

GAZI

JOURNAL OF ENGINEERING SCIENCES

Investigation of the Effect of Cutting Parameters and Tool Holder on Surface Roughness and Machining Precision in Al 7075-T6 Milling Operation

Mustafa Bozdemir^a, Eymen Akdeniz^b, Muhammet Yılmaz^c, M. Kutay Gezer^d

Submitted: 09.05.2023 Revised: 23.07.2023 Accepted: 27.08.2023 doi:10.30855/gmbd.0705085

ABSTRACT

Keywords: Milling, surface roughness, , tool holder.

^a Kırıkkale University,
Department of Mechanical and Metal
Technologies, Kırıkkale Vocational High
School, 71400 -Kırıkkale, Türkiye
Orcid: 0000-0002-9332-2054
e mail: mustafabozdemir@kku.edu.tr

^b Sinerji AR-GE Merkezi
Silah İhtisas OSB
71450 - Kırıkkale, Türkiye
Orcid: 0000-0003-0169-4422

^c Sinerji AR-GE Merkezi
Silah İhtisas OSB
71450 - Kırıkkale, Türkiye
Orcid: 0000-0002-1068-8828

^d Sinerji AR-GE Merkezi
Silah İhtisas OSB
71450 - Kırıkkale, Türkiye
Orcid: 0000-0003-2897-6198

^{*}Corresponding author:
mustafabozdemir@kku.edu.tr

Aluminium alloys are widely used in various manufacturing industries due to their unique light weight performance, high strength-to-weight ratio, and high corrosion resistance. Therefore, aluminium alloys should be well studied during machining, and examined how to obtain a well-machined surface and increase processing precision. In this study, the effects of cutting parameters (cutting speed, feed rate, peripheral depth of cut, and tool holder type) on surface roughness and processing precision in CNC milling of Al 7075-T6 alloy were investigated using the Taguchi L_{27} method. In addition, variance analysis (ANOVA) was performed to find the effect ratios of cutting parameters on surface roughness and processing precision. As a result, it was observed that the largest effect ratio of the peripheral depth of cut on surface roughness and processing precision was 37.7 % and 36.1 %, respectively. The used tool holders did not have any effect on the surface roughness of the work-piece. However, a tool holder type has played a significant role in processing precision. The hydraulic tool holder has provided maximum processing precision, while the mechanical tool holder has showed a minimum precision level of the machining work-pieces.

Al 7075-T6 Frezeleme Operasyonunda Kesme Parametrelerinin Ve Takım Tutucunun Yüzey Pürüzlülüğüne Ve İşleme Hassasiyetine Etkisinin İncelenmesi

ÖZ

Alüminyum alaşımları, benzersiz hafiflik performansları, yüksek mukavemet/ağırlık oranı ve yüksek korozyon direnci nedeniyle çeşitli imalat endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle alüminyum alaşımları talaşlı imalat sırasında iyi araştırılmalı, iyi bir işlenmiş yüzeyinin nasıl elde edileceği ve işleme hassasiyetini nasıl artırılacağı incelenmelidir. Bu çalışmada, Al 7075-T6 alaşımının CNC frezelemesinde kesme parametrelerinin (kesme hızı, ilerleme, yan kesme derinliği ve takım tutucu türü) yüzey pürüzlülüğüne ve işleme hassasiyetine etkileri, Taguchi L_{27} yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Ayrıca, kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğüne ve işleme hassasiyetine etki oranlarını bulmak için varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Sonuç olarak, yan kesme derinliğinin yüzey pürüzlülüğü ve işleme hassasiyeti üzerindeki etkilerine bakıldığında, en büyük etkinin sırasıyla % 37,7 ve % 36,1 olduğu görülmüştür. Kullanılan takım tutucu çeşitlerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisi olmadığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, takım tutucu çeşitleri, işleme hassasiyetinde büyük bir rol oynamıştır. Hidrolik takım tutucu, işleme hassasiyetinde maksimum performans sağlarken, mekanik takım tutucu ise işlenen parçanın minimum hassasiyet seviyesini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Frezeleme, Yüzey pürüzlülüğü, Takım tutucusu

1. Giriş (Introduction)

Savunma, otomotiv, uzay ve havacılık gibi imalat sektörünün öncü alanlarında alüminyum alaşımlı malzemelerin kullanımı her geçen gün hızla artmaktadır. Bu alaşımlardan birisi olan Al 7075-T6 malzemelerin özellikle savunma sanayinde kullanımı yaygınlaşmıştır. Talaşlı imalat yöntemleriyle işlenmeye uygun olan bu malzemeyle, hafif, dayanıklı kısmen ucuz ürünler elde edilebilmektedir. Bu malzemenin işlenmesinde kullanılan talaşlı imalat yöntemleri içerisinde, metalleri işlemek için en popüler yöntemlerden birisi frezeleme işlemidir. Savunma sanayi ürünlerin imalatında pek çok aşamada frezeleme işlemleri bulunur. CNC frezeleme işlemi, ürünlerin daha kısa sürede, yüksek kalitede ve uygun maliyetle üretilmesini sağlayan esnekliği nedeniyle en sık kullanılan işlemlerden biridir.

Talaşlı imalat işlemlerinde üretim maliyetlerinin düşürülmesi ve ihtiyaç duyulan ürün kalitesinin elde edilmesi için en iyi işleme koşullarının belirlenmesi, zaman tasarrufu ve doğruluk açısından sürekli mühendislik çalışmaları yapılmaktadır. Yüzey pürüzlülüğü ve işleme hassasiyeti, frezeleme işleminde en önemli performans göstergeleridir. Aynı zamanda elde edilen bu talaşlı imalat işleme verileri, güçlü tahmin yetenekleri nedeniyle Varyans Analizi (ANOVA) ya da yapay zekâ teknikleriyle işlenerek işleme parametrelerinin iyileştirilmesi de yapılmıştır [1-5].

Frezeleme işlemi sırasında farklı malzemelerin yüzey pürüzlülüğünü tahmin etmek için birçok matematiksel modeller üzerinde de çalışılmıştır [6-7]. AISI 1060 ve AISI 4140 çeliklerinin yüzey pürüzlülüğündeki değişimler ve kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkileri RSM yöntemi kullanılarak incelenmiştir [8]. Rajdran ve diğ. [9], takım aşınmasını hesaplamak için frezelemenin ilerleme, kesme derinliği ve kesme hızı dahil olmak üzere bir matematiksel regresyon modeli kullanmıştır. Azln ve Safiian [10], freze işlemeyi anlamak için bir matematiksel modeli geliştirmişler. Yüzey kalitesi, frezeleme performansını ölçmek için kullanılan temel özelliklerden biridir. Khair ve diğ. [11], işleme parametrelerini kesme hızı, ilerleme hızı ve kesme derinliğini optimize ederek tornalama işlemi sırasında kesme işlemi için yüzey pürüzlülüğünü azaltmaya odaklanmışlar. Bu çalışmanın sonucunda, en iyi yüzey kalitesinin minimum 140 m/dk kesme hızı, 0.01 mm/dev ilerleme hızı ve 1 mm kesme derinliği değerleri kullanılarak elde edilebileceği gösterilmiştir. Ayrıca, ilerleme hızı ve kesme hızı, AISI D3 çeliğinin yüzey pürüzlülüğünü önemli ölçüde etkileyerek, istenilen yüzey pürüzlülüğü seviyesine ulaşmada güvenilirliklerini kanıtlamıştır. Lubaid ve diğ. [12], karbür takımın boyutsal yanlışlığının frezeleme işleminde iş parçasının yüzey pürüzlülüğünü nasıl etkilediğini incelemişlerdir. Cep frezeleme işleminin performans özelliklerini en üst düzeye çıkarmak için Taguchi L_9 ortogonal yöntemi kullanılmış olup, daha sonra ideal kesme parametreleri belirlemek için GRA yöntemi kullanılmıştır. ANOVA sonuçlarına göre ilerleme iş parçasının boyutsal doğruluğu ve yüzey pürüzlülüğü üzerinde en büyük etkiye sahipken, kesme hızı ve talaş derinliği ikinci sırada yer almıştır. Lujain H. Kashkool [13], tornalama işlemlerinin AISI 1045 çeliğin yüzey pürüzlülüğünü nasıl etkilediğini incelemek için TiN kaplı bir karbür kesici uç kullanmıştır. Sonuçlara göre, daha yüksek kesme hızları kullanılarak daha iyi yüzey kalitesi elde edilmiştir.

Son zamanlarda yapılan bazı çalışmalar, kesici takımlarda kullanılan alaşım türlerinin işlenen malzeme yüzeyinin kalitesini iyileştirmek ve titreşimi azaltmak açısından önemini göstermiştir. Akdeniz ve Arslan, tornalama işlemlerinde takımın titreşimi azaltmak için ve dolayısıyla elde edilen iş parçaların yüzey kalitesini artırmak için iç torna katerinde NiTi alaşımı kullanmışlardır [14]. Bu çalışmanın sonucunda, yeni katerinin kullanılmasıyla yüzey kalitesi oluşumu %32'ye kadar iyileştirilmiştir.

Bu çalışmada, savunma sanayinde önemli bir kullanım yerine sahip olan Al 7075-T6 malzemenin frezeleme operasyonunda işleme parametreleri (kesme hızı, ilerleme hızı, talaş derinliği), takım tutucu tiplerinin (mekanik, termal ve hidrolik), yüzey pürüzlülüğü ve boyutsal doğruluğa olan etkisi incelenmiştir. Kullanılan talaşlı imalat parametre sayısına bağlı olarak deney sayısının azaltılabilmesi ve parametreler arasındaki bağıntıların ilişkilendirilmesi için Taguchi deneysel tasarım yöntemi uygulanmıştır. Frezeleme operasyonunda kesme parametreleri ve takım tutucusunun sayısı dikkate alınarak Taguchi L_{27} yöntemine göre deneysel yapı oluşturulmuştur. Taguchi L_{27} deney sonuçları olan işleme yüzey kalitesi ve işleme hassasiyeti ölçümlerini işleme parametreleriyle ilişkilendirmektedir. Bu yöntemle kontrol edilemeyen faktörlere karşı deney düzeneğinin duyarlılığı en aza indirgenerek, incelenen parametrelerin en iyi tolerans aralığının belirlenmesi hedeflenmiştir. Elde edilen deneysel sonuçlar varyans analizi (ANOVA) yapılarak, yüzey kalitesine ve işleme hassasiyetine etkileri belirlenerek analiz tabloları oluşturulmuştur. Böylelikle, Al 7075-T6 malzemenin frezeleme operasyonunda en uygun işleme şartı değerlerinin belirlenmesi sağlanarak,

literatürde bulunmayan kesme parametrelerine bağlı olarak takım tutucu tiplerinin, yüzey pürüzlüğü ve işleme hassasiyetine etkisi belirlenmiştir.

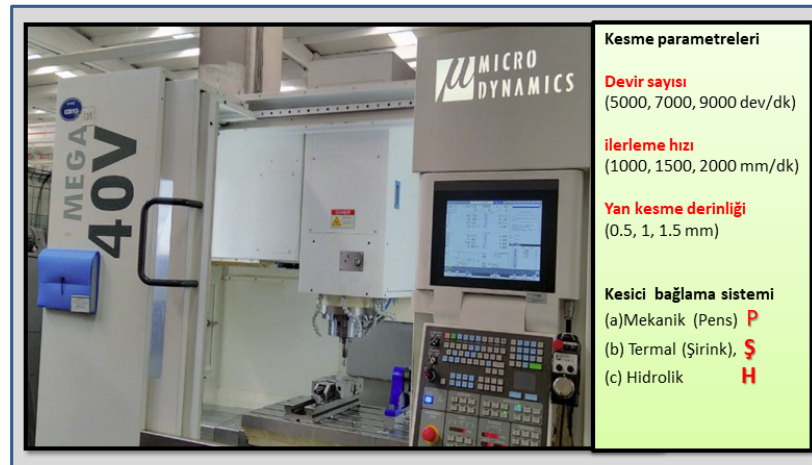
2. Materyal ve Metot (Materials and Method)

Talaşlı imalat yöntemleriyle bir malzeme işlenirken kullanılan parametrelerin yüzey pürüzlüğü ve boyutsal doğruluk gibi özelliklere nasıl etkiler oluşturduğunun bilinmesi önemlidir. Kullanılan kesme parametreleri sonrasında elde edilecek yüzey pürüzlüğü ve boyutsal doğruluğu tespit edebilmede en iyi yöntem, gerçekçi koşullarda yapılan deneysel çalışmalardır. Bu çalışmada da savunma, uzay ve havacılık gibi sanayilerde kullanımı her geçen gün artan Al 7075-T6 malzemesinin, CNC frezede talaşlı imalatla işlenmesi sırasında kesme parametreleri ve tutucu çeşitlerinin yüzey pürüzlüğü ve işleme hassasiyetine etkisi deneysel olarak incelenmiştir. Al 7075-T6 deney malzemesinin kimyasal bileşimi Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. AL 7075-T6 deney malzemesinin kimyasal bileşimi (Chemical composition of AL 7075-T6 test material)

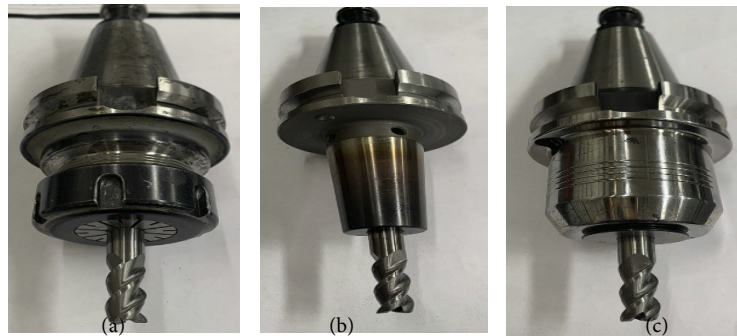
Bileşen	Al	Mg	Si	Cr	Mn
Max (%)	98.6	1.2	0.8	0.35	0.15

Deneylerde Micro Dynamics Mega 40V CNC frezeleme tezgâhı kullanılmıştır. Bu tezgâh, üç eksenli doğrusal ve dairesel enterpolasyon yapabilen, ISO formatında programlanabilir Mitsubishi kontrol ünitesine sahip bir dik işleme merkezidir. Kullanılan dik işlem merkezi ve kesme parametreleri Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Deneylerde kullanılan dik işleme merkezi ve parametreleri (Vertical machining center and its parameters used in the experiments)

Deney tasarımında 4 faktörlü ve 3 kademeli Taguchi L_{27} yöntemi kullanılmıştır. Kesme parametreleri şu şekilde uygulanmıştır: Devir sayısı (5000, 7000, 9000 dev/dk), ilerleme hızı (1000, 1500, 2000 mm/dk) ve yan kesme derinliği (0.5, 1, 1.5 mm). Bu parametre değerlerine göre hazırlanmış Taguchi L_{27} deney tasarımı ise Tablo 2’de yer almaktadır.



Şekil 2. Takım tutucuları. (a) Mekanik (Pens), (b) Termal (Şirink), (c) Hidrolik (Tool holders. (a) Mechanical (Clamp), (b) Thermal (Shrink), (c) Hydraulic)

Tablo 2. Deneilerde kullanılan kesici parametreleri (Cutter parameters used in the experiments)

Deney	Devir sayısı (dev/dk)	İlerleme hızı (mm/dk)	Yan kesme derinliği (mm)	Tutucu Tipi
1	5000	1000	0,5	P
2	5000	1000	1	Ş
3	5000	1000	1,5	H
4	5000	1500	0,5	P
5	5000	1500	1	Ş
6	5000	1500	1,5	H
7	5000	2000	0,5	P
8	5000	2000	1	Ş
9	5000	2000	1,5	H
10	7000	1000	0,5	Ş
11	7000	1000	1	H
12	7000	1000	1,5	P
13	7000	1500	0,5	Ş
14	7000	1500	1	H
15	7000	1500	1,5	P
16	7000	2000	0,5	Ş
17	7000	2000	1	H
18	7000	2000	1,5	P
19	9000	1000	0,5	H
20	9000	1000	1	P
21	9000	1000	1,5	Ş
22	9000	1500	0,5	H
23	9000	1500	1	P
24	9000	1500	1,5	Ş
25	9000	2000	0,5	H
26	9000	2000	1	P
27	9000	2000	1,5	Ş

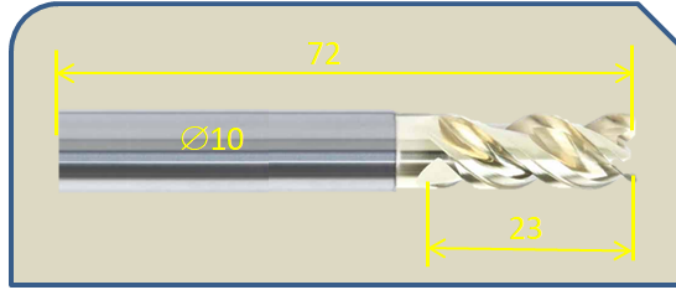
Çalışmada kullanılan takım tutucu tipleri olarak; mekanik tutucu, hidrolik tutucu ve termal tutucu seçilmiştir. Kullanılan kesici tutucularına ait resimler Şekil 2’de gösterilmiştir.

Mekanik tutucular ucuz ve kolay bağlantı sağladığından dolayı tercih edilirler. Pens içerisine yerleştirilen kesicinin, tutucuya sıkıştırılmasıyla sabitlenir. Şekil 2.a’ da mekanik takım tutucu görülmektedir.

Termal (Şirink) tutucularda metallerin ısı genleşme prensibi kullanılır. Özel takım bağlama makinesiyle ısıtılan tutucu ve kesici takım arasında güçlü bir bağlantı sağlar. Hassas imalat işlemleri için tercih edilen kesici bağlantı tipidir. Şekil 2.b’de termal (şirink) tutucu görülmektedir.

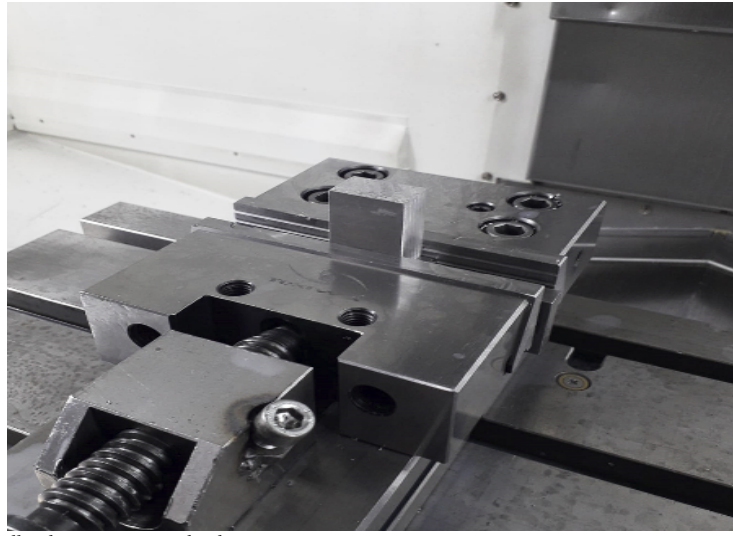
Hidrolik tutucu sistemlerinde, basınçlı yağ kullanılır. Daha az mekanik parçayla daha büyük sıkma kuvveti sağlanır. Düşük salgı özelliğinden dolayı tercih edilirler. Şekil 2.c’de hidrolik tutucu görülmektedir.

Kullanılan bu 3 farklı tip tutucu türüne, Şekil 3’ de görülen kesici takımdan birer adet yeni kullanılmamış kesici bağlanmıştır. Tutuculara bağlanan kesicinin özelliği, TiN kaplamalı karbür Ø 10 mm frezedir. Kesici takım helis boyu 23 mm, toplam boyu 72 mm, bağlama boyu 40 mm dir. Kullanılan takım Şekil 3’de gösterilmiştir.



Şekil 3. Deneilerde kullanılan takım (The tool used during the experiment)

Deneilerin yapılması sırasında iş parçası tezgâh mengenesinde 10 mm mesafeden bağlanmıştır. Al 7075-T6 malzemenin deney numune boyutları 40x30x20 mm olarak belirlenmiştir. Kullanılan iş parçası ve bağlama yöntemi Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4. Deneilerde kullanılan iş parçası ve bağlama yöntemi (The workpiece and clamping method used during the experiment)

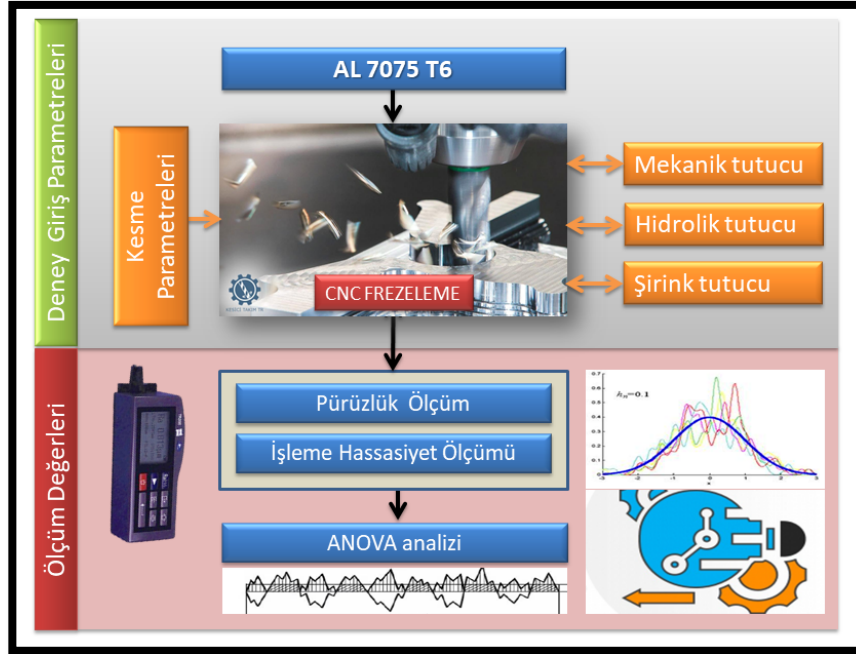
Deney numunelerinin işlenmiş yüzeyleri üzerindeki yüzey pürüzlülüğü ölçümleri için "Mitutoyo" marka SJ-210 tipi masa üstü yüzey pürüzlülük ölçme cihazı kullanılmıştır. (Şekil 5)



Şekil 5. Yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı (Surface roughness measuring device)

Yapılan bu deneysel işlemler ve istatistiksel analize dayalı çalışmanın, akış sırası ve kullanılan talaşlı imalat parametrelerinin gösterildiği işlem akış şeması Şekil 6' da gösterilmiştir. Belirlenen boyutta hazırlanmış deney numunesinin tezgâha bağlanmasından itibaren deney sonuçlarının yorumlandığı aşamaya kadar geçen süreç bu şemada anlatılmaktadır. Her bir kesici bağlayıcı tipi için kesme hızı, ilerleme hızı ve kesme derinliği değiştirilerek deneysel sonuçlar olan yüzey pürüzlüğü ve işleme hassasiyeti ölçülmektedir.

Şekil 6. Deneysel çalışma şeması (Experimental study scheme)



3. Deneysel Sonuçları ve Tartışma (Experiment Results and Discussion)

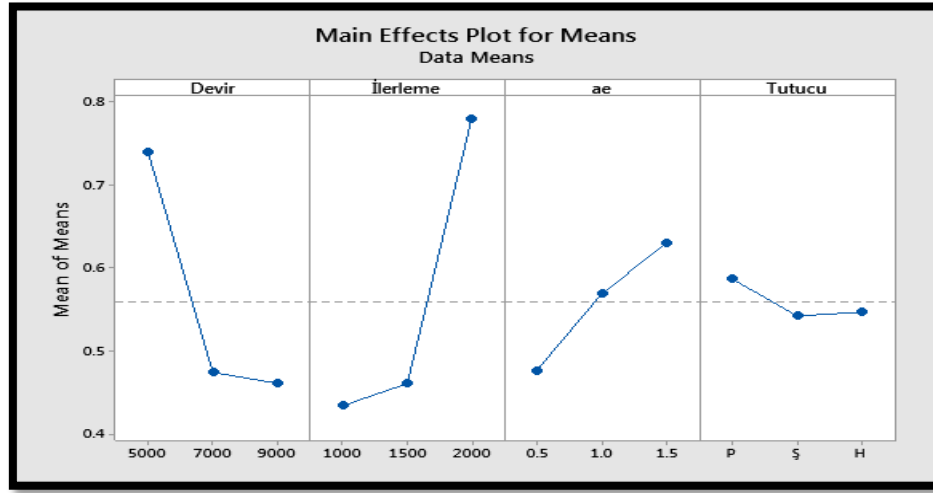
Tablo 2'de gösterilen kesme parametreleri kullanılarak Taguchi L_{27} deney düzeneğinin gerektiği 27 adet deney gerçekleştirilmiştir ve elde edilen iş parçalarının yüzey pürüzlülükleri (R_a) ve işleme hassasiyetlerinin ölçümü yapılmıştır. İşleme hassasiyetini ölçmek için, iş parçalarının işlenmiş yüzeylerin üst ve alt kısımlarının kalınlıkları ölçülmüş ve farkları hesaplanmıştır. Ölçülen yüzey pürüzlülükleri ve işleme hassasiyeti Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Yüzey pürüzlülüğü ve işleme hassasiyetinin değerleri (Values of surface roughness and machining accuracy)

Deneysel no.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Yüzey pürüzlülüğü	0,41	0,4	0,69	0,47	0,71	0,66	1,15	0,93	1,24
İşleme hassasiyeti	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
Deneysel no.	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Yüzey pürüzlülüğü	0,31	0,47	0,51	0,38	0,36	0,41	0,63	0,56	0,64
İşleme hassasiyeti	0,01	0,02	0,04	0,02	0,02	0,06	0,01	0,02	0,06
Deneysel no.	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Yüzey pürüzlülüğü	0,24	0,38	0,5	0,26	0,46	0,44	0,44	0,85	0,58
İşleme hassasiyeti	0,01	0,02	0,03	0,02	0,04	0,03	0,01	0,06	0,04

Kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğüne ve işleme hassasiyetine etkilerinin belirlenmesinde, Varyans Analizi (ANOVA) yöntemi kullanılmıştır. ANOVA analizi %95 güven seviyesinde ($\mu=0,05$) yapılmış olup, faktörlerin etkinliğini belirlemek için p değeri kullanılmıştır. Varyans Analizinde p değeri 0,05'ten küçükse, bu faktörün önemli olduğunu göstermektedir. ANOVA analizi hesaplamalarının yapılmasında MiniTab R16 programı kullanılmıştır.

Yapılan deney sonuçlarında ölçümü yapılan yüzey pürüzlülüğü değerleri için talaşlı imalat işleme parametrelerinin ANOVA analizi yapılmış ve Sinyal/Gürültü oranı grafikleri edilen Sinyal/Gürültü oranı grafiği Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 7. Yüzey pürüzlülüğüne göre sinyal/gürültü oranı grafiği (Graph of signal to noise ratio according to surface roughness)

Şekil 7'den görüleceği üzere, Sinyal/Gürültü Oranı'na göre en uygun yüzey pürüzlülüğü değerleri, kesme hızı için 9000 dev/dk, ilerleme hızı için 1000 mm/dk, yan kesme derinliği için 0.5 mm ve tutucu olarak termal (şirink) tutucu olduğu görülmektedir.

Tablo 4'te verilen ANOVA sonuçlarına göre, yapılan deneylerde yüzey pürüzlülüğü üzerinde en büyük etkiye sahip faktör %37,7 oranıyla yan kesme derinliği olduğu görülmektedir. İlerleme hızı ve kesme hızı yaklaşık %26 oranında etkiye sahipken, tutucunun etkisi %1'dir. Deneylerin güvenilirlik oranı %91,25 olarak bulunmuştur.

Tablo 4. Yüzey pürüzlülüğü için ANOVA sonuçları (ANOVA results for surface roughness)

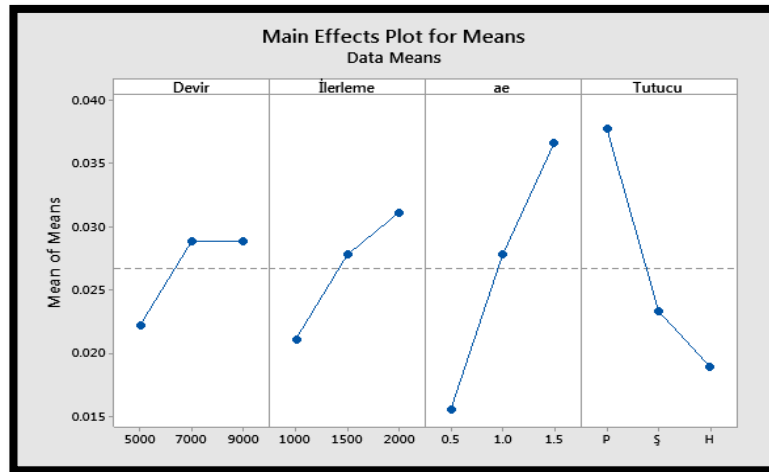
Parametre	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
İlerleme hızı	2	0.227830	26.40%	0.227830	0.113915	16.11	0.020
Devir sayısı	2	0.224674	26.03%	0.224674	0.112337	15.88	0.020
Talaş derinliği (ae)	2	0.273874	37.73%	0.273874	0.136937	19.36	0.030
Tutucu tipi	2	0.009385	1.09%	0.009385	0.004693	0.66	0.527
Hata	18	0.127311	8.75%	0.127311	0.007073		
Toplam	26	0.863074	100.00%				

S	R-sq	R-sq(adj)	PRESS	R-sq(pred)	AICc	BIC
0.0841002	91.25%	78.69%	0.28645	66.81%	-34.27	-35.06

Talaşlı imalat kesme parametreleri olan devir sayısı, ilerleme hızı, talaş derinliği ve kesici tutucu tipinin, işleme hassasiyeti için elde edilen Sinyal/Gürültü oran grafiği Şekil 8'de gösterilmektedir.

Şekil 8'den görüleceği üzere, işleme hassasiyeti için Sinyal/Gürültü Oranına göre en uygun değerler, kesme hızı için 5000 dev/dak, ilerleme hızı için 1000 mm/dk, yan kesme derinliği için 0.5 mm ve bağlama sistemi olarak ta hidrolik tutucu tipi olduğu görülmektedir.

Tablo 5'te verilen ANOVA sonuçlarına göre, işleme hassasiyeti için en büyük etkiye %36,1 oranıyla yan kesme derinliğinin sahip olduğu görülmektedir. Tutucu türü yaklaşık %31,35 etki oranıyla ikinci sırada gelirken, ilerlemenin etki oranı %8,33 iken devir ise %4,76 oranıyla en az etkiye sahip faktördür. Deneylerin güvenilirlik oranı ise %90,56'dır.



Şekil 8. İşleme hassasiyetine göre sinyal/gürültü oranı grafiği (Signal-to-noise ratio graph according to processing accuracy)

Tablo 5. İşleme hassasiyeti için ANOVA sonuçları (ANOVA results for machining accuracy)

Parametre	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
İlerleme hızı	2	0.000467	8.33%	0.000467	0.000233	3.86	0.040
Devir sayısı	2	0.000267	4.76%	0.000267	0.000133	2.20	0.139
Talaş derinliği (ae)	2	0.002022	36.11%	0.002022	0.001011	16.71	0.030
Tutucu tipi	2	0.001756	31.35%	0.001756	0.000878	14.51	0.050
Hata	18	0.001089	9.44%	0.001089	0.000060		
Toplam	26	0.005600	100.00%				
	S	R-sq	R-sq(adj)	PRESS	R-sq(pred)	AICc	BIC
	0.0077778	90.56%	71.91%	0.00245	56.25%	-162.83	-163.62

3. Sonuçlar (Results)

Bu çalışmada, savunma, uzay ve havacılık gibi sanayi alanlarının önemli bir malzemesi haline gelmekte olan Al 7075-T6'nın talaşlı imalat metoduyla işlenmesi sırasında takım tutucu tipinin, yüzey pürüzlülüğü oluşumu ve işleme doğruluğuna etkisi deneysel olarak incelenmiştir. Deneylerin yapılması sırasında kesme parametreleri olarak, devir sayısı (5000, 7000, 9000 dev/dk), ilerleme hızı (1000, 1500, 2000 mm/dk) ve yan kesme derinliği (0.5, 1, 1.5 mm) belirlenmiştir. Kesicinin bağlantı tutucusu olarak mekanik, termal (şirink) ve hidrolik tutucu olmak üzere üç farklı tutucu tipi kullanılmıştır. Kullanılan talaşlı imalat parametre sayısına bağlı olarak deney sayısının azaltılabilmesi ve parametreler arasındaki bağıntıların ilişkilendirilmesi için Taguchi deneysel tasarım yöntemi uygulanmıştır. Frezeleme operasyonunda kesme parametreleri ve takım tutucusunun sayısı dikkate alınarak Taguchi L_{27} yöntemine göre deneysel yapı oluşturulmuştur.

Taguchi L_{27} deney parametrelerine uygun yapılan deney sonuçlarının varyans (ANOVA) analizleri yapılarak, parametreler arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Deneysel sonuçlar ve ANOVA değerleri, Al 7075-T6 malzemenin frezeleme operasyonunda en uygun işleme şartı değerlerinin belirlenmesini sağlamıştır. ANOVA sonuçlarına göre, yan kesme derinliğinin yüzey pürüzlülüğü ve işleme hassasiyetine sırasıyla % 37,7 ve % 36,1 oranlarında etkiye sahip olduğu görülmüştür.

Al 7075-T6 malzemenin frezeleme operasyonunda iyi bir yüzey pürüzlülüğü elde etmek için yüksek bir devir hızı ve düşük bir kesme derinliği seçilmesi önerilmektedir. Takım tutucu tiplerinin yüzey pürüzlülüğü oluşumuna düşük bir etkisi olduğu görülmektedir. Ancak, işleme hassasiyeti üzerinde yüksek etkiye sahiptirler. Deneylerde kullanılan tutucu tiplerinden, hidrolik tutucu iş parçası üzerinde daha iyi işleme hassasiyeti sağlarken, mekanik tutucu diğerlerine göre daha kötü bir işleme hassasiyetini oluşturmuştur.

Literatürde bulunmayan kesme parametrelerine bağlı olarak takım tutucu tiplerinin, yüzey pürüzlülüğü ve işleme hassasiyetine etkisi yapılan bu çalışmayla belirlenmiştir.

Teşekkür (Acknowledgment)

Yazarlar, verdiği destek ve katkılarından dolayı "Sinerji Silah ve Mühimmat A.Ş." ye teşekkür eder.

Çıkar Çatışması Beyanı (Conflict of Interest Statement)

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması bildirilmemiştir.

Kaynaklar (References)

- [1] D. B. Prakash, G. R. Balaji and A. G., Chand, "Optimization of machining parameters for aluminium alloy 6082 in CNC end milling," *International Journal of Engineering Research and Applications*, vol. 3, pp. 505-510, 2013.
- [2] M.P. Groover, *Fundamentals of modern manufacturing: Materials, Processes, and Systems*, Fourth Edition, Wiley, 2002.
- [3] F. Puh, Z. Jurkovic, M. Perinic, M. Brezocnik and S. Buljan, "Optimization of machining parameters for turning operation with multiple quality characteristics using Grey relational analysis," *Teh. Vjesn.*, vol. 23, no. 2, pp. 377-382, 2016. doi:10.17559/TV-20150526131717
- [4] S. Sakthivelu, M. Meignanamoorthy, M. Ravichandran and M. Kumar, "Effect of machining parameters on surface roughness and material removal rate in CNC end milling," *International Journal of Scientific Research and Engineering Studies*, vol. 2, no. 4, 2015.
- [5] A. Zerti, M. A. Yaltese, O. Zerti, M. Nouioua and R. Khettabi, "Prediction of machining performance using RSM and ANN models in hard turning of martensitic stainless steel AISI 420," *Proc. Inst. Mech. Eng. Part C J. Mech. Eng. Sci.*, vol. 233, no. 13, pp. 4439-4462, 2019. doi:10.1177/09544062188205
- [6] G. Mahesh, S. Muthu, and S. R. Devadasan, "Prediction of surface roughness of end milling operation using genetic algorithm," *Int J Adv Manuf Technol*, vol. 77, pp. 369-381, 2015. doi:10.1007/s00170-014-6425-z
- [7] P. Raj, A. P. Perumal and E. P. Ramu, "Prediction of surface roughness and delamination in end milling of GFRP using mathematical model and ANN," *Indian Journal of Engineering and Materials Sciences*, vol. 19, pp. 107-120, 2012.
- [8] Y. Şahin, A. C. Kocacıbağ and S. Yalçınkaya, "Prediction of Surface Finish Model in Cutting AISI 4140 Steel with Different Approaches" in *Proceedings of the 9th International Conference on Fracture, 2021, Singapore, 2021*, Singapore: Springer, 2021. pp. 303-318.
- [9] P. Palanisamy, I. Rajendran and S. Shanmugasundaram, "Prediction of tool wear using regression and ANN models in end-milling operation," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 37, pp. 29-41, 2008. doi:10.1007/s00170-007-0948-5
- [10] A. M. Zain, H. Haron and S. Sharif, "Application of regression and ANN techniques for modeling of the surface roughness in end milling machining process," *Third Asia International Conference on Modelling and Simulation*, 2009, pp. 188-193.
- [11] K. Khalil, A. Mohd, C. O. C. Mohamad, Y. Faizul and S. Z. Ariffin, "The Optimization of Machining Parameters on Surface Roughness for AISI D3 Steel," in *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1874, no. 1, pp. 12063, 2021. doi:10.1088/1742-6596/1874/1/012063
- [12] L. Nisar, B. Banday, M. Amatullah, M. Farooq, A. N. Thoker, A. Maqbool and M. A. Wahid, "An investigation on effect of process parameters on surface roughness and dimensional inaccuracy using Grey based Taguchi method," *Mater. Today Proc.*, vol. 46, pp. 6564-6569, 2021. doi:10.1016/j.matpr.2021.04.040
- [13] L. H. Kashkool, "Optimization of Machining Parameters of AISI 1045 Steel for Better Surface Finish and Tool Life Using TiN Coated Carbide Insert," *Tikrit J. Eng. Sci.*, vol. 29, no. 2, pp. 1-6, 2022. doi:10.25130/tjes.29.2.1
- [14] E. Akdeniz and H. Arslan, "A new design of boring bar using TiNi3 alloy to reduce vibration in turning operations," *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, vol. 237, no. 1-2, 2023, pp.105-121. doi:10.1177/09544054221104607

This is an open access article under the CC-BY license

