

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/366790927>

Experimental investigation of the effect of tool clamping length on tool wear, hole tolerances and temperature increase on the tool in drilling operation

Conference Paper · January 2023

CITATIONS

0

READS

21

2 authors:



Kemal Yaman

Ostim Technical University

49 PUBLICATIONS 158 CITATIONS

SEE PROFILE



Nuri Bıçakçı

The Scientific & Technological Research Council of Turkey

2 PUBLICATIONS 4 CITATIONS

SEE PROFILE

PROCEEDING BOOK

(Abstracts and Full-Text Papers)



4th INTERNATIONAL EURASIAN CONFERENCE ON **SCIENCE, ENGINEERING and TECHNOLOGY**

(EurasianSciEnTech 2022)

14 – 16 December 2022
Ankara / Turkey

ISBN 978-605-72134-1-9

EurasianSciEnTech 2022

www.eurasiansciencetech.org

4th International Eurasian Conference on
Science, Engineering and Technology
(EurasianSciEnTech 2022)

December 14-16, 2022 / Ankara, Turkey
www.EurasianSciEnTech.org

PROCEEDING BOOK
(Abstracts and Full-Text Papers)



Editor

Prof. Dr. Muhittin DOĞAN

Copyright © 2022

ISBN: 978-605-72134-1-9

Publication Date: December 2022

All rights reserved. The right to publish this book belongs to EurasianSciEnTech 2022. 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 permission. This Proceeding Book has been published as an electronic publication (e-book). Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Authors are responsible for the contents of their abstracts and full-text papers.

Congress Web Page

www.eurasiansciencetech.org

E-mail

info@eurasiansciencetech.org

➤ ORAL PRESENTATION

Delme işleminde takım bağlama boyunun takım aşınmasına, delik toleranslarına ve takım üzerinde oluşan sıcaklık artışına etkisinin deneysel olarak incelenmesi

Kemal Yaman^{1*} (ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3063-391X>), Nuri Bıçakçı²

¹OSTİM Teknik Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Endüstriyel Tasarım Bölümü, 06374, Ankara, Türkiye

²Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü, 06560, Ankara, Türkiye

*kemal.yaman@ostimteknik.edu.tr:

Özet

Bu deneysel çalışmada, Ti6Al4V titanyum alaşımının, farklı özellikteki dört tür matkapla kısa ve uzun bağlanarak delinmesi operasyonları incelendi. Matkaplar üzerinde oluşan aşınmanın takım bağlama boyuyla, sıcaklık artışıyla ve delik toleranslarıyla olan ilişkileri incelenmiştir. Bu amaçla, işleme deneylerinde takım olarak 8 mm çapında kaplamalı HSS matkap, kaplamalı karbür matkap ve kaplamalı kısa-uzun HSS matkap seçilmiştir. Kaplamalı HSS matkap için üç, kaplamalı karbür matkap için dört, kısa HSS matkap için beş ve uzun HSS matkap için dört delme operasyonu yapılarak en uygun kesme parametreleri ve delik sayıları belirlenmiştir. Delik çapları ile eş eksantriklikten, diklikten ve dairesellikten sapma değerleri CMM yardımıyla ölçülmüştür. Takımlardaki takım aşınma görüntüleri dijital mikroskop ile elde edilmiş, elde edilen bu bilgiler ışığında her bir tür takım için en uygun kesme parametreleri belirlenmiştir. Deneysel bulguların değerlendirilmesi sonucunda, kaplamalı karbür matkabın diğerlerine oranla en iyi sonuçları verdiği tespit edilmiştir. Ayrıca aynı kesme parametresinde kısa ve uzun HSS matkaplardaki takım aşınması, delik çapı ve geometrik tolerans ölçüm sonuçları ile termal kamera görüntüleri değerlendirildiğinde; takım aşınması ve takım ucunda oluşan sıcaklık değerinin uzun HSS matkapta daha düşük olduğu, delik çapı ölçü tamlığının ise kısa matkapta daha iyi olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ti6Al4V, delme, takım aşınması, delik çapı, geometrik tolerans.

Experimental investigation of the effect of tool clamping length on tool wear, hole tolerances and temperature increase on the tool in drilling operation

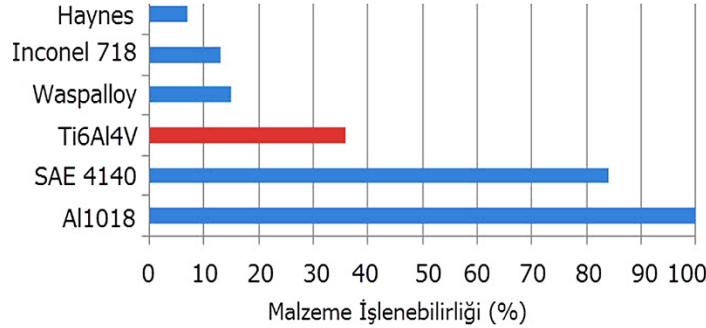
Abstract

In this experimental study, drilling operations of Ti6Al4V titanium alloy were investigated using four types of drills with different properties. The relations of the wear on the drills with the tool clamping length, temperature increase and hole tolerances were deduced. For this purpose, 8 mm diameter coated HSS drill, coated carbide drill and coated short-long HSS drill were selected as a toolset in machining experiments. Three drilling operations for coated HSS drills, four drilling operations for coated carbide drills, five drilling operations for short HSS drills and four drilling operations for long HSS drills were performed to determine the optimum cutting parameters and hole numbers. Hole diameters and deviations from coaxiality, perpendicularity and circularity were measured with the help of CMM. Tool wear images on the tools were obtained with a digital microscope, and the most suitable cutting parameters for each type of tool were determined in line with the obtained data. As a result of the evaluation of the experimental findings, it was determined that the coated carbide drill gave the best results compared to the others. In addition, when the tool wear, hole diameter and geometric tolerance measurement results and thermal camera images in short and long HSS drills are evaluated in the same cutting parameter; It has been determined that the tool wear and the temperature value at the tooltip are lower in the long HSS drill, and the accuracy of the hole diameter measurement is better in the short drill.

Keywords: Ti6Al4V, drilling, tool wear, hole diameter, geometric tolerance.

GİRİŞ

Titanyum alaşımları havacılık ve biyomedikal endüstrisinde olağanüstü dayanım-hafiflik oranı, insan dokularına uygunluğu ve üstün korozyon direnci avantajları nedeniyle çok tercih edilmektedir. Öte yandan titanyumun elde edilebilirliği, ham malzeme maliyetler ve işlenebilirliğinin düşük olması kullanımını kısıtlamaktadır. Titanyum ile alüminyum alaşımlarının işlenebilirlikleri arasında alüminyum lehine ciddi bir avantaj göze çarpmaktadır. Şekil 1’de titanyum alaşımı (Ti6Al4V) ile diğer bazı malzemelerin işlenebilirlikleri gösterilmiştir. Titanyum alaşımları literatürde çoğunlukla işlenebilirliği zor malzemeler olarak sınıflandırılmaktadır (Ousthuizen ve ark., 2010).



Şekil 1. Bazı popüler malzemelerin işlenebilirliklerinin karşılaştırılması (Ousthuizen ve ark., 2010)

Bugün bilinen periyodik sistemin tüm 112 kimyasal elementleri arasında %85’i metal veya metale benzer cisimlerden (metaloidler) oluşmaktadır. Bu tür demir veya demir dışı metalleri külçe veya sinterlenmiş metaller, hafif veya ağır metaller gibi sınıflandırmak mümkündür. Titanyum bir demir dışı ve hafif metal olarak sınıflandırılır (Ousthuizen ve ark., 2010). 1950’li yılların başında geliştirilen Ti6Al4V ve Ti5Al2.5Sn piyasada en çok kullanılan titanyum alaşımlarıdır. Bu iki alaşım kullanılan tüm titanyum alaşımlarının yarısından daha fazla kullanılmaktadır (Leyens ve ark., 2003). Yüksek özgül mukavemeti, yüksek biyo-uyumluluğu ve iyi korozyon özelliğinden dolayı $\alpha+\beta$ alaşım grubu içerisinde yer alan Ti6Al4V uygulamalarda en çok tercih edilen titanyum alaşımıdır (ASM Committee, 1980).

Bunca üstün özelliğine rağmen Ti6Al4V işlenebilirliği en zor titanyum alaşımlarından biridir. Ti6Al4V titanyum alaşımının savunma, havacılık ve sağlık sektörlerinde giderek artan kullanım alanlarından dolayı üretim ve takım maliyetlerinin azaltılması giderek önem kazanmaktadır (Zhang ve ark., 2005). Bu çalışmada Ti6Al4V malzemesinin yüksek hız çeliği ve kaplamalı karbür matkaplarla delinmesinde uygun kesme parametrelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Literatürde bulunan benzer çalışmalardan bazıları özet olarak aşağıda verilmiştir:

Cantero ve arkadaşları, kuru kesme şartlarında Ti6Al4V’nin delinmesinde takım aşınması, delik kalitesi ve yüzey pürüzlülüğünü incelediler. Delik ölçümleri, yüzey pürüzlülüğü ve çapak kalınlığı bakımından değerlendirildiğinde, takım ömrü tamamlanmasına yakın bir ana kadar yüksek delik kalitesi elde edildiği rapor edilmiştir. Bununla birlikte, iş parçasının mikro sertlik ölçümleri ve SEM-EDS analizleri sonucunda, mekanik özelliklerin kaybolması ile ilgili önemli mikroyapı değişimlerinin olduğu görülmüştür (Cantero ve ark., 2005).

Zeilmann ve Weingaertner Ti6Al4V titanyum alaşımının, TiAlN, CrCN veya TiCN sert kaplamalarla kaplanmış ve kaplanmamış K10 kalitesinde karbür matkaplarla delinmesi sırasında oluşan sıcaklıkları analiz etmişlerdir. Çalışmanın temel amacı, minimum kesme sıvısı kullanmak suretiyle farklı kaplamalarla kaplanmış ve kaplanmamış takımlardaki sıcaklığın değerlendirilmesi olmuştur. Delme sırasında harici bir nozulla ve matkap içerisinden uygulanan minimum kesme sıvısı miktarının etkileri incelenmiştir. Takım içerisinden uygulanan minimum kesme sıvısı ile yapılan delme işlemindeki sıcaklık ölçümlerinin, harici bir nozuldan uygulanan minimum kesme sıvısı ile yapılan delme işlemdeki sıcaklık ölçümlerinden yaklaşık %50 daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Zeilmann ve ark., 2007).

Li ve Albaert, çalışmalarında yaygın olarak kullanılan Ti6Al4V alaşımının 9.92 mm çapında, 384 mm³/s talaş kaldırma oranıyla delinmesi sırasındaki sıcaklık ve gerilim dağılımlarını araştırmışlardır. Ters ısı transferi metodunu kullanan bir sonlu elemanlar ısıl modeli uygulanarak takım-talaş temas alanındaki ısı dağılımını ve kesme sıvısının konveksiyon ısı iletim katsayısı bulunmaya çalışılmıştır. Deneysel olarak ölçülen matkap sıcaklığı ile sayısal olarak tahmin edilen matkap sıcaklığını karşılaştırmak suretiyle, oldukça yüksek uyumlu bir ısıl model

geliştirdiler. Matkapta gerilim dağılımını çözümlmek için termo-mekanik sonlu elemanlar analizi uygulamışlardır. Model sonuçları, kesme sıvısı uygulamanın, matkabın kesici ve kanal kenarları çevresindeki sıcaklığı düşürmede önemli olduğunu göstermiştir (Li ve ark., 2007- *Li ve ark., 2007).

Sharif ve Rahim, kaplamasız WC/Co ile TiAlN-PVD kaplamalı karbür matkapların titanyum alaşımlarının delinebilirliği üzerindeki performansını araştırmışlardır. Soğutma sıvısı kullanılarak yapılan delme işleminde, kesme hızının takım aşınması, takım ömrü ve deliğin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi incelenmiştir. Hem kaplamalı hem de kaplamasız matkaplarda, takımın bozulmasına yol açan düzenli olmayan yanak aşınmasının baskın aşınma tipi olduğunu tespit etmişlerdir. Takım ömrü ve yüzey pürüzlülüğü bakımından TiAlN kaplamalı matkaplar, kaplamasız matkaplara göre daha iyi performans sergilemiştir. En düşük kesme hızında (25 m/dk) ve ilerlemede (0,06mm/dev) yirmi beşinci delik delindikten sonra, TiAlN kaplamalı matkap için kaydedilen en yüksek takım ömrü 7.8 dakika olarak bulunmuştur. Kaplamasız karbür matkabın kesici kenarının hızlı aşınmasından dolayı 25 m/dk ve üzeri kesme hızlarında Ti6Al4V delinmesi için kullanımının uygun olmadığı tespit edilmiştir (Sharif ve ark., 2007- Sharif ve ark., 2008).

Heinmann ve diğerleri, helisel matkaplar kullanarak derin ve küçük çaplı deliklerin delinmesinin en zor metal kesme operasyonlarından biri olduğunu ifade etmişlerdir. Yaptıkları çalışmada, soğutma sıvısı tipi ve uygulama usulünün 1.5 mm çapında kaplanmış ve kaplanmamış HSS matkapların takım ömrü üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Sade karbonlu çelik üzerinde ve matkap çapının 10 katı kadar derinlikte derin delme işlemi gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda soğutma sıvısına uygun bir alternatif olarak kuru işlemenin uygulanabilirliği de araştırılmıştır. Yapılan çalışma neticesinde, soğutma sıvısının sürekli uygulanması ile kesikli uygulaması karşılaştırıldığında, kesikli uygulamanın özellikle ısıya duyarlı matkaplarda takım ömründe önemli bir azalmaya neden olduğu görülmüştür. Yüksek soğutma kapasiteli düşük viskoziteli soğutma sıvısının takım ömrünün artmasında oldukça etkili olduğu tespit edilmiştir. Kuru kesme şartlarında yapılan deneylerde kullanılan matkapların çoğunda, hızlı bir takım aşınması olduğu ve buna bağlı olarak takım ömründe önemli ölçüde azalma olduğu gözlemlenmiştir (Heinemann ve ark., 2006).

Ezugwu ve arkadaşları, kübik bor nitrid (CBN) takımların, genellikle titanyum, nikel alaşımları ve sertleştirilmiş yüksek kromlu çelikler gibi sert alaşımların işlenmesinde kullanıldığını ve bu takımların, sahip oldukları yüksek ergime noktası ve sertliklerinden dolayı yüksek hızda işlemeyle ortaya çıkan ısı ve basınca kolaylıkla dayanabildiklerini belirtmişlerdir. Çalışmalarında farklı kalitelerdeki CBN takımların, çeşitli soğutma uygulamaları altında Ti6Al4V alaşımının 150, 200 ve 250 m/dak kesme hızlarında tornalanmasındaki performanslarını araştırmışlardır. Kesici takımların performansını belirlemek için takım aşınması, takım ömrü, kesme ve ilerleme kuvveti ile yüzey pürüzlülüğü dikkate alınmıştır. Ayrıca, 150 m/dk kesme hızında CBN takımlar ile kaplamasız sementit karbür takımlar karşılaştırılmıştır. Takım ömrü açısından, aynı kesme şartlarında kaplamasız sementit karbür takımlar, CBN takımlara göre daha iyi performans sergilediği rapor edilmiştir (Ezugwu ve ark., 2005).

Ünal ve Karaca ticari olarak temin edilmiş Ti6Al4V alaşımını bir CNC dik işlem merkezinde farklı işleme koşulları altında işlemişlerdir. Deneylerde, kesme hızı, ilerleme hızı ve talaş derinliği gibi parametreler değiştirilerek; parametrelerin yüzey pürüzlülüğü, talaş tipi ve yüzey mikro-sertliğine olan etkileri incelenmiştir. Deneyler sonucunda, kesme hızı ve ilerleme miktarının artmasıyla yüzey pürüzlülüğünün de arttığı tespit edilmiştir. Genel olarak sürekli sıvanmalı ve testere diş kesitli talaşların oluştuğu belirlenmiştir (Ünal ve ark., 2007). Benzer çalışmalar Taga ve arkadaşları tarafından yapılmış, bu çalışmada da temel olarak ilerleme hızının yüzey pürüzlülüğünde en etkin parametre olduğunu rapor etmişlerdir (Taga ve ark., 2016).

Hashmi ve Graham, delik delme operasyonları için en uygun kesme şartlarını (kesme hızı, ilerleme, vb.) bulanık mantık (*ing. Fuzzy logic*) yöntemini kullanarak tespit ettiler. Bu yöntemde; üç tip malzeme (orta karbonlu, düşük karbonlu ve imalat çeliği) değişik çap ve kalitedeki HSS matkaplar kullanılmıştır. Geliştirilen bulanık mantık, delinecek malzeme sertliği ile kesme hızı arasında kurulan ilişkiye yönelik çıkarımlar yaparak, bilinenden hareketle bilinmeyen tahmin etme şeklinde çalışmaktadır. Sistemin kullandığı ilk değerler; imalata yönelik hazırlanmış olan el kitaplarından derlenmiştir. Sistem üç farklı malzeme ve kullanılacak olan kesiciler için en uygun kesme hızı ve ilerleme değerlerini tahmin edebilmektedir. Sistem; sertliği artan malzeme için düşük kesme hızı ve ilerleme önerirken sertliği düşen malzeme için de yüksek kesme hızı ve ilerleme önermektedir (Hashmi ve ark., 2000).

Ti6Al4V malzemenin farklı kesme ve soğutma şartları altında, delik delme işlemi sonrasında oluşan çapak boyutu, yüzey pürüzlülüğü, kesme kuvveti ve kesme momentiyle olan ilişkisinin incelendiği bir başka çalışmada Perçin ve arkadaşları (Perçin ve ark., 2014) soğutma şeklinin delik çıkışında meydana gelen çapak oluşumunu

etkilemediğini ancak kriyojenik kesme işleminde daha az çapak oluştuğunu gözlemlemişlerdir. Delik yüzey kalitesi için boryağı kullanımı daha iyi sonuçlar vermiştir. Takım aşınması bakımından kriyojenik soğutmanın (*ing. MQL, Minimal Quantity of Lubricant*) daha iyi sonuçlar verdiği, takım köşe rayüsünün daha az büyüdüğü saptanmıştır.

Işık ve Kentli Ti6Al4V malzemenin delinmesi sırasında açığa çıkan ısının delme derinliği, ilerleme hızı ve iş mili devir hızıyla olan ilişkisini incelediler. Sıcaklık değişimini bir termal kamera vasıtasıyla takip ettiler. Kesme derinliği (*ing. depth of cut*), ilerleme (*ing. feed rate*) ve kesme hızı (*ing. spindle speed*) arttıkça sıcaklığın arttığını izlemişlerdir. Sıcaklık artışına en büyük katkının diğer parametrelere oranla kesme derinliği olduğu belirtilmiştir (Işık ve ark., 2014, Yesilkaya ve Yaman, 2019).

Sushinder ve diğerleri yaptıkları bir çalışmada Ti6Al4V delme operasyonunda itme kuvveti, tork ve talaş morfolojisini incelemişlerdir. Tungsten karbür matkap ile 0.15mm/dev sabit ilerleme hızı altında 19.40, 27.14, 43.41 ve 67.82 m/dk gibi farklı kesme hızlarında 8 mm kalınlığında plaka metal numuneler işlenmiştir. Düşük kesme hızlarında, kesme sırasında oluşan plastik deformasyona dirençten dolayı (çalışma sertleşmesi), yüksek itki kuvveti ve tork meydana geldiği ve çok segmentli talaş oluştuğu gözlemlenmiştir. Yüksek kesme hızlarında ise itki kuvveti ve torkun azaldığı ve kırık talaşın (*ing. discontinuous chip*) oluştuğu dolayısıyla işlenebilirliğin belirgin olarak arttığı gözlemlenmiştir (Sushinder ve ark., 2015).

MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada, ASTM B265 standardına uygun Ti6Al4V titanyum alaşımı kullanılmıştır. Deney numunesi olarak 302.5x154x25.4 mm boyutlarında dikdörtgen prizma şekilli iş parçaları kullanılmıştır. Deney numunesinin kimyasal bileşimi Tablo 1’de, mekanik özellikleri ise Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Deney numunesinin (Ti6Al4V) kimyasal bileşimi

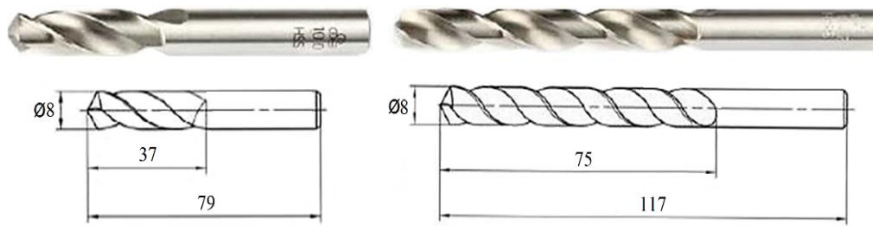
Element	İçerik (%)
Titanyum, Ti	87.6- 91
Alüminyum, Al	5.50- 6.75
Vanadyum, V	3.50- 4.50
Demir, Fe	≤ 0.40
Oksijen, O	≤ 0.20
Karbon, C	≤ 0.080
Nitrojen, N	≤ 0.050
Hidrojen, H	≤ 0.015

Delme deneyleri TÜBİTAK-SAGE mekanik üretim altyapısında yer alan Mass Tezsan / TMC V 750 dik işleme merkezinde yapılmıştır. Delme işlemi sonucunda yapılan ölçümler ise TÜBİTAK-SAGE boyutsal kalite kontrol laboratuvarında yer alan DEA PC-DMIS CMM tezgâhında yapılmıştır.

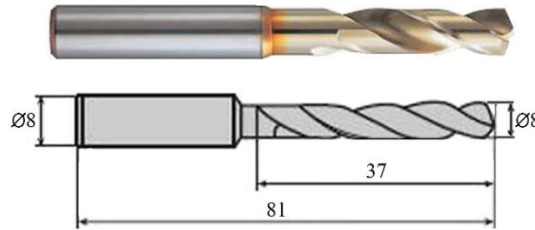
Tablo 2. Deney numunesinin (Ti6Al4V) mekanik özellikleri

Mekanik Özellikler	Değerler
Çekme Dayanımı	≥ 895 Mpa
Akma Dayanımı	≥ 828 Mpa
Poisson Oranı	0.31
Elastik Modülü	105-120 Gpa
Kayma Modülü	41-45 Gpa
% Uzama	≥ %10

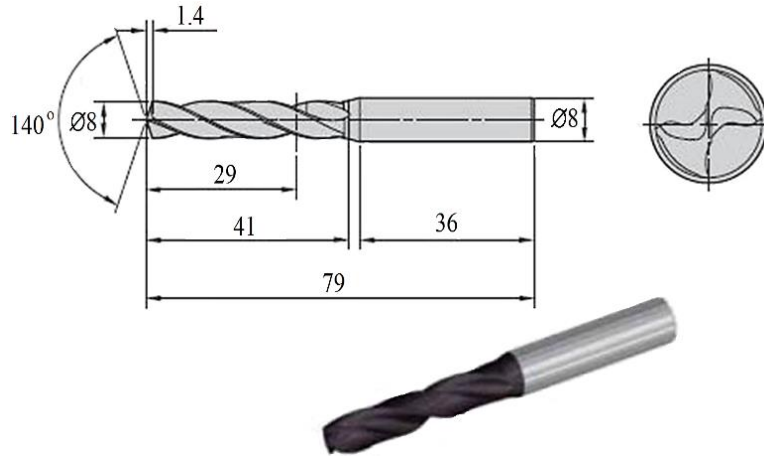
Kullanılan matkaplarda meydana gelen takım aşınması Dino-Lite marka dijital mikroskop ile incelenmiştir. Kısa ve uzun HSS matkaplarda oluşan sıcaklık değerleri ise FLUKE Ti25 marka termal kamera ile ölçülmüştür. Termal ölçümler sırasında kesme işlemi durulup takım iş parçasından yaklaşık 20 mm çıkarıldıktan sonra yaklaşık 1m mesafeden yapılmıştır. Termal ölçümlerin daha doğru ve aynı şartlarda olmasını sağlamak ve üzerindeki soğutma sıvısının tamamen akması için yaklaşık 2 dk beklenmiş ve daha sonra termal çekimler yapılmıştır. Ölçümler gerçek Deneylerde 8 mm çapında 4 çeşit takım kullanılmıştır. HSS olarak MTE marka B000078008000 (TS/ISO 235-DIN1897) ürün kodlu kaplamasız 118° uç açılı, kısa takım ve B00007200800 (TS/ISO 494-DIN340) ürün kodlu kaplamasız 118° uç açılı, uzun takım kullanılmıştır (Bkz. Şekil 2). Kaplamalı HSS olarak Nachi marka SGESS LIST7572P ürün kodlu 135° uç açılı Şekil 3’de gösterilen takım kullanılmıştır. Karbür olarak; Schwegler marka içten soğutmalı FA-0001858-Nr.010 ürün kodlu P20 ve K10 kalite sinterlenmiş takım malzemesinden üretilmiş, çok katmanlı kaplamalı (TiAlN + TiN), 140° uç açılı takım kullanılmıştır (Bkz. Şekil 4). Ayrıca KennaMetal marka B966A08000 (DIN6537) ürün kodlu P20 ve K20 kalite sinterlenmiş takım malzemesinden üretilmiş, çok katmanlı kaplamalı (TiAlN + TiN), 140° uç açılı takım kullanılmıştır. Takımlardan kısa olanlar 43 mm boydan bağlanırken uzun olan takım 76 mm boydan bağlanmıştır.



Şekil 2. MTE marka kaplamasız HSS matkaplar (Makine Takım Endüstrisi, 2013)



Şekil 3. Nachi marka kaplamalı HSS matkap (Nachi, 2012)



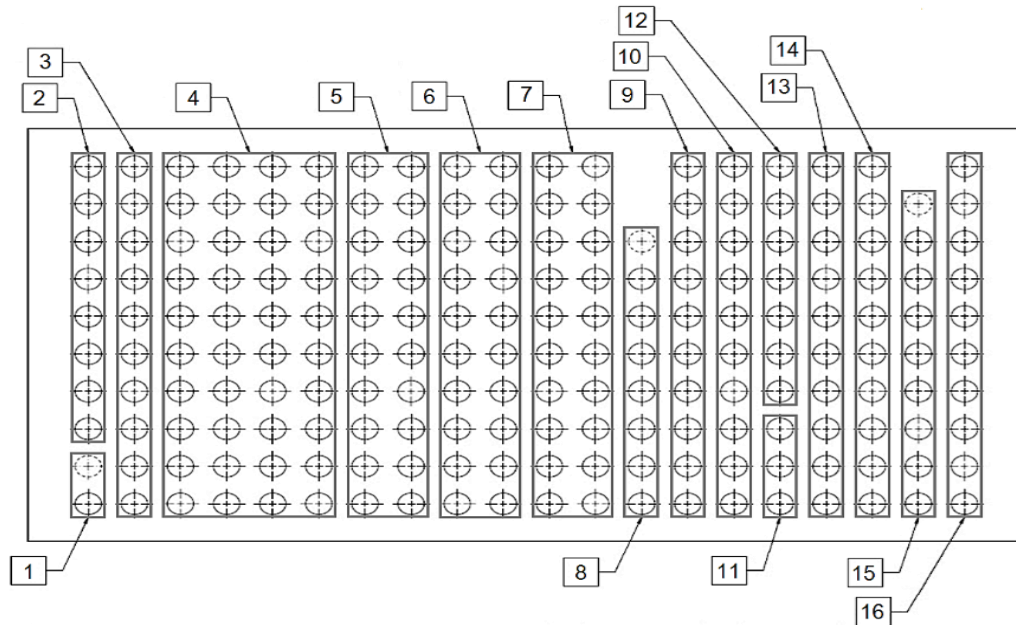
Şekil 4. Kenna-Metal marka kaplamalı karbür matkap (Kennametal, 2012)

Deneylerde kullanılan kesme parametreleri matkaplara göre Tablo 3’te gösterilmiştir. Burada uygulanan kesme ve ilerleme hızı değerleri başlangıçta katalogdan alınmış, daha sonra takım aşınması ve delik kalitesine bakılarak en iyi kesme parametresi belirlenmeye çalışılmıştır. Aynı matkap grubunda uygulanan delik sayısı da aynı tutulmuş,

sinterlenmiş karbür matkaplarda uygulanan delik sayısı çok tutularak çok delikte matkabın performansı da gözlenmiştir. Matkaplar iş parçası yüzeyinden sıfırlanarak, 28 mm mesafeye 1'er mm gagalama (*ing. peck drilling*) yöntemiyle delme işlemini gerçekleştirmiştir. Şekil 5'te ise kesme parametrelerinin uygulandığı delik grupları gösterilmektedir.

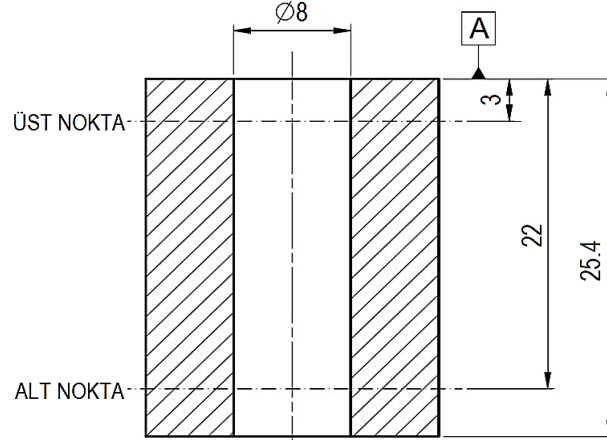
Tablo 3. Deneylerde kullanılan kesme parametreleri

Kesici Takım	Devir Sayısı (dev/dk)	Kesme Hızı (m/dk)	İlerleme Hızı (mm/dev)	Delinen Delik Sayısı (Adet)	Grup No
Kaplamalı HSS	900	22.6	0.04	2	1
	500	12.5	0.04	8	2
	500	12.5	0.06	10	3
Kaplamalı Karbür	700	17.5	0.08	40	4
	600	15.1	0.04	20	5
	600	15.1	0.05	20	6
	600	15.1	0.06	20	7
Kaplamasız Kısa HSS	400	10	0.037	7	8
	300	7.5	0.05	10	9
	300	7.5	0.065	10	10
	250	6.3	0.08	3	11
	300	7.5	0.08	7	12
Kaplamasız Uzun Karbür	350	8.8	0.04	10	13
	300	7.5	0.05	10	14
	300	7.5	0.065	8	15
	350	8.8	0.07	10	16



Şekil 5. Delik grupları

Delik delme işlemi sonucunda CMM tezgâhında deliklerin alt ve üst çap kontrolü, eş eksenlilikten sapma, diklikten sapma ile alt ve üst dairesellikten sapma kontrolleri yapılmıştır. Şekil 6’da alt ve üst çap ile dairesellikten sapma kontrollerinin yeri gösterilmektedir. A datumunun parça üstü olduğu kabul edilirse, A datumuna göre ölçüm mesafeleri verilmiştir.



Şekil 6. Delik kesiti ve kontrol noktası ölçüleri

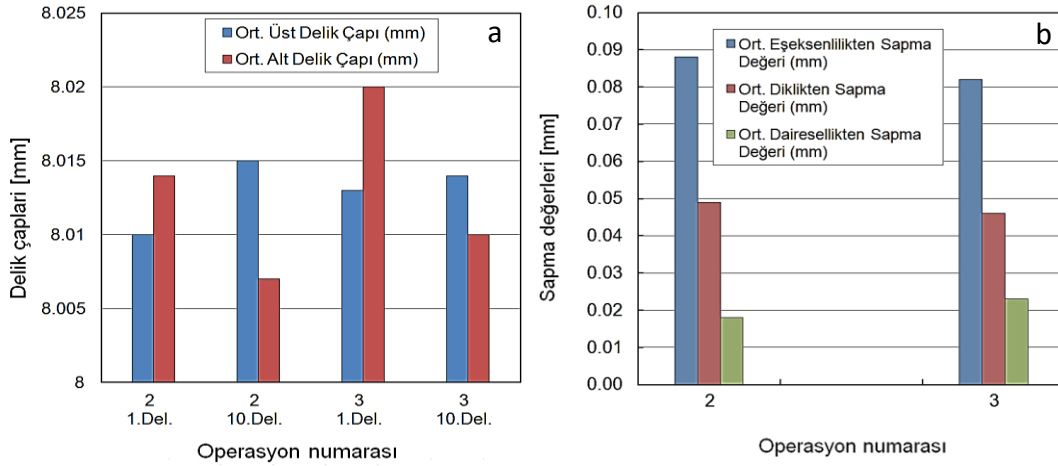
Delme deneylerinde kesme sıvısı olarak CIMCOOL Cimperial 806 yarı sentetik emülsiyon (%5) kullanılmıştır. Kesme sıvısı seçimi malzemenin cinsi ve takım kataloglarında yazan bilgiler dikkate alınarak seçilmiştir. Delme esnasında kesme sıvısı sürekli ve yaklaşık aynı basınçta uygulanmıştır.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

1.1. Takım Aşınmasının Boyutsal ve Geometrik Toleranslara Etkisi

1.1.1. Kaplamalı HSS takım

Kaplamalı HSS takım ile farklı kesme parametrelerinde 3 farklı delik delme deneyi uygulanmıştır. 1 numaralı deneyde katalogdan alınan değerler kullanılmış, 28 mm’lik delik delme mesafesine 14 mm mesafeyle 2 gagalama yapılarak delinmesi planlanmıştır. 22.6 m/dk kesme hızı, 900 dev/dk devir sayısı ve 0.04 mm/dev ilerleme hızında 10 adet delik delinmiş fakat 2. delikte malzeme matkaba sarmıştır. Gagalama miktarının az olması ve buna bağlı olarak matkabin uç kısmına yeterince kesme sıvısı ulaşamaması başarısızlığın sebebi olarak değerlendirilmiştir. 2 numaralı deneyde 1 numaralı deneyde kullanılan ilerleme hızı alınmış fakat kesme hızı ve buna bağlı olarak devir sayısı ile gagalama miktarı düşürülmüştür. 12.5 m/dk kesme hızı, 500 dev/dk devir sayısı ve 0.04 mm/dev ilerleme hızında 8 delik delme planlanmıştır. 8 delikte başarıyla delinmiştir. Takım ucunda yanma ve körelme gözlenmemiştir. 1. ve 8. delikte de alt ve üst çap arasındaki çap farkı 0.01 mm’den az ölçülmüştür. Eksenel sapma 0.088 mm ortalamasında, diklikten sapma ise 0.049 mm ortalamasında ölçülmüştür. 1. deliğin üst ve alt kısmında ölçülen dairesellikten sapma farkı 0.022 mm iken 8. delikte 0.013 mm ölçülmüştür. Çıkan sayısal değerler ve takım aşınması görüntüleri değerlendirildiğinde delik çapları Ø8.00–Ø8.02 mm aralığında, eşeksenlilik, diklik ve dairesellikten sapma değerleri ise 0.10 mm’nin altında olduğu görülmektedir. Bu değerler bu kesme parametrelerinin bu takım için oldukça iyi olduğunu göstermektedir.



Şekil 7. Kaplamalı HSS ile delinen deliklerin (a) ortalama üst ve alt delik çapları ve (b) ortalama eksenel sapma, diklikten sapma ve dairesellikten sapma değerleri

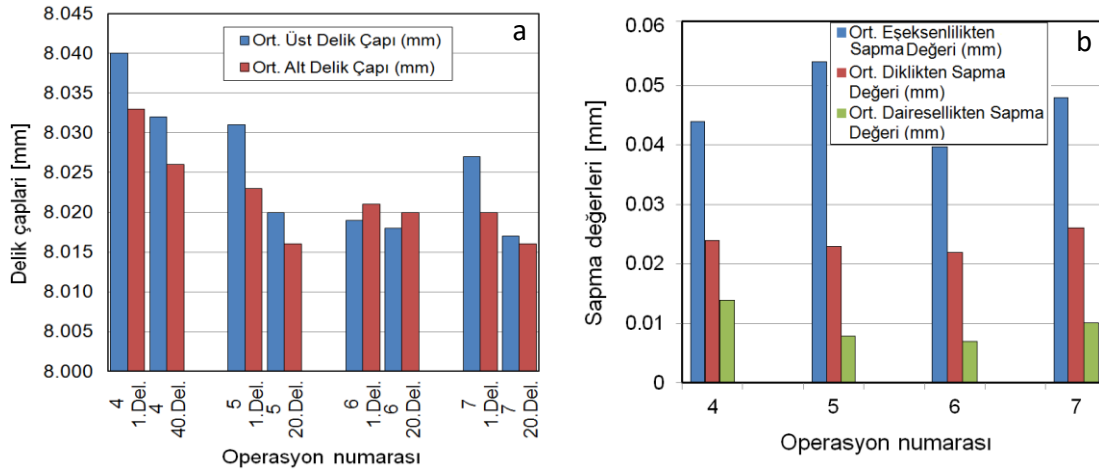
3 numaralı deneyde 2 numaralı deneyde kullanılan kesme hızı ve devir sayısı aynen alınmış, ilerleme hızı performansa bakmak açısından artırılmıştır. 12.5 m/dk kesme hızı, 500 dev/dk devir sayısı ve 0.06 mm/dev ilerleme hızında 10 delik delme planlanmıştır. 10 delikte başarıyla delinmiştir. Takım ucunda hafif aşınma gözlenmiştir. 1. ve 10. delikte de alt ve üst çap arasındaki çap farkı 0.01 mm'den az ölçülmüştür. Takım aşınmasından dolayı bazı deliklerde delik çapının Ø8 mm'nin altına düştüğü gözlenmiştir. Eksenel sapma 0.082 mm ortalamasında, diklikten sapma ise 0.046 mm ortalamasında ölçülmüştür. 1. deliğin üst ve alt kısmında ölçülen dairesellikten sapma farkı 0.028 mm iken 10. delikte 0.018 mm ölçülmüştür. Bu deneyde, 2 numaralı deneye göre kullanılan yüksek ilerleme hızı delik çaplarının ve dairesellikten sapma değerlerinin kötü çıkmasına neden olabileceği değerlendirilmiştir. Uygulanan deneylerde ortalama ilk ve son delik çaplarının ilişkisi Şekil 7a'da, ortalama eksenel sapma, diklikten sapma ve dairesellikten sapma değerlerinin ilişkisi ise Şekil 7b'de gösterilmiştir. Sonuç olarak; kaplamalı HSS takımlara Ti6Al4V titanyum alaşımının delinebilmesi için takım ucuna iyi soğutma sıvısının gönderilmesi, talaşın iyi atabilmesi ve gagalama değerinin düşük olması gerektiği anlaşılmıştır. 2 numaralı deneyde kullanılan kesme parametrelerinin bu takım için uygun olduğu söylenebilir.

Kaplamalı karbür takım

Kaplamalı karbür takım ile farklı kesme parametrelerinde 4 farklı delik delme deneyi gerçekleştirilmiştir. Bu deneylerde birbiri ile aynı özellikte 2 farklı karbür takım kullanılmıştır. 4 numaralı deneyde yüksek kesme ve ilerleme hızında delik delme performansına bakılmıştır. Takım içten soğutmalı olmasına rağmen tezgâhta içten soğutma özelliği olmadığı için bu özellik kullanılamamıştır. 17.5 m/dk kesme hızı, 700 dev/dk devir sayısı ve 0.08 mm/dev ilerleme hızında 40 adet delik delinmiştir. 40. delik sonunda takımın hafif aşınma görülmüştür. 1. delikte alt ve üst arasındaki çap farkı 0.007 mm iken, 40. delikte 0.006 mm ölçülmüştür. Eksenel sapma 0.044 mm ortalamasında, diklikten sapma ise 0.024 mm ortalamasında ölçülmüştür. 1. deliğin üst ve alt kısmında ölçülen dairesellikten sapma farkı 0.017 mm iken 40. delikte 0.012 mm ölçülmüştür. Malzemenin özelliğine göre uygulanan yüksek kesme parametrelerinde Schwegler marka karbür takım 40 deliği de başarıyla delmiştir.

5 numaralı deneyde, 4 numaralı deneyde kullanılan takımdan farklı marka takım kullanılmıştır. 4 numaralı deneyde kullanılan kesme ve ilerleme hızları düşürülerek takım aşınması ve sayısal ölçüm değerlerinin en iyisi aranmıştır. 5, 6 ve 7 numaralı deneylerde aynı kesme hızında farklı ilerleme hızları uygulanmıştır. 15.1 m/dk kesme hızı, 600 dev/dk devir sayısı ve 0.04 mm/dev ilerleme hızında 20 adet delik delinmiştir. Takımda aşınma gözlenmemiş, kesici kenarlarda hafif talaş birikmesi gözlenmiştir. 1. delikte alt ve üst çap arasındaki fark 0.008 mm iken 20. delikte bu fark 0.004 mm ölçülmüştür. Eksenel sapma 0.054 mm ortalamasında, diklikten sapma ise 0.023 mm ortalamasında ölçülmüştür. 1. deliğin üst ve alt kısmında ölçülen dairesellikten sapma farkı 0.011 mm iken 20. delikte 0.006 mm ölçülmüştür. Kennametal marka kaplamalı karbür takım bu kesme parametrelerinde iyi performans göstermiştir. 6 numaralı deneyde 5 numaralı deneye göre kesme hızı ve buna bağlı olarak devir sayısı

sabit tutulmuş, ilerleme hızı artırılmıştır. 15.1 m/dk kesme hızı, 600 dev/dk devir sayısı ve 0.05 mm/dev ilerleme hızında 20 adet delik delinmiştir. Takımda hiç aşınma ve talaş birikmesi gözlenmemiştir. 1. delikte alt ve üst çap arasındaki fark 0.002 mm iken 20. delikte bu fark 0.002 mm ölçülmüştür. Eksenel sapma 0.04 mm ortalamasında, diklikten sapma ise 0.022 mm ortalamasında ölçülmüştür. 1. deliğin üst ve alt kısmında ölçülen dairesellikten sapma farkı 0.007 mm iken 20. delikte 0.006 mm ölçülmüştür. Sayısal ölçüm değerleri ve takım aşınması görüntülerinden de anlaşılacağı gibi kennametal marka kaplamalı karbür takım, bu kesme parametrelerinde mükemmel denebilecek sonuçlar vermiştir.



Şekil 8. Kaplamalı karbür ile delinen deliklerin (a) ortalama üst ve alt delik çapları ve (b) ortalama eksenel sapma, diklikten sapma ve dairesellikten sapma değerleri

7 numaralı deneyde 5 ve 6 numaralı deneylerde kullanılan kesme hızı kullanılmış, ilerleme hızı artırılmıştır. 15.1 m/dk kesme hızı, 600 dev/dk devir sayısı ve 0.06 mm/dev ilerleme hızında 20 adet delik delinmiştir. Takımda hafif aşınma ve kesici kenarlarda hafif talaş birikmesi gözlenmiştir. 1. delikte alt ve üst çap arasındaki fark 0.007 mm iken 20. delikte bu fark 0.001 mm ölçülmüştür. Eksenel sapma 0.048 mm ortalamasında, diklikten sapma ise 0.026 mm ortalamasında ölçülmüştür. 1. deliğin üst ve alt kısmında ölçülen dairesellikten sapma farkı 0.012 mm iken 20. delikte 0.008 mm ölçülmüştür. Bu kesme parametrelerinde takım iyi performans gösterse de ilerleme hızının yükselmesi takımda hafif aşınmaya sebebiyet vermiştir. Uygulanan deneylerde ortalama ilk ve son delik çaplarının ilişkisi Şekil 8a'da, ortalama eksenel sapma, diklikten sapma ve dairesellikten sapma değerlerinin grafiği ise Şekil 8b'de gösterilmiştir. Sonuç olarak kaplamalı karbür takım ile 40 deliğin başarıyla delinmesine karşın takımda hafif aşınma gözlenmiştir. Bu aşınmayı giderebilmek için kesme ve ilerleme hızı düşürülerek daha iyi performans hedeflenmiştir. Kaplamalı karbür takımlar Ti6Al4V titanyum alaşımının delinmesinde çok iyi performans göstermiştir. Kullanılan kesme parametreleri bu takımlarda iyi sonuçlar vermiştir. 6 numaralı deneyde uygulanan kesme parametreleri, kullanılan kaplamalı karbür takım ile mükemmel yakın sonuçlar elde edilmiştir.

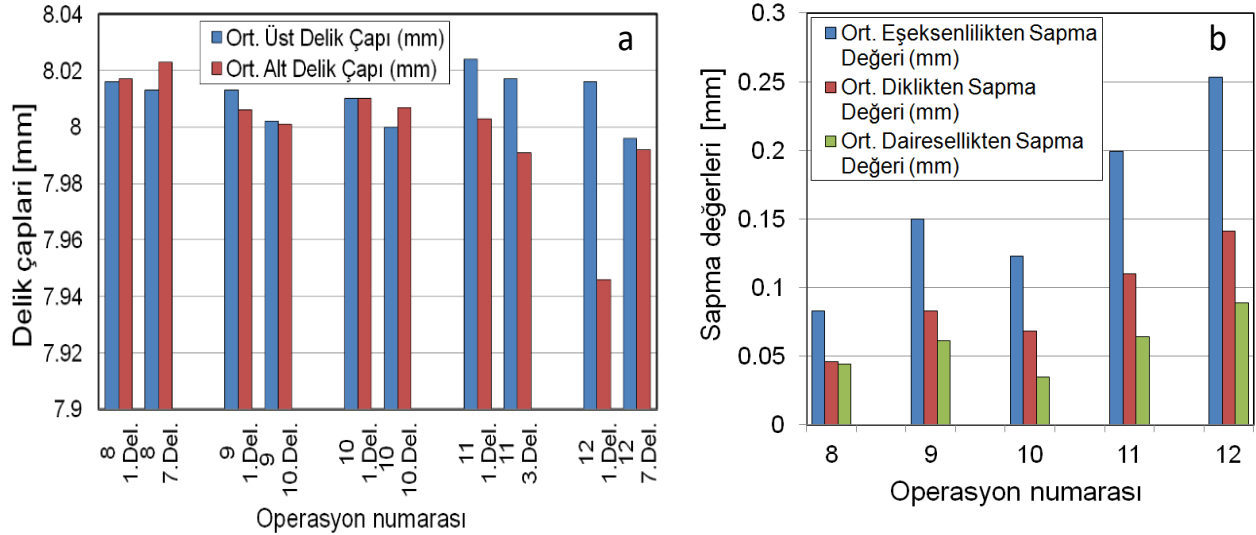
1.1.2. Kaplamasız kısa HSS takım

Kaplamasız kısa HSS takım ile farklı kesme parametrelerinde 5 farklı delik delme deneyi gerçekleştirildi. En uygun kesme parametreleri değiştirilmiştir 7.5 m/dk kesme hızı, 300 dev/dk devir sayısı ve 0.05 mm/dev ilerleme hızı olarak tespit edildi. Gerçekleştirilen 10 delik delme operasyonu sonucunda matkabın ucunda hafif yanmalar gözlenmiştir. 1. ve 10. delikte alt ve üst çap arasındaki fark 0.01 mm mertebesini geçmemiştir. Eksenel sapma 0.15 mm ortalamasında, diklikten sapma ise 0.083 mm ortalamasında ölçülmüştür. 1. deliğin üst ve alt kısmında ölçülen dairesellikten sapma farkı 0.061 mm iken 10. delikte 0.034 mm ölçülmüştür. Çıkan sayısal değerler ve takım aşınması görüntüleri değerlendirildiğinde kesme parametrelerinin 8 numaralı operasyona göre iyi çıktığı söylenebilir.

10 numaralı deneyde 9 numaralı deneydeki uygun kesme hızı ve devir sayısı korunmuş, ilerleme hızındaki artışın sayısal değerler ve takım aşınması üzerindeki etkisine bakılmıştır. 7.5 m/dk kesme hızı, 300 dev/dk devir sayısı ve 0.065 mm/dev ilerleme hızında 10 delik delme planlanmış, 10 delikte başarıyla delinmiştir. Matkabın ucunda hafif yanmalar gözlenmiştir, fakat körelme 9 numaralı operasyona göre daha az olmuştur. 1. ve 10. delikte alt ve üst çap farkı daha da azalarak 0.01 mm'den daha da az ölçülmüştür. Eksenel sapma 0.123 mm ortalamasında, diklikten

sapma ise 0.068 mm ortalamasında ölçülmüştür. 1. deliğin üst ve alt kısmında ölçülen dairesellikten sapma farkı 0.05 mm iken 10. delikte de 0.019 mm ölçülmüştür. 9 numaralı operasyona göre takım aşınması, delik çapları, eksenel sapma, diklikten sapma ve dairesellikten sapma değerleri iyi çıkmıştır.

11 numaralı deneyde 10 numaralı deneye göre kesme hızı düşürülmüş, buna bağlı olarak devir sayısı da düşürülmüş fakat ilerleme hızı artırılmıştır. 6.3 m/dk kesme hızı, 250 dev/dk devir sayısı ve 0.08 mm/dev ilerleme hızında 10 delik delme planlanmıştır. Fakat 3. delikten sonra matkap aşırı derecede körelmiştir. Delik çapları 1. delikte iyi görünürken 3. delikte altta $\varnothing 8.017$ mm, üstte $\varnothing 7.991$ mm ölçülmüştür. 10 numaralı deneye göre kesme hızının düşürülmesi ve ilerleme hızının artırılması olumsuz sonuç vermiştir. 12 numaralı deneyde 11 numaralı deneye göre kesme hızı artırılmış fakat ilerleme hızı aynı tutulmuştur. Burada amaçlanan 10 numaralı deneydeki uygun kesme hızının yüksek ilerleme miktarı ile denenmesidir. 7.5 m/dk kesme hızı, 300 dev/dk devir sayısı ve 0.08 mm/dev ilerleme hızında 10 delik delme planlanmıştır. Fakat matkap 7. delik sonunda aşınmış ve uç kısmında yanmalar gözlenmiştir. 1. delikte alt ve üst çap farkı 0.07 mm iken 7. delikte 0.01 mm ölçülmüştür. Matkabin dış köşesinin aşınmasından dolayı 7. delikte delik çapı $\varnothing 7.992$ mm ye kadar düşmüştür. Eksenel sapma diğer delme operasyonlarına göre yüksek ortalama 0.253 mm çıkmıştır. Diklikten sapma ise 0.141 mm ortalamasında ölçülmüştür. 1. deliğin üst ve alt kısmında ölçülen dairesellikten sapma farkı 0.081 mm iken 10. delikte 0.096 mm çıkmıştır. Bu operasyonda kullanılan yüksek ilerleme hızı ile 7.20 m/dk kesme hızı olumlu sonuç vermemiştir. İlerleme hızının yüksek olması matkabin dış köşesinin aşırı aşınmasına hatta kırılmasına neden olmuştur.



Şekil 9. Kaplamasız kısa HSS ile delinen deliklerin (a) ortalama üst ve alt delik çapları ve ortalama eksenel sapma, diklikten sapma ve dairesellikten sapma değerleri

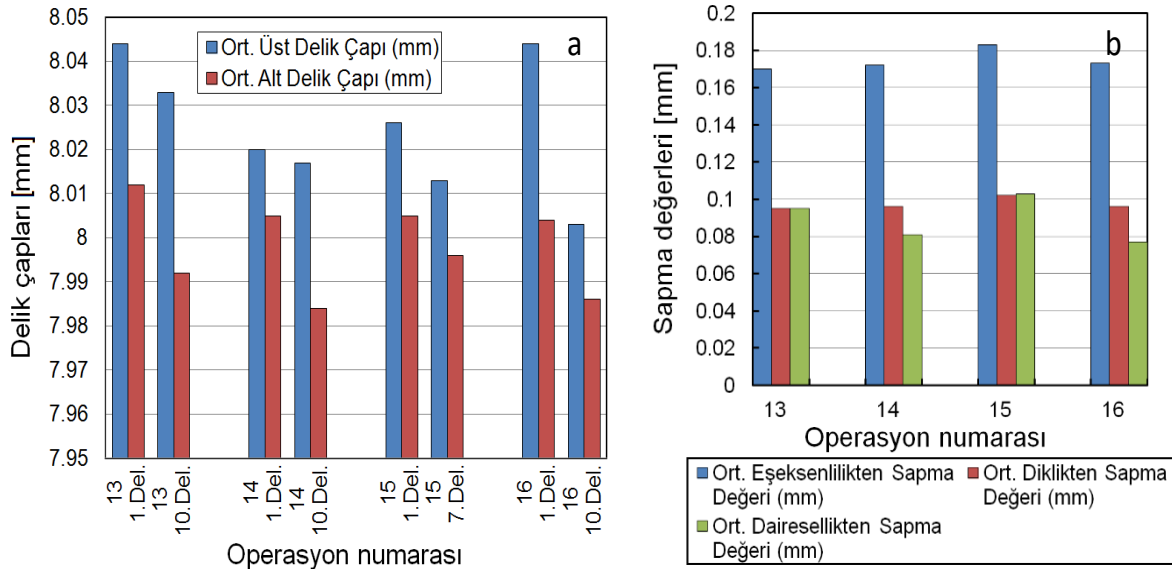
Uygulanan deneyler sonucunda ölçülen ortalama üst ve alt delik çapları Şekil 9a'da, ortalama eksenel sapma, diklikten sapma ve dairesellikten sapma değerleri ise Şekil 9b'de gösterilmiştir. Sonuç olarak; kaplamasız HSS takımlar ile titanyum alaşımlarının delinmesi esnasında takımın aşırı ısınma ve buna bağlı olarak aşınma gözlenmektedir. Delik çapları ve eksenel sapma değerleri kötü, takım aşınması hızlı olmaktadır. Kullanılan kesme parametreleri içerisinde en uygunu 10 numaralı deneyde uygulanan kesme parametreleridir.

Kaplamasız uzun HSS takım

Kaplamasız uzun HSS takım ile farklı kesme parametrelerinde 4 farklı delik delme deneyi uygulanmıştır. 13 numaralı deneyde kısa HSS takımlara göre kesme hızı yüksek tutulmuş, ilerleme hızında ortalama bir değer alınmıştır. 8.8 m/dk kesme hızı, 350 dev/dk devir sayısı ve 0.04 mm/dev ilerleme hızında 10 adet delik başarıyla delinmiştir, fakat matkapta körelmeler ve kesici kenar yüzeyinde aşınma ve kırılmalar meydana gelmiştir. 1. delikte alt ve üst çap farkı 0.032 mm iken 10. delikte bu fark 0.041 mm'ye çıkmıştır. 10 delik içinde alt delik

çaplarında Ø8 mm'nin altına düşen değerler görülmektedir. Eksenel sapma 0.17 mm ortalamasında, diklikten sapma ise 0.095 mm ortalamasında ölçülmüştür. 1. deliğin üst ve alt kısmında ölçülen dairesellikten sapma farkı 0.132 mm iken 10. delikte 0.059 mm ölçülmüştür. Kesme hızı artışı çok olumlu sonuçlar vermese de ölçülen sayısal değerler ve takım aşınması iyi görünmektedir. 14 numaralı deneyde kesme hızı düşürülmüş, ilerleme hızı artırılmıştır. 7.5 m/dk kesme hızı, 300 dev/dk devir sayısı ve 0.05 mm/dev ilerleme hızında 10 adet delik başarıyla delinmiştir.

Takımın kesici kenarında yer yer kırılmalar görülmüştür. 1. delikte alt ve üst çap arasındaki fark 0.015 mm iken 10. delikte 0.033 mm'ye çıkmıştır. Matkabın kesici kenarındaki kırılmalarından dolayı son deliklere doğru çap değeri 8 mm'nin altına düşmüştür. Eksenel sapma 0.172 mm ortalamasında, diklikten sapma ise 0.096 mm ortalamasında ölçülmüştür. 1. deliğin üst ve alt kısmında ölçülen dairesellikten sapma farkı 0.122 mm iken 10. delikte 0.04 mm ölçülmüştür. 13 numaralı operasyona göre kesme hızının düşürülüp, ilerleme hızının artırılması olumlu sonuç vermiş; takım aşınmasının azalmasına, ölçülen sayısal değerlerin iyileşmesine neden olmuştur.



Şekil 10. Kaplamasız uzun HSS ile delinen deliklerin (a) ortalama üst ve alt delik çapları ve ortalama eksenel sapma, diklikten sapma ve dairesellikten sapma değerleri

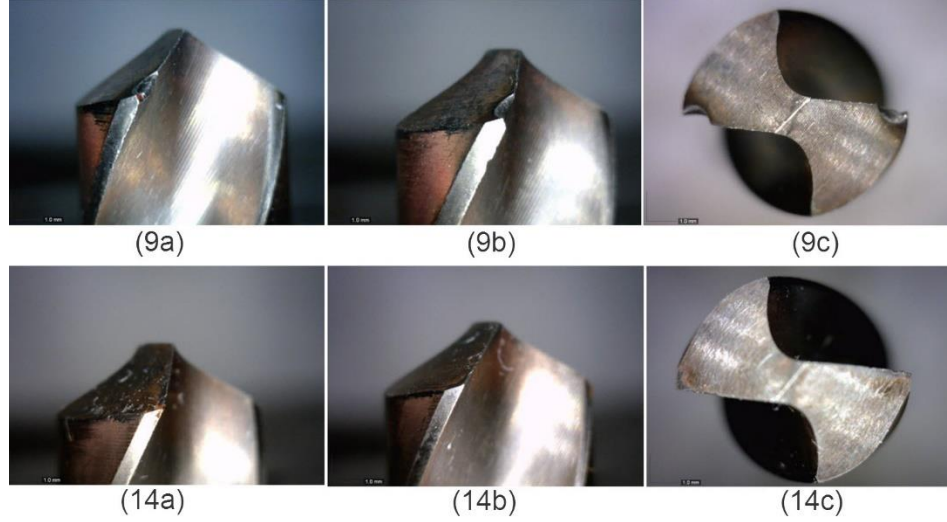
15 numaralı deneyde kesme hızı sabit tutularak ilerleme hızı biraz daha artırılmıştır. 7.5 m/dk kesme hızı, 300 dev/dk devir sayısı ve 0.065 mm/dev ilerleme hızında 10 delik delme planlanmıştır. Fakat 7. delik sonunda matkabın kesici kenar ucu kırılmıştır. 1. delikte alt ve üst çap arasındaki fark 0.019 mm iken 7. delikte 0.017 mm ölçülmüştür. Eksenel sapma 0.183 mm ortalamasında, diklikten sapma ise 0.102 mm ortalamasında ölçülmüştür. 1. deliğin üst ve alt kısmında ölçülen dairesellikten sapma farkı 0.161 mm iken 10. delikte 0.045 mm ölçülmüştür. İlerleme hızının artırılması iyi sonuç vermemiştir. 16 numaralı deneyde artan ilerleme hızına kesme hızının düşük kaldığı düşünülerek, ilerleme ve kesme hızı artırılmıştır. 8.8 m/dk kesme hızı, 350 dev/dk devir sayısı ve 0.07 mm/dev ilerleme hızında 10 delik delme planlanmıştır. 10 delikte başarıyla delinmiştir. Öte yandan 14 numaralı deneye göre ölçülen sayısal değerler ve matkap aşınması kötü sonuç vermiştir. Uygulanan deneylerde ortalama üst ve alt delik çapları Şekil 10a'da, ortalama eksenel sapma, diklikten sapma ve dairesellikten sapma değerleri ise Şekil 10b'de gösterilmiştir. Kaplamasız uzun HSS takımlarda da kısa HSS takımlarla aynı sorunlar yaşanmıştır.

Takım Aşınmasının Takım Üzerinde Oluşan Sıcaklık Artışına Olan Etkisi

Kısa ve uzun HSS matkaplara aynı kesme parametrelerinde 2'şer deney uygulanmış, aynı kesme hızlarında, buna bağlı olarak aynı devir sayısında ve 2 farklı ilerleme hızında deneyler gerçekleştirilmiştir. 4, 5, 6 ve 7 numaralı

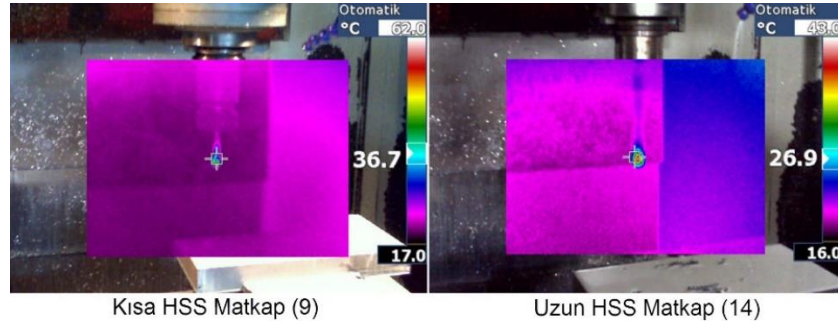
deneyler kaplamalı karbür matkap için, 9 ve 10 numaralı deneyler kısa HSS matkap için, 14 ve 15 numaralı deneyler ise uzun HSS matkap için uygulanmıştır.

İşleme sonrası matkaplarda meydana gelen aşınmalara bakıldığında HSS uzun takımın daha az aşındığı görülmektedir. Şekil 11'de (9a), (9b) ve (9c)'de kısa takımında, (14a), (14b) ve (14c)'de ise uzun takımında meydana gelen aşınmalar görülmektedir. Şekil 12'de delme operasyonu sonrası kaplamasız kısa ve uzun takımında meydana gelen sıcaklık değerleri görülmektedir.

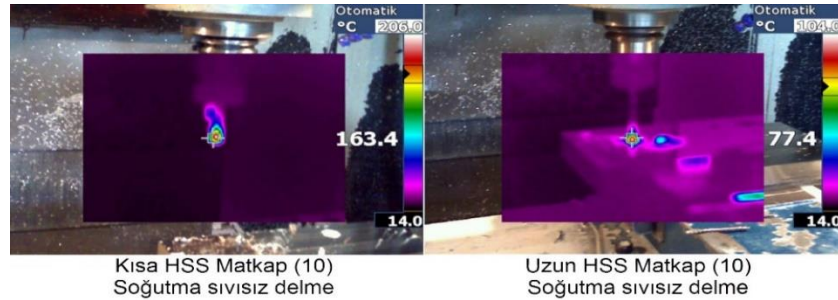


Şekil 11. 9 ve 14 numaralı deneylerde kullanılan kaplamasız kısa ve uzun HSS matkapların aşınma görüntüleri

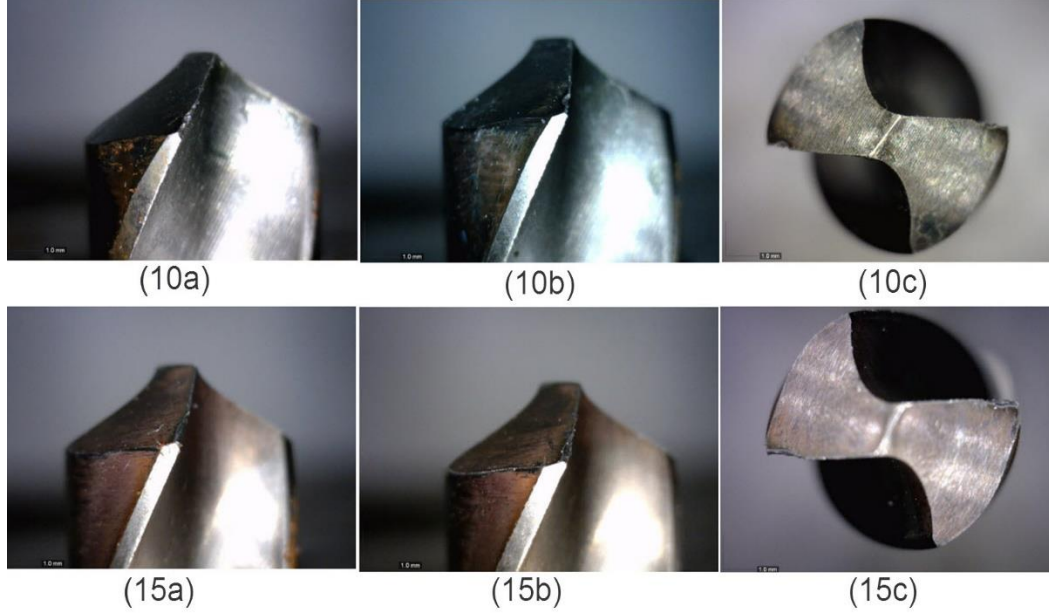
Deneyler sırasında uzun takımın kısa takıma oranla yaklaşık 19°C 'ye varan bir farkla daha az ısındığı görülmüştür. 9 ve 14 numaralı operasyonlarda kullanılan matkaplar 1'er delikte soğutma suyu uygulanmadan çalıştırılarak sıcaklık değerleri gözlenmiş, Şekil 13'te termal kameradan elde edilen kaplamasız kısa ve uzun matkapların en fazla sıcaklık farkı değeri yaklaşık olarak 83°C ölçülmüştür.



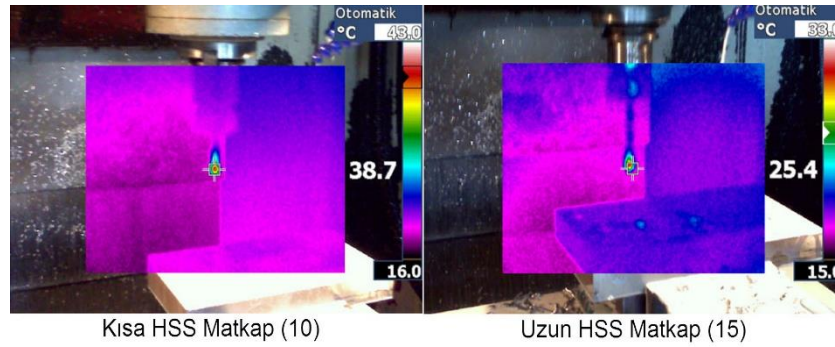
Şekil 12. 9 ve 14 numaralı deneylerde kullanılan kaplamasız kısa ve uzun HSS matkaplarda delme işlemi sonrası termal kamerada oluşan sıcaklık değerleri



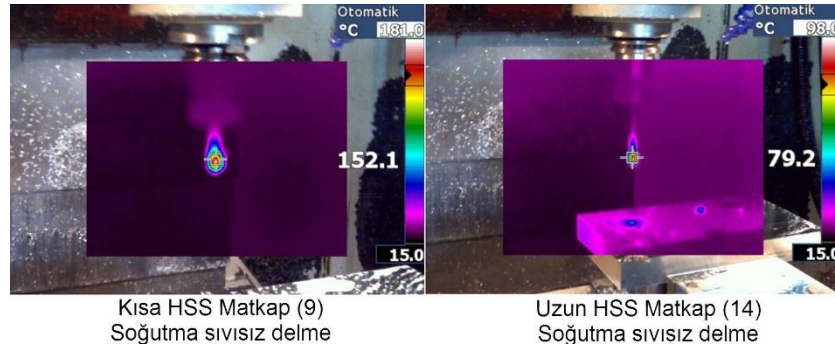
Şekil 13. 9 ve 14 numaralı deneylerde kullanılan kaplamasız kısa ve uzun HSS matkaplarda kesme sıvısız (kuru) delme işlemi sonrası termal kamerada oluşan sıcaklık değerleri 10 numaralı deneydeki delik çapları, eksenel sapma, diklikten sapma ve dairesellikten sapma değerleri 15 numaralı deneyde kullanılan uzun HSS takımına göre daha iyi çıkmıştır. Takım aşınmalarına bakıldığında HSS uzun takımın daha az aşındığı görülmektedir. Şekil 14'te (10a), (10b) ve (10c)'de kaplamalı kısa takımında, (15a), (15b) ve (15c)'de ise kaplamalı uzun takımında meydana gelen aşınmalar görülmektedir. Ayrıca Şekil 15'te delme işlemi sonrası kaplamalı kısa ve uzun takımında meydana gelen sıcaklık değerleri görülmektedir. Uzun takım kısa takımdan yaklaşık 10°C daha az ısınmıştır. 10 ve 15 numaralı deneylerde kullanılan matkaplar 1'er delikte soğutma sıvısız çalıştırılarak sıcaklık değerleri gözlenmiş, Şekil 16'da meydana gelen maksimum sıcaklık farkı yaklaşık 102°C olarak ölçüldü, bu sonuç kaplamalı uzun HSS takımın işleme sırasında daha az ısındığını göstermektedir.



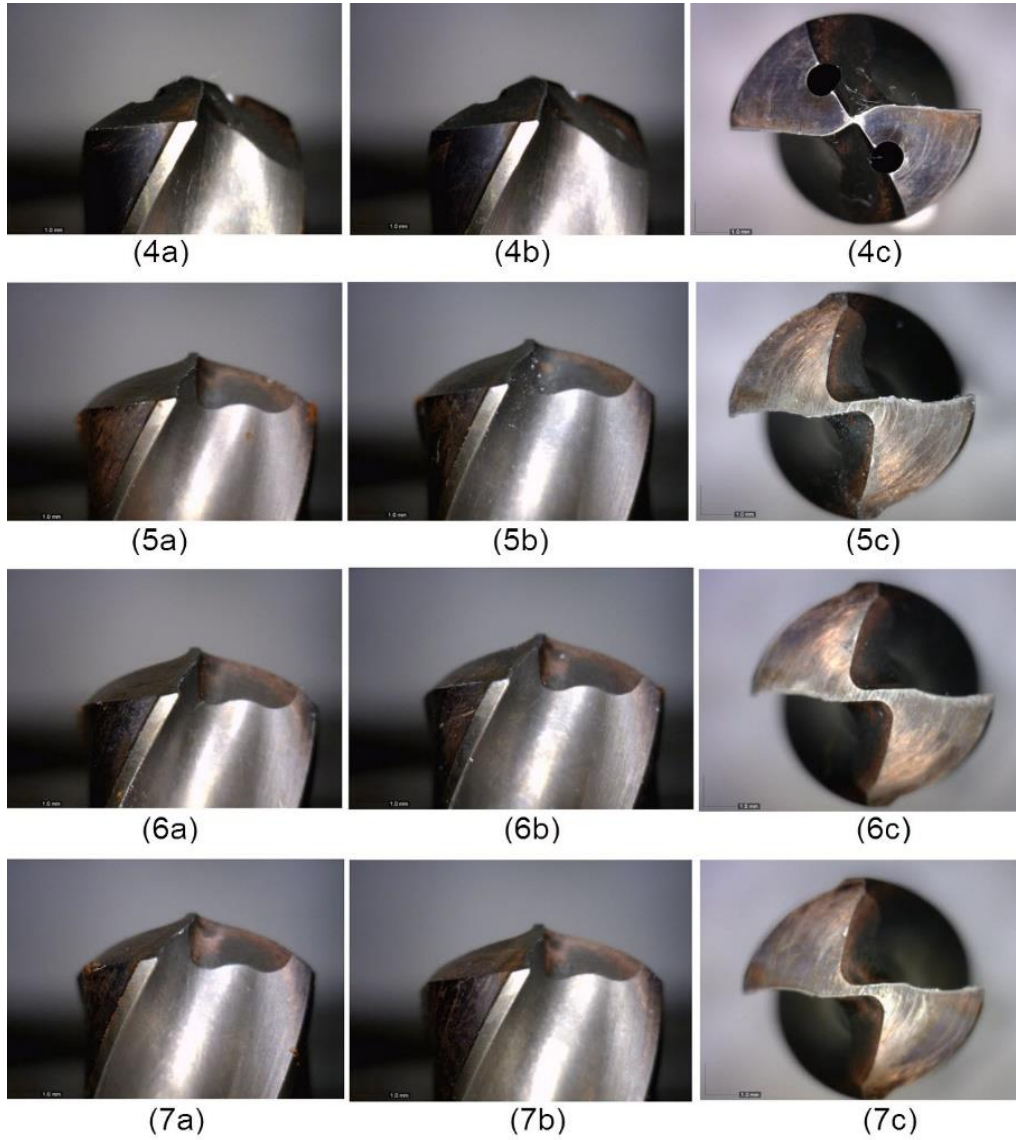
Şekil 14. 10 ve 15 numaralı deneylerde kullanılan kaplamalı kısa ve uzun HSS matkapların aşınma görüntüleri.



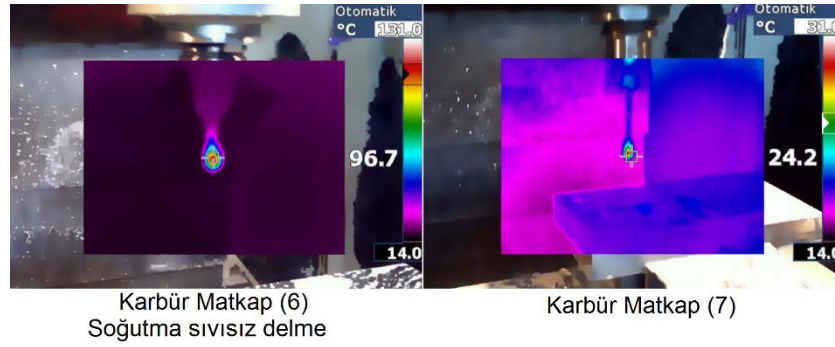
Şekil 15. 10 ve 15 numaralı deneylerde kullanılan kaplamalı kısa ve uzun HSS matkaplarda delme işlemi sonrası termal kamerada oluşan sıcaklık değerleri.



Şekil 16. 10 ve 15 numaralı deneylerde kullanılan kaplamalı kısa ve uzun HSS matkaplarda kesme sıvısız (kuru) delme işlemi sonrası termal kamerada oluşan sıcaklık değerleri.



Şekil 17. 5, 6 ve 7 numaralı deneylerde kullanılan kaplamalı Karbür matkapların aşınma görüntüleri.



Şekil 18. 6 (soğutma sıvısız) ve 7 numaralı deneylerde kullanılan kaplamalı Karbür matkaplarda delme işlemi sonrası termal kamerada oluşan sıcaklık değerleri.

Bu sonuçlardan hareketle, uzun takımın kısa takıma göre uç kısmından iletilen sıcaklığı daha iyi dağıttığı söylenebilir. Ayrıca uzun takımda pense iş parçası arası mesafesi daha uzun olduğundan uç kısmına daha iyi kesme sıvısı ulaşabilmekte takım daha iyi soğumakta ve böylece daha az aşınmaktadır. Uzun takım, daha fazla salgı olduğundan çap ve geometrik tolerans değerleri kısa takıma göre daha kötü çıkmaktadır. Kaplamalı Karbür takımlar hem boyutsal tamlik hem aşınma direnci hem de daha düşük ısı üretme bakımlarından diğer takımlara oranla daha üstün performans göstermiştir. Şekil 17’de 4, 5, 6 ve 7 kaplamalı Karbür matkap gruplarına ait aşınma görüntüleri verilmiştir. Isı üretimi anlamında kuru ve soğutmalı işlemlerde diğer takımlara göre işleme sırasında yaklaşık %30 daha az ısınmıştır (Bkz. Şekil 18).

SONUÇ

Bu çalışmada Ti6Al4V titanyum alaşımının delinebilirliği takım türüne ve bağlama boyuna göre araştırılmıştır. 4 farklı türde takım ile değişik kesme parametrelerinde 16 farklı grup delme olmak üzere toplamda 200’e yakın delme işlemi gerçekleştirilmiştir. İşleme deneyleri sonunda delik çapları, aksel sapma, diklikten sapma ve dairesellikten sapma ile takım aşınması kontrolü yapılmıştır. Genel itibarıyla en uygun takım kaplamalı karbür takım olarak ön plana çıkmış, en uygun işleme parametreleri kesme hızı olarak 15.1 m/dk ve ilerleme hızı olarak 0.05 mm/dev tespit edilmiştir. Kaplamalı ve kaplamasız kısa ve uzun HSS takımlarda aynı kesme parametreleri ve aynı kesme şartlarında uygulanan delme operasyonu sonucunda, uzun takımındaki takım aşınmasının kısa takıma göre daha az olduğu, buna karşın salgıdan dolayı uzun matkap çap ve geometrik tolerans değerlerinin kısa takıma göre daha kötü olduğu görülmüştür. Kaplamalı HSS takımlar kaplamasız HSS takımlara göre boyutsal ve geometrik tamlik, işleme sırasında az ısınma ve daha az takım aşınması (daha uzun takım ömrü) anlamlarında daha yüksek performans sergilemiştir. Takım performans sıralaması yapılması durumunda yüksekte düşüğe doğru kaplamalı Karbür, kaplamalı HSS ve kaplamasız HSS şeklinde sıralanabileceği görülmüştür.

KAYNAKLAR

- Ousthuizen GA, Akdoğan G, Dimitrov D, Treurnicht NF, 2010. A review of the machinability of titanium Alloys, R&D J. of the South African Institution of Mechanical Engineering, 26:43-52.
- Leyens C, Peters M, 2003. Titanium and titanium alloys-fundamentals and applications, WILEY-VCH Verlag GmbH&Co. KGaA, Weinheim, 1-37, 333-599.
- ASM Committee, 1980. Introduction to titanium and its alloys, ASM Metals Handbook Vol2, ASM International, Metals Park, USA, 1770-1771.
- Zhang PF, Churi NJ, Pei ZJ, Treadwell C, 2008. Mechanical drilling processes for titanium alloys: A literature review, Mach. Sci. and Tech., 12:417-444.
- Cantero JL, Tardío MM, Canteli JA, Marcos M, Miguélez MH, 2005. Dry drilling of alloy Ti-6Al-4V, Int. J. of Machine Tools and Manufacture, 45: 1246-1255.
- Zeilmann RP, Weingaertner WL, 2007. Analysis of temperature during drilling of Ti6Al4V with minimal quantity of lubricant, J. of Material Processing Technology, 179: 124-127.
- Li R, Albaert JS, Spiral point temperature and stress in high-throughput drilling of titanium, 2007. Int. J. of Machine Tools & Manufacture, 47: 2005-2017.

- *Li R, Albaert JS, Tool temperature in titanium drilling, 2007. J. of Manufacturing Science and Engineering: Transactions of the ASME, 129: 740-749.
- Sharif S, Rahim EA, 2007. Performance of coated and uncoated carbide tools when drilling titanium alloy-Ti-6Al4V, J. of Materials Processing Technology, 185: 72-76.
- Sharif S, Rahim EA, 2008. Performance evaluation of uncoated carbide tool in high speed drilling of Ti6Al4V, J. of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing, 4: 522-531.
- Heinemann R, Hinduja S, Barrow G, Petuelli G, 2006. Effect of MQL on the tool life of small twist drills in deep-hole drilling, Int. J. of Machine Tools and Manufacture, 46: 1-6.
- Ezugwu EO, Da Silva RB, Bonney J, Machado AR, 2005. Evaluation of the performance of CBN tools when turning Ti-6Al-4V alloy with high pressure coolant supplies, Int. J. of Machine Tools and Manufacture, 45: 1009-1114.
- Ünal E, Karaca F, 2007. Ti-6Al-4V alaşımlarının dik işlem merkezli CNC tezgahında işlenebilirliğinin araştırılması, Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları, 135-139.
- Taga Ö, Kiral Z, Yaman K, 2016. Determination of Cutting Parameters in End Milling Operation based on the Optical Surface Roughness Measurement, Int. J. Precis. Eng., 17(5): 579-589.
- Hashmi K, Graham ID, Mill B, 2000. Fuzzy logic based data selection for the drilling process, J. of Materials Processing Technology, 108:55-62.
- Perçin M, Aslantaş K, Uzun İ, 2014. Mikro-mekanik delik delme işlemi ve Ti-6Al-4V için deneysel bir çalışma, 5. Ulusal Talaşlı İmalat Sempozyumu (UTİS 2014), Bursa, Türkiye.
- Işık B, Kentli A, 2014. The prediction of surface temperature in the drilling of Ti6Al4V, Archives of Metallurgy and Materials, 59(2): 467-471.
- Yesilkaya KK, Yaman K, 2019. Heat partition effect on cutting tool morphology in orthogonal metal cutting using finite element method, Mechanika, 25(4): 326-334.
- Sushinder K, Shivaram PR, Nivedh KSB, Nisarg G, Vijay SKS, 2015. Investigation of thrust forces, torque and chip microstructure during drilling of Ti-6Al-4V titanium alloy, Applied Mechanics and Materials, 787:431-436.
- Makine Takım Endüstrisi, 2013. MTE 2013 fiyat listesi, Makine Takım Endüstrisi, Kocaeli, 14-29.
- Nachi, SG-ESS ve AG-ES matkap kataloğu, Nachi, İstanbul, 1-7 (2012).
- Kennametal, Yüksek performans karbür takım kataloğu, Kennametal, Germany, 101-103 (2012).



EurasianSciEnTech 2022

www.eurasiansciencetech.org