



**DIN 1.2312 KALIP ÇELİĞİNİN DELİNMESİNDE KESME KUVVETLERİ
VE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN İNCELENMESİ**

Tuğçe YÜKSEL

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İMALAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

AĞUSTOS 2018

Tuğçe YÜKSEL tarafından hazırlanan “DIN 1.2312 KALIP ÇELİĞİNİN DELİNMESİNDE KESME KUVVETLERİ VE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN İNCELENMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi İmalat Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. İhsan KORKUT

İmalat Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Başkan: Prof. Dr. İbrahim ÇİFTÇİ

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Karatekin Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Üye: Doç. Dr. Hakan DİLİPAK

İmalat Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Tez Savunma Tarihi: 02/08/2018

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....
Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
 - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
 - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
- bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Tuğçe YÜKSEL

02/08/2018

DIN 1.2312 KALIP ÇELİĞİNİN DELİNMESİNDE KESME KUVVETLERİ VE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Tuğçe YÜKSEL

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ağustos 2018

ÖZET

Mühendislik faaliyetlerinin sürdürüldüğü bütün alanlarda emniyetli bir çalışma ortamının gerçekleştirilmesi, üretilecek ürün ve sistemin uzun ömürlü, kaliteli ve ekonomik olabilmesi için kesici takım ve tezgâhları etkileyen kuvvetlerin önemi son derece fazladır. En uygun kesme parametrelerinin belirlenebilmesi için kesme kuvveti değerlerinin bilinmesi gerekir. Bu nedenle kuvvetlerin ölçülüp, deneysel olarak analiz edilmesi önemlidir. Bu çalışmada, sanayide plastik enjeksiyon kalıplarında, basınçlı döküm ve yüksek basınç altında şekillendirme kalıpları vb. alanlarda yaygın olarak kullanılan AISI P20+S (DIN 1.2312) kalıp çeliğinin delinebilirliği incelenmiştir. Bu araştırma kapsamında AISI P20+S'nin delinebilirliği deneysel çalışmalarla ortaya konulmuştur. Delme işlemi iki farklı uç açısına sahip (118° - 135°), 8 mm çapında, TiN kaplamalı ve kaplamasız HSS matkaplarla gerçekleştirilmiştir. Delme esnasında oluşan kesme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülükleri incelenmiştir. Deneyler, kuru işleme şartlarında dört farklı kesme hızı (6, 8, 10, 12 m/dak) ve üç ilerleme miktarında (0,1; 0,15; 0,125 mm/dev) gerçekleştirilmiştir. Deneysel çalışmaların sonucunda elde edilen veriler ışığında önemli bir izlenebilirlik kriteri olan ilerleme kuvveti ve tork ölçülmüştür. Seçilen parametrelerin ilerleme kuvvetleri, tork ve yüzey pürüzlülüğü, kesici uç aşınması üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda artan ilerleme miktarı ile kesme kuvvetlerin arttığı ve artan uç açısının kesme kuvvetleri düşürdüğü görülmüştür. Ayrıca TiN, kaplama delme esnasında moment ve kesme kuvvetleri değerlerinin düşmesinde ve kesici takımdaki aşınmayı önlemede önemli bir rol oynamıştır.

Bilim Kodu : 91438

Anahtar Kelimeler : AISI P20+S, Kalıp Çeliği, Delme Operasyonu, Kesme Kuvveti

Sayfa Adedi : 76

Danışman : Prof. Dr. İhsan KORKUT

CUTTING FORCES AND SURFACE ROUGHNESS ANALYSIS AT DIN 1.2312
MOLD STEEL DURING DRILLING OPERATIONS

(M. Sc. Thesis)

Tuğçe YÜKSEL

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

August 2018

ABSTRACT

All the forces affecting cutting tools and benches must be accurately and precisely measured in order to ensure a safe working environment in all areas where engineering activities are carried out and to ensure that the product and system to be produced are long lasting, qualified and economical. Cutting force values must be known in order to determine optimum cutting parameters. For this reason, it is important that forces are measured and analyzed experimentally. In this study, the drillability of AISI P20 + S (DIN 1.2312) die steel, which is widely used in the plastic injection molds, die casting, high pressure molding and etc., was examined. This study demonstrated the drillability of AISI P20 + S experimentally. Drilling was carried out with 8 mm diameter HSS drill bits with two different tip angles (118° - 135°) and TiN coated and uncoated. Drilling operation has been examined in terms of the cutting forces and surface roughness. Experiments were performed at four different cutting speeds (6, 8, 10, 12 m / min) and three feed amounts (0,1; 0,15; 0,125 mm). As a result of experimental studies, the thrust force and torque, which are crucial machinability criterions, were measured and the effects of the selected parameters on the thrust force, torque, surface roughness and cutting tool wear were investigated. It was seen that the cutting force increased with the increasing amount of feed, but the cutting force decreased with the increasing of tip angle. In addition, TiN coating plays an important role in reducing torque values by use of reducing friction during drilling and prevent to wear on cutting tool.

Science Code : 91438

Key Words : AISI P20+S, Mold Steel, Drilling Operation, Cutting Force, Surface Roughness

Page Number : 76

Supervisor : Prof. Dr. İhsan KORKUT

TEŐEKKÖR

Tez alıŐmalarım boyunca yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren değerli hocalarım ArŐ. Gör. Ömer BAYRAKTAR ve Dr. Gültekin UZUN'a ve kıymetli bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen Sayın Prof. Dr. İhsan KORKUT'a teŐekkürü bir borç bilirim.

Uzun çalıŐmalarım sırasında manevi destekleriyle beni yalnız bırakmayan, hep destekleyen sevgili eŐim Murat YÜKSEL'e, her konuda kendisini örnek aldığım babam Prof. Dr. Atilla KOCA'ya ve değerli aileme teŐekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	x
RESİMLERİN LİSTESİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xvi
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR.....	3
2.1. Literatür Araştırmasının Değerlendirilmesi	14
2.2. Çalışmanın Bilim ve Uygulamaya Katkısı	14
3. KURAMSAL TEMELLER	17
3.1. Delme İşlemi ve Talaş Kaldırma	17
3.2. Delme İşlemlerinde Kesme Parametreleri	18
3.3. Talaş Kaldırmada Kuvvet İlişkileri	19
3.3.1. Talaş kaldırmada kuvvetler	19
3.4. Delik Delme İşlemini Etkileyen Faktörler	24
3.5. Delik Delme İşlemlerinde Talaş Kontrolü	26
3.6. Delik Delme Takımları (Matkaplar).....	28
3.7. Delme İşlemlerinde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar.....	29
4. MATERYAL METOT	31
4.1. Deneysel Çalışmalar	31
4.1.1. İş parçası malzemesi.....	34

	Sayfa
4.1.2. Deneyleerde kullanılan kesici takımlar.....	35
5. DENEYSEL BULGULAR VE TARTIŞMA.....	37
5.1. İlerleme Kuvvetlerinin Değerlendirilmesi.....	39
5.2. Tork 'un Değerlendirilmesi	40
5.3. Yüzey Pürüzlülüğü Üzerindeki Etkisi.....	43
5.4. Kesici Takım Aşınmalarının Değerlendirilmesi.....	50
6. DENEYSEL BULGULAR VE TARTIŞMA.....	53
KAYNAKLAR	55
EKLER.....	59
ÖZGEÇMİŞ	76

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Johnford marka tezgahın özellikleri	31
Çizelge 4.2. Deney numunelerinin kimyasal bileşimi	34
Çizelge 4.3. Deney numunesinin fiziksel özellikleri	34
Çizelge 4.4. Delme işlemlerinde kullanılan takım özellikleri ve kesme parametreleri ..	36
Çizelge 5.1. 0,1; 0,125; 0,15 mm/dev ilerleme miktarında; 6, 8, 10, 12 m/dak kesme hızlarına bağlı olarak ölçülen ilerleme kuvveti (F_z) ve Moment (M_z) değerleri	37
Çizelge 5.2. 3 ilerleme ve 4 farklı kesme hızı değerleri için yüzey pürüzlülüğü	43

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Delik delme işlemi.....	17
Şekil 3.2. Delik Delme İşlemleri.....	18
Şekil 3.3. Kesme hızı, giriş oranı, fener mili hızı, devir başına ilerleme ve delik işleminin temel faktörleri	19
Şekil 3.4. (a) Talaşlı imalatta oluşan kuvvetler (b) Ölçülebilen kuvvetler	20
Şekil 3.5. Kuvvet diyagramı	21
Şekil 3.6. Matkapla delik delmede kesme kuvvetleri	22
Şekil 3.7. Kesme hızı – ilerleme hızı	24
Şekil 3.8. Talaş derinliği, ap a) Doluya delik delmede b) Delik büyütme işleminde....	25
Şekil 3.9. Matkabın kesme açısı	28
Şekil 3.10. Matkabın genel kısımları	28
Şekil 3.11. Delik delmede minimum salgı.....	30
Şekil 3.12. Tutucuyla ve kesme sıvısı adaptörüyle delik delme	30
Şekil 4.2. Deney düzeneği	32
Şekil 4.3. Deney düzeneği şematik gösterimi.....	33
Şekil 4.4. Yüzey pürüzlülüğü ölçme cihazı ve düzeneği.....	33
Şekil 4.5. Deliklerin deney numunesi üzerindeki dağılımı.....	35
Şekil 4.6. 118 ° ve 135° TiN kaplamalı ve kaplamasız matkap.....	36
Şekil 5.2. 0,1 mm/dev ilerleme miktarlarına ait ilerleme kuvvetlerinin grafiği	39
Şekil 5.3. 0,125 mm/dev ilerleme miktarlarına ait ilerleme kuvvetlerinin grafiği	39
Şekil 5.4. 0,15 mm/dev ilerleme miktarlarına ait ilerleme kuvvetlerinin grafiği	40
Şekil 5.5. 0,1 mm/dev ilerleme miktarına ait Tork değerlerinin grafiği	41
Şekil 5.6. 0,125 mm/dev ilerleme miktarına ait Tork değerlerinin grafiği	41

Şekil	Sayfa
Şekil 5.7. 0,15 mm/dev ilerleme miktarına ait Tork değerlerinin grafiği	42
Şekil 5.8. 0,1 mm/dev ilerleme miktarında 118° kaplamasız matkapla delinen delik kesme hızına bağlı yüzey pürüzlüğü	43
Şekil 5.9. 0,125 mm/dev ilerleme miktarında 118° kaplamasız matkapla delinen delikte kesme hızına bağlı yüzey pürüzlüğü	44
Şekil 5.10. 0,15 mm/dev ilerleme miktarında 118° kaplamasız matkapla delinen delikte kesme hızına bağlı yüzey pürüzlüğü	44
Şekil 5.11. 0,1 mm/dev ilerleme miktarında 135° kaplamasız matkapla delinen delikte kesme hızına bağlı yüzey pürüzlüğü	45
Şekil 5.12. 0,125 mm/dev ilerleme miktarında 135° kaplamasız matkapla delinen delikte kesme hızına bağlı yüzey pürüzlüğü	45
Şekil 5.13. 0,15 mm/dev ilerleme miktarında 135° kaplamasız matkapla delinen delikte kesme hızına bağlı yüzey pürüzlüğü	46
Şekil 5.14. 0,1 mm/dev ilerleme miktarında 118° TiN kaplamalı matkapla delinen delikte kesme hızına bağlı yüzey pürüzlüğü	46
Şekil 5.15. 0,125 mm/dev ilerleme miktarında 135° kaplamasız matkapla delinen delikte kesme hızına bağlı yüzey pürüzlüğü	47
Şekil 5.16. 0,15 mm/dev ilerleme miktarında 135° kaplamasız matkapla delinen delikte kesme hızına bağlı yüzey pürüzlüğü	47
Şekil 5.17. 0,1 mm/dev ilerleme miktarında 135° kaplamasız matkapla delinen delikte kesme hızına bağlı yüzey pürüzlüğü	48
Şekil 5.18. 0,125 mm/dev ilerleme miktarında 135° kaplamasız matkapla delinen delikte kesme hızına bağlı yüzey pürüzlüğü	48
Şekil 5.19. 0,15 mm/dev ilerleme miktarında 135° kaplamasız matkapla delinen delikte kesme hızına bağlı yüzey pürüzlüğü	49
Şekil 5.20. DIN 1.2312+S malzemede 6 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı kaplamasız matkap	50
Şekil 5.21. DIN 1.2312+S malzemede 6 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı kaplamasız matkap	51
Şekil 5.22. DIN 1.2312+S malzemede 8 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı kaplamasız matkap	51

Şekil**Sayfa**

Şekil 5.23. DIN 1.2312+S malzemede 12 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° kaplamasız matkap.....	51
--	----



RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 1.1. DIN 1.2312+S malzemede 6 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı kaplamasız matkap	60
Resim 1.2. DIN 1.2312+S malzemede 6 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı kaplamasız matkap	60
Resim 1.3. DIN 1.2312+S malzemede 6 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı TiN kaplamalı matkap	61
Resim 1.4. DIN 1.2312+S malzemede 6 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı TiN kaplamalı matkap	61
Resim 1.5. DIN 1.2312+S malzemede 6 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı kaplamasız matkap	62
Resim 1.6. DIN 1.2312+S malzemede 6 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı kaplamasız matkap	62
Resim 1.7. DIN 1.2312+S malzemede 6 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı TiN kaplamalı matkap	63
Resim 1.8. DIN 1.2312+S malzemede 6 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı TiN kaplamalı matkap	63
Resim 1.9. DIN 1.2312+S malzemede 6 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı kaplamasız matkap	64
Resim 1.10. DIN 1.2312+S malzemede 6 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı kaplamasız matkap	64
Resim 1.11. DIN 1.2312+S malzemede 6 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı TiN kaplamalı matkap	65

Resim	Sayfa
Resim 1.12. DIN 1.2312+S malzemede 6 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı TiN kaplamalı matkap.....	65
Resim 1.13. DIN 1.2312+S malzemede 8 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı kaplamasız matkap	66
Resim 1.14. DIN 1.2312+S malzemede 8 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı kaplamasız matkap	66
Resim 1.15. DIN 1.2312+S malzemede 8 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı TiN kaplamalı matkap.....	67
Resim 1.16. DIN 1.2312+S malzemede 8 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı TiN kaplamalı matkap.....	67
Resim 1.17. DIN 1.2312+S malzemede 8 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı kaplamasız matkap	68
Resim 1.18. DIN 1.2312+S malzemede 8 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı kaplamasız matkap	68
Resim 1.19. DIN 1.2312+S malzemede 8 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı TiN kaplamalı matkap.....	69
Resim 1.20. DIN 1.2312+S malzemede 8 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135°uç açılı TiN kaplamalı matkap.....	69
Resim 1.21. DIN 1.2312+S malzemede 8 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı kaplamasız matkap	70
Resim 1.22. DIN 1.2312+S malzemede 8 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı kaplamasız matkap	70
Resim 1.23. DIN 1.2312+S malzemede 8 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı TiN kaplamalı matkap.....	71

Resim	Sayfa
Resim 1.24. DIN 1.2312+S malzemede 8 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı TiN kaplamalı matkap.....	71
Resim 1.25. DIN 1.2312+S malzemede 10 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı kaplamasız matkap	72
Resim 1.26. DIN 1.2312+S malzemede 10 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı kaplamasız matkap	72
Resim 1.27. DIN 1.2312+S malzemede 10 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı TiN kaplamalı matkap.....	73
Resim 1.28. DIN 1.2312+S malzemede 10 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı TiN kaplamalı matkap.....	73
Resim 1.29. DIN 1.2312+S malzemede 10 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı kaplamasız matkap.....	74
Resim 1.30. DIN 1.2312+S malzemede 10 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı kaplamasız matkap	74
Resim 1.31. DIN 1.2312+S malzemede 10 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı TiN kaplamalı matkap.....	75
Resim 1.32. DIN 1.2312+S malzemede 10 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı TiN kaplamalı matkap.....	75
Resim 1.33. DIN 1.2312+S malzemede 10 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı kaplamasız matkap	76
Resim 1.34. DIN 1.2312+S malzemede 10 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı kaplamasız matkap	76
Resim 1.35. DIN 1.2312+S malzemede 10 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı TiN kaplamalı matkap.....	77

Resim	Sayfa
Resim 1.36. DIN 1.2312+S malzemede 10 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı TiN kaplamalı matkap.....	77
Resim 1.37. DIN 1.2312+S malzemede 12 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç kaplamasız matkap	78
Resim 1.38. DIN 1.2312+S malzemede 12 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç kaplamasız matkap	78
Resim 1.39. DIN 1.2312+S malzemede 12 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç TiN kaplamalı matkap.....	79
Resim 1.40. DIN 1.2312+S malzemede 12 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° TiN kaplamalı matkap	79
Resim 1.41. DIN 1.2312+S malzemede 12 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° kaplamasız matkap.....	80
Resim 1.42. DIN 1.2312+S malzemede 12 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° kaplamasız matkap.....	80
Resim 1.43. DIN 1.2312+S malzemede 12 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° TiN kaplamalı matkap.....	81
Resim 1.44. DIN 1.2312+S malzemede 12 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° TiN kaplamalı matkap.....	81
Resim 1.45. DIN 1.2312+S malzemede 12 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° kaplamasız matkap.....	82
Resim 1.46. DIN 1.2312+S malzemede 12 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° kaplamasız matkap.....	82
Resim 1.47. DIN 1.2312+S malzemede 12 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° TiN kaplamalı matkap.....	83

Resim**Sayfa**

Resim 1.48. DIN 1.2312+S malzemede 12 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° TiN kaplamalı matkap.....	83
---	----



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
A	Talaş kesiti(mm^2)
A_k	Kristalin enine kesit alanı (mm^2)
A_s	Kesme düzlemi
A_a	Matkap serbest yüzeyi
A_γ	Matkap talaş yüzeyi
b	Talaş genişliği (mm)
b_i	Çıkan talaş genişliği (mm)
d	Matkap çapı (mm)
E	Elastikiyet modülü (N/mm^2)
F	İlerleme(mm/dev)
F_a	İlerleme kuvveti (N)
F_c	Asıl kesme kuvveti (N)
F_d	Dinamometrede ölçülen kuvvet (N)
F_n	F _s 'ye dik kuvvet (N)
F_r	Radyal kuvvet (N)
F_s	Kayma düzlemine paralel kuvvet (N)
F_v	Takım hareket yönüne dik kuvvet (N)
h	Kaldırılacak talaş derinliği (mm)
h_i	Çıkan talaş kalınlığı (mm)
ks	Özgül kesme kuvveti (N/mm^2)
M	Eğilme momenti (Nmm)
N	Takım talaş yüzeyine dik kuvvet (N)
r	Matkap uç yarı çapı (mm)
R	Toplam kuvvet (N)
rb	Talaş genişliği oranı
rh	Talaş kalınlığı oranı
rl	Talaş boyu oranı

Simgeler**Açıklamalar**

t	Kristalin kalınlığı (mm)
u	Özgül kesme enerjisi
V	Kesme hızı(m/dak)
α	Boşluk açısı (°)
α_e	Etken yaklaşma açısı (°)
β	Kama açısı (°)
γ	Talaş Açısı (°)
γ_e	Etken Talaş açısı (°)
Δt	Kristal kalınlığındaki değişim
ϵ	Kayma açısı (°)
η	Eğim açısı (°)
θ	Helis açısı (°)
λ	Kesme düzlemi ile toplam kuvvet arasındaki açı (°)
φ	Enine kesici kenar açısı (°)
Φ	Kesme açısı (°)
ψ	Uç açısı (°)

Kısaltmalar**Açıklamalar**

AB	Açıklamalar bir satırdan uzun olmamalıdır
HB	Brinell Hardness (Brinell Sertliği)
HSS (YHÇ)	High Speed Steel (Yüksek Hız Çeliği)
In	Inch
TS	Türk Standartları

1. GİRİŞ

Belli bir geometriye sahip kesici takım aracılığıyla istenilen boyut ve biçimde parça üretilmesi veya iş parçasından fazla malzemelerin talaş şeklinde kaldırılma işlemi “Talaş Kaldırma” olarak adlandırılır.

Delik delme işlemleri, günümüzde talaş kaldırma işlemleri arasında önemli bir yer tutmaktadır. İmalat endüstrisinde modern talaşlı imalat yöntemleri geliştirilmesine rağmen, geleneksel delik delme yöntemi ekonomikliği ve basit uygulanabilirliği gibi sebeplerden dolayı hala en yaygın kullanılan işleme yöntemidir. Bütün delik delme işlemlerinin ortak noktası, takım veya iş parçasının belirli bir eksen etrafında dönerek ve kesici eksen yönünde ilerleyerek yapılan bir talaş kaldırma operasyonu olmasıdır [1]. Delme işlemlerinde arzu edilen delik kalitesinin elde edilmesi en önemli hususlardan birisidir. Optimum kesme parametrelerinin belirlenebilmesi için kesme kuvveti değerlerinin bilinmesi gerekir. Bu nedenle kuvvetlerin ölçülüp, deneysel olarak analiz edilmesi önemlidir [2-3]. Delme işlemlerinde, kesme kuvvetlerine birden çok parametre etki etmektedir. Kesici takım üzerine etki eden kesme kuvvetleri, talaş kaldırmanın önemli bir safhasını oluşturur. Kesme kuvvetleri; takım tezgâhlarının rijit olması ile birlikte kesme derinliği, talaş açısı, kesme hızı, ilerleme miktarı, iş parçasının malzemesi vb. faktörlerine bağlı olarak değişkenlik gösterir.

Talaşlı imalat yöntemleri kullanılarak işlenen iş parçalarının yüzey pürüzlülüğü birçok değişkene bağlı olarak değişmektedir. İşlenmiş bir yüzeyin kalitesi en önemli kriterlerden biridir. Yüzey kalitesi işleme parametrelerinin doğru seçimi ile sağlanabilmektedir. Takım tezgahlarının yeterli rijitlikte olmaması, talaş akışının sebep olduğu bozukluk, işlenen malzemedeki yapı bozukluğu, kesicinin tasarımı, geometrisi ve kesme kapasitesi, işlenen malzemedeki talaş kaldırma şekli, takım aşınmasından kaynaklanan hatalar gibi etkenlerden dolayı yüzey pürüzlülüğü etkilenmektedir.

Her bir kesici takımın malzeme özelliklerinden dolayı belli mukavemet değerleri vardır. Dolayısıyla her kesici takım belli bir çalışma süresinden sonra belli kesme şartlarında ya aşınır ve hatta kesme parametreleri iyi belirlenemezse kırılma bile olabilir. Kesici takımın mukavemetini, sıcaklığa dayanımını ve aşınma direnci gibi parametreleri iyileştirmek için kaplama yöntemini geliştirmişlerdir.

Uç açısının da talaş kaldırmaya etkisi önemli unsurlardan birisidir. Çünkü uç açısı matkabın itme kuvvetini, torku, ek olarak kesici ağzın uzunluğu ve talaş kalınlığını etkilemektedir. Dar uç açılı matkaplar genellikle yumuşak malzemelerde kullanılırlar ve uç açıları genelde 90° olur. Standart uçlu matkap dediğimiz uç açısı 118° veya 120° olan matkaplar ise genel amaçlı kullanım alanına sahiptir. Geniş uç açılı matkapların uç açıları 130°, 135° ve 140°'dir. Bu matkaplar sert malzemelerin işlenmesinde kullanılırlar. Bu matkaplar değişik delme koşullarında sapma problemi yaşamazlar [4].

Bu çalışmada farklı uç açısına sahip kaplamalı ve kaplamasız matkaplarla, farklı kesme hızları ve ilerleme miktarlarında AISI P20+S (DIN 1.2312) kalıp çeliğinin delinebilirliği, kesme kuvvetleri, kaplamanın etkisi, yüzey pürüzlülüğü ve matkap aşınması bakımından incelenmiştir. Gerekli verileri elde etmek için yapılan deneyde DIN 1.2312 deney numunesi, 8mm çaplı 118 ve 135 uç açısına sahip TiN kaplamalı ve kaplamasız matkaplarla, üç farklı ilerleme ve 4 kesme hızında işlenmiştir. Bu farklı parametreler sonucu oluşan kuvvetlerin ölçülmüştür. Bu şekilde kaplama, kesici takım uç açısı, iş parçası malzemesi ve kesme parametrelerinin delik delme performansına etkileri incelenmiştir.

DIN 1.2312 Kalıp çeliğinin uygun kesme parametrelerinin kullanılamaması nedeni ile iş kalitesi düşmekte ve işleme maliyetleri artmaktadır. Kesici takımların sanayi alanında kullanımı dikkate alınarak, takım ömründen daha fazla istifade edilip kesici maliyeti azaltılması ve böylece yapılan tasarrufla ülke ekonomisine önemli katkılar sağlanması amaçlanmaktadır. Ayrıca bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile AISI P20+S (DIN 1.2312) ve benzer kalıp çeliklerinin işlenmesinde kesici takım performansını arttırmak için kullanılabilir.

2. LİTERATÜR

Yapılan çalışmaya yön vermek üzere yapılan bilimsel çalışmaların literatür taraması sunulmuştur. Delik delme işlemlerinde kesme kuvveti ve momentin incelenmesi aşağıda atıf yapılan çalışmalarla sınırlı olmamakla beraber bu çalışmalara paralel birçok çalışma literatürde bulunmaktadır. Bu çalışmanın diğer çalışmalardan farklı olabilecek yönü ise kullanılan iş parçasıdır.

Kıvak, yaptığı çalışmada kesme hızı ve ilerlemenin farklı kombinasyonlarının, Inconel 718 malzemesi üzerinde TiN kaplamalı ve kaplamasız matkaplarla delinmesi esnasında oluşan kesme kuvvetleri, yüzey pürüzlülüğü, delik kalitesi ve talaş oluşumu üzerindeki etkisini inceleyerek optimum delme şartlarının belirlenmesini amaçlamıştır. Inconel 718'in kuru kesme şartlarında delinmesinde en iyi performans kaplamasız takımlardan alınırken en kötü sonuçlar ise TiN kaplı takımlarda elde etmiştir. Ayrıca yüksek kesme hızı ve ilerleme kombinasyonlarında takım performansı ve delik kalitesinin düştüğü gözlemlenmiştir [5].

Fernandes, deneysel çalışmasında, karbon kompozit malzemeyi delme esnasında kuvvet ve torkun delik kalitesi ve aşınmaya tesirini incelemiştir. Ayrıca takım aşınması ve iş parçası kalınlığının kesme süresi boyunca kesme kuvveti ve tork üzerine etkisini araştırmıştır. Gerçekleştirdiği çalışma sonucunda Fernandes, aynı matkap ucuyla delinen delik sayısı artıkça ilerleme kuvvetinin arttığı fakat tork değişiminin düşük olduğunu gözlemlenmiştir. İş parçası kalınlığının kesici takım aşınmasında önemli rol oynadığını belirtmiştir [6].

Kaplan yüksek lisans tezinde, dik işleme merkezinde delik delme süreci esnasında farklı kesme parametrelerinin ilerleme kuvveti, moment, titreşim, aşınma, yüzey pürüzlülüğü ve çapak oluşumuna etkisi incelemiştir. Deney sonuçlarına göre, malzeme sertliğinin, matkap çapının, matkap boyunun, kesme hızının, ilerlemenin ve delik sayısının ilerleme kuvveti, moment ve titreşime etkili olduğu, ayrıca matkap çapı haricindeki diğer deney parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü ve çıkış çapağı oluşumuna etkili olduğu vurgulanmıştır [7].

Gaitonde vd. tarafından yapılan çalışmada, AISI 316L paslanmaz çeliğin delinmesi esnasında çapak boyu ve kalınlığını minimize etmek amacıyla farklı kesme hızı, uç açısı ve kenar boşluk açısı için çeşitli deneyler yapılmıştır. Bu minimizasyon işlemi için Taguchi

optimizasyon tekniği tercih edilmiştir. Bu araştırma sonucunda ilerlemenin en uygun değerleri dūřuk ile orta seviyede iken, kesme hızları ve kenar boşluk açısı için ideal değerlerin test edilen matkap çapından bağımsız olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca apak miktarını minimize etmek için daha bŸyŸk uç açısı ve daha bŸyŸk matkap çaplarının gerektiği belirlenmiştir. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar şunlardır:

- 4, 10, 28 mm matkap çaplarla yapılan deneylerde uç açısının apak boyutu Ÿzerine bŸyŸk bir etkisi olduğu gŸrŸlmŸřtŸr.
- Kenar boşluk açısının 20 mm matkap çapı için apak miktarını azaltmada Ÿnemli derecede etkisi vardır.
- Daha bŸyŸk uç açısı, daha bŸyŸk matkap çaplarında apak miktarını minimize etmek için gereklidir [8].

Meral, delme işlemlerinde kesme kuvvetleri, yŸzey kalitesi, delik çapındaki değişim, dairesellikten sapma ve silindiriklikten sapma gibi konuları deneysel olarak araştırmıştır. Deneylerde, işlenebilirlik Ÿzellikleri iyi bilinen AISI 1050 elik malzemeyi referans almıştır. Deneylerde 6, 8, 10 mm çaplarında kaplamasız ve PVD metodu ile TiAlN kaplanmış kaplamalı HSS matkapları kullanmıştır. Deneylerde Ÿ farklı kesme hızı (20, 30, 40 m/dak) ve Ÿ farklı ilerleme (0,05; 0,1; 0,15 mm/dev) kullanmıştır. ŖlŸ tamlığı, delik dairesellikleri, delik giriş ve çıkış ağzı arasındaki aksenal kaçıklık, delik boyunca oluşan yŸzey pŸrŸzlŸlŸđŸ ve kesme kuvvetlerini ŖlmŸřtŸr. Sonuç olarak, kaplamalı matkapların, kaplamasız matkaplara gŸre tŸm değerlendirme kriterleri için olumlu sonuçlar sergilediği, ilerleme kuvveti Ÿzerinde ilerleme hızının kesme hızına gŸre daha etkili bir parametre olduğu, yŸzey pŸrŸzlŸlŸk değerleri artan kesme hızı değerlerine bağlı olarak azalırken, ilerleme hızındaki artışla arttığı belirlenmiştir [9].

Ertunç vd. delik delme operasyonu sırasında oluşan kesme kuvveti ve moment değerlerini ŖlmŸřlerdir. Bunun için; iki bileşenli bir dinamometre kullanmışlardır. Anlık olarak Ŗllen kesme ve moment değerlerinin değerlendirilmesine yŸnelik bir model geliştirmişlerdir. Geliştirilen sistem; Markov Methodu kullanılarak (Hidden Markov Method) delik delme anında zamana bağlı olarak değerşen kesme kuvveti, moment gibi şartları daha Ÿnceden oluşturulmuş olan değerler tablosu ile karşılaştırarak yorumlamaktadır. Kıyas için kullanılan değerler tablosu; kesicinin kŸr (kullanılmış) ve keskin (yeni kullanılacak) olması durumuna gŸre elde edilen kesme kuvveti, moment, vb. değerlerden oluşturulmuştur. Sistem, kesicinin

zamana bağılı olarak aşınmasını (körelmesini) geliştirdikleri sonuç birleştirme merkezi algoritması (DFCA) yöntemini kullanarak tespit ederek delik delme hassasiyetinin korunmasını sağlamaktadır [10].

Hashmi ve Graham, delik delme operasyonları için en uygun kesme şartlarını (kesme hızı, ilerleme, vb.) belirlenmesine yönelik olarak bulanık mantık (Fuzzy Logic) yöntemini kullanmışlardır. Bu yöntemde; üç tip malzeme (orta karbonlu, düşük karbonlu ve imalat çeliği) değişik çap ve kalitedeki HSS matkaplarını kullanmışlardır. Geliştirilen bulanık mantık yöntemi; delinecek malzeme sertliği ile kesme hızı arasında kurulan ilişkiye yönelik çıkarımlar yapmaktadır. Sistem bilinenden hareketle bilinmeyeni 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 [11].

Yağmur çalışmasında, kullanımı en yaygın çeliklerden biri olan AISI 1050 malzemelerin delinebilirliğini kesme parametreleri (kesme hızı ve ilerleme miktarı) ve kesici takım tipi (kaplamasız ve TiN/ Ti Al/ TiCN kaplamalı solid karbür) girdilerini baz alarak; kesme kuvvetleri, moment, talaş kaldırma sırasında oluşan sıcaklık ve delik kalitesi (ölçü tamlığı, yüzey kalitesi) açısından değerlendirmiş ve sonuç olarak kesme bölgesindeki sıcaklığın artan ilerleme miktarı ile azaldığını gözlemlemiştir [12].

Heinemanna vd. yaptıkları çalışmada, derin delik delme işlem sırasında oluşan çok düşük seviyedeki yağlamanın (MQL) takım ömrüne olan etkisini araştırmışlardır. Bu işlem için iş parçası malzemesi olarak adi karbonlu çelik, kesici olarak 1,5 mm çapında helisel iki ağızlı matkap kullanmıştır. Yaptıkları deneyde; kesici uçta yeteri kadar yağlama yapılamaması durumunda oluşan ısı ile birlikte matkap ucunda ani bozulmaların oluştuğunu tespit etmişlerdir [13].

Kaynak Y. yaptığı çalışmada Al 2024 malzeme kullanarak değişik kesme parametreleri, matkap kaplamaları ve uç açılarının, kesme sıcaklıkları ve kesme kuvvetlerine etkilerini deneysel olarak incelemiştir. Deneylerde, 10 mm çapında (TiN, TiAlN, %5 CO, taşlanmış) kaplamalı matkap uçları kullanmıştır. Deney numunelerini üç farklı kesme hızında (30, 45,

60 m/dak) ve üç farklı ilerleme (0,15; 0,20; 0,25 mm/dev) aralığında işlenmiştir. Deneysel çalışmada, sıcaklık ölçümünü gerçekleştirmek için ısı çifti (thermocouple) kullanılmıştır. Isıl çift, iş parçasına açılan bir delikten salınarak kesici takıma 0,2 mm'ye kadar yakın bağlanmıştır. Kesici takımın delme işlemi boyunca sıcaklığının ölçümü, üç farklı noktadan iş parçası içerisine salınan ısı çiftleriyle gerçekleştirilmiştir. Kesme kuvveti ölçümleri için dinamometre kullanılmıştır. Hazırlanan iş parçası dinamometre üzerine sabitlenerek delme esnasında oluşan kuvvet verileri bilgisayara; x, y ve z eksenlerinde grafiksel olarak aktarılmıştır. Deneyler sonucunda, kuru delme şartlarında ölçülen kesme sıcaklığı ve kesme kuvvetlerinin nümerik yaklaşımla elde edilen sonuçlarla yakın değerlerde olduğu tespit edilmiştir [14].

Soylu A. yaptığı çalışmada delme işlemi esnasında meydana gelen ilerleme (itme) kuvveti ve döndürme momentini ölçebilecek, uzama ölçer esaslı bir dinamometre tasarımı ve imalatı gerçekleştirmiştir. Dinamometreden alınan kuvvet değerleri, moment sinyalleri sinyal yükselticiler ve veri toplama kartı aracılığı ile bilgisayara transfer etmiştir. Deney numuneleri, farklı matkap uç geometrisi (100°, 118°, 130°) ve farklı helis açısı (20°, 25°, 30°) ile birlikte farklı kesme hızı (18, 22, 28 m/dak) ve farklı ilerleme (0,1; 0,2; 0,3 mm/dev) parametreleri kullanılarak delinmiştir. Deneylerde çapı 10 mm TS 95/1, HSS %10 Co alaşımli yüksek hız çeliğinden özel olarak imal edilmiş matkaplar kullanılmıştır. Deney numunesi malzemesi olarak makine imalatında yaygın kullanılan Ç1040 çeliğini kullanmıştır. Deneyler sonucunda Ç1040 imalat çeliğinin delinmesinde optimum takım geometrisi ve kesme parametrelerini, helis açısının 30°, uç açısı 118°, kesme hızı 28 m/dak ve ilerleme 0,2 mm/dev olduğu durumda elde etmişlerdir [15].

Kim K.W. ve Ahn T.K. yaptıkları çalışmada, Al 2024 malzemenin delinmesi esnasında oluşan kesme kuvvetlerini ölçmüşlerdir. Deneylerde iki ağızlı matkaplar kullanılmıştır. Deneysel çalışmada iki farklı matkap çapı (6,35; 9,5mm), 118° uç açısı ve 55° kesici kenar açısına sahip matkaplar kullanılmışlardır. Yapılan deneyler sonucunda matkap performansını artırmaya yönelik olarak belirlenen delme şartlarının uygun olduğu görülmüştür [16].

Strenkowski J.S., helisel matkap ile delik delme esnasında oluşan ilerleme kuvveti ve torku tahmin etmek için bir analitik sonlu elemanlar tekniği geliştirmiştir. Bu yaklaşım; kesici uçtaki kesme kuvvetlerini eğik kesme davranışı olarak göstermekte ve radyal bölgedeki

kesme davranışını ise dik kesme davranışı olarak kabul etmektedir. Her iki kısımdaki ilerleme kuvveti ve torkların bileşkesi alınmış ve böylece toplam kuvvet belirlenmeye çalışılmıştır. Tahmin edilen ve deneysel olarak ölçülen, ilerleme kuvveti ve torklar arasındaki fark oldukça azdır. Bu çalışmanın deneysel kısmında AISI 1020 çeliği değişik çaplardaki matkaplarla, değişik kesme hızlarında ve ilerlemelerde delinmiştir. Dik kesmede talaş açısı değerleri; -30° , -15° , 0° , 10° , 20° ve 30° olarak tercih edilmiştir. Tüm takımların kesici ağız boşluk açısı 10° seçilmiştir. Yatay da ise talaş açısı sıfır derece ama eğim açısı ise 5° , 15° , 25° , 35° ve 45° olarak seçilmiştir. Strenkowski'nin çalışmasından elde ettiği veriler incelendiğinde; talaş açısı arttığı zaman, ilerleme kuvvetinin azaldığı ve matkap çapı arttığı zaman ise delmedeki ilerleme kuvvetinin arttığı görülmektedir [17].

Çakır, Al 7075 ve Al 6013 alüminyum malzemeler HSS ve karbür matkaplarla, kesme şartlarından sadece kesme hızı ve ilerleme değerleri değiştirilmek suretiyle deneyler yaparak kesici takım türü, iş parçası malzemesi ve kesme parametrelerinin matkapta oluşan kuvvet ve momentlere etkisi deneysel olarak incelemiştir. Deneyleri sonucu Fz maksimum kuvvetlerine iş parçası malzemesinin kesici, kesme hızı ve ilerleme kadar etkili olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca Mz momentlerine malzeme ve kesme hızının, kesici ve ilerleme kadar etkili olmadığı belirlenmiştir [18].

Oxford vd., karmaşık bir yapıya sahip olan delik delme işleminde kesici geometrisinin kesmeye olan etkisini ve talaş geometrisini incelemişlerdir. Bunun için yaptıkları deneysel çalışmada ön hazırlık olarak hazırladıkları deney düzeneği; oluşan talaşın gözlenmesi için kesme işlemini istenilen safhada durdurmaktadır. AISI 1020, AISI 3245 çelik malzemeli deney numuneleriyle 250 dev/dak devir sayısı ve devir başına 0.013in/dev ilerleme ile $\frac{3}{4}$ " çapında matkap kullanarak delik delme işleminde talaş oluşum sürecini incelemiştir. Yazar, matkap geometrisi ile ilgili unsurlara değinip bu unsurların birbirleriyle olan ilişkilerini yaptığı farklı analizlerde matematiksel olarak ifade etmiş ve bulduğu sonuçları Staple'nin kuralları ile karşılaştırmıştır [19].

Williams çalışmasında, iki uçlu matkabın durağan haldeki açılarıyla hareket halinde sahip olduğu açıları inceleyip Oxford'un çalışmalarına dayanarak bulduğu eşitliklerle bu açıları ifade etmektedir. Asıl kesici kenar ve radyal kesici kenar ile ilgili olarak, matkabın dinamik geometrisini incelerken ilerleme hızının matkabın asıl kesme kenarına olan etkisinin göz

ardı edilebileceği fakat radyal kesici kenarda dinamik kesme geometrisinin statik kesme geometrisinden ciddi farkları olduğunu tespit etmiştir [20].

Radhakrishnan vd., dinamik veriler kullanılarak kompozit malzemelerde delik delme işlemi için delik içi kalitesini değerlendirmişler. Delik içi kalitesinin matkap aşınmasına bağlı olarak değiştiğini vurgulayan yazar ve arkadaşları bu çalışmayla Dinamik Veri Tekniğini kullanarak yaptığı analizde matkap şartlarının çevirim içi izlenebilirliği için katman sıklığındaki değişimin delik delme kuvvetleri ile ilişkilerini tespit ederek, delik delme esnasında yüzeydeki bu katman sıklığının ilerleme ve hıza bağlı olduğu kadar, kompozit malzemenin özelliklerine de bağlı olduğunu savunmaktadırlar [21].

Rubbenstein, delik delme işleminde matkap ucunda oluşan kuvvet ve momentlerin tahmini için teorik bir çalışma yapmıştır. Yazar aynı konuda çalışma yapan Watson Armerago ve Cheng'in çalışmalarından yola çıkarak yaptığı analizlerde iki kenarlı helisel matkap ile yassı matkaptaki geometrik unsurların benzerliğini gözlemlemiş ve kuvvetlerin tespitinde bu benzerlikten faydalanmıştır [22].

Chen ve Liao, yapmış oldukları çalışmada Inconel 718'in delinmesi sırasında matkapta meydana gelen aşınma mekanizmalarını incelemişlerdir. Taiwan'da Victor Taichung tarafından yapılan bir V65 işleme merkezinde Inconel 718 alaşımı 30 mm derinliğinde delinmiştir. Deneylerde Guhring tarafından imal edilen 10,5 mm çapında çift katlı TiN PVD ile kaplanmış helisel tungsten karbür bir matkap seçilmiştir. Bütün deneylerde talaşın kolay bir şekilde kaldırılabilmesi için gagalayarak delme yöntemiyle, 5 mm pasolar ile gerçekleştirilmiştir. Kesme hızı ve ilerleme miktarları sırasıyla 13 m/min ve 0,1 mm/rev olarak belirlenmiştir. İlk deneyler Inconel 718'i delmede optimum uç ve boşluk açısına karar vermek için yapılmıştır. Sırasıyla sonuçlardan 140° uç açısına ve 8° boşluk açısına sahip matkapların daha iyi performans sergilediği tespit edilmiştir [23].

Choudhury vd., devir (kesme hızı) ve ilerlemenin kesici kenar üzerindeki aşınmaya olan etkisini incelemişlerdir. Yapılan teorik çalışmada kesme parametrelerinin kesme kuvvetlerine olan etkisi incelenmekte ve C_45 orta karbonlu çeliği 3 farklı devirde ve 2 farklı ilerleme miktarında gerçekleştirilmektedir. Deneysel olarak ölçülen ve hesaplanan kesici kenar aşınması değerleri arasındaki korelasyon katsayısı 0.9821 olarak bulunmuştur. Kesici kenar aşınması, ölçülebilen ve daha yüksek hızlarda kesici kenar aşınmasının yan yıpranmadan

daha önemli olması nedeniyle bir performans indeksi olarak kabul edilmesi için tavsiye edilmiştir. Deneysel ve teorik sonuçlar arasında yakın ilişkiler bulunmuştur [24].

Kaplan, kaplamasız ve kaplamalı HSS matkap uçları ile AISI 1045 çeliğinin delinmesi işleminde takım performansı deneysel olarak incelenmiştir. Deneyler, kuru kesme ortamında yapılmış ve farklı kesme parametreleri (çevresel hız, ilerleme) seçilmiştir. Delme işlemleri CNC bir torna tezgâhında yapılmıştır. İlk olarak, plazma nitrüleme yöntemi ile HSS matkap uçları kaplanmıştır. Kaplamasız ve kaplanmış matkap uçları ile yapılan delme işlemlerinde yüzey pürüzlülüğü, çap hatası, talaş oluşumu ve aşınmalar belirlenmiştir. Kaplanmış matkap uçları EDS ve taramalı elektron mikroskopun (SEM)'da incelenmiş kaplama kalınlıkları ve mikro sertlikleri belirlenmiştir. Sonuç olarak, plazma nitrüleme işlemi ile iyi bir kaplama sağlanmıştır. Kaplamalı ve kaplamasız matkap uçları kullanılarak yapılan deneylerde, plazma nitrülenmiş matkap uçlarında daha iyi kesme performansı elde edilmiştir [25].

Bıçakçı, yaptığı çalışmada Ti6Al4V alaşımının, farklı özellikteki 4 tür matkapla delinerek, bu matkaplar için en uygun kesme parametrelerini belirlemiştir. 8 mm çapında kaplamalı HSS matkap, kaplamalı karbür matkap ile kaplamalı kısa ve uzun HSS matkap seçmiştir. Kaplamalı HSS matkap için 3, kaplamalı karbür matkap için 4, kısa HSS matkap için 5 ve uzun HSS matkap için 4 delme operasyonu, en uygun kesme parametreleri ve delik sayıları belirlemiştir ve CNC takım tezgahında delme işlemi uygulanmıştır. Deneysel bulguların değerlendirilmesi sonucunda Ti6Al4V titanyum alaşımının delinmesinde kaplamalı karbür matkabın en iyi sonuç verdiği sonucuna varılmıştır [26].

Meral, yaptığı çalışmada farklı matkap uç ve kanal geometrilerinin delik delme performansı üzerine etkisini araştırmıştır. Deneysel çalışmalarda ticari olarak tedarik edilebilen en yaygın iki takım geometrisi (Geometri 1, Geometri 2) ile geliştirilen özgün iki kanal geometrisi (Geometri 3, Geometri 4) performansları test edilmiştir. Deney parametreleri olarak dört farklı kesme hızı (90, 100, 110, 120 m/dk) ve dört farklı ilerleme (0.15, 0.20, 0.25, 0.30 dev/dk) değeri kullanılmıştır. Deneyler AISI 4140 malzeme üzerinde yapılmıştır. Takım geometrilerinin delik delme performansı üzerindeki etkilerini araştırmak ve ideal işleme parametrelerinin belirlemek için Taguchi yöntemi kullanılmıştır. Sonuç olarak AISI 4140 malzemesi için geliştirilen Geometri 4 diğer geometrilere (Geometri 1 ve Geometri 2) ve geliştirilen diğer özgün geometriye (Geometri 3) kuvvet, yüzey pürüzlülüğü, çaptan sapma, silindiriklikten sapma, diklik ve eş merkezlilik açısından üstünlük sağlamıştır. Artan

ilerleme miktarının kesme kuvvetlerini ve delik kalitesini olumsuz yönde etkilediği görülmüştür [27].

Öztürk, yaptığı çalışmada GGG50 küresel grafitli dökme demir plakalar üzerine karbür matkaplarla delikler delmiştir. Delik delme işlemleri için üç farklı kesme hızı, üç farklı ilerleme değeri ve üç farklı matkap boyu kullanmıştır. Kesme hızı, ilerleme değeri ve matkap boyunun delinen deliklerin ortalama yüzey pürüzlülüğüne (Ra) ve dairesellikten sapmasına (ovalitesine) etkileri araştırmıştır. Deneysel Taguchi yöntemi kullanılmıştır. Sonuçlarda hızının artması ve ilerleme değerinin azalması ile yüzey pürüzlülük değerinin genellikle düştüğü görülmüştür. Matkap boyunun artması ile de dairesellikten sapma değerlerinin arttığı görülmüştür. [28].

Shin ve Waters yaptıkları bu çalışmada kesici takımlardaki işleme sürecinde takım ucuna gelen kesme kuvvetlerini inceleyerek işleme kuvvetlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Bundan önce yapmış oldukları çalışmada işleme esnasında takıma gelen kuvvetlerin hesaplanması için geliştirdikleri matematiksel modelde kesme kuvvetlerini etkileyen katsayıları bu çalışmada yaptıkları çeşitli deneylerle doğrulamayı amaçlamışlardır. Bu deneylerde takım ve iş parçası malzemelerini, takımdaki talaş akış açısı, ilerleme oranı, kesme hızı, kesme derinliğinin kesme kuvvetleri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Bunun için Dökme-Demir ve alüminyum malzemeli iş parçalarını çapları 3" ve 4" arasında değişen Seramik, Silikon- Nitrat, Karbid, Kaplamalı karbid ve Elmas uçlu takımlarla 3 farklı ilerleme oranı, 2 farklı kesme hızı ve 6 farklı kesme derinliği kullanarak incelemişlerdir. Matematiksel modellerde çeşitli faktörlere bağlı olarak kullandıkları katsayıları yararlanarak elde ettikleri tahmini kuvvetlerle deneysel sonuçları karşılaştırmışlardır [29].

Selvam ve Sujutha, bu çalışmalarında iki ağızlı helisel matkapta oluşan deformasyonları ve optimum matkap geometrisini sonlu elemanlar metodu ile analiz ederek belirlemeye çalışmışlardır. Yaptıkları teoriksel çalışmada geleneksel matkap modelleri için kesici uç noktası üzerinde yirmiden fazla düğüm noktası belirlemişlerdir. Matkaptaki temel parametreler ve otomatik ağ geliştirme yönteminin kullanılması, çeşitli ölçülerdeki matkaplara da aynı modeli uygulama imkanı sağlamaktadır. Sonlu elemanlar yöntemini kullanarak yaptıkları analizlerde matkap ucuna gelen yükleri belirlemişler ve buna bağlı olarak matkap ucunda meydana gelen açısal, aksenel ve radyal yer değiştirmeleri tespit etmişlerdir. Ayrıca optimum matkap geometrisi için helis açısı, enine kesici kenar açısı, uç

açısı ve marjın(çap boyunca yaklaşma ölçüsü) değerlerini belirlemişlerdir. Analizlerin sonunda farklı matkap çaplarında optimum helis açısını farklı bulmuşlardır. 25mm çap için optimum helis açısını $39,776^\circ$ olarak, 10mm çap için 43.403° olarak, 8mm çap için 43.921° olarak belirlemişlerdir. Optimum kesici kenar açısını $54-80^\circ$, küçük çaplı matkaplarda bu değer $60-70^\circ$ olarak tespit etmişlerdir. Optimum uç açısını 120° ve optimum marjın değerini sıfır olarak belirlemişlerdir. Yazarlar çalışmalarında son olarak iş parçası sertliği ve ilerleme oranının matkap üzerindeki etkileri yine açısal, aksel ve radyal yer değiştirmelere dayanarak değerlendirmişlerdir. Bu konuda yaptıkları analizlerin sonucunda iş parçası sertliği ve ilerleme oranının özellikle küçük çaptaki matkaplarda etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır [30].

Armarego vd., geleneksel matkaplarda ana kesici ağızların talaş akış yüzeylerinin düzleştirerek eğik kesme modeline dayanan bir kesme analizi yapmışlardır. Oxford ve Galloway'ın konuyla ilgili araştırmalarından yola çıkarak modifiye edilen matkaptaki kesme hızı ve kesme açıları üzerinde incelemeler yaparak bazı matematiksel eşitlikler geliştirmişlerdir. İki tür matkap üzerinde yaptıkları kesme analizlerinde modifiye edilmiş matkaptaki geleneksel matkaba oranla kuvvetlerde; buna bağlı olarak deformasyonda azalmalar olduğunu vurgulamaktadırlar. Optimum matkap geometrisinin yanında matkaba etki eden moment ve kuvvetlerin belirlenmesi için de bu konuda yapılan çeşitli araştırmalara dayanan kuvvet ve moment eşitlikleri geliştirmişlerdir. Yazar ve arkadaşları helis matkapların tasarımında benzerlik kavramını inceleyerek benzer geometrilere sahip farklı çaplardaki matkap gurupları ile kuvvet ve moment eşitlikleri geliştirmiş ve genel kullanılan eşitliklerle bulgularını karşılaştırıp çıkan sonuçların benzerliğini gözlemlemişlerdir [31].

Galloway vd., delik delme tekniklerinin gelişmesiyle ilgili endüstride kullanılabilecek temel bilgileri elde etmek için çeşitli araştırmalar yapmışlardır. Delik delme performansının asıl kriterleri ve bu kriterleri etkileyen başlıca faktörler üzerinde durulmuştur. Bu faktörlerden özellikle kesici geometrisi üzerinde durup ve kendiliğinden gerilemeli titreşim (self-regeneratif vibration) teorisini incelemiş, delik ölçülerinde ve doğruluğunda meydana gelen hatalar üzerine araştırmalar yapmıştır [32].

Kaldor vd., matkap performansına önemli etkisi olan matkap ucu geometrisi unsurlarından; yaklaşma açısı, radyal kesici kenar şekli, çekirdek kalınlığı ve simetri hatalarının optimizasyonu üzerine bir araştırma yapmışlardır. Bu çalışma ile matkap ucu dizaynı için

geliştirdikleri matematiksel ifadeler ile optimum matkap ucu taşlama parametrelerini belirlemişlerdir. Empirik ve teorik yaklaşımlarla uç tasarımı yaptığı yeni matkap modeli ile geleneksel matkapları uyguladığı testlerde karşılaştırıp bu testler sonucunda tasarlanan yeni matkap ucundaki optimum yaklaşma açısı, geleneksel uçlu matkaba oranla takım ömründe dikkate değer bir artış sağladığını gözlemlemişlerdir [33].

Haung vd, yaptıkları bir teoriksel çalışmada çoklu kesici uç yüzeyine sahip matkaplarda kesici kenarlar boyunca talaş açısı ve yaklaşma açısının analizini yapmışlardır. Bunun için geliştirdikleri matematiksel modeller ile çoklu yüzeylere sahip matkaplarda geometrik parametrelerdeki değişimin kesici kenarlardaki yaklaşma ve talaş açısına etkisini belirlemeye çalışmışlardır. Yapılan geometrik analizde bilgisayar ortamında uygulanan bir program kullanılarak optimum kesici uç geometrisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Geleneksel matkaba oranla çoklu yüzeyli matkaplarda uç açısı ve kesici kenar uzunluğu azalmakta bunun yanında geleneksel matkaptaki asıl kesici kenarlara karşılık olarak çoklu yüzeyli matkaplarda birden çok kesici kenar oluşmaktadır. Bunlar iç kesici kenar, dış kesici kenar, yay şeklinde kesici kenar ve geçiş kesici kenarıdır. Yazar ve arkadaşları yaptıkları analizlerde işte bu farklı kesici kenarlarda oluşan farklı talaş ve yaklaşma açılarını irdelemişlerdir [34].

Eggleston vd., düşey kesme olayını çeşitli deneyler yaparak incelemiştir. Tornada 18-4-1 yüksek hız çeliği üç takımla, SAE 1112 çelik, 2024-T4 ve 6061-T6 alüminyum alaşımları ile 85 Cu-15 Zn pirinç deney numunelerini 0,002 - 0,001 in/dev ilerleme aralığında işleyerek kesme performansını incelemiştir. Deneylerde ilerleme ve kesme hızı işlenen malzemeye ve takıma göre belirli değerlerde sabit tutulmuştur. Yazar kesme esnasında oluşan kuvvetler ve bu kuvvetlerin yönünü tayin eden açılar arasındaki ilişkiler üzerinde durmuştur. Açılar arasındaki bu ilişkiyi belirlerken; farklı durumlar için üç farklı talaş oranı kullanmıştır. Sürekli talaşlarda talaş boyu oranı (r_1), kesikli talaşlarda talaş ağırlığı oranı (r_b), az ilerleme ve fazla talaş derinliğinde talaş kalınlığı oranı (r_h) kullanarak en uygun kesici geometrisini elde etmeyi amaçlamıştır. Yazar bulduğu sonuçları Ernst ve Merchant'ın minimum kesme teoremi, Loe ve Shaffer'in ideal plastik-katı çözümü ve Hill'in tespitleriyle karşılaştırmıştır [35].

Shaw vd., delik delme işleminde eğilme momenti ve itme kuvvetinin hesaplanması problemini boyutsal faktörlere bağlı olarak inceleyip iki boyutta kesme kuralları

geliştirmiştir. Bir matkap dinamometresi kullanarak yaptığı deneylerde 20m/dak kesme hızında, farklı çaplarda (1", 1/2", 3/4", 5/8") SAE3245 krom nikel kaplamalı 6 adet matkap ile 7 farklı ilerleme (0,002; 0,0033; 0,005; 0,0068; 0,0097; 0,0145; 0,0192 in/dev) uygulayarak yaptığı araştırmada sıradan bir delik delme işleminde kuvvet ve momentlerin çapa ve ilerlemeye bağlı olarak değiştiğini gözlemlemiştir. Yaptığı deneylerde elde ettiği verileri genel denklemlerde saplanan eğilme momenti ve itme kuvveti ile örtüştüğünü gözlemiştir. Ayrıca matkabın çekirdek kalınlığının eğilme momenti ve itme kuvvetinin belirlenmesinde önemli bir faktör olduğu tespitine varıp, helis açısının ise çekirdek kalınlığı kadar önemli olmadığını gözlemiştir. Delik delme işleminde her yerdeki özgül kesme enerjisi (u), ilerleme (f) ve matkap çapına (d) bağlı olarak farklı bulmuştur [19].

Pal vd. yaptıkları bu araştırmalarda sünek malzemelerde delme işlemlerine işlenen malzemenin özelliklerini, matkabın geometrisini ve kesme şartlarını baz alarak eğilme momentinin hesaplanması için teoriksel bir metot geliştirmiştir. Yazar teorik çalışmasında araştırma konusuyla ilgili incelemeler yapmış olan Baston ve Gilbert'in çeliklerde delik delme olayı için ortaya koydukları eşitliğe dayanıp, Sathe ve Laledze'nin araştırmalarını referans alarak, Abuladze'nin kesme-gerilim faktörünü kullandı ve talaş kalınlığının katsayılarını genelleştirdi. Yazar bu teorik sonuçlarını desteklemek için, çapları 1" ve 3/4" olan farklı iki HSS matkap ile yumuşak çelik deney numunesini iki ayrı 80 ve 40 m/dak kesme hızı ve 0,12 in/dev, 0,20 in/dev, 0,30 in/dev gibi üç farklı ilerleme oranı uygulayarak yaptığı deneylerde bulduğu sonuçların, araştırmalarında elde ettiği teorik verilerle örtüştüğünü gözlemlemiştir [36].

Syed ve Mannan yaptıkları çalışmada Inconel 718'in ıslak kesme şartları altında farklı kaplamalar kullanarak, özdeş uç geometrisine sahip PM HSS matkaplarla işlenebilirliğini incelemiştir. Deneyler geleneksel geometrili TiN kaplamalı PM HSS matkaplarla yürütülmüştür. Hız ve ilerlemenin farklı kombinasyonları ile delme işleminden sonra deliklerin yuvarlaklığı ve boyutu ölçülmüştür. 7,5 kw'lık bir CNC dik işleme merkezinde çözeltide tavllanmış Inconel 718 (213 mm çapında) iş parçası kullanılarak sırasıyla 10 mm derinliğinde 5 mm çapında kör delikler delinmiştir. Gagalayarak delme (2 mm derinlikte) ve direk delme kullanılmıştır. Deneylerde 5 tipte 5 mm çapında PM HSS matkaplar test edilmiştir. Bunlardan 4'ü aynı uç geometrisine sahip fakat kaplama türü ve sertlikleri açısından farklı seçilmiştir. TiN ile kaplanmış geleneksel geometrili matkaplarla, araştırmayı tamamlamak için bu geometriden olmayan 4 çeşit matkap daha test edilmiştir. A-D türü

matkaplar bu araştırma için özel olarak sıcak işlenerek ve kaplanarak imal edilmiştir. Ticari olarak kullanışlı, geleneksel geometri E türü matkapların uç açısı 118° iken, inceltilmiş uca sahip matkapların uç açısı 135° olarak belirlenmiştir [37].

2.1. Literatür Araştırmasının Değerlendirilmesi

Literatür araştırmaları incelendiğinde, delik delme sürecinde işleme performansına etki eden faktörlerden kesici takım türü, uç geometrisi, iş parçası malzemesi, delik çapı, tezgah rijitliği, soğutma sıvısı, kesme hızı ve ilerleme gibi kesme parametreleri ile ilgili çeşitli araştırmaların yapıldığı görülmektedir.

Takım ömrü ve matkap uç geometrisi (matkap uç geometrisinin kesme kuvvetleri üzerindeki etkileri ve optimum kesme şartlarına ulaşabilmek için matkap uç geometrisinde değişikliklerin yapılması gibi) üzerine yapılan çalışmaların çokluğu dikkat çekmektedir. Yapılan bazı çalışmalarda özellikle uç geometrisine bağlı olarak kesme kuvveti ve momentlerle ilgili çeşitli matematiksel modeller geliştirilmiştir. Takım ömrünü belirleyen aşınma ve aşınmaya sebep olan kesme kuvvetleri ve momentleri ile ilgili yapılan çalışmalarda, uç geometrisi haricinde kesme hızı, ilerleme hızı, delik çapı, tezgâh rijitliği gibi faktörlerin etkileri de çeşitli teorik ve deneysel çalışmalarla incelenmiştir. Yapılan literatür araştırmasında delik delme sürecinde kesme kuvvetleriyle ilgili 1953 yılından bu yana pek çok çalışmanın yapıldığı ve halen yapılmakta olduğu gözlenmiştir.

2.2. Çalışmanın Bilim ve Uygulamaya Katkısı

Literatür çalışmaları dikkate alındığında, DIN 1.2312 Plastik Kalıp Çeliğinin delinebilirliği ile ilgili daha önce bir çalışma yapılmadığı görülmüştür. Sanayide bu malzemeleri işlemek zorunda olan işletmeler çeşitli işlenebilirlik problemleri ile karşılaşmaktadırlar.

Yüksek yüzey parlaklığı beklenmeyen orta ve büyük boyutlu plastik enjeksiyon kalıpları, destek plakaları, sentetik türü plastikler için takımlar, basınçlı döküm ve plastik enjeksiyon kalıpları için kalıp kasaları, hamilleri ve bağlantı parçaları, ekstrüzyon preslerinin kovanları, kauçuk türü lastik ürünlerinin baskı kalıpları, otomotiv ve gıda endüstrisi için plastik kalıpları, yüksek sıvı basıncı altında metallerin şekillendirme kalıpları gibi alanlarda giderek

artan kullanımına bağlı olarak bu çeliğin işlenebilirliği önemli bir araştırma konusu olmuştur.

Çalışmada kesici takımda oluşan kesme kuvvetleri ölçülerek bilgisayar yardımı ile kesici takımda meydana gelen kesme kuvvetleri belirlenmiştir. Kesme olayında büyük öneme sahip kesici takım aşınmasını etkileyen titreşimlerin ve kesme kuvvetlerini sebep olduğu kesici takımdaki gerilmelerin etkileri tespit edilmiştir.

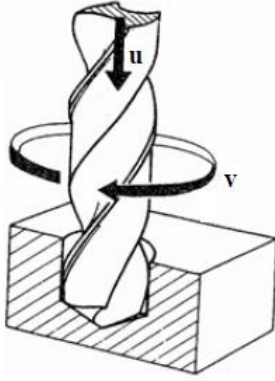
DIN 1.2312 Kalıp eliğinin uygun kesme parametrelerinin kullanılmaması nedeni ile iş kalitesi düşmekte ve işleme maliyetleri artmaktadır. Kesici takımların endüstri alanında kullanımı dikkate alınarak, takım ömründen daha fazla istifade edilip kesici maliyeti azaltılması amaçlanmıştır. Böylece yapılan tasarrufla ülke ekonomisine önemli katkılar sağlanacaktır.



3. KURAMSAL TEMELLER

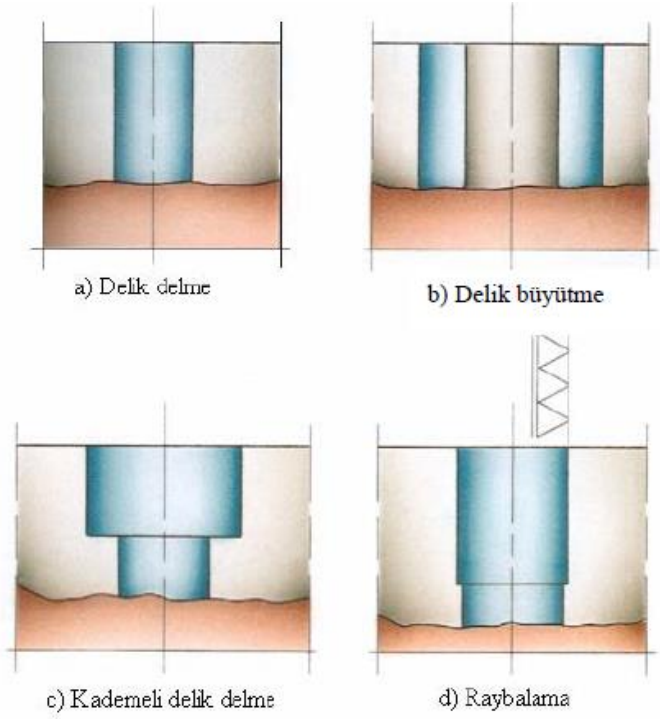
3.1. Delme İşlemi ve Talaş Kaldırma

Delik delme, metal kesme takımlarıyla bir iş parçasında silindirik delik açma yöntemlerini içerir (Şekil 3.1). Delik delme, delik büyütme, fatura açma (kademeli delik işleme), raybalama ve delik büyütme gibi birbirini takip eden talaş kaldırma işlemlerini kapsar. Bütün bu işlemlerde ortak olan, doğrusal bir ilerleme hareketi ile birlikte ana bir dönme hareketinin olmasıdır. Kısa delik açma ve derin delik açma işlemleri birbirinden farklıdır. Derin delik açma, çapın birçok katı derinliğe sahip deliklerin açıldığı, uzmanlık gerektiren bir yöntemdir ve derinlik, çapın 150 katına kadar çıkabilir.



Şekil 3.1. Delik delme işlemi

Kısa delik delme işlemlerinde, modern takımların gelişmesiyle beraber, hazırlayıcı ve ilave işleme ihtiyacı büyük oranda değişmiştir. Modern takımlar, normal olarak merkez ve kılavuz deliklerini önceden işlenmesine ihtiyaç duymadan, doluya delmenin tek işlemde yapılmasına imkân sağlamıştır. Delik kalitesi yüksektir, ölçü hassasiyetini ve yüzey pürüzlülüğünü geliştirmek için sonradan işlem yapmaya genellikle ihtiyaç duyulmaz. 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 malzeme kaldırma oranı, kalite ve güvenilirliğe ilaveten önemi artan bir önceliğe sahiptir. Delik delme işlemlerini; doluya delik delme, delik büyütme, fatura açma (kademeli delik delme) ve raybalama olmak üzere 4 başlık altında toplamak mümkündür (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Delik Delme İşlemleri [38]

3.2. Delme İşlemlerinde Kesme Parametreleri

Delik delme için kesme hızı veya yüzey hızı, (V_C m/min) çevre hızıyla belirtilir ve fener mili hızından hesaplanır. Fener mili hızı (n), dakikadaki devir sayısı olarak ifade edilir.

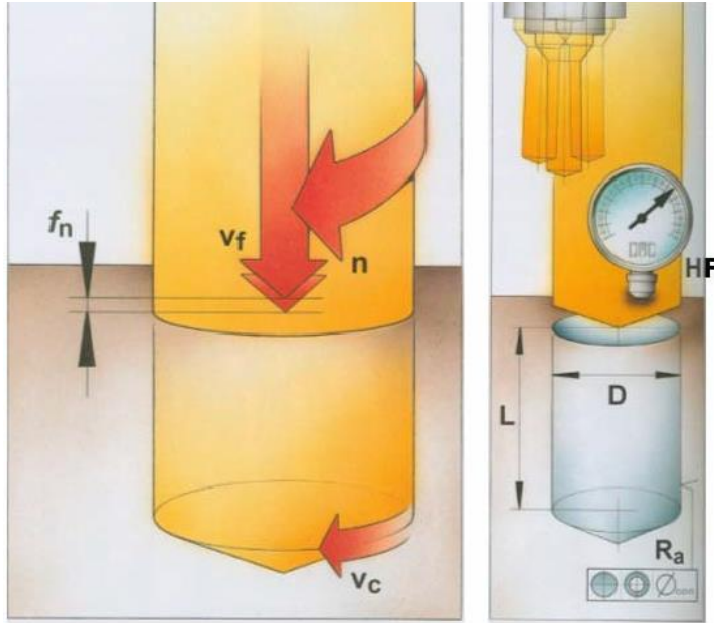
Bir devir boyunca matkabın çevresi,

$$\pi \cdot D_C \quad (2.1)$$

olan bir çemberi tanımlar. Buradaki D_C ifadesi takım çapını belirtir. Kesme hızı, kesme kenarının hangi matkap yüzeyi boyunca çalışacağına bağlı olarak da değişir. Delik delme takımları için işlemedeki zorluk, matkabın çevresinden merkezine doğru kesme hızının düşmesi ve merkezde sıfır olmasıdır. Tavsiye edilen kesme hızları çevredeki en yüksek hız içindir.

Devir başına ilerleme bir devir süresince takımın yaptığı aksenal hareketi belirtir. Bu ifade giriş oranını hesaplamada kullanılır ve matkabın ilerleme kapasitesini belirler. Giriş oranı

veya ilerleme hızı (V_f mm/min) birim zamandaki uzunluk cinsinden takımın iş parçasına bağlı olarak ilerlemesidir. Bu ifade tezgâh ilerlemesi veya tabla ilerlemesi olarak da bilinir. Devir başına ilerleme ve fener mili hızının çarpımları matkabin iş parçasına giriş hızını verir. Delik delme işlemi hesaplamalarında radyal kesme derinliği (a_p) ve diş başına ilerleme (f_z) kadar delik derinliği (L) de önemli bir faktördür (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Kesme hızı, giriş oranı, fener mili hızı, devir başına ilerleme ve delik işleminin temel faktörleri [38]

3.3. Talaş Kaldırmada Kuvvet İlişkileri

Ortogonal kesme modeli esas alınarak birkaç farklı kuvvet tanımlanabilir. Bu kuvvetlerin elde edilmesiyle kayma gerilmesi, sürtünme katsayısı ve diğer bazı ilişkiler tanımlanabilir.

3.3.1. Talaş kaldırma kuvvetleri

Ortogonal kesme modelinde, takım tarafından talaşa uygulanan kuvvetler biri birine dik olan iki bileşene ayrılabilir. Bunlar sürtünme kuvveti ve sürtünme kuvvetine dik olan kuvettir (N). Sürtünme kuvveti (F) takımın talaş yüzeyi boyunca akmakta olan talaşın oluşturduğu sürtünme kuvvetidir. Bu iki kuvvet kullanılarak sürtünme katsayısı bulunabilir.

$$\mu = \frac{F}{N} \quad (3.1)$$

Sürtünme kuvveti ve bu kuvvete dik olan kuvvet kullanılarak bileşke kuvvet (R) bulunabilir. Bileşke kuvvetin pozisyonu sürtünme açısı adı verilen bir açıyla tanımlanabilir. Sürtünme açısıyla sürtünme katsayısı arasında aşağıdaki ilişki bulunur.

$$\mu = \tan \beta \quad (3.2)$$

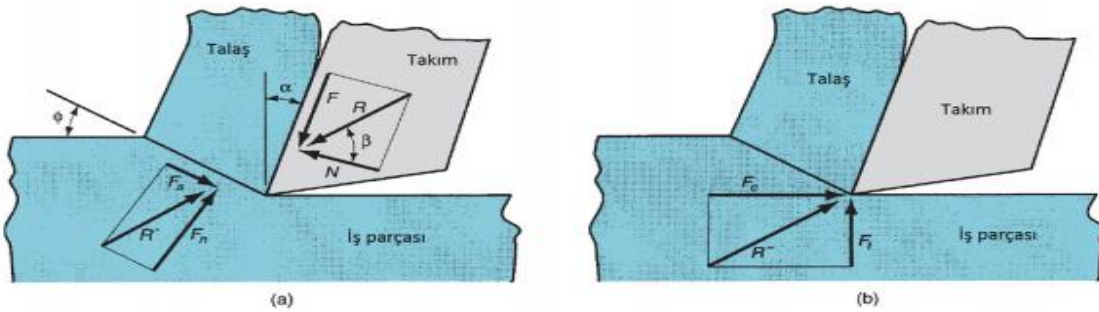
Takım kuvvetlerinin yanı sıra, iş parçası tarafından talaş üzerine etkiyen iki kuvvet vardır. Bunlar kayma kuvveti ve kayma kuvvetine dik olan kuvvettir (F_n). Kayma kuvveti (F_s) kayma düzlemi üzerinde kayma deformasyonu oluşturan kuvvettir. Kayma kuvveti kullanılarak, talaş ile iş parçası arasındaki kayma düzlemi üzerinde etki eden kayma gerilmesi tanımlanabilir.

$$\tau = \frac{F_s}{A_s} \quad (3.3)$$

Buradaki kayma gerilmesi değeri talaşlı imalat operasyonunun gerçekleşebilmesi için gerekli olan gerilme değeridir. Burada A_s kayma düzlemi alanıdır. Kayma düzlemi alanı aşağıdaki denklemle elde edilebilir.

$$A_s = (t_0 w) / (\sin \varphi) \quad (3.4)$$

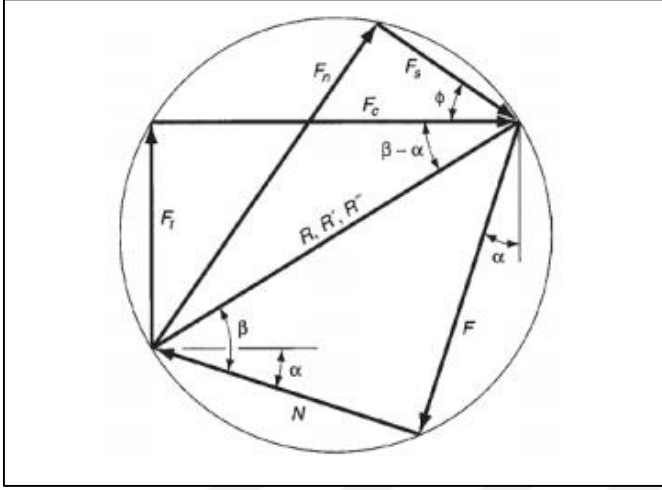
Kayma kuvveti ve kayma kuvvetine dik olan kuvvetin bileşkesi R' dir. Talaşa etki eden kuvvetlerin dengede olabilmeleri için aynı büyüklükte, karşı yönlerde ve aynı doğrultu üzerinde olmaları gerekir. $R = R'$



Şekil 3.4. (a) Talaşlı imalatta oluşan kuvvetler

(b) Ölçülebilen kuvvetler [39]

Bir talaşlı imalat operasyonunda F , N , F_s , F_n kuvvetlerinden hiçbiri doğrudan ölçülemez. Çünkü uygulandıkları doğrultular takım geometrisine ve kesme koşullarına göre farklılıklar gösterir. Ancak, bir dinamometre kullanılarak takıma etkiyen iki kuvvet doğrudan ölçülebilir. Bunlar kesme kuvveti (F_c) ve kesme kuvvetine dik olarak etkiyen kuvvettir (F_t). Kesme kuvveti kesme hızıyla aynı yöndedir. Ölçülen kuvvet değerleriyle, kuvvet diyagramı kullanılarak diğer kuvvet bileşenleri hesaplanabilir.

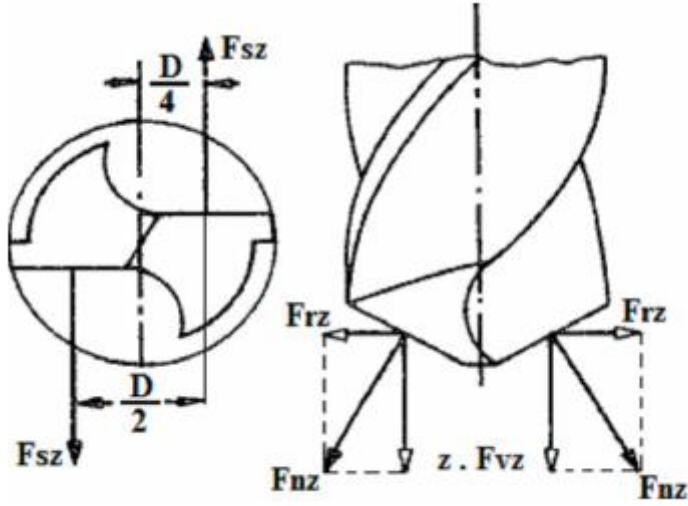


Şekil 3.5. Kuvvet diyagramı

$$\begin{aligned}
 F &= F_c \sin \alpha + F_t \cos \alpha \\
 N &= F_c \cos \alpha - F_t \sin \alpha \\
 F_s &= F_c \cos \phi - F_t \sin \phi \\
 F_n &= F_c \sin \phi + F_t \cos \phi
 \end{aligned}
 \tag{3.5}$$

Kuvvet değerlerinin elde edilmesiyle, kayma gerilmesi ve sürtünme katsayısı hesaplanabilir. Talaş açısının 0 olduğu durum ortogonal kesimde özel bir durumdur. Bu durumda $F = F_t$ ve $N = F_c$ olur. Böylece bu özel durumda sürtünme kuvveti ve sürtünme kuvvetine dik olan kuvvet dinamometre ile doğrudan ölçülebilir.

Delme işlemlerinde ise delme sırasında bir ağıza karşılık gelen talaş kaldırma kuvvetlerinin bileşenleri, yani kesme kuvveti (F_{sz}), ilerleme kuvveti (F_{vz}) ve radyal kuvveti (F_{rz}) Şekil 3.7' de gösterilmiştir. Ağızların konumu itibarıyla her ağızda oluşan radyal kuvvetler birbirini dengelemektedir. Dolayısıyla delme işleminde sadece F_s ve F_v kuvvetleri etki göstermektedir.



Şekil 3.6. Matkapla delik delmede kesme kuvvetleri [40]

Bir ağıza karşılık gelen kesme kuvveti;

$$F_{SZ} = A_{SZ} k_s = \frac{ds_z}{2} k_s = \frac{ds}{4} k_s \quad (3.6)$$

ve toplam kesme kuvveti

$$F_s = zF_{SZ} = 2F_{SZ} = d s_z k_s = \frac{ds}{2} k_s \quad (3.7)$$

Şeklinde ifade edilir. Burada özgül kesme kuvveti,

$$k_s = 1,2 k_{s11} h - z \quad (3.8)$$

ve ya $ksh = k_{s11} h - z$ değeri ile

$$k_s = 1,2 ksh \quad (3.9)$$

bağıntısı ile hesaplanır.

1,2 matkapla talaş kaldırma işleminin özelliklerini yansıtan düzeltme faktörüdür.

Kesme kuvvetine bağlı, bir ağıza tekabül eden kesme momenti

$$M_{sz} = F_{sz} d/4 \quad (3.10)$$

ve iki ağıza karşılık gelen toplam kesme momenti $F_s = 2F_{sz}$

$$M_z = z F_{sz} \frac{d}{4} = 2 F_{sz} \frac{d}{4} = F_s \frac{d}{4} \quad (3.11)$$

ve yukarıdaki bağıntılar dikkate alınır

$$M_s = \frac{d^2 s k_s}{8 \cdot 10^3} [N_m] \quad (3.12)$$

şeklinde yazılır. Burada d (mm), s (mm/dev), k_s (N/mm²) olarak konular ve M_s (Nm) olarak bulunur. Bu bağıntıdan verilen bir M_s değerine delinebilecek delik çapı

$$d = \sqrt{\frac{8 \cdot 10^3 M_s}{s k_s}} [mm] \quad (3.13)$$

bulunur. İlerleme $s = z \cdot sz$ bağıntısı ile tayin edilir. Toplam ilerleme kuvveti

$$F_v = 2F_v z = 2 F_{sz} \sin x = F_s \sin x \quad (3.14)$$

bağıntısı ile tayin edilir.

İlerleme kuvveti F_v , eksenel kuvvet niteliğindedir. Delik açmada, ana kesme ağızlarında meydana gelen bu kuvvetin yanısıra, radyal kesme ağızında da, eksenel nitelikte F_z ilerleme kuvveti oluşmaktadır. Şöyle ki, delik açma sırasında matkabı etkileyen ve yenilmesi gereken eksenel kuvvet,

$$F_a = 2 F_v z + F_1 = F_v + F_1 \quad (3.15)$$

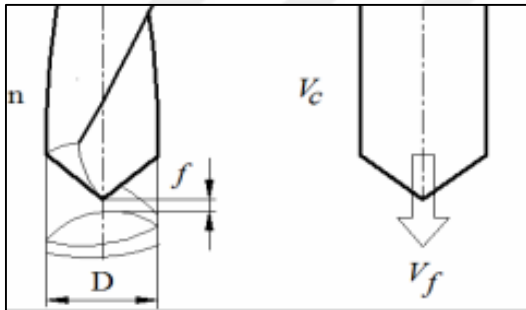
dir. Yapılan deneylere göre eksenel kuvvetin %40'ı F_v ; %57'si F_1 veri geri kalanı (%3) sürtünme kuvvetidir.

Eksenel kuvvet F_a , ilerlemeyi sağlayan elemanları ve özellikle yatakları (rulmanları) zorlamaktadır. Tezgâhın konstrüksiyonu sırasında bu elemanlar, belirli bir eksenel kuvvete (F_{amax}) göre hesaplanır. Çalışma sırasında $F_a > F_{amax}$ olursa, ilerlemeyi sağlayan

elemanlar ve özellikle rulmanlar çabuk bozular. Ayrıca Fa kuvveti takımı burkulmaya zorlar. $Famax$ 'ın değeri tezgâh kataloğunda verilir [40].

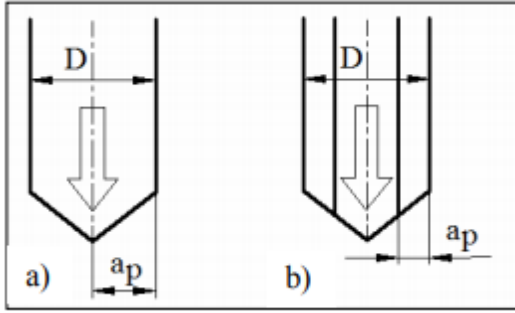
3.4. Delik Delme İşlemini Etkileyen Faktörler

Delme işlemlerinde 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 (Vc) Çevresel hızdan yararlanılarak belirlenir, bu hız dakikadaki devir sayısı bilindiğinde kolaylıkla hesaplanabilir. Takım çapı (D) olmak kaydıyla matkap bir dönüşte, çevresi $\pi \cdot D$ olan bir daire çizer. İlerleme hızı veya parçaya temas hızı ($Vf - mm/dak$) birim zamanda alınan yol olarak tanımlanan, takımın iş parçasına göre veya alternatif olarak iş parçasının takıma göre ilerlemesidir. Bu aynı zamanda, tezgâhın veya tablanın ilerleme hızı olarak da bilinir. Devir başına ilerleme ise ($f - mm/dev$) ilerleme hızını hesaplamak için kullanılan bir büyüklük olup takım veya iş parçasının bir devirdeki ilerlemesidir (Şekil 3.7). [38].



Şekil 3.7. Kesme hızı – ilerleme hızı [38]

Talaş derinliği veya radyal talaş derinliği ($ap - mm$), takımın temasta olduğu iş parçası yüzeyidir ve tornalamada olduğu gibi yarıçap cinsinden ifade edilir (Şekil 3.8.).



Şekil 3.8. Talaş derinliği, a_p a) Doluya delik delmede b) Delik büyütme işleminde [38]

Takımda birden fazla kesici kenar olduğundan (z ; kesici kenar sayısı) talaş kesit alanının ($A - mm^2$) tanımında kenar başına ilerleme ($z f - mm/z$) değeri kullanılır. Bu alan bir kenar tarafından kaldırılan malzemenin alanıdır ve radyal talaş derinliği ile kesici kenar başına ilerlemenin çarpımlarına eşittir. Bu tanımlardan bazıları kullanılarak talaş debisi ($V - mm^3/dak$) veya birim zamanda kaldırılan talaş hacmi hesaplanabilir.

Talaş oluşumu, iş parçası malzemesi, takım geometrisi, kesme hızı, ilerleme ve kesme sıvısı gibi faktörler tarafından etkilenir. Genellikle, arttırılan ilerleme ve/veya azaltılan kesme hızı daha kısa talaşlar üretir. Talaşlar güvenilir bir şekilde atılabilirse, talaş uzunluğu ve şeklinin kabul edilir olduğu söylenebilir.

Delik delme işleminde takıma gelen kuvvet ve momentlerin büyüklüğü birçok faktöre bağlı olarak değişir. Bunları sıralayacak olursak;

- Kesme hızı
- İlerleme miktarı
- Talaş-takım temas boyu
- Delik derinliği
- Matkap geometrisi
- Matkap çapı
- Matkap ağız sayısı
- Matkap uç açıları ($\psi, \gamma, \alpha \dots$)
- Relatif kesici kenar yüksekliği
- Helis açısı (β)
- Öz kalınlığı
- İşlenen malzemenin özelliği

- Tezgâh özellikleri
- Talaş şekli
- Soğutma sıvısı

Kesme işlemi sırasında oluşan titreşimler kesme kuvvetlerini büyük ölçüde etkilemektedir. Bunun için tezgâh rijitliği kesme kuvvetlerinin oluşumunda önemli bir faktördür. Matkap çapı ve çekirdek kalınlığı özellikle kesme momentlerinin oluşumunda dikkate değer niteliktedir. Kesme olayının çoğu takım uçunda gerçekleştiği için talaş açısı, yaklaşma açısı ve uç açısı gibi uç geometrisi unsurları kesme kuvvetlerini birebir etkiler. Takım ucunda ana kesici kenarlarda ve enine matkabın dönüşüne bağlı olarak, enine kesici kenarlarda ise matkabın ilerleme (batma) miktarına bağlı olarak kesme olayı gerçekleşmektedir. Ayrıca enine kesici kenar ile ana kesici kenarlarda ki kesme açıları farklı olduğundan dolayı toplam kuvvet ve momenti hesaplarken bu iki farklı kesici kenara etki eden kuvvet ve momentleri ayrı ayrı değerlendirilerek toplam kuvvet bulunur.

Delik delme sırasında matkapta oluşan sıcaklık farkının matkap ömrünü olumsuz etkileyerek uç kısımda aşınmalara sebep olmaktadır. Bu aşınmalar sonucunda uç geometrisi değişir ve buna bağlı olarak kesme kuvvetleri de değişir. Matkap ucunda ve kesici kenarlarda aşınma kesme olayını zorlaştırdığından kuvvet ve momentlerde artma söz konusu olur. Soğutma sıvısının kullanılması takım ucundaki ısıyı azaltarak aşınmayı engellediği için, dolayısıyla “soğutma sıvısı kesme kuvvetlerini etkiler” sonucuna ulaşılabilir. Talaşın delikten dışarıya zorlanarak çıkması da kesme kuvvetlerini etkilemektedir. Bunun için talaş şekli ve matkaptaki helis açısı da kesme kuvvetlerini etkilemektedir [18].

3.5. Delik Delme İşlemlerinde Talaş Kontrolü

Talaş kontrolü ve kesme sıvısı delik delme işlemlerindeki önemli faktörlerdir. Uygun şekil ve büyüklükte talaş üretimi ve bunların tahliye edilmesi, herhangi bir delik işleminin başarısı için büyük önem taşır. Bu anlamda performans yeterli olmazsa matkap, delikte sıkışacağı için matkap kısa zamanda durur. Kesme hızları ve ilerlemeler modern matkaplarda yüksektir. Bu durum talaşın kesme sıvısı ile randımanlı bir şekilde tahliye edilmesiyle mümkün olmuştur. Çoğu kısa delik matkabının, talaşları tahliye edildiği iki talaş kanalı vardır. Bu işlem modern tezgâhlar ve delik açma takımlarıyla, takım kesme sıvısı deliklerine

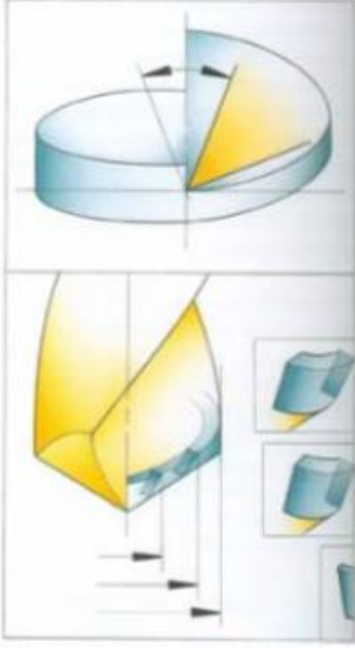
içeriden kesme sıvısı sağlanarak çok etkin bir şekilde yapılır. Kesme sıvısı işlem boyunca talaşları atmak için matkabın ucundan boşaltılır.

Talaş oluşumu; iş parçası malzemesi, takım, geometrisi, kesme hızı, ilerleme ve kısmen de kesme sıvısının seçimi tarafından etkilenir. Genellikle, arttırılan ilerleme ve azaltılan kesme hızı daha kısa talaş üretir. Talaşlar güvenilir bir şekilde atılabiliyorsa, talaş uzunluğu ve şeklinin kabul edilir olduğu söylenebilir.

Matkabın talaş açısı (γ E) kesme kenarı boyunca farklılık gösterir ve matkabın çevresinden merkezine doğru azalır. Kesme hızı da çevreden merkeze doğru düştüğü için kesme kenarı matkabın ucunda etkin bir şekilde çalışmayacaktır. Matkabın ucu malzemeyi kesmek yerine malzeme basınç uygular ve ona sürtünürse kesme açısının negatif ve kesme hızının düşük olduğu yerde plastik deformasyon eğilimi olur. Tezgâh, açılması gereken deliğin büyüklüğüne ve üretilen ilerleme kuvvetine göre zayıfsa, tezgâhın fener mili eksenden sapar veya sonuç olarak oval delik oluşabilir. (Şekil 3.9).

Modern sinterlenmiş karbür matkaplarla yapılan delik delme işlemi, yüksek talaş debilerinin gerçekleştirilmesine ve büyük hacimdeki talaşların yüksek basınç altında içerden sağlanan kesme sıvısı ile atılmasına imkân sağlar. Gerekli olan basınç (MPa) ve debi (l/min) temel olarak delik çapına bağlıdır, ancak işleme koşulları ve iş parçasının malzemesinden de etkilenir.

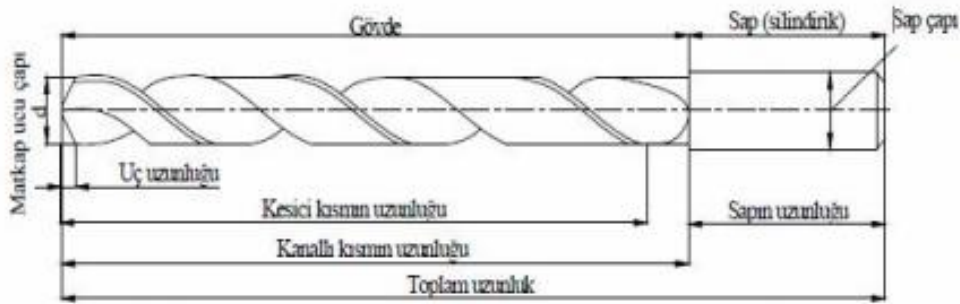
Sistemdeki basınç, debi gibi kontrol edilmelidir. Böylece basınç en az matkap için önerilen seviyede olur ve kesme sıvısı tankında iyi bir pay kalır. Kesme sıvısının debisi matkabın kesme kenarında ölçülmelidir, çünkü burası önerilen değerlerin geçerli olduğu yerdir. Minimum debi ve basınç değerleri matkap tipine ve çapına göre tavsiye edilir [38].



Şekil 3.9. Matkabın kesme açısı [38]

3.6. Delik Delme Takımları (Matkaplar)

Delme işlemlerinde kullanılan kesici takımlara genel olarak matkap adı verilir. Matkaplar talaşlı üretimde en çok kullanılan kesici takım gruplarından biridir. Bir matkap kendi eksenini etrafında dönerek ve aynı zamanda eksenini doğrultusunda ilerleyerek iki kesici ağız ile kesme yapar. Metallerin işlenmesinde çeşitli matkaplar kullanılır. Her matkap türü bir ihtiyaçtan ortaya çıkmıştır [41]. Matkaplar genel olarak gövde ve sap olmak üzere iki kısımdan meydana gelir. Tutturma için kullanılan sap kısmı konik veya silindirik biçimlidir. Kanallı kısım sap ile yekpare ya da kaynakla birleştirilerek üretilmektedir. Her matkap türünde olmasa da sap ile kanal arasında boyun denilen bir kısım vardır. [40]

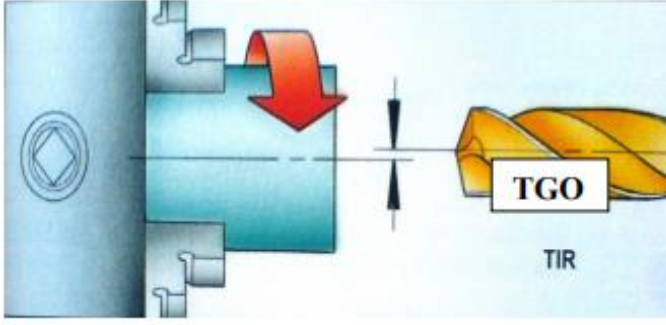


Şekil 3.10. Matkabın genel kısımları

Matkapta asıl kesme olayı matkap ucunda gerçekleşir. Bu kısımda matkabın ağız sayısına göre iki ya da üç ana kesici kenar ve her ağzın 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 uzana yüzeye zırh adı verilir ve zırh yüzeyinin kanal tarafındaki kenarı yardımcı kesici kenar olarak adlandırılır (Şekil 3.10) [40].

3.7. Delme İşlemlerinde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Fener mili, takım tutucu ve matkap sisteminin tamamında maksimum rijitlik esastır. Rijitliğin olmaması tüm takım sisteminin rijitliğinin üzerinde ağır bir yük oluşturmaktadır. Yekpare karbür mevcut en sert takımdır ve bu sebeple, tüm diğer matkap tiplerine oranla, daha yüksek kalitedeki delikleri yüksek hızla üretme kapasitesine sahiptir. Bununla birlikte, işleme koşulları rijit olmadığı veya takımında tokluk ihtiyacı olması halinde önlem alınmalı veya alternatif düşünülmelidir. Titreşim çok düşük frekansta olsa bile (kesme kenarlarında serbest yüzey aşınması yerine tanecik kopması oluşabileceğinden) takım ömrü ve üretim güvenliği üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir. Bu durum kötü yüzey kalitesi ve çabuk kırılmaya sebep olur. Yüksek kalitede tork iletimi ve kesme sıvısı temini de delme işleminin başarısı için önemli faktörlerdir. Dönen bir matkap uygulaması tercih edilmelidir. Ancak, tornalamada olduğu gibi sabit bir matkap kullanılacaksa, matkap merkezinin fener mili merkezi ile hizalandığından emin olmak için gerekli kontroller yapılmalıdır. Özel amaçlı tezgâhlardaki uygulamalarda kovanların kullanılması tavsiye edilmez. Delik delmede minimum salgı esastır. Yekpare karbür matkapların kullanımında en önemli şartlardan biri en düşük salgıyı sağlamaktır. IT8 aralığına kadar düşebilen toleranslar ve en iyi takım ömrü elde edebilmek maksadıyla matkap ve pens için 20 mikronluk TGO (Toplam Gösterge Okuması) değerlerinin aşılmaması tavsiye edilir. (Şekil 3.11). Matkabın sapa göre anma salgısı, matkabın toplam uzunluğu için 0,015 mm' yi geçmemelidir.



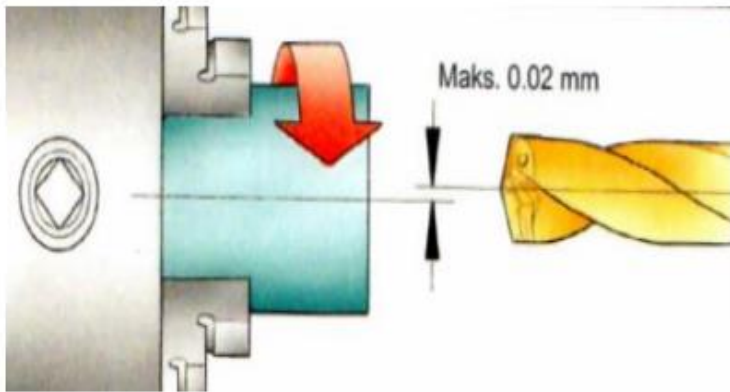
Şekil 3.11. Delik delmede minimum salgı

Başarılı bir delik delme işlemi için temel tavsiyeler;

- Tezgâh düzenlemesinin rijitliği takım tutmanın ve bağlamanın kalitesi kontrol edilir,
- Güç, ilerleme kuvveti ve tezgâh fener milinde oluşturacağı tork kontrol edilmeli,
- Kesme sıvısı basıncı ve mevcut akış hızları kontrol edilmeli,
- İşlem için doğru takımı seçilmeli, doğru uygulayın ve optimizasyon yapılmalı,
- İyi talaş tahliyesi için kesme hızı ve ilerleme hızı optimize edilmeli,
- Takımların düzenli olarak bakımı yapılmalı, varsa – matkap üzerindeki kesici uç bağlama vidası arada bir değil sıklıkla değiştirilmeli,

Şeklinde sıralanabilir.

Ayar Tavsiyeleri Sabit bir matkap kullanırken işlem için bahsedilen toleransın sağlanabilmesi için matkabın merkez çizgisi ile iş parçasının merkez çizgisi arasındaki salgı 0,02 mm' yi aşmamalıdır (Şekil 3.12) [38].



Şekil 3.12. Tutucuyla ve kesme sıvısı adaptörüyle delik delme [38]

4. MATERYAL METOT

4.1. Deneysel Çalışmalar

Delme deneyleri Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında bulunan Johnford VMC-550 marka CNC dik işleme merkezinde gerçekleştirilmiştir. Kullanılan takım tezgâhı 5 KW spindle gücüne sahip, maksimum devir sayısı 8000 dev/dk, işleme boyutları 600 mm x 500 mm x 600 mm olup ölçü hassasiyeti ise 0,001 mm'dir. CNC Dik İşleme Merkezine ait özellikler Çizelge 4.1' de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Johnford marka tezgahın özellikleri

Tezgah gücü	10 KW
Maksimum devir sayısı	8000 rpm/min
Sırasıyla x,y,z eksenleri	600, 500, 600 mm
Ölçü hassasiyeti	0,001 mm
Kontrol sistemi	Fanuc

Bu çalışmada, deney numunesi olarak AISI P20+S (DIN 1.2312) kalıp çeliği kullanılmıştır. Bu malzeme, 8 mm çapında, 118° ve 135° uç açlarına sahip, TiN kaplamalı ve kaplamasız IZAR marka HSS matkaplarla delinmiştir. Kesme kuvvetleri, dik işlem merkezine bağlanan KISTLER 9272A dinamometre ile ölçülmüştür.

80x100x15 mm ebatlarında hazırlanmış deney numunesi, bağlama aparatı yardımıyla tezgâhın tablası üzerindeki dinamometreye rijit bir şekilde bağlanmıştır. İş malzemesi olan AISI P20+S kalıp çeliğine delikler delinmiştir. Deneyler, kuru işleme şartlarında dört farklı kesme hızı (6, 8, 10, 12 m/dak) ve üç farklı ilerleme miktarında (0,1; 0,15; 0,125 mm/dev) 48 adet delik delinerek gerçekleştirilmiştir.

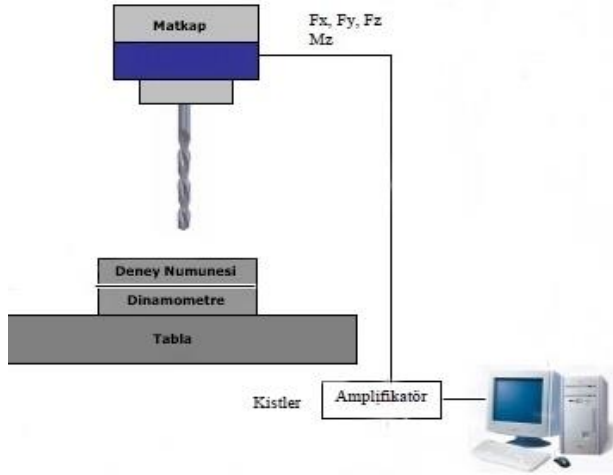
Kesme kuvvetleri dakikada 10000 ölçüm yapabilen dört bileşenli pizoelektrik Kistler 9123C dönen tip kuvvet/moment F_x, F_y, F_z, M_z dinamometresi vasıtasıyla ölçülmüştür. Dinamometre sistemi, aynı zamanda bir bağlama aparatı yardımıyla dik işleme merkezine monte edilebilen bir statoru Kistler 5221B1, çok kanallı bir sinyal şartlandırıcısı Kistler 5223B2 ve bağlantı kabloları ile 8 kanallı bir A/D kartını Kistler 2855A4 da içermektedir.

Böyle bir dinamometre sisteminde kesici takım iş parçası malzemesini kestiğinde kuvvet takım boyunca dinamometreye uygulanır. Dinamometredeki pizoelektrik kuvarslar gerilir ve elektrik şarjı meydana gelir. Bu elektrik şarjı bağlantı kabloları boyunca çok kanallı amplifikatöre iletilir ve bu şarj amplifikatörde yükseltilir. Çok kanallı amplifikatörde farklı parametreler ayarlanarak gerekli çözümleme başarılabilir. Aslında amplifikatörün çıkışında parametrelere bağlı olarak kuvvete eşdeğer olan voltaj ayarlanır. Ara yüz donanımındaki A/D kartta analog sinyal, yazılımın alınan verileri okuyabilmesi için, dijital sinyale dönüştürülür [Milfelner, 2005]. Kesme kuvveti ölçme dinamometresinde firma tarafından dinamik kalibrasyon yapılmış, ayrıca firmanın verdiği voltaj değerleri Dynoware yazılımına girilmiştir. Ölçümlerin gürültüden etkilenmemesi için cihazlar alüminyum folyo ile kaplanmıştır. Şekil 4.2’de gösterilen dinamometre sisteminde ölçülen veriler, DynoWare 2825D-02 bilgisayar programı yardımıyla işleme tabi tutulmuştur. Dinamometreden elde edilen analog kapasitans sinyalleri önce gerilime çevrilip daha sonra sayısal veriler haline dönüştürülmüştür. Elde edilen sayısal veriler veri toplama kartı kullanılarak depolanmıştır. Deney düzeneği şekil 4.2 de verilmiştir.



Şekil 4.2. Deney düzeneği

Ayrıca deney düzeneği şematik olarak gösterilmek istendiğinde Şekil 4.3 te gösterilmektedir.

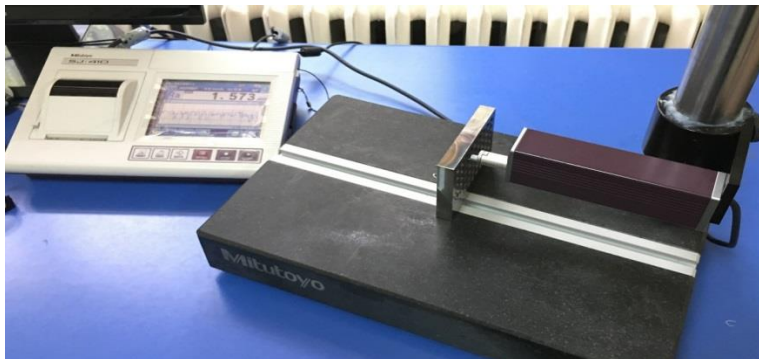


Şekil 4.3. Deney düzeneği şematik gösterimi

Yapılan deneylerde kullanılacak parametreler belirlenirken deneylerin yapıldığı tezgâh kapasitesi (Maksimum 3500dev/dak) sınırları içerisinde kalmak kaydıyla; konuyla ilgili bundan önce yapılmış deneşsel çalışmalar ve günümüz endüstrideki takım ve malzeme üreticilerinin belirlediği değerler dikkate alınmıştır. Böylece hem deneşsel araştırmalar ile endüstri alanında kullanılan değerler için senkronize bir takip söz konusu olup; hem de optimum olarak kabul edilen parametrelerin farklı kesme şartlarındaki etkileri yorumlanmıştır.

Yüzey pürüzlülük deneyleri için matkap uç açısı, kesme hızı, ilerleme miktarı ve kesici takım cinsi deney değişkenleri olarak belirlenmiştir. Her bir kesme parametresinin etkisini belirlemek için toplam 48 deney yapılmıştır. Deliklerin ortalama yüzey pürüzlülük değerleri, Mitutoyo SJ-410 marka cihaz ile her bir deliğin 6 farklı noktasından ölçülmüştür.

Yüzey pürüzlülüğü ölçme düzeneği Şekil 4.4'te görülmektedir.



Şekil 4.4. Yüzey pürüzlülüğü ölçme cihazı ve düzeneği

4.1.1. İş parçası malzemesi

Deney numunesinin malzemesi olarak AISI P20+S (DIN 1.2312) kalıp çeliği kullanılmıştır. Bu malzemenin seçilmesinin nedeni, AISI P20+S (DIN 1.2312) kalıp çeliğinin delinebilirliği ile ilgili daha önce bir çalışma yapılmamış olması ve sanayinin gereksinimleri de göz önüne alındığında yaygın olarak kullanılan bir malzeme olması ve bu malzemenin işlenmesi ile elde edilecek bilimsel verilerin diğer benzer çelik türleri içinde geçerliliği olabileceğinin düşünülmesidir.

AISI P20+S (DIN 1.2312) kalıp çeliği nin kullanım alanları orta ve büyük boyutlu plastik enjeksiyon kalıpları, destek plakaları, sentetik türü plastikler için takımlar, basınçlı döküm ve plastik enjeksiyon kalıpları için kalıp kasaları, hamilleri ve bağlantı parçaları, ekstrüzyon preslerinin kovanları, kauçuk türü lastik ürünlerinin baskı kalıpları, otomotiv ve gıda endüstrisi için plastik kalıpları, yüksek sıvı basıncı altında metallerin şekillendirme kalıpları vb. alanlardır.

Deney numunesinin kimyasal bileşimi Çizelge 4.2’de, fiziksel özellikleri ise Çizelge 4.3’te verilmiştir.

Çizelge 4.2. Deney numunelerinin kimyasal bileşimi

		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
En az	%	0,35	0,30	1,40	0	0,05	1,80	0,15
En fazla	%	0,45	0,50	1,60	0,30	0,10	2,00	0,25

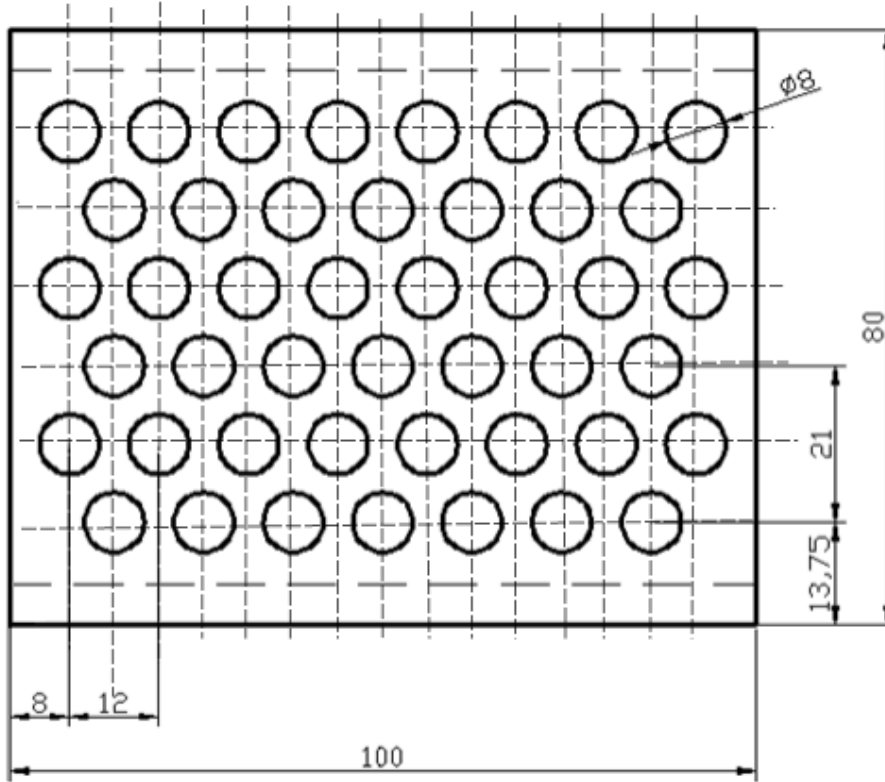
Çizelge 4.3. Deney numunesinin fiziksel özellikleri

Özgül ağırlığı : 20 °C'de 7,85 kg/dm ³
Isıl iletkenliği : 20 °C'de 33,0 W/(m.K)
Isıl genişmesi : 20 °C'den °C'ye kadar, 10 ⁻⁶ m/(mK)

1.2311'e göre daha yüksek S elementi içermesi sebebiyle kolay işlenebilen, iyi tokluğa ve aşınma direncine sahip, aşınma direncini artırmak için nitrasyon yapılabilen, ısıl işlem gerektirmeyen, 280 - 325 HB ön sertleştirilmiş ve menevişlenmiş plastik kalıp çeliğidir.

(1.2311 çeliği en fazla 0.035 oranında S içermektedir.) Yüzey dağlaması yapılmaya, krom kaplanmaya ve parlatılmaya uygun değildir.

Deney numuneleri 100x80x15 mm ebatlarında plakalar halinde kesilmiştir. Daha sonra delme esnasındaki olası yüzey hatalarından kaçınmak amacıyla numunelerin alt ve üst yüzeyleri taşlanmıştır. Delik çapı 8 mm olarak belirlenmiştir. Delme işleminde açık delik (boydan boya) uygulaması yapılmıştır. Deney sırasında soğutma sıvısı kullanılmamıştır.



Şekil 4.5. Deliklerin deney numunesi üzerindeki dağılımı

Delme testlerinde, her numune üzerine 48 adet delik delinmiştir. Deliklerin numune üzerindeki dağılımı şekil 4.5 te verilmiştir. Delinen delik etrafındaki sıcaklık dağılımı göz önüne alınarak, deliklerin parça üzerine yerleştirilmesinde mümkün olduğu kadar birbiri ile uzaklığının eşit olmasına dikkat edilmiştir. Böylece delme sırasında ısının mümkün olduğu kadar eşit şartlarda dağılması hedeflenmiştir.

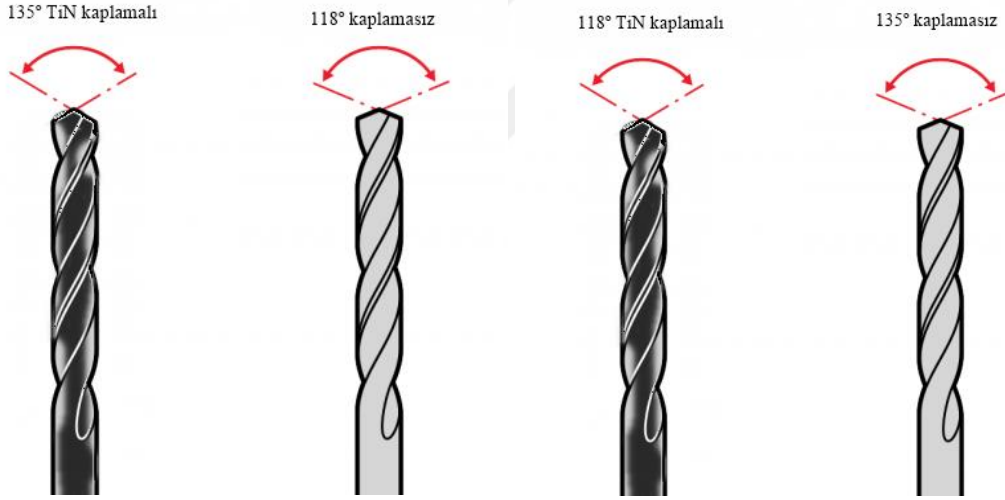
4.1.2. Deneylerde kullanılan kesici takımlar

Bu araştırmada IZAR marka (DIN 338) kaplamalı ve kaplamasız HSS matkaplar kullanılmıştır (Şekil 4.6). DIN 338 HSS RN 118° taşlanmış matkap komple taşlanarak

üretildiği için geometrik dengeleri ve hassas uç bilemesi sayesinde ölçüde tamlık sağladığı için deneysel çalışmada tercih edilmiştir. Delme işlemlerinde kullanılan kesme parametreleri ve takım özellikleri Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Delme işlemlerinde kullanılan takım özellikleri ve kesme parametreleri

Kesicinin Cinsi	HSS yüksek hız çeliği, N, uç açısı 118°, uç açısı 135°, TiN kaplamalı ve kaplamasız
Standart	DIN 338
Kesici Geometrisi	Ø8 mm, uç açısı 118° ve uç açısı 135°
İlerleme (f)	0,1, 0,15, 0,125 mm/dev
Kesme Hızı (V)	6, 8, 10, 12 m/dak



Şekil 4.6. 118 ° ve 135° TiN kaplamalı ve kaplamasız matkap

5. DENEYSEL BULGULAR VE TARTIŞMA

118 ° ve 135 ° uç açısına TiN kaplamalı ve kaplamasız matkaplarla işlenmesi esnasında 0,1, 0,125, 0,15 mm/dev ilerleme miktarında; 6, 8, 10, 12 m/dak kesme hızlarına bağlı olarak ölçülen ilerleme kuvveti (F_z) ve Moment (M_z) değerleri çizelge 5.1 de verilmiştir.

Çizelge 5.1. 0,1; 0,125; 0,15 mm/dev ilerleme miktarında; 6, 8, 10, 12 m/dak kesme hızlarına bağlı olarak ölçülen ilerleme kuvveti (F_z) ve Moment (M_z) değerleri

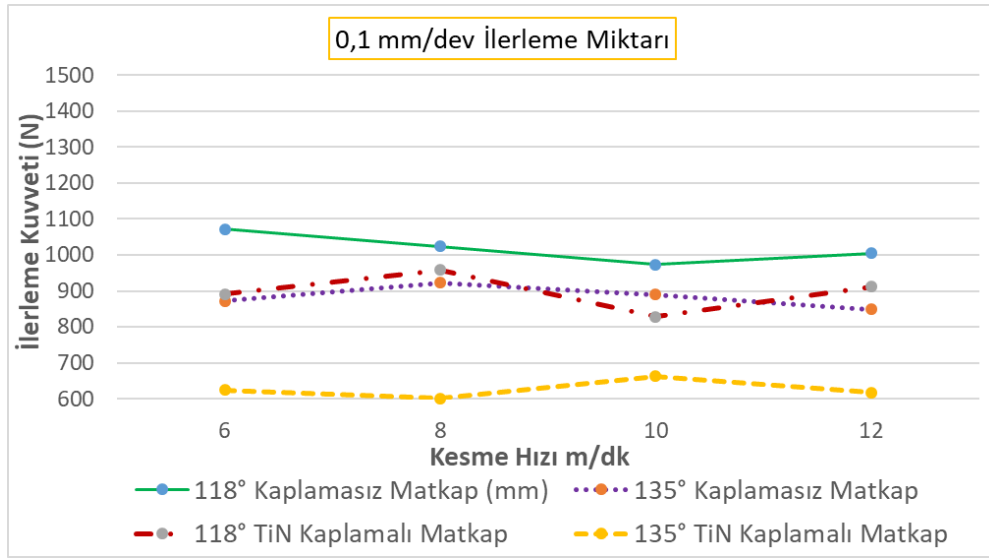
İlerleme Miktarı (mm/dev)	118° Kaplamasız Matkap (mm)	Mz (Nm)	Fz (N)	
0,1	6	381,31	1071,43	
	8	368,6	1024,25	
	10	321,11	973,59	
	12	346,49	1005,38	
	135° Kaplamasız Matkap		Mz (Nm)	Fz (N)
	6	368,76	871,52	
	8	349,68	923,18	
	10	394,42	890,45	
	12	337,21	848,43	
	118° TiN Kaplamalı Matkap		Mz (Nm)	Fz (N)
	6	348,28	891,63	
	8	363,75	958,24	
	10	315,73	827,63	
	12	312,75	912,18	
	135° TiN Kaplamalı Matkap		Mz (Nm)	Fz (N)
	6	311,11	623,63	
	8	327,75	601,48	
	10	312,16	662,83	
	12	298,46	617,79	

Çizelge 5.1. (devam) 0,1; 0,125; 0,15 mm/dev ilerleme miktarında; 6, 8, 10, 12 m/dak kesme hızlarına bağlı olarak ölçülen ilerleme kuvveti (F_z) ve Moment (M_z) değerleri

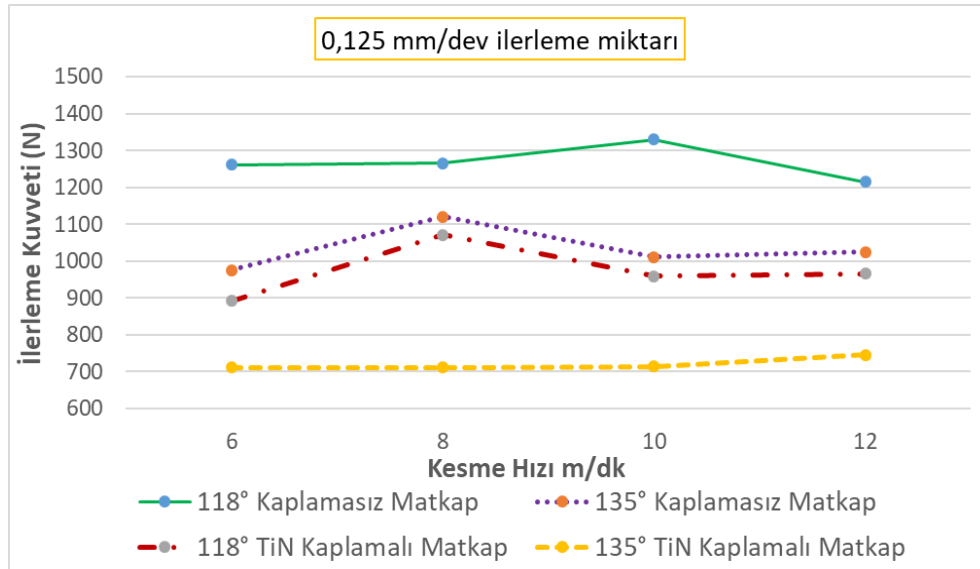
İlerleme Miktarı (mm/dev)	118° Kaplamasız Matkap (mm)	M_z (Nm)	F_z (N)
0,125	118° Kaplamasız Matkap	M_z (Nm)	F_z (N)
	6	429,75	1261,01
	8	441,65	1265,33
	10	404,82	1329,29
	12	437,96	1215
	135° Kaplamasız Matkap	M_z (Nm)	F_z (N)
	6	411,65	975,51
	8	407,75	1120,6
	10	414,07	1011,47
	12	412,21	1025,14
	118° TiN Kaplamalı Matkap	M_z (Nm)	F_z (N)
	6	390,06	891,63
	8	378,07	1071,55
	10	413,38	959,2
	12	387,13	965,28
	135° TiN Kaplamalı Matkap	M_z (Nm)	F_z (N)
6	375,81	710,8	
8	359,54	711,32	
10	415,65	714,41	
12	401,42	745,09	
0,15	118° Kaplamasız Matkap	M_z (Nm)	F_z (N)
	6	492,72	1371,93
	8	483,11	1450,97
	10	487,64	1397,22
	12	508,11	1402,01
	135° Kaplamasız Matkap	M_z (Nm)	F_z (N)
	6	489,44	1158,58
	8	442,74	1119,48
	10	481,59	1450,13
	12	459,56	1185,28
	118° TiN Kaplamalı Matkap	M_z (Nm)	F_z (N)
	6	429,06	1004,41
	8	462,3	1162,43
	10	431,62	955,27
	12	493,45	1216,71
	135° TiN Kaplamalı Matkap	M_z (Nm)	F_z (N)
6	437,9	847,14	
8	430,45	1335,33	
10	433,3	955,27	

5.1. İlerleme Kuvvetlerinin Değerlendirilmesi

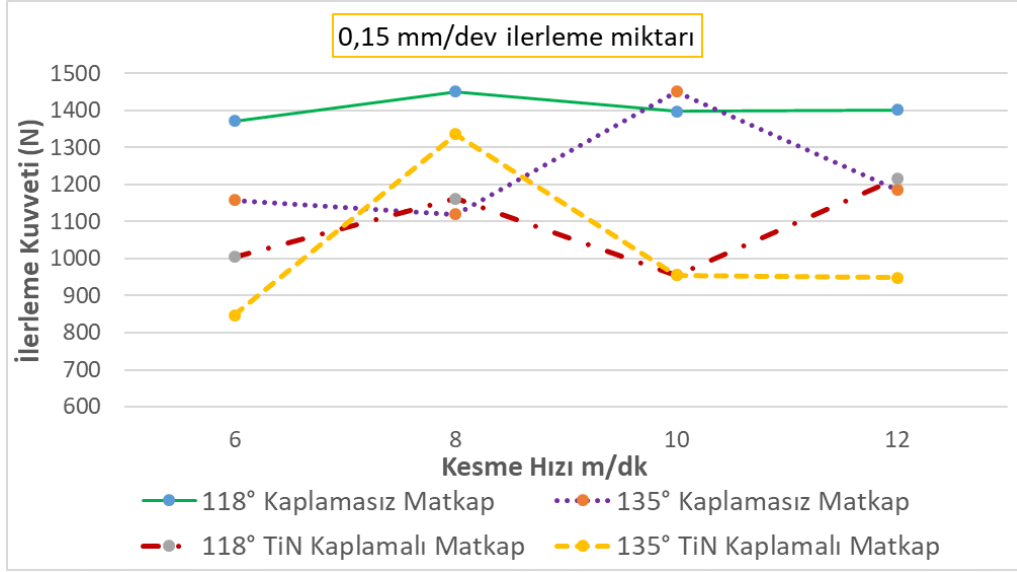
118 ° ve 135 ° uç açısına TiN kaplamalı ve kaplamasız matkaplarla delinmesi esnasında 0,1; 0,125; 0,15 mm/dev ilerleme miktarında; 6, 8, 10, 12 m/dak kesme hızlarına bağlı olarak elde edilen ilerleme kuvveti (F_z) değerlerindeki değişimler aşağıdaki grafiklerde gösterilmiştir. Bu grafiklerden yola çıkarak seçilen parametrelerin kuvvet ve momentler üzerindeki etkisi yorumlanmıştır.



Şekil 5.2. 0,1 mm/dev ilerleme miktarlarına ait ilerleme kuvvetlerinin grafiği



Şekil 5.3. 0,125 mm/dev ilerleme miktarlarına ait ilerleme kuvvetlerinin grafiği

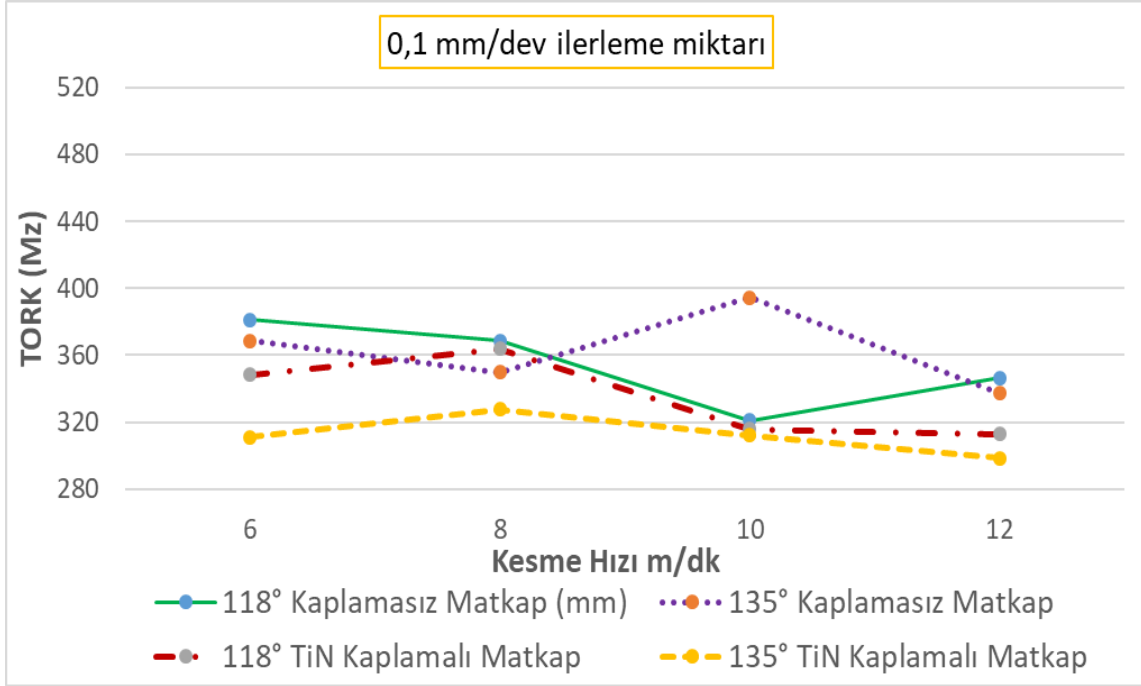


Şekil 5.4. 0,15 mm/dev ilerleme miktarlarına ait ilerleme kuvvetlerinin grafiği

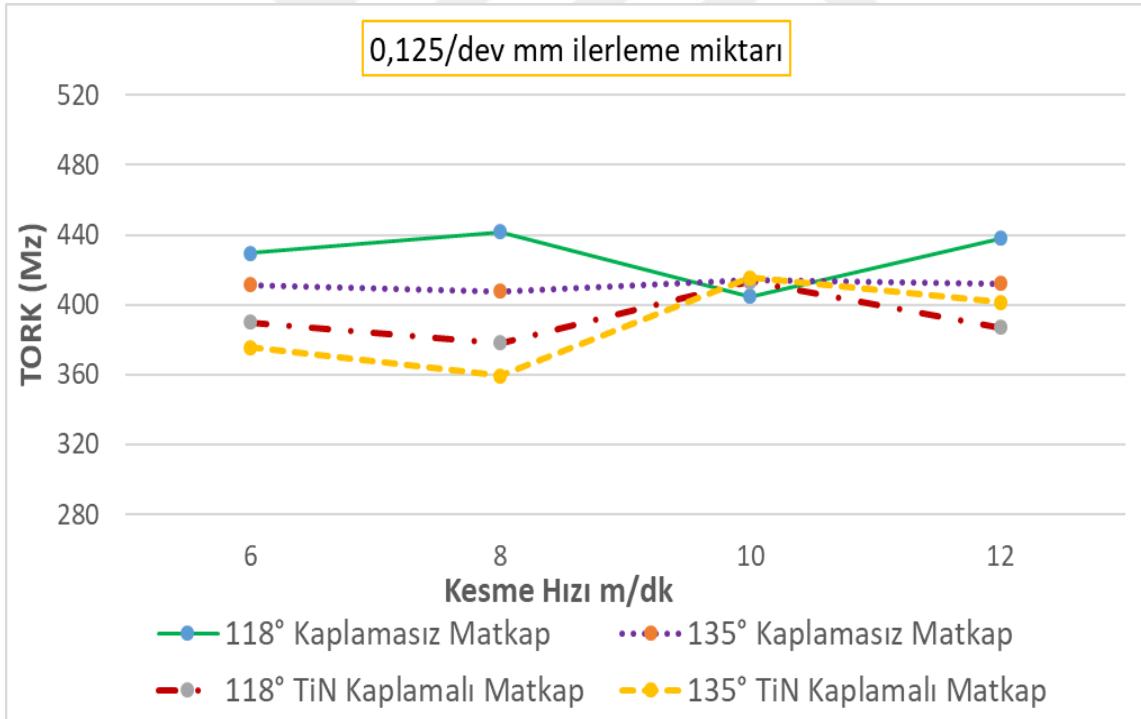
Grafikler incelendiğinde; 4 farklı matkapla yapılan deneylerde en yüksek ilerleme kuvveti 0,15 mm/dev ilerleme miktarında (F_z) 1450,97 N olarak 8 m/dak kesme hızında 135° TiN kaplamasız matkapta , 2. olarak ilerleme kuvveti (F_z) 1329,29 N olarak 10 m/dak kesme hızında 118° kaplamasız matkapta ve 3. olarak ta ilerleme kuvveti (F_z) 1071,43 N olarak 6 m/dak kesme hızında 118° kaplamasız matkapta elde edilmiştir. En düşük ilerleme kuvveti ise 0,1 mm/dev ilerlemede 601,48 N olarak 8 m/dak kesme hızında 135° TiN kaplamalı matkapta, 2. olarak 710,8 N olarak 6 m/dak kesme hızında 135° TiN kaplamalı matkapta ve 3. olarak 847,14 N olarak 6 m/dak kesme hızında 135° TiN kaplamalı matkapta ölçülmüştür. 118° uç açısına sahip kaplamasız matkaplara ait ilerleme kuvvetlerinin ortalaması, 135° uç açısına sahip TiN kaplamalı takımlardan yaklaşık %56 daha yüksektir. 135° uç açısına sahip kaplamasız matkaplara ait ilerleme kuvvetlerinin ortalaması, 135° uç açısına sahip TiN kaplamalı takımlardan yaklaşık %58 daha yüksektir.

5.2. Tork 'un Değerlendirilmesi

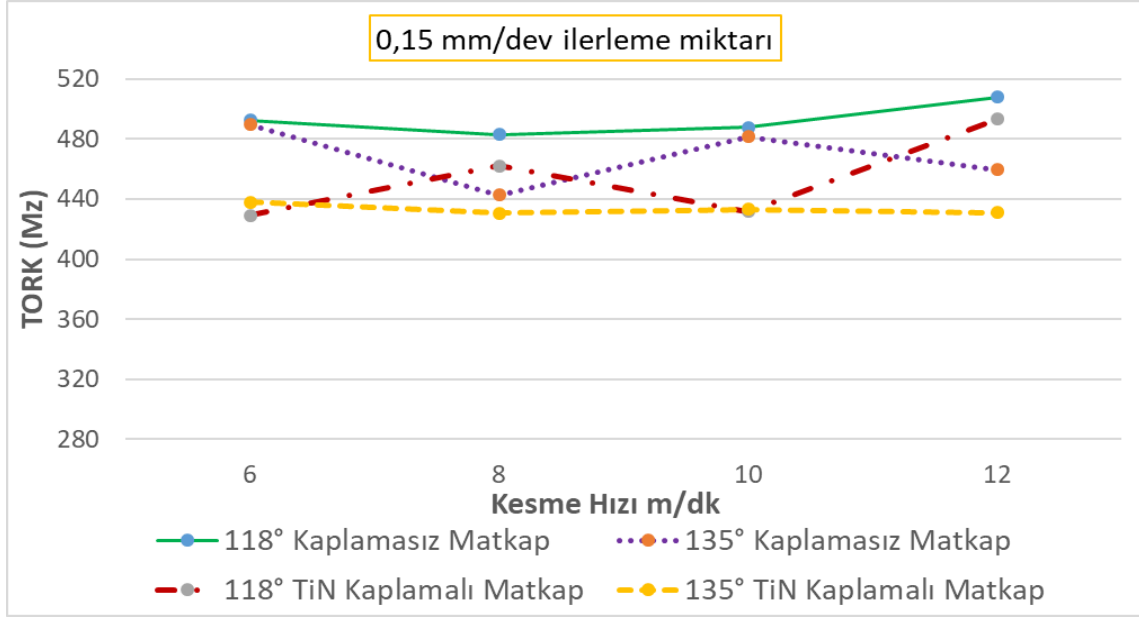
Delme işleminde momenti belirleyen en önemli kuvvet bileşenlerinden birinin aksel kuvvet (F_z) olduğu düşünülürse momentteki değişimin aksel kuvvetteki değişimle paralellik göstermesi kaçınılmazdır. Ancak diğer kuvvet bileşenlerinin (F_x, F_y) ve sürtünmenin etkisini görebilmek adına delme işlemlerinde momentin değerlendirilmesi büyük önem arz etmektedir. Şekil 5'te AISI P20 + S çeliğine ait delme esnasında oluşan torklar verilmiştir.



Şekil 5.5. 0,1 mm/dev ilerleme miktarına ait Tork değerlerinin grafiği



Şekil 5.6. 0,125 mm/dev ilerleme miktarına ait Tork değerlerinin grafiği



Şekil 5.7. 0,15 mm/dev ilerleme miktarına ait Tork değerlerinin grafiği

Yukarıdaki grafikler incelendiğinde, en yüksek moment değeri (Mz) 0,15 mm/dev ilerleme miktarında 508,11 Nm olarak 12 m/dak kesme hızında 118° TiN kaplamasız matkapta , 2. olarak 0,125 mm/dev ilerleme miktarında (Mz) 441,65 Nm olarak 8 m/dak kesme hızında 118° TiN kaplamasız matkapta ve 3. olarak 0,1 mm/dev ilerleme miktarında en yüksek moment değeri (Mz) 381,31 Nm olarak 10 m/dak kesme hızında 135° TiN kaplamasız matkapta ölçülmüştür.

En düşük moment değeri (Mz) ise 298,46 Nm olarak 0,1 mm/dev ilerleme miktarında 12 m/dak kesme hızında 135° TiN kaplamalı matkapta , 2. en düşük moment değeri (Mz) 0,125 mm/dev ilerleme miktarında 359,54 Nm olarak 8 m/dak kesme hızında 135° TiN kaplamalı matkapta ve 3. en düşük moment değeri (Mz) 0,15 mm/dev ilerleme miktarında 431,12 Nm olarak 12 m/dak kesme hızında 135° TiN kaplamalı matkapta ölçülmüştür.

118° uç açısına sahip kaplamasız matkaplara ait ilerleme kuvvetlerinin ortalaması, 135° uç açısına sahip TiN kaplamalı takımlardan daha yüksek olduğu yorumlanabilir. Kesme hızının moment üzerindeki etkisi incelendiğinde; özellikle 0.1mm/dev ilerleme için ortalama momentlerin kesme hızının artmasıyla azaldığı görülmektedir. İlerleme düştükçe bu durum daha kararsız bir hal almaktadır.

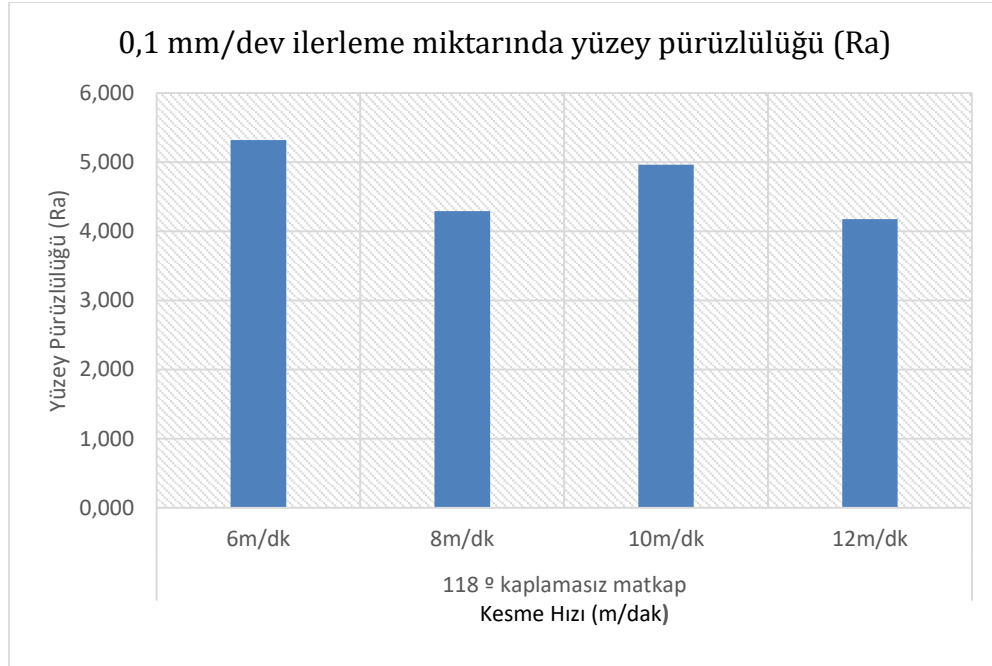
5.3. Yüzey Pürüzlülüğü Üzerindeki Etkisi

Malzemelerin işlenebilirliğinin değerlendirilmesinde kullanılan en önemli kriterlerden birisi de işlenen yüzeylerden ölçülen yüzey pürüzlülük değerleridir. Düşük maliyet ve yüksek kalitede ürünlerin elde edilebilmesi için uygun işleme şartlarının belirlenmesi gereklidir. Bu amaçla delinen deliklerin yüzey pürüzlülük değerleri ölçülerek optimum işleme şartları belirlenmeye çalışılmıştır. Ölçülen değerlerin ortalaması 0,1; 0,125; 0,15 ilerleme ve 4 farklı kesme hızı değerleri için aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

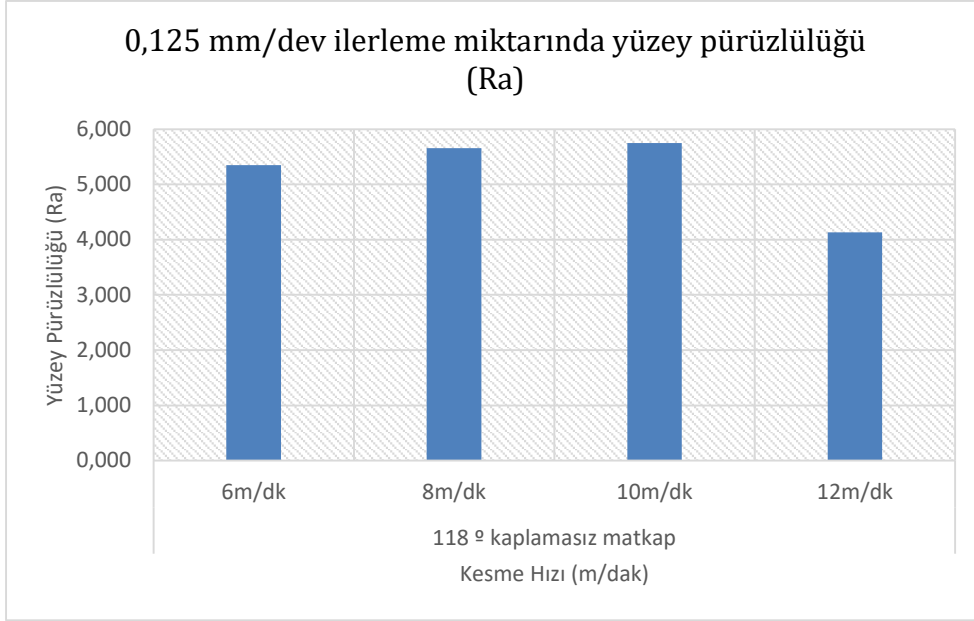
Çizelge 5.2. 3 ilerleme ve 4 farklı kesme hızı değerleri için yüzey pürüzlülüğü

	118 ° kaplamasız matkap				135 ° kaplamasız matkap				118 ° TiN kaplamalı matkap				135 ° TiN kaplamalı matkap			
	6m/dk	8m/dk	10m/dk	12m/dk	6m/dk	8m/dk	10m/dk	12m/dk	6m/dk	8m/dk	10m/dk	12m/dk	6m/dk	8m/dk	10m/dk	12m/dk
0,1mm/dev	5,321	4,294	4,963	4,176	4,492	4,4	5,286	6,022	1,204	1,956	1,68	2,704	4,578	3,648	3,46	3,282
0,125mm/dev	5,351	5,659	5,75	4,133	4,365	4,324	5,277	3,866	3,662	4,14	1,887	4,669	4,186	4,203	3,816	3,255
0,15mm/dev	4,663	5,352	6,427	5,51	4,579	3,317	5,263	6,082	6,032	2,753	4,909	3,084	5,262	2,907	2,487	6,56

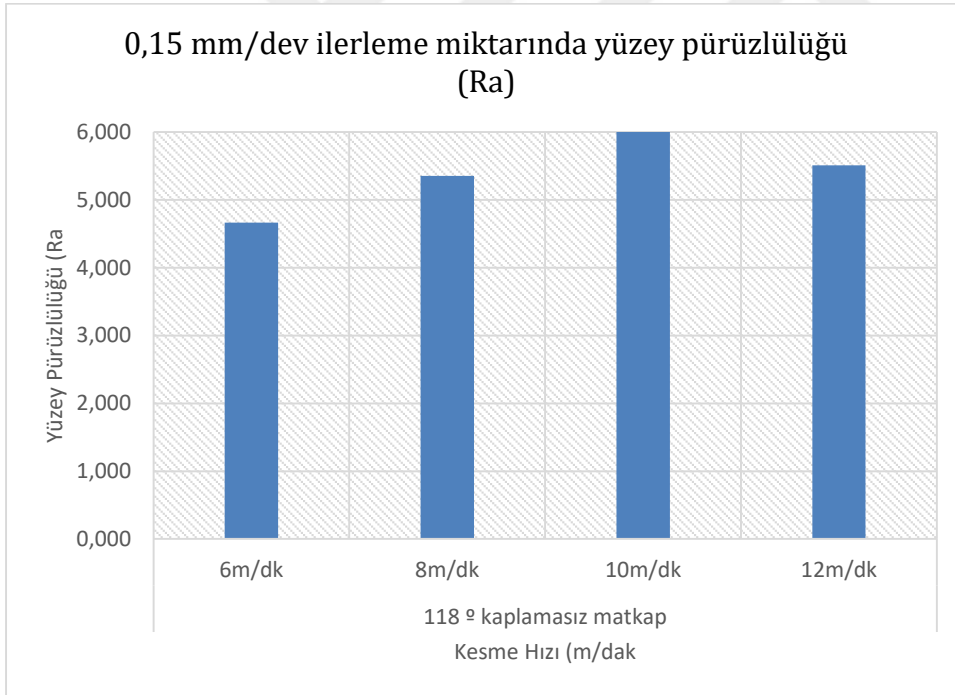
Ölçülen yüzey pürüzlülüğüne ait grafikler aşağıda verilmiştir.



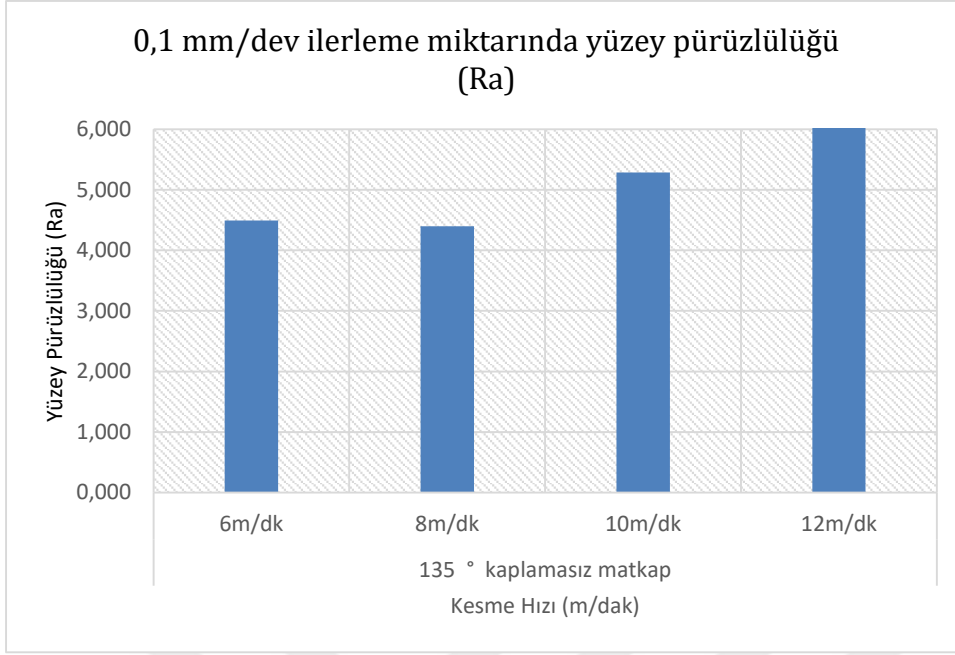
Şekil 5.8. 0,1 mm/dev ilerleme miktarında 118° kaplamasız matkapla delinen delik kesme hızına bağlı yüzey pürüzlülüğü



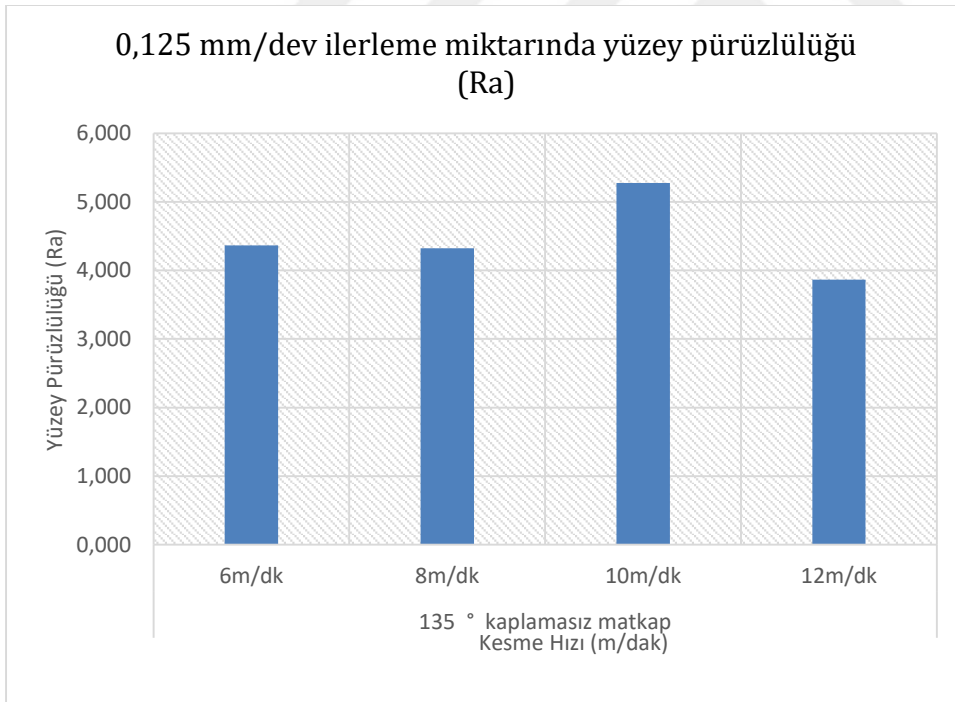
Şekil 5.9. 0,125 mm/dev ilerleme miktarında 118° kaplamasız matkapla delinen delikte kesme hızına bağlı yüzey pürüzlülüğü



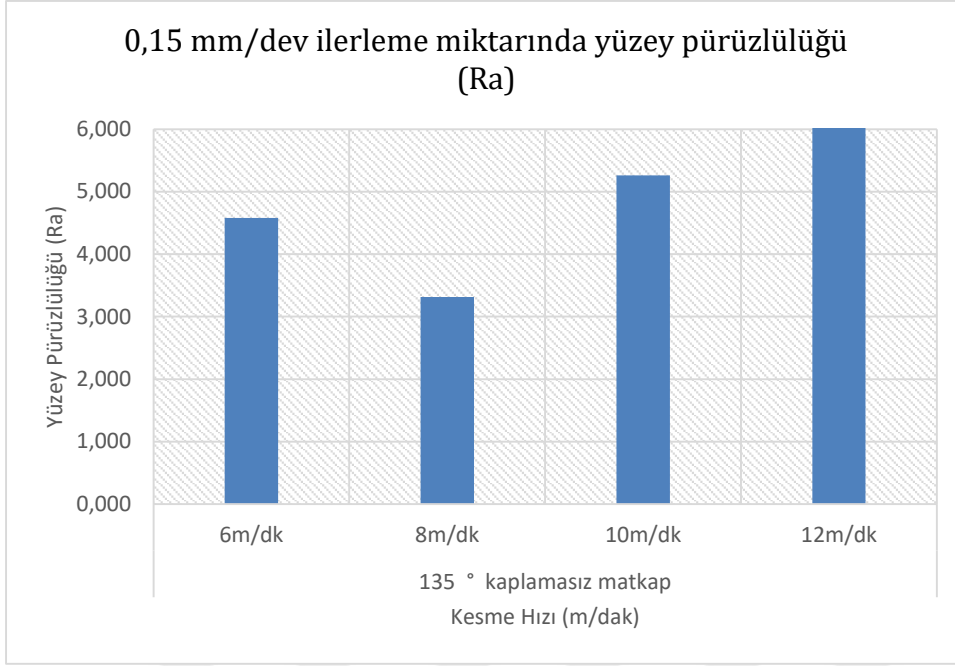
Şekil 5.10. 0,15 mm/dev ilerleme miktarında 118° kaplamasız matkapla delinen delikte kesme hızına bağlı yüzey pürüzlülüğü



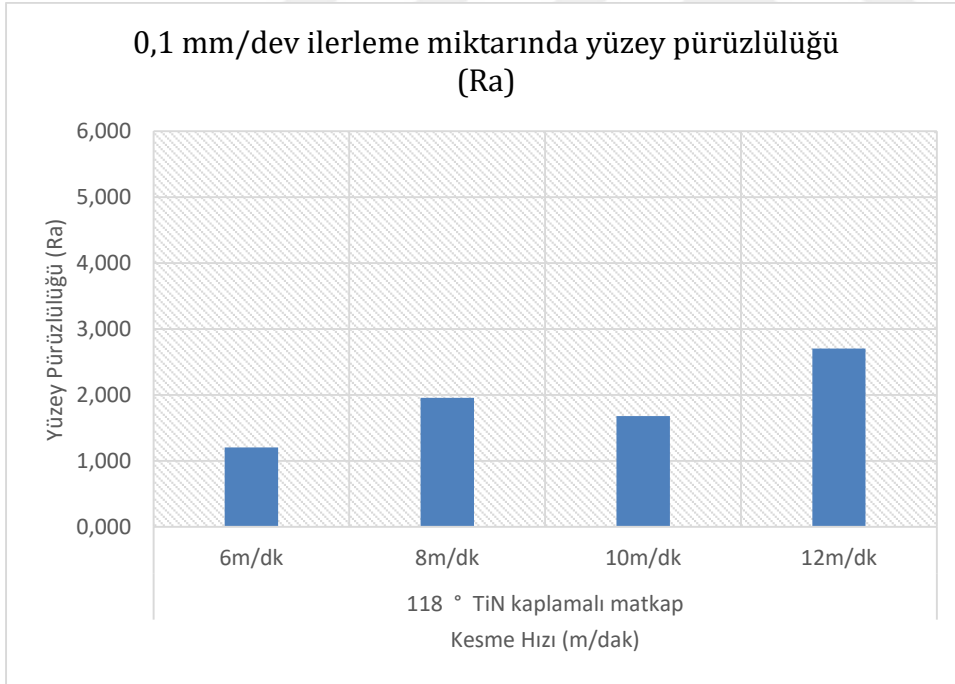
Şekil 5.11. 0,1 mm/dev ilerleme miktarında 135° kaplamasız matkapla delinen delikte kesme hızına bağlı yüzey pürüzlülüğü



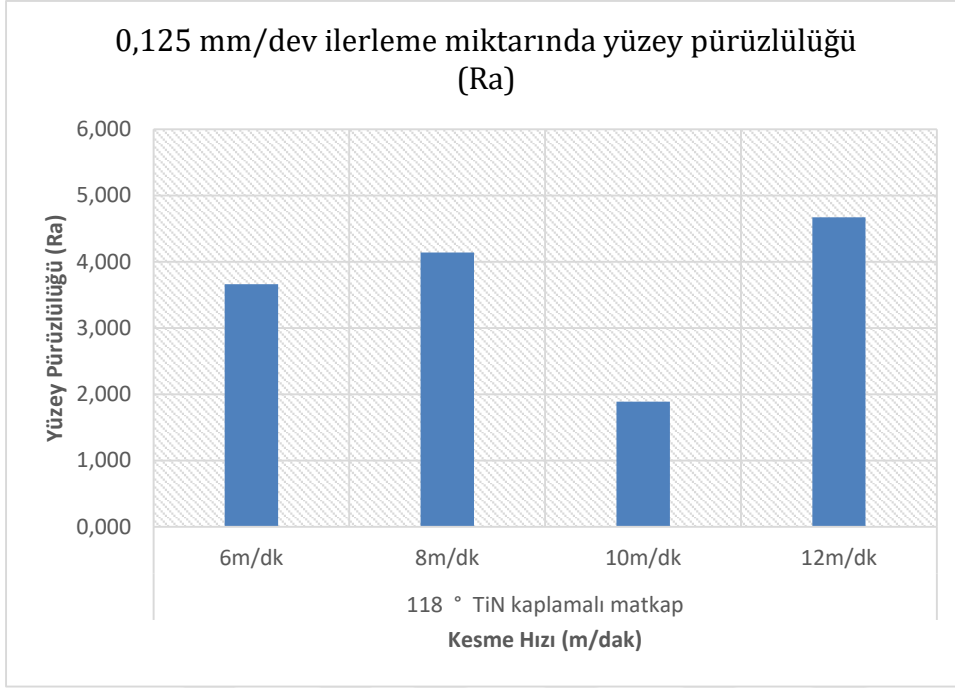
Şekil 5.12. 0,125 mm/dev ilerleme miktarında 135° kaplamasız matkapla delinen delikte kesme hızına bağlı yüzey pürüzlülüğü



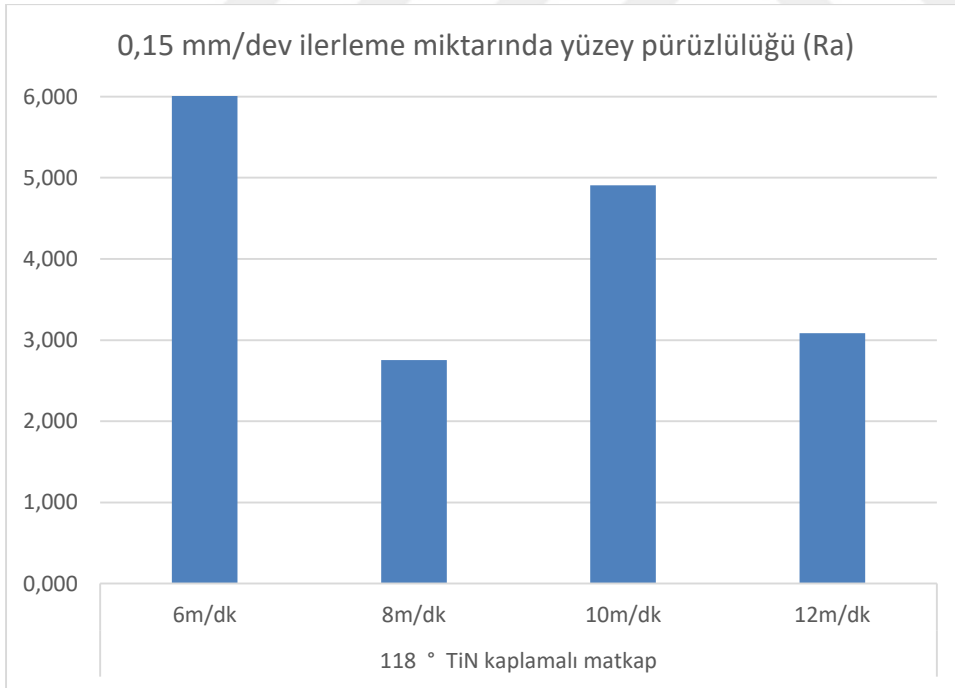
Şekil 5.13. 0,15 mm/dev ilerleme miktarında 135° kaplamasız matkapla delinen delikte kesme hızına bağlı yüzey pürüzlüğü



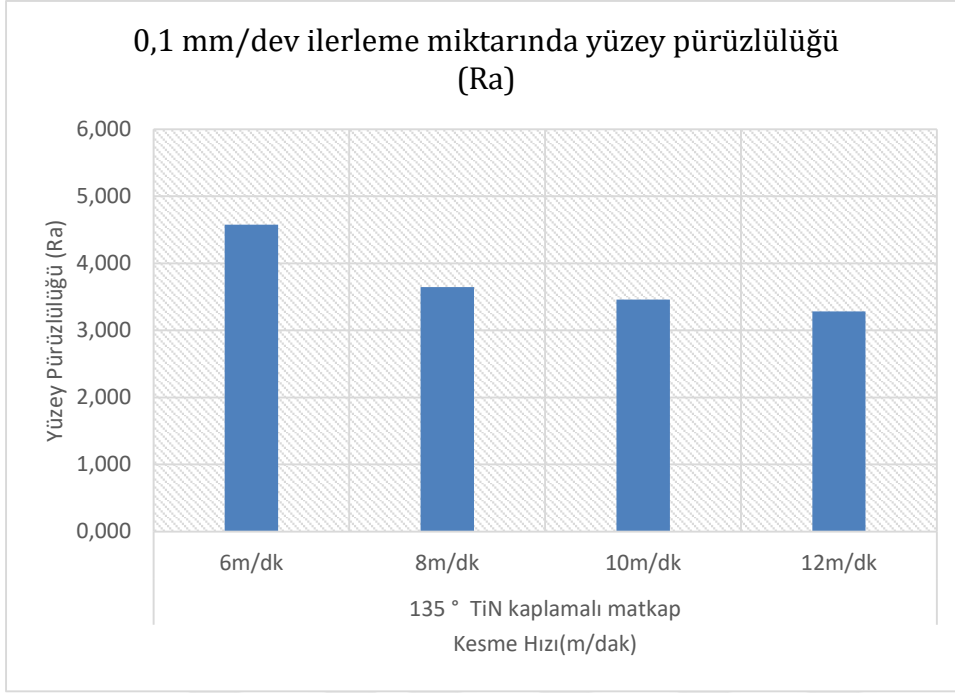
Şekil 5.14. 0,1 mm/dev ilerleme miktarında 118° TiN kaplamalı matkapla delinen delikte kesme hızına bağlı yüzey pürüzlüğü



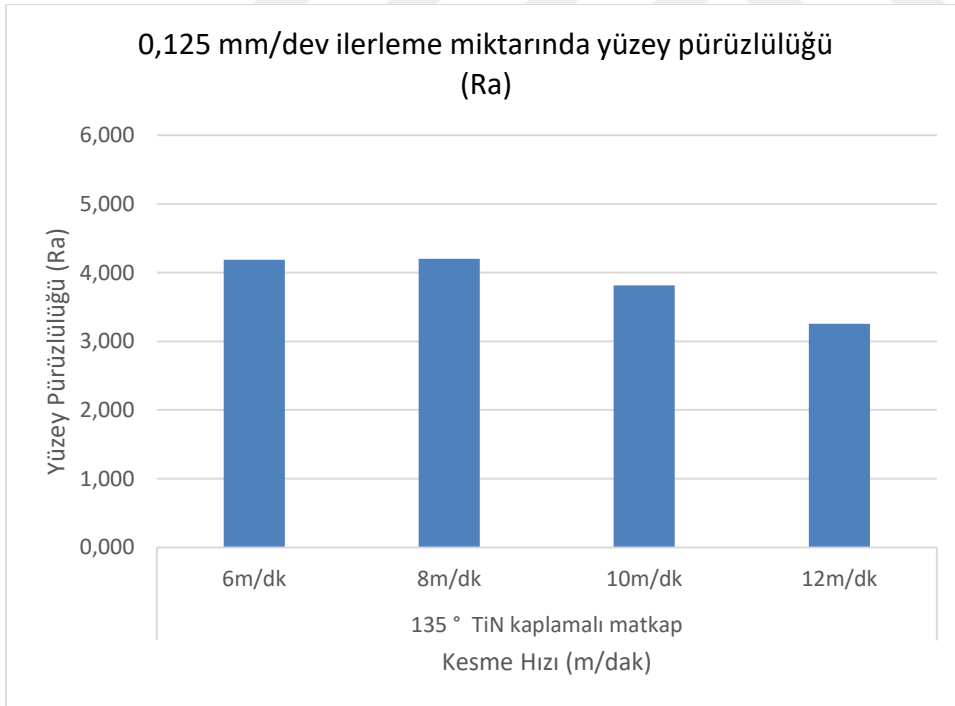
Şekil 5.15. 0,125 mm/dev ilerleme miktarında 135° kaplamasız matkapla delinen delikte kesme hızına bağlı yüzey pürüzlülüğü



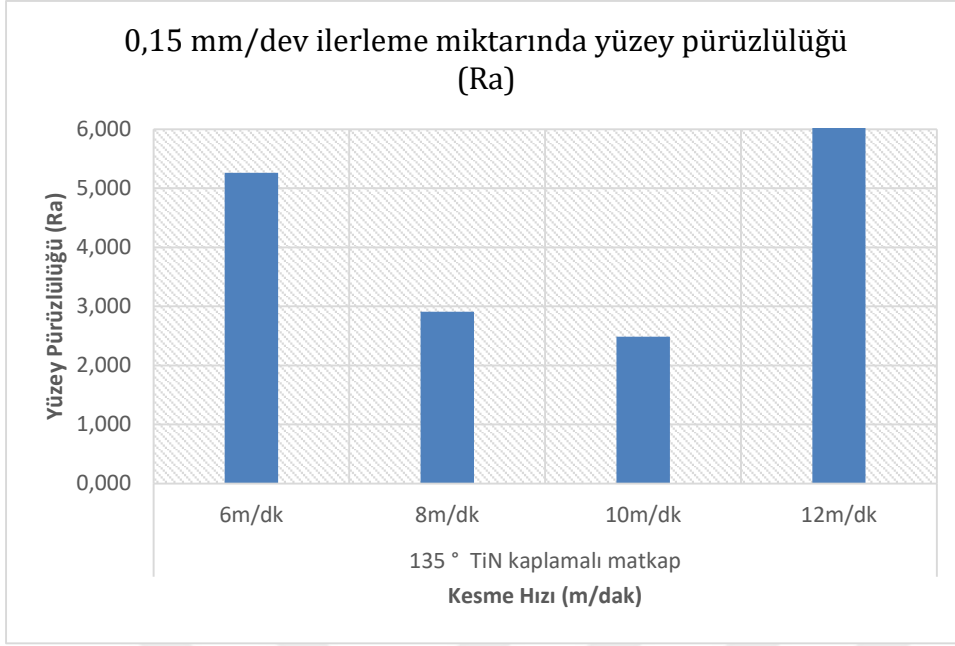
Şekil 5.16. 0,15 mm/dev ilerleme miktarında 135° kaplamasız matkapla delinen delikte kesme hızına bağlı yüzey pürüzlülüğü



Şekil 5.17. 0,1 mm/dev ilerleme miktarında 135° kaplamasız matkapla delinen delikte kesme hızına bağlı yüzey pürüzlülüğü



Şekil 5.18. 0,125 mm/dev ilerleme miktarında 135° kaplamasız matkapla delinen delikte kesme hızına bağlı yüzey pürüzlülüğü



Şekil 5.19. 0,15 mm/dev ilerleme miktarında 135° kaplamasız matkapla delinen delikte kesme hızına bağlı yüzey pürüzlülüğü

Yüzey pürüzlülüğüne ait grafik incelendiğinde 118° kaplamasız takımın neredeyse tüm kesme koşullarında yüksek yüzey pürüzlülüğüne sahip olduğu söylenebilir. Fakat diğer matkaplarda yüzey pürüzlülüğünü düşürmek için ideal kesme koşulları söz konusudur. En iyi yüzey pürüzlülük değerleri ise 118° TiN kaplamalı matkapların birçok kesme koşulunda elde edilmiştir.

Kesme hızının artması 135° kaplamasız matkap ve 118° kaplamalı takımlarda yüzey pürüzlülüğünü arttırırken 135° kaplamalı takımında yüzey pürüzlülüğünü düşürmüştür. TiN kaplamanın yüzey pürüzlülüğü üzerine olumlu etkisinin olduğu gözlenmiştir.

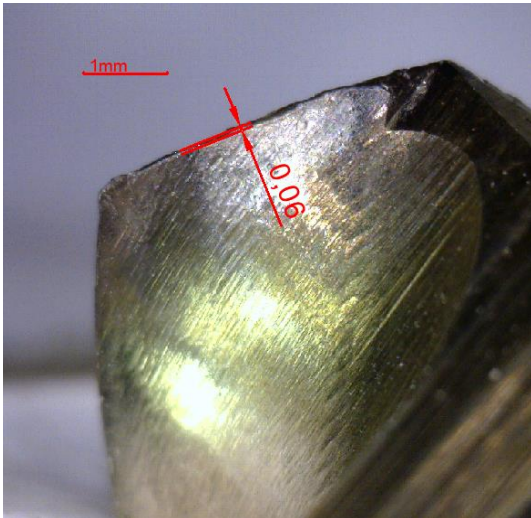
Bütün ilerleme miktarlarında bazı parametrelerde sapmalar olmakla birlikte kesme hızındaki artışla *Ra* değerlerinin ilk önce bir miktar azaldığı daha sonra giderek artmaya başladığı görülmüştür. Bu durum kesme kuvvetlerinin değerlendirilmesinde de ifade edildiği gibi artan takım aşınmasına bağlıdır. Aynı parametrelerde kesme kuvvetleri ve momentlerin de artması kesici takım üzerine gelen yüklerin arttığını göstermektedir. Özellikle düşük ilerleme miktarlarında olmak üzere kesme hızındaki artış, *Ra* değerlerinde %10'lere varan oranlarda iyileşmeler sağlamıştır. Talaşlı imalatta yüzey kalitesini olumsuz yönde etkileyen en önemli unsurlardan biri yığıntı talaş (YT) oluşumudur. Kesici kenardaki yığıntı talaşın büyük ve kararsız olması ise işlenen yüzeyin kalitesini bozmakta ve yüzey pürüzlülük

değerlerini arttırmaktadır. Artan sıcaklıkla takım-iş parçası ara yüzeyinde temas alanının azalmasına bağlı olarak sürtünmenin azalmasının da yüzey kalitesinin artmasında etkili olduğuna inanılmaktadır [42].

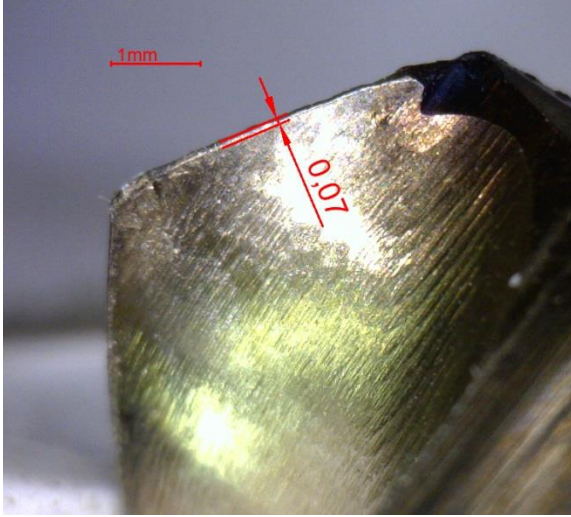
5.4. Kesici Takım Aşınmalarının Değerlendirilmesi

Deneyleerde her delik delme işlemleri için ayrı parametreler ve farklı matkaplar kullanılmıştır. Bu sayede hangi parametrenin takım aşınmasında etkili olduğu gözlemlenmiştir. (EK-1)

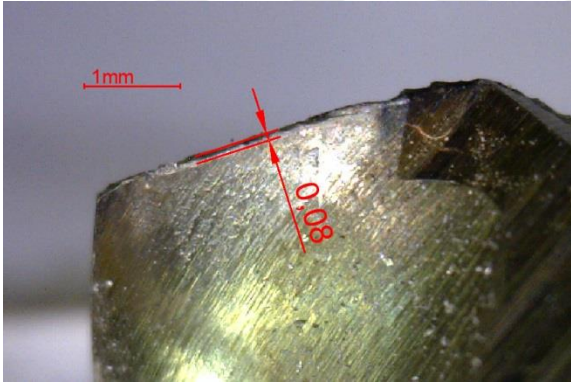
Takımlardaki takım aşınma görüntüleri dijital mikroskop ile elde edilmiştir. Matkaplar incelendiğinde dairesel ve kesme kenarlarında aşınma, deneyleerde kesme sıvısı kullanılmadığı için termal çentikler ve kesici takım üzerinde talaş yığılımları gözlemlenmiştir. Ancak daha çok kesme kenarındaki aşınmalar dikkat çekmiştir. Aşınma derinliği 0,02 ile 0,08 mm arasında değişmektedir. En fazla aşınma miktarı kaplamasız matkaplarda ortalama 0,08 mm olarak gözlemlenirken, kaplamalı matkaplarda bu değer ortalama 0,02 mm civarındadır. 12 m/dak kesme hızında 0,125 mm/dev ilerleme miktarında 118° uç açısına sahip kaplamasız matkapta ve 12 m/dak kesme hızında 0,15 mm/dev ilerleme miktarında 118° uç açısına sahip kaplamasız matkapta yanma meydana gelmiştir. Aşağıda en fazla aşınma gözlemlenen 4 matkaptaki aşınmalar değerlendirildiğinde; ilerleme miktarının artmasıyla ağız aşınmasının arttığı söylenebilir. Kaplama sürtünme katsayısını azalttığından matkaplarda TiN kaplamalı matkaplarda fazla aşınma gözlemlenmemiştir.



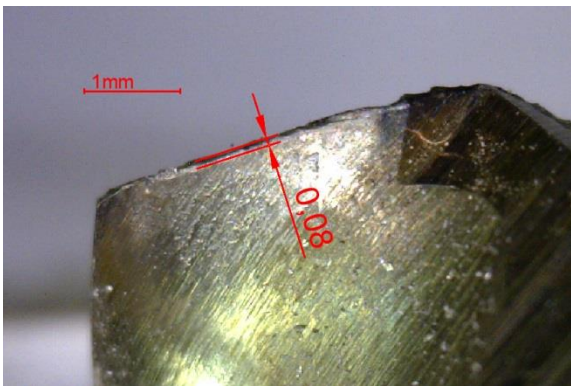
Şekil 5.20. DIN 1.2312+S malzemede 6 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı kaplamasız matkap



Şekil 5.21. DIN 1.2312+S malzemede 6 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı kaplamasız matkap



Şekil 5.22. DIN 1.2312+S malzemede 8 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı kaplamasız matkap



Şekil 5.23. DIN 1.2312+S malzemede 12 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° kaplamasız matkap



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Deneylelerinden elde edilen bulgular aşağıda verilmektedir.

- Tork değerlerine ait grafikler incelendiğinde en düşük tork değerleri genel olarak 135° uç açısına sahip TiN kaplamalı matkaplarda elde edilmiştir. En yüksek tork değerleri ise genel olarak 118° uç açısına sahip kaplamasız matkaplarda elde edilmiştir. Bu iki matkabın genel ortalamasına bakıldığında 135° uç açısına sahip TiN kaplamalı matkaplarından %12 daha düşük tork değerine sahip olduğu gözlenmektedir. TiN kaplama ilerleme kuvvetini, tork değerini ve yüzey pürüzlülük değerlerini düşürmektedir.
- İlerleme miktarının artmasıyla tüm matkaplarda genel olarak tork değerinin arttığı gözlenmektedir. Kesme hızının artmasıyla tork değerlerinde genel olarak bir artış veya düşüş olduğu söylenemez.
- 135° uç açısına sahip matkapların kaplamalı ve kaplamasız olarak kıyaslandığında genel olarak daha düşük tork değerine sahip oldukları gözlenmektedir. 135° uç açısına sahip matkaplar en düşük kesme kuvveti ve tork değerlerine sahip olmasına rağmen en düşük yüzey pürüzlülük değerleri 118° TiN° kaplamalı takımında elde edilmiştir. Kaplamanın yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi 118° matkaplarda daha fazladır.
- Kesme hızının artışı ilerleme kuvvetinde veya tork değerinde belirleyici bir değişime sebep olmamıştır.
- TiN kaplamanın her iki uç açısında da sürtünmeyi düşürerek ilerleme kuvvetlerini düşürdüğü gözlenmektedir. 135° uç açısına sahip matkapların 118° uç açısına sahip matkaplara göre daha düşük ilerleme kuvvetine sahip olduğu gözlemlenmiştir.
- En düşük ilerleme kuvveti 135° uç açısına sahip TiN kaplamalı matkapta, 8m/dk kesme hızı ve 0,1mm/dev ilerleme miktarında 601 N olarak tespit edilmiştir. En yüksek ilerleme kuvveti ise 118° uç açısına sahip kaplamasız matkapta, 8m/dk kesme hızında ve 0,15mm/dev ilerleme miktarında 1450 N olarak tespit edilmiştir.
- En düşük moment değeri 135° uç açısına sahip TiN kaplamalı matkapta, 12m/dk kesme hızı ve 0,1mm/dev ilerleme miktarında 298,46 Nm olarak tespit edilmiştir. En yüksek moment değeri ise 118° uç açısına sahip kaplamasız matkapta, 12m/dk kesme hızında ve 0,15mm/dev ilerleme miktarında 508,11 Nm olarak tespit edilmiştir.
- İlerleme miktarının artmasıyla talaş kesitinin artmasından dolayı tüm matkaplarda genel olarak ilerleme kuvveti artmıştır. Kesme hızının artmasıyla genel olarak ilerleme kuvvetinin arttığı veya düştüğü söylenemez.

- 118° uç açısı yumuşak çelik ve malzeme türleri için uygundur. Kesici takım uç açısı arttığı zaman moment küçülür.
- Kesici takım seçiminde, TiN kaplamalı HSS matkapların seçilmesi kesme kuvveti ve bu parametrelerin etki ettiği delik kalitesinin daha iyi çıkması ve kesici takımın aşınma oranının azaltılması açısından önerilebilir. Ayrıca 135° uç açısı, 118° uç açısına göre daha olumlu sonuçlar elde edilmesi sebebiyle, kesme kuvvetinin azaltılması açısından tezgah gücü tüketim maliyeti bakımından tercih sebebi olabilir.



KAYNAKLAR

1. Şahin, Y. (2003). *İmal usulleri* (Birinci Baskı). Ankara: Gazi Kitapevi.
2. Sandvik Coromant (Firm). (1994). *Modern metal cutting: a practical handbook*. (First edition). Sweden: Sandvik Coromant, 2-61.
3. Oxford, JR., Rochester, M. (1955). On the drilling of metals I- basic mechanics of process. *The American Society of Mechanical Engineers*, 77(2), 103-111.
4. Soylu, A. (2007). *Bir delme dinamometresi tasarım ve imalatı ile hss-1040 malzeme çiftinde ilerleme kuvveti ve döndürme momentinin analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
5. Kıvak, T. (2008). *Inconel 718'in delinebilirliğinin araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
6. Fernandes M., Cook C. (2006). Drilling of carbon composites using a one shot drill bit. Part I: Five stage representation of drilling and factors affecting maximum force and torque, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 46(1), 70-75.
7. Kaplan, Y. (2010). *Delik delmede farklı parametrelerin kesme kuvveti, moment, titreşim, yüzey pürüzlülüğü, aşınma ve çapak oluşumuna etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
8. Gaitonde, V.N., Karnik, S.R., Achyutha, B.T., Siddeswarappa, B. (2008). Taguchi optimization in drilling of AISI 316L stainless steel to minimize burr size using multi-performance objective based on membership function. *Journal of Materials Processing Technology*, 202(1-3), 374-379.
9. Meral, G. (2009). *AISI 1050 malzemenin delinmesinde delme parametrelerinin kesme kuvvetleri ve delik kalitesi üzerindeki etkisinin araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 15-55.
10. Ertunç, H. M., Sevim, I. (2001). Kesici takımların aşınmasını gözlemlene üzerine yapılan çalışmalar, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(1), 55-62.
11. Hashmi, K., Graham, I. D., Mill, B. (2000). Fuzzy logic based data selection for the drilling process. *Journal of Materials Processing Technology*, 108(1), 55-62.
12. Yağmur, S. (2011). *Delik delme işlemlerinde kesme parametrelerine bağlı olarak oluşan sıcaklığın deneysel olarak incelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
13. Heinemanna, R., Hinduja, S., Barrowa, G., Petuelli, G. (2006). Effect of MQL on the tool life of small twist drills in deep-hole drilling. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 46(1), 1-6.
14. Kaynak, Y. (2006). *Matkap ile delik delme esnasında kesme parametrelerinin kesme kuvveti ve sıcaklığın değişimine etkisinin deneysel olarak incelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

15. Soylu, A. (2007). *Bir delme dinamometresi tasarım ve imalatı ile hss-1040 malzeme çiftinde ilerleme kuvveti ve döndürme momentinden analiz*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
16. Kim, K.W., Ahn, T.K. (2005). Force prediction and stress analysis of a twist drill from tool geometry and cutting conditions. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, 10(1/2), 18-33.
17. Strenkowski, J.S. (2004). An analytical finite element technique for predicting thrust force and torque in drilling. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 44(12-13), 1413-1421.
18. Çakır, A. (2009). *AI 7075 VE AI 6013 Alüminyum malzemelerin delme operasyonları esnasındaki kesme parametrelerinin incelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
19. Oxford, JR., Shaw, M.C. (1955). On the drilling of metals II- the torque and thrust in drilling. *The American Society of Mechanical Engineers*, (3), 68-127.
20. Williams, R.A. (1969). Dynamic geometry of a twist drill. *International Journal Machine Tool and Manufacture*, 7(4), 253-267.
21. Radhakrishnan, T., Wu, S.M. (1981). On-Line hole quality evaluation for drilling composite material using dynamic data. *Journal of Engineering For Industry*,103(1), 119-125.
22. Rubenstein, C. (1991). The torque and thrust force in twist drilling - I.theory. *International Journal Machine Tool and Manufacture*, 31(4), 481-489.
23. Chen, Y.C., Liao, Y.S. (2003). Study on wear mechanisms in drilling of inconel 718 superalloy. *Journal of Materials Processing Technology*, 140(1-3), 269-273.
24. Choudhury, S.K., Raju G. (2000). Investigation into crater wear in drilling. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 40(6), 887-898.
25. Kaplan, S. (2012). *AISI 1045 Malzemesinin matkap ucu ile delinmesinde kaplamanın takım performansına etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
26. Bıçakçı, N. (2015). *Ti6Al4V Titanyum alaşımının delinebilirliğinin araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük.
27. Meral G. (2016). *Matkap uç ve kanal geometrisi tasarımı ve delme performansı üzerindeki etkilerinin araştırılması*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
28. Öztürk, A.R.G. (2017). *GGG50 Küresel grafitli dökme demirin delinebilirliğinin incelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük.

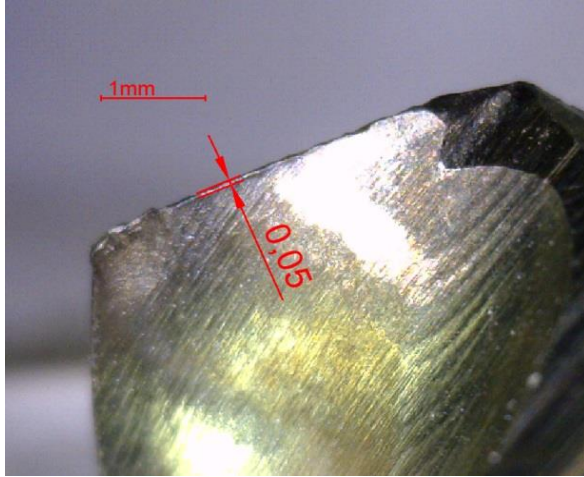
29. Shin, Y.,C., Waters, A.J. (1997). A new procedure to determine instantaneous cutting force coefficients for machining force prediction. *International. Journal of Machine Tools Manufacture*, 37(9), 1337-1351.
30. Selvam, S.V.M., Sujutha, C. (1995). Twist drill deformation and optimum drill geometry. *Indian Instuty and Technology, Computer & Structure*, 57(5), 903-914.
31. Wiriyaosol, S., Armarego, EJA. (1979). Thrust and torque prediction in drilling from a cutting mechanics approach. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 28(1), 87-91.
32. Galloway, D.F., Leicestershire (1957). Some experiments on the influence of various factor on drilling performance. *The American Society of Mechanical Engineers*, 79, 191-237.
33. Kaldor, S., Lenz, E. (1982). Drill point geometry and optimization. *The American Society of Mechanical Engineers*, 104(1), 84-90.
34. Haung, H.T., Weng, C., Chen, C.K. (1994). Analysis of clearance and rake angles along cutting edge for multifaced drills (MFD). *Journal of Engineering For Industry*, 116(8), 8-16.
35. Eggleston, D. M., Herzog, R. and Thomsen, E. G. (1959). Observations on the angle relationships in metal cutting. *ASME Journal of Engineering for Industry*, 81, 263-279.
36. Pal, A.K., Bhattacharvya, A., Sen, C.C. (1965). Investigation of the torque in drilling ductile materials. *International Journal of Machine Tool Design and Research*, 4(4), 205-221.
37. Syed, E.A., Mannan, M.A. (2004). Hole quality in drilling of annealed inconel 718. *Transactions Of The North American Manufacturing Research Institution of SME*, 32, 271-278.
38. Sandvik Coromant (Firm). (2008). *Kesici takım el klavuzu*, İsveç: Sandvik Coromant.
39. Mikell P. G. (2010). *Fundamentals of modern manufacturing, binder ready version: materials, processes, and systems*. New Jersey: Wiley.
40. Akkurt M. (1998). *Talaş kaldırma yöntemleri ve takım tezgahları*. Ankara: Birsen Yayınevi.
41. Şahin, N. (2001). *Tesviyecilik meslek teknolojisi I*. Ankara: Kozan Ofset.
42. Erdoğan, M. (2001). *Demir dışı alaşımlar. mühendislik alaşımlarının yapı ve özellikleri*. (Birinci Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, 339-372.



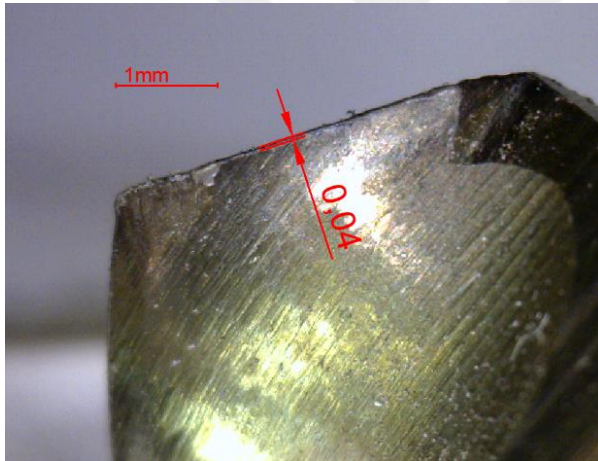


EKLER

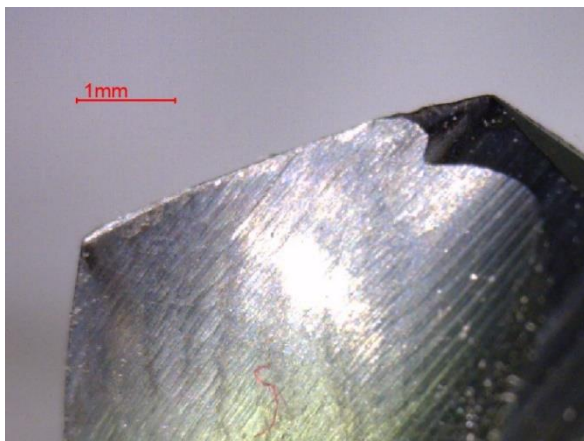
EK-1. Deney sürecinde kullanılan takımlar ve takımlardaki aşınmalar



Resim 1.1. DIN 1.2312+S malzemede 6 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı kaplamasız matkap

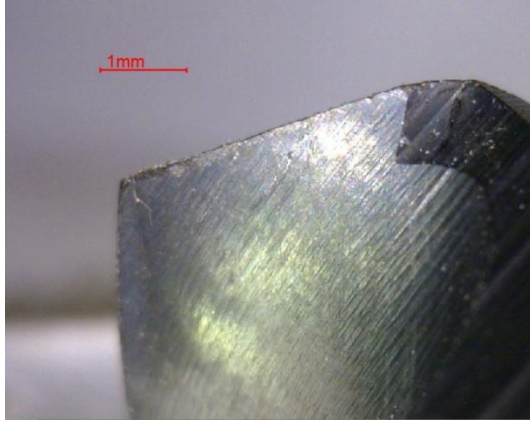


Resim 1.2. DIN 1.2312+S malzemede 6 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı kaplamasız matkap

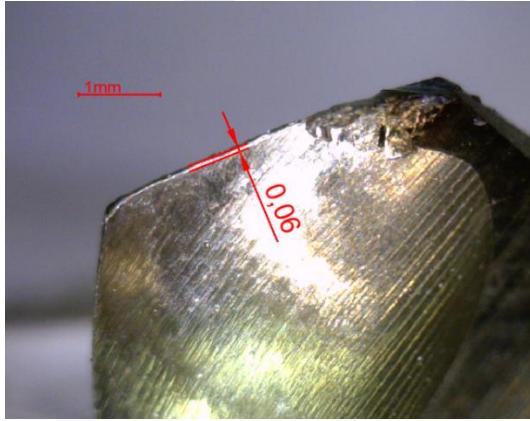


Resim 1.3. DIN 1.2312+S malzemede 6 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı TiN kaplamalı matkap

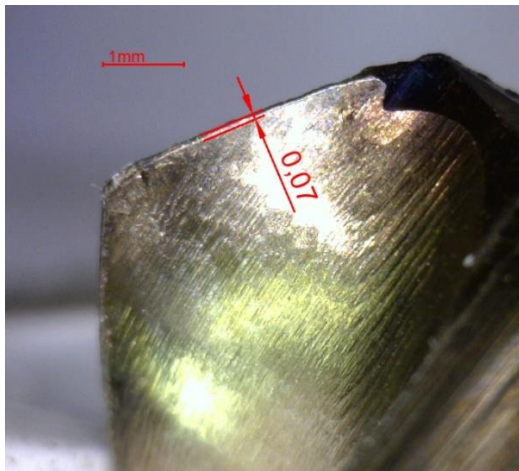
EK-1. (devam) Deney sürecinde kullanılan takımlar ve takımlardaki aşınmalar



Resim 1.4. DIN 1.2312+S malzemedede 6 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı TiN kaplamalı matkap

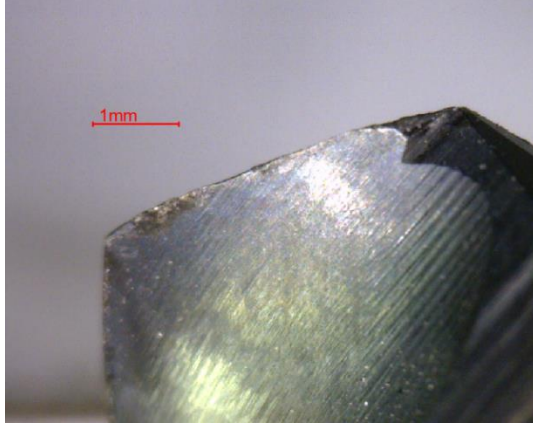


Resim 1.5. DIN 1.2312+S malzemedede 6 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı kaplamasız matkap

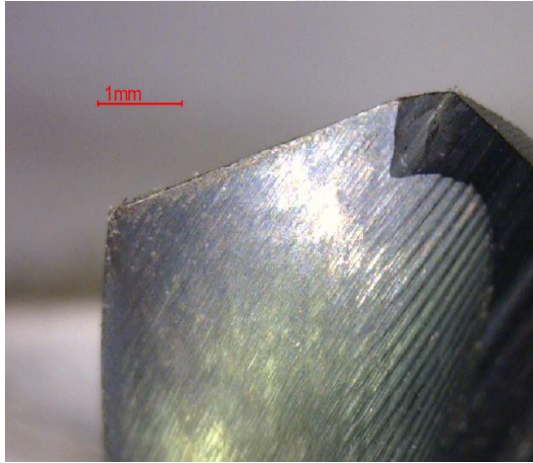


Resim 1.6. DIN 1.2312+S malzemedede 6 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı kaplamasız matkap

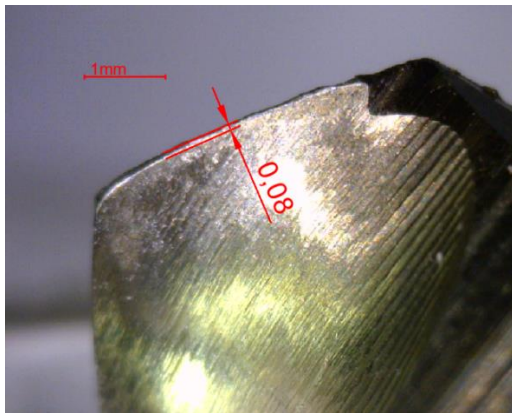
EK-1. (devam) Deney sürecinde kullanılan takımlar ve takımlardaki aşınmalar



Resim 1.7. DIN 1.2312+S malzemede 6 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı TiN kaplamalı matkap

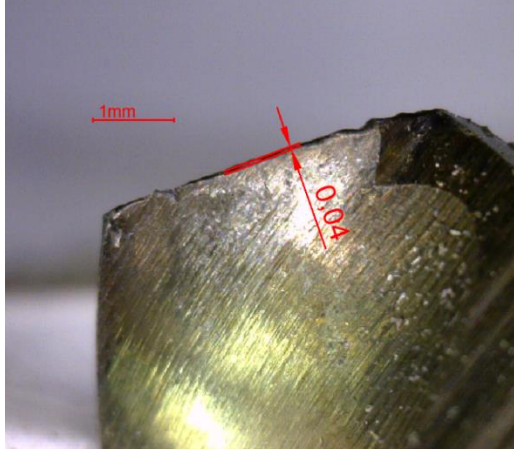


Resim 1.8. DIN 1.2312+S malzemede 6 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı TiN kaplamalı matkap

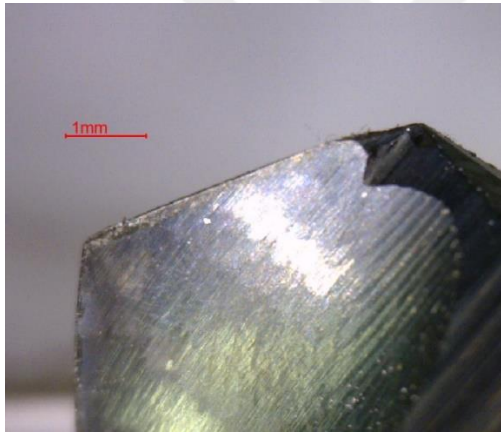


Resim 1.9. DIN 1.2312+S malzemede 6 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı kaplamasız matkap

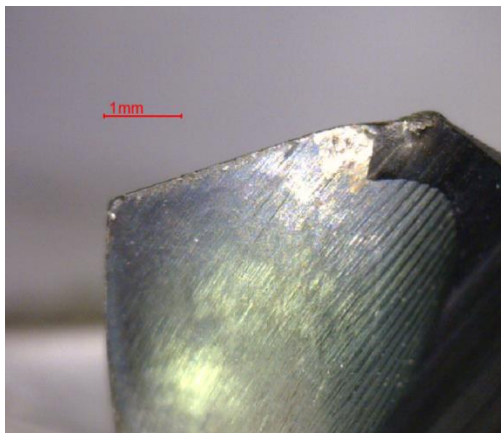
EK-1. (devam) Deney sürecinde kullanılan takımlar ve takımlardaki aşınmalar



Resim 1.10. DIN 1.2312+S malzemede 6 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı kaplamasız matkap

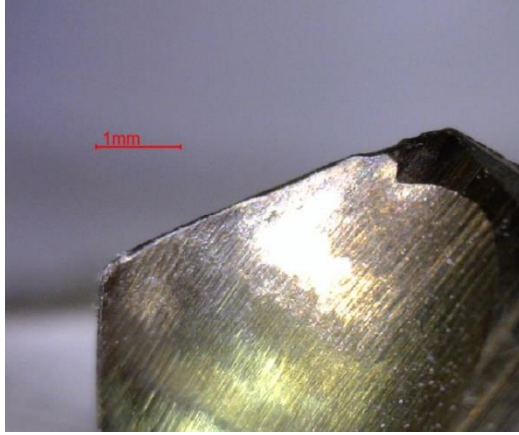


Resim 1.11. DIN 1.2312+S malzemede 6 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı TiN kaplamalı matkap

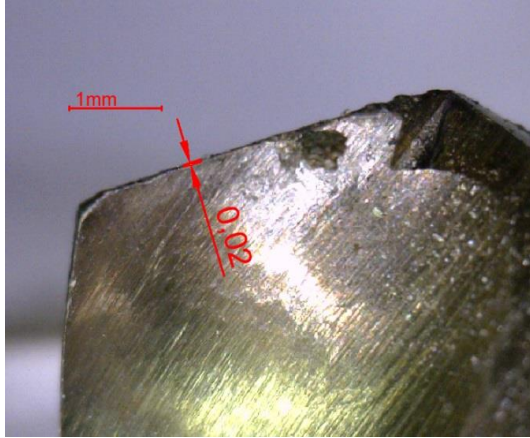


Resim 1.12. DIN 1.2312+S malzemede 6 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı TiN kaplamalı matkap

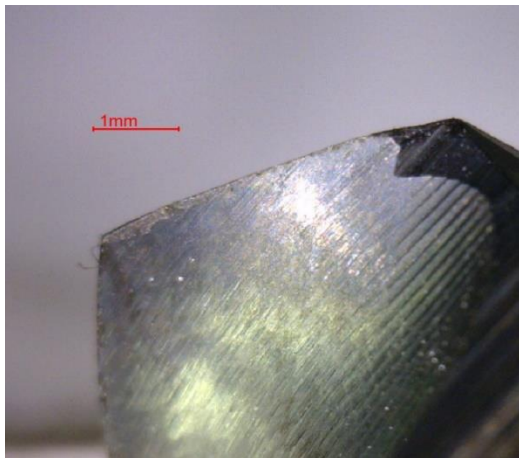
EK-1. (devam) Deney sürecinde kullanılan takımlar ve takımlardaki aşınmalar



Resim 1.13. DIN 1.2312+S malzemedede 8 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı kaplamasız matkap

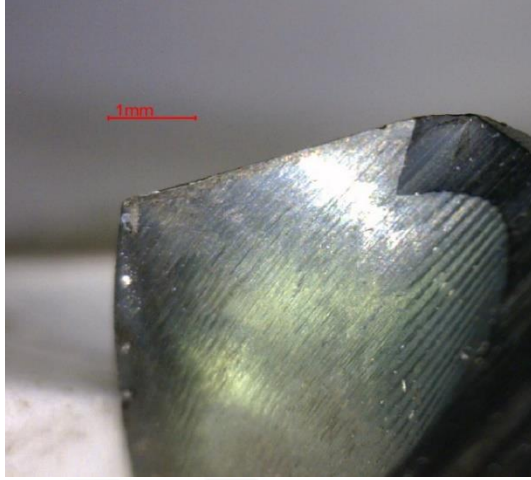


Resim 1.14. DIN 1.2312+S malzemedede 8 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı kaplamasız matkap

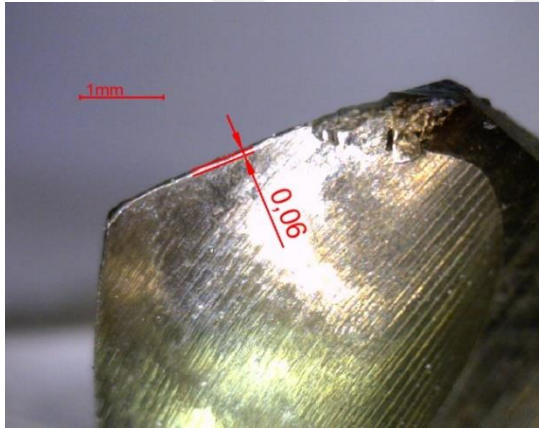


Resim 1.15. DIN 1.2312+S malzemedede 8 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı TiN kaplamalı matkap

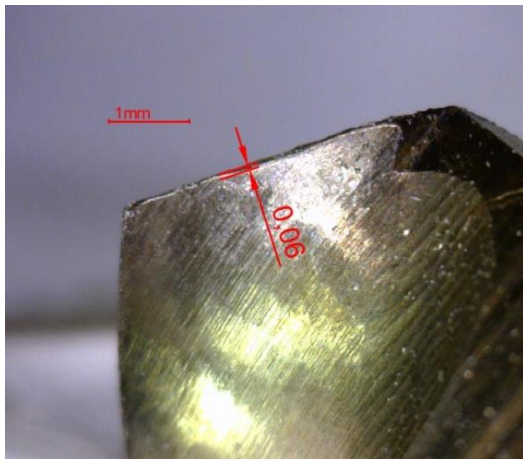
EK-1. (devam) Deney sürecinde kullanılan takımlar ve takımlardaki aşınmalar



Resim 1.16. DIN 1.2312+S malzemede 8 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı TiN kaplamalı matkap

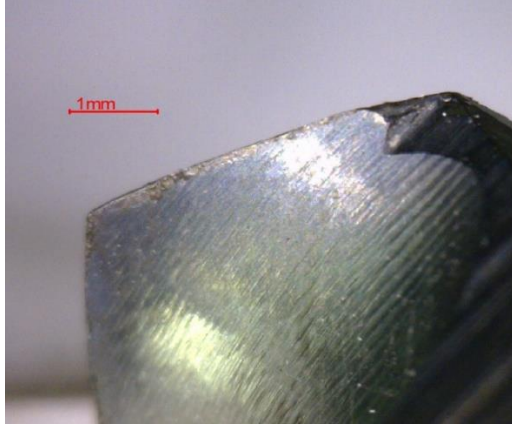


Resim 1.17. DIN 1.2312+S malzemede 8 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı kaplamasız matkap

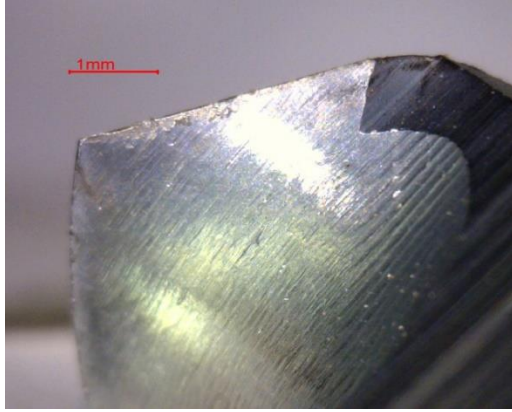


Resim 1.18. DIN 1.2312+S malzemede 8 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı kaplamasız matkap

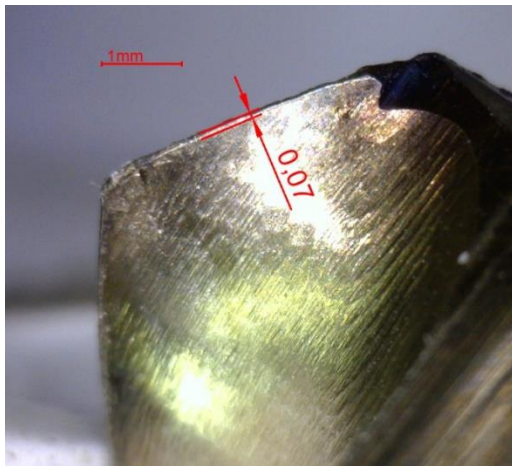
EK-1. (devam) Deney sürecinde kullanılan takımlar ve takımlardaki aşınmalar



Resim 1.19. DIN 1.2312+S malzemede 8 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı TiN kaplamalı matkap

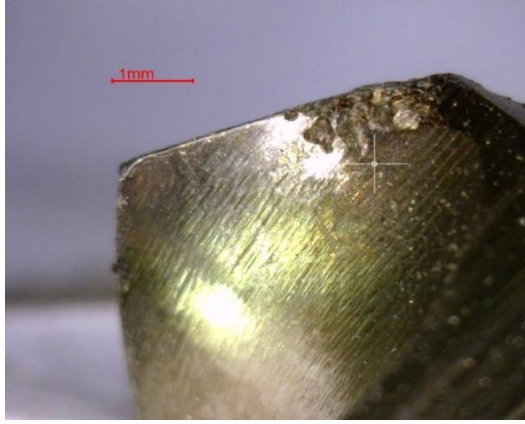


Resim 1.20. DIN 1.2312+S malzemede 8 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı TiN kaplamalı matkap

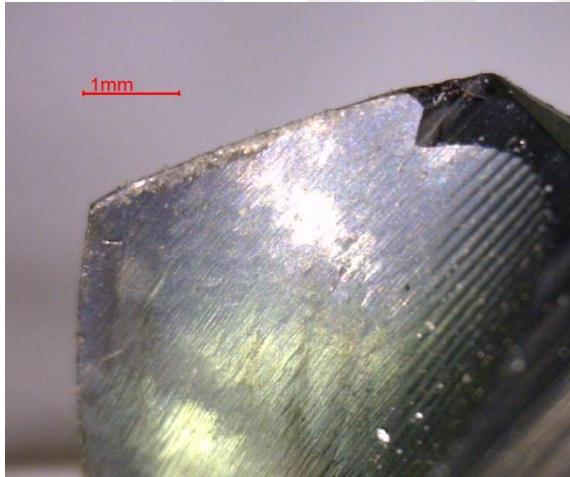


Resim 1.21. DIN 1.2312+S malzemede 8 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı kaplamasız matkap

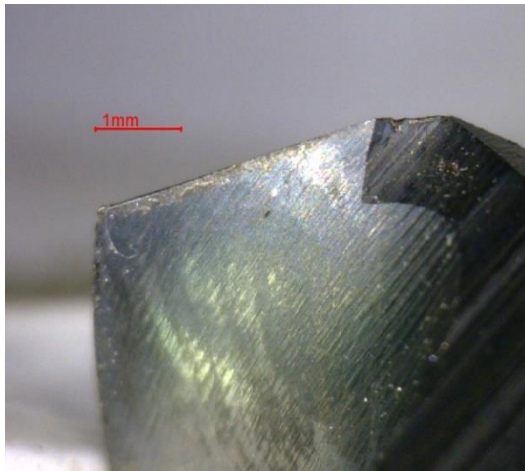
EK-1. (devam) Deney sürecinde kullanılan takımlar ve takımlardaki aşınmalar



Resim 1.22. DIN 1.2312+S malzemede 8 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı kaplamasız matkap

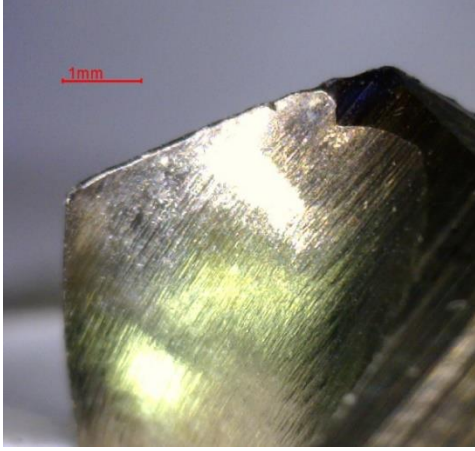


Resim 1.23. DIN 1.2312+S malzemede 8 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı TiN kaplamalı matkap

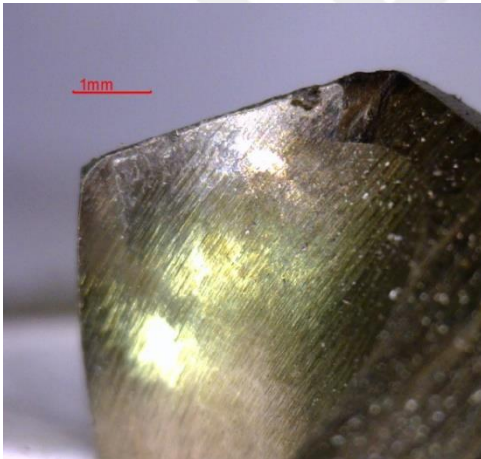


Resim 1.24. DIN 1.2312+S malzemede 8 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı TiN kaplamalı matkap

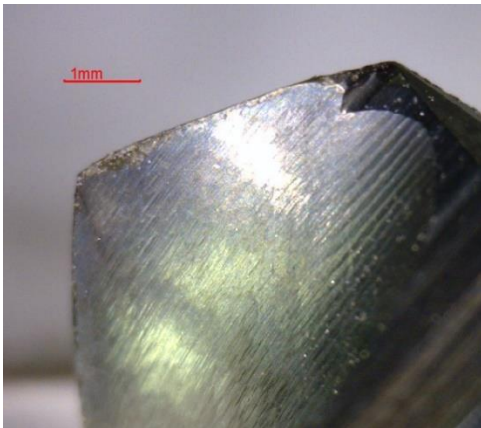
EK-1. (devam) Deney sürecinde kullanılan takımlar ve takımlardaki aşınmalar



Resim 1.25. DIN 1.2312+S malzemede 10 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı kaplamasız matkap

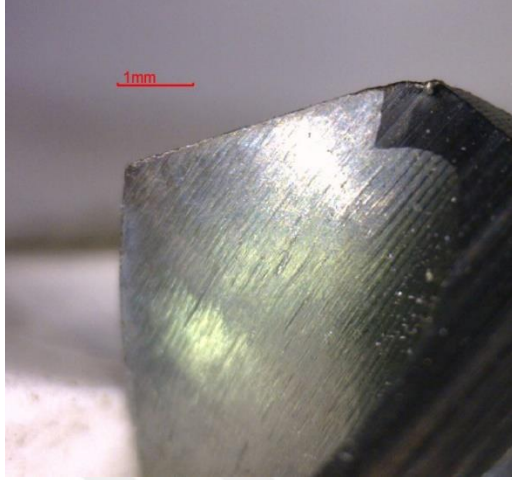


Resim 1.26. DIN 1.2312+S malzemede 10 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı kaplamasız matkap

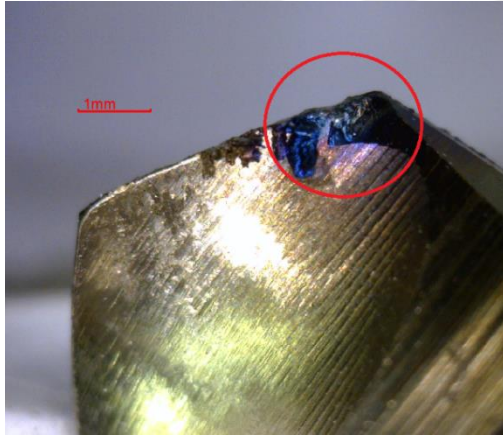


Resim 1.27. DIN 1.2312+S malzemede 10 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı TiN kaplamalı matkap

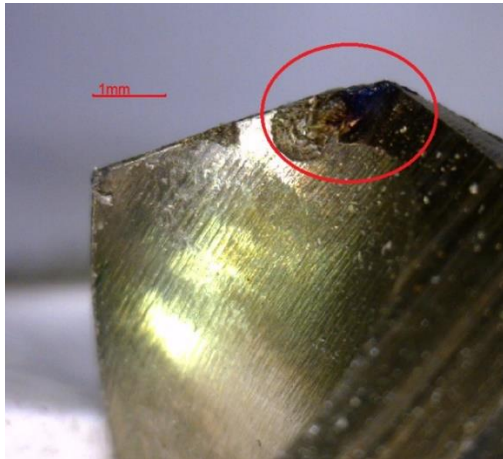
EK-1. (devamı) Deney sürecinde kullanılan takımlar ve takımlardaki aşınmalar



Resim 1.28. DIN 1.2312+S malzemede 10 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı TiN kaplamalı matkap

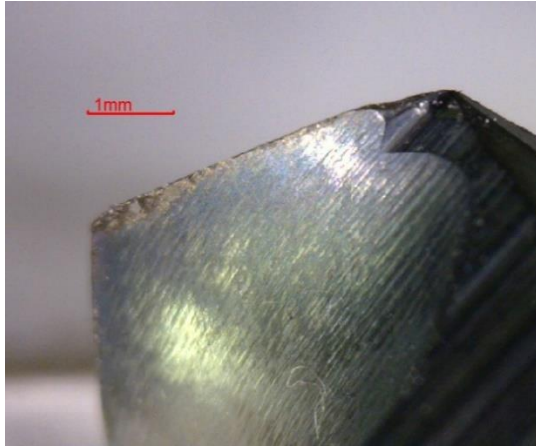


Resim 1.29. DIN 1.2312+S malzemede 10 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı kaplamasız matkap

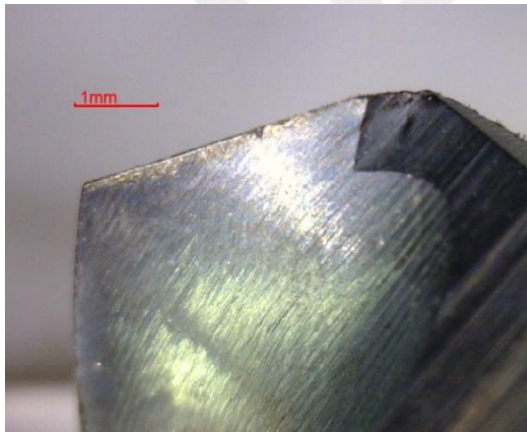


Resim 1.30. DIN 1.2312+S malzemede 10 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı kaplamasız matkap

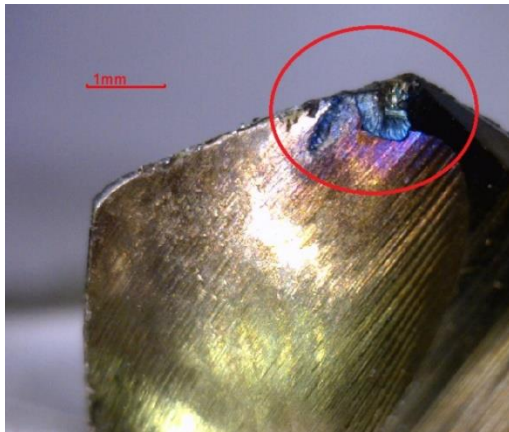
EK-1. (devam) Deney sürecinde kullanılan takımlar ve takımlardaki aşınmalar



Resim 1.31. DIN 1.2312+S malzemede 10 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı TiN kaplamalı matkap

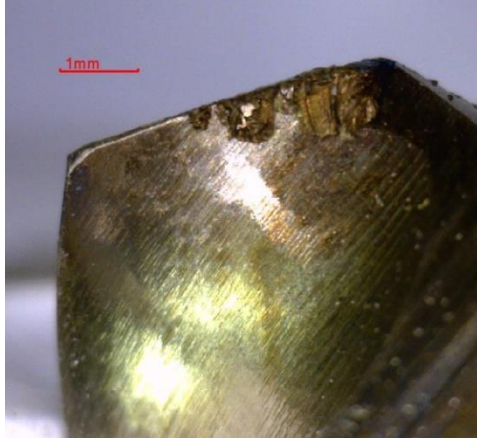


Resim 1.32. DIN 1.2312+S malzemede 10 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı TiN kaplamalı matkap

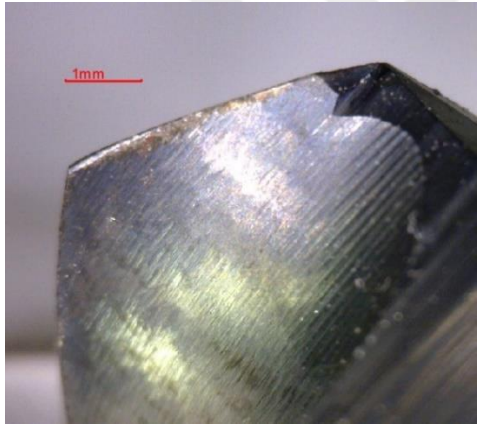


Resim 1.33. DIN 1.2312+S malzemede 10 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı kaplamasız matkap

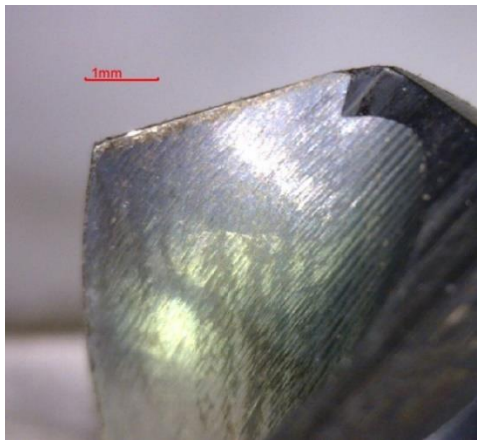
EK-1. (devam) Deney sürecinde kullanılan takımlar ve takımlardaki aşınmalar



Resim 1.34. DIN 1.2312+S malzemede 10 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı kaplamasız matkap

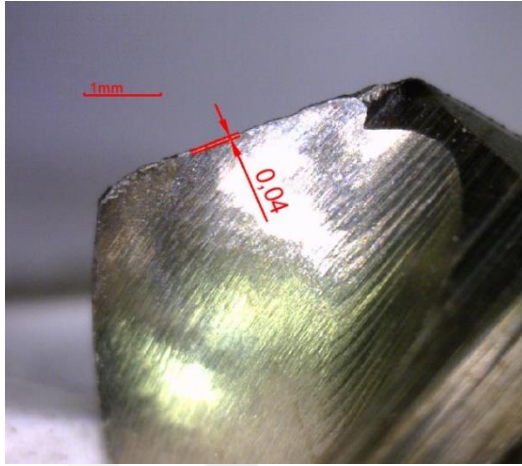


Resim 1.35. DIN 1.2312+S malzemede 10 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç açılı TiN kaplamalı matkap

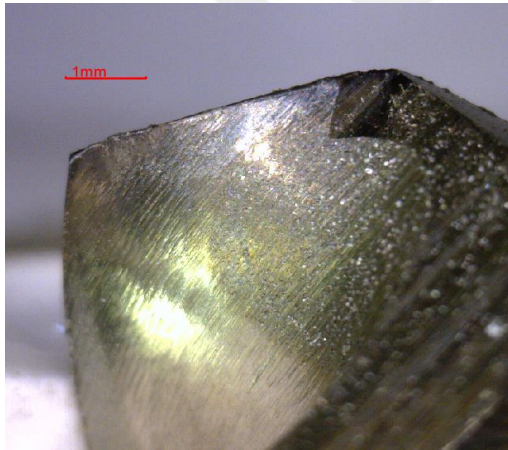


Resim 1.36. DIN 1.2312+S malzemede 10 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç açılı TiN kaplamalı matkap

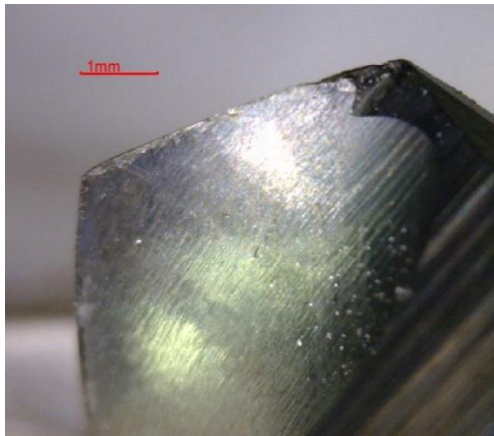
EK-1. (devam) Deney sürecinde kullanılan takımlar ve takımlardaki aşınmalar



Resim 1.37. DIN 1.2312+S malzemede 12 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç kaplamasız matkap

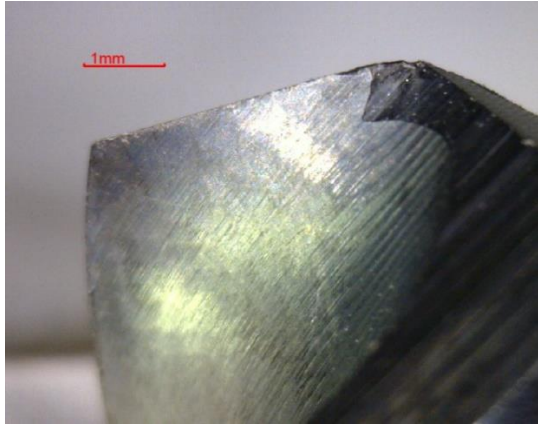


Resim 1.38. DIN 1.2312+S malzemede 12 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° uç kaplamasız matkap

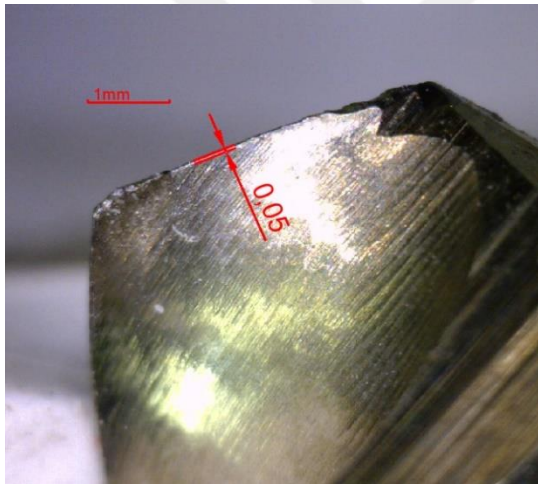


Resim 1.39. DIN 1.2312+S malzemede 12 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° uç TiN kaplamalı matkap

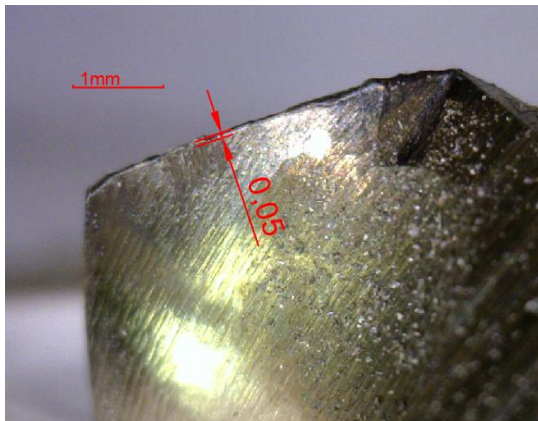
EK-1. (devam) Deney sürecinde kullanılan takımlar ve takımlardaki aşınmalar



Resim 1.40. DIN 1.2312+S malzemede 12 m/dak kesme hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° TiN kaplamalı matkap

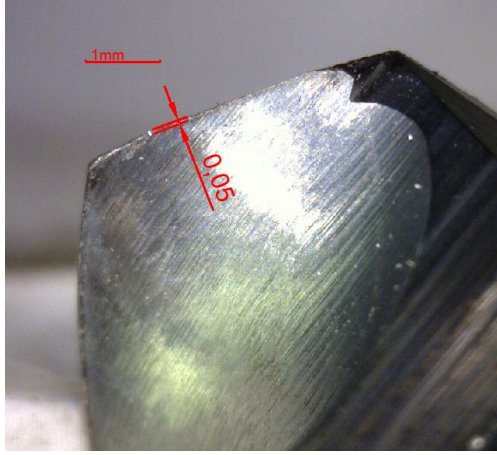


Resim 1.41. DIN 1.2312+S malzemede 12 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° kaplamasız matkap

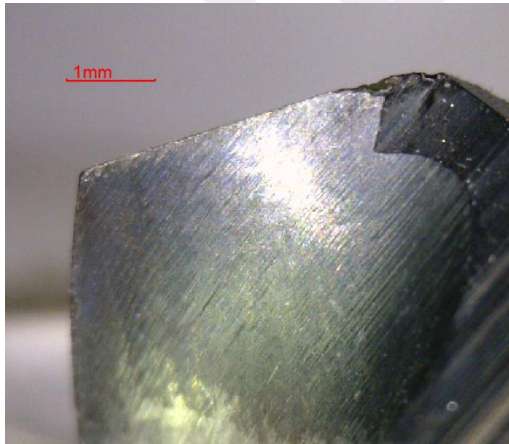


Resim 1.42. DIN 1.2312+S malzemede 12 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° kaplamasız matkap

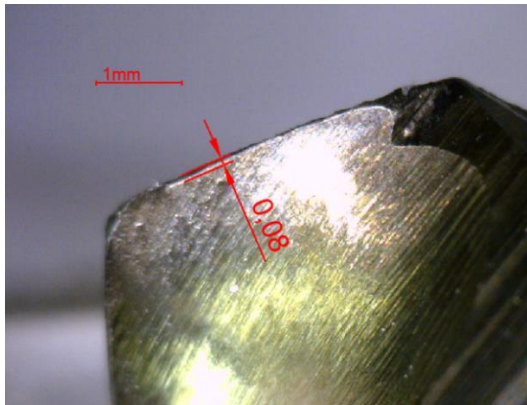
EK-1. (devam) Deney sürecinde kullanılan takımlar ve takımlardaki aşınmalar



Resim 1.43. DIN 1.2312+S malzemede 12 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° TiN kaplamalı

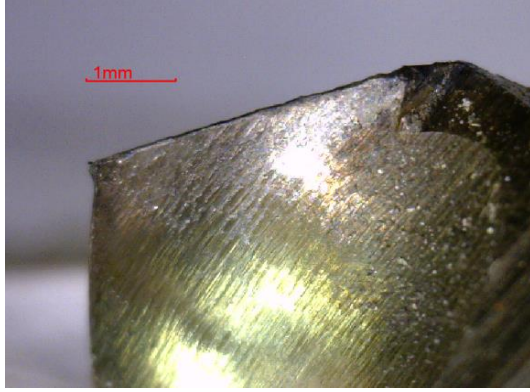


Resim 1.44. DIN 1.2312+S malzemede 12 m/dak kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° TiN kaplamalı matkap

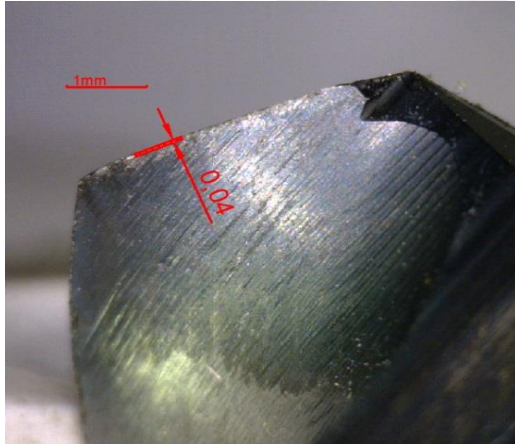


Resim 1.45. DIN 1.2312+S malzemede 12 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° kaplamasız matkap

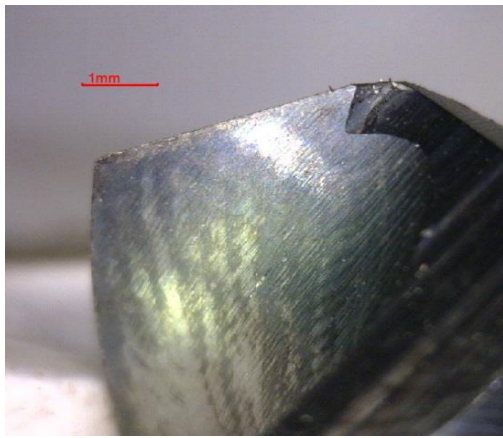
EK-1. (devam) Deney sürecinde kullanılan takımlar ve takımlardaki aşınmalar



Resim 1.46. DIN 1.2312+S malzemede 12 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° kaplamasız matkap



Resim 1.47. DIN 1.2312+S malzemede 12 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 118° TiN kaplamalı matkap



Resim 1.48. DIN 1.2312+S malzemede 12 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerleme ile delik delmede kullanılan 8 mm çaplı 135° TiN kaplamalı matkap

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : YÜKSEL, Tuğçe
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 01.01.1990, Ankara
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (505) 927 43 33
 e-mail : tgcekoca@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi / İmalat Mühendisliği	Devam ediyor
Lisans	Karabük Üniversitesi / Makine Mühendisliği	2014
Lise	Çankaya Anadolu Lisesi	2008

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2018-Halen	Gökçek Grup A.Ş.	Kalite Kontrol Müdürü
2016-2018	Digitest Savunma ve Havacılık A.Ş..	Proje Yöneticisi
2015-2016	Elektromed A.Ş.	Kalite Yöneticisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Yüksel, T., Bayraktar, Ö., Uzun, G., Korkut, İ., (2008). *AISI P20+S (DIN 1.2312) Kalıp çeliğinin delinmesinde kaplama ve matkap uç açısının kesme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisinin incelenmesi*. Uluslararası Bilim ve Eğitim Kongresi (UBEK), Afyonkarahisar.

Hobiler

Kitap Okumak, Balık Tutmak



GAZİ GELECEKTİR..