SRA Strategic Research Academy Academic Publishing

Global Research on Multidisciplinary Sciences

GlORMuS

4-7 July 2022

• İstanbul/Turkey •

Full Texts Book

Dr. Jateen Raoof Mahmood & Assist. Prof. Dr. Ali Atiyah Adhab (eds).

Edited by

Dr. Jateen Raoof Mahmood

Assist. Prof. Dr. Ali Atiyah Adhab

3. Global Research on Multidisciplinary Sciences (3. GloRMuS) Full Texts Book

4-7 July 2022 • İstanbul/Turkey

SRA Strategic Researches Academy Academic Publishing

SRA Strategic Researches Academy Academic Publishing

We work with leading authors to develop the strongest academic materials with bringing cutting-edge thinking and best learning practice to a global world.

©All rights reserved.

This book is the academic studies of Strategic Researches Academy (SRA). It is printed with the academic and financial support from SRA. The papers are first reviewed by the independent reviewers, and then proof-read and edited by the editor(s). The opinions and views expressed in papers are not necessarily those of this book editor(s) and SRA. All parts of this publication are protected by copyright. Any utilization outside the strict limits of the copyright law, without the permission of the publisher, is forbidden and liable to prosecution. This applies in particular to reproductions, translations microfilming, and storage and processing in electronic retrieval systems. This publication has been peer reviewed.

SRA Academic Publishing
(*Strategic Researches Academy)*
visit us on the World Wide Web at:
http://www.srapublishing.org/

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without either the prior written permission of the publisher or a license permitting restricted copying.

All trademarks used herein are the property of their respective owners. The use of any trademark in this text does not vest in the author or publisher any trademark ownership rights in such trademarks, nor does use of such trademarks imply any affiliation with or endorsement of this book by such owners.

ISBN: ……

Copyright © 2022 by Dr. Jateen Raoof Mahmood & Assist. Prof. Dr. Ali Atiyah Adhab (eds.)

Printed in Turkey

Cataloging-in-Publication Data for Library

Mahmood, Jateen Raoof & Adhab, Ali Atiyah.
3. Global Research on Multidisciplinary Sciences (3. GloRMuS) Full Texts Book /
edited by Dr. Jateen Raoof Mahmood & Assist. Prof. Dr. Ali Atiyah Adhab
1st Edition. XVI+148 p. 16,5x23,5 cm. References included. Index not included.
ISBN ….
1. conference, 2. science, 3. applied sciences
p. cm.

Printed Date: 5 August 2022
Cover Design: 3M Graphics Design

SRA Academic Publishing
H. Manto G. 74 Klaipeda 92292 Lithuania +370 46 3796028
http://www.srapublishing.org

PROGRAM

IMPORTANT NOTES / *ÖNEMLİ NOTLAR*

1- Each presentation lasts 15 minutes / *Her sunum süresi 15 dakikadır.*

2- A separate link is defined for each day. You can log in at any time you want from the specified link every day. /
Her gün için ayrı link tanımlanmıştır. Her gün belirtilen linkten dilediğiniz saatte giriş yapanilirsiniz.

3- Please be ready in the hall 30 minutes before the presentation time. /
Lütfen sunum saatinden 30 dakika önce salonda hazır olunuz.

4- There are 15 different countries, 52 papers from other countries than Turkey, while 25 papers from Turkey. The opening was held with participants from 5 different countries. /
15 farklı ülkeden, Türkiye dışındaki ülkelerden 52 bildiri, Türkiye'den 25 bildiri bulunmaktadır. 5 farklı ülkeden katılımcı ile açılış yapılmıştır.

5 JULY 2022, TUESDAY ●

	5 July 2022, TUESDAY	INVITED SPEAKERS	Session G1 ● Time: 09.00-10.30
IT	22101 - Alessandro Di Martino	Scope of contracts in the public sector and the results of contracts: Generalizations and suggestions that can be made in Italy	
FR	22102 - Mathilde Groussard	Consequences of Dunning-Kruger Effect in society: Comparison of tradition and future of society	
AL	22103 - Ermir Shahini	The role of organizations in ensuring efficiency and productivity development within the Albania economy	
LT	22104 - Reda Jacynė	Evaluation of the effects of distance education on students and teachers in Lithuania	
CZ	22105 - Veronika Hajkova	Knowledge-based approaches to explain the impact of economic growth on urban development	

	5 July 2022, TUESDAY	Chair: Şakir Altinsoy	Session O1 ● Time: 09.00-10.30
TR	22702 - Rıza Fatih Mendilcioğlu, Soufi Moazemi Goudarzi	Lighting problems and solutions in museum and exhibition areas	
TR	22704 - Ahmet Böbrek, Ali Öz	Monitoring of motion symmetry in vehicles with the internet of things	
TR	22708 - Ahmet Böbrek, Ali Öz	Evaluation of balance performance on vehicles by signal similarity method	
TR	22706 - Mustafa Ersoy, Şakir Altinsoy, Nuray Beköz Üllen	Experimental study on machinability of ti6al4v alloy during drilling by different drill diameters and cooling medias	
TR	22707 - Mustafa Ersoy, Şakir Altinsoy, Nuray Beköz Üllen	Investigation of the effects on machinability of cutting speed and cooling media in milling of ti6al4v alloy	
TR	22725 - Sinem Başkut, Aleyna İlgezdi, Servet Turan	Improving the sinterability and mechanical properties of boron carbide ceramics with different spak plasma sintering conditions	

COFFEE BREAK	10.30-10.45

	5 July 2022, TUESDAY	Chair: Ahlam Fadel Mosleh	Session G2 ● Time: 10.45-12.15
IQ	22311 - Ahlam Fadel Mosleh	The Arabic teacher's perceptions towards the adoption of Blended Learning	
LY	22312 - Nada Salaheddin ElGheriani	The Differential structure between two architectures	
IQ	22313 - Walaa Abdulrahman Hussein Ali	Students perspective for educational changes in the classrooms	
IQ	22314 - Hala Hamdi Ahmed Hassanein	Transaction strategies for changing educational programs	
IQ	22315 - Doaa Fathy Ibrahim Al-Sayed Al-Srouji	Managing attitudes on Central Administration for Discount and Inquiries, Tenth Branch	

	6 July 2022, WEDNESDAY	Chair: Nada Kadhim Hussein	Session G8 • Time: 13.30-14.45
IQ	22331- Sackineh Shamel Jasem, Shurooq Abdulridha Saeed, Bashar Khalid Ali	Estimation of the risk-ratio function of the Freget distribution using the hippocampal fuzzy bass method	
IQ	22332 - Nada Kadhim Hussein	Revolt of the Abject: Images of Women in Khaled Hosseieni's Selected Novels	
IQ	22333 - Majid Hamid Rashid Al-Mohammadi	Political Relations between the Abbasids and the Ismailis	
EG	22334 - Reham Ahmed Mohamed Nasr Shaaban	The effect of the use of hormones in fish farming on the development of fish	
EG	22335 - Hala Hamdi Ahmed Hassanein	Critical examination of the responsibilities of sectors for industrial development	

COFFEE BREAK	14.45-15.00

	6 July 2022, WEDNESDAY	Chair: Abdullah Abdulaziz Al-Hazza	Session G9 • Time: 15.00-16.30
EG	22336 - Doaa Fathi Ibrahim Al-Sayed Al-Saudi	Examining method differences in academic research	
IQ	22337 - Ihsan Ali Alzamily, Muhssin Jasim Mohammed, Moamel Ali Hussain	Isolation and diagnosis of filamentous fungi from dairy products and detection their toxicity	
KW	22338 - Anwar Namchan Al-Janfawi	Legal regulation of freedom of public and virtual gatherings in Kuwaiti law	
IQ	22339 - Ayad Kadhim Fadhil	Quantification analysis of Betahistine in tablet dosage forms using HPLC-ZIC-HILIC with ultraviolet detection	
AE	22340 - Share Abdullah Abdulaziz Al-Hazza	Civil liability for damages resulting from the use of artificial intelligence	
TR	22726 - Ömer Kürşad TÜFEKCİ	Experimental research to understand consumer behavior in the tourism sector: Strategies within the framework of the concept of neurotourism	

COFFEE BREAK	16.30-16.45

	6 July 2022, WEDNESDAY	Chair: Abdelaziz Labidi	Session G10 • Time: 16.45-18.15
IQ	22341 - Ghufran Abdullah Taher	Morphological investigations in the books of the party's picnic in morphology	
IQ	22342 - Bassem Khalaf Hussein, Imad Hashem Mohammed	Using cleaner production in printing educational books	
MA	22343 - Abdelaziz Labidi	Protecting the environment refugees	
IQ	22344 - M. Boran Fadel Saleh	The role of information technology in achieving sustainable development (Iraqi insurance companies) as a model	
IQ	22345 - Abbas Obaid Al-Janabi, Mohammed A. Obaid	Bacterial Infections associated with Contact Lenses User's	

Overview of GloRMuS Participants

COUNTRY ABBREVIATION	COUNTRY	NUMBER OF PARTICIPANTS	COUNTRY ABBREVIATION	COUNTRY	NUMBER OF PARTICIPANTS
AE	United Arab Emirates	1	IT	Italy	1
AL	Albania	1	KW	Kuwait	1
AZ	Azerbaijan	5	LT	Lithuania	1
CZ	Czech Republic	1	LY	Libya	1
DZ	Algeria	5	MA	Morocco	6
EG	Egypt	3	SD	Sudan	5
FR	France	1	TR	Turkiye	25
IQ	Iraq	23			

INVESTIGATION OF THE EFFECTS ON MACHINABILITY OF CUTTING SPEED AND COOLING MEDIA IN MILLING OF Ti6Al4V ALLOY

Mustafa ERSOY[1], Şakir ALTINSOY[2], Nuray BEKÖZ ÜLLEN[3]

[1]Metallurgy and Materials Engineering, Istanbul University-Cerrahpasa, mustafa.ersoy@valeo.com, ORCID: 0000-0002-4839-0285
[2]Biomedical Engineering, Istanbul Yeni Yüzyıl University, sakir.altinsoy@yeniyuzyil.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1893-2266
[3]Metallurgy and Materials Engineering, Istanbul University-Cerrahpasa, nbekoz@iuc.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2705-2559

Abstract

Ti6Al4V alloy has increasing usage areas in engineering materials due to its high corrosion and heat resistance, good toughness and strength resistance, high operating temperature, low weight ratio, long service life, and competitiveness with composite materials. This situation also highlights the studies on their production and shaping. However, the low thermal conductivity, high chemical reactivity, low modulus of elasticity, and high strength of the Ti6Al4V alloy cause high temperatures to occur between the cutting tool and the workpiece. Problems such as surface integrity and cutting tool wear during machining make it necessary to work in this area. In this study, the effects of cutting speed and cooling environment on chip morphology, insert wear, and surface roughness in milling of Ti6Al4V alloy were investigated. As cutting parameters; Cutting speeds of 50 m/min and 150 m/min, a feed rate of 0.25 mm/rev and a depth of cut of 0.4 mm were used. The milling process; was made in a dry and cool environment using an APXT-1003-PDR milling insert. As a result of the experimental studies, it was determined that the surface roughness value decreased with the increase of the cutting speed, and the surface properties improved with the transition of the cutting medium from dry to liquid. With the cutting fluid, the negative effects caused by friction were eliminated and the wear of the cutting tool decreased with increasing cutting speed. It has been determined that the cutting speed has a more decisive effect on the chip form than the cutting environment.

Keywords: *Ti6Al4V, milling, chip morphology, surface roughness, wear.*

Ti6Al4V ALAŞIMININ FREZELENMESİNDE KESME HIZI VE SOĞUTMA ORTAMININ İŞLENEBİLİRLİĞE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Özet

Ti6Al4V alaşımı yüksek korozyon ve ısı direnci, iyi tokluk ve mukavemet dayanımı, yüksek çalışma sıcaklığı, düşük ağırlık oranı, uzun servis ömrü ve kompozit malzemelerle rekabet edebilir nitelikte olmasından dolayı mühendislik malzemeleri içerisinde gittikçe artan kullanım alanlarına sahiptir. Bu durum üretim ve şekillendirilmeleri üzerine yapılan çalışmaları da ön plana çıkartmaktadır. Ancak, Ti6Al4V alaşımının düşük termal iletkenliğe, yüksek kimyasal reaktiviteye, düşük elastisite modülüne ve yüksek mukavemete sahip olması kesici takım ve iş parçası arasında yüksek sıcaklıkların oluşmasına neden olur. Talaşlı imalat esnasına oluşan yüzey bütünlüğü ve kesici takım aşınması gibi problemler bu alanda çalışmayı zorunlu kılmaktadır. Bu çalışmada, Ti6Al4V alaşımının freze ile işlenmesinde kesme hızı ve soğutma ortamının; talaş morfolojisi, kesici uç aşınması ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri incelenmiştir. Kesme parametreleri olarak; 50 m/dak ve 150 m/dak kesme hızları, 0,25 mm/dev ilerleme hızı ve 0,4 mm kesme derinliği kullanılmıştır. Frezeleme işlemi; APXT-1003-PDR freze uçları kullanılarak kuru ve soğutucu ortamda yapılmıştır. Deneysel çalışmalar sonucunda; kesme hızının artmasıyla, yüzey pürüzlülük değeri azalmış ve kesme ortamının kurudan sıvıya geçmesiyle yüzey özelliğinin iyileştiği tespit edilmiştir. Kesme sıvısı ile sürtünmeden kaynaklı olumsuz etkiler ortadan kaldırılmış ve artan kesme hızı ile kesici takım aşınması azalmıştır. Talaş formu üzerine kesme hızının, kesme ortamından daha belirleyici etkisi olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimler: *Ti6Al4V, frezeleme, talaş morfolojisi, yüzey pürüzlülüğü, aşınma.*

Giriş

Titanyum ve alaşımları, yüksek özgül mukavemet, korozyon direnci, biyouyumluluk ve yüksek yorulma dayanımının da içinde bulunduğu dikkat çekici özelliklere ve havacılık, ulaşım, biyomedikal, kimyasal ve petrol endüstrileri gibi geniş bir yelpazede uygulama alanlarına sahiptirler (Riahi ve Edrisy, 2014). Bu sektörlerin çoğunda ve diğer mühendislik uygulamalarında daha ağır, daha az dayanıklı ve daha yüksek maliyetli malzemelerin yerini titanyum almaktadır. Ti6Al4V, çok yaygın olarak kullanılan, yüksek özgül dayanıma, iyi ısıl işlem kapasitesine, düşük yoğunluğa, yüksek biyouyumluluğa ve yüksek korozyon direncine sahip çift fazlı alfa-beta türü titanyum alaşımıdır. Havacılık ve biyomedikal ağırlıklı olmak üzere birçok sektörde kullanılmaktadır. Ti6Al4V en çok kullanılan titanyum alaşımı olarak bilinmesine rağmen, termomekanik özelliklerinden ve düşük termal iletkenliğinden dolayı (yaklaşık 6,7 W/mK) talaşlı şekillendirilmesi zor olan malzemeler sınıfındadır (Sima ve Özel, 2010). Titanyum ve alaşımlarının şekillendirme kabiliyetinin zor ve maliyetli olması da kullanım alanını kısıtlayan ana etkenlerdir. Bu nedenle gerek özelliklerin geliştirilmesi gerekse de bu özellik gelişimlerinin işleme

kabiliyeti ile ilişkili olarak tasarlanması oldukça önemli ve birbirinden ayrı düşünülmeyecek kadar kritik önem taşımaktadır. Titanyum genellikle yüksek doğruluk ve aşınma dayanımına sahip olması gereken parçalar için kullanıldığından yüksek yüzey kalitesi sağlanmak zorundadır. Daha yüksek yüzey pürüzlülük değeri çeşitli aşınma, aşırı derece yorulma ve korozyon direncinin azalması gibi durumlara sebep olabilir (Gültekin vd., 2017). Titanyum ve alaşımlarının son şeklinin verilmesinde kullanılan talaşlı imalat yöntemlerinden olan frezeleme işlemi birden fazla kesici uçla gerçekleştirilebilir. İşlem itibariyle delme prosesine göre açık ortamda kesme yapıldığından; kesici takıma gelen kesme kuvveti ve takım aşınması daha azdır. Ancak titanyum alaşımlarının yüksek mekanik özellikler içermesi, ani olan titreşim ve darbelerde kesici ucun kırılmasına sebep olur. Bu yüzden sert kesici karbür takımlarla işlenmesi önerilmez (Amin vd., 2007; Sette vd., 2010). Titanyum alaşımlarının freze ile işlenmesinde kesme hızı dikkate alınarak devir sayısı belirlenir. Kesme hızının seçimi uygun kesme parametrelerinin seçilmesinde önemli bir etkendir. Çok düşük seçilen kesme hızlarında parçayı işlemek, kesici takım ucunda talaş sıvanması ve yapışması meydana getirebilir. Bu durum kesici uç geometrisini değiştirerek bütünlüğünü bozar. Çok yüksek seçilen kesme hızlarında parçayı işlemek, kesici takımın çok hızlı aşınmasına sebep olarak sürekli uç değişimi gerektirebilir. Bu durum çok yüksek maliyet artışına sebep olur. Tüm bu sebeplerden dolayı titanyum alaşımlarının işlenmesinde; uygun kesme hızı seçimi ile kesici takım ömrü, talaş miktarı ve yüzey kalitesi belirlenebilir (Safari vd., 2010).

Talaşlı imalatta işlenebilirlik tek bir faktörle açıklanmayıp, birçok parametrenin etkisi altında kalan oldukça karmaşık bir kavramdır. İşlenebilirliğin değerlendirmek için işleme koşullarının en uygun duruma getirilmesi öncelikle temel malzeme özellikleri ve bu özelliklerin işlenebilirliği hangi derecede etkilediğinin dikkate alınması gerekir. Genel olarak işlenebilirliğin değerlendirmesi; takımın kullanım ömrünün belirlenmesi, talaş oluşum mekanizmasının anlaşılması ve yüzey pürüzlülüğü gibi çeşitli ölçümler ile yapılmaktadır. Bunu yanı sıra; iş parçasının kimyasal, mekanik, fiziksel özellikleri ve mikroyapısı gibi parametrelerde etkilidir (Davim, 2010; Hasak, 2018). Geleneksel talaşlı imalat yöntemleri ile işlenen yüzeylerde yüzey pürüzlülüğüne etki eden malzemenin cinsi, kesici takımın cinsi, kesme hızı ve ilerleme miktarı, paso derinliği, devir sayısı, sıcaklık ve soğutma sıvısı gibi birçok parametre vardır (Beköz Üllen vd., 2017; Stephenson ve Agapiou, 2006; Šalak vd., 2005). Titanyum alaşımlarının işlenmesinde harcanan kesme kuvvetleri, çeliklerinin işlenmesindeki harcanan kesme kuvvetlerinden daha yüksek bir değere sahiptir. Benzer sertlik değerlerinde olmasına rağmen, titanyum alaşımları sahip olduğu metalurjik özelliklerden dolayı talaşlı işlemede problem yaratmaktadır. Doğru işleme parametrelerinin seçilmesi, uygun kesici takım kullanımı ve kesme şartlarının optimizasyonu ile bu alaşımların işlenebilirliğinde iyileştirmeler yapılabilmektedir. Bugüne kadar titanyum ve alaşımlarının işlenebilirliği üzerine birçok araştırma yapılmasına rağmen mevcut sorunlar düzeltilememiştir (Jahedi vd., 2009; Groover, 2010; Pervaiz vd., 2014). Bu durumda bu konuyla ilgili çalışmaların devamlılığını gerektirmektedir.

Bu çalışmada, Ti6Al4V alaşımının frezelenmesinde farklı kesme hızları ve soğutma ortamları kullanılarak işlenebilirlik davranışları incelenmiştir. Kesici uçlarının aşınma mekanizması, işlenen parçaların yüzey pürüzlülükleri ve işlem sonucu çıkan talaşların morfolojileri, konuyla ilgili literatür ışığı altında ele alınmıştır.

1. Deneysel Çalışmalar

Bu çalışmada frezeleme işlemi için; Varzene Metal San. ve Tic. A. Ş.'den tedarik edilen 30 mm çapında ASTM standart numarası B348 olan Ti6Al4V titanyum alaşımı silindirik çubuklar kullanılmıştır. Ti6Al4V titanyum alaşımının kimyasal bileşimi ve mekanik özellikleri sırasıyla Tablo 1 ve 2'de verişmiştir.

Tablo 1. Ti6Al4V titanyum alaşımının kimyasal bileşimi.

Al, %	V, %	Fe,%	C, %	N, %	H, %	O, %	Ti, %
6,09	3,91	0,13	0,02	0,01	0,001	0,09	Kalan

Tablo 2. Ti6Al4V titanyum alaşımının mekanik özellikleri.

Çekme Dayanımı, MPa	Akma Dayanımı, MPa	Sertlik, HV	Uzama, %
992	935	310	21

Ti6Al4V parçaların frezeleme işlemi, AGMA VMC Serisi, VMC-115, X, Y ve Z eksenli, FANUC Serisi 18i-MB kontrolörlü 1-10,000 mm/dak kesme ilerlemesine sahip dik işleme tezgâhında yapılmıştır. Frezeleme işleminde; APXT-1003-PDR freze ucu kullanılmıştır. Freze yönteminde yapılan işlenebilirlik incelemelerinde kesme hızları 50 ve 100 m/dak, ilerlemesi hızı 0,25 mm/dev ve kesme derinliği 0,4 mm olarak belirlenmiştir. Her bir frezeleme işlemi iki parçanın üç tarafı işlenerek gerçekleştirilmiştir. Frezeleme işlemleri kuru ve kesme sıvısı kullanılarak yapılmıştır. Frezeleme işlemlerinde soğutucu sıvı olarak (%5) ESTRA 320 mikro emülsiyon metal işleme sıvısı ve %95 su karışımı kullanılmıştır.

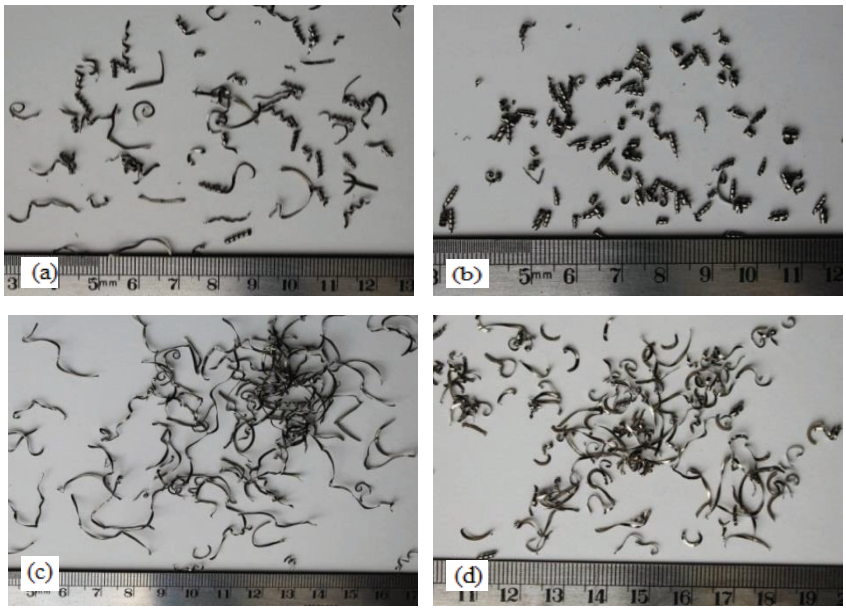
Frezeleme işlemi sonucu elde edilen talaş morfolojilerinin fotoğrafları Canon marka EOS 1300D model 18-55MM DC-III fotoğraf makinesi kullanılarak çekilmiştir. Talaş morfolojileri, kesme hızına ve soğutma ortamına göre gruplandırılmıştır. İşlenmiş numunelerin yüzey pürüzlülük ölçümleri, Mitutoyo marka Surftest SJ-210 model cihazda "Surface Roughnees Tester SJ-210/310/410" programı kullanılarak tespit edilmiştir. Numune yüzeylerinde; profil sapmalarının aritmetik ortalaması (Ra) değerleri ölçülmüştür. Freze uçların aşınan yüzeylerinin ve işlem sonrası parça yüzeylerinin görüntü analizleri, JEOL™ JCM-6000 Benchtop model Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile yapılmıştır. Kesici uçların aşınan kısımlarını daha iyi görüntülemek için uçlar numune tutuculara dik bir konumda yerleştirilmiştir. İşlenen parçalardan alınan örnekler ve kesici uçlar çift taraflı karbon bant kullanılarak numune tutuculara sabitlenmiştir. SEM görüntüleri farklı büyütme oranları ile gerçekleştirilmiştir. Takım ömrü belirlenirken aşınma kriteri olarak; kesici uçta oluşan ortalama serbest yüzey aşınmasının 200 µm'den fazla olması, kesici uçta herhangi bir kopma veya kırılma gerçekleşmesi durumu ele alınmıştır. Bu aşamalardan sonra kesme işlemine devam edilmemiş sonlandırılmıştır.

2. Deneysel Sonuçlar ve Tartışma

2.1. Talaş Morfolojileri

Talaş morfolojisi; kesme kuvvetleri, yüzey pürüzlülüğü, titreşim ve BUE (Build Up Edge) oluşumu gibi işlenebilirlik parametreleri hakkında önemli bilgiler vermektedir (Demir vd.,

2019; Yılmaz ve Güllü, 2020). Şekil 1(a) ve (b)'de sırasıyla kuru ve kesme sıvısı kullanılarak 50 m/dak kesme hızıyla freze ile işleme sonrası elde edilen talaş formları verilmektedir. Şekil 1(c) ve (d)'de sırasıyla kuru ve kesme sıvısı kullanılarak 100 m/dak kesme hızıyla freze ile işleme sonrası elde edilen talaş formları verilmiştir. Görüntüsü alınan talaşların tamamı son parçanın frezeleme işleminden sonra elde edilmiştir.

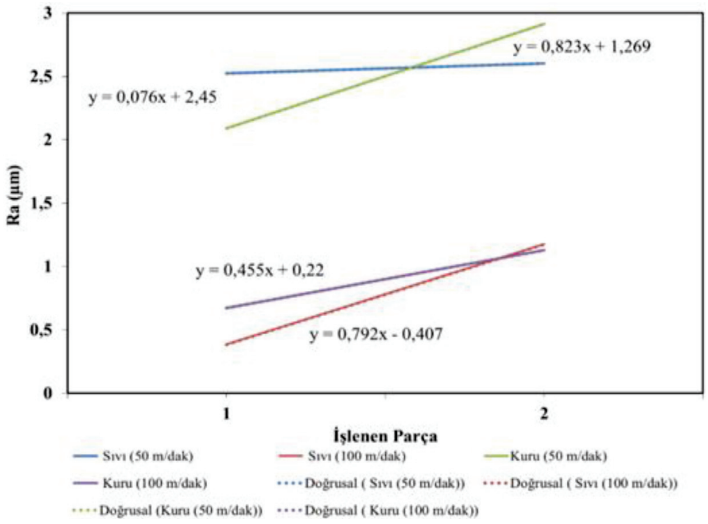


Şekil 1: 50 m/dak kesme hızında (a) kuru ortamda, (b) kesme sıvısıyla; 100 m/dak kesme hızında (c) kuru ortamda ve (d) kesme sıvısıyla frezeleme sonrası talaş formları

Şekil 1'de 50 m/dak kesme hızıyla freze ile işleme sonrası elde edilen talaş formları incelendiğinde; (a)kuru işlemede kısa helisel, kısa boru ve kısa virgül şeklinde talaş oluşumları, (b)'de kesme sıvısı ile işlemede ise sadece kısa helisel talaş oluşumu gözlenmiştir. Kuru işlemede talaş kırılmaları düzgün olmasına rağmen düzensiz ve farklı formlarda talaşlar oluşmuştur. Kesme sıvısı ile işlemede daha stabil bir durum gözlenmiş ve tek tip talaş formu oluşmuştur. Şekil 1'de 100 m/dak kesme hızıyla freze ile işleme sonrası elde edilen talaş formları incelendiğinde (c)kuru işlemede karmaşık uzun spiral talaş oluşumu, (d)'de kesme sıvısı ile işlemede ise daha homojen ve kısa spiral talaş oluşumu gözlenmiştir. Kara vd. (2010) yaptıkları çalışmada, kesme hızının talaş formları üzerine oldukça belirleyici olduğunu ve artan kesme hızıyla beraber birincil deformasyon bölgesindeki şekil değiştirme hızının da arttığını belirtmişlerdir. Literatürde şerit, dolaşık ve burgu şekilli talaş formları işlenebilirliği zor, kabul edilemez talaşlar olarak değerlendirilirken, kısa veya uzun şekilli helisel talaş formları kabul edilebilir olarak değerlendirilmektedir (Akyol, 2007). Bu çalışmada her iki durumda da kabul edilebilir talaş formları oluşumu ve talaş kırılmaları düzgün bir şekilde gerçekleşmiştir. Şekil 1'de ki görüntülere talaş rengi açışından bakıldığında 50 m/dak kesme hızıyla frezelemede talaş rengi daha koyu, 100 m/dak kesme hızıyla frezelemeden elde edilen talaşlar daha açık renktedir. Genel olarak kesme hızının, kesme ortamından talaş formu üzerine daha belirleyici etkisinin olduğunu söyleyebiliriz.

2.2. Yüzey Pürüzlülük Değerleri

Talaşlı imalatta yüzey pürüzlülüğü, kalite kriterleri arasında önemli bir yeri vardır. İmalatçı ürettiği üründe minimum seviyede yüzey pürüzlülüğe ulaşmayı hedefler. İyi bir yüzey kalitesi ve boyutsal tamlık kesme parametrelerini seçiminde optimizasyon imalatta kalite ve planlı bir prosesin oluşturulması bakımından önemlidir (Memiş, 2015). Değişen kesme koşullarına ve kesme hızına göre işlenen yüzeylerdeki pürüzlülük değerlerinin değişimi Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2: 50 ve 100 m/dak kesme hızı ile kuru ve sıvı ortamda freze ile işlenen parça sayısına göre ortalama yüzey pürüzlülüğü değişimleri

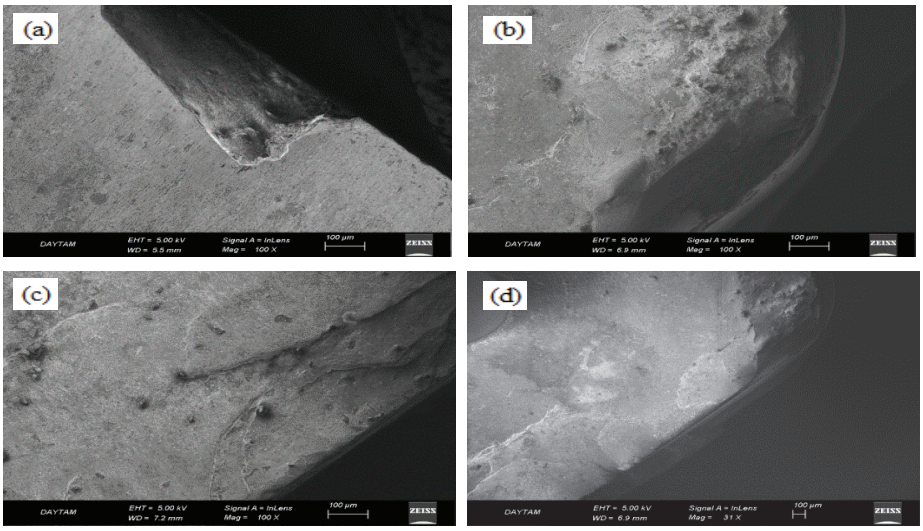
Şekil 2 değerlendirildiğinde kuru ve kesme sıvısı ile işlemede işlenen parça sayısının artması ile yüzey pürüzlülük değerinin arttığı, ancak 50 m/dak kesme hızında kesme sıvısı ile işlemede kayda değer bir değişim olmadığı görülmüştür. Kuru ve kesme sıvısı kullanılarak 50 m/dak kesme hızı ile frezeleme işlemi sonrası Ti6Al4V alaşımı parçaların yüzey pürüzlülük değerleri 100 m/dak kesme hızı ile frezelemeden daha yüksektir. Her iki kesme hızında da kesme sıvısı ile işlemede yüzey pürüzlülük değerleri daha düşüktür. Kumar ve Thirumuruga (2012) yaptıkları çalışmada, soğutma sıvısı ile Ti6Al4V alaşımının frezelenmesinde yüzey pürüzlülüğünün kesme hızı arttıkça azaldığını belirtmişlerdir. Soğutma sıvısı ile kesme yüzeyinde oluşan ısının dağılması ile işlenen malzeme yüzeyinin sertlik değerinin değişmemesi sağlanarak talaş yapışmalarının önüne geçilmiş ve yüzey kalitesi arttırıldığını rapor etmişlerdir. Sonuç olarak frezeleme işleminde kesme hızının artmasıyla, yüzey pürüzlülük değeri azalmış ve kesme ortamının kurudan sıvıya geçmesi ile de yüzey özelliği iyileşmiştir.

2.3. SEM Analizleri

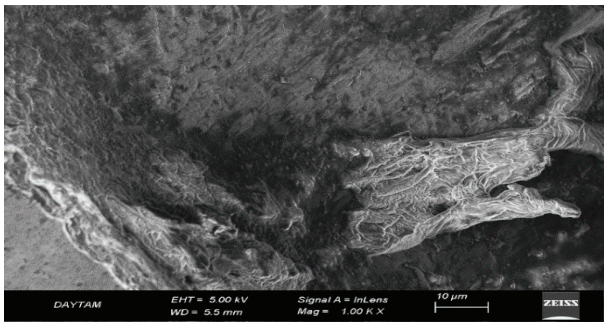
2.*3.1. Kesici uçlarının SEM görüntüleri*

Takım aşınması; işleme tipi, malzeme türüne göre uygun işleme şartının belirlenmesi, doğru takım sınıfının belirlenmesinde optimize edilmiş bir verimlilik ve işleme operasyonunu değerlendirmek için önemli unsurlar arasında yer alır. Şekil 3'te (a) ve (b) de sırasıyla kuru ve kesme sıvısı kullanılarak 50 m/dak kesme hızıyla; Şekil 3(c) ve (d)'de

sırasıyla kuru ve kesme sıvısı kullanılarak 100 m/dak kesme hızıyla frezeleme sonrası kesici uçta meydana gelen aşınmaların SEM görüntüleri verilmiştir. Kuru ortamda 50 m/dak kesme hızı ile frezeleme sonrası kesici uçta meydana gelen aşınmada oluşan kırık bölgeden alınan SEM görüntüsü Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 3: 50 m/dak kesme hızında (a) kuru ortamda ve (b) kesme sıvısıyla; 100 m/dak kesme hızında (c)kuru ortamda ve (d) kesme sıvısıyla frezeleme sonrası kesici uçların SEM görüntüleri.



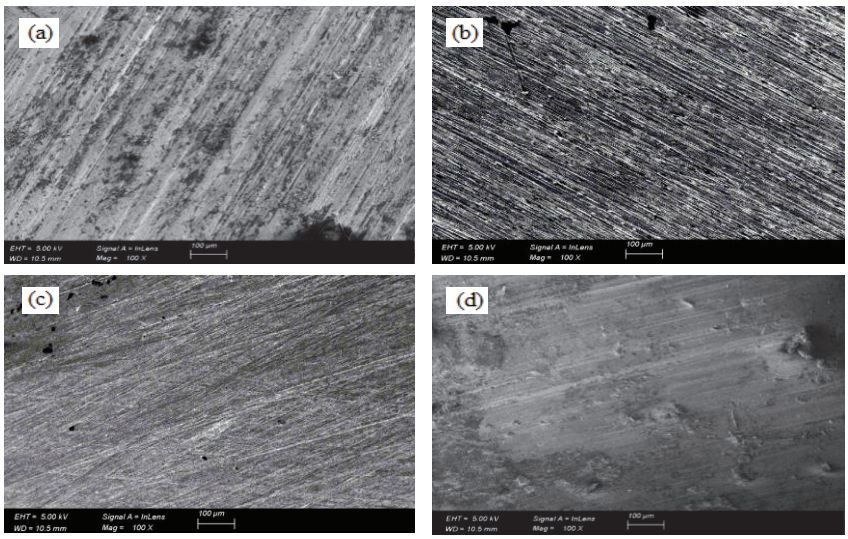
Şekil 4: 50 m/dak kesme hızında kuru ortamda yapılan frezeleme sonrası kesici uçta oluşan kırık bölgenin SEM görüntüsü.

Şekil 3(a) ve (b)'de 50 m/dak kesme hızı ile sırasıyla kuru ve kesme sıvısı kullanılarak frezeleme sonrası kesici uçlar incelendiğinde kuru kesmede kesici uçta kırılma olduğu, kesme sıvısı kullanımında ise yan yüzeyde aşınma olduğu gözlemlenmiştir. Kırılmaya kuru şartlarda oluşan karmaşık formlarda talaş oluşumları da sebep olabilir. Özellikle kuru kesmede talaş bölgesindeki sıcaklık ve titreşimin artması, kesici uç ve iş parçası arasındaki aşınmayı hızlandırarak kırılmaya sebep olabilir. Şekil 4'te kuru ortamda 50 m/dak kesme hızı ile frezeleme sonrası kesici takımın uç bölgesinde meydana gelen kırılmanın daha net görüntüsü incelendiğinde kuru kesme şartı altında gerçekleşen plastik deformasyonun sebep olduğu görülmektedir. Kesici takımdan sıcaklık etkisi ile parça kopması çentik aşınması olarak da nitelendirilebilir. Kırılma detayının verildiği alanda sıcaklık farkından kaynaklanan termal çatlaklar da görülmektedir. Şekil 3(c) ve (d)'de 100 m/dak kesme hızı ile sırasıyla kuru ve kesme sıvısı kullanılarak frezeleme sonrası kesici uçlar incelendiğinde aşınmaların kesici uç kenarının serbest yüzeyinde oluştuğu görülmektedir. Talaş çıkışında ve sonrasında asıl kesen yüzey ve yardımcı yan yüzey işlenen parça ile temas halindedir.

Bu aşınma şekli yaygın olan, normal sayılan ve emniyetli görülen bir aşınma türü olarak literatürde geçer (Sert, 2017). Bu sonuçlar değerlendirilecek olursa kesme sıvısı kullanıldığında kesici uç yüzeyine talaş yapışması önlenerek aşınmalar azaltılmıştır. Takım aşınmasının esas nedenin kesici uç ve işlenen parça arasındaki sürtünmeden kaynaklandığı ve sürtünme kaynaklı ısının ise aşınmayı hızlandırıcı etkisi vardır (Ensarioğlu ve Açkır, 2005). Bu çalışmada da kesme sıvısı kullanımı ile sürtünmeden kaynaklı olumsuz etkiler ortadan kaldırılmıştır. Artan ilerleme hızı ile aşınma azalmıştır. Buna istinaden frezelemede artan ilerleme hızı ile yüzey pürüzlülük değeri azalmıştır. Elde edilen sonuçlar birbirini desteklemektedir.

2.3.2. İşlenen yüzeylerin SEM görüntüleri

İşlenen yüzeylerin yüzey kalitesi işleme parametreleri ile belirlenmektedir. Kesici takım performanslarının değerlendirilmesi, talaşlı imalat sonrası işlenmiş yüzeyler görüntülenerek de sıklıkla yapılmaktadır. Şekil 5 (a) ve (b)'de sırasıyla kuru ve kesme sıvısı kullanılarak 50 m/dak kesme hızı ile frezeleme sonrası aşınan yüzeylerin, Şekil 5(c) ve (d)'de sırasıyla kuru ve kesme sıvısı kullanılarak 100 m/dak kesme hızı ile frezeleme sonrası aşınan yüzeylerin SEM görüntüleri verilmiştir.

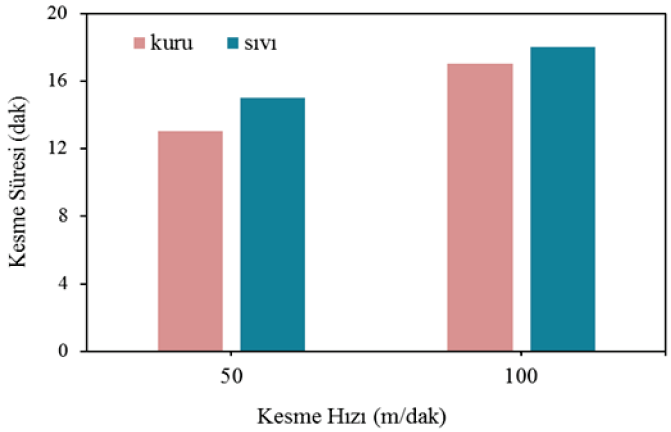


Şekil 5: 50 m/dak kesme hızında (a)kuru ortamda ve (b)kesme sıvısıyla; 100 m/dak kesme hızında (c)kuru ortamda ve (d) kesme sıvısıyla frezelemede aşınan yüzeylerin SEM görüntüleri.

Şekil 5'te kuru ve kesme sıvısı kullanılarak 50 m/dak ve 100 m/dak kesme hızları ile frezeleme sonrası aşınan yüzeylerin görüntüleri incelendiğinde artan kesme hızı ile yüzeysel aşınmanın azaldığı görülmektedir. Kuru ortamda işleme sonucu elde edilen yüzeylerin sıvı ortamda işlenen yüzeylere göre her iki kesme hızında da bozulduğu belirlenmiştir. Azalan kesme hızı ve kuru kesme ortamına geçişle işlenen yüzeyin bütünlüğü bozulmuş, aşınma izleri daha da belirginleşmiştir. Sonuçlar yüzey pürüzlülük değerleri ile uyum içerisindedir. Kuru işlemelerde deformasyon sonucu oluşan ilerleme veya besleme çizgilerinin arasındaki tepeler net bir şekilde ortaya çıkmakta ve artan kesme hızı ile azalmaktadır. Her iki kesme hızında da freze ile işlenmiş yüzeye yapışmış malzeme kalıntıları görülmektedir. Sonuç olarak; hem kesme hızının hem de kesme ortamının işlenen parçanın yüzey kalitesi üzerine etkisi vardır. Bu çalışmada kesme hızının etkisi, keme ortamına göre daha baskındır.

2.4. Takım Ömrü

Kesici takım ömrü imalat maliyeti, iş parçası yüzey pürüzlülüğü ve kesme kuvvetini doğrudan etkilemektedir. Takım ömrü, verimlilik artışı nedeniyle en önemli ekonomiklik faktörlerinden birisidir (Gill vd., 2009). Şekil 6'da Ti6Al4V alaşımının frezeleme sonrası kesme hızına ve soğutma ortamına göre, kesici ucun aşınma sürelerinin grafik görüntüsü ile verilmiştir.



Şekil 6: Kesme hızına göre, kuru ve kesme sıvısı ortamlarında frezeleme sonrası kesici uçların aşınma süreleri.

Şekil 6'da verilen frezeleme sonrası kesme hızına ve soğutma ortamına göre kesici freze ucunun aşınma süreleri incelendiğinde 50 m/dak ve 100 m/dak kesme hızlarında kesme sıvısı ile işlemede freze uçları ömürlerinin kuru işlemeye göre daha uzun olduğu görülmektedir. Kesme sıvısı kullanımını kuru ortam ile kıyasladığımızda 50 m/dak kesme hızında freze ucunda %13,34 artış tespit edilirken bu oran 100 m/dak kesme hızında %5,56 olarak tespit edilmiştir. Artan kesme hızı ile her iki kesme ortamında da kesici uç ömrünün arttığı tespit edilmiştir. Kuru ortamda frezelemede kesme hızının 50 m/dak'dan 100 m/dak'ya çıkarılmasıyla kesici uç ömründe %23,53 artış olmuştur. Sıvı ortamda frezelemede ise kesme hızının 50 m/dak'dan 100 m/dak'ya çıkarılmasıyla kesici uç ömründe %16,67 artış tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar frezeleme sonucu elde edilen yüzey pürüzlülük, takım aşınması ve işlenen yüzeyin aşınma sonuçları ile uyum içindedir. Sonuç olarak frezeleme işleminde kesme sıvısı kullanımının ve kesme hızının artmasının kesici uç ömrü üzerine olumlu etkisi olmuştur. Frezeleme işlemi tornalama ve delme işlemlerinden farklı olarak, kesici takımın ömrü kesici ucun iş parçasına defalarca temasından dolayı uçta oluşan deformasyon, çatlak ve kırıklara bağlıdır (Aykut vd., 2007). Bu çalışmada frezeleme işlemi sonrası 50 m/dak ve 100 m/dak kesme hızlarında kesme sıvısı ile işlemede kesici uçların ömürleri kuru işlemeye göre daha yüksektir. Muthukrishnan ve Davim (2011) Ti6Al4V titanyum alaşımının işlenebilirliği üzerine yaptıkları çalışmada, takım ömrünün kesme sıvısı ile yaklaşık olarak %30 arttığını tespit etmişlerdir. Artan kesme hızı ile her iki kesme ortamında da kesici uç ömrünün arttığı tespit edilmiştir.

3. Genel Sonuçlar

Ti6Al4V titanyum alaşımı parçaların frezelenmesinde farklı kesme hızları ve soğutma ortamları kullanılarak işlem sonucu çıkan talaşların morfolojileri, işlenen parçaların yüzey pürüzlülükleri, kesici uçların aşınma mekanizmaları, işlenen yüzeylerin görüntüleri ve kesici takım ömürlerinin incelenmesi sonucu elde edilen genel sonuçlar aşağıda verilmiştir**:**

- Frezeleme işleminde talaş formu üzerine, kesme hızının etkisi kesme ortamından daha belirgindir. 50 m/dak kesme hızıyla kuru işlemede kısa helisel, kısa boru ve kısa virgül şeklinde talaşlar; kesme sıvısı ile işlemede kısa helisel talaş oluşumu gözlenmiştir. 100 m/dak kesme hızıyla kuru işlemede karmaşık uzun spiral talaş, kesme sıvısı ile işlemede ise daha homojen ve kısa spiral talaş oluşumu gözlenmiştir.
- Frezeleme işleminde kesme hızının artmasıyla, yüzey pürüzlülük değeri azalmış ve kesme ortamının kurudan sıvıya geçmesi ile de yüzey özelliği iyileşmiştir.
- Frezeleme işleminde, kesme sıvısı kullanımı ile sürtünmeden kaynaklı olumsuz etkiler ortadan kaldırılmıştır. Artan ilerleme hızı ile kesici uç aşınması azalmıştır. Kuru ortamda 50 m/dak kesme hızı ile frezeleme sonrası kesici takımın uç bölgesinde kırılma oluşmuştur. Kuru ve kesme sıvısı kullanılarak 100 m/dak kesme hızı ile frezelemede aşınmaların kesici kenarın serbest yüzeyinde oluştuğu belirlenmiştir.
- Frezeleme işleminde kuru ortamda işleme sonucu elde edilen yüzeylerin sıvı ortamda işlenen yüzeylere göre tüm kesme hızlarında bozulduğu belirlenmiştir. Azalan kesme hızı ve kuru kesme ortamına geçişle işlenen yüzeyin bütünlüğü bozulmuş, aşınma izleri daha belirginleşmiştir. Kuru işlemelerde deformasyon sonucu oluşan ilerleme veya besleme çizgilerinin arasındaki tepeler net bir şekilde ortaya çıkmış ve artan kesme hızı ile azalmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje numarası: FYL-2021-35633.

Bu çalışmaların yapılabilmesi için her türlü yardımı, desteği ve çalışma ortamını sağlayan Bor Kesici Takım ve Mak. San. Tic. Ltd. Şti. Müdürü Sayın Tarkan YAZICI'ya ve şirket çalışanlarına teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynakça

Akyol, S. (2007). Ti6Al4V titanyum alaşımının işlenebilirliğinin ısıl işlem yardımıyla arttırılması. Doktora tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Amin, A. K. M. N., Ismail, A. F. & Nor Khairusshima, M. K. (2007) Effectiveness of uncoated WC-Co and PCD inserts in end milling of titanium alloy Ti-6Al-4V. Journal of Materials Processing Technology, 192-193, 147-158.

Aykut, Ş., Bagci, E., Kentli, A. & Yazıcıoğlu, O. (2007). Experimental observation of tool wear, cutting forces and chip morpgology in face milling of cobalt based süper-alloy with physical vapour deposition coated and uncoated tool. Materials & Design, 28, 1880-1888.

Beköz Üllen, N., Hasak, S. M. A. & Dirikolu, M. (2017). The effect on chip morphology of cutting parameters in the machining of sintered parts. 8th İnternational Advanced Technology Symposium, IATS 2017, 19-22 October, 212-217, Elazığı, Turkey.

Davim, J. P. (2010). Surface integrity in machining (Vol. 1848828742). London: Springer.

Demir, H, Ulaş, H. & Bınalı, R. (2018). Toolox 44 malzemesinde talaş kaldırma miktarının yüzey pürüzlülüğü ve takım aşınması üzerindeki etkilerinin incelenmesi. Teknolojik Uygulamalı Bilimler, 13 (1), 19-28.

Ensarioğlu, C. & Çakır, M. C. (2005). Titanyum ve alaşımlarının işlenebilirlik etüdü, Bölüm I. Mühendis ve Makina, 46 (546), 36-46.

Gill, S. S., Singh, R., Singh, H. & Singh, J. (2009). Wear behaviour of cryogenically treated tungsten carbide inserts under dry and wet turning conditions. International Journal of Machine Tools & Manufacture, 49, 256–260.

Groover, M.P. (2010). Fundamentals of modern manufacturing: materials, processes, and systems; 4th edn; John Wiley & Sons: New York, 585.

Gültekin, U. Z. U. N., Yaşar, S. A., & Korkut, İ. (2017). Ti-6Al-4V alaşımının delinmesinde kesme parametrelerinin kesme kuvvetlerine ve delik kalitesine etkisinin incelenmesi. Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi, 7(2), 469-475.

Hasak, S. M. A. (2018). Cu-Ni-Mo alaşımlı demir toz metal malzemesinin işlenebilirlik performansının incelenmesi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Jahedi, M., Zahiri, S., Gulizia, S., Tiganis, B., Tang, C. & Fraser, D. (2009). Direct manufacturing of titanium parts by cold spray. Material Science Forum, 618–619, 505–508.

Kara, F., Aslantaş, K. & Çiçek, A. (2010). Ortogonal kesme işleminde kaplama malzemesinin talaş morfolojisi üzerinde etkisinin araştırılması. 2. Uluslararası Tasarım ve İmalat Analiz Kongresi, 11-12 Kasım Balıkesir Türkiye, 95-104.

Kumar, J. P. & Thirumurugan, K. (2012). Optimization of machining parameters for milling titanium using taguchi. International Journal of Advanced Engineering Technology, 3, 108-113.

Memiş, F. (2015). AISI 2205 (EN 1.4462) paslanmaz çeliğin CNC torna tezgâhında işlenmesinde yüzey pürüzlülüğü ve kesme kuvvetlerinin deneysel araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Muthukrishnan, N. & Davim, P. (2011). Influence of coolant in machinability of titanium alloy (Ti-6Al-4V). Journal of Surface Engineered Materials and Advanced Technology, 1, 9-14.

Pervaiz, S., Rashid, A., Deiab, I. & Nicolescu, M. (2014). Influence of tool materials on machinability of titanium-and nickel-based alloys: a review. Materials and Manufacturing Processes, 29 (3), 219-252.

Riahi, A. R., Jin, L., Farokhzadeh, K. & Edrisy, A. (2014). Investigations on the effects of multi-layered coated inserts in machining Ti-6Al-4V alloy with experiments and finite element simulations. Manufacturing Technology, 59, 77-82.

Safari, H., Sharif, S., Izman, S. & Jafari, H. (2015), Surface integrity characterization in high-speed dry end milling of Ti-6Al-4V titanium alloy. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 78 (1), 651-657.

Šalak, A., Selecká, M. & Danninger, H. (2005). Machinability of powder metallurgy steels. Cambridge Int Science Publishing, Cambridge UK, ISBN: 1-898326-82-7.

Sert, A. (2017). Ti6AI4V alaşımının buzul işlem uygulanmış WC-Co karbür takımlar ile talaşlı imalatının iyileştirilmesi. Doktora Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Sette, A. A. I. Diniz, A. E. & Pederiva, R. (2010). Vibration analysis of cutting force in titanium alloy milling. International Journal of Machine Tools and Manufacture, 50 (1), 65–74.

Sima, M. & Özel, T. (2010). Modified material constitutive models for serrated chip formation simulations and experimental validation in machining of titanium alloy Ti-6Al-4V. International Journal of Machine Tools & Manufacture, 50, 943-960.

Stephenson, D. A. & Agapiou, J. S. (2006). Metal Cutting Theory and Practise. CRC Pres, Boca Raton, Boca Raton.

Yılmaz, B. & Güllü, A. (2020). AISI 1050 çeliğin tornalanmasında kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü ve talaş oluşumu üzerine etkilerinin araştırılması. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 26 (4) , 628-633.