 Malzemesinin Kimyasal Kompozisyonu

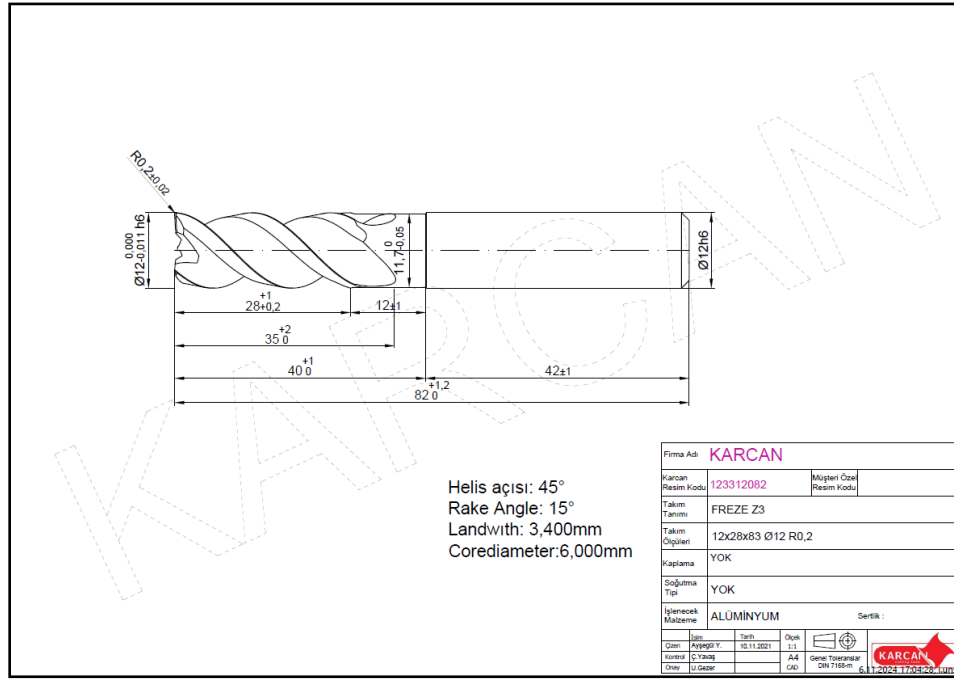
Fe	Si	Cu	Mn	Mg	Zn	Cr	Ti	Diğer	Al
0,5	0,4	1,2-2,0	0,3	2,1-2,9	5,1-6,1	0,18-0,28	0,20	0,15	Kalan

Tablo 2. Alüminyum 6082 Malzemesinin Kimyasal Kompozisyonu

Fe	Si	Cu	Mn	Mg	Zn	Cr	Diğer	Al
0,5	0,7-1,3	0,1	0,4-1,0	0,6-1,2	0,2	0,25	0,15	Kalan

Deneylerde, on iki milimetre çapında; bir adet standart formda kaplamasız parmak freze, bir adet standart formda kaplamalı parmak freze, iki adet farklı kenar yuvarlatma değerine (5,5-6 μ m ve 7-9 μ m) sahip parmak freze olmak üzere toplam dört farklı tipte kesici takım kullanılmıştır. Tüm kesici takımların diğer geometrik unsurları standart kesici takım ile aynıdır. Kesici takımlara ait teknik bilgiler Şekil 1’de verilmiş olup kenar yuvarlatma dışındaki tüm geometrik veriler bütün takımlar için ortaktır. Deneylerde

Karcan Kesici Takım firmasında mevcut olan MIKRON VCP 800 CNC freze tezgâhı kullanılmıştır.



Şekil 1. Parmak Freze Geometrisi

Taguchi yöntemi ile yapılacak deney tasarımı için öncelikle dikkate alınacak girdi parametrelerinin (kesme parametrelerini; takım tipi, alaşım tipi, kesme hızı ve ilerleme miktarı) ve kalite özelliklerinin (çıkıtı parametreleri; yüzey pürüzlülüğü) tespit edilmesi gerekmektedir. Bu çalışma için belirlenen kesme parametreleri ve seviyeleri Tablo 3’de sunulmuştur. Tablo 3’de yer alan takım kodları Tablo 4’de açıklanmıştır.

Tablo 3. Deneylerde Kullanılan Kesme Parametreleri

Semboller	Parametreler	Birimler	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3	Seviye 4
T	Takım		T1	T2	T3	T4
V	Kesme Hızı	[m/dk]	300	400	-	-
f _z	İlerleme Miktarı	[mm/diş]	0,085	0,11	-	-

Tablo 4. Takım Kodları ve Açıklamaları

Takım 1 (T1)	Standart (kaplamasız)
Takım 2 (T2)	Standart (kaplamalı (TiB2))
Takım 3 (T3)	5.5-6mikron kenar yuvarlatma
Takım 4 (T4)	7-9 mikron kenar yuvarlatma

Kuvvet ve moment ölçümleri sensörlü tutucu (Spike, Almanya) (Şekil 2) ile gerçekleştirilmiştir. Yüzey pürüzlülüğü her çevre için ayrı ayrı, Mitutoyo SJ400 stylus tip profilometre (Mitutoyo; Japonya) ile ölçülmüştür.



Şekil 2. Sensörlü Tutucu

3. Bulgular ve Tartışma

Yapılan çalışmada, Al 7075 ve Al 6082 malzemesinin, iki farklı kesme hızı (300 m/dk, 400 m/dk) ve iki farklı ilerleme miktarında (0,085 mm/diş, 0,11 mm/diş) parçaların çevresel frezelenmesi ile kesme parametrelerinin aritmetik ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) ve maksimum yüzey pürüzlülüğü (Rz) üzerine etkilerini belirlemek için Varyans Analizi (ANOVA) yapılmıştır. Yapılan ANOVA analizi $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde gerçekleştirilmiştir. P anlamlılık değeri 0,05'den büyükse deney parametrelerinin bir etkisinin olmadığı kabul edilmiştir. Bağımsız değişken olarak takım tipi (T1, T2, T3, T4),

kesme hızı (300 m/dk ve 400 m/dak) ve ilerleme miktarı (0,085 ve 0,11 mm/diş) seçilmiştir. Varyans analizi sonuçları, p (olasılık) ($\alpha=0,05$) ve F-testine göre değerlendirilmiştir. F-testi için kritik F değeri, standart F değeri tablosundan her bir parametre için okunmuştur. Parametrelerin serbestlik derecesi (SD), toplam serbestlik derecesi ve $\alpha=0,05$ değerine göre okunan F değerleri sırası ile $F_{(0,05;3;7)}= 4,35$; $F_{(0,05;1;7)}= 5,59$ 'dir.

3.1. Yüzey Pürüzlülüğünün Değerlendirilmesi

Yüzey pürüzlülüğü değerleri, aritmetik ortalama yüzey pürüzlülüğü (R_a) ve maksimum yüzey pürüzlülüğü (R_z) üzerinden değerlendirilmiştir.

3.1.1. Aritmetik Ortalama Yüzey Pürüzlülüğünün (R_a) Değerlendirilmesi

Deney sonucunda kesme parametreleri ve farklı kenar yuvarlatma değerlerine sahip kesici takımlar ile çevre frezeleme işleminden sonra ölçülen ortalama yüzey pürüzlülük değerleri (R_a) Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. Kesme Parametrelerine Göre R_a Değerleri

Deney	Takım Tipi	Alaşım Tipi	Kesme Hızı (V) [m/dk]	İlerleme Miktarı (fz) [mm/diş]	R_{a1}	R_{a2}	R_{a3}	R_{a4}
L1	Takım1	AA 6082 T6	300	0,085	0,35	0,34	0,34	0,35
L2	Takım2	AA 6082 T6	300	0,11	0,42	0,14	0,61	0,47
L3	Takım3	AA 6082 T6	400	0,085	0,35	0,36	0,47	0,26
L4	Takım4	AA 6082 T6	400	0,11	0,36	0,42	0,24	0,38
L5	Takım1	AA 7075 T6	400	0,11	0,54	0,52	0,58	0,59
L6	Takım2	AA 7075 T6	400	0,085	0,53	0,46	0,61	0,38
L7	Takım3	AA 7075 T6	300	0,11	0,54	0,56	0,56	0,55
L8	Takım4	AA 7075 T6	300	0,085	0,78	0,38	0,85	0,33

Tablo 5 incelendiğinde Al-7075 ve Al-6082 malzemesinin çevre frezelenmesinde yüzey pürüzlülük değerleri 0,14-0,78 μm arasında değişmektedir. En düşük yüzey pürüzlülük değeri T2, Al6082 alaşımında, 300 m/dk kesme hızı ve 0,11 mm/dev ilerleme miktarında 0,14 μm ölçülmüştür. En yüksek yüzey pürüzlülük değeri ise T4, Al7075 alaşımında, 300 m/dk kesme hızı ve 0,085 mm/dev ilerleme miktarında 0,78 μm olduğu görülmüştür.



Deneylerde kullanılan kesme parametrelerinin Ra değerine etkilerini değerlendirmek için varyans analizi (ANOVA) sonuçları Tablo 6'da sunulmuştur. ANOVA ile kurulan modelin R^2 değeri %95,03 olup, hata oranı %4,97 olmuştur. Bu da sonuçların güvenilir olduğunu göstermektedir.

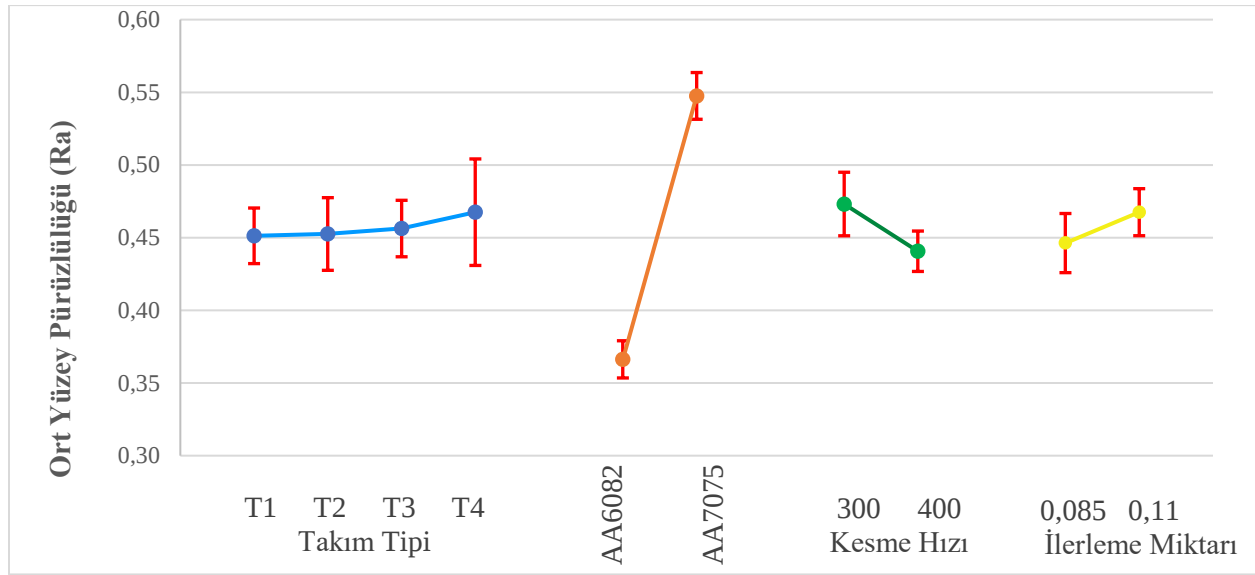
Tablo 6. Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü (Ra) Varyans Analizi Sonuç Tablosu

Faktör	SD	KT	KO	F	P	C%
Takım Tipi	3	0,000328	0,000109	0,03	0,99	0,45
Alaşım Tipi	1	0,065703	0,065703	18,19	0,147	90,43
Kesme Hızı	1	0,002113	0,002113	0,58	0,584	2,91
İlerleme Miktarı	1	0,000903	0,000903	0,25	0,705	1,24
Hata	1	0,003613	0,003613			4,97
Toplam	7	0,072659				100,00

KT: Kareler Toplamı, KO: Kareler Ortalaması, SD: Serbestlik Derecesi, F: F testi, P: Olasılık, C: Etki Oranı

Tablo 6'da sunulan, Ra varyans analizi sonuç tablosu incelendiğinde, P ve F testi değerlendirmesine göre, alaşım tipi (F=18,19) parametresinin Ra üzerinde tekil etkisinin istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmüştür. Yüzde etki hesaplamasına göre ise sıralama alaşım tipi (%90,43), kesme hızı (%2,91), ilerleme miktarı (%1,24) ve takım tipi (%0,45) şeklindedir. Sonuçlar, aritmetik ortalama yüzey pürüzlülüğü üzerinde yüzde etki değerine bakıldığında ilerleme miktarı, takım tipi ve kesme hızı parametrelerinin yüzdelik etkisinin hata değeri yüzdelik etkisinden düşük olduğu için istatistiki olarak anlamlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Aritmetik ortalama yüzey pürüzlülüğü için tek yönlü ana etki grafiğine (Şekil 3) bakıldığında, alaşım tipinden Al6082 alaşımının en düşük Ra değerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Alaşım tipleri arasındaki fark hata çubuklarına göre değerlendirildiğinde fark istatistiki olarak anlamlıdır. Takım tipi, ilerleme miktarı ve kesme hızı parametrelerinin seviyeleri arasındaki değişim ise hata çubukları birbirini kestiği için, Ra üzerinde istatistiki olarak anlamlı etki yapmamıştır.



Şekil 3. Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü (Ra) Ana Etki Grafikleri

3.1.2. Maksimum Yüzey Pürüzlülüğünün (Ra) Değerlendirilmesi

Deney sonucunda kesme parametreleri ve farklı kenar yuvarlatma değerlerine sahip kesici takımlar ile çevre frezeleme işleminden sonra ölçülen maksimum yüzey pürüzlülük değerleri (Rz) Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Kesme Parametrelerine Göre Rz Değerleri

Deney	Takım Tipi	Alaşım Tipi	Kesme Hızı (V) [m/dk]	İlerleme Miktarı (fz) [mm/diş]	Rz1	Rz2	Rz3	Rz4
L1	Takım1	AA 6082 T6	300	0,085	1,60	1,60	1,60	1,80
L2	Takım2	AA 6082 T6	300	0,11	2,00	1,30	2,90	2,30
L3	Takım3	AA 6082 T6	400	0,085	1,60	1,90	2,20	1,30
L4	Takım4	AA 6082 T6	400	0,11	1,60	1,80	1,10	1,80
L5	Takım1	AA 7075 T6	400	0,11	2,40	2,20	2,40	2,80
L6	Takım2	AA 7075 T6	400	0,085	2,30	2,10	2,80	1,80
L7	Takım3	AA 7075 T6	300	0,11	2,40	2,20	2,50	2,50
L8	Takım4	AA 7075 T6	300	0,085	3,40	2,00	4,20	1,70

Tablo 7 incelendiğinde Al-7075 ve Al-6082 malzemesinin çevre frezelenmesinde yüzey pürüzlülük değerleri 1,10- 4,20µm arasında değişmektedir. En düşük yüzey pürüzlülük değeri T4, Al6082 aşımında, 400 m/dk kesme hızı ve 0,11 mm/dev ilerleme miktarında 1,10µm ölçülmüştür. En yüksek yüzey pürüzlülük değeri ise T4, Al7075 aşımında, 300 m/dk kesme hızı ve 0,085 mm/dev ilerleme miktarından 4,20µm olduğu görülmüştür.



Deneylerde kullanılan kesme parametrelerinin maksimum yüzey pürüzlülüğü (Rz) değerine etkilerini değerlendirmek için varyans analizi (ANOVA) sonuçları Tablo 8’de sunulmuştur. ANOVA ile kurulan modelin R² değeri %85,01 olup, hata oranı %14,99 olmuştur. Bu da sonuçların güvenilir olduğunu göstermektedir.

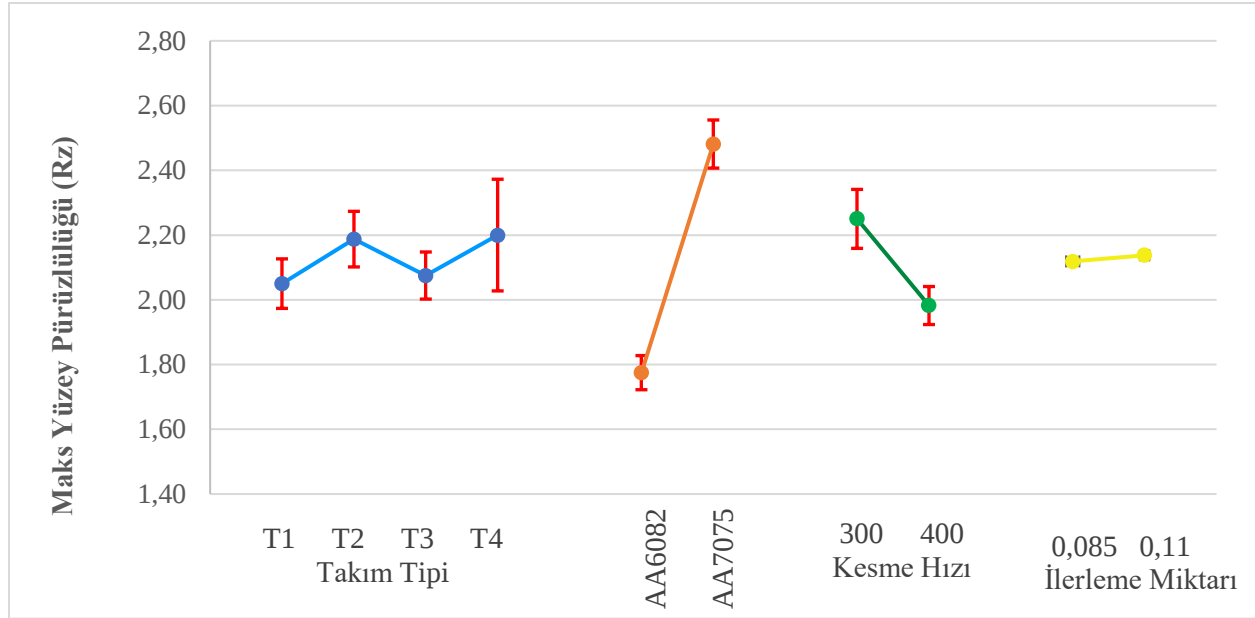
Tablo 8. Maksimum Yüzey Pürüzlülüğü (Rz) Varyans Analizi Sonuç Tablosu

Faktör	SD	KT	KO	F	P	C%
Takım Tipi	3	0,03523	0,011745	0,06	0,975	2,60
Alaşım Tipi	1	0,99758	0,997578	4,91	0,27	73,59
Kesme Hızı	1	0,11883	0,118828	0,58	0,584	8,77
İlerleme Miktarı	1	0,0007	0,000703	0	0,963	0,05
Hata	1	0,2032	0,203203			14,99
Toplam	7	1,35555				100,00

KT: Kareler Toplamı, KO: Kareler Ortalaması, SD: Serbestlik Derecesi, F: F testi, P: Olasılık, C: Etki Oranı

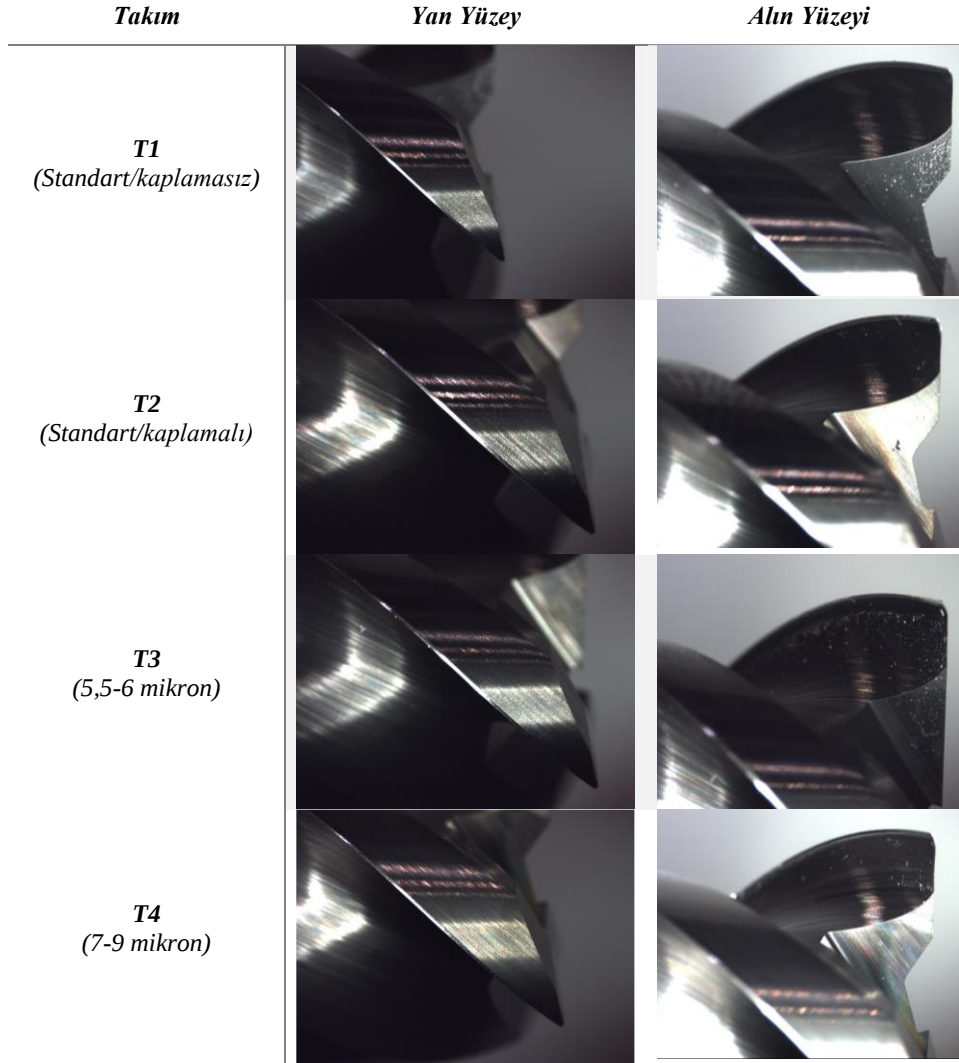
Tablo 8’de sunulan, Rz varyans analizi sonuç tablosu incelendiğinde, yüzde etki hesaplamasına göre ise sıralama alaşım tipi (%73,59), kesme hızı (%8,77), takım tipi (%2,60) ve ilerleme miktarı (%0,05) şeklindedir. Sonuçlar, maksimum yüzey pürüzlülüğü üzerinde yüzde etki değerine bakıldığında ilerleme miktarı, takım tipi ve kesme hızı parametrelerinin yüzdelik etkisinin hata değeri yüzdelik etkisinden düşük olduğu için istatistiki olarak anlamlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Maksimum yüzey pürüzlülüğü için tek yönlü ana etki grafiğinden (Şekil 4) alaşım tipleri arasındaki fark hata çubuklarına göre değerlendirildiğinde istatistiki olarak anlamlıdır, alaşım tipinden Al6082 alaşımı en düşük Ra değerini vermiştir. Kesme hızının Rz üzerinde anlamlı etkiye sahip olduğu ve kesme hızı değerinin artmasının Rz’yi düşürdüğü ve yüzey kalitesini olumlu etkilediği görülmüştür. Burada takım tipleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ancak düşük kenar yuvarlatma değerli takımlarla daha düşük yüzey pürüzlülüğünü elde edildiği anlaşılmaktadır. Takım tipi, ilerleme miktarı ve kesme hızı parametrelerinin seviyeleri arasındaki değişim ise hata çubukları birbirini kestiği için, Rz üzerinde istatistiki olarak anlamlı etki yapmamıştır.



Şekil 4. Maksimum Yüzey Pürüzlülüğü (Ra) Ana Etki Grafikleri

Kesme parametreleri esas alınarak kesme kuvvetleri ve takım aşınması arasındaki ilişki irdelendiğinde; takımların deney boyunca aşınmaya uğramadıkları Şekil 5’de aşınma görsellerinde görülmektedir. Takım aşınmasının tam olarak gözlemlenmesi için takımların uzun süre parça üzerinde talaş kaldırması gerekmektedir.



Şekil 5. Kesici takımlara ait aşınma görselleri

4. Sonuçlar

Yapılan çalışma sonucunda Al7075 ve Al6082 alüminyum alaşımlarının frezelenmesinde, değişen kesme parametreleri ve farklı takım tiplerinin işlenebilirliğe olan etkisi incelenmiş, optimum değerlerinin bulunabilmesi amaçlanmış ve Taguchi metodu kullanılarak yapılan 8 adet deneyin sonunda optimum değerlere ulaşılmıştır. Yapılan çalışma ile elde edilen veriler ışığında,

- Yüzey pürüzlülük cihazıyla yapılan ölçümlerde, en iyi yüzey pürüzlülük değerleri ($R_a=0,14 \mu m$) standart/kaplamalı kesici takım ile 300 m/dk kesme hızı ve 0,11 mm/diş ilerleme miktarı kullanılarak yapılan deneylerde elde edilmiştir.
- Al 6082 alaşım tipi dikkate alındığında, 7,7-9 mm kenar yuvarlatma değerine sahip kesici takım R_a ve R_z üzerinde, 4 çevrenin ortalaması dikkate alındığında, en düşük yüzey



pürüzlülük değerlerine sahiptir. Standart/ kaplamalı takım ise Ra ve Rz üzerinde en yüksek değere sahiptir.

- Al 7075 alaşım tipi dikkate alındığında, 7,7-9 mm kenar yuvarlatma değerine sahip kesici takım Ra ve Rz üzerinde, 4 çevrenin ortalaması dikkate alındığında, en yüksek yüzey pürüzlülük değerlerine sahiptir. Standart/ kaplamalı takım ise Ra ve Rz üzerinde en düşük değere sahiptir.
- Aritmetik ortalama yüzey pürüzlülüğü için alaşım tipi (F=18,19) parametresinin tekil etkisinin istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmüştür.
- ANOVA sonuçlarına bakıldığında yüzde etki hesaplamasına göre ise Ra için sıralama; alaşım tipi (%90,43), kesme hızı (%2,91), ilerleme miktarı (%1,24) ve takım tipi (%0,45) şeklindedir.
- ANOVA sonuçlarına bakıldığında yüzde etki hesaplamasına göre ise Rz için sıralama; alaşım tipi (%73,59), kesme hızı (%8,77), takım tipi (%2,60) ve ilerleme miktarı (%0,05) şeklindedir.

5. Teşekkür

Bu çalışma Karcan Kesici Takım San. Ve Tic. A.Ş. tarafından desteklenerek deneylerin firmada yapılmasına olanak sağlanmıştır. Katkılarından dolayı Karcan Kesici Takım San. Ve Tic. A.Ş. teşekkür ederiz.

Referanslar

- [1] Hüseyinoğlu, M. (2008). *7075 Alüminyum Alaşımının Freze ile İşlenmesinde Minimum Soğutma Sıvısı Kullanmanın Performans Karakteristiklerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elâzığ.
- [2] Erkan, Ö. ve Yücel, E. (2018) *Parmak Frezelenen AA 7075 Malzemenin Yüzey Pürüzlülüğünün Kesme Parametreleri ve Takım Geometrisi ile Olan İlişkisinin Optimizasyonu*, International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology
- [3] Bayraktar, Ş., Turgut Y. (2016) *Al-5083 Alaşımının Frezelenmesinde Kesme Kuvveti, Yüzey Pürüzlülüğü ve Çapak Yüksekliğinin Optimizasyonu*, 7th International Symposium On Machining,
- [4] Korkut, İ., Dönertaş, M.A. (2014) *Kesme Parametrelerinin Frezelemede Oluşan Kesme Kuvvetleri Üzerindeki Etkileri*, Politeknik Dergisi, Cilt: 6 Sayı: 1 s. 385-389, 2003
- [5] Tosun, N., Kuru, C., Altıntaş, E. ve Erdin, O.E. *Hava ve Geleneksel Soğutma Yöntemi ile Frezelemede Yüzey Pürüzlülüğünün İncelenmesi*, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., Cilt 25, No 1, 141-146, 2010



- [6] Mahesh, T.P., Rajesh K.R. (2014). Optimal Selection Of Process Parameters In CNC End Milling Of Al 7075YT6 Aluminum Alloy Using A Taguchi fuzzy Approach. *Procedia Materials Science*, 5, 2493 – 2502
- [7] Sağlam, H. *Frezelemede Kesme Parametreleri ile Kesme Kuvvetlerinin Değişimi ve Bunların Takım Aşınması ve Yüzey Pürüzlülüğü Üzerindeki Etkilerinin DeneySEL İncelenmesi*, Selçuk Teknik Online Dergisi, Volume 1, Number: 32001
- [8] Yılmaz, V., Dilipak H., Sarıkaya M., Yılmaz C.Y., M. Ö. (2016). *Frezeleme işlemlerinde kesme kuvveti, titreşim ve yüzey pürüzlülüğü sonuçlarının modellenmesi*. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 30(4), 220-226
- [9] Şeker, U. (2000). *Talaşlı İmalatta Takım Tasarımı*, Yüksek Lisans Ders Notları, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 20-45.
- [10] Sekmen, M., Günay, M., ve Şeker, U. (2015). *Alüminyum Alaşımlarının İşlenmesinde Kesme Hızı ve Talaş Açısının Yüzey Pürüzlülüğü, Yığıntı Talaş ve Yığıntı Katmanı Oluşumu Üzerine Etkisi*. Politeknik Dergisi, 18(3), 141-148.
- [11] Anwar, R., Jahanzaib, M., Asghar, G., Wasim A., Hussain S., *Optimization of Surface Roughness for Al Alloy 7075-T in Milling Process*, Technical Journal, University of Engineering and Technology (UET), Vol. 20(SI) No.II(S)-2015
- [12] Pınar, A.M. (2010), *AL 6013 Alüminyum Alaşımının Frezelenmesinde Ortalama ve Toplam Yüzey Pürüzlülüğüne Göre Kesme Parametreleri Etkilerinin İncelenmesi*, e-Journal of New World Sciences Academy, 5, 1, Article Number: 2A0037
- [13] Durmuş, V. (2019). *Al 7075 Malzemenin Parmak Frezeler ile İşlenebilirliğinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [14] Karasakal, M. (2023) *Parmak Frezelerde Köşe Yuvarlatma İşlemlerinin Al 7075 Alaşımının İşlenebilirliği Üzerinde Etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [15] Uğur, L. (2019) *7075 Alüminyum Malzemesinin Frezelenmesinde Yüzey Pürüzlülüğünün Yanıt Yüzey Yöntemi ile İyileştirilmesi*, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12(1), 326-335