

Alüminyum 7075-T6 Malzemenin Isı Desteği ile İşlenebilirliğinin İncelenmesi

Ümit KARABUĞA^{1*}, Şener KARABULUT², Abdulkadir GÜLLÜ³

¹Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye

²Hacettepe Üniversitesi, Ankara Sanayi Odası 1. OSB Meslek Yüksekokulu, Ankara, Türkiye

³Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Ankara, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Alınma: 02.12.2021

Kabul: 21.12.2021

Anahtar Kelimeler:

AA7075-T6

Isı destekli işleme

Minimum miktarda yağlama

Yüzey pürüzlülüğü

ÖZET

Yüksek mukavemete sahip alaşımların talaşlı imalatında Termal Destekli İşleme (TAM) yöntemi son yıllarda araştırmalara konu olmaktadır. Geleneksel işleme ile çelişkili görünen bu yöntemde, işlenecek malzemenin dayanımını ve sertliğini azaltarak kesme kuvvetlerini düşürmek, takım aşınmasını azaltmak ve malzemeyi daha kolay işlenebilir hale getirerek ve yüzey pürüzlülüğünü iyileştirmek için harici bir ısı kaynağı kullanılmaktadır. Bu çalışmada; yüksek mukavemete sahip AA 7075-T6 alaşımı, sabit kesme derinliğinde, üç farklı kesme hızı, üç farklı ilerleme oranı ve üç farklı soğutma/yağlama yöntemi kullanılarak yüzey frezeleme işlemine tabi tutulmuştur. Malzemede oluşan yüzey pürüzlülüğü, takım aşınması, işleme sonrasında malzemenin yapısı ve işleme sırasındaki gürültü değerleri ölçülmüş ve sonuçları değerlendirilmiştir. Tüm deneylerde en iyi yüzey kalitesine Minimum Miktarla Yağlama (MMY) ile Termal Destekli İşlemenin (TAM) birlikte uygulandığı deneyde (Vc:290 m/dak, Fz:0.2 mm/diş) ulaşıldığı görülmüştür. Kesme hızı 200 m/dak'dan 240 m/dak'a çıktığında yüzey kalitesinde %80'e varan iyileşmeler görülmüştür. MMY kullanmadan yapılan deneylerde, AA 7075 T6 alaşımının ısı altında takıma yapışarak krater oluşturduğu gözlemlenmiştir. SEM görüntüleri incelendiğinde, en düşük takım aşınmasının MMY+TAM deneyinde olduğu görülmüştür. MMY ile yapılan deneylerin, kulaklık kullanımını gerektirecek derecede yüksek gürültü oluşturduğu (86 dB) tespit edilmiştir. Sonuç olarak; yüksek kesme hızlarında, MMY ile TAM'ın birlikte uygulandığı deneylerde yüzey pürüzlülüğünün, diğer deneylere göre düşük olduğu tespit edilmiştir.

Investigation of Machinability of Aluminum 7075-T6 Material with Heat Support

ARTICLE INFO

Received: 02.12.2021

Accepted: 21.12.2021

Keywords:

AA7075-T6

Thermal assisted machining

Minimum quantity

lubrication

Surfaces roughness

ABSTRACT

The Thermal Assisted Machining method in the machining of high-strength alloys has been the subject of research in recent years. In this method, which seems contradictory to conventional machining, an external heat source is used to reduce the strength and hardness of the material to be machined, reduce cutting forces, reduce tool wear, make the material easier to machine and improve surface roughness. In this study, the high strength AA 7075-T6 alloy was face milled at a constant depth of cut, using three different cutting speeds, three different feed rates and three different cooling/lubrication methods. The surface roughness of the material, tool wear, the structure of the material after machining and the noise values during machining were measured and the results were evaluated. In all experiments, it was observed that the best surface quality was achieved in the experiment (Vc:290 m/min, Fz:0.2 mm/tooth) in which Minimum Quantity Lubrication and Thermal Assisted Machining were applied together. As the cutting speed increased from 200 m/min to 240 m/min, improvements in surface quality up to 80% were observed. Experiments without using MQL, it was observed that AA 7075 T6 alloy adhered to the tool under heat and formed a crater. When the SEM images were examined, it was seen that the lowest tool wear occurred in the MQL+TAM test. It has been determined that the experiments with the MQL create a loud noise (86 dB) that requires the use of headphones. At high cutting speeds, it was determined that the surface roughness was lower than the other tests in the experiments where MQL and TAM were applied together.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Farklı fiziksel ve mekanik özelliğe sahip mühendislik malzemelerine duyulan ihtiyaç, bu malzemeler üzerine yapılan çalışmaları da arttırmaktadır. Otomotiv, savunma ve havacılık alanlarında sıkça kullanılan Alüminyum alaşımları için yapılan araştırmalar da benzer şekilde artmaktadır. Çeliğe göre daha düşük dayanım özelliklerine sahip olan alüminyum; ilave alaşım elementleri ile mukavemet değerlerinde ve fiziksel özelliklerinde iyileşmeler göstermektedir. Ayrıca alüminyumun yoğunluğundaki sınırlı değişim ile kullanım alanı artmaktadır. Doğada çokça bulunan alüminyum, yüksek korozyon direncine de sahiptir. Alüminyum alaşımları hafiflikleri, yüksek dayanım ve korozyon direncine sahip olmaları sebebi ile sanayide sıkça tercih edilmektedir [1]. AA 7075 alaşımı, hafifliğinin yanı sıra yüksek mukavemeti sayesinde, havacılık ve otomotiv sanayinde sıklıkla kullanılmakta ve diğer sektörlerde de kullanımı yaygınlaşmaktadır [2].

İşleme şartlarının, alüminyumun işlenebilirliğinde değişkenlikler oluşturduğu bilinmektedir. Bazı alüminyum alaşımlarının işlenmesinde talaş; sürekli talaş biçiminde oluşmakta, oldukça kalın çıkmakta ve kırılması da zor olmaktadır. Ayrıca malzemenin sünek olmasından dolayı takıma yapışması da işleme problemi oluşturmaktadır [3]. AA7075 alüminyum alaşımı, yaşlandırma etkisinin en çok görüldüğü alaşımlardan biridir. Alaşımın en mukavim temperi olan T6'nın şekillendirilebilirliği oldukça kötüdür. [4]. Kesici takımında BUE oluşumu, takımın geometrik formunu ve yüzey pürüzlülüğünü bozarak bu malzemelerden uygun nihai ürünlerin elde edilmesini zorlaştırmaktadır [5]. Alüminyum işlerken takım ömrünü artırmak ve yüzey pürüzlülüğünü düşürmek için farklı soğutucu ve yağlayıcılar kullanılmaktadır. Geleneksel talaş kaldırma yöntemlerinde yaşanan zorlukları aşmak için termal destekli (ısı destekli) imalat yöntemleri de ön plana çıkmaktadır. Termal destekli işleme (TAM), daha uzun takım ömrü için alternatif bir yol olarak değerlendirilmektedir. Bu metot; iş parçasının dayanımını ve sertliğini azaltarak, kesme kuvvetlerini düşürmek ve malzemeyi makinede daha kolay işlenebilir hale getirmek için harici bir kaynaktan ısının kullanılmasına dayanmaktadır [6].

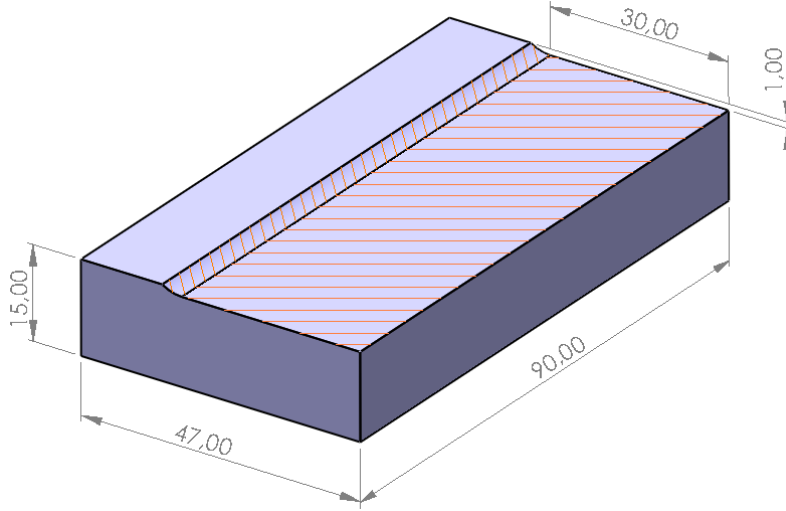
Iqbal ve arkadaşları frezeleme işlemlerinde kesici takım aşınmasına etki eden kriterleri incelemişlerdir. Deneylerde sertliğin takım ömrüne etki eden en önemli parametre olduğunu gözlemlemişlerdir [7]. Şahinoğlu ve arkadaşları, AA7075 alüminyum alaşımı üzerinde yaptıkları tornalama işleminde, iş mili titreşimi ile yüzey pürüzlülüğü arasında bir korelasyon olduğunu ve artan iş mili titreşimi ile yüzey kalitesinin kötüleştiğini tespit etmişlerdir. [8]. Jomaa ve arkadaşları Alüminyum AA7075-T651 alaşımına kuru şartlarda işlemişler, ilerleme oranındaki artışın kesici takımında BUE oluşumunu arttırdığını, kesme hızındaki artışın da BUE oluşumunu azalttığını tespit etmişlerdir [9]. Bankar ve arkadaşları AA 7075 alüminyum alaşımını kuru şartlarda, geleneksel soğutma ile ve MQL soğutma şartlarında frezelemişler, kesme bölgesindeki sıcaklık ile yüzey pürüzlülüğünü incelemişlerdir. MQL ile işlemenin en iyi işleme yöntemi olduğunu gözlemlemişlerdir [10]. Birmingham ve arkadaşları Ti-6Al-4V alaşımını fırında ön ısıtma yaptıktan sonra, CNC Torna tezgâhında oksii-asetilen alev kaynağı ile ısıtarak, termal destekli işlemeye tabi tutmuşlar, ön ısıtma sıcaklığı 150 ve 250 °C olan termal destekli işleme deneylerinde takım ömründe %7'ye kadar iyileşme tespit etmişlerdir [6]. Alkali ve arkadaşları, AISI 316L malzemeyi freze tezgahında geleneksel işleme yöntemi ve oksii-asetilen ısı kaynağı kullanılarak TAM yöntemi ile frezelemişler, TAM ile yapılan deneylerde, kesici takım ömrünün arttığını ve yüzey pürüzlülüğünün azaldığını tespit etmişlerdir. [11].

İncelenen deneysel çalışmalarda, termal destekli işleme (Thermal Assisted Machining, TAM) yöntemi ile yüksek alaşımli çeliklerin işlenmesi üzerine bazı çalışmaların yapıldığı görülmüştür. Bu çalışmalarda MMY ile işlemenin yüzey kalitesini iyileştirdiği, TAM yönteminin, takım ömrüne ve yüzey kalitesine olumlu etki ettiği, ancak anlamlı sonuçlar çıkarmak için, daha fazla deneysel çalışmalara ihtiyaç olduğu görülmüştür. TAM yöntemi ile yüksek mukavemete sahip Alüminyum alaşımlar için termal destekli işleme ile ilgili çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma ile AA 7075-T6 malzemenin TAM yöntemi ile işlenmesinde, literatürde oluşan boşluğu doldurmak için bir başlangıç yapılması hedeflenmiştir. Bu çalışmada, AA7075-T6 alaşımı kuru şartlarda, MMY şartlarında ve MMY+TAM şartlarında yapılan frezeleme işleminin, yüzey pürüzlülüğüne ve kesme işlemine etkileri incelenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM (MATERIAL AND METHOD)

2.1. Deneysel Parçaları (Test Pieces)

Deneysel çalışmada 90x47x15 mm ölçülerinde, AA 7075-T6 alaşımı iş parçası kullanılmıştır. İş parçası Şekil 1'de gösterilmiştir. Malzemenin kimyasal bileşimi ve fiziksel özellikleri Tablo 1'de [12] verilmiştir.



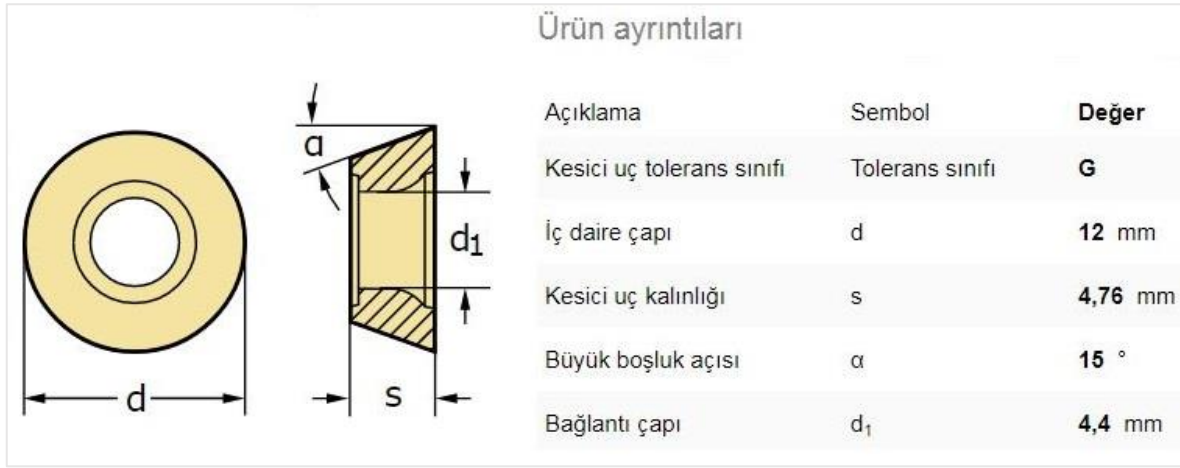
Şekil 1. İş parçasının talaş kaldırılacak bölgesi. (The chipping area of the workpiece.)

Tablo 1. İş parçasının kimyasal ve fiziksel özellikleri. (Chemical and physical properties of the workpiece.)

Kimyasal Bileşim								
	Fe	Si	Cu	Mn	Mg	Zn	Cr	Ti
Bulunan Bileşim Elementleri, %	0.19	0.08	1.33	0.18	2.32	5.69	0.21	0.021
(Olması Gereken, %)	(0-0.5)	(0-0.4)	(1.2-2.0)	(0-0.3)	(2.1-2.9)	(5.1-6,1)	(0.18-0.28)	(0-0.20)
Fiziksel Özellikler								
Çekme Dayanımı (MPa)	Akma Dayanımı (MPa)			Uzama (%)		Sertlik (HBW)		
443.2	315.5			11.4		170		

2.2. Makine ve Ekipman (Machinery and Equipment)

Deneysel çalışmalar Frontier marka MCV 866 model, Mitsubishi M80 kontrol ünitesi 3 eksen CNC dik işleme tezgâhında yapılmıştır. Kesici takım olarak, Walter RDGT 1204 MWK10 kaplamasız, karbür kesici uç kullanılmıştır [13]. Yüzey frezeleme için, Ø50 mm takım tutucu üzerine bir adet kesici uç takılarak deneyler yapılmış ve her deneyde kesici kenar değiştirilmiştir. Kesici uç şekli ve ölçüleri Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Kullanılan kesici uç ölçüleri. (The used insert sizes.)

MMY ile yapılan deneylerde Viscol Viscut C kesme yağı, Werte STN 40 püskürtme cihazı kullanılmıştır. Termal destekli işleme deneylerinde, rafine bütan gazı ile 75 dakika çalışma süresine ve 1200 °C açık alev sıcaklığına sahip Dremel marka Versaflame 2200 model ısıtma tertibatı kullanılmıştır.

2.3. Deney Parametreleri (Experimental Parameters)

Deneyler üç farklı yöntemle yapılmıştır. Bunlar; Kuru, MMY şartları ve MMY+TAM şartlarıdır. İşleme parametreleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. İşleme parametreleri (Machining Parameters)

Kesme parametresi	Birimi	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3
Kesme hızı, V_c	m/dak	200	240	290
İlerleme oranı, f_z	mm/diş	0.14	0.16	0.20
Kesme ortamı	-	Kuru	MMY	MMY+TAM
Kesme derinliği, ap	mm	1		
Talaş genişliği, ae	mm	33		

Tablo 3. Deney sıralaması (Experimental order)

Deney No	Kesme Hızı m/dak	İlerleme Oranı mm/diş
1.	200	0.14
2.	200	0.16
3.	200	0.20
4.	240	0.14
5.	240	0.16
6.	240	0.20
7.	290	0.14
8.	290	0.16
9.	290	0.20

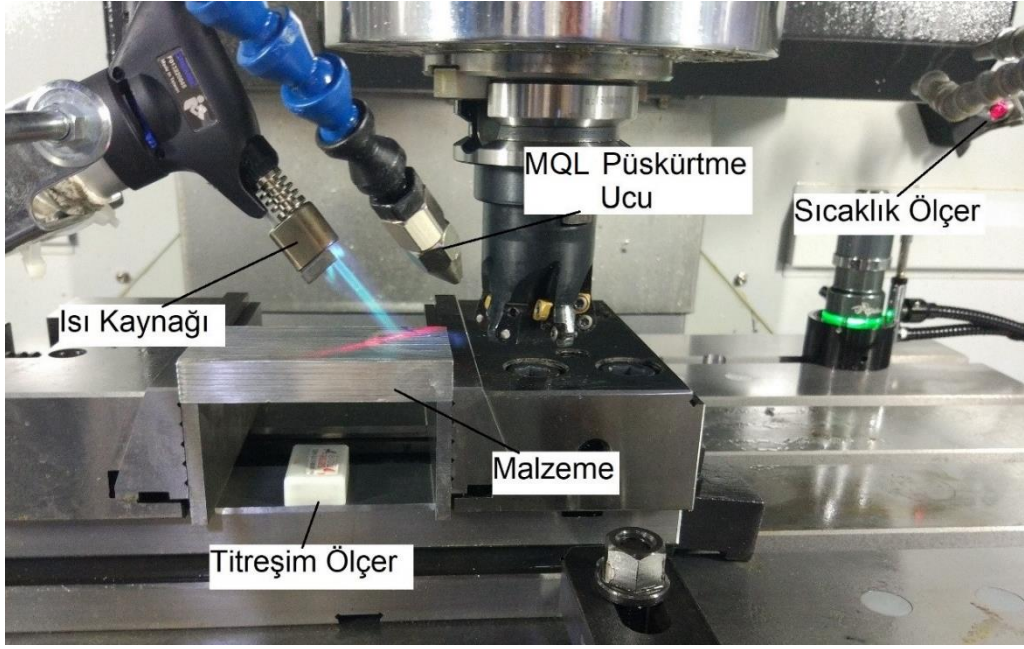
Deney tasarımında, üç farklı soğutma yöntemi (Kuru, MMY ve MMY+TAM), üç farklı kesme hızı (200; 240 ve 290 m/dak), üç farklı ilerleme oranı (0.14; 0.16 ve 0.20 mm/diş) ve 1 mm sabit

kesme derinliği kullanılarak 27 deney yapılmıştır. Tablo 3'deki deneyler her bir soğutma yöntemi için tekrar edilmiştir.

2.4. Deney Düzenegi (Experimental Setup)

Deney malzemelerinin üzerinden, 50 mm çapındaki takım tutucu ile takımın yaklaşık 2/3'ü (33 mm) işleme esnasında iş parçasına temas edecek şekilde, tek pasoda 1 mm talaş kaldırmak üzere deney tasarımı yapılmıştır.

Toplam 27 deneyin ilk 9'u kuru işleme şartlarında, sonraki 9'u MMY yağlama ile son 9'u ise MMY+TAM şartlarında yapılmıştır. Deney düzenegi Resim 1'de gösterilmiştir.



Resim 1. Deney düzenegi (Experimental setup)

MMY+TAM deneylerinde kullanılan ısı kaynağı, malzemeye $\sim 45-50^\circ$ açı ile kesici takımın ~ 15 mm önüne alev püskürtecek şekilde yerleştirilmiştir.

2.5. Ölçme Cihazları ve Yöntemleri (Measuring Devices and Methods)

Deneyler sonrasında numunelerinin yüzey pürüzlülüğü, Mitutoyo SJ-210 marka pürüzlülük ölçüm cihazı ve Mitutoyo sabit referans düzlemi yardımı ile ISO 4287, $\lambda_c=2.5$ 'e göre üç farklı bölgede yapılmış ve kayıt altına alınmıştır. Mikro sertlik ölçümü, Emcotest DuraScan-70 G5 marka cihaz ile HB 10'a göre (2.5 mm bilye çapı ve 62.5 kgf yük) üç noktadan yapılmıştır. Kesici uç hasarlarının incelenmesi için, kesici uçlar JEOL JSM-6060LV Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron Microscope-SEM) ile görüntülenmiştir.

Deneyler sonrasında numunelerinin optik görüntüleri, Leica DM 4000M metal mikroskobu ile alınmıştır. Numuneler optik görüntü öncesi sırasıyla 200-1200 arası SiC zımparalar ile ATM Saphir 330 manyetik çift diskli zımparalama cihazında zımparalanmış, sonrasında 6 μ m, 3 μ m ve 1 μ m'lik keçe ve solüsyon kullanılarak ATM Saphir 250 manyetik cihazında parlatılmıştır. MMY+TAM deneyleri esnasında iş parçasının yüzey sıcaklığı, Raytek 2MI 2M cihaz ile ölçülmüş, bilgisayar ve program yardımı ile sıcaklıklar bir saniye aralıklarla kayıt altına alınmıştır. Deneyler esnasında oluşan gürültü, UNI-T UT353 cihaz ile ölçülmüştür.

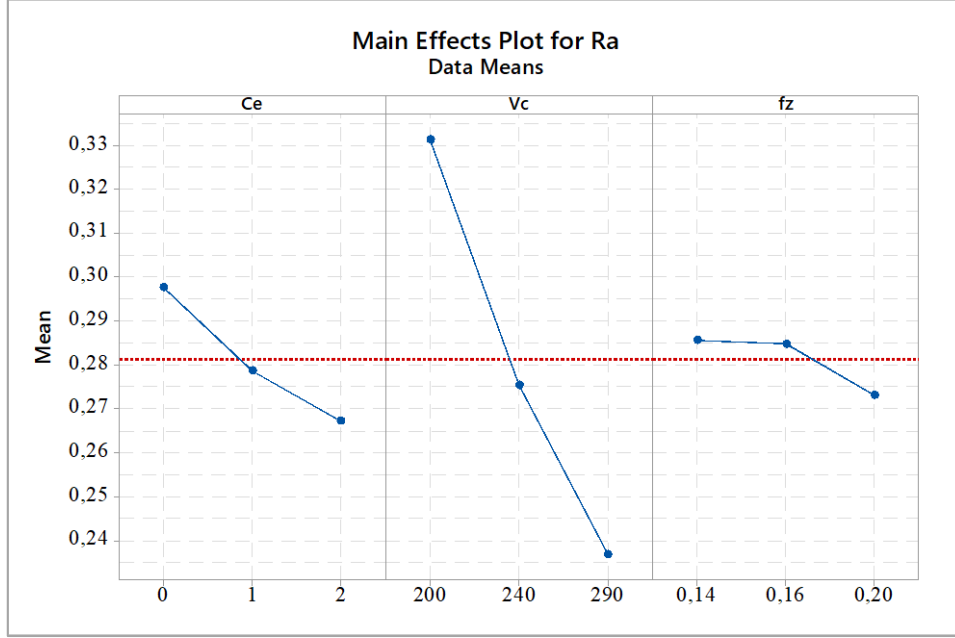
3. DENEY SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRİLMESİ (EXPERIMENTAL RESULTS AND EVALUATION)

Deney planına göre, ilk 9 deney kuru şartlarda ve farklı kesme hızı (V_c) ile ilerleme değerlerinde (fz) yapılmıştır. Sonraki 9-18 arası deneyler ilk 9 deneydeki kesme parametreleri ile Minimum Miktarla Yağlama yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Son 18-27 arası deneyler de ilk 9 deneydeki

kesme parametreleri ile MMY ve Termal Destekli İşleme yöntemleri birlikte kullanılarak yapılmıştır. Her bir deneyde yeni bir kesici uç ya da kesici kenar kullanılmıştır.

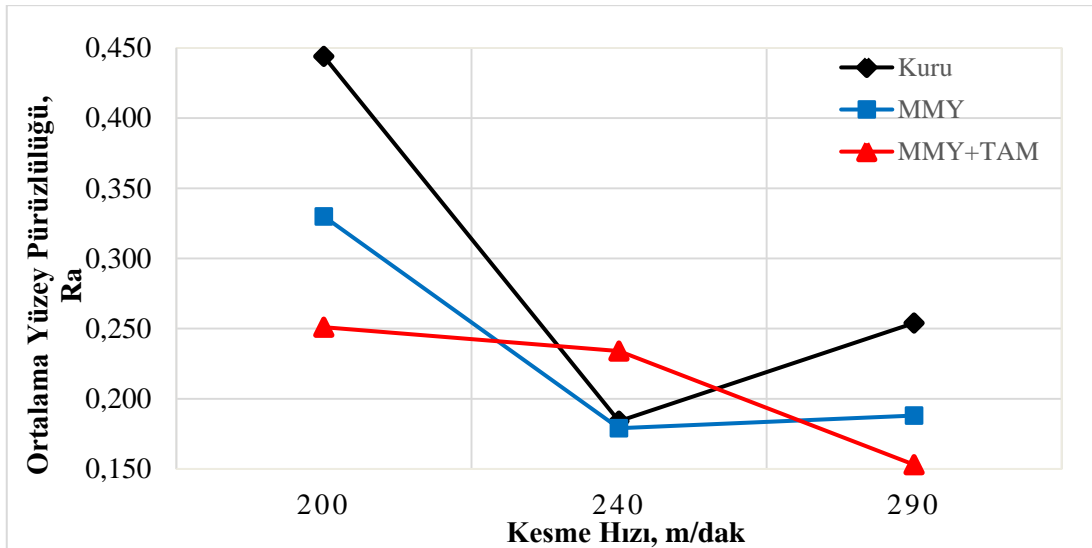
3.1. Yüzey Pürüzlülüğü (Surface Roughness)

Şekil 3'deki grafikte, yüzey pürüzlülüğüne en çok etki eden değişkenin kesme hızı (Vc) olduğu görülmektedir.



Şekil 3. Deney girdilerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisi (The effect of experimental inputs on surface roughness)

Deneyler sonucunda ölçülen yüzey pürüzlülük değerleri Tablo 3'te gösterilmiştir. Sabit ilerleme oranında (0.2 mm/diş), kesme hızı ile ortalama yüzey pürüzlülüğü arasındaki ilişki Şekil 4'te görülmektedir.



Şekil 4. Kesme hızının yüzey pürüzlülüğüne etkisi (The effect of cutting speed on surface roughness)

Tablo 3. Yüzey pürüzlülük değerleri (Surface roughness data)

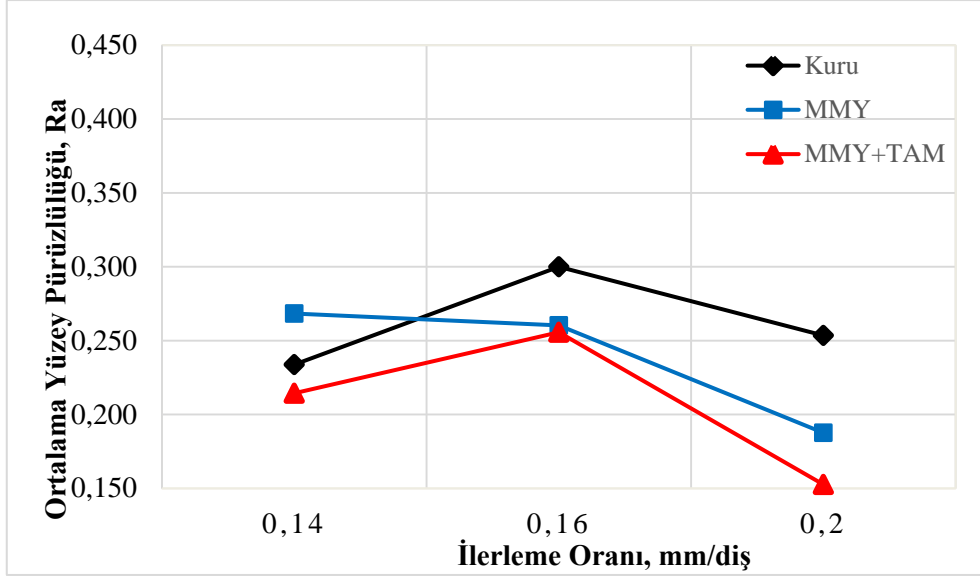
İşleme şartı	Kesme hızı, V_c	Diş başı ilerleme, f_z	Ort. pürüzlülük, R_a
Kuru	200	0.14	0.309
Kuru	200	0.16	0.344
Kuru	200	0.2	0.444
Kuru	240	0.14	0.164
Kuru	240	0.16	0.459
Kuru	240	0.2	0.184
Kuru	290	0.14	0.234
Kuru	290	0.16	0.300
Kuru	290	0.2	0.254
MMY	200	0.14	0.264
MMY	200	0.16	0.282
MMY	200	0.2	0.330
MMY	240	0.14	0.273
MMY	240	0.16	0.362
MMY	240	0.2	0.179
MMY	290	0.14	0.268
MMY	290	0.16	0.260
MMY	290	0.2	0.188
MMY+TAM	200	0.14	0.383
MMY+TAM	200	0.16	0.368
MMY+TAM	200	0.2	0.251
MMY+TAM	240	0.14	0.218
MMY+TAM	240	0.16	0.236
MMY+TAM	240	0.2	0.234
MMY+TAM	290	0.14	0.214
MMY+TAM	290	0.16	0.256
MMY+TAM	290	0.2	0.153

Grafik incelendiğinde, kesme hızının (V_c) 200'den 240'a çıkması ile tüm soğutma yöntemlerinde ortalama yüzey pürüzlülüğü (R_a) azalmıştır. Kesme hızının 240'tan 290'a çıktığında ise yüzey pürüzlülüğünde; kuru ve MMY şartlarında kısmi artışlar varken, MMY+TAM yönteminde azalma görülmüştür.

Sonuçlar incelendiğinde, artan kesme hızlarının kesmeyi kolaylaştırıp, titreşimi azaltarak yüzey pürüzlülüğüne olumlu etki ettiği [14] değerlendirilmektedir. Soğutma yöntemleri incelendiğinde, özellikle yüksek kesme hızlarında (240-290 m/dak) Minimum Miktarda Yağlama ile Termal Destekli İşlemenin birlikte uygulandığı deneylerde yüzey pürüzlülüğü diğer deneylere göre düşük çıkmıştır. Sabit kesme hızında (290 m/dak), ilerleme oranı ile ortalama yüzey pürüzlülüğü arasındaki ilişki Şekil 5'de görülmektedir.

İlerlemenin yüzey pürüzlülüğüne etkisi, kesme hızınının kadar anlamlı sonuçlar vermemiştir. Deneylerde kullanılan kesici uç ile, üretici firmanın tavsiye ettiği 0.14 mm/diş ilerleme oranında iyi yüzey kalitesi elde edilmiştir. İlerlemenin 0.16 mm/diş olduğu deneylerde en kötü yüzey kalitesi elde edilirken, 0.20 mm/diş ilerleme oranında ise kısmen iyi yüzey elde edilmiştir. Yüzey kalitesi ilerleme oranı arttıkça kötüleşir [15]. Burada da bu durum gerçekleşmiştir. Ancak 0.20 mm/diş de 0.16 mm/diş'e göre kısmi iyileşme oluşmasının çıkan talaşın malzeme yüzeyine sıvanması sebebiyle oluştuğu öngörülmektedir.

Kuru işleme şartlarında en iyi yüzey kalitesine 0.14 mm/diş ilerlemede ulaşılırken, MMY ve MMY+TAM deneylerinde 0.20 mm/diş ilerlemede en iyi yüzey kalitesi elde edilmiştir. En düşük yüzey pürüzlülüğüne ise MMY ile TAM'ın birlikte uygulandığı deneylerde ulaşıldığı görülmüştür. Literatürde de MMY ile yapılan deneylerin yüzey pürüzlülüğünü ciddi oranda iyileştirdiği belirtilmiştir [16]. MMY+TAM deneylerinde ısıtma ile malzeme mukavemeti azalmış, yağlama ile de malzemenin kesici takıma yapışması önlenerek yüzey pürüzlülüğü düşmüştür [17].

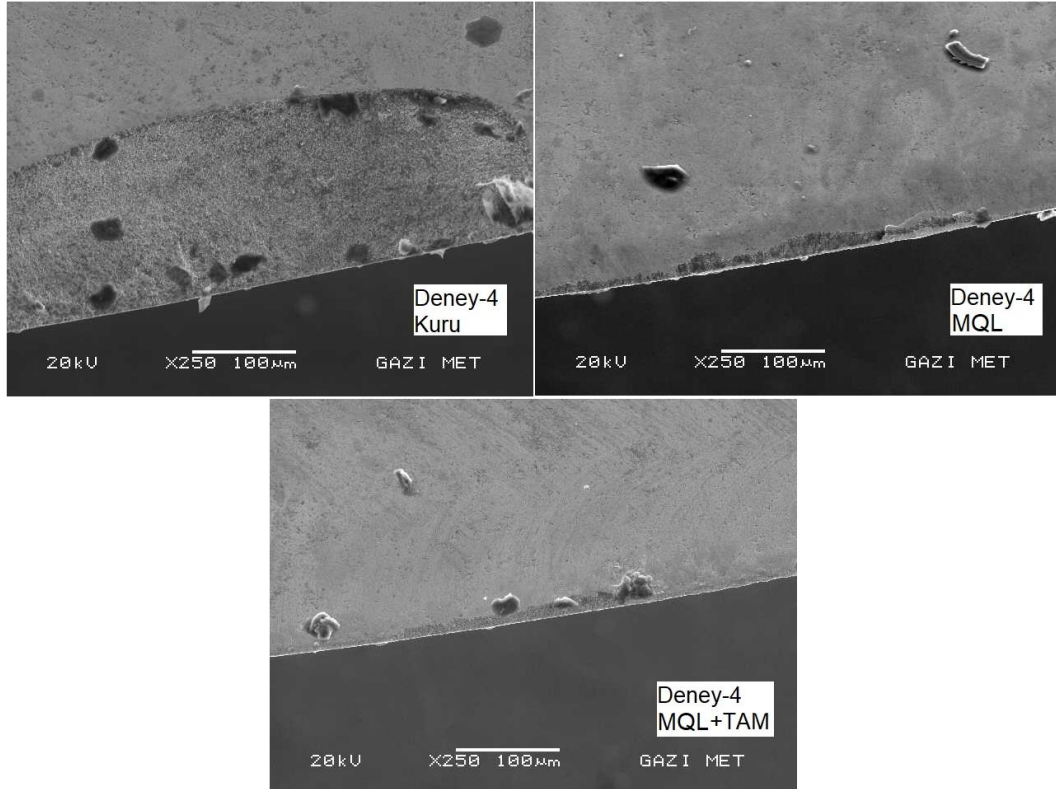


Şekil 5. İlerleme oranının yüzey pürüzlülüğüne etkisi (The effect of feed rate on surface roughness)

Tüm deneyler incelendiğinde MMY ile TAM İşleme şartlarının birlikte uygulandığı deneylerde, diğer iki yöntemle göre (Kuru ve MMY) daha iyi yüzey pürüzlülük değerleri elde edilmiştir. Bunda kesme kuvvetlerindeki azalmanın ve buna bağlı olarak düşük titreşimin etkisi olduğu düşünülmektedir. Tüm deneylerde, en düşük yüzey pürüzlülük değerine MMY+TAM'ın birlikte uygulandığı deneyde ($V_c=290$ m/dak, $F_z=0.2$ mm/diş) ulaşılmıştır.

3.2. Kesici Takım ve Malzeme Yapısı (Cutting Tool and Material Structure)

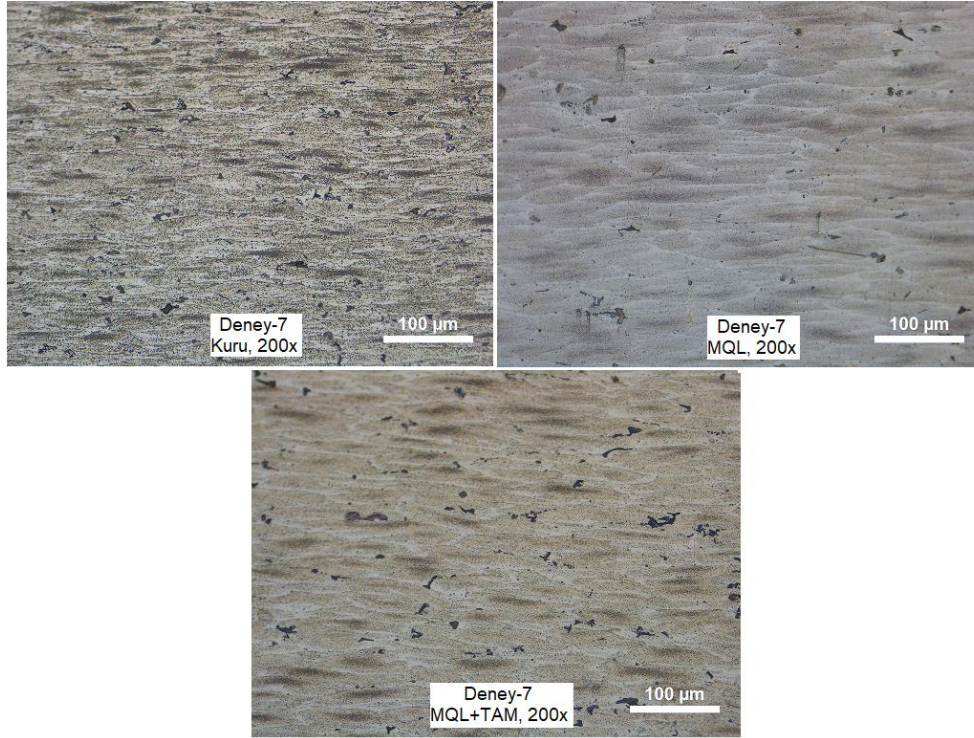
İşleme şartlarının (Kuru, MMY, MMY+TAM) kesici takım aşınmasına etkilerini görmek için her işleme şartında aynı deneye ait (aynı kesme parametrelerinin kullanıldığı) kesici uçların, Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron Mikroskopu-SEM) ile görüntüleri çekilmiştir.



Resim 2. 4 numaralı deneye ait kesici uçların SEM görüntüleri (SEM images of cutting insert for 4.th experiment)

Resim 2’de dört numaralı deneylerde kullanılan kesici uçların SEM görüntülerine bakıldığında, kuru işleme şartlarında kullanılan kesici uçta 0.6 mm’den büyük bir krater aşınma gözlenmektedir. Alüminyum alaşımlarının işlenmesinde, talaşın sürekli oluşu, kolay kırılmaması ve sünekliğinden dolayı takıma yapışarak kesmeyi zorlaştırdığı bilinen bir durumdur. Yağlayıcı kullanmadan yapılan deneylerde, alüminyumun ısı altında takıma yapışarak krater oluşturduğu yapılan deneylerde de görülmüştür.

MMY ve MMY+TAM deneylerinde, kesici takımın benzer şekilde serbest yüzey aşınmasına maruz kaldığı görülmektedir. Fakat bu aşınmaların kuru işleme şartlarına göre daha düşük (0.2-0.3 mm) olduğu görülmüştür. Malzemeye uygulanan ön ısıtmanın, mukavemeti azaltarak kesme kuvvetlerini düşürmesi, takım aşınmasını azaltmıştır. Üstelik bu aşınma türü takım ömrü açısından tercih edilen bir aşınma türüdür.



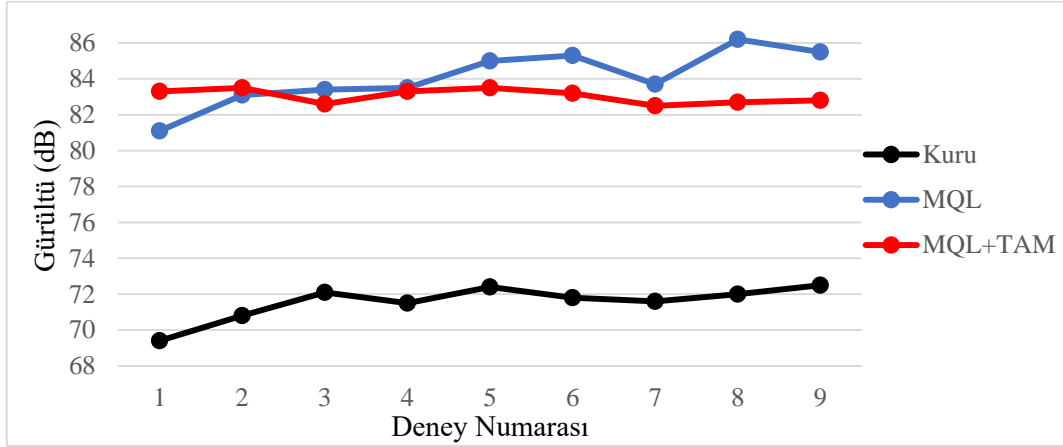
Resim 3. 7 numaralı deneye ait malzemelerin optik görüntüleri (Optical images of the materials of experiment number 7)

Aynı kesme parametrelerinde, farklı soğutma yöntemleri uygulanan 7 numaralı deneylere ait optik görüntüler Resim 3’te verilmiştir.

Optik görüntülere bakıldığında, kuru şartlarda ve MMY+TAM’ın birlikte uygulandığı şartlarda, dolayısıyla kesici takım ile malzeme arasında yüksek ısının olduğu deneylerde (Kuru ve MMY+TAM) malzemenin yapısındaki boşlukların arttığı görülmüştür. Boşlukların artması, malzemenin daha fazla enerji absorbe etmesinden kaynaklanmaktadır. Enerjinin artmasıyla tane sınırlarındaki dislokasyonlar artmakta ve buna bağlı olarak kırılma yüzeylerinde daha büyük boşluklar oluşmaktadır [18].

3.3. Gürültü (Noise)

Deneyler yapılırken meydana gelen gürültü değerleri kayıt altına alınmıştır. Gürültü değerleri Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Deneylerde oluşan maksimum gürültü değerleri (Maximum noise values in the experiments)

Şekil 6'da da görüldüğü gibi, Minimum Miktarla Yağlama (MMY) ile yapılan deneylerde kulaklık kullanımını gerektirecek derecede yüksek gürültü oluşmaktadır. Deneylerde MMY'in gürültü seviyesini 69 dB'den 86 dB'ye kadar çıkarttığı gözlemlenmiştir. MMY ile yapılan bu deneylerdeki gürültü değerleri, kulaklık kullanımını gerektirecek seviyededir.

4. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Bu çalışmada AA7075-T6 Alüminyum alaşımı, sabit kesme derinliğinde, 3'er farklı kesme hızı ve ilerleme oranında CNC Freze tezgahında işlenmiştir. Farklı parametrelerde yapılan tüm deneyler hem kuru şartlar altında, hem MMY soğutma yöntemi ile hem de MMY+TAM şartlarında tekrarlanmıştır. Bu deneyler sonucunda, malzemede oluşan yüzey pürüzlülüğü, takım aşınması, işleme sonrasında malzemenin yapısı ve işleme sırasındaki gürültü değerleri gözlemlenmiştir. Değerlendirmeler aşağıda sıralanmıştır.

- Kesme hızı 200 m/dak'dan 240 m/dak'a çıktığında yüzey kalitesinde %80'e varan iyileşmeler görülmüş, 240 m/dak'dan 290 m/dak'a çıktığında ise yüzey kalitesinde daha düşük iyileşmeler olduğu görülmüştür.
- İlerleme oranının yüzey pürüzlülüğüne etkisi, kesme hızınının kadar anlamlı olmadığı görülmüştür.
- Yüksek kesme hızlarında (240-290 m/dak) Minimum Miktarla Yağlama ile Termal Destekli İşlemenin birlikte uygulandığı deneylerde elde edilen yüzey pürüzlülüğünün diğer deneylere göre düşük çıktığı tespit edilmiştir.
- Tüm deneylerde en iyi yüzey kalitesine MMY ile TAM'ın birlikte uygulandığı 9. deneyde ($V_c=290$ m/dak, $F_z=0.2$ mm/diş), ($R_a=0.153$) ulaşılmıştır.
- Kuru şartlardaki deneylerde, alüminyum alaşımının ısı altında takıma yapışarak (BUE) krater oluşturduğu görülmüştür.
- SEM görüntüleri incelendiğinde, en düşük takım aşınmasının MMY+TAM deneyinde olduğu görülmüştür.
- MMY ile yapılan deneylerin kulaklık kullanımını gerektirecek derecede (86 dB) gürültü oluşturduğu tespit edilmiştir. MMY sisteminde yağın basınç ile püskürtülmesi gürültü seviyesini arttırmaktadır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. B. Özakın, Alüminyum alaşımlarının farklı ortamlardaki geirli medli korozyon davranışının incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye 2014.
2. I. Kaya, Al 7075 alaşımının şekillenme ve ısı işleme özelliklerinin iyileştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 2005.
3. M. Erdoğan, Demir Dışı Alaşımlar, Mühendislik Alaşımlarının Yapı ve Özellikleri, Cilt-1, Nobel Yayınevi, Ankara, 2000.
4. S. Kılıç, İ. Kacar, Farklı ısı işlem uygulanmış 7075 alüminyum alaşımlarının şekillendirilebilme sınır diyagramının deneysel olarak belirlenmesi, Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 8(1):512–520, 2019.
5. S. Açar, AA 7075-T6 Alüminyum alaşımının minimum miktarda yağlama yöntemiyle talaşlı işlenebilirliğinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, Türkiye, 2014.
6. M. J. Bermingham, S. Palanisamy, M. S. Dargusch, Understanding the tool wear mechanism during thermally assisted machining Ti-6Al-4V, International Journal of Machine Tools and Manufacture, 62:76–87, 2012.
7. A. Iqbal, K. A. Al-Ghamdi, G. Hussain, Effects of tool life criterion on sustainability of milling, Journal of Cleaner Production, 139:1105–1117, 2016.
8. A. Şahinoğlu, Ş. Karabulut, A. Güllü, Study on spindle vibration and surface finish in turning of al 7075, Solid State Phenomena., 261:321–327, 2017.
9. W. Jomaa, V. Songmene, P. Bocher, Surface finish and residual stresses induced by orthogonal dry machining of AA7075-T651, Materials (Basel), 7:1603–1624, 2014.
10. N. D. Bankar, P. G. D. Shelke, P. M. D. Irfan, Experimental investigation of Aluminum 7075 using dry , wet and MQL condition, Int. Res. J. Eng. Technol., 6(10):957–962, 2019.
11. A. U. Alkali, T. L. Ginta, A. M. Abdulrani, H. Fawad, M. Danish, Study on the machinability of 316L stainless steel using flame assisted machining, ARPN J. Eng. Appl. Sci., 11(14):8743–8749, 2016.
12. Seykoç Alüminyum, AA7075, <https://www.seykoc.com.tr/icerik/7075?dil=tr>, 27.11.2021.
13. Walter Tool, <https://www.walter-tools.com/en-gb/search/pages/default.aspx/product/rdgt1204m0-g88-wk10>, 27.11.2021.
14. İ. Tekait, Takım tezgâhlarındaki kesici takım titreşiminin yüzey pürüzlülüğüne etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 2008.
15. M. Hüseyinoğlu, 7075 Alüminyum Alaşımının Freze İle İşlenmesinde Minimum Soğutma Sıvısı Kullanmanın Performans Karakteristiklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, Türkiye, 2008.
16. E. Çelik, Ş. Şirin, T. Kıvak, AISI 2507 süper dubleks paslanmaz çeliğinin hibrit soğutma/yağlama yöntemleri altında tornalanmasında yüzey kalitesinin incelenmesi, Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9(2):929–942, 2021.
17. Y. S. Liao, H. M. Lin, Y. C. Chen, Feasibility study of the minimum quantity lubrication in high-speed end milling of NAK80 hardened steel by coated carbide tool, Int. J. Mach. Tools Manuf., 47(11):1667–1676, 2007.
18. M. Hüseyin Çetin, Ş. Korkmaz, M. Emin Çetin, A. E. Belrzaeg, AA7075-T6 Alaşımının farklı sıcaklıklardaki çekme davranışının deneysel ve nümerik yöntemler ile incelenmesi, Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6(4):902–915, 2018.