

**TiAIN VE TiN KAPLAMALI MATKAPLARLA
C38 DÖVME ÇELİK MALZEMESİNİN DERİN DELİK
DELME İŞLEMİNİN İNCELENMESİ**

**2015
YÜKSEK LİSANS TEZİ
İMALAT MÜHENDİSLİĞİ**

Yunus KARA

**TiAIN VE TiN KAPLAMALI MATKAPLARLA
C38 DÖVME ÇELİK MALZEMESİNİN DERİN DELİK
DELME İŞLEMİNİN İNCELENMESİ**

Yunus KARA

**Karabük Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İmalat Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**KARABÜK
Haziran 2015**

Yunus KARA tarafından hazırlanan “TiAlN VE TiN KAPLAMALI MATKAPLARLA C38 DÖVME ÇELİK MALZEMESİNİN DERİN DELİK DELME İŞLEMİNİN İNCELENMESİ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. İsmail KARACAN

Tez Danışmanı, İmalat Mühendisliği Anabilim Dalı



Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile İmalat Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 04/ 06/ 2015

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Doç. Dr. Halil DEMİR (KBÜ)



Üye : Doç. Dr. İsmail KARACAN (KBÜ)

Üye : Doç. Dr. Mustafa GÜNAY (KBÜ)

...../...../2015

KBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Mustafa BOZ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Yunus KARA

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TiAIN VE TiN KAPLAMALI MATKAPLARLA C38 DÖVME ÇELİK MALZEMESİNİN DERİN DELİK DELME İŞLEMİNİN İNCELENMESİ

Yunus KARA

Karabük Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İmalat Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. İsmail KARACAN

Haziran 2015, 61 sayfa

Bu çalışmada, C38 dövme çelik iş parçasının sertliği belirli standartlarda tutularak derin delik delme işlemi deneyi yapılmıştır. Derin delik delme işlemimizde TiAIN ve TiN kaplamalı matkap, derin delik delme işlemlerinde çoğunlukla kullanılan uzun çubuğa kaynatılmış karbür matkap gundrill kullanılmıştır. Deneyler CNC yatay işleme tezgahı yardımıyla derin delik delme metodları ile, ön delme işlemimizi TiN kaplamalı matkapla derin deliği bitirme işlemimizi TiAIN kaplamalı ve gundrill matkaplarla yedi farklı matkap (kaplamalı takım, orijinal ve bileme yapılmış karbür hali) değişik kesme hızı ve ilerleme miktarları soğutma sıvısı kullanılarak yapılmıştır. Deneyimizde matkaplarımızın takım ömürleri ve iş parçası delikte oluşan yüzey pürüzlülüğü, kullanılan matkapların kaplamalı ve bilenmiş karbür hallerinin performansları araştırılmıştır. TiAIN kaplamalı matkapların uç aşınmaları değerlendirilmiştir. Takımların ömürleri kaplama yapıldığında TiAIN kaplamalı

matkap bilenmiş karbür haline göre beş kat, TiN kaplamalı matkap bilenmiş karbür haline göre ise dört kat fazla performans sağlamıştır. Tek kesici ağızlı gundrill karbür matkabın takım ömrünün en düşük olduğu belirlenmiştir. TiAlN kaplamalı matkaplardan elde edilen delik yüzey kaliteleri, TiN kaplamalı matkaplarla elde edilenden daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Derin delik delmede delme metodu yüzey pürüzlülüğünü etkilediği yapılan deneylerde görülmüştür.

Anahtar Sözcükler : C38 dövme çelik, yüzey pürüzlülüğü, takım ömrü.

Bilim Kodu : 708.3.028

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

TiAlN AND TiN COATED WITH DRILL C38 INVESTIGATION OF FORGED STEEL MATERIALS OF DEEP DRILLING OPERATIONS

Yunus KARA

**Karabük University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Manufacturing Engineering**

Thesis Advisor:

Assoc. Prof. Dr. İsmail KARACAN

June 2015, 61 pages

In this study, C38 hardness of the forged work piece deep hole-drilling test was performed by keeping certain standards. Deep hole drilling operations in TiAlN and TiN drill bits, deep hole drilling process mainly used in long rod welded carbide drills are used gundrill. Experiments with deep hole drilling method with the help of CNC horizontal machining bench, pilot drilling process our TiN drill deep holes to finish the process we TiAlN coated and seven different drill with gundrill drill (coated tools, original and made grinding carbide version) by using different cutting speed and feed rate of the coolant is made. Our experience of our drill tool life and work piece surface roughness formed in the hole, coated carbide drills used and sharpened performance of the cases were investigated. TiAlN coated drill wear was evaluated. When the team made the life of the coating TiAlN coated carbide drill sharpened into five times, according to become sharpened TiN coated carbide drill

has provided four times the performance. Single bladed cutter gundrill carbide drill tool life was determined to be the lowest. Obtained from TiAlN coated drill hole surface finish than that obtained with TiN drills have been found to be better. Deep hole drilling has been shown in experiments that the drilling method of surface roughness effects.

Key Words : C38 forged steel, surface roughness, tool life.

Science Code : 708.3.028

TEŞEKKÜR

Bu tez alıőmasının ortaya ıkarılmasında ilgi ve desteğini esirgemeyen, tım gıcıyle yardımcı olan, alıőmalarımın hiçbir aşamasında beni yalnız bırakmayan tez danıőmanım hocam Do. Dr. İsmail KARACAN 'a teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Tez çalıőmalarım boyunca yardımını esirgemeyen hocalarım sayın Prof. Dr. İbrahim ÇİFTÇİ, Doç. Dr. Halil DEMİR 'e, Doç. Dr. Mustafa GÜNAY 'a, Yrd. Doç. Dr. Gökhan SUR 'a teşekkür ederim. Ayrıca çalıőmalarımda emeği geçen bütın FORD OTOSAN KAMYON FABRİKASI MOTOR VE AKTARMA ORGANLARI alıőma arkadaşlarıma teőekkürlerimi sunarım.

Saygıdeğer babam Yusuf KARA 'ya sevgili annem Fatma KARA 'ya maddi ve manevi hiçbir yardımını esirgemedен yanımda oldukları için teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

| | |
|-------------------------------------------------------|------|
| KABUL..... | ii |
| ÖZET | iv |
| ABSTRACT | vi |
| TEŞEKKÜR | viii |
| İÇİNDEKİLER..... | ix |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | xi |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | xiii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ..... | xiv |
| | |
| BÖLÜM 1. | 1 |
| GİRİŞ | 1 |
| | |
| BÖLÜM 2. | 3 |
| LİTERATÜR ARAŞTIRMASI..... | 3 |
| | |
| BÖLÜM 3. | 11 |
| TALAŞLI İMALAT VE DELİK DELME İŞLEMİ..... | 11 |
| 3.1. TALAŞ KALDIRMA İŞLEMİ | 11 |
| 3.2. DELİK DELME İŞLEMİ | 13 |
| 3.2.1. Dolu Malzemeye Delik Delme | 13 |
| 3.2.2. Delik Büyütme | 13 |
| 3.2.3. Fatura Açma..... | 14 |
| 3.2.4. Raybalama | 14 |
| 3.2.5. Derin Delik Delme | 15 |
| 3.3. DELİK DELMEDE KULLANILAN KESME PARAMETRELER..... | 16 |
| 3.4. MATKAPLAR | 18 |

| | <u>Sayfa</u> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 3.5. DELİK DELME İŞLEMİNDE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ | 20 |
| 3.5.1. Yüzey Pürüzlülüğünün Önemli Olduğu Durumlar | 21 |
| 3.5.2. Yüzey Pürüzlülüğüne Etki Eden Faktörler | 22 |
| 3.6. TAKIM AŞINMASI..... | 22 |
| 3.6.1. Delik Delmede Aşınma | 25 |
| | |
| BÖLÜM 4. | 27 |
| MATERYAL VE DENEYSEL METOD | 27 |
| 4.1. İŞ PARÇASI MALZEMESİ..... | 27 |
| 4.2. KESİCİ TAKIM VE TAKIM TUTUCULAR | 28 |
| 4.3. DENEYİN YAPILDIĞI CNC TEZGÂHI | 31 |
| 4.4. KESME PARAMETRELERİ | 32 |
| 4.5. YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN ÖLÇÜMÜ..... | 33 |
| 4.6. AŞINMANIN ÖLÇÜLMESİ | 35 |
| 4.7. MALZEME SERTLİK ÖLÇÜMÜ..... | 35 |
| | |
| BÖLÜM 5. | 38 |
| DENEY SONUÇLARI VE TARTIŞMA..... | 38 |
| 5.1. YÜZEY PÜRÜZLÜLÜKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ | 40 |
| 5.2. TAKIM ÖMÜRLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ..... | 43 |
| 5.3. DERİN DELİK DELME MATKAPLARINDAN TiAIN ORJİNAL TAKIM İLE TiAIN KAPLAMALI TAKIMIN UÇ AŞINMASI GÖRÜNTÜLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ | 46 |
| | |
| BÖLÜM 6. | 56 |
| SONUÇLAR VE ÖNERİLER | 56 |
| KAYNAKLAR..... | 57 |
| | |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 61 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1. Değişik kaplama malzemelerinin kesme kuvveti ve yan kenar aşınmasının kesme zamanına göre karşılaştırılması..... | 4 |
| Şekil 2.2. Takım ömrünün kaplama ve kesme zamanı grafiği | 6 |
| Şekil 3.1. Dik (orthogonal) kesme modeli | 12 |
| Şekil 3.2. Delik delme işlemi..... | 12 |
| Şekil 3.3. Delik delme işlemleri..... | 14 |
| Şekil 3.4. Çap uzunluk ilişkisi | 16 |
| Şekil 3.5. Kesme hızı ve ilerleme hızının gösterimi | 17 |
| Şekil 3.6. Delme işlemlerinde temel tanımlar | 18 |
| Şekil 3.7. Matkabın genel kısımları..... | 19 |
| Şekil 3.8. Matkaptaki yüzey ve kesici kenarlar..... | 20 |
| Şekil 3.9. Temel aşınma mekanizmaları | 24 |
| Şekil 3.10. Kesici takımın aşınma safhaları | 26 |
| Şekil 3.11. Matkapta aşınma türleri | 26 |
| Şekil 4.1. İşlenebilirlik deneylerinde kullanılan krank mili | 27 |
| Şekil 4.2. İşlenebilirlik deneyinde kullanılan takımlar ve takım tutucular | 30 |
| Şekil 4.3. İşlenebilirlik deneyinde delinen delikler..... | 31 |
| Şekil 4.4. İşlenebilirlik deneylerinde kullanılan CNC tezgâhı | 31 |
| Şekil 4.5. Yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı..... | 34 |
| Şekil 4.6. İşlenebilirlik deneylerinde delinen deliğinin yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesi. | 35 |
| Şekil 4.7. Piccola sertlik (Vickers-HV) ölçüm cihazı | 36 |
| Şekil 4.8. C38 Krank mili yüzeyinin sertlik derecesinin ölçülmesi..... | 37 |
| Şekil 5.1. Pilot delik delme matkapları ile delinmiş deliklerin yüzey pürüzlülüğü değişimi..... | 40 |
| Şekil 5.2. Derin delik delme matkapları ile delinmiş deliklerin yüzey pürüzlülüğü değişimi..... | 42 |
| Şekil 5.3. Pilot delik delme matkapları ile delinmiş deliklerin takım ömrü değişimi..... | 43 |

Sayfa

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 5.4. Derin delik delme matkapları ile delinmiş deliklerin takım ömrü grafiği | 45 |
| Şekil 5.5. TiAlN orjinal matkabın uç aşınması resimleri; V=74 m/dak, f=150 mm/dak | 47 |
| Şekil 5.6. TiAlN kaplamalı matkabın uç aşınması resimleri; V=74 m/dak, f=150 mm/dak | 48 |
| Şekil 5.7. TiAlN Orjinal matkabın uç aşınması resimleri; V=74 m/dak, f=200 mm/dak | 49 |
| Şekil 5.8. TiAlN kaplamalı matkabın uç aşınması resimleri; V=74 m/dak, f=200 mm/dak | 50 |
| Şekil 5.9. TiAlN Orjinal matkabın uç aşınması resimleri; V=80 m/dak, f=150 mm/dak | 51 |
| Şekil 5.10. TiAlN Kaplamalı matkabın uç aşınması resimleri; V=80 m/dak, f=150 mm/dak | 52 |
| Şekil 5.11. TiAlN Orjinal matkabın uç aşınması resimleri; V=80 m/dak, f=200 mm/dak | 53 |
| Şekil 5.12. TiAlN Kaplamalı matkabın uç aşınması resimleri; V=80 m/dak, f=200 mm/dak | 54 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 2.1. PVD ve CVD yöntemleriyle kaplanmış malzemelerin özellikleri | 6 |
| Çizelge 4.1. C38 dövme çelik malzemesinin kimyasal bileşimi (% Ağırlık) | 27 |
| Çizelge 4.2. C38 Dövme çelik malzemesinin teknik özellikleri | 28 |
| Çizelge 4.3. İşlenebilirlik deneyinde kullanılan matkaplar | 29 |
| Çizelge 4.4. CNC tezgah teknik özellikleri ve kapasitesi | 32 |
| Çizelge 4.5. Delik delme deneyinde kullanılan kesme parametreleri..... | 33 |
| Çizelge 4.6. Starrett SR200 yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı teknik özellikleri | 34 |
| Çizelge 4.7. Piccola sertlik ölçüm cihazı teknik özellikleri | 36 |
| Çizelge 5.1. Delme deneyleri sonucunda elde edilen veriler | 39 |

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

| | |
|----------------|------------------------------|
| a | : Talaş Kalınlığı(mm) |
| f | : İlerleme hızı |
| Fc | : Esas kesme kuvveti |
| Ff | : İlerleme kuvveti |
| Fr | : Radyal (pasif) kuvvet |
| l | : Örnekleme uzunluğu |
| ls | : Kayma düzlemi uzunluğu |
| N | : Newton |
| Ra | : Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü |
| Rmax | : Maksimum Yüzey Pürüzlülüğü |
| Rt | : Maksimum Yüzey Pürüzlülüğü |
| t ₂ | : Oluşan talaş kalınlığı |
| t ₁ | : Talaş derinliği |
| V | : Kesme hızı |
| VB | : Yanak aşınması |
| Vc | : Talaş uzaklaşma hızı |

KISALTMALAR

| | |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Al ₂ O ₃ | : Alüminyum Oksit |
| AlN | : Alüminyum Nitrür |
| AISI | : American Iron and Steel Institute (Amerikan Demir ve Çelik Enstitüsü) |
| BSD | : Brinel Sertlik Değeri |
| BUE | : Built-up-edge (Yığıntı talaş) |
| CEN | : European Standards Committee (Avrupa Standartları Komitesi) |
| CNC | : Computer Numerik Control (Bilgisayar Sayısal Kontrol) |
| CVD | : Chemical Vapor Deposition (Kimyasal Buhar Çökeltme) |
| HB | : Brinel Sertlik Değeri |
| HRC | : Rockwell Hardness Value (Rockwell Sertlik Değeri) |
| HSS | : High Speed Steel (Yüksek Hız Çeliği) |
| HSLA | : High Strength Low Alloy Steel (Yüksek Dayanımlı Düşük Alaşımli Çelik) |
| HV | : Vickers Sertlik Değeri |
| PVD | : Physical Vapor Deposition (Fiziksel Buhar Çökeltme) |
| SAE | : Society of Automotive Engineers (Otomotiv Mühendisleri Birliği) |
| SEM | : Scanning Electron Microscopy (Tarama Elektron Mikroskobu) |
| TiAlN | : Titanyum Alüminyum Nitrür |
| TiC | : Titanyum Karbür |
| TiCN | : Titanyum Karbonitrür |
| TiN | : Titanyum Nitrür |
| TS | : Türk Standartları |

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Talaş kaldırma yöntemleri arasında önemli bir yere sahip olan delme işlemi, talaş kaldırma işlemlerinin %33'ünü içermektedir. Delme işlemi çoğunlukla talaş kaldırma işlemlerinin sonucusudur. Tornalama ve frezeleme işlemleri ile delme işlemleri karşılaştırıldığında, işlemlerin kinematik ve dinamik yapısının benzer olup talaş akışı ve kesme sıcaklığı dağılımının aynı şekilde olduğu görülür. Diğer taraftan delme işleminde olumsuz durumlar da oluşmaktadır. Talaş oluşumu kapalı alanda meydana gelir ve gözlemlenemez. Talaş akışını sınırlandıran sadece matkapta oluşan talaş kalınlığıdır. Takım ve iş parçası arasındaki sürtünme önemlidir; yüzeyden akan sıcaklığın yetersiz olması ve dönme ekseninde kesici ağız boyunca kesme hızı değerinin sıfır olması ana problemdir. Bu yüzden matkap ucu ve işlem spesifik olarak tezgaha ve iş parçasına adapte edilmelidir. Bu nedenlerden dolayı, istenilen delik kalitesi ve gerekli yöntem doğruluğunun sağlanması amacıyla birçok takım geometrisi ve takım malzemesi geliştirilmiştir [1].

Bütün kesici takımlar talaş kaldırma işlemleri sırasında aşınır ve kesici takım ömrünü tamamlayıncaya kadar aşınma süreci devam eder. Aşınma, temas eden yüzeylerde mekanik etkilerle malzeme kaybı olarak tanımlanabilir yani takım-iş parçası-işleme şartları arasındaki karşılıklı etkileşimin bir sonucudur. Takım aşınması kaçınılmazdır ve negatif bir süreç değildir. Takım aşınmanın olup olmaması değil, olduğunda ne kadar ve hangi tipte olduğu önemlidir. Kabul edilebilir belirli bir süre zarfında, kesici kenar kayda değer ölçüde talaş kaldırma işlemi gerçekleştirdiğinde pozitif bir süreçtir [2]. Kesici takımında, özellikle matkap ucunda aşınma, başlangıçta yavaş zamanla ivme kazanarak artan bir süreçtir. Aslında, kesici takım talaş kaldırmaya başladığı andan itibaren aşınma sürecine girmiş olur. Aşınma ilerledikçe kesme kuvvetleri artar, daha fazla ısı ortaya çıkar ve sonuç olarak aşınma hızlanır [3].

Bir matkap ucu aşındıkça kesme kuvvetleri, dahili kırılmalar (internal fractures) ve kesici takım ile iş parçası arasındaki yerel kaynaklanmalar (local weldings) yüzünden dalgalanmaya başlar. Bu durum takımın bağlı olduğu tezgâhın titreşimine neden olur. Titreşim ivmeölçer kullanılarak ölçülebilir. Titreşim, yüksek frekanslı bir gürültüye neden olur; delik yüzeylerinde kusurlara yol açar, aşınmayı ivmelendirir ve böylelikle kesici takımın ömrünü azaltır. Titreşim aşırı derecede arttığı zaman, kullanılan takımın performansını azaltan en önemli etkenlerden biri olan “otlama (sürekli titreşim)” olayı meydana gelir [4]. Bu bakımdan elde edilmek istenen kaliteyi sağlamak için optimum kesme şartlarının sağlanması gerekmektedir.

Günümüzde özellikle yüksek basınçlarda çalışan makinalar ile makinalarda kullanılan hareketli parça sayısının artması sonucunda, bu makinalar da kullanılacak olan parçaların yüzey kalitesi de önem kazanmaktadır. Talaşlı imalat yöntemi ile imal edilen parçalarda, parçanın ölçü ve geometrik toleransları yanında, tatminkâr yüzey kalitesi de önem kazanmaktadır. Bir makina parçasının gerektiği tarzda çalışması ve mekanik ömrü ile dış etkilere karşı direnci yüzey kalitesine bağlıdır [5]. Diğer yandan, işlenmiş parça yüzeylerinin tribolojik özellikleri, yüzey dokusundan birinci derecede etkilenmektedir. Yüzey pürüzlülüğü sadece aşınma, sürtünme ve yağlama gibi tribolojinin geleneksel konularında değil aynı zamanda sızdırmazlık, hidrodinamik, elektrik, ısı iletici vb. farklı alanlarda da dikkate alınması gereken önemli bir faktördür. Bu yüzden makina parçalarında, yüzey pürüzlülük değerinin tespiti oldukça önemlidir [6].

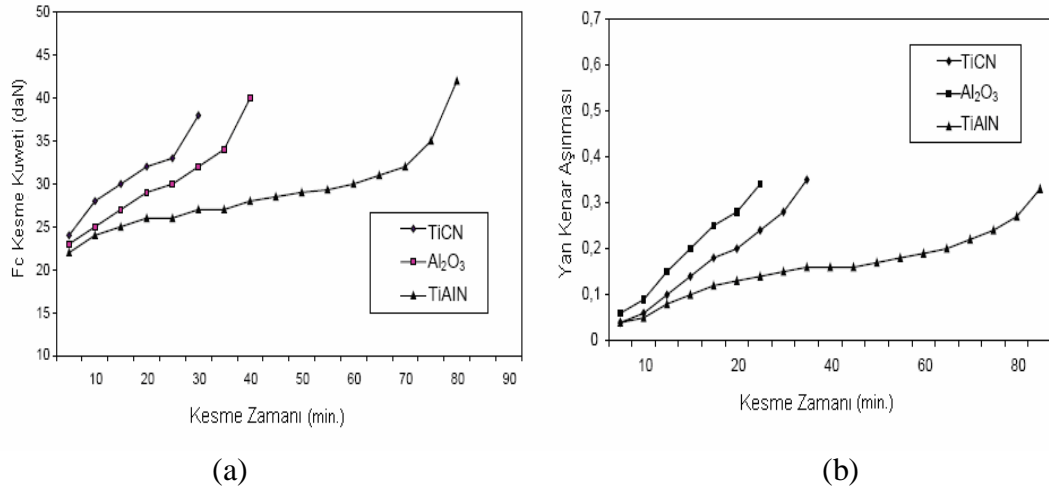
Yapılan bu çalışmada; C38 dövme çelik malzemenin delinmesi esnasında kesici takımın ve kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü ve takım ömrü üzerindeki etkileri incelenerek optimum delme şartlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. TiAlN ve TiN kaplamalı matkapların, takımın orijinali ile bileme yapılmış karbür hali ve matkabın bilemeden sonra kaplama yapılmış halinin derin delik delme işleminde kesme performanslarına bakılmıştır.

BÖLÜM 2

LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Sıcak iş takım çeliklerinden Dievar derece çeliği üzerinde çeşitli matkaplar ile delik delme esnasında meydana gelen aksenal kuvvetler, kesme momentleri, yüzey pürüzlülükleri, ölçü tamlığı ve dairesellikten sapma değerleri araştırılmıştır. Deneyler dik işleme tezgâhında soğutma sıvısı ile Ø16 mm çaplarında kaplamasız karbür matkap ve kendinden raybalı TiAlN kaplamalı matkap kullanılarak yapılmıştır. Deneylerde ilerleme hızı 0,16 mm/dev, kesme hızı ise 36, 40, 44, 48 m/dak hızları kullanılmıştır. Çıkan sonuçlar doğrusal regresyon metodu ile modellenmiş ve polinom regresyon eğrisi eşitliği anlamlılık değerleri mukayese edilmiştir. Aynı zamanda varyans analizi yapılarak kesme hızı ve matkap tipinin aksenal ilerleme kuvveti, kesme momenti, yüzey pürüzlülüğü ölçü tamlığı ve dairesellikten sapma değeri sonuçları üzerine etkileri incelenmiştir [7].

Çakır ve Işık, AISI 1050 çeliğinin işlenmesinde kullanılan kaplamalı ve kaplamasız kesici takım kırılmalarını araştırmışlardır. Değişik kaplamalı takımlar kullanarak takıma gelen kuvvetleri ölçmüşlerdir (Şekil 2.1). Sonuç olarak TiAlN kaplı takımın, Al₂O₃ ve TiCN kaplı takımlara göre daha az kesme kuvvetine maruz kaldığı saptanmıştır [8].



Şekil 2.1. Değişik kaplama malzemelerinin kesme kuvveti ve yan kenar aşınmasının kesme zamanına göre karşılaştırılması. a) Kesme zamanına göre değişen kesme kuvvetleri b) Kesme zamanına göre etki eden yan kenar aşınması [8].

Nalbant ve Gökkaya “AISI 1030 çeliğinde kesici takım geometrisi ve işleme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisi” adlı çalışmalarında, üç katman olarak CVD yöntemiyle TiN, Al₂O₃, TiC kaplanmış takım kullanmışlardır. İlerleme miktarının, yüzey pürüzlülüğüne uç yarıçapı ve kesme derinliğinden daha çok etki ettiği sonucuna varılmıştır [9].

Ducros ve Sanchette yaptıkları deneysel çalışmada CVD yöntemiyle CrN–TiN, TiN–AlTiN ve CrN–AlTiN kaplanmış takımlar kullanarak, kaplamaların kesme performanslarını ve mekanik özelliklerini incelemiştir. Sonuç olarak, TiAlN alaşımli kaplamaların abresiv aşınmanın sınırlandırılması ve talaş sıvanmasının önüne geçilmesi bakımından en iyi kaplama türü olduğu tespit edilmiştir [10].

Khrais ve Lin, AISI 4140 çeliğinin PVD yöntemiyle TiAlN kaplanmış kesici takımlar kullanılarak işlenmesinde, aşınma mekanizmaları ve takım performansını değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak kesme hızının artmasıyla takım aşınmasında bir artış olduğunu saptamışlardır. Ayrıca, yüksek kesme hızlarında soğutma sıvısından olumsuz etkilendiğinden, kuru kesme şartlarının, soğutma sıvısı kullanılarak yapılan kesmeden daha iyi sonuç verdiği sonucuna varmışlardır [11].

Yalçın ve Yılmaz, Ark PVD yüzey kaplama metoduyla TiN kaplanmış matkap takımlarında takım aşınmasını incelemişlerdir.Ç4140 ıslah çeliğinin delinmesinde TiN kaplamalı ve kaplamasız takımlar test edilmiştir. Sonuçta, nispeten ucuz HSS matkaplara, özellikle Ark PVD tekniği ile TiN kaplanması sayesinde, yüksek kesme özellikleri kazandırılarak takım performansının arttırılabileceği ortaya konmuştur. TiN kaplamalı matkapların, kaplamasız takımlara nazaran 5-8 kat daha fazla çalışma ömrüne sahip olduğunu belirtmişlerdir [12].

Habalı, kesici takım malzemesinin takım-talaş ara yüzey sıcaklığı üzerindeki etkisini deneysel olarak incelediği çalışmasında, kaplamasız Al₂O₃ ve TiN kaplanmış kesici takımlar kullanmıştır. Kesme hızı artışıyla yüzey pürüzlülüğünde bir azalma gözlemlenmiş, kesici takım malzemesi olarak TiN kaplı kesici takımın Al₂O₃ kaplı kesici takıma oranla daha iyi yüzey pürüzlülüğü çıkardığını belirlemiştir [13].

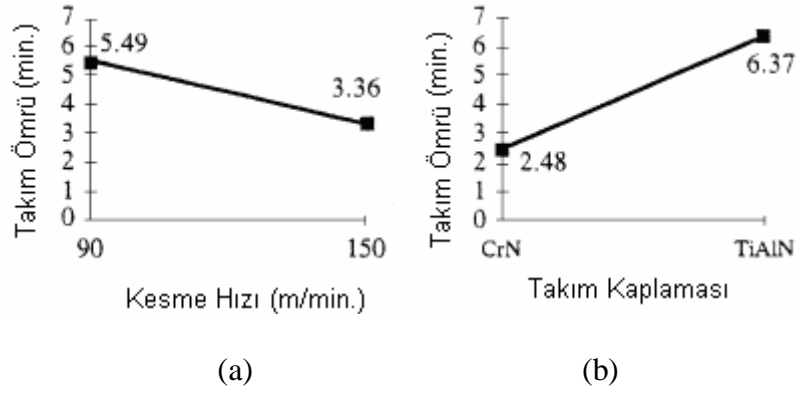
Can, AISI 5140 çeliklerinin işlenmesinde, uygun takım ömrü ve istenen yüzey pürüzlülüğünü elde etmek için en uygun takım kaplaması ve kesme değişkenlerinin belirlenmesi amacıyla deneysel bir çalışma yapmıştır. Sonuç olarak, ilerleme hızının artması ve kesme hızının azalmasıyla yüzey pürüzlülüğünde bir artış gözlemlenmiştir. Kaplamasız takımın, kaplamalı takıma oranla daha iyi yüzey pürüzlülük değerleri çıkardığını belirtmiştir. Takım ömrüne bakıldığında, TiAlN kaplı kesici takımların TiN kaplı kesici takımlara göre 200 m/dk'ya kadar daha iyi takım ömrüne sahip olduğu, bu hızdan sonrasında ise durumun terse döndüğü ifade edilmiştir [14].

Janoss tarafından paslanmaz çelikler üzerinde yapılan çalışmada kaplama yöntemi ve kaplama malzemesinin, yüzeyin mekanik ve fiziksel özelliklerine etkisi Çizelge 2.1'de gösterilmiştir. En yüksek sertlik değeri ve düşük sürtünme katsayısına sahip kaplama malzemesinin PVD yöntemiyle kaplanmış TiAlN olduğu tespit edilmiştir [15].

Çizelge 2.1. PVD ve CVD yöntemleriyle kaplanmış malzemelerin özellikleri.

| Kaplama Malzemesi | Kaplama Yöntemi | Sertlik VHN | Sürtünme Katsayısı | Oksidasyon Sıcaklığı (°C) | Korozyon Direnci |
|-------------------|-----------------|-------------|--------------------|---------------------------|------------------|
| TiN | PVD | 2900 | 0,65 | 500 | iyi |
| TiAlN | PVD | 4500 | 0,42 | 800 | iyi |
| CrN | PVD | 2500 | 0,55 | 700 | mükemmel |
| TiC | CVD | 3200 | 0,60 | 350 | iyi |
| TiC/TiN | CVD | 3000 | 0,65 | 500 | iyi |
| TiCN | PVD | 4000 | 0,45 | 400 | iyi |

Sharman ve arkadaşları tarafından yürütülen çalışmada TiAlN ve CrN kaplı takımların ömürleri inconel 718 malzeme üzerinde parmak frezeleme işlemiyle karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak TiAlN kaplı kesici takım CrN kaplı kesici takımdan daha iyi performans göstermiştir (Şekil 2.2) [16].



Şekil 2.2. Takım ömrünün kaplama ve kesme zamanı grafiği. a) Kesme hızı – takım ömrü grafiği, b) Takım kaplaması – takım ömrü grafiği.

Meena ve Masori, yeni bir üretim teknolojisi ile geliştirilen, yeşil östemperlenmiş sfero ADI derecesi çelik üzerinde TiAlN-kaplı tungsten karbür matkap kullanarak işlenebilirliğini araştırmışlardır. Kesim parametrelerinin kesme kuvveti katsayısına etkisini, talaş morfolojisini ve kesilen yüzey bütünlüğünü incelemişlerdir. Sonuçlar uzama yüzdesi olarak ASTM derece 2 ADI ile fakat yeni ADI'nın mukavemet özellikleri bakımından, ASTM derece 1 ADI ile karşılaştırılabilir olduğunu göstermiştir [17].

Haggerity, yaptığı çalışmada matkap uç geometrisinin ve boyutsal simetrisinin matkap performansına etkisini incelemiştir. Kesme performansını arttırmak için yeni uç geometrisi tasarlamıştır. Farklı 4 malzeme ve uygun ilerleme oranıyla yaptığı deneylerde yeni uç açılı matkaplarla geleneksel matkapları karşılaştırmış ve yeni uç açılı matkaplarda diğer matkaplara oranla aynı şartlarda itme kuvvetinde %15 - 35; kesme momentinde %4 oranında iyileştirme sağladığını belirtmiştir [18].

Kıvak, yaptığı çalışmada Inconel 718 malzemenin delinebilirliği için kuru kesme koşulları altında optimum delme şartlarını araştırmıştır. Deneysel çalışma, 5 mm çapında kaplamasız, TiN ve TiAlN kaplı karbür matkaplar kullanılarak, kuru kesme şartlarında CNC dik işleme merkezinde gerçekleştirilmiştir. Kesme parametreleri olarak dört farklı kesme hızı (10-12,5-15-17,5 m/dak) ve üç farklı ilerleme (0,05-0,075- 0,1 mm/dev) kullanılmıştır. Kesme kuvvetleri, yüzey pürüzlülüğü, delik çapı ve ovalite ölçülmüş ve bu ölçümler ışığında kesici takımlar arasında performans değerlendirmesi yapılmıştır. Inconel 718'in kuru kesme şartlarında delinmesinde, en iyi performans kaplamasız takımlarla, en kötü performans ise TiAlN kaplı takımlarla elde edilmiştir. Ayrıca yüksek kesme hızı ve ilerleme kombinasyonlarında takım performansı ve delik kalitesinin düştüğü tespit edilmiştir [19].

Meral, AISI 1050 çelik malzemenin delinebilirliği ile ilgili deneysel araştırmasında, 6-8 ve 10 mm çaplarında kaplamasız ve PVD metodu ile TiAlN kaplanmış HSS matkaplar kullanmıştır. Deneyleri üç farklı kesme hızı (20-30-40 m/dak) ve üç farklı ilerleme (0,05-0,1-0,15 mm/dev) değeri kullanılarak kuru kesme şartları altında CNC dik işleme merkezinde yapılmıştır. Ayrıca, delik derinliği 17 mm seçilmiş ve deliklerde ölçü tamlığı, ovalite, eksensel kaçıklık, yüzey pürüzlülüğü ve talaş kaldırma esnasında oluşan kesme kuvvetleri ölçülmüştür. Deneyler sonucunda, kaplamalı matkapların, kaplamasız matkaplara göre; tüm değerlendirme kriterleri için olumlu sonuçlar sergilediği ve ilerleme kuvveti üzerinde, ilerleme hızının, kesme hızına göre daha etkili bir parametre olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, yüzey pürüzlülüğü değerleri, artan kesme hızı değerlerine bağlı olarak azalırken, ilerleme hızının artması ile arttığı belirtilmiştir [20].

Yağmur ve arkadaşları, AISI 1050 çeliğinin farklı özellikteki kesiciler (kaplamalı ve kaplamasız) kullanılarak farklı kesme parametrelerinde delinmesi sonrasında elde edilen delik yüzey pürüzlülüklerini tespit etmişlerdir. Delikler, kaplamasız ve TiN/TiAl/TiCN kaplamalı 14 mm çapında solid karbür matkaplarla delinmiştir. Sonuç olarak ilerleme hızındaki artış yüzey kalitesini olumsuz yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Kesme hızındaki artış ile yüzey pürüzlük değerlerinde bir azalma olduğu vurgulamışlardır. Kaplamalı takımların kaplama malzemesi sayesinde düşük sürtünme katsayısına sahip olmasının, yüzey kalitesini olumlu yönde etkilediği vurgulamışlardır [21].

Delmede, deliklerin çıkısındaki çapak miktarı bir kalite göstergesidir ve bundan dolayı istenen ürün kalitesini ve fonksiyonelliğini sağlamak için oluşan çapağın miktarını tahmin etmek esastır. Karnik ve Gaitonde, AISI 316L paslanmaz çeliğin delinmesi esnasında oluşan çapak yüksekliği ve kalınlığı üzerine kesme hızı, ilerleme, matkap çapı, uç açısı ve uç boslu açısı gibi işleme parametrelerinin etkisini araştırmak için yapay sinir ağları tabanlı modeller geliştirmişlerdir. Bu amacı gerçekleştirmek için hatayı geriye yayma eğitim algoritması kullanılarak eğitilen birçok katmanlı ileri bildirimli yapay sinir ağları kullanılmıştır. Eğitim için gerekli olan girdi-çıkış dizileri, Box-Behnken deneysel tasarımı aracılığıyla planlanan delme deneyinden elde edilmiştir. Çapak miktarı üzerine delme işlem parametrelerinin etkilerini analiz etmek için yapay sinir ağları modellerinin etkinliği simülasyon ile gösterilmiştir [22].

Delmede, çapak oluşumu yüksek verimlilik ve işleme süreçlerinin otomasyonu için en sıkıntılı engeller arasında olup delik kalitesini engellemektedir. Çapak alma maliyeti ve zamanını azaltmak için imalat aşamasında çapağı minimize edecek delme işlem parametrelerinin en iyi parametrik kombinasyonunu seçmek gerekmektedir. Karnik ve arkadaşları, yapay sinir ağları kullanan bir çapak boyutu modeli geliştirerek AISI 316L paslanmaz çeliğin delinmesi esnasında genetik algoritma optimizasyonu ile Taguchi prensibini entegre eden orijinal bir kavram tanıtmaktadır. Amaç, çapak yüksekliği ve çapak kalınlığı gibi çapak boyutlarını eş zamanlı olarak minimize eden belirlenmiş bir matkap çapı için ilerleme ve uç açısının en iyi kombinasyon değerlerini saptamaktır. Sonuçlar, delmede çapak boyutunu minimize

etmede daha büyük matkap çapı değerleri için daha büyük bir uç açısına ihtiyaç olduğunu açıkça göstermiştir [23].

Matsushima ve arkadaşları, mikroalaşımli çeliklerin işlenmesinde kullanılan matkapların takım ömürlerini arttırma metotlarını araştırmışlardır. Islah çeliğinin işlenmesine kıyasla, mikroalaşımli çeliğin işlenmesinde kesici kenardaki aşınmayı, matkabın bilenmesine rağmen tamamen kaldırmak mümkün olmadığını belirtmişlerdir. Delmedeki küçük genleşmeler yüzünden kesici kenarda büyük aşınmalar oluştuğunu bunun sebebini, mikroalaşımli çeliğin tokluğundaki azalmaya atfetmişlerdir. Düşük karbonlu mikroalaşımli çelikte yüksek tokluğun oluşması nedeni ile aşınma direnci daha yüksek matkapların kullanılmasıyla, takım ömründe artma olacağını söylemişlerdir [24].

Meral ve ark., AISI 1050 malzemenin delinmesinde ilerleme kuvveti ve yüzey pürüzlülüğünün modellenmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Deneylede, 6, 8, 10 mm çaplarında kaplamasız ve PVD metodu ile TiAlN kaplanmış kaplamalı HSS matkaplar kullanılmıştır. Deneyle, üç farklı kesme hızı (20, 30, 40 m/dak) ve üç farklı ilerleme (0.05, 0.1, 0.15 mm/dev) değerinde kuru delme şartlarında CNC dik işleme merkezinde yapılmıştır. İlerleme hızı (f), kesme hızı (Vc), matkap çapı (d) ve matkap türünün (q) yüzey pürüzlülüğü (Ra) ve ilerleme kuvvetleri (Fz) üzerindeki etkisini belirlemek için, ANOVA (Varyans Analizi) kullanılmıştır. Sonuç olarak, uygulanan regresyon modelinin tümüne bakıldığında, kesme parametrelerine karşılık gelen ilerleme kuvvetinin ve yüzey pürüzlülüğün modellenmesinde kullanılacak en uygun metodun, ikinci dereceden regresyon modeli olduğu görülmüştür. İkinci dereceden regresyon modelinden elde edilen sonuçlara göre, ilerleme kuvvetinin kaplamalı matkaplara göre kaplamasız matkaplarda daha fazla oluştuğu, ayrıca artan ilerleme hızı ve matkap çapı ile beraber daha da arttığı gözlenmiştir. Yüzey pürüzlülüğü modelinden elde edilen sonuçlara göre, delik üzerinde oluşan yüzey pürüzlülüğü, kaplamasız matkaplara göre kaplamalı matkaplarda daha az oluşmuştur. Yüzey pürüzlülüğü, ilerleme hızı ve matkap çapı artışıyla doğru orantılı olarak artmış ve kesme kuvveti artışı ile ters orantılı bir şekilde azalmıştır [25].

Gao ve arkadaşları, derin delik işlemlerinde işleme mekanizmalarının araştırılması için bilgisayar tabanlı bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Araştırılan kesme mekanizmaları özelde, derin delik delmede birleştirilmiş delme kuvvetlerinin ve talaş deformasyonunun üzerine odaklanmıştır. Model, bilgisayar tabanlı veri toplama sistemi ile elde edilen dataları değerlendirmektedir. Çalışma, aynı zamanda derin delik işlemede aksenal kuvvetlerin analiz ve ölçümünü tanımlamaktadır [26].

Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında, araştırmaların büyük bölümünün delik delme sürecinde işleme performansına etki eden kesme hızı, ilerleme, matkap çapı, delik sayısı, delik derinliği, iş parçası malzemesi gibi kesme parametreleriyle ilgili olduğu ve bu parametrelerin ilerleme kuvveti, moment, titreşim, yüzey pürüzlülüğü ve çıkış çapağı oluşumuna olan etkisi çeşitli teorik ve deneysel çalışmalarla incelendiği görülmektedir.

Yapılan literatür araştırmasında delik delme sürecinde optimum kesme şartlarına ulaşmak için pek çok çalışmanın yapıldığı ve halen yapılmakta olduğu gözlenmiştir. Yapılan bu çalışmanın, takımların tekrardan bilenmesi ve kaplanması ile farklı çaptaki ve farklı uzunluktaki matkaplarla farklı kesme parametrelerini kullanarak yüzey kalitesi ve takım aşınması sonuçlarının grafikler yardımıyla yorumlanmasıyla literatürde bir boşluğu dolduracak nitelikte olduğu düşünülmektedir.

BÖLÜM 3

TALAŞLI İMALAT VE DELİK DELME İŞLEMİ

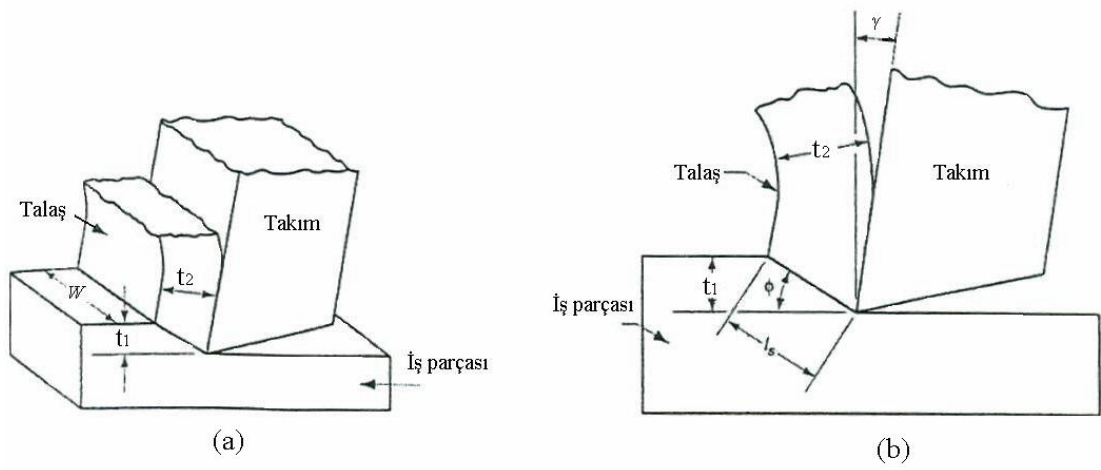
3.1. TALAŞ KALDIRMA İŞLEMİ

İş parçasını istenilen şekil, boyut ve yüzey kalitesine getirmek için, iş parçasından daha sert ve keskin bir kesici takım vasıtası ile güç kullanarak iş parçası üzerinden malzeme kaldırmaya talaş kaldırma işlemi denir. Bu süreçte iş parçasından ayrılan malzeme tabakasına talaş denir. Talaş kaldırma işleminin gerçekleşebilmesi için takım ve iş parçasının birbirine göre izafi hareketlerde bulunması gerekir. Fiziksel olarak talaş kaldırma işlemi, elastik ve plastik şekil değiştirmeye bağlı olarak; sürtünme, ısı oluşumu, talaşın kırılması ve büzülmesi, işlenen parçanın yüzeyinin sertleşmesi, takım ucunun aşınması gibi olaylar meydana gelen, karmaşık bir fiziksel olaydır [5].

Talaş kaldırma esnasında takım ile parça arasında kesme ve ilerlemeden meydana gelen iki temel hareket vardır. Bu hareketlerin, parça ya da takım tarafından yapılması çeşitli talaş kaldırma yöntemlerini meydana getirir. İlerleme hareketi; parçanın uzunluğu, genişliği veya derinliği boyunca belirli bir kısmın işlenmesini sağlayan harekettir. Kesme hareketi ise takımın yapmış olduğu doğrusal ya da dönme hareketi ile ilerleme hareketinin bir sonucudur. Takım bu hareketlerin neticesinde iş parçası üzerinden verilen ilerleme kadar talaş kalınlığını koparmaya çalışır. Bu işleme kesme adı verilir. Bu kesme işleminin gerçekleşebilmesi için de kesici takımın; üzerine gelen kuvvetlere ve bunların meydana getirdiği gerilmelere karşı koyabilecek dirence sahip olması gerekmektedir [27].

Talaş kaldırma işleminde iş parçası ve takım arasında sürtünme, ısı, takım aşınması, takım deformasyonu vb. gibi bir dizi olay meydana gelir. Bir parça üzerinden talaş

kaldırılabilmesi için takımın iş parçasına nüfuz etmesi ve takım veya iş parçasına uygulanan kesme kuvvetinin yeterli olması gerekir [28].



Şekil 3.1. Dik (orthogonal) kesme modeli [29].

Şekil 3.1'deki simgeler;

t_1 : deforme olmamış talaş kalınlığı

l_s : kayma düzlemi uzunluğu

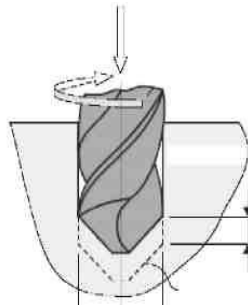
t_2 : deforme olmuş talaş kalınlığı

ϕ : kayma düzlemi açısı

w : iş parçası genişliği

γ : kesici takım talaş açısı

Delme esas olarak, kesici takımla iş parçası arasında bağıl bir hareketle talaş kaldırmak suretiyle yapılan işlemdir (Şekil 3.2). Bu işlem sırasında matkap veya iş parçası ya da ikisi birden döner. Delme işlemi hızlı ve ekonomik olmakla beraber, kesme hareketi zor ve verimsizdir. Delme işleminde talaş çıkışı ve kesme sıvısı akışı sınırlı olduğundan zor bir işleme yöntemidir.



Şekil 3.2. Delik delme işlemi [30].

3.2. DELİK DELME İŞLEMİ

Delik delme, kesici takımlarla bir iş parçası üzerine silindirik delik açma işlemidir. Delik delme işlemi birçok değişik iş parçasına ve malzemeye uygulanabilir. Bazen civata, vida ve diğer elemanlar için delinmesi gereken delikte yüksek derecede tolerans doğruluğuna gerek olmayabilir. Fakat aynı zamanda, kama deliği veya kalıp pimleri gibi hassas deliklerde ise tolerans doğruluğu önem arz etmektedir [31].

Delik delme işlemi bazı yönleri ile tornalama ve frezeleme işlemleri ile karşılaştırılabilir de delik delmede talaş kırma ve talaşın boşaltılması kritik öneme sahiptir. İşleme delikle sınırlıdır, yani delik derinliği ne kadar büyükse işlemi kontrol etmek ve talaş kaldırmak o kadar zor olur. Birçok parçada kısa delikler bulunur ve yüksek talaş kaldırma hızı, kalite ve güvenilirliğe ilaveten önemi artan bir önceliğe sahiptir. Delik delme işlemlerini; dolu malzemeye delik delme, delik büyütme, fatura açma (kademeli delik delme) ve raybalama olmak üzere dört başlık altında toplamak mümkündür [32].

3.2.1. Dolu Malzemeye Delik Delme

Dolu malzemeye delik delme en yaygın delik delme yöntemidir. Bu yöntemle katı maddeye tek işlemde önceden belirlenmiş bir çapta delik açılır (Şekil 3.3a).

3.2.2. Delik Büyütme

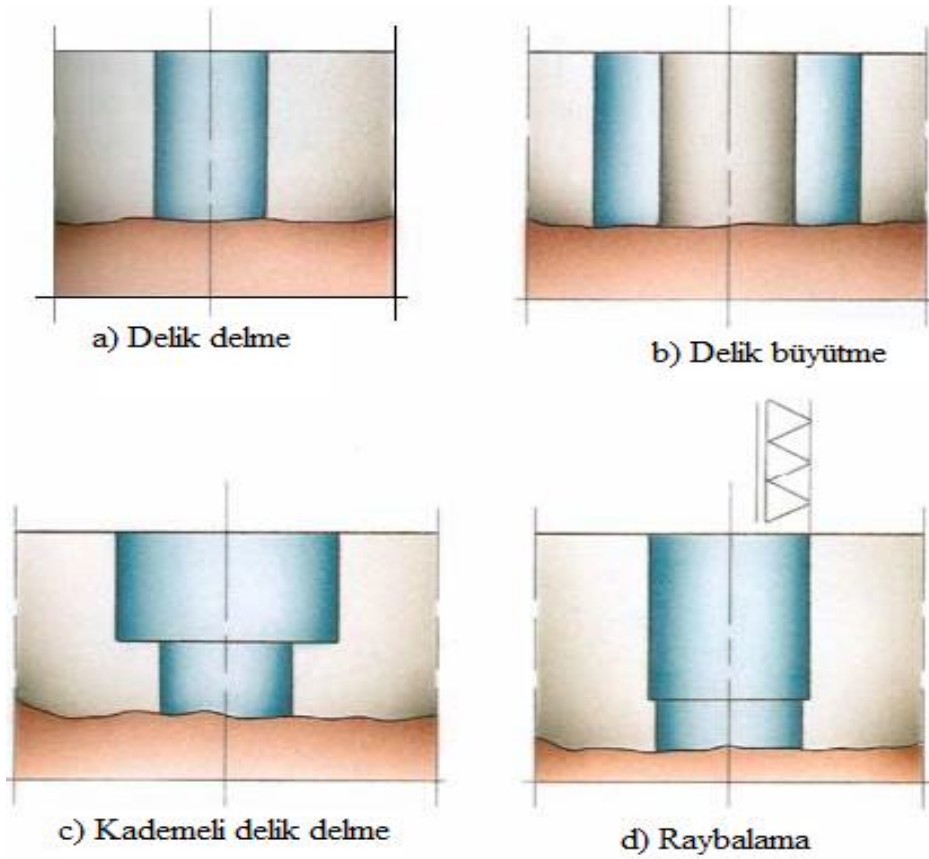
Delik büyütme genellikle daha büyük delik çapları için kullanılır. Bu metot dolu malzemeye delik delme kadar güç harcama gerektiren bir metot değildir. Delik büyütmede takımın bütün çapı kesmez, takım sadece deliğin çevresindeki bir halkayı işler. Bütün malzemeyi talaş olarak kaldırmak yerine göbek malzemesi deliğin merkezinin etrafında boş olarak bırakılır, bu metot sonuçta delik içi uygulamaları içindir (Şekil 3.3b).

3.2.3. Fatura Açma

Fatura açma (kademeli delik işleme) deliğin çevresinde önemli bir miktarda talaş kaldıran özel olarak tasarlanmış bir takımla mevcut deliğin genişletilmesidir (şekil 3.3c).

3.2.4. Raybalama

Raybalama mevcut deliğin son (ince) işlemdir. Bu işlem yüksek yüzey kalitesi ve küçük tolerans sağlamak için kullanılır (Şekil 3.3d).



Şekil 3.3. Delik delme işlemleri [33].

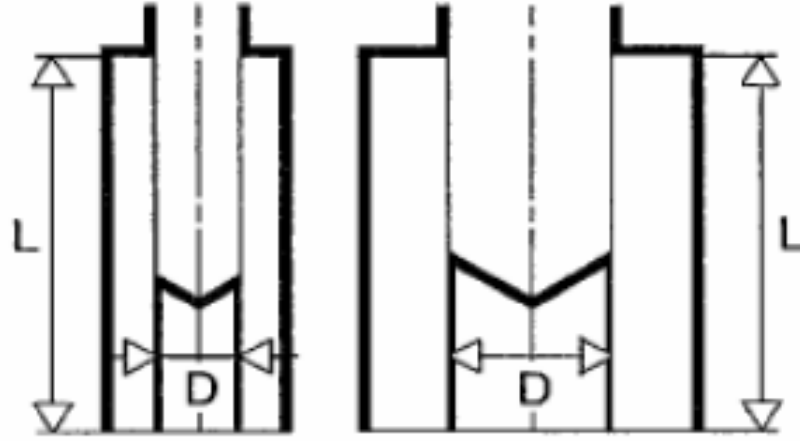
3.2.5. Derin Delik Delme

Delik derinliği ne kadar büyükse işlemleri kontrol etmekte o kadar zorlaşır. Derin delik delme esnasında ortaya çıkan zor koşullar kesici takım, tezgah ve yardımcı ekipman ile ilgili belirli talepleri de beraberinde getirir. Derin delik delme uygulamalarına çelik, nükleer güç, petrol ve yakıt gibi pek çok endüstri de rastlanmaktadır. Bu uygulamalarda boyut ve yüzey toleransları kadar kalite konusunda da belirli talepler mevcuttur. İş parçalarının çok pahalı olması ve iadelerin ekonomik sonuçları etkilemesi söz konusudur. İşleme esnasında genellikle güvenilirliğe de büyük öncelik verilir. Bu gereksinimleri karşılamak için geliştirilen delme sistemleri ve takımlar, kısa delik delme işlemleri de dahil olmak üzere, tüm işlemlerde belirli kaliteleri sağlamayı amaçlarlar.

Tüfek namluları, uzun mil, bağlantı çubukları gibi derin delikler delinmesi gerektiğinde bazı problemlerle karşılaşmıştır. Delik derinliği arttıkça delme işlemleri gerçekleştirilmemesi de buna paralel olarak zorlaşır. Devir sayısı ve ilerleme çok dikkatli olarak ayarlanması gerekmektedir çünkü derin delik delme işlemlerinde hata yapma olasılığı kısa delik delme işlemine göre oldukça fazladır [34].

Delik derinleştikçe, işlemleri kontrolü ve talaşın boşaltılması zorlaşır. Derin delik delme işlemlerinde yüzey ve delik kalitesi daha büyük bir öneme sahip iken, kısa deliklerde daha ekonomik bir işlem için daha yüksek talaş debilerinde çalışma önem kazanmaktadır. Kısa delik delme işlemi ile derin delik delme işlemi arasındaki fark, sadece çap ve delik derinliği ilişkisiyle sınırlanmamıştır. Talaş boşaltma, kalite ve talaş debisi ile ilgili parametreler de derin delik delme ile kısa delik delme işlemlerini ayıran temel özelliklerdir [19].

Delik boyu, delik çapının 10 katından daha büyük ise bu delikler uzun delik olarak adlandırılır. Delik boyu çap oranı 4-10 arasında olan deliklere normal delik, delik boyu çap oranı 3 ve daha düşük olan delikler ise kısa delik olarak adlandırılır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Çap uzunluk ilişkisi [34].

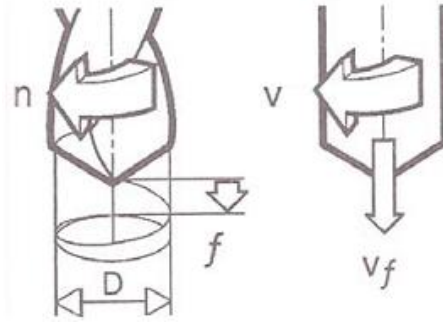
3.3. DELİK DELMEDE KULLANILAN KESME PARAMETRELERİ

Delme işleminde ana hareket takım veya iş parçası tarafından yapılan dönme hareketidir. Ana hareketi oluşturan ana mil hızı (n), dakikada yapılan devir sayısı olarak tanımlanır. Delme işlemi için kesme hızı (V) çevresel hızdan yararlanılarak belirlenir, bu hız dakikadaki devir sayısı bilindiği takdirde kolaylıkla hesaplanabilir. D takım çapı olmak kaydıyla matkap bir dönüşte, çevresi $\pi x D$ olan bir daire çizer (Şekil 3.5). Eğer çap mm cinsinden verilmişse, kesme hızının m/dak cinsinden ifade edilebilmesi için sonuç 1000'e bölünür (Eşitlik 3.1).

$$V = \pi \times D \times n / 1000 \text{ (m/dak)} \quad (3.1)$$

$$V_f = f \times n \text{ (mm/dak)} \quad (3.2)$$

İlerleme hızı veya parçaya nüfuziyet hızı (V_f - mm/dak) birim zamanda alınan yol olarak tanımlanır ve takımın iş parçasına göre veya alternatif olarak iş parçasının takıma göre ilerlemesidir (Eşitlik 3.2). Bu aynı zamanda tezgahın veya tablanın ilerleme hızı olarak da bilinir. Devir başına ilerleme (f - mm/dev) ilerleme hızını hesaplamak için kullanılan bir büyüklük olup, takım veya iş parçasının bir devirdeki ilerlemesidir.



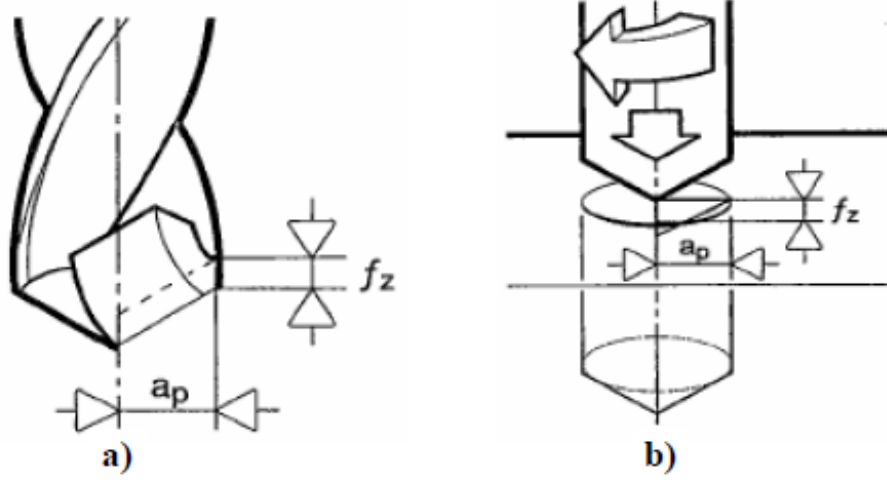
Şekil 3.5. Kesme hızı ve ilerleme hızının gösterimi [34].

Talaş genişliği veya radyal talaş derinliği (a_p - mm), takımın temasta olduğu iş parçası yüzeyidir ve tornalamada olduğu gibi yarıçap cinsinden ifade edilir (Eşitlik 3.3).

$$a_p = (D-d)/2 \text{ (mm)} \quad (3.3)$$

Takımda birden fazla kesici kenar olduğundan (z kesici kenar-sayısı) talaş kesit alanının (A - mm^2) tanımında kenar başına ilerleme (f_z - mm/z) değeri kullanılır. Bu alan bir kenar tarafından kaldırılan malzemenin alanıdır ve radyal talaş derinliği ile kesici kenar başına ilerlemenin çarpımına eşittir (Şekil 3.6). Bu tanımlardan bazıları kullanılarak talaş debisi (V mm^3/dak) veya birim zamanda kaldırılan talaş hacmi hesaplanabilir. Burada talaş hacmi, kesme hızı ile talaş kesit alanının çarpımıdır (Eşitlik 3.4). Kesme hızı (v_c - m/dak) cinsinden ifade edilirse, talaş debisinin (mm^3/dak) cinsinden elde edilebilmesi için sonuç 1000 ile çarpılır [34].

$$V = A * v_c * 1000 \text{ (mm}^3/\text{dak)} \quad (3.4)$$



Şekil 3.6. Delme işlemlerinde temel tanımlar a) talaş kesit alanı, b) kesici kenar başına ilerleme [34].

İlerleme uzunluğunun ($L+h$ mm) ilerleme hızına bölünmesi sonucunda efektif işleme zamanı (T dak) elde edilir (Eşitlik 3.6). Delinmiş olan veya başka bir ifade ile takımın ilerlediği uzunluk, delik derinliği ile matkap ucu yüksekliğinin toplamına eşittir [34].

$$h = (D/2) \cdot \cot(\varphi/2) \text{ (mm)} \quad (3.5)$$

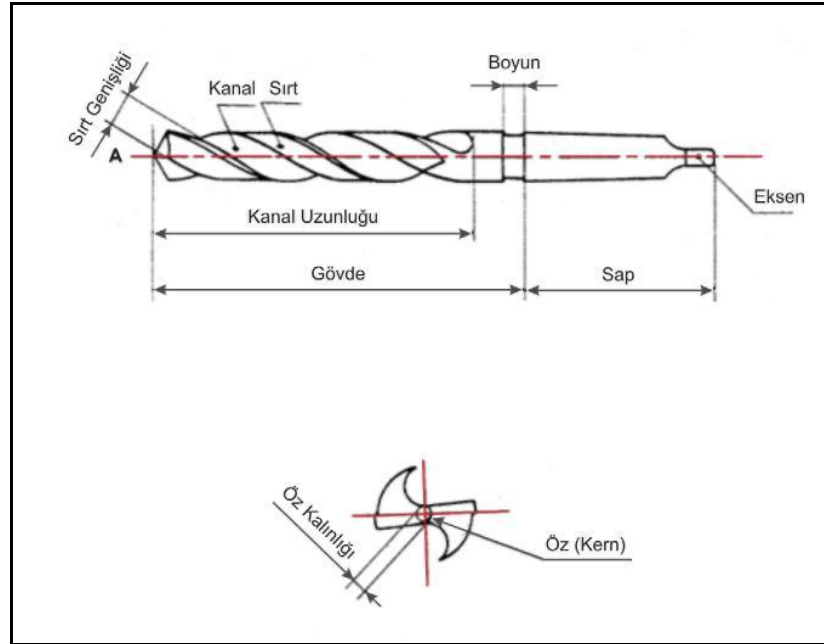
$$T = (L+h)/V_f \text{ (dak)} \quad (3.6)$$

3.4. MATKAPLAR

Delme işlemlerinde kullanılan kesici takımlara genel olarak matkap denir. Matkaplar talaşlı üretimde en çok kullanılan kesici alet gruplarından biridir. Bir matkap kendi eksenini etrafında dönerek ve aynı zamanda eksenini doğrultusunda ilerleyerek iki kesici ağız ile kesme yapar. Metallerin işlenmesinde birçok çeşitli matkap kullanılır. Her matkap türü bir gereksinimden ortaya çıkmıştır. Bir delme takımı bir veya daha fazla kesici kenara ve helisel veya düz kanala sahip, dönen bir takımdır. Tüm delme takımları için ortak problemler kesme hızının merkezde sıfır, çevrede maksimum olmasından kaynaklanan problemlerdir. İşlem sırasında delik içerisinde oluşan talaşlar işlenen yüzeye zarar vermeden, kolaylıkla kesme bölgesinden

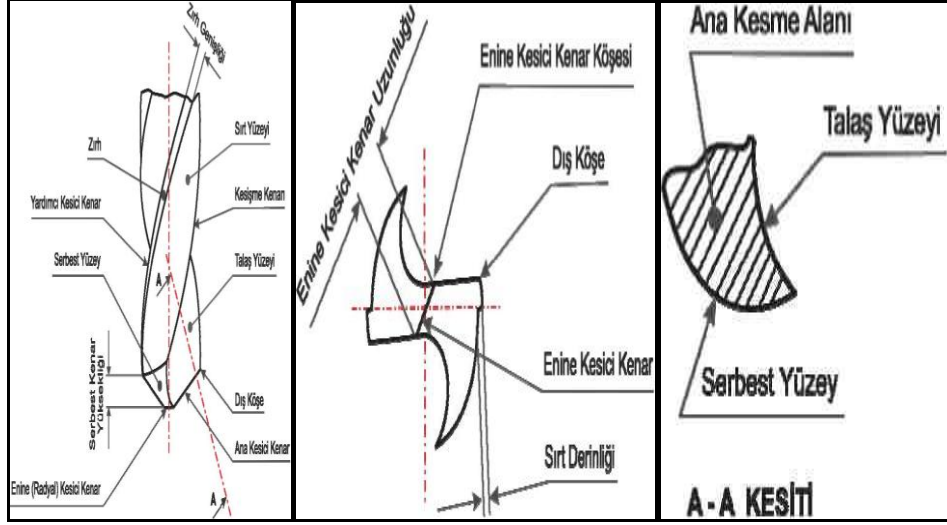
uzaklaştırılacak bir şekle sahip olmalıdırlar. Takım seçimi; delik çapı, delik derinliği, sağlanması gereken toleranslar, iş parçası malzemesi, üretim hacmi ve mevcut tezgâh gibi çeşitli parametrelerce belirlenir [34].

Matkaplar genel olarak gövde ve sap olmak üzere iki kısımdan meydana gelir. Tuturma için kullanılan sap kısmı konik veya silindirik şeklindedir. Kanallı kısım sap ile yekpare yada kaynakla birleştirilerek üretilmektedir. Her matkap türünde olmasa da sap ile kanal arasında boyun denilen bir kısım vardır [5]. Şekil 3.7 de bir matkap genel hatlarıyla gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Matkabın genel kısımları [35].

Matkapta asıl kesme olayı matkap ucunda gerçekleşir. Bu kısımda matkabın ağız sayısına göre iki ya da üç ana kesici kenar ve her ağızın birer talaş yüzeyi ve serbest yüzeyi mevcuttur. Ana ağızların oluşturduğu koni tam sivri değildir. Aralarında çekirdek denilen yassı bir kısım mevcuttur. Çekirdeğin uç genişliği enine kesici kenarı oluşturur. Serbest yüzey, uç kısmındaki konik alandır. Matkabın kanallı kısmında iki kanal arasında kalan yüzey sırt denilen kısımdır. Sırt üzerinde matkap kanalı boyunca helisel olarak uzanan yüzeye zırh adı verilir ve zırh yüzeyinin kanal tarafındaki kenarı yardımcı kesici kenar olarak adlandırılır [5].



Şekil 3.8. Matkaptaki yüzey ve kesici kenarlar [35].

Matkap tezgâhında kullanılan matkap için doğru devir sayısını belirlemede;

- Delinecek malzeme cinsi,
- Malzeme için tavsiye edilen kesme hızı,
- Matkap malzemesinin cinsi bilinmelidir.

Malzeme için tavsiye edilen kesme hızı (V), matkap çapına göre (d) devir sayısının (n) hesaplanması için kullanılan Eşitlik 3.7’de verilmiştir.

$$Vc = \frac{\pi \times d \times n}{1000} \text{ (m/dak)} \quad (3.7)$$

formülü ile kesme hızı hesaplanır.

3.5. DELİK DELME İŞLEMİNDE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ

Yüzey pürüzlülüğü, kullanılan imalat metotları ile ve başka etkilerle ortaya çıkan, mutata tarzda genellikle başka düzensizliklerle sınırlanan oldukça küçük aralıklı yüzey düzensizlikleridir. Kesici takımdan veya üretim sürecindeki diğer problemlerden kaynaklanan yüzey düzensizlikleri pürüzlülük olarak tanımlanır. Pürüzlülük çapraz ilerleme izleri ile diğer düzensizlikleri kapsar. Talaş kaldırma

işleminin amacı, parçalara sadece bir şekil vermek değil bunları geometri, boyut ve yüzey bakımından parça resminde gösterilen belirli bir doğruluk derecesine göre imal etmektir. Buna işlem kalitesi denilmektedir. Parçanın geometri, boyut ve yüzey doğruluğunu kapsayan yüzey kalitesi, günümüzde talaş kaldırma işleminin en önemli özelliğidir. Boyut kalitesi, parçanın gerçek boyutları arasında müsaade edilen sapmalardır. Bu sapmalar boyut toleransı ile ifade edilir. Boyut toleransları imalat kalitesine ve boyutun büyüklüğüne göre tayin edilirler. Geometri kalitesi, müsaade edilen şekil ve konum sapmalarını içerir. Bunlar ideal silindirik şekle göre sapmalar, ideal yüzeye göre sapmalar ve eksenel sapmalar olmak üzere üç gruba ayrılır [36].

Kesici takım uç yarıçapı, kesici takımın uç mukavemeti ile birlikte üretilen ürünün yüzey kalitesini etkilemektedir. Kesici takım uç yarıçapı, ilerleme değerinin birkaç misli seçilmesi üretilen ürün kalitesine olumlu tesir etmektedir. Kesici takım uç yarıçapı büyüdükçe yüzey kalitesi ve kenar mukavemeti de buna bağlı olarak artmaktadır. Ancak unutulmaması gereken nokta, yarıçapı fazla büyük seçmek kesme direncini yükseltmekte ve tırlamaya sebep olabilmektedir. Uç yarıçapının büyümesiyle, serbest yüzeydeki ve talaş yüzeyindeki aşınma değerlerinde azalma görülmektedir. Bu durum prosese olumlu etkilemekle beraber, kesici takım uç yarıçapının büyütülmesi oluşan talaşın istenilen boyutsal ve geometrik özelliklerden uzaklaşmasına sebep olmaktadır. Bu durum dikkate alınarak kesici takım uç yarıçapı belirlenmektedir. Kesici takım uç yarıçapı, ilerleme ve yüzey kalitesi arasındaki ilişki matematiksel olarak sunulmuştur.

$$Ra = 0,00321 \cdot f^2 / r_e \quad (3.8)$$

Burada, Ra ortalama yüzey pürüzlülüğünü, f ilerleme miktarını ve r_e ise uç yarıçapını ifade etmektedir [37].

3.5.1. Yüzey Pürüzlülüğünün Önemli Olduğu Durumlar

Yüzey pürüzlülüğü birçok alanda önemli bir parametredir. Bunların bazıları;

- Sürtünmeli yataklar

- Korozyon ortamında çalışan parçalar
- Yuvarlanmalı yataklar
- Boyanmış ve kaplanmış yüzeyler
- Sızdırmazlık yüzeyleri
- Plastik enjeksiyon kalıp yüzeyleri
- Masterlar vb. [38].

3.5.2. Yüzey Pürüzlülüğüne Etki Eden Faktörler

Talaşlı imalat esnasında yüzey pürüzlülüğüne etki eden parametreler şunlardır:

- Takım tezgâhının rijitlik durumu
- Yataklama sisteminden kaynaklanan hatalar
- Takım tutucusunun rijitlik durumu
- Takım aşınmasının etkileri
- Takım geometrisi
- Kesme parametreleri
- Malzemenin mekanik özellikleri
- Soğutma sıvısının etkileri [39].

3.6. TAKIM AŞINMASI

Bütün kesici takımlar talaş kaldırma işlemi sırasında aşınır ve bu aşınma, kesici takım ömrünü tamamlayıncaya kadar devam eder. Kesici takım ucunun deforme olması genellikle aynı anda çok farklı aşınma mekanizması tarafından etkilendiği için çok karmaşık bir olaydır. Bir bitirme işleminde kullanılan değiştirilebilir ucun kesici kenarı, artık istenilen yüzey hassasiyetini sağlayamıyorsa aşınmış demektir. Ucun değiştirilmesi için çok büyük bir aşınma gerekli değildir. Takım uç radyüsünde çok küçük bir parça boyunca oluşacak aşınma, takımın değiştirilmesini gerektirebilir.

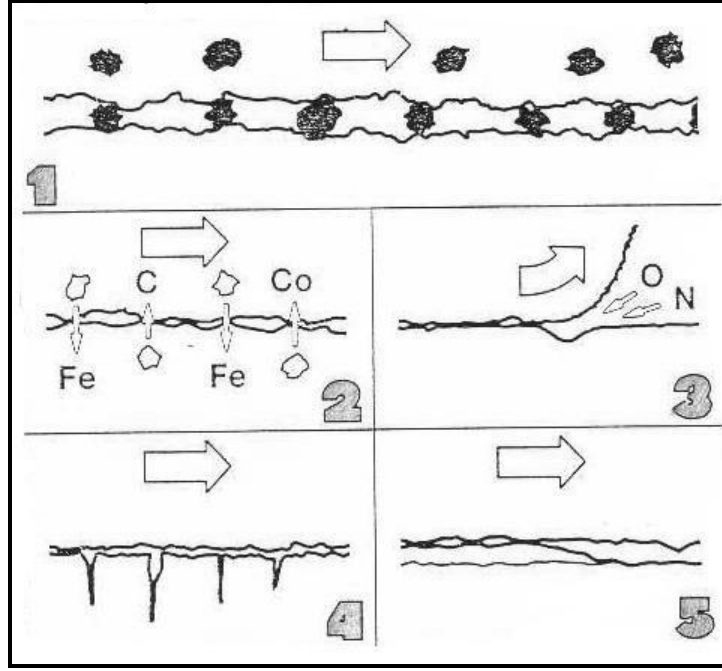
Takım aşınması kesici kenar üzerindeki yük faktörlerinin etkisi altındadır. Kesici kenar ömrü, takım geometrisini değiştirmeye çalışan çeşitli yüklerle belirlenir.

Aşınma, takım-iş parçası-işleme şartları arasındaki etkileşimin bir sonucudur. Temel yük faktörleri; mekaniksel, termal, kimyasal, aşındırıcı olarak sıralanabilir. Mekanik yüklerin statik bileşenlerinden başka, talaş şekillendirme sürecinin kendisinden oluşan çeşitli dinamik yükler de söz konusudur. Bunların en önemlileri değişen kesme derinliğinden, kesintili işlemeden kaynaklananlar ve frezelemede görünenlerdir.

Talaş kaldırma işlemi, talaş yüzeyinde ve kesici ucun yan kenarında çok miktarda ısı oluşmasına sebep olur. Termal (ısı) yük; önemli ölçüde takım malzemesi üzerinde ve frezelemede olduğu gibi bazı işlemlerde, kesici kenarlar iş parçasından ayrılırken ve tekrar girerken ortaya çıkan dinamik bir faktördür. Talaş oluşumunun biçimlenme süreci, devamlı olarak yeni bir metal ara yüzeyi oluşturması anlamı taşır ve talaş biçimlendirmesi sırasında, takım boyunca hayli yüksek sıcaklık ve basınçta zorlamalar vardır. Oluşan yüzeyler metallerin kimyasal reaksiyonları ve difüzyon için oldukça uygun bir ortam hazırlar.

Pek çok iş parçası malzemesinin işlenmesi sırasında, sertlikleri takım malzemesi ile karşılaştırılabilecek kadar yüksek çeşitli tipte oldukça sert parçacıklar görülür. Bu parçacıklar takım üzerinde, taşlamadan daha çok aşınma etkisi yaratan bir sınır oluştururlar. Bu kalıntılar veya kabuk döküntüleri, malzeme miktarının çok büyük kısmını oluşturmasa bile, işleme sırasında tüm işlenecek malzemenin kesici kenardan geçmesiyle bir aşınma görülür. Talaş kaldırma sırasında kesici kenar üzerindeki yük faktörlerinin bir sonucu olarak, bazı temel aşınma mekanizmaları metalden talaş kaldırma işlemine etki eder. Bunlar;

- Abrasiv aşınma,
- Difüzyon aşınma,
- Oksidasyon aşınması,
- Yorulma ile aşınma,
- Yapışma ile aşınma.



Şekil 3.9. Temel aşınma mekanizmaları [2].

Abrasyon aşınma, çok yaygındır ve aşınmaya çoğunlukla iş parçası malzemesinin sert parçacıkları sebep olur. Bu parçacıklar iş parçası yüzeyi ile takım arasına geldiği zaman taşlama işlemine benzer bir durum oluşur. Kesici kenarın yan yüzeyinde aşınmaya sebep olan uç üzerindeki mekanik yüklerin bir sonucudur. Abrasiv aşınma takım talaş yüzeyinde krater oluşmasına sebep olur.

Difüzyon aşınmasında, talaş kaldırma sırasında oluşan kimyasal yükler daha etkilidir. Takım malzemesinin kimyasal özellikleri ve takım malzemesinin iş parçası malzemesine olan birleşme eğilimi difüzyon aşınma mekanizmasının oluşumunu belirleyecektir. Malzemeler arasındaki metalürjik ilişki aşınmanın büyüklüğünü tayin eder. Aşınma mekanizması daha çok yüksek sıcaklığa bağlıdır ve bu sebeple yüksek kesme hızlarında daha büyüktür.

Metallerin çoğu için yüksek sıcaklık ve havanın varlığı *oksidasyon* demektir. Bazı kesici takım malzemeleri oksidasyon sebebiyle aşınmaya diğerlerinden daha meyillidirler. Özellikle kenarla parçanın ara yüzeyinde, talaş genişliğinin bittiği yerde hava talaş kaldırma sürecine katılma imkanı elde eder. Oksidasyon bu bölgede

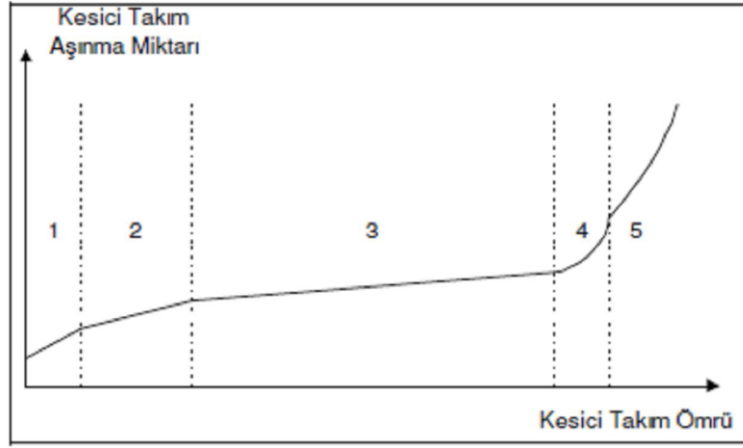
kesici kenarda tipik çentiklerin oluşmasına sebep olur. Ancak bu tür aşınma günümüzün işleme şartlarında yaygın olmayan bir durumdur.

Yorulma ile aşınma sıcaklık dalgalanmaları ve kesme kuvvetlerinin yüklenmesi ve kaldırılması, kesici kenarda çatlaklara ve kırılmalara sebep olur. Bu durum sert veya işlenmesi zor malzemelerin, oldukça yüksek ilerleme değerleri ile işlenmesinden veya takım malzemelerinin çok sert olmasından kaynaklanabilir. Bununla birlikte bazı durumlarda plastik deformasyonun hakimiyeti de söz konusudur.

Adhezyon aşınması ise, takımın talaş yüzeyinde daha çok düşük işleme sıcaklıklarında oluşur. Uzun ve kısa talaş veren iş malzemelerinin (çelik, alüminyum, dökme demir gibi) hepsinde söz konusu olabilir. Bu mekanizma genellikle kesici kenar ile talaş arasında kenarda yığılmış talaş (BUE) oluşmasına sebep olur. Deformasyonla sertleştirilmiş malzemeler, örneğin östenitik paslanmaz çelikler işlenirken, talaş derinliğinin maksimum sınırında bu aşınma mekanizması bölgesel aşınmanın hızlanmasına sebep olur. Bu durum en yaygın çentik aşınma tipi olarak görülür. Aşınma hızlanması takım malzemesi ile iş parçası malzemesi arasındaki kimyasal yakınlığa da bağlıdır.

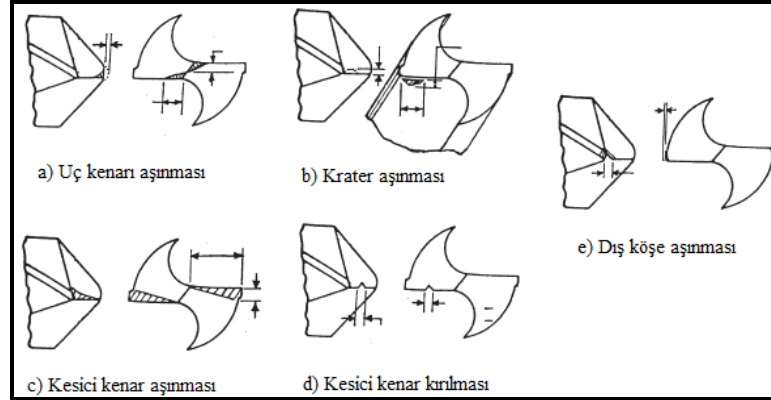
3.6.1. Delik Delmede Aşınma

Kesici takımda, özellikle matkap ucunda aşınma, başlangıçta yavaş zamanla ivme kazanarak artan bir işlemdir. Aslında, kesici takım operasyona konduğu andan itibaren aşınma sürecine girmiş olur. Aşınma ilerledikçe kesici kuvvetler artar; daha fazla ısı ortaya çıkar, sonuç olarak aşınma hızlanır. Aşınma, takımın kesici uçlarının kaybolmasına yol açar. Toplanan sensör sinyallerine bağlı olarak, delme kesici takımdaki aşınma safhaları Şekil 3.10'da gösterilmiştir [3].



Şekil 3.10. Kesici takımın aşınma safhaları: 1. Başlangıçtaki aşınma, 2. Zayıf aşınma, 3. Mutedil aşınma, 4. Aşırı aşınma, 5. Kesici takımın kırılması [3].

Matkap aşınma türleri; uç kenar aşınması, krater aşınması, kesici kenar aşınması, kesici kenar kırılması, dış köşe aşınması Şekil 3.11’de verilmiştir.



Şekil 3.11. Matkapta aşınma türleri [40].

BÖLÜM 4

MATERYAL VE DENEYSSEL METOD

4.1. İŞ PARÇASI MALZEMESİ

İşlenebilirlik deneylerinde iş parçası malzemesi olarak C38 dövme çelik malzemesi kullanılmıştır. Kullanılan C38 dövme çelik malzemesinin kimyasal bileşimi çizelge 4.1’de verilmiştir. Malzemenin analizi Ford Otosan İnönü kamyon fabrikası motor ve aktarma organları malzeme ve kimya laboratuvarında yapılmıştır.

Çizelge 4.1. C38 dövme çelik malzemesinin kimyasal bileşimi (% Ağırlık).

| C | Mn | P | S | Fe |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| 0,35-0,42 | 0,60-0,90 | 0,04 Max. | 0,05 Max. | Diğer |

İşlenebilirlik deneylerinde kullanılan Krank milinin resmi Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. İşlenebilirlik deneylerinde kullanılan krank mili.

İş parçası derin delik delme işleminde kullanılan ölçüler;

Krank mili; ana yatak ölçüsü: Ø95,7 mm, kol yatak ölçüsü: Ø82,0 mm.

İşlenebilirlik deneylerinde kullanılan C38 Dövme çelik malzemesinin teknik özellikleri Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. C38 Dövme çelik malzemesinin teknik özellikleri.

| | |
|-----------------------------------|----------------------------|
| Tavlama sertliği | 235 HBS (brinell sert uç) |
| Soğuk çekme sertliği | 262 HBS |
| Ön ısıtma sıcaklığı | 783 °C |
| Tuz banyosu fırını | 1191 °C |
| Temperleme sonrası sertlik | 60≥HRC (Rockwell sertliği) |
| Orta sertleşme | Havada soğutma |
| Kontrollü atmosfer fırını | 1204 °C |
| Fırında tutma süresi | 5-15 dakika |
| Tav sıcaklığı | 522 °C |

4.2. KESİCİ TAKIM VE TAKIM TUTUCULAR

İşlenebilirlik deneylerinde 7 ayrı matkap kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan matkapların teknik özellikleri ve kısaltmaları Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. İşlenebilirlik deneyinde kullanılan matkaplar.

| İşlem | Matkap ve yapılan işlem | Teknik Özellikler | Kısaltma |
|-------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------|
| Derin delik delme | Mitsubishi marka TiAlN kaplamalı orjinal matkap | Ø8 mm Uç açısı 140° | TiAlN orjinal |
| | Mitsubishi marka bileme sonrası TiAlN kaplamalı matkap | | TiAlN kaplamalı |
| | Mitsubishi marka bilenmiş karbür matkap | | Bilenmiş karbür |
| | Tek ağızlı gundrill klasik matkap | | Gundrill |
| Pilot delik delme | TiN kaplamalı orjinal matkap | Ø8 mm Uç açısı 135° | TiN orjinal |
| | Bileme sonrası TiN kaplamalı matkap | | TiN kaplamalı |
| | Bilenmiş karbür matkap | | Bilenmiş karbür |

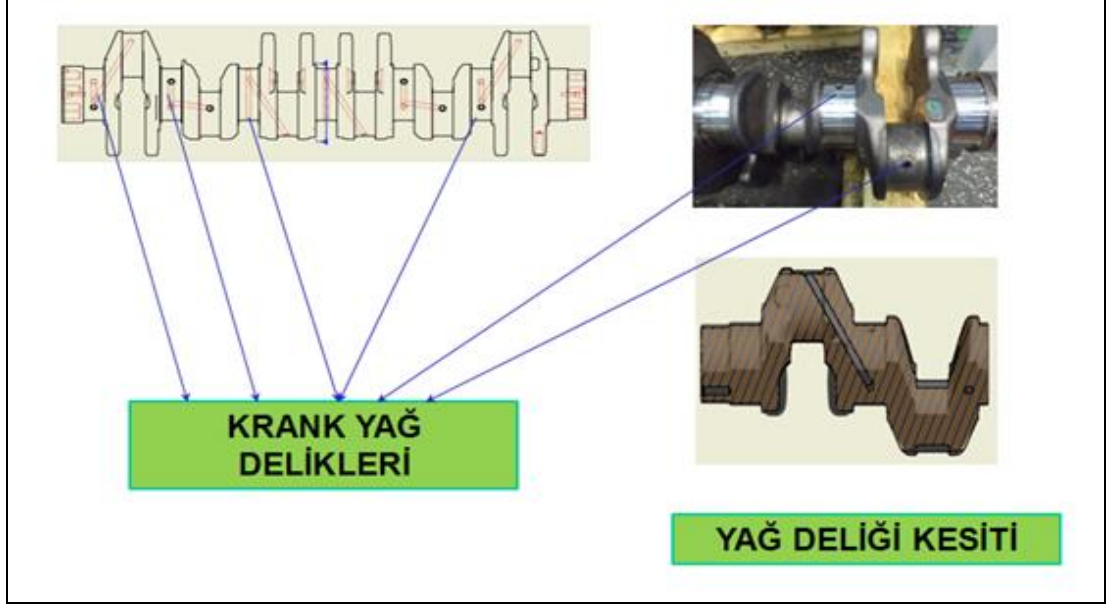
Derin delik delme ve pilot delik delme matkapların kaplama işlemleri; A. GUHRİNG B. AK MAKİNA C. BUSEL firmasında gerçekleştirilmiştir. Takımlara PVD(Fiziksel buharla biriktirme) kaplama metodu ile kaplanmıştır. Pilot delik delme matkaplarının bileme işlemi Ford Otosan bileme atölyesinde, Derin delik delme işleminde kullanılan matkaplar ise kaplama yapılan firmada orijinal formunda bilenmiştir.

İşlenebilirlik deneyinde ısıtmalı takım tutucu Shring-MSL0800_L20C kullanılmıştır. Takım tutucumuz ısıtılarak matkabın girdiği çap büyütülür ve matkap tutucu yuvaya matkap konur, takım tutucu soğudukça çap eski haline gelir matkap sıkılmış olur.



Şekil 4.2. İşlenebilirlik deneyinde kullanılan takımlar ve takım tutucular.

İşlenebilirlik deneyimizde kol yatakları açılı olduğundan matkapların eksenini doğru şekilde tayin edebilmesi için noktalama yüzeyi için $\text{Ø}8$ mm parmak freze ile yüzey temizlenir. Daha sonrasında derin delik delme matkabı delikte yataklamayı düzgün yapabilmesi için $\text{Ø}8$ mm'lik pilot delik matkabı ile 30 mm'lik ön delik işlemi uygulanmıştır. Yataklama işlemi sonrasında derin delik matkabı ile delme işlemi gerçekleştirilmiştir. Derin delik matkabı salgıdan dolayı kırılmayı engellenmek için sabit ilerleme ile G01 komutu ile boydan boy delinmiştir. Bu yöntem ile silindir krank üzerinde 6 adet ana yatak 6 adet kol yatak olmak üzere 12 adet yağ deliği delinmiştir.



Şekil 4.3. İşlenebilirlik deneyinde delinen delikler.

4.3. DENEYİN YAPILDIĞI CNC TEZGÂHI

Deneylede kullanılan iş parçaları Ford Otosan İnönü Kamyon fabrikası motor ve aktarma organları işleme hatlarında bulunan FANUC kontrol ünitesine sahip olan Makino A99 sanayi tipi CNC yatay işleme tezgâhında işlenmiştir. 5 eksenli CNC yatay işleme tezgâhı şekil 4.4' te görülen açılı delme işlemine uygun özel amaç için üretilmiştir.



Şekil 4.4. İşlenebilirlik deneylerinde kullanılan CNC tezgâhı.

İşlenebilirlik deneyimizde kullandığımız CNC tezgahın teknik özellikleri ve kapasitesi çizelge 4.4.'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. CNC tezgah teknik özellikleri ve kapasitesi.

| | |
|---------------------------------------------------|----------------|
| Palet (Tabla ebadı) | 31,5" x 31,5" |
| X eksen hareketi | 49,2" |
| Y eksen hareketi | 43,3" |
| Z eksen hareketi | 49,2" |
| Fener mili hızı | 12000 dev/dak. |
| Maksimum iş parçası | Ø57,1" x57,1" |
| Maksimum taşıma yükü | 1980 kg |
| ATC (otomatik takım değiştirme) kapasitesi | 40 |
| Maksimum takım boyu | 23,6" |
| Maksimum takım çapı | Ø11,81" |
| Maksimum takım ağırlığı | 19,8 kg |
| Kontrol ünitesi | Fanuc |

4.4. KESME PARAMETRELERİ

Kesme hızı ve ilerleme miktarı takımlara yeterlilik testleri uygulanarak ve üretici firma kataloglarına bakılarak en uygun parametreler belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Delik delme deneyinde kullanılan kesme parametreleri.

| İşlem | Delik derinlik ölçüsü mm | İlerleme Hızı mm/dak | Kesme hızı m/dak | Devir sayısı dev/dak |
|-------------------|--------------------------|----------------------|------------------|----------------------|
| Derin delik delme | 95,7 ±0,1 82 ±0,1 | 150 | 80 | 3200 |
| | | | 74 | 2950 |
| | | 200 | 80 | 3200 |
| | | | 74 | 2950 |
| Pilot delik delme | 30 mm | 150 | 55 | 2200 |
| | | | 70 | 2785 |
| | | 225 | 55 | 2200 |
| | | | 70 | 2785 |

Ön delik delme işleminde delik derinliğimiz sabit ve iki adet ilerleme miktarı seçilmiştir. Kesme hızı ve devir sayısı matkabımız parçayı delmeyi bitirme işlemi sonuna kadar sabit tutulmuştur. Derin delik delme işleminde delme işlemine başlarken ve bitirken 5 mm. matkap kırılmalarını engellemek için kesme hızını 13 m/dak ve matkap dönme hızını 500 dev/dak olarak kesme parametresi olarak belirlenmiştir.

4.5. YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN ÖLÇÜMÜ

Deney malzemelerine uygulanan derin delik ve pilot delme işlemleri kesici takım özelliklerine göre iş parçası deliklerinde oluşan yüzey pürüzlülük değerlerinin ölçümleri için 0,8 mm kesme uzunluğundaki delik yüzeyi için esas alınmış ve bu mesafedeki pürüzlülük değerleri ölçülmüştür. Ölçümlerde kullanılan Starrett SR200 yüzey pürüzlülük ölçüm cihazının (Şekil 4.5) teknik özellikleri Çizelge 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.5. Yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı.

Çizelge 4.6. Starrett SR200 yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı teknik özellikleri.

| | |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Uç ilerleme hızı | 1 mm/sn |
| İzleme uzunluğu | 0,25 – 25 mm. |
| Kesme uzunluğu | 0,25 – 0,8 – 2,5 – 8 mm. |
| Pürüzlülük parametreleri | Ra – Rz – Rt – Rp – Rmr – Rpc – Rsm – Rz1 max – Rsk – Rda |
| Çözünürlük | 0,01 μ m |
| Okuma doğruluğu | % 2 |
| Elmas kalem ipucu yarıçapı | 5 μ m |
| Ölçer kuvveti | 150 – 300 mg |
| Ölçüler | 127x85x60 mm. |
| Ağırlık | 450 gr. |

Deneyle sonuç elde edilen yüzeylerden üçer defa ölçüm yapılmıştır. Yapılan ölçümler sonucu bulunan değerlerin aritmetik ortalaması alınarak ortalama yüzey pürüzlülük (R_a) değerleri kullanılmıştır.

İş parçamızın yüzey pürüzlülük ölçümlerinin yapılışı Şekil 4.6'de verilmiştir.



Şekil 4.6. İşlenebilirlik deneylerinde delinen deliğinin yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesi.

4.6. AŞINMANIN ÖLÇÜLMESİ

Derin delik delme takımı olarak kullanılan matkapların her biri ile 20 adet parça işlenmiş ve toplam 240 delik delme işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, matkapların aşınma fotoğrafları çekilerek aşınmaları değerlendirilmiştir. Derin delik delme matkabımızın orijinal hali ve bileme yapıp kaplanmış olarak değerlendirmeye alınmıştır.

4.7. MALZEME SERTLİK ÖLÇÜMÜ

İş parçasının sertlik ölçümü Ford Otosan İnönü motor aktarma organları malzeme laboratuvarından alınan sertlik Piccola sertlik ölçüm cihazı ile Vickers (HV) sertlik ölçümü türünden ölçümleri yapılmıştır.



Şekil 4.7. Piccola sertlik (Vickers-HV) ölçüm cihazı.

Çizelge 4.7. Piccola sertlik ölçüm cihazı teknik özellikleri.

| | |
|--------------------------------------|------------------------|
| Küresel test ucu | Ø3 mm.Tungsten karbid, |
| Darbe enerjisi | 11 Nmm. |
| Eğimli yüzeyde minimum radyus | 10 mm. |
| Çalışma sıcaklığı | -10 ~ 60°C |
| Nem | % 90 maksimum |
| Gövde malzemesi | Alüminyum |
| Ölçüler | 147,5x44x20 mm. |
| Ağırlık | 110 gr. |

İşlenebilirlik deneyimizde kullandığımız C38 dövme çelik malzeme mekanik işlemini gerçekleştirmesi için ısıl işleme tabi tutularak, parça sertliği üç katına çıkarılmaktadır. Sertlik ölçümü sırasında alınan bir fotoğraf Şekil 4.8’de verilmiştir. Sertlik ölçümleri yüzey pürüzlülükleri ile birlikte işlenebilirlik deneylerinde kullanılan ilk parçalarda ölçülmüştür.



Şekil 4.8. C38 Krank mili yüzeyinin sertlik derecesinin ölçülmesi.

BÖLÜM 5

DENEY SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, deney numunesi olarak C38 dövme çelik malzemesi kullanılmıştır. Bu malzeme üzerinde iki farklı delme işlemi (Pilot delik delme ve Derin delik delme) gerçekleştirilmiştir. Her bir delme işlemi için kesme parametreleri olarak iki farklı kesme hızı ve iki farklı ilerleme oranı belirlenmiştir. Pilot delik delme işlemi için üç farklı takım, derin delik delme işlemi için ise dört farklı takım kullanılmıştır.

Bu girdi parametreleri paralelinde her bir deney için yeni bir takım kullanmak suretiyle toplam 28 adet deney yapılmıştır. Takım tipi ve kesme parametrelerinin girdi olarak değerlendirildiği bu çalışmada, çıktı olarak yüzey pürüzlülüğü ve takım ömrü değerlendirilmiştir.

Deneyle sonuçunda elde edilen çıktılar Çizelge 5.1'de verilmiştir. Elde edilen veriler Şekil 5.1'de ki değerlerin grafiklere aktarılmasıyla ayrı ayrı yorumlanmıştır.

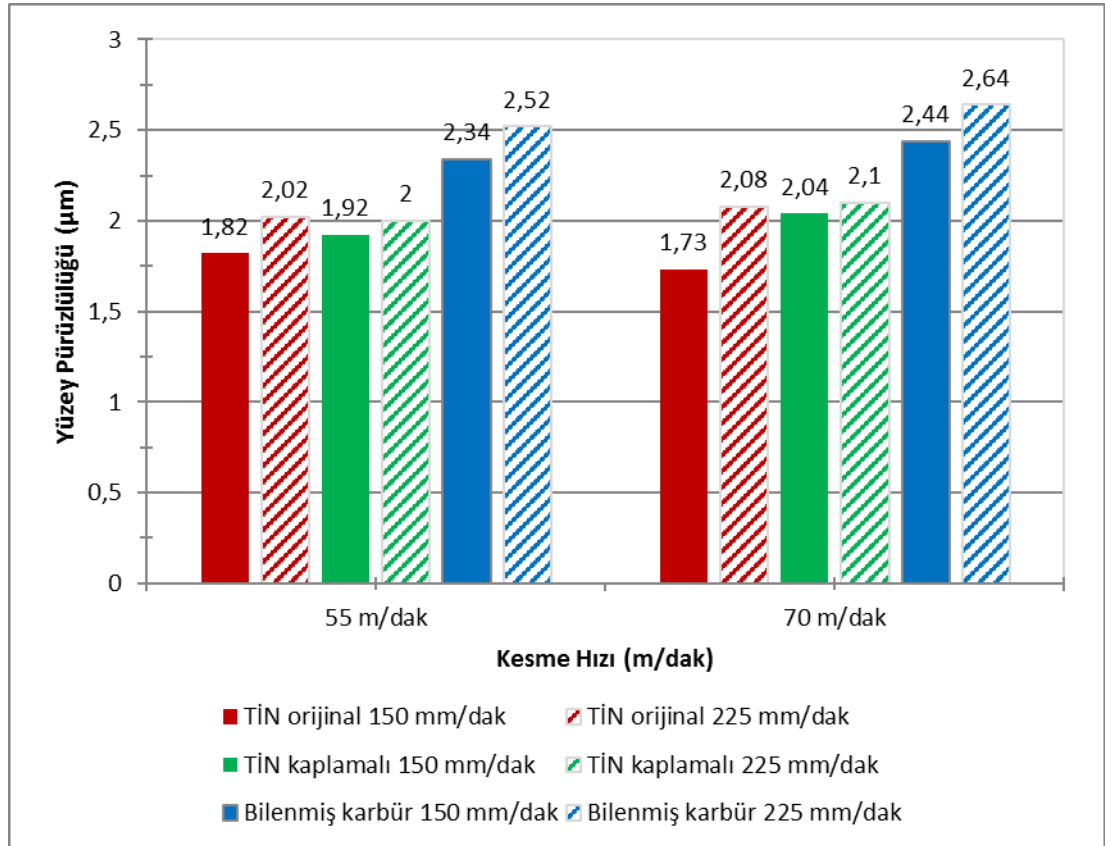
Çizelge 5.1. Delme deneyleri sonucunda elde edilen veriler.

| İşlem | Takım Tipi | İlerleme mm/dak | Kesme hızı m/dak | Ortalama yüzey pürüzlülüğü μm | Takım Ömrü dak | İşlenen Parça Sayısı Adet | İşlenen parça sertliği HV |
|-------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------------------------------|----------------|---------------------------|---------------------------|
| Pilot delik delme | TiN orjinal | 150 | 55 | 1,82 | 300 | 125 | 287 |
| | | | 70 | 1,73 | 271 | 113 | 283 |
| | | 225 | 55 | 2,02 | 120 | 75 | 292 |
| | | | 70 | 2,08 | 96 | 60 | 274 |
| | TiN kaplamalı | 150 | 55 | 1,92 | 192 | 80 | 262 |
| | | | 70 | 2,04 | 173 | 72 | 270 |
| | | 225 | 55 | 2,00 | 80 | 50 | 281 |
| | | | 70 | 2,10 | 67 | 42 | 265 |
| | Bilenmiş karbür | 150 | 55 | 2,34 | 53 | 22 | 264 |
| | | | 70 | 2,44 | 38 | 16 | 278 |
| | | 225 | 55 | 2,52 | 24 | 15 | 270 |
| | | | 70 | 2,64 | 19 | 12 | 282 |
| Derin delik delme | TiAlN orjinal | 150 | 80 | 1,02 | 214 | 30 | 290 |
| | | | 74 | 0,92 | 228 | 32 | 264 |
| | | 200 | 80 | 1,12 | 134 | 25 | 272 |
| | | | 74 | 0,98 | 139 | 26 | 264 |
| | TiAlN kaplamalı | 150 | 80 | 1,14 | 178 | 25 | 270 |
| | | | 74 | 1,08 | 200 | 28 | 292 |
| | | 200 | 80 | 1,22 | 112 | 21 | 278 |
| | | | 74 | 1,16 | 118 | 22 | 288 |
| | Bilenmiş karbür | 150 | 80 | 1,42 | 29 | 4 | 277 |
| | | | 74 | 1,34 | 36 | 5 | 263 |
| | | 200 | 80 | 1,48 | 16 | 3 | 290 |
| | | | 74 | 1,40 | 16 | 3 | 274 |
| | Gundrill | 150 | 80 | 1,52 | 21 | 3 | 274 |
| | | | 74 | 1,40 | 29 | 4 | 290 |
| | | 200 | 80 | 1,54 | 16 | 3 | 287 |
| | | | 74 | 1,52 | 16 | 3 | 282 |

5.1. YÜZEY PÜRÜZLÜLÜKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yüzey pürüzlülüğü işlenebilirliğinin değerlendirilmesinde kullanılan en önemli kriterlerden birisi olup, bitmiş ürünün tribolojik özellikleri, yorulma dayanımı, korozyon direnci ve estetik görünümünde önemli iyileşmeler sağlamaktadır [41]. Düşük maliyetli ve yüksek kaliteli ürünlerin elde edilebilmesi için uygun işleme parametrelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle delinen deliklerin yüzey pürüzlülük değerleri ölçülerek ideal işleme şartları belirlenmeye çalışılmıştır.

Farklı tiplerde ki pilot delik delme matkapları ile kesme hızına ve ilerleme oranına bağlı olarak yüzey pürüzlülüğünün değişim grafiği Şekil 5.1’de verilmiştir.



Şekil 5.1. Pilot delik delme matkapları ile delinmiş deliklerin yüzey pürüzlülüğü değişimi.

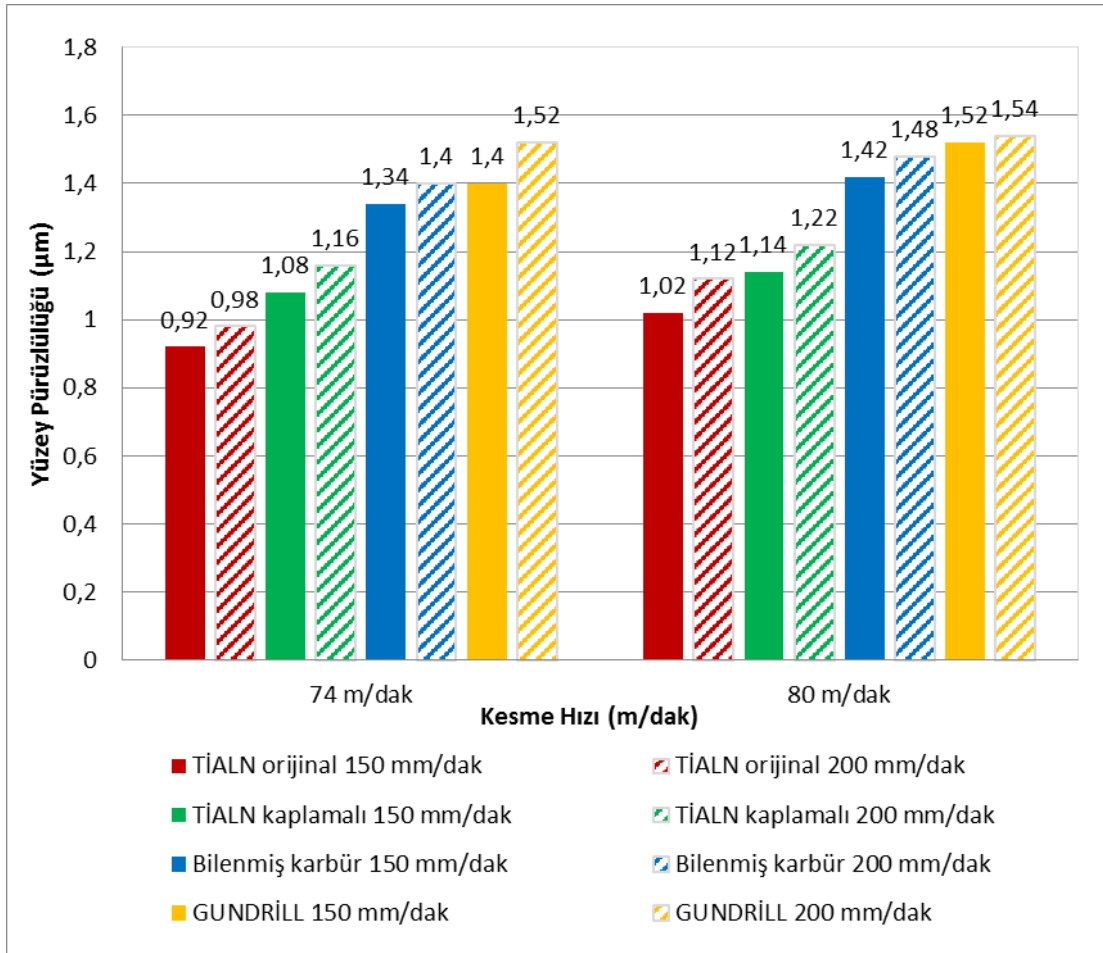
Şekil 5.1’deki grafikler ışığında, 55 m/dak kesme hızında ilerleme oranının artışı ile yüzey pürüzlülük değerlerinin arttığı görülmektedir. Yüksek ilerleme oranı ile kesici

takıma birim zamanda düşen talaş miktarının artacağı ve bu artışında yüzey pürüzlülüğünü olumsuz yönde etkileyeceği belirtilmiştir [42]. İlerleme oranının 150 mm/dak'dan 225 mm/dak'ya artışı ile yüzey pürüzlülük değerleri TiN Orijinal kesici için %10, TiN Kaplamalı kesici için %5 ve Bilenmiş Karbür kesici için %5 artış göstermiştir. Yüzey pürüzlülük değeri değişimi kesici tiplerine göre kıyaslanacak olursa, 150 mm/dak ilerleme oranı için TiN Orijinal kesiciye göre TiN Kaplamalı kesici için %5 ve Bilenmiş Karbür kesici için %28 oranında artış olduğu tespit edilmiştir. 225 mm/dak ilerleme oranı için; TiN Kaplamalı kesici için %1 oranında azalma, Bilenmiş Karbür kesici için ise %25 oranında artış olduğu görülmektedir.

Şekil 5.1, 70 m/dak kesme hızı için değerlendirecek olursa, 55m/dak kesme hızında olduğu gibi ilerleme oranının artışıyla yüzey pürüzlülüğünün arttığı görülmüştür. Yukarıda açıklandığı üzere artan ilerleme değerleri, birim zamanda kaldırılan talaş hacminin artmasına ve buna bağlı olarak da kesme kuvvetlerinin büyümesine sebep olacaktır [33]. Takım üzerinde artan bu yüklerin yüzey kalitesini olumsuz etkilediği Şekil 5.1'deki grafikde görülmektedir. Kesici tipleri için bu kesme hızında 150 mm/dak ilerleme için yüzey pürüzlülük değerleri değişimi TiN Orijinal kesiciye göre TiN Kaplamalı kesici için % 18 ve Bilenmiş Karbür kesici için % 41 artış göstermiştir. 225 mm/dak ilerleme oranı için ise TiN Kaplamalı kesici için %1, Bilenmiş Karbür kesici için ise %25 oranında artış olduğu görülmektedir.

Şekil 5.1 genel olarak değerlendirildiğinde, orijinal kesicinin değişen ilerleme oranı ve kesme hızları için sonradan yapılan işlemlere göre daha iyi yüzey pürüzlülük değerleri elde edildiği görülmektedir. Özellikle, sadece bileme işlemine göre %25 ile %45 arasında daha iyi yüzey pürüzlülük değerleri tespit edilmiştir. Kesiciye yapılan kaplama işlemine göre ise %1 ile %18 arasında daha iyi yüzey pürüzlülük değerleri elde edilmiştir.

Farklı tiplerde derin delik delme matkapları ile kesme hızına ve ilerleme oranına bağlı olarak yüzey pürüzlülüğünün değişim grafiği Şekil 5.2'de verilmiştir.



Şekil 5.2. Derin delik delme matkapları ile delinmiş deliklerin yüzey pürüzlülüğü değişimi.

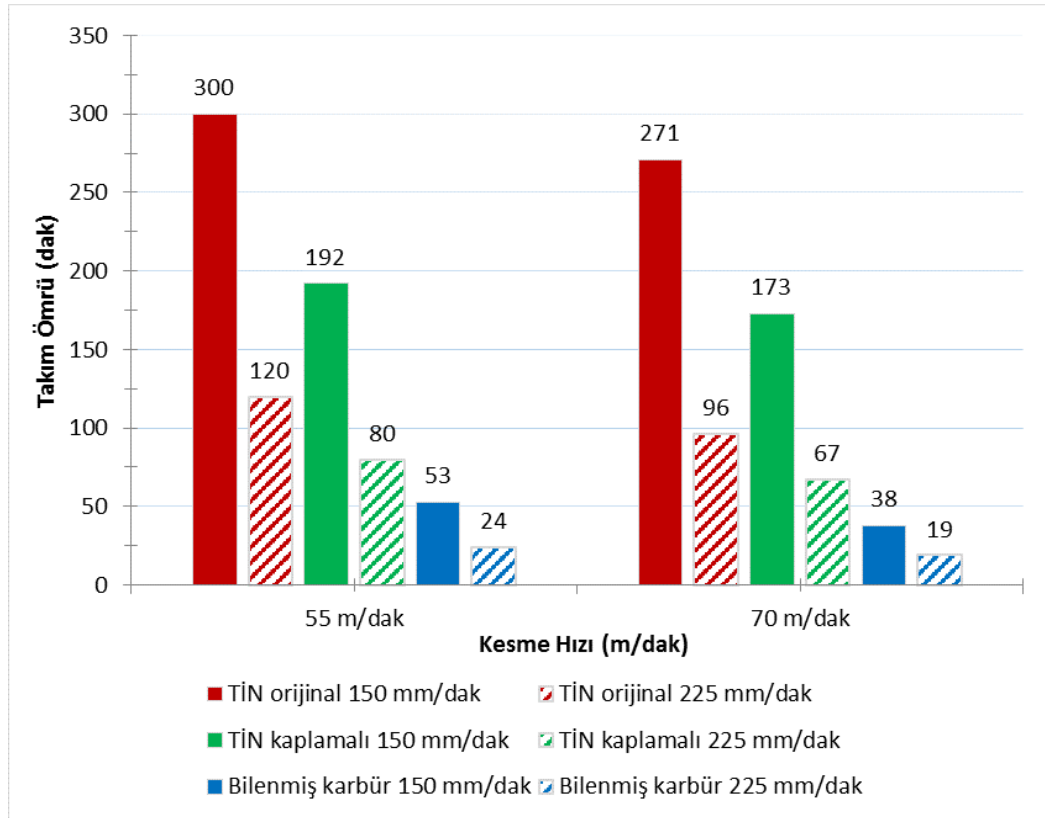
Şekil 5.2’de görüldüğü üzere kesme hızının ve ilerleme oranının artışı ile yüzey pürüzlülüklerinde artış olduğu tespit edilmiştir. Bu artış, kesici tipi değişiminde orijinal kesiciye göre diğer kesicilerin yüzey pürüzlülük değerlerinde de görülmektedir. TiAlN Orjinal kesiciye göre diğer kesicilerde yüzey pürüzlülüklerinin %6 ile %65 oranında artışlar olmuştur [42]. Özellikle Gundrill takımla en yüksek yüzey pürüzlülük değerleri (1,52 µm ve 1,54 µm) her iki kesme hızı için de tespit edilmiştir. En iyi yüzey pürüzlülük değerleride (0,92 µm ve 1,02 µm) TiAlN Orijinal kesici ile elde edilmiştir. Kesme hızının artışı ile yüzey pürüzlülük değerleri %1 ile %8 arasında artış göstermiştir. İlerleme oranının etkisi ise %1 ile %9 arasında artış şeklinde olmuştur. Şekil 5.2’de iki kesme hızında da, ilerleme oranının artışıyla yüzey pürüzlülüğünün arttığı görülmüştür. Bu yüzey pürüzlülük değerleri artışının, düşük kesme hızına göre yüksek kesme hızında daha düşük oranlarda olduğu tespit

edilmiştir. Kesici tipleri için 150 mm/dak ilerleme için yüzey pürüzlülük değerleri değişimi TiAlN Orijinal kesiciye göre TiAlN Kaplamalı kesici için %11-17, Bilenmiş Karbür kesici için %39-45 ve gundrill kesici için %49-52 artış göstermiştir. 200 mm/dak ilerleme oranı için ise TiAlN Kaplamalı kesici için %8-18, Bilenmiş Karbür kesici için %32-42 ve gundrill kesici için %38-55 oranında artış olduğu görülmektedir.

5.2. TAKIM ÖMÜRLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Matkaplarda aşınma, başlangıçta yavaş zamanla ivme kazanarak artan bir işlemdir. Kesici takım işlemeye başladığı andan itibaren aşınma sürecine girmiş olur. Aşınma ilerledikçe kesme kuvvetleri artar ve daha fazla ısı ortaya çıkar, ısı artışı ile aşınma hızlanır [3].

Farklı tiplerdeki pilot delik delme matkapları ile kesme hızına ve ilerleme oranına bağlı olarak takım ömrü değişim grafiği Şekil 5.3’de verilmiştir.

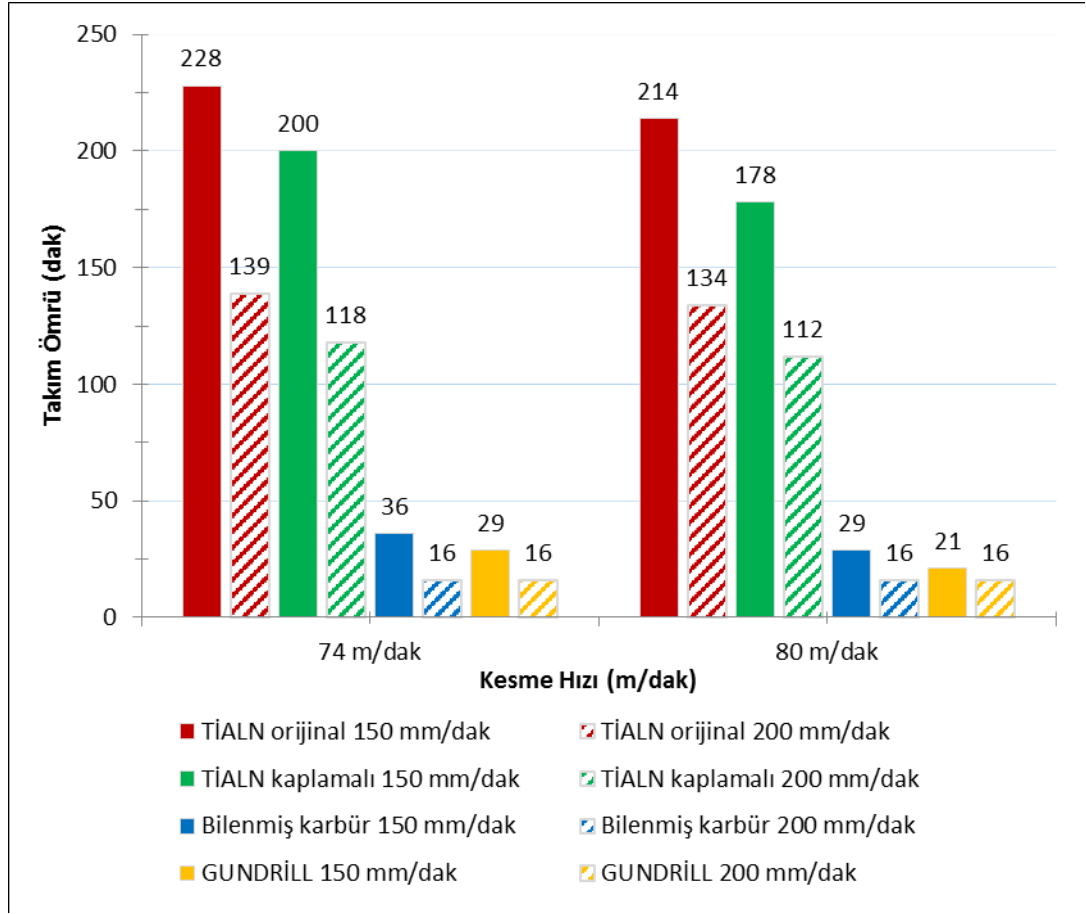


Şekil 5.3. Pilot delik delme matkapları ile delinmiş deliklerin takım ömrü değişimi.

Şekil 5.3 grafiği incelendiğinde, kesme hızının artışı ile takım ömrünün azaldığı tespit edilmiştir. Kesme hızı %27 artarken takım ömründe %10 ile %29 oranında azalma görölmüştür. 55 m/dak kesme hızı için ilerleme oranı artıkça takım ömründe azalmalar saptanmıştır. İlerleme oranının 225 mm/dak'dan 150 mm/dak'ya azalışı ile takım ömrü değerleri TiN orijinal kesici için 2,5 kat, TiN kaplamalı kesici için 2,4 kat ve Bilenmiş Karbür kesici için 2,25 katı artış göstermiştir. 70 m/dak kesme hızında ise bu durum; TiN orijinal kesici için 2,82 kat, TiN kaplamalı kesici için 2,58 kat ve Bilenmiş Karbür kesici için 2 kat olarak görölmüştür.

Şekil 5.3 grafiği kesici tipleri için incelendiğinde, TiN Orijinal takımın en iyi takım ömrünü sergilediği görölmektedir. 55 m/dak kesme hızında TiN Orijinal kesici, TiN kaplamalı kesiciye göre 1,5 ile 1,6 kat, Bilenmiş Karbür kesiciye göre ise 5 ile 5,7 kat arasında daha iyi takım ömrü sergilemiştir. 70 m/dak kesme hızında ise TiN kaplamalı kesiciye göre 1,4 ile 1,6 kat, Bilenmiş Karbür kesiciye göre ise 5 ile 7 kat arasında daha iyi takım ömrü görölmüştür.

Farklı tiplerdeki derin delik delme matkapları ile kesme hızına ve ilerleme oranına bağlı olarak takım ömrü değişim grafiği Şekil 5.4'de verilmiştir.



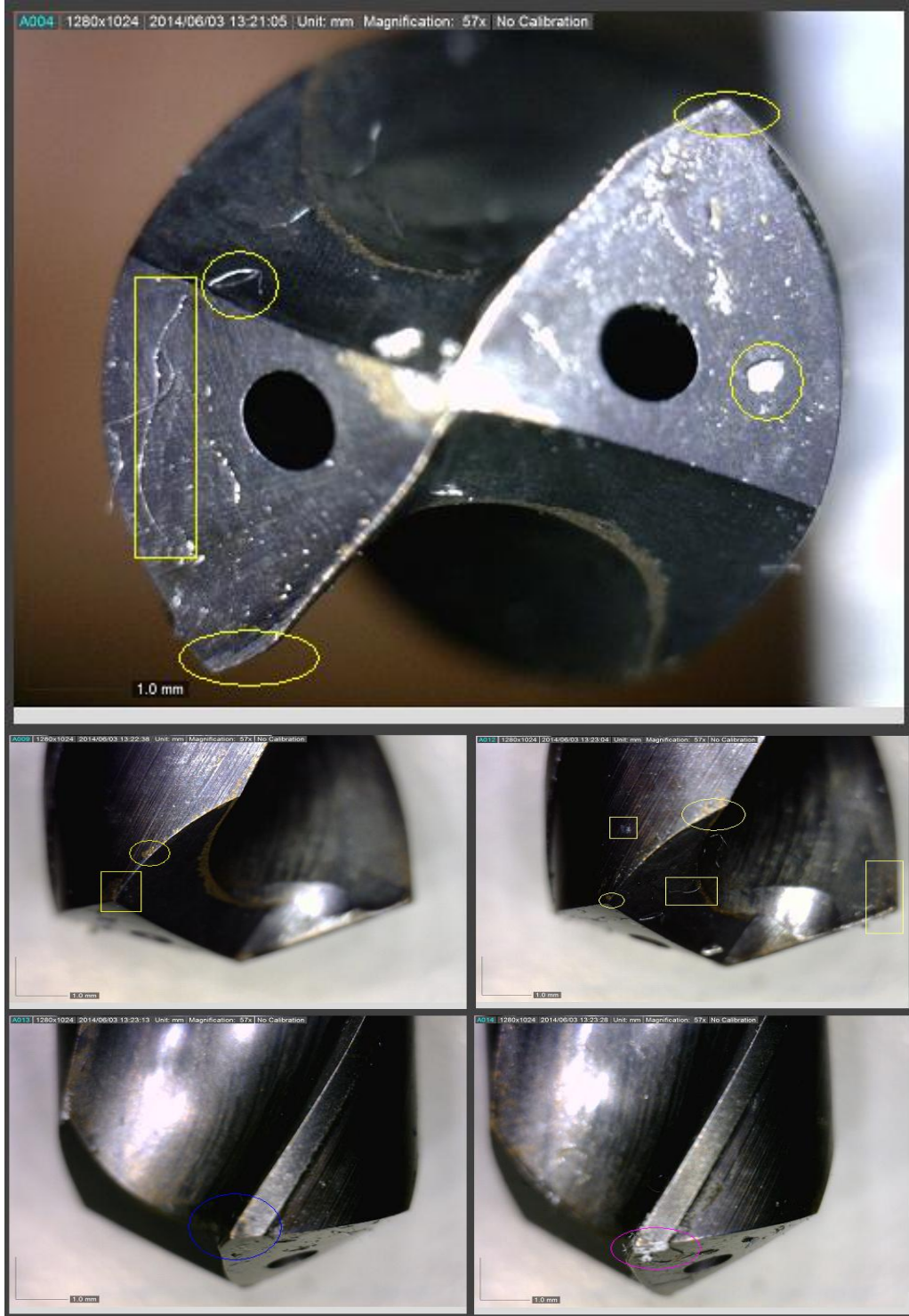
Şekil 5.4. Derin delik delme matkapları ile delinmiş deliklerin takım ömrü grafiği.

Derin delik delme matkapları ile delinmiş deliklerin takım ömrü grafiği incelendiğinde kesme hızı ve ilerleme miktarının artışı ile takım ömründe azalmalar görülmüştür. Pilot delik delme grafiğinde olduğu gibi en iyi takım ömrü Orijinal takım ile elde edilmiştir. Kesici takımlara göre takım ömrü kıyaslaması yapıldığında; en iyiden en kötüye doğru TiAlN Orijinal takım, TiAlN Kaplamalı takım, Bilenmiş Karbür takım ve Gundurill takım olarak sıralanmaktadır. TiAlN Orijinal takımın, TiAlN Kaplamalı takımdan 1,1 ile 1,2 kat, Bilenmiş Karbür takımdan 6,3 ile 8,6 kat ve Gundurill takımdan 7,8 ile 10,2 kat daha iyi takım ömrü sergilediği tespit edilmiştir. Genel olarak, ilerleme miktarının 200 mm/dak'dan 150 mm/dak'ya azalması ile takım ömründe 1,6 ile 2,25 kat arasında iyileşmeler olmuştur.

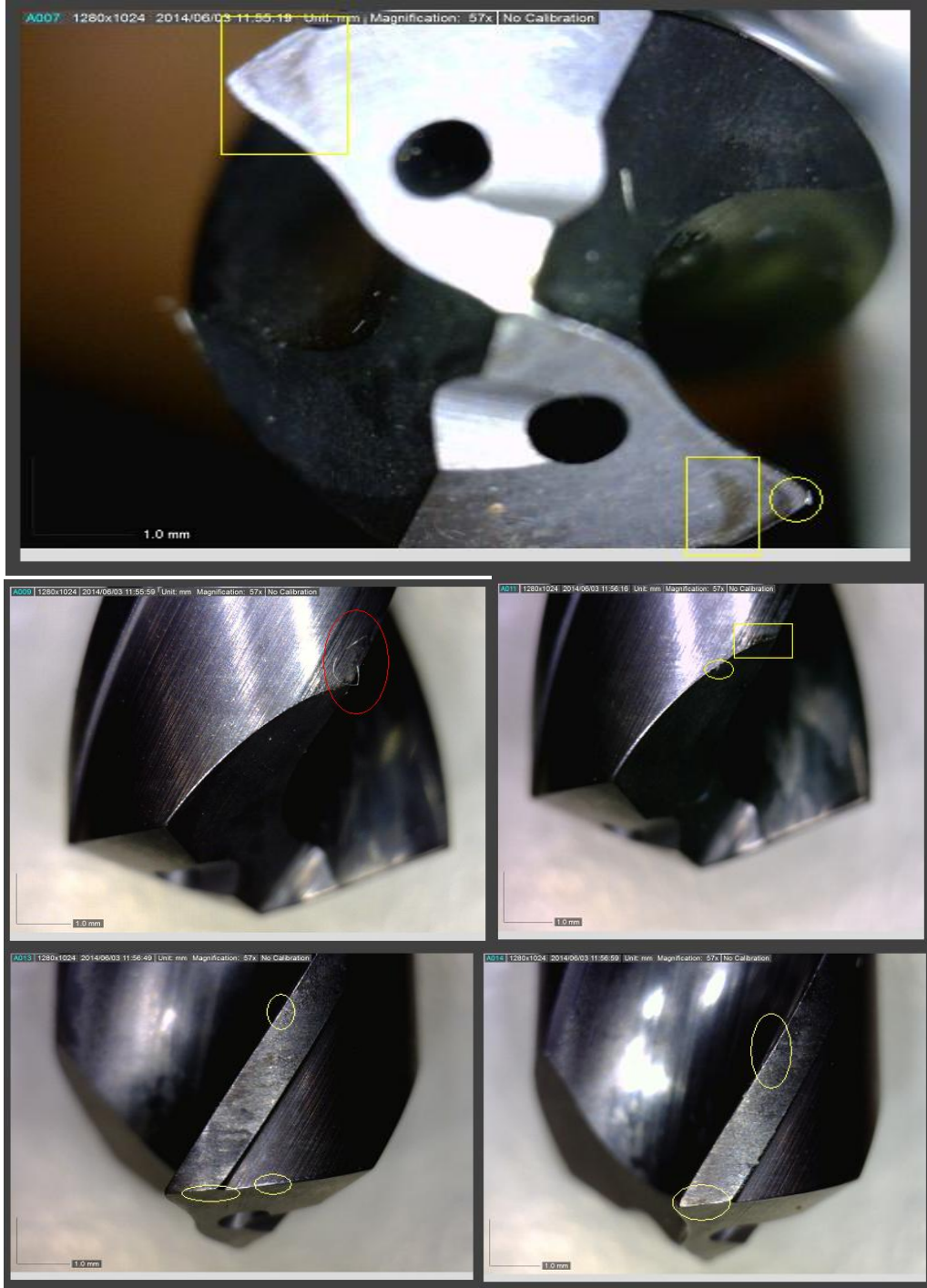
5.3. DERİN DELİK DELME MATKAPLARINDAN TiAlN ORJİNAL TAKIM İLE TiAlN KAPLAMALI TAKIMIN UÇ AŞINMASI GÖRÜNTÜLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Takım ömrü deneyleri ve yüzey pürüzlülüğü deney sonuçlarında görülmüştür ki orijinal takıma en yakın değerler kaplamalı takım ile elde edilmiştir. Diğer takımların orijinal takıma yakın hiçbir deneysel değerleri bulunmamaktadır. Bu yüzden takım uç aşınması görüntüleri için iki takım referans alınmıştır. TiAlN Orjinal takım ile TiAlN Kaplamalı takımın uç aşınması görüntüleri 240 adet derin delik delindikten sonra alınmıştır.

Derin delik delme işleminde kullanılan TiAlN orjinal matkap ile TiAlN kaplamalı matkabın 74 m/dak kesme hızı ve 150 mm/dak ilerleme oranındaki uç aşınması resimleri Şekil 5.5 ve Şekil 5.6'da verilmiştir.



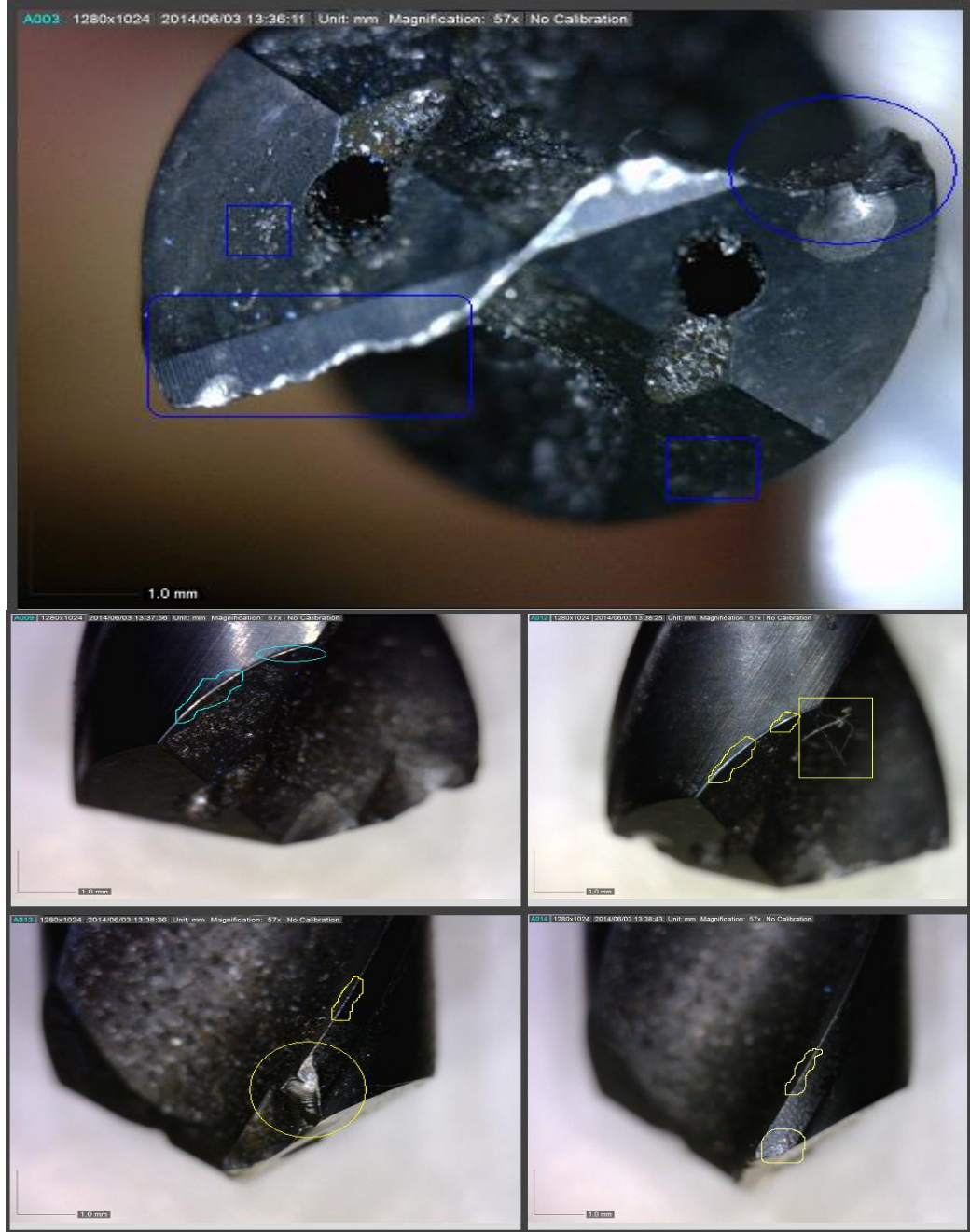
Şekil 5.5. TiAlN orjinal matkabın uç aşınması resimleri; $V=74$ m/dak, $f=150$ mm/dak.



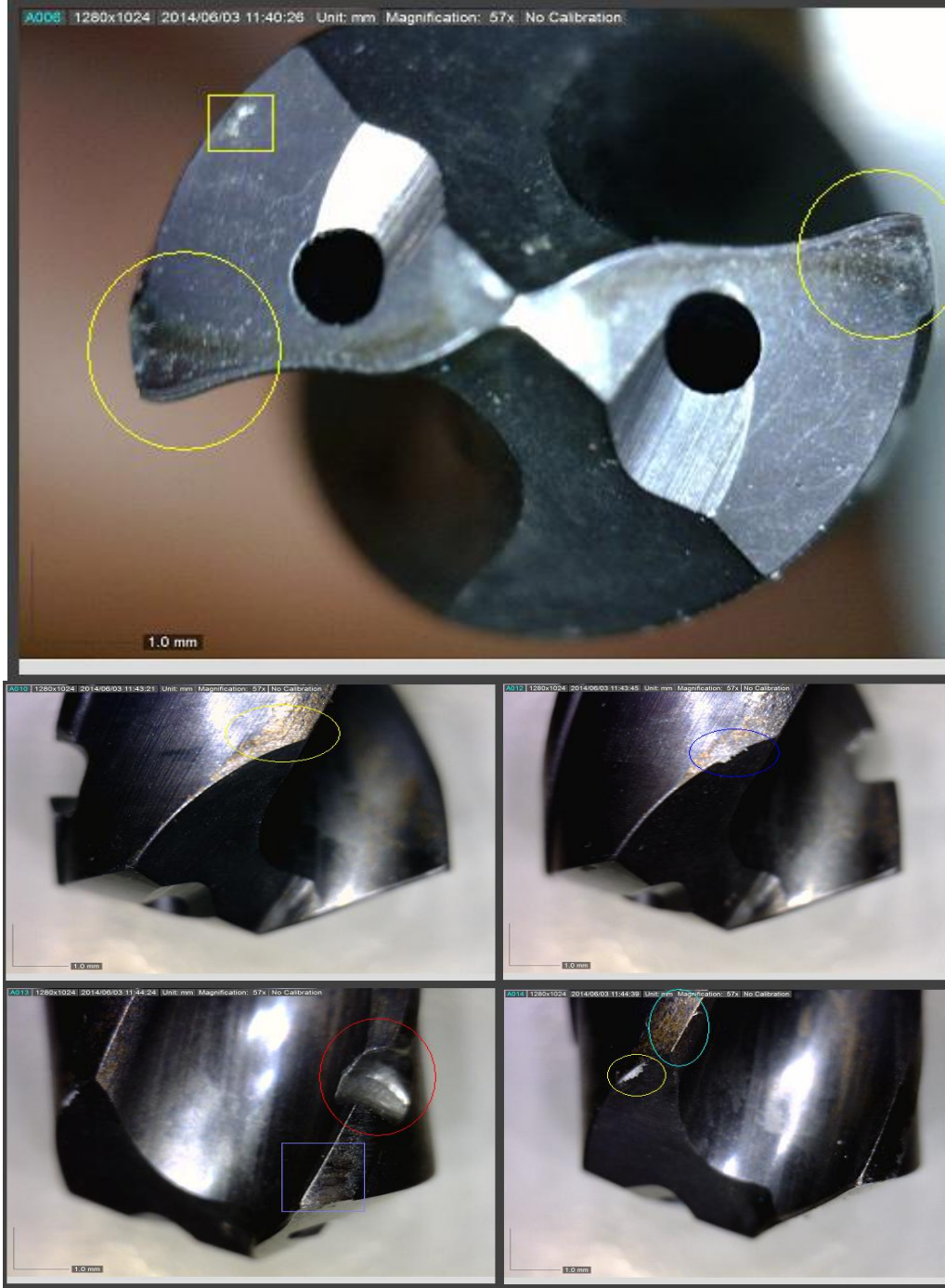
Şekil 5.6. TiAlN kaplamalı matkabın uç aşınması resimleri; $V=74$ m/dak, $f=150$ mm/dak.

Şekil 5.5 ve Şekil 5.6'da görülen 74 m/dak kesme hızı ve 150 mm/dak ilerleme hızındaki uç aşınması resimlerinde, her iki kesicide de 240 delik sonunda kesici kenar aşınmalarının olduğu tespit edilmiştir. Bu durum en yüksek kesme kuvvetinin kesici kenarlarda meydana gelmesi ile kesici takımın en uç noktadan aşınmaya

başlamasıyla açıklanabilir. Derin delik delme işleminde kullanılan TiAlN orjinal matkap ile TiAlN kaplamalı matkabin 74 m/dak kesme hızı ve 200 mm/dak ilerleme oranındaki uç aşınması resimleri Şekil 5.7 ve Şekil 5.8’de verilmiştir.



Şekil 5.7. TiAlN Orjinal matkabin uç aşınması resimleri; V=74 m/dak, f=200 mm/dak.

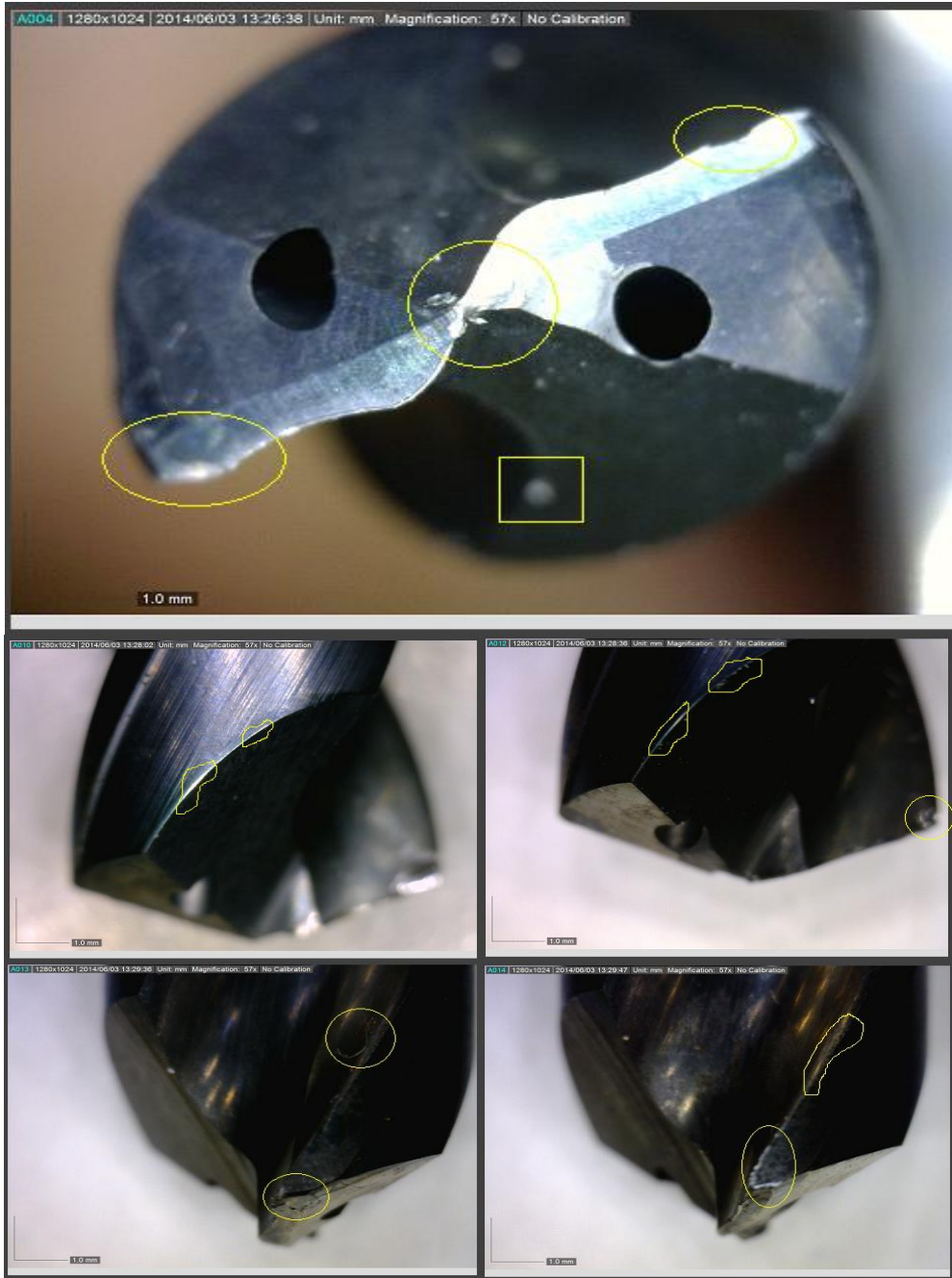


Şekil 5.8. TiAlN kaplamalı matkabın uç aşınması resimleri; $V=74$ m/dak, $f=200$ mm/dak.

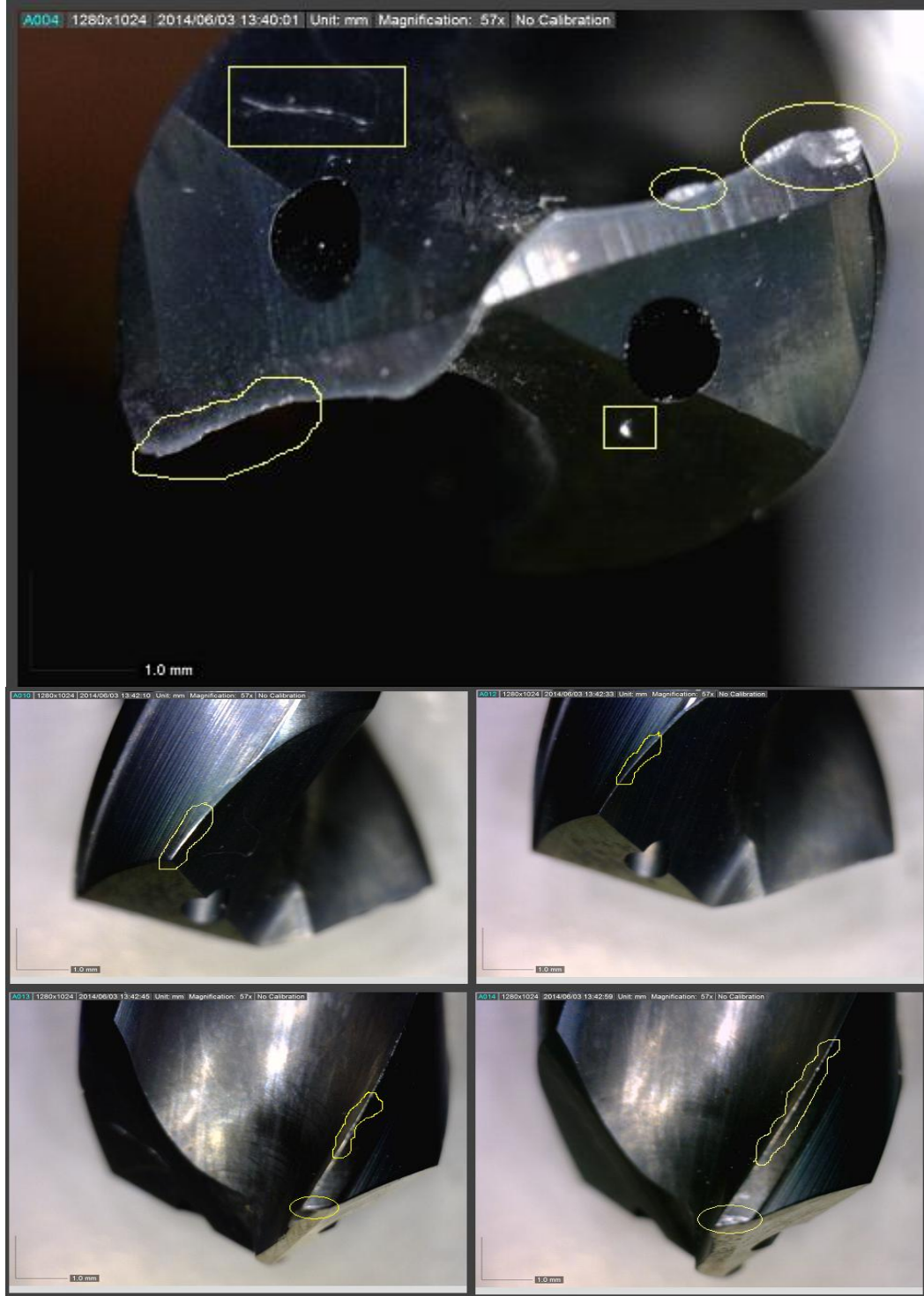
Şekil 5.7 ve Şekil 5.8'de uç aşınması resimlerinde, her iki kesici için kenar aşınmalarının olduğu, ayrıca kesici takımların bazı yerlerinde kırılmaların olduğu tespit edilmiştir. Özellikle orijinal takımın kesme kenarının kırıldığı ve kesme işlevini tamamen yitirdiği görülmektedir. Kaplamalı takımın ise talaş boşaltma duvarlarında kırılmaların olduğu görülmüştür. 150 mm/dak ilerleme hızına göre 200

mm/dak ilerleme hızında daha çok takım kırılmalarının olduğu ve ilerleme hızının artışı ile takım üzerinde oluşan aşınmaların arttığı açıkça görülmektedir.

Derin delik delme işleminde kullanılan TiAlN orjinal matkap ile TiAlN kaplamalı matkabın 80 m/dak kesme hızı ve 150 mm/dak ilerleme oranındaki uç aşınması resimleri Şekil 5.9 ve Şekil 5.10'da verilmiştir.



Şekil 5.9. TiAlN Orjinal matkabın uç aşınması resimleri; $V=80$ m/dak, $f=150$ mm/dak.

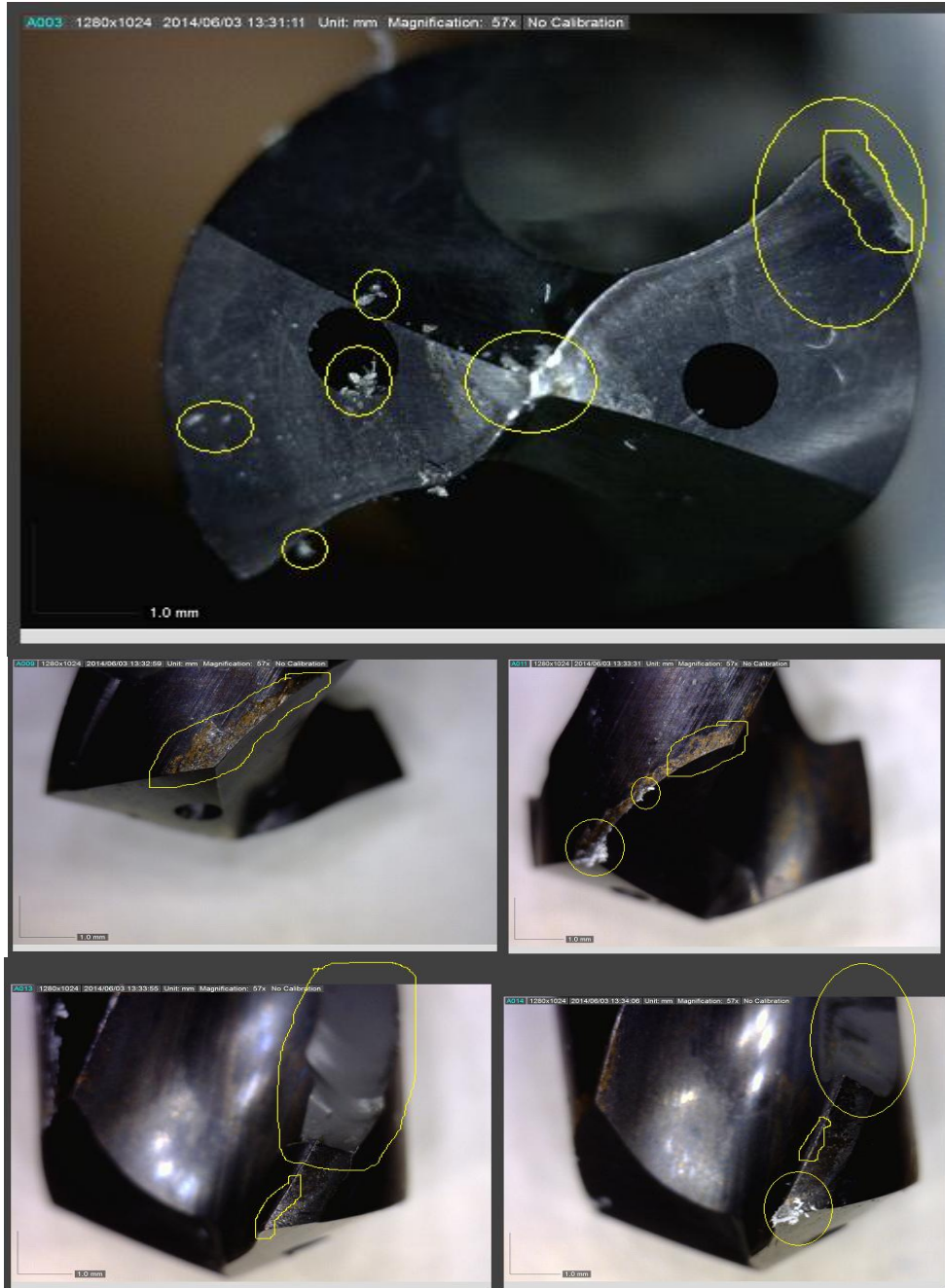


Şekil 5.10. TiAlN Kaplamalı matkabin uç aşınması resimleri; $V=80$ m/dak, $f=150$ mm/dak.

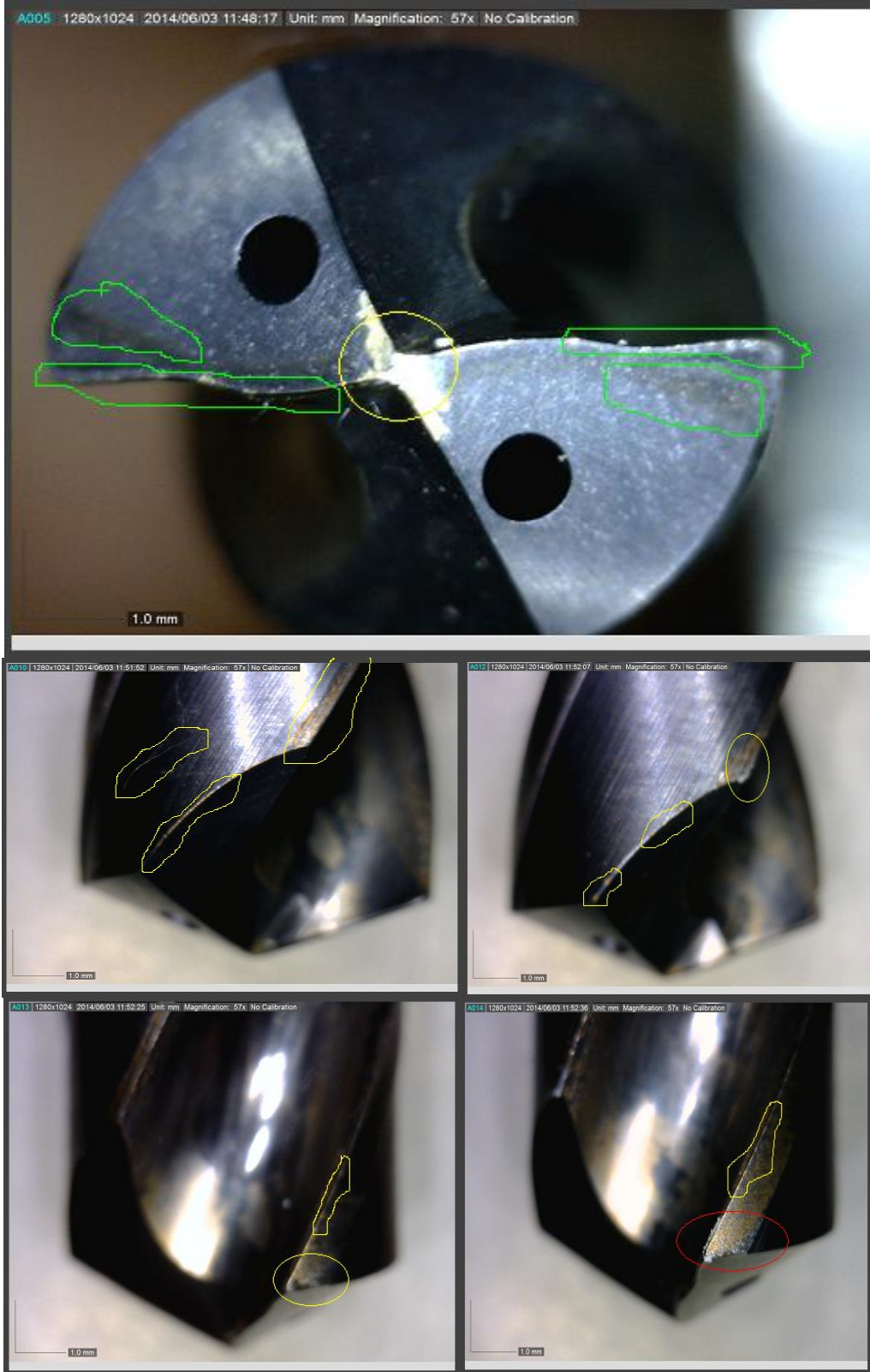
Şekil 5.9 ve Şekil 5.10'da verilen matkap ucu aşınma resimleri incelendiğinde, her iki takımın kesici kenar aşınmalarının olduğu tespit edilmiştir. Kaplamalı takımın

orijinal takıma göre daha fazla kesici kenar ve dış köşe aşınmasının olduğu görülmüştür.

Derin delik delme işleminde kullanılan TiAlN orijinal matkap ile TiAlN kaplamalı matkabın 80 m/dak kesme hızı ve 200 mm/dak ilerleme oranındaki uç aşınması resimleri Şekil 5.11 ve Şekil 5.12’de verilmiştir.



Şekil 5.11. TiAlN Orjinal matkabın uç aşınması resimleri; V=80 m/dak, =200 mm/dak.



Şekil 5.12. TiAlN Kaplamalı matkabın uç aşınması resimleri; $V=80$ m/dak, $f=200$ mm/dak.

Şekil 5.11 ve Şekil 5.12’de verilen matkap ucu aşınması resimlerinde, her iki takımda kesici kenar aşınmalarının ve kırılmaların olduğu görülmektedir. Özellikle orijinal takımda talaş boşaltma duvarlarında aşırı kırılmaların olduğu görülmektedir. Özellikle, kaplamalı takımda talaş yapışmalarının olduğu ve bunun takımda kırılmalara neden olduğu söylenebilir.

BÖLÜM 6

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada C38 dövme çelik malzemesi CNC yatay işleme merkezinde PVD kaplama metoduyla kaplanmış TiAlN ve TiN matkapların, bilenmiş karbür ve takımların orijinal hallerinin farklı kesme parametrelerinde yüzey pürüzlülüğü ve takım ömrüne etkileri araştırılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar;

- TiAlN kaplamalı takımlar ile elde edilen delik yüzey kaliteleri, TiN kaplamalı takımlarla elde edilenlerden daha iyi olduğu.
- Derin delik delme işleminde kesme hızı ve ilerleme arttıkça yüzey pürüzlülüğü artmıştır.
- TiAlN Orijinal takım ile en iyi takım ömrü tespit edilirken, tek ağızlı gundrill karbür takım ile düşük takım ömrü tespit edilmiştir.
- TiAlN Orijinal takım, TiAlN kaplamalı takıma göre 2 kat, bilenmiş karbür haline göre 8 kat ve gundirille göre ise 10 kat daha fazla performans göstermiştir.
- TiN Orjinal matkap, TiN kaplamalı takıma göre 1,5 kat, bilenmiş karbür haline göre ise 7 kat daha fazla performans sağlamıştır.
- Derin delik delmede delme metodunun delik yüzey pürüzlülüğünü etkilediği görülmüştür.

Bundan sonra, aşağıda önerilen çalışmaların yapılması literatüre farklı katkılar sağlayacaktır;

- Aynı veya farklı malzemelerle, farklı kaplamalı matkaplarla derin delik delme işlemi araştırılabilir.
- Farklı delme metotları kullanarak derin delik delme işlemi araştırılabilir.
- Derin delik delme sırasında oluşan kesme kuvvetleri analiz edilebilir.

KAYNAKLAR

1. Tonshoff, H. L., Spintig, W., Konig, W., and Neises, A., "Machining of holes in drilling technology", *Annals of the CIRP*, 43 (2): 551-560 (1994).
2. Şeker, U. "Kesici takım tasarımı ders notları", *G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Talaşlı Üretim Öğretmenliği*, Ankara (2008).
3. Ertunç, H. M., ve Sevim, I. "Kesici takımların aşınmasını gözleme üzerine yapılan çalışmalar", *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 14: 55-62 (2001).
4. El-Wardany, T. I., Gao, D. and Elbestawi, M. A. "Tool condition monitoring in drilling using vibration signature analysis", *International Journal of Machine Tools and Manufacturing*, 36: 687-711 (1996).
5. Akkurt, M., "Talaş Kaldırma Yöntemleri ve Takım Tezgahları", *Birsen Yayınevi*, İstanbul, 23-90 (1998).
6. Coğun, C. ve Özses, B., "Bilgisayar sayısal denetimli takım tezgahlarında değişik işleme koşullarının yüzey pürüzlülüğüne etkisi", *Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Der.*, 17: 59-75 (2002).
7. Özkul, İ., Buldum B. B. ve Akkurt A., "Dievar sıcak iş takım çeliğinin delinmesinde kesme parametrelerinin kesme kuvvetleri ve yüzey kalitesine etkisinin regresyon analiziyle modellenmesi", *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19 (1): 1-9 (2013).
8. Çakır, M. C. and Işık, Y., "Detecting tool breakage in turning AISI 1050 steel using coated and uncoated cutting tools", *Journal of Materials Processing Technology*, 159: 191-198 (2005).
9. Nalbant, M., and Gökkaya, H., "The effects of cutting tool geometry and processing parameters on the surface roughness of AISI 1030 steel", *Materials and Design*, 261: 13-18 (2005).
10. Ducros, C., and Sanchette, F., "Multilayered and nanolayered hard nitride thin films deposited by cathodic arc evaporation. Part 2: Mechanical properties and cutting performances", *Surface & Coatings Technology*, 257: 29-37 (2006).
11. Khrais, S. K., and Lin, Y. J., "Wear mechanisms and tool performances of TiAlN PVD coated inserts during machining of AISI 4140 steels", *Elsevier Science Direct Wear*, 116: 52-58 (2006).

12. Yalçın, B., ve Yılmaz, N., “Arc PVD yüzey kaplama metoduyla titanyum nitrid (TiN) kaplanmış matkap takımlarında takım aşınmasının deneysel olarak incelenmesi”, *Mühendis ve Makine Dergisi*, 531: 11-17 (2004).
13. Habalı, K., “Kesici takım kaplama malzemesinin takım-talaş ara yüzey sıcaklığı üzerindeki etkisinin deneysel olarak araştırılması”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 58-94 (2003).
14. Can, A., “AISI 5140 çeliğinin sermet, PVD ile TiAlN – CVD ile TiN kaplanmış kesici uçlarla tornalanmasında kesme değişkenleri, kaplama cinsi ve takım aşınmasının yüzey pürüzlülüğüne etkisinin deneysel incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1-32 (2003).
15. Janoss, B., “PVD/CVD coatings enhance stamping and forming of stainless steels”, *Multi Arc inc NJ*, 42: 1-9 (2003).
16. Sharman, A., Dewes, R. C., and Aspinwall, D. K., “Tool life when high speed ball nose and milling inconel 718 TM”, *Journal of Materials Processing Technology*, 118: 29-35 (2005).
17. Meena, A., and Mansori, M. M., “Drilling performance of Green Austempered Ductile Iron (ADI) grade produced by novel manufacturing technology” *International Journal Of Advanced Manufacturing Technology*, 59 (1-4): 9-19 (2012).
18. Haggerty, W.A., “Effect of point geometry and dimensional symmetry on drill performance”, *Int. J. Mach. Tool Des. Res.*, 1: 41-58 (1961).
19. Kıvak, T., “Inconel 718’in delinebilirliğinin araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 55, 74, 78, 82 (2007).
20. Meral, G., “AISI 1050 malzemenin delinmesinde delme parametrelerinin kesme kuvvetleri ve delik kalitesi üzerindeki etkisinin araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 24-47,74 (2009).
21. Yağmur, S., Acır, A., ve Şeker, U., “AISI 1050 çeliğinin delinmesinde yüzey pürüzlülüğünün deneysel olarak araştırılması”, *International Iron & Steel Symposium*, Karabük, 1276-1283 (2012).
22. Karnik, S. R. and Gaitonde, V. N, “Development of artificial neural network models to study the effect of process parameters on burr size in drilling”, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 39: 439–453 (2008).
23. Karnik, S. R., Gaitonde, V., and Davim, J. P., “Integrating taguchi principle with genetic algorithm to minimize burr size in drilling of AISI 316L stainless steel using an Artificial Neural Network Model”, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 221: 1695-1704 (2007).

24. Matsushima, Y., Nakamura, M., Takeshita, H., and Akiba, S., "Improvement of drilling machinability of microalloyed steel", *KOBELCO Technology Review*, 17: 38-43 (1994).
25. Meral, G., Dilipak, H., ve Sarıkaya, M., "AISI 1050 malzemenin delinmesinde ilerleme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülüğünün regresyon Analiziyle modellenmesi", *TÜBAV Bilim Dergisi*, 4 (1): 31-41 (2011).
26. Gao, C. H., Cheng, K., and Kirkwood, D., "The investigation on the machining process of BTA deep hole drilling", *Journal of Materials Processing Technology*, 107: 222-227 (2000).
27. Taşgetiren, S., ve Aslantaş, K., "Tornada kesme için yeni bir sert metal uç tutucusu tasarımı", *3. GAP Mühendislik Kongresi*, Şanlıurfa, 150-157 (2000).
28. Mendi, F., "Takım Tezgahları Teori ve Hesapları", *Gazi Kitabevi*, Ankara, 5-40 (1996).
29. Groover , M. P., *Fundamentals of Modern Manufacturing - Materials, Processes and System*, *Prentice-Hall Inc.*, New Jersey, 220-639 (1996).
30. Marinov, V., "Manufacturing processes for metal products", *Kendall/Hunt Publishing*, Dubuque, IA (2007).
31. Krar, F. S., Rapisarda, M, and Check, F. A., "Machine tool and manufacturing technology", *Delmar Publishers*, U.S.A. (1998).
32. Korucu, S., "Delik işlemlerinde kesiciler üzerine etki eden gerilmelerin matematiksel olarak modellenmesi", Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 38-40 (2007).
33. Sandvik Coromant, "Modern Metal Cutting-A Practical Handbook", English Edition, *Sandvik Coromant*, Sweden (1994).
34. Çakır, M. C., "Modern Talaşlı İmalat Yöntemleri", *Vipaş A.Ş.*, Bursa, 350-390 (2000).
35. Çakır, A., "Al 7075 ve Al 6013 alüminyum malzemelerin delme operasyonları esnasındaki kesme parametrelerinin incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 31-34 (2009).
36. Korucu, S., "Hidrolik kopya aparatı yardımı ile elde edilen parçalarda yüzey pürüzlülüğünün deneysel incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara (1996).
37. Hagiwara, M., Chen, S., and Jawahir, I. S., "Contour finish turning operations with coated grooved tools: optimization of machining performance", *J Mat Processing Technology* , 1 (1): 332-342 (2008).

38. Bayrak, M., “Kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisi ve uzman sistemle karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 1-35 (2002).
39. Özses, B., “Bilgisayar sayısal denetimli takım tezgahlarında değişik işleme koşullarının yüzey pürüzlülüğüne etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 6-25 (2002).
40. Mahfouz, I. A., “Drilling wear detection and classification using vibration signals and Artificial Neural Network”, **International Journal of Machine Tools &Manufacture**, 43: 707–720 (2003).
41. Trent, E. M., “Metal Cutting”, **Butterworths Press**, London, 1-171 (1989).
42. Nouari, M., List, G., Girot, F., and Gehin, D., “Effect of machining parameters and coating on wear mechanisms in dry drilling of aluminium alloys”, **International Journal of Machine Tools&Manufacture**, 45: 1436-1442 (2005).

ÖZGEÇMİŞ

Yunus kara 1988'de Eskişehir'de doğdu; ilk ve orta öğrenimini aynı şehirde tamamladı; Atatürk Endüstri Meslek Lisesi, Teknik Lise Makine Bölümü'nden mezun olduktan sonra 2006 yılında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Talaşlı Üretim Öğretmenliği Bölümü'ne girdi; 2010'da "iyi" derece ile mezun olduktan sonra Ford Otosan İnönü Kamyon Fabrikası Motor Aktarma Organları bölümünde göreve başladı. Halen; 2015 yılında Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İmalat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda başlamış olduğu yüksek lisans programını, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İmalat Mühendisliği Anabilim Dalı altında sürdürmektedir.

ADRES BİLGİLERİ

Adres : Erenköy mah. Ufukay sok. no:19

ODUNPAZARI / ESKİŞEHİR

Tel : (542) 568 7250

E-posta : yunus35244@hotmail.com