

**T.C.**

**TRAKYA ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Kesici Takım, Kesme Hızı ve Malzeme Cinsinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkilerinin  
Araştırılması**

**MEHMET CEVİZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Tez Danışmanı: Yrd.Doç.Dr. Cenk MISIRLI**

**EDİRNE-2015**

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü onayı



Prof. Dr. Mustafa ÖZCAN  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylıyorum.



Prof. Dr. Taner TIMARCI  
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tez tarafımca (tarafımızca) okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



Yrd. Doç. Dr. Cenk MISIRLI  
Tez Danışmanı

Bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından Makina Mühendisliği Anabilim Dalında bir Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Prof. Dr. Yılmaz ÇAN

Yrd. Doç. Dr. Cenk MISIRLI

Yrd. Doç. Dr. Olcay EKŞİ



Tarih: 25/11/2015

**T.Ü. FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**  
**DOĞRULUK BEYANI**

İlgili tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını beyan ederim.

28/10/2015

Mehmet CEVİZ

**T.Ü. FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**DOĞRULUK BEYANI**

İlgili tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını beyan ederim.

28/10/2015

Mehmet CEVİZ

Yüksek Lisans Tezi

Kesici Takım, Kesme Hızı ve Malzeme Cinsinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkilerinin

Araştırılması

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Makina Mühendisliği Anabilim Dalı

## ÖZET

Yapılan tezde mekanik ve kimyasal özellikleri belirlenmiş Ç1050 imalat çeliği üç farklı kesme hızı (100,180,280 m/dak), üç farklı talaş derinliği (1,1,5,2mm), üç farklı ilerleme(0,1-0,2-0,3 mm/dev) miktarları sabit tutularak üç farklı kesici takım (TCMX-WF, TCMT-PF, TCMT-MF) ile toplam 81 numune ayrı ayrı işlenmiştir. Elde edilen pürüzlülük değerleri ölçülerek kesici uçların aşınma miktarları mikroskop ile incelenmiştir. Böylece malzemeye uygun kesici takım, ilerleme, kesme hızı, talaş derinliği belirlenmiştir. Ayrıca takım ömrü ve yüzey pürüzlülük değerleri ölçülmüştür. Kesme hızı-talaş derinliği-ilerleme grafikleri oluşturularak malzemeye uygun kesme hızı ve paso miktarı seçimi yapılmıştır. Yapılan çalışmada elde edilen değerler doğrultusunda kesici takım tasarımı ve üretimi için bir veri tabanı oluşturulması amaçlanmıştır.

Kesme hızının belirli bir seviyenin (Bu araştırma için 160m/dak) üzerine çıkması kaplamasız kesici takımlarda yüzey pürüzlülüğü arttırırken, kaplamalı karbür kesici takım için daha yüksek kesme hızları ile yüzey pürüzlülüğü daha da düşmektedir. Bu çalışmada kaplamasız takım ile en iyi yüzey kalitesi 160 m/dak ile elde edilirken; kaplamalı karbür takım ile 280 m/dak ile elde edilmiş ve buradaki yüzey kalitesi kaplamasız takıma oranla oldukça iyidir.

Talaşlı imalat esnasında Kesici takım, birikinti talaş, aşınma, çentik, aşırı ısı oluşumu ve titreşim yüzey pürüzlülüğünü arttıran etmenler olarak belirlenmiştir.

Yıl : 2015

Sayfa Sayısı : 91

Anahtar Kelimeler : Kesici Takım, Kesme Hızı, Talaş Derinliği, Yüzey Pürüzlülüğü

Master's Thesis

Investigation of the Effects of Cutting Tool, Cutting Speed and Material Type on Surface Roughness

Trakya University Institute of Graduate Studies in Science and Engineering

Department of Mechanical Engineering

### **ABSTRACT**

In this study, the manufacturing steel (Ç1050) that known mechanics and chemical properties three different cutting speeds (100,180,280 m/min), three different cutting depths (1, 1.5, 2 mm), three different feed rates (0.1, 0.2, 0.3 mm/dev) and with three different cuttings was processed. In this experiment, total 81 pieces were turned. Surface roughnesses that found were measured and wearing rate of cutting tools was investigated. In this way , tool life and optimum cutting tool for materials was determined.The graph was drawn associated with cutting tool, feed rate, cutting speed, depth of cut so optimum cutting speed and depth of cut was chosen for material. In result of this study, we planed to constitute a database for cutting tool design and production.

When the cutting speed increased to over of determined a speed (for his study 160 m/dak), in mill-finish cutting tools surface roughness was increased. On the other hand, in plated cutting tools surface roughness was decreased. In this study, with mill finish cutting the best surface quality with 160 m/min cutting speed was accured. Also the best surface quality with plated carbide tool in 280 m/min cutting speed was accured. Surface quality that was acured with was plated carbide tool is better than surface quality which was acured with mill-finish cuttuing tool.

As a result, during machining cutting tool, resudial shavings notch, high temperature and vibration are factors which increase surface roughness.

Year : 2015

Number of Pages : 91

Keywords: Cutting tool, Cutting Speed, Surface Roughness, Depth of Cut

## **TEŞEKKÜR**

Tez araştırmanın konusu, deneysel çalışmalarının yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu katkılarından dolayı tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Cenk MISIRLI (Trakya Üniversitesi)' ya;

Tez çalışması boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen Trakya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi'nin değerli öğretim üyelerine, çalışma arkadaşlarıma ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmasına, tezde kullanılan kaynaklara, kullanılan araştırma olanaklarının kurulmasına ve çalışmasına; doğrudan veya dolaylı yoldan emeği geçen herkese sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışması Trakya Üniversitesi BAP birimi tarafından 2015/34 numaralı proje ile desteklenmiştir. Proje desteği için Trakya Üniversitesi BAP birimine teşekkürlerimi sunarım.

Mehmet CEVİZ

# İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
SEMBOL LİSTESİ.....	vii
TABLO LİSTESİ .....	viii
ŞEKİL LİSTESİ .....	ix
1. GİRİŞ .....	1
2. İŞLENEBİLİRLİK .....	2
2.1 İşlenebilirliğin Önemi .....	2
2.2 İşlenebilirliği Etkileyen Faktörler .....	4
2.3 Talaş oluşumu ve Talaşlı İmalat.....	4
2.3.1 Talaş Tipleri .....	10
2.3.1.1 Devamlı Talaş .....	10
2.3.1.2 Süreksiz Talaş .....	11
2.3.1.3 Bölmeli Talaş .....	11
2.3.1.4 Yığıntılı Talaş .....	12
2.4 Kesme Yükleri .....	12
2.5 Kesici Takım Aşınması ve Kesici Takım Ömrü .....	14
2.5.1 Kesici Takımların Aşınmasını Etkileyen Unsurlar .....	16
2.5.1.1 Mekanik Yük Unsurları .....	16



2.5.1.2 Isıl ( Termal ) Yük Unsurları .....	16
2.5.1.3 Kimyasal Yük Unsurları .....	17
2.5.1.4 Aşındırıcı unsurlar .....	17
2.6. Kesici Takımlarda Ortaya Çıkan Aşınma Tipleri .....	18
<b>3. YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ .....</b>	<b>29</b>
3.1 Yüzey Pürüzsüzlüğünün Önemi ve Tanımı .....	29
3.2 Yüzey Kalitesini Olumsuz Yönde Etkileyen Faktörler .....	31
3.3 Yüzey Kalitesine Kesme Yüklerinin Etkileri .....	31
3.4 Kesici Takımda Oluşan Malzeme Kayıplarının Yüzey Kalitesine Etkileri .....	32
3.5 Kesme Kuvvetlerinin Yüzey Pürüzsüzlüğüne Etkisi .....	32
3.6 Kesici Takım Köşe Radyüsünün ve Kesme Hızının Etkisi .....	32
3.7 Tornalama İşlemlerinde Yüzey Pürüzsüzlüğünün İncelenmesi .....	34
3.8 Tornada Talaşlı İmalatta Kesme Verilerinin Yüzey Kalitesine Etkileri .....	35
3.9 Yüzey Kalitesinin Değişik Kesme Hızlarındaki Değişimi .....	36
3.10 Kesici Ucu ve Ortamdan Kaynaklı Titreşimin Pürüzlülüğe Etkileri .....	38
3.11 Yüzey Pürüzlülük Değerinin Belirlenmesi .....	38
<b>4. KESİCİ TAKIM, KESME HIZI ve MALZEME CİNSİNİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ .....</b>	<b>43</b>
4.1 Deney Numuneleri ve Özellikleri .....	43
4.2 Kesici Takım, Tezgâh ve Yüzey Pürüzlülüğü Ölçme Aleti .....	44
4.2.1 Kesici Takım Seçimi ve Özellikleri .....	44
4.2.2 Takım Tezgâhı ve Özellikleri .....	47
4.2.3 Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Aleti .....	50

<b>4.3</b> Deneş Numunelerinin Hazırlanması ve Parametrelerin Seçimi .....	<b>50</b>
<b>4.4</b> Paso Miktarı(Kesme Derinliği) Sabit Tutularak Kesici Takım, Kesme Hızı ve İlerlemeye Bağlı Olarak Yüzey Pürüzlüğündeki Değişim .....	<b>52</b>
<b>4.5</b> İlerleme Sabit Tutularak Kesici Takım, Kesme Hızı ve Talaş Derinliğine Bağlı Olarak Yüzey Pürüzlülüğündeki Değişim .....	<b>63</b>
<b>4.6</b> Kesme Hızı Sabit Tutularak Kesici Takım, İlerleme Miktarı ve Talaş Derinliğine Bağlı Olarak Yüzey Pürüzlülüğündeki Değişim .....	<b>72</b>
<b>5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER</b> .....	<b>83</b>
<b>5.1</b> Sonuçlar .....	<b>83</b>
<b>5.2</b> Öneriler .....	<b>86</b>
<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>88</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>91</b>

## SEMBOL LİSTESİ

<b>F<sub>c</sub></b>	Esas kesme Kuvveti
<b>F<sub>f</sub></b>	İlerleme Kuvveti
<b>F<sub>r</sub></b>	Radyak Kuvvet
<b>T</b>	Sıcaklık
<b>R<sub>p</sub></b>	Düzeltilmiş Derinlik
<b>m</b>	Metre
<b>min</b>	Dakika
<b>mm</b>	Milimetre
<b>V</b>	Kesme Hızı
<b>f</b>	İlerleme
<b>vb</b>	Ve Benzeri
<b>R<sub>t</sub></b>	Pürüzlülük Derinliği
<b>R<sub>a</sub></b>	Pürüzlülük Ortalaması
<b>F<sub>v</sub></b>	İlerleme Yüğü
<b>F<sub>r</sub></b>	Eksene Dik Yüğü
<b>F<sub>s</sub></b>	Kesme Yüğü
<b>£</b>	Radyüs Çapı
<b>R</b>	Maksimum Yüzey Pürüzlülük Değeri
<b>µ</b>	Mikron

## TABLO LİSTESİ

Tablo 4.1: Deney Numunelerinin Kimyasal Bileşimi (% Ağırlık) .....	43
Tablo 4.2: Deney Numunelerinin Mekanik Özellikleri .....	43
Tablo 4.3: FEMKO HL-25 Cnc Torna Tezgahının Teknik Özellikleri .....	48
Tablo 4.4:TCMX-WF Uçun Sabit Kesme Derinliğinde Yüzey Pürüzlülük Değerleri .....	53
Tablo 4.5: TCMT-PF Uçun Sabit Kesme Derinliğinde Yüzey Pürüzlülük Değerleri .....	58
Tablo 4.6: TCMT-PF Uçun Sabit Kesme Derinliğinde Yüzey Pürüzlülük Değerleri .....	61
Tablo 4.7: TCMX-WF Uçun Sabit İlerlemede Yüzey Pürüzlülük Değerleri .....	64
Tablo 4.8: TCMT-PF Uçun Sabit İlerlemede Yüzey Pürüzlülük Değerleri .....	67
Tablo 4.9: TCMT-MF Uçun Sabit İlerlemede Yüzey Pürüzlülük Değerleri .....	70
Tablo 4.10: TCMX-WF Uçun Sabit Kesme Hızında Yüzey Pürüzlülük Değerleri .....	73
Tablo 4.11: TCMT-PF Uçun Sabit Kesme Hızında Yüzey Pürüzlülük Değerleri.....	76
Tablo 4.12: TCMT-MF Uçun Sabit Kesme Hızında Yüzey Pürüzlülük Değerleri .....	79

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1: İşlenebilirliği Etkileyen Faktörler .....	4
Şekil 2.2: Talaş Kaldırma İşlemi .....	5
Şekil 2.3: Kesme Esnasında Oluşan Sıcaklıklar .....	6
Şekil 2.4: Ortogonal Kesme .....	7
Şekil 2.5: Oblik (Eğik) Kesme .....	7
Şekil 2.6: Kesici Uç /İş Numunesi Modeli .....	8
Şekil 2.7: Talaş Oluşumu .....	9
Şekil 2.8: Yığıntı Talaş .....	12
Şekil 2.9: Kesme Kuvvetinin Bileşenleri .....	13
Şekil 2.10: Kesici Takım Yüzeyinde Gerilme Dağılımları .....	14
Şekil 2.11: Kesici Takıma Etki Eden Kesme Kuvvetleri .....	15
Şekil 2.12: Aşınma Mekanizmaları .....	18
Şekil 2.13: Krater Oluşumu .....	19
Şekil 2.14: Aşınma Tipleri .....	21
Şekil 2.15: Aşınma Tipleri .....	22
Şekil 2.16: Yüzey Pürüzlülük Değerleri .....	28
Şekil 3.1: Kesme Hızı ve Radyüsün Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi .....	33
Şekil 3.2: Sıcak ve Soğuk İşlem Çeliklerinde Değişim .....	36
Şekil 3.3: Kesme Hızının Pürüzlülüğe Etkisi .....	37
Şekil 3.4: Kesme Parametrelerinin Farklı Malzemeler Üzerinde Etkileri .....	37

Şekil 3.5: Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Aleti .....	39
Şekil 3.6: Yüzey Pürüzlülük Ölçümü .....	39
Şekil 3.7: Ortalama Yüzey Pürüzlülüğünün Hesaplanması .....	40
Şekil 3.8: Pürüzlülük Ölçümünde Parametreler .....	41
Şekil 3.9: Kesici Takım Konumları .....	41
Şekil 3.10: Yüzey Pürüzlülük Şekilleri .....	42
Şekil 4.1: KTCMX-WF Kesici Uç Ölçüleri ve Şekli .....	44
Şekil 4.2: KTCMX-WF Giriş Açısı(İlerleme Açısı) $91^{\circ} -(-1)^{\circ}$ .....	44
Şekil 4.3: KTCMX-WF Sağ Yan Kalem .....	45
Şekil 4.4: TCMT-PF Kesici Uç Ölçüleri ve Şekli .....	45
Şekil 4.5: TCMT-PF Giriş Açısı(İlerleme Açısı) $91^{\circ} -(-1)^{\circ}$ .....	45
Şekil 4.6: TCMT-PF Sağ Yan Kalem .....	46
Şekil 4.7: TCMT-MF Kesici Uç Ölçüleri ve Şekli .....	46
Şekil 4.8: TCMT-MF Giriş Açısı(İlerleme Açısı) $91^{\circ} -(-1)^{\circ}$ .....	46
Şekil 4.9: TCMT-PF Sağ Yan Kalem.....	47
Şekil 4.10: Takım Tutucu .....	47
Şekil 4.11: Kullanılan Torna Tezgâhı .....	49
Şekil 4.12: İşleme Anından Bir Görüntü .....	49
Şekil 4.13: İşlenmeden Önce Deney Numuneleri .....	51
Şekil 4.14: İşlenmiş Deney Numuneleri .....	51
Şekil 4.15: Kesme Hızı ve İlerlemeye Bağlı Yüzey Pürüzlülük Değerleri .....	54
Şekil 4.16: Kaplamasız Kesicilerde Oluşan Aşınmanın Pürüzlülüğe Etkisi .....	55

Şekil 4.17: a) Çentik ve Yanak Aşınması .....	56
Şekil 4.17: b) Kesici Ucun Üst Görüntüsü .....	56
Şekil 4.18: a) Çentik Aşınması .....	56
Şekil 4.18: b) Uçta Aşınma .....	56
Şekil 4.18: c) Yanak Aşınması .....	56
Şekil 4.19: Kesme Hızı ve İlerlemeye Bağlı Yüzey Pürüzlülük Değerleri .....	59
Şekil 4.20: Kesme Hızı ve İlerlemeye Bağlı Yüzey Pürüzlülük Değerleri .....	62
Şekil 4.21: Kesme Hızı ve Kesme Derinliğine Bağlı Yüzey Pürüzlülük Değerleri .....	65
Şekil 4.22: Kesme Hızı ve Kesme Derinliğine Bağlı Yüzey Pürüzlülük Değerleri .....	68
Şekil 4.23: Kesme Hızı ve Kesme Derinliğine Bağlı Yüzey Pürüzlülük Değerleri .....	71
Şekil 4.24: İlerleme ve Kesme Derinliğine Bağlı Yüzey Pürüzlülük Değerleri .....	74
Şekil 4.25: İlerleme ve Kesme Derinliğine Bağlı Yüzey Pürüzlülük Değerleri .....	75
Şekil 4.26: İlerleme ve Kesme Derinliğine Bağlı Yüzey Pürüzlülük Değerleri .....	80
Şekil 4.27: Çentik ve Yanak Aşınması .....	81
Şekil 4.28: Birikinti Talaş ve Yanak Aşınması .....	82

# 1. BÖLÜM

## GİRİŞ

Talaşlı imalat operasyonlarında kullanılan kesici takımların işlenen yüzey kalitesine etkisi oldukça fazladır. Bu yüzden kullanılan malzemeye bağlı olarak kesici ucun belirlenebilmesi önem kazanmaktadır. Farklı kesici uçlar kullanılarak çeşitli malzemelerin işlenebilirliği ve yüzey kalitesindeki değişimin belirlenmesi talaşlı şekil verme işlemlerinde oldukça önemli bir problemdir. Ayrıca kesme hızının ve yüzey paso miktarlarının da yüzey kalitesine etkisi büyüktür. Farklı kesme hızı ve paso miktarlarının malzemenin yüzey kalitesine etkileri kesici uç ve keme hızları belirlenebilmesi oldukça karmaşık bir problemdir.

Daha önceden dövme, dökme, haddeleme ile üretilen metal ürünlerin %79'dan fazla miktarı son şekil ve ölçülerine talaşlı üretim yöntemleriyle tamamlanırlar. Talaşlı işlem sırasında işleme parametreleri uygun seçilmez ise, kesici takımlar hızlı aşınma ve deformasyon gibi sebepler ile kısa zamanda işlevini kaybeder ve takım kırılmasına neden olur. Eğer malzemenin işlenebilirlik özellikleri güzel tespit edilmez ise cihazların gereksiz çalışması, ürün ebatlarında bozulma ya da yüzey pürüzlülüğünün artmasıyla ikincil bir operasyon gerektirecek derecede yetersizlik gibi birçok ekonomik kayıplara neden olur. Bu çalışmada Sandvik marka TCMX-VF, TCMT-PF, TCMT-MF kesici uçlar ile üçer farklı kesme hızı, ilerleme miktarı, talaş derinliği belirlenerek Ç1050 imalat çeliğinin yüzey pürüzlülüğü incelenecektir. Ayrıca kesici uçlarda meydana gelen aşınmalar elektron mikroskopuyla gözlemlenecektir.

Tez çalışması giriş bölümü dâhil olmak üzere 5 ana bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde işlenebilirlik hakkında genel bilgiler verilmiş olup üçüncü bölümde yüzey pürüzlülüğü konuları açıklanmıştır. Dördüncü bölümde deneysel çalışmalar yapılmış olup, beşinci bölümde ise yapılan deneylerin sonuçları ve ortaya çıkan parametrelerle literatür kıyaslaması yapılmıştır.



## 2. BÖLÜM

### İŞLENEBİLİRLİK

#### 2.1 İşlenebilirliğin Önemi

Talaşlı üretim sanayinde çözülmeye çalışılan temel problemlerden biri işlenebilirliktir. Tüm üreticiler üretmek istediği ürünleri nasıl daha ucuz ve daha kısa sürede kaliteli imal edebilirim problemine çözüm aramaktadır. İşlenebilirlik tam olarak tanımlanamamakla birlikte literatürde farklı tanımlara rastlanmaktadır. Üretim için yapılan bu tanımlamalar ışığında işlenebilirlik; kesicinin malzemeyi kesebilme ve işlenecek malzemenin de kesilebilme kabiliyetlerinin birleşimidir.

İşlenebilirliğin standart hale getirilmiş çeşitli özelliklere göre açıklanması aşırı zor olduğunu belirterek, İşlenebilirliği özellikle işlenecek malzemenin, kesici bir takım ile istenilen şekle getirilmesindeki işlenebilme kabiliyeti olarak tanımlamışlardır. Metal bir parçanın metalürjisi, katık elemanları, ısıl işlemi, artık gerilmeler, yüzey tabakası vb. malzeme özelliklerinin yanında; kesici takımın kesici yüzey özellikleri, takım bağlama şekli, kullanılan tezgâh ve rijitliği, işleme yöntemi, işleme koşulları da bir o kadar önemli etkiye sahiptir. Talaşlı işlenebilirlik, malzemeyi istenilen ürün haline getirilmesi sırasında parçadan talaş kaldırma hafifliği veya ağırlığıdır.

Farklı ölçü ve özelliklerdeki birçok malzemeler üstünde kesici uçların geometrik kabiliyetlerinin ölçümü, kesici takım tasarımı ve geliştirilmesi yönünden önemlidir.

Modern işleme yöntemleri, takım değiştirme maliyetini ve süresini minimuma indirmeyi ve seri üretim alanlarında her yönlü kullanmayı amaçlamaktadır. Yapılan deney çalışmalarının büyük bir bölümü bu hedefe ulaşmak için gerçekleştirilmekte ve işlenebilirlik deneyleri ile olay açıklanmaya çalışılmaktadır. Bu deneyler; işlenecek parça malzemelerini, kesici takımları ve her ikisinin karakteristik özelliklerini içermektedir.[1]

İşlenebilirlik işlenecek malzemeye uygun kesici takım ve kesme parametreleri kullanılarak, genellikle metalik bir malzemeyi talaşlı imalat yöntemleriyle biçimlendirebilmenin nispi hafifliği veya ağırlığıdır.

İşlenebilirlik bir malzemenin talaş kaldırma şeklini etkileyen mekanik ve diğer özelliklerin tamamı ya da talaş kaldırma faktörleri ile üretimin hafifliği veya ağırlığıdır.

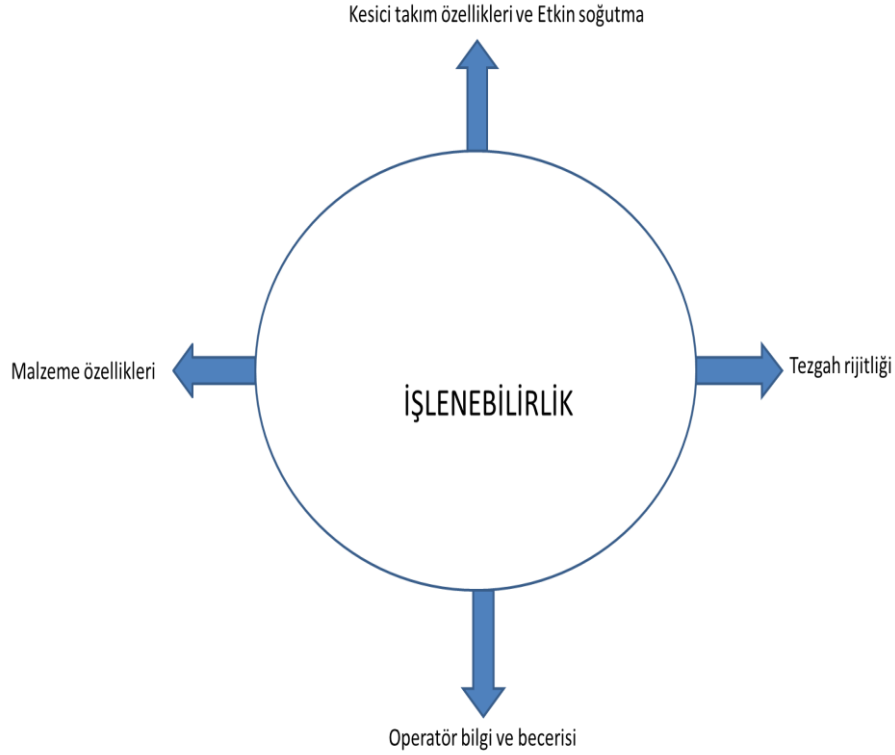
İşlenebilirlik genel olarak bir malzemenin özgül bir kabiliyeti olarak algılansa da, yalnızca işlenecek parçaya bağlı olmayıp bunun yanında işleme şekli ve işleme faktörlerine de bağlıdır.

“İşlenebilirlik, işlenen malzeme numunesinin istenen yüzey pürüzlülüğü ve toleransına getirilmesi için kullanılacak kesici takım ve işleme faktörleriyle bağlantılı olarak, ne şekilde üzerinden talaş kaldırılacağıdır.

Yaygın olarak işlenebilirlik aşağıdaki kriterler göz önüne alınarak açıklanır:

1. Kesme yükleri,
2. Talaş meydana gelmesi,
3. Yüzey pürüzlülük değeri,
4. Takım aşınması, kırılması (takım ömrü),
5. Kaldırılan paso miktarı,
6. Birikinti talaş.[2]

## 2.2 İşlenebilirliği Etkileyen Faktörler



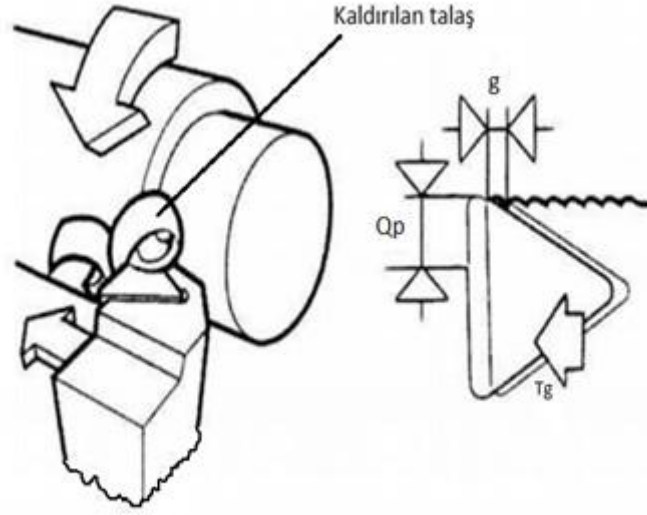
Şekil 2.1 İşlenebilirliği Etkileyen Faktörler.[2]

## 2.3 Talaş Oluşumu ve Talaşlı İmalat

Talaşlı imalat yöntemi diğer imalat yöntemleri arasında en önemlilerindedir. Talaşlı imalat yönteminde numuneyi (yarı mamul; döküm, dövme, haddeleme numuneleri) istenilen şekle getirmek parça üstündeki işlenmemiş fazlalıklar işleme uygun işleme merkezleri (torna, freze, matkap, taşlama v.b) ve kesici uçlar sayesinde talaşlar halinde kaldırılıp, arzu edilen ölçüler ve yüzey hassasiyeti sağlanır. İşlenecek numune metalik olduğu zaman yapılan operasyon metal kesme tarzında isimlendirilir. Talaşlı imalat operasyonunda önemli olan kesme hareketi, işlenecek numunenin kesici uç önündeki plastik deformasyonun işleme ve deforme olan yüzey tabakasının talaş haline geçme işlemidir.

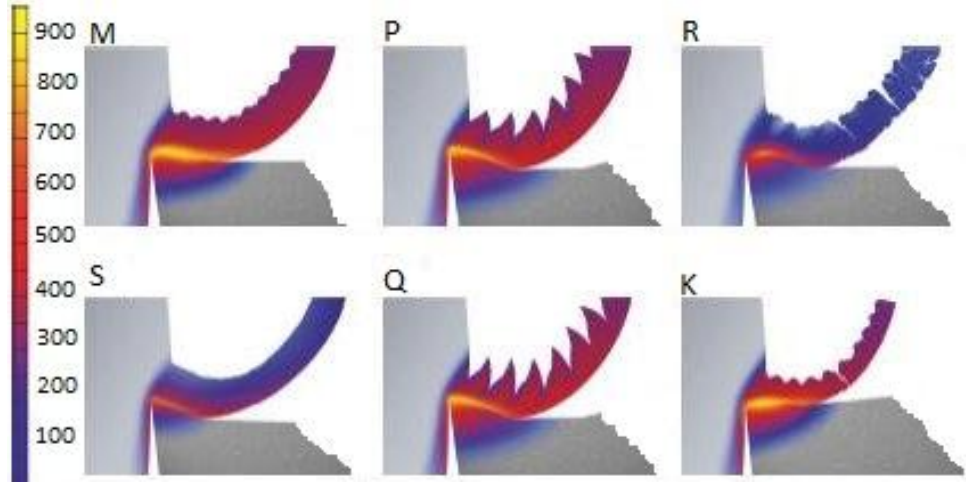
Talaş kaldırma teorisinin esasları talaşın meydana gelmesidir. Talaş, iş numunesinden plastik şekil değiştirmenin neticesinde ortaya çıkmaktadır. Keskin ve

sivri uç malzemeye temas ederek ilerlediğinde, malzeme ile değme noktasında malzemenin plastik şekil değiştirmesine sebep olan büyük gerilmeler ve yüksek ısılar ortaya çıkmaktadır. Aşağıdaki şekil 2.2’de talaş kaldırma işlemi gösterilmiştir.



Şekil 2.2 Talaş Kaldırma İşlemi.[3]

Gerilmeler işlenecek numunenin akma sınırını geçtiğinde talaş olarak isimlendirilen belirli yüzey tabakası, numune boyunca kesici ucun kesme kenarından kayarak numuneden uzaklaşır. Oluşan talaşın kesici uç kesme kenarından uzaklaşması aşırı basınçlar etkisinde ortaya çıkar ve meydana gelen sürtünmeden dolayı kesici takım kesme kenarında yüksek sıcaklıklar meydana gelir.

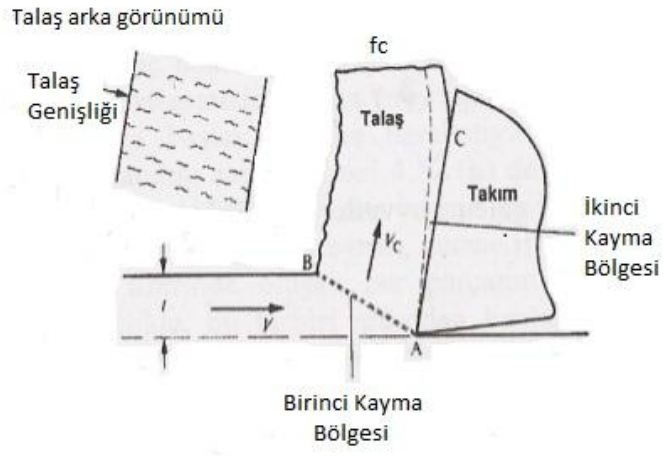


Şekil 2.3 Kesme Esnasında Oluşan Sıcaklıklar

Talaş kaldırma daha önceden hazırlanan belirlenmiş ölçü, biçim ve yüzey hassasiyetine sahip bir ürün ortaya çıkarmak için ucu keskin kesici takım ile ve belirli güç uygulayarak, işlenecek numune, ham madde, yarı mamul üzerinden tabakalar halinde malzeme kopartma işlemidir. Parçadan uzaklaştırılan malzeme tabakasına talaş adı verilir. Fiziksel olarak talaş kaldırma durumu, elastik şekil değiştirme ve plastik şekil değiştirme işlemine dayanan, iş numunesi ve takım yüzeyinde sürtünme, ısı artışı, talaşın büzülerek kırılması, işlenen numunenin yüzeyinde oluşan sertleşme, kesici ucun aşınması v.b olayların ortaya çıktığı çok yönlü fiziksel bir durumdur. Hazırlanan bir iş parçası yüzeyinden belirli bir miktar malzeme katmanının kaldırılması için, kesici ucun işlenecek olan malzemeye değerek nüfuz etmesi gerekir. Bu durum, sadece kesici takıma verilen kuvvetlerin yeterli ve kesici uç malzemesinin işlenecek parça malzemesinden daha rijit olması durumunda oluşur. Böyle bir işlemde kolaylık açısından kesici takım ucunun kama biçiminde olması önemli bir etkidir.

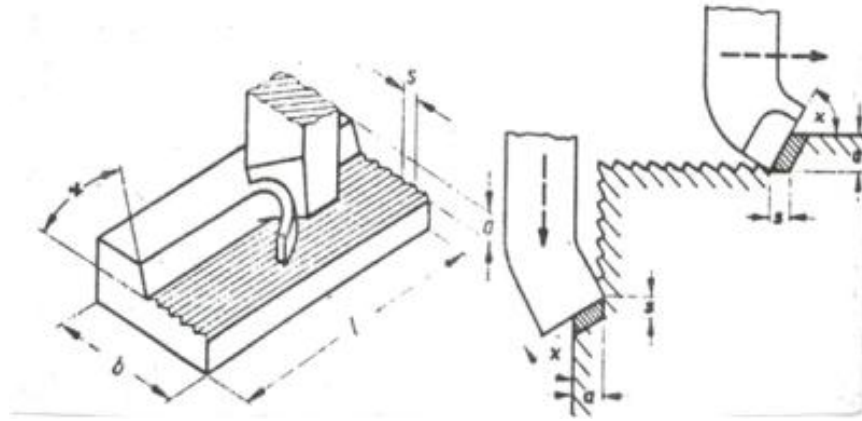
Aşağıda 2 tip kesme modeli ile talaş oluşumu açıklanmaya çalışılmıştır.

#### 1. İki boyutlu ortogonal (dik) kesme



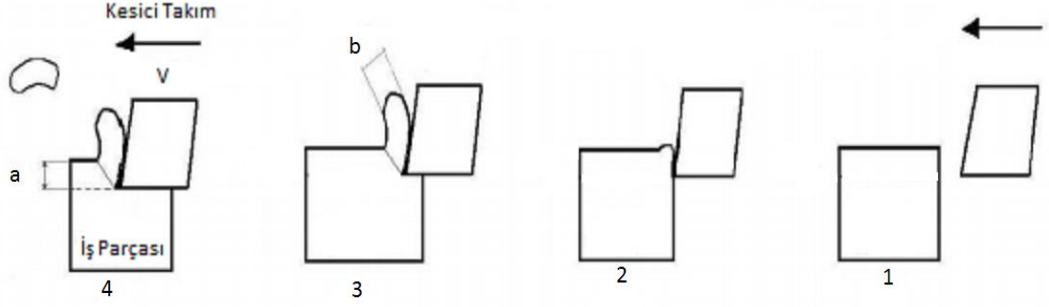
Şekil 2.4 Ortogonal Kesme.[4]

## 2. Üç boyutlu oblik (eğik) kesme



Şekil 2.5 Oblik (Eğik) Kesme.[4]

Talaş kaldırma işlemini açıklamak için bir kesme ucundan yapılmış ve aşağıda şekil 2.6'da gösterilen bir kesici uç /iş numunesi modeli gösterilmiştir.



Şekil 2.6 Kesici Uç /İş Numunesi Modeli.[5]

Şekil 2.6'da numaralar vererek talaş oluşumunu basit olarak anlatacak olursak;

V kesme hızı (m/dak), a kesilmemiş halde olan talaşın derinliği (mm), b kaldırılmış talaş miktarını (mm) ifade eder.

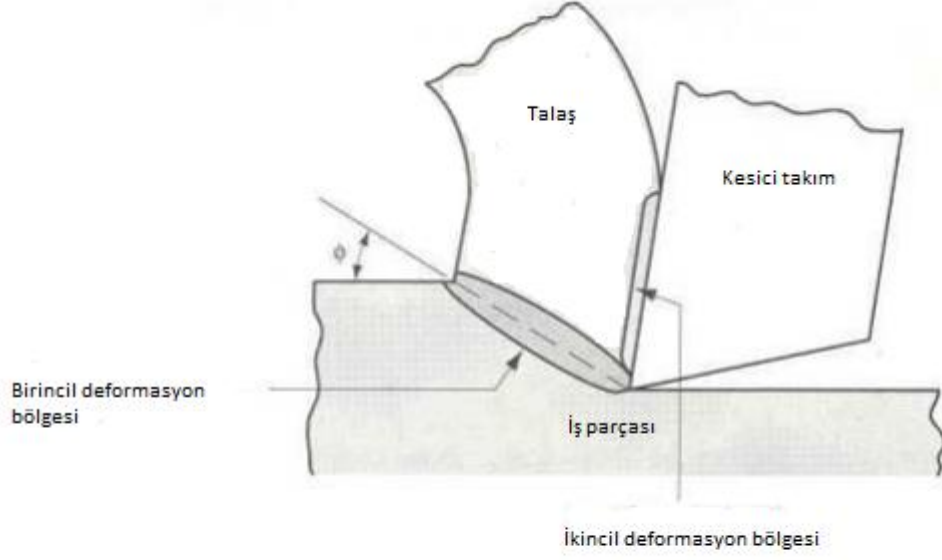
İşlem ise şu şekilde meydana gelmektedir;

1. Kesici uç V kesme hızıyla iş numunesine doğru ilerler.

2. Kesici ucun iş numunesine temas etmesinin ardından, iş numunesi değişik mekanik ve ısıl güçlerle karşılaşır. Kesme işlemi sürerken numunenin akma sınır noktasına yaklaşılır. Bu duruma gelene kadar meydana gelen olaylar iş parçasının elastik deformasyon sınırında olduğundan, bu yerde kesme olayı sabit hale getirilir ya da geri düşürülür ise, iş parçası işlenmemiş durumdaki ilk konumuna geri dönebilir.

3. Süren kesme işlemi ile birlikte iş parçasının akma noktası atlanarak, kalıcı şekil değişimlerinin meydana geldiği plastik şekil değişimi bölgesine geçiş yapılır. Ortaya çıkan Gerilmeler iş parçasının akma noktasını geçtiğinde kesme kenarından kayarak işlenen malzemeden uzaklaşır. Bu sınırda kesme yüklerinin sabitlenmesi ya da aşağı çekilmesi durumunda, iş numunesinin ilk haline dönmesi

imkansız hale gelir. 4. Kesme işleminin devam etmesi durumunda aşağıdaki şekil 2.7'de görüldüğü gibi parçadan talaş kaldırma ve oluşumu gerçekleşmiş olur.



Şekil 2.7 Talaş Oluşumu

Frezeleme, tornalama, taşlama, delme veya vida çekme vb. talaşlı işlemlerde malzeme üzerinden talaş adı verilen işlenen malzemenin özelliklerine göre değişen parçalar kopartılır. Talaşlı imalat yöntemleri her malzemenin özelliklerine göre farklılık göstermekle birlikte talaş oluşum mekanizması temel olarak aynıdır. Temel anlamda talaş, kısmi kayma işlemi ile dar bir bölgede meydana gelir. Kesici ucun iş parçasına değmesi ile ilk olarak parçada elastik ( kalıcı olmayan ) deformasyon meydana gelir.

Kesme işlemi devam ederken iş parçasının akma dayanımı geçilir ve iş parçası plastik (geçici olmayan) deformasyona uğrar. Kesici uç ve iş parçasının birlikte hareket etmesi ile birlikte plastik şekil değişiminin sürmesi durumunda ısı işlem görmüş iş parçasında aşırı dislokasyon birikmesi meydana gelir. Aşırı dislokasyon yığılması da malzemede deformasyon sertleşmesini ortaya çıkarır. Deformasyon sertleşmesi belirli



bir noktaya geldiğinde malzeme kaymaya başlar ve deformasyona maruz kalan bölgede kesici uç malzeme üzerinden malzeme koparılarak talaşlar şeklinde uzaklaştırılır.[5]

### **2.3.1 Talaş Tipleri**

Talaş kaldırma işlemi esnasında ortaya çıkan talaşlar atık malzemeler olsa bile talaşlı imalata harcanan enerjinin büyük bir kısmı talaşın oluşması için harcanmaktadır. Talaşlı imalat işlemlerinde işleme biçimi işlem gören parça ve işleme kriterlerine göre oluşan talaşların ebat ve boyutları değişir. Meydana gelen talaşların şekli çoğunlukla iş numunesinin son yüzeyini, kesici takım ömrünü ve titreşimi etkiler. Talaşlı imalat işleminde talaşlar çok farklı olmasına rağmen genel olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılırlar;

1. Devamlı talaş,
2. Süreksiz talaş,
3. Bölmeli talaş,
4. Yığıntılı talaş.[6]

#### **2.3.1.1 Devamlı Talaş**

Devamlı talaş, büyük kesme hızları ya da talaş açılarında sünek parçaların işlenmesi esnasında meydana gelen band, karma band, ya da hafif dolanımlı band şeklinde meydana gelir. Talaşın meydana gelmesi esnasında parçanın deformasyonu küçük kayma alanında oluşur. Sürtünme neticesinde takım talaş yüzeyinde farklı bir ikincil deformasyon alanı meydana gelir. Kesici ucun sürtünmesi fazlalaştıkça ikincil deformasyon alanı da artar. Böylece birincil deformasyon fazlalığı artabilir. Genellikle yumuşak parçaların yüksek olmayan kesme hızlarında ve az talaş açılarıyla işlem yapılması neticesinde oluşur. Böyle bir işlem yüzey pürüzlülük değerini yükseltir ve geçici olmayan yüzey gerilmelerine sebep olur. Güzel bir son işlem yüzeyi meydana gelmesinin yanında birçok kez tercih edilmez. Devamlı talaşın atılması için işlemin duraksatılması gereklidir. Böyle bir işlem imalat süresini ve imalat maliyetini direkt etkiler. Bunun yanında talaşın işlenen malzeme yüzeyine dolanması malzeme pürüzlülüğünü etkiler yüzey kalitesini kötü yönde etkiler.[6]

### 2.3.1.2 Süreksiz Talaş

Malzeme içyapısında bulunan hatalar ve kesme işlemi esnasında oluşan süreksiz talaş yapısından meydana gelen talaşlı imalat işlemi esnasında uygulanan kuvvetler devamlı olarak değişiklik gösterir. Sonuçta takım sabitleyicinin, takım bağlama ekipmanlarının (tornada kater, frezede bağlama pabuçları vb.) ve işlemede kullanılan tezgâhların rijitliği, bölmeli ve süreksiz talaş meydana gelen kesme işlemlerinde önemli rol oynar. Bu ekipmanların rijitliğinin yetersiz oluşu, takım tezgâhını aşırı bir şekilde titreşime maruz bırakır ve bu durumda malzeme yüzeyinin ve ebatlarının beklenen toleranslarda olmamasına sebep olur. Bununla birlikte kesici uçların kısa zaman içerisinde aşınmasına yol açar. Süreksiz talaşların oluşma şartları genel olarak şunlardır;

Aşırı sert ve oldukça kırılğan iş parçalarının işlenmesinde ortaya çıkar. Bunun nedeni ise kırılğan yapıdaki malzemelerin talaş kaldırılarak işlenmesinde meydana gelen fazla kayma deformasyonuna karşı koyma güçleri yoktur,

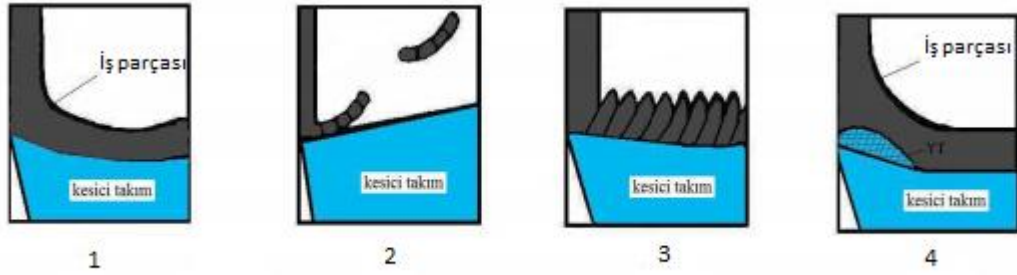
- a.) Yüksek paso miktarlarında,
- b.) Aşırı derecede yavaş ya da çok fazla kesme hızlarında işlenen parçalarda
- c.) Yetersiz talaş açısı seçilmesi durumunda,
- d.) İçerisinde sert inklüzyon ve impuritelere içeren malzemeler veya içyapısında grafit lamel bulunan esmer dökme demir gibi malzemelerin işlenmesi esnasında,
- e.) Malzemeye uygun olmayan ve yetersiz seçilmiş soğutma sıvısının kullanılması durumunda,
- f.) İşleme merkezleri vb. takım tezgâhlarının rijitliğinin yetersiz olması durumu da süreksiz talaş oluşumunu meydana getiren etmenlerdir.[6,10]

### 2.3.1.3 Bölmeli Talaş

Bölmeli veya homojen olmayan olarak da adlandırılan talaş aşırı az ve yüksek oranlardaki kayma deformasyonlarına maruz kalmış alanlara sahip tam sürekli olmayan yani bir kısım talaş çıkarma işlemi meydana geldikten sonra arada kırılıp devam etmeyen talaşlardır. Isı iletkenliği az ve mekanik dayanımı sıcaklığın artması ile birlikte aşırı şekilde azalan, örnek verecek olursak titanyum bu grupta malzeme olarak gösterilebilir, bir karakteristik özellik sergiler. Bölmeli talaşlar testere dişine benzer zikzak şeklinde bir görüntüye sahiptirler.[6,13]

### 2.3.1.4 Yığıntılı Talaş

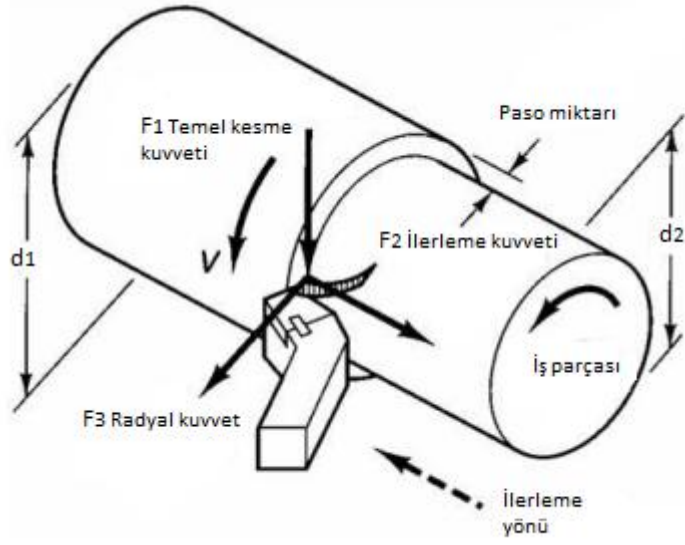
Talaş kaldırma işlemi sırasında işlenen parça malzemesinin kesici uç yüzeyinde katmanlar şeklinde sıralı bir şekilde toplanması ile meydana gelen yığıntılı talaş, talaş kaldırma işlemi esnasında kesici takım uç geometrisine bağlı olarak kesici takım ucunda oluşabilir.[6]



Şekil 2.8 Yığıntılı Talaş

### 2.4 Kesme Yükleri

Talaşlı işlem sırasında meydana gelen kesme yükleri, sıcaklık artışı, kesici uç ömrü, işlem görmüş yüzey kalitesi ve işlenecek numune boyutları gibi etkenler açısından önemlidir. Bunun yanında kesme yükleri işleme merkezlerinin, kesici uçların ve kullanılacak bağlama pabuç ve aparatlarının tasarlanmasında önemli ölçüde kullanılmaktadır.



Şekil 2.9 Kesme Kuvvetinin Bileşenleri.[7]

1. Esas kesme kuvveti ( $F_c$ ): Kesme hızı doğrultusunda ihtiva eder. Kesme işlemi sırasında oluşan maksimum kuvvet olması sebebiyle talaş kaldırma işleminde harcanan gücün yaklaşık %95 ine tekabül eder.
2. İlerleme kuvveti ( $F_f$ ): Kesici ucun ilerleme doğrultusuna doğru oluşan kuvvettir. Kesme yükünün genellikle %48'ine karşılık gelir ancak takım ilerleme hızı kesme yüküyle mukayese edildiğinde çok küçük olması nedeniyle metalik malzemenin kesilmesi işleminde ihtiyaç duyulan gücün çok az bir kısmına tekabül eder.
3. Radyal kuvvet ( $F_r$ ): İşlenecek malzeme yüzeyine dik tesir eden kuvveti tanımlar. Bu yük ilerleme kuvvetinin yaklaşık olarak % 49'u kadardır.

Kesme esnasında oluşan bileşke yük yukarıda açıklanan üç kuvvetin toplanmasıyla bulunur.

$$F = \sqrt{F_c^2 + F_f^2 + F_r^2} \quad (2.1)$$

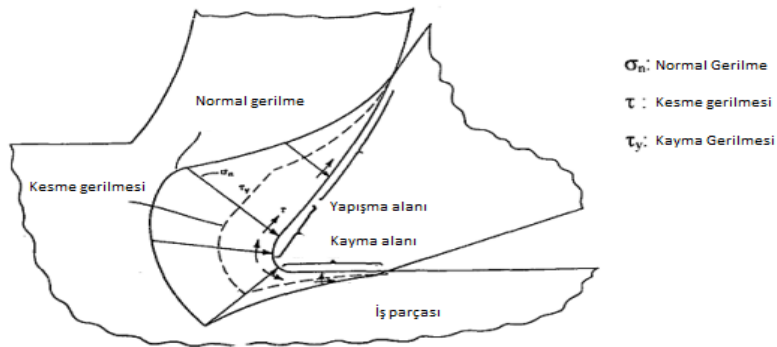
## 2.5 Kesici Takım Aşınması ve Kesici Takım Ömrü

Talaşlı imalatta işlenecek malzeme-kesici takım ve kesici takım-oluşan talaş arasındaki yüzeylerde sürtünmeden kaynaklanan sıcaklık kesici ucun kısa sürede aşınmasına ve plastik deformasyonuna neden olur. Kalıcı şekil değiştirme işlemi ve sürtünme neticesinde ortaya çıkan enerjinin büyük bir kısmı ısıya dönüşür. Meydana gelen ısının neredeyse tamamı malzeme yüzeyinden kaldırılan talaşla taşınsa da kesici takım yüzeyinde kalan kısmı kesme koşullarına, işlenecek numune veya takıma bağlı olarak aşırı sıcaklık meydana getirir. Takım uç geometrisinde oluşan bu aşırı sıcaklık ve gerilmeler nedeniyle kesici uç zamanla ve aniden malzeme kaybına uğrar.

Kesici uç malzemesinin işlenecek malzemesiyle temas ettiği yüzeylerde zamanla kaybolması takım aşınması olarak tanımlanır.

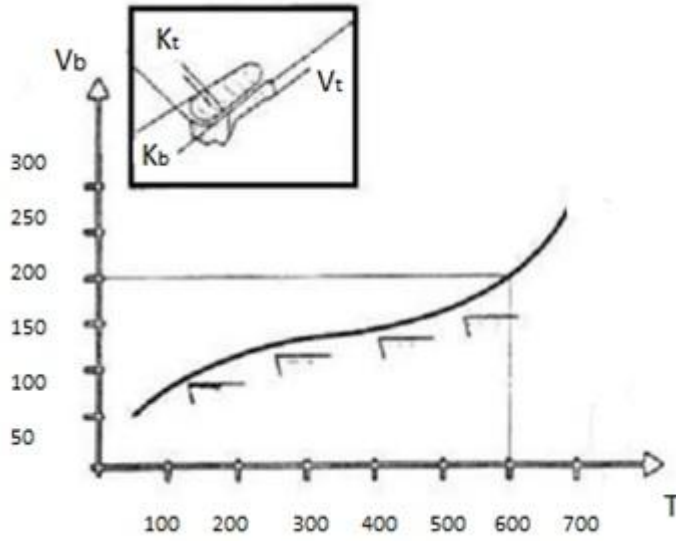
İş parçasının işlenmesi esnasında meydana gelen sürtünme ve ısı aşınmalara sebep olur. Bu durumun ana nedeni sürtünmedir. Isı malzemenin aşınma direncini kırması nedeniyle aşınma olayını hızlandırır. Genel olarak aşınma kesici takım ucunu malzeme kaybetmesiyle meydana gelen şeklin kesme işleminden önceki haline göre oluşan farktır.

Kesici takım yüzeyine veya kenarına etki eden kuvvet bileşiminin etkisi de takım aşınmasını açıklar. Kesici ucun ömrü, takım kenar şeklini değiştirmeye zorlayan bu unsurlar neticesinde belirlenir. Şekil 2.10'da kesici ucun aşınmaya maruz yüzeylerinde oluşan gerilme dağılımı verilmiştir.



Şekil 2.10 Kesici Takım Yüzeyinde Gerilme Dağılımları

Kesici takımların işlevini etkileyen önemli üç önemli malzeme özelliği; kırılma direnci, kalıcı şekil değiştirme direnci ve aşınma direncidir. Kesici takımların kaplanmasında kullanılan esas malzemenin kompozisyonu ve mekanik özellikleri üretilen kesici takım malzemesine kırılma ve deformasyon direncini tayin eder. Kaplama malzemelerinin özelliklerine bağlı olarak kaplamalar, takım aşınma direncini yükseltirler ve kesici uç kenarındaki ısı artışını azaltmakla birlikte tesir eden kesme kuvvetlerini de düşürebilirler. Bu şekilde en direkt biçimde kesici takımın deformasyona uğramasına ve kırılma özelliklerine etkiye bulunurlar. Bununla birlikte iş parçasının işlenmesi esnasında yani parça üzerinden talaş kaldırılma sırasında sert kaplama malzemesi gitgide zayıflar ve işlevini kaybeder.[8,11]



Şekil 2.11 Kesici Takıma Etki Eden Kesme Kuvvetleri

Kaplama malzemesinin takım yüzeyinden aşınmasıyla birlikte kesici uç ana malzemesi gitgide ortaya çıkar ve bu durum takım ucundaki ısının ve kesme kuvvetlerinin hızlı bir şekilde artışına neden olur. Malzeme üzerinden kesme işlemi

başladığı durumdan itibaren kesme hızının en yüksek olduğu konumda kaplama malzemesinde aşınma oluşmaktadır. Bugüne kadar yapılan deneylerde bütün takımlarda aşınma mekanizması serbest yüzeyde ortaya çıkmıştır. Aşınmalarda ilk esnada meydana gelen hızlı artıştan sonra aşınma hızı düşmekte ve doğru orantılı olarak artışını sürdürmektedir. Kesici takım ucunun ömrü bitmesine yakın aşınma mekanizması tekrar hızlanmakta ve kesme işleminin sürmesi durumunda kesici takım ömrünü tamamlamaktadır. Takım ömrünün fazla olması için aşınma doğrusal eğimi olabildiğince az olmalıdır. Bu sebeptendir ki kesici takım malzemesinin sertliğinin artışı aşınma doğrusunun eğimini azaltmaktadır.

Kesici takım ömrü, istenilen boyutta ve yüzey hassasiyetinde iş parçası elde etme işlemi sırasında kesici ucun kesme kabiliyetini yitirmesidir. Diğer bir deyişle kesici takımın kesmeye ilk hazırlanışı ile tekrar bilenmesi arasındaki süre takım ömrü olarak isimlendirilir. Bununla birlikte her bir kesici takımın ömrü kesme koşullarına bağlı olarak farklılık gösterir.

### **2.5.1 Kesici Takımların Aşınmasını Etkileyen Unsurlar**

Aşınmaya neden olan ana yük unsurları:

1. Mekanik unsurlar,
2. Isıl unsurlar,
3. Kimyasal unsurlar,
4. Aşındırıcı unsurlar.

#### **2.5.1.1 Mekanik Yük Unsurları**

Kesme yükleri, dinamik titreşimler ve buna benzer mekanik unsurlar talaşın meydana gelmesi esnasında oluşan kuvvetlerin etkisinde ortaya çıkan aşınmalar olarak tanımlanır. Bu unsurların başta gelenleri sabit olmayan talaş derinliğinden, süreksiz işlemeden ileri gelenler ve frezeleme işlemi sırasında ortaya çıkanlardır.

#### **2.5.1.2 Isıl ( Termal ) Yük Unsurları**

Talaşlı imalat işlemi kesici yan yüzeyi ve talaş yüzeyinde aşırı ısınmalara neden olur. Isıl kuvvetin önemli bir bölümü kesici takım ucun yüzeyindedir. Ve frezelemedekine benzer bir şekilde kesici takım kenarları iş parçası yüzeyinden uzaklaşırken ve tekrar iş parçası yüzeyine teması esnasında dinamik etkenler sebebiyle ısı açığa çıkmaktadır.

### 2.5.1.3 Kimyasal Yük Unsurları

Her bir talaş kaldırma işlemi devamlı bir şekilde işlenen malzeme üzerinde ara yüzeyler oluşması demektir. Talaşın meydana gelmesi esnasında kesici uç ve işlenen malzeme arasındaki yüzey boyunca aşırı derecede fazla sıcaklık ve basınçta yük oluşmaktadır. Ortaya çıkan kesici uç – kopartılan talaş arasındaki yüzeyler metallerin birbirleriyle kimyasal reaksiyonu ve difüzyonun oluşumu için oldukça elverişli bir ortam oluşturur. Bunun yanı sıra kesici ucun malzemesi ile işlenecek parça malzemesinin birbiriyle kimyasal etkileşimi de aşınmaya etki edebilir. Örnek verecek olursak talaş kaldırma sırasında farklı malzemelerin birbirleriyle hızlı bir şekilde ya da güç bir şekilde kaynak olma kabiliyetleri diyebiliriz.

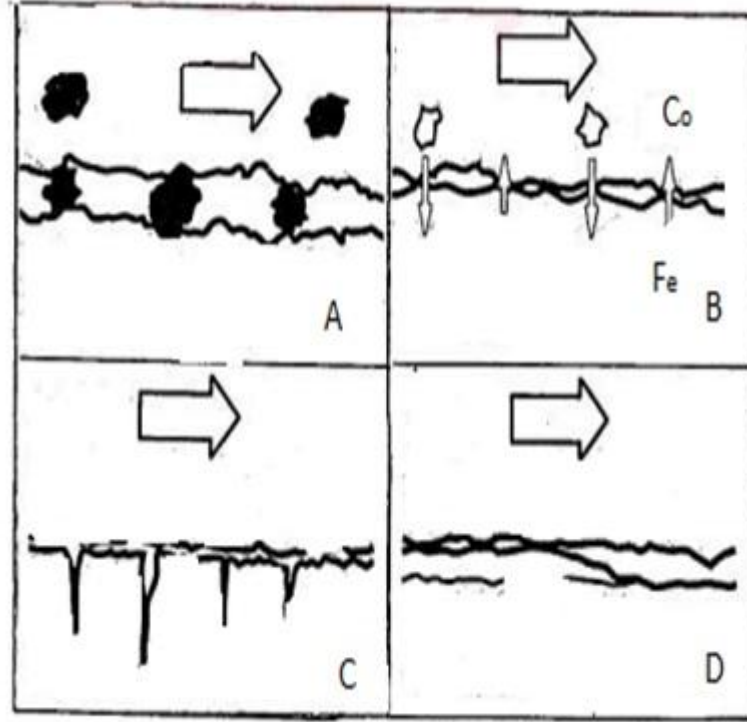
### 2.5.1.4 Aşındırıcı Unsurlar

Karşılaşılan en yaygın aşınma tipidir. Çoğunlukla işlenecek parça malzemesinde bulunan sert parçacıklar sebebiyle meydana gelir. Taşlama işleminde işlenen parça yüzeyi ile taş arasına giren parçacıkların sebep olduğu durum buna örnek olarak gösterilebilir. Birçok iş parçası malzemesinin işlenmesi esnasında rijitlikleri kesici uç malzemesiyle kıyaslanabilecek kadar sert parçacıklara rastlanmaktadır. Bu parçacıklar iş parçasının büyük bir kısmını meydana getirmeseler de talaş kaldırma esnasında bütün işlem görecektir parçanın kesici yüzeylerinden geçmesiyle farklılaşan aşındırıcı etki oluşturmaktadırlar. Bu aşınma şekli takımın serbest yüzeyinin aşınmasına imkân sağlar. Kesici uç kenarlarının abrazif aşınmaya direnme yeteneği büyük ölçüde ucun sertliğine bağlıdır.[9,20,34]

Bu unsurlardan ötürü kesme işlemi esnasında meydana gelen ana aşınma mekanizmaları aşağıda verilmiştir.

- a. Yapışma aşınması,
- b. Yorulma aşınması,
- c. Difüzyon aşınması,
- d. Sürtünme aşınması.

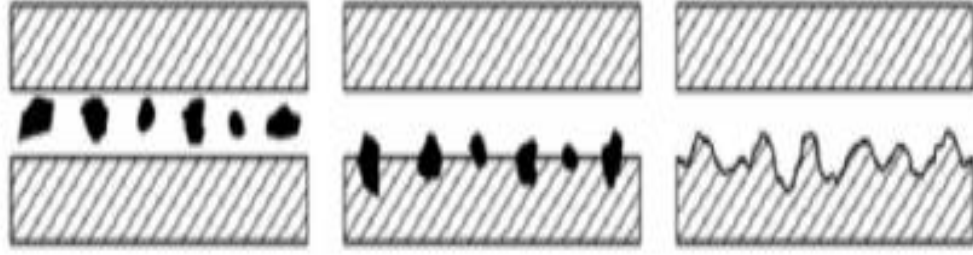




Şekil 2.12 Aşınma Mekanizmaları.[9]

## 2.6 Kesici Takımlarda Ortaya Çıkan Aşınma Tipleri

İşlem gören parça ile kesici uç arasında yerleşen katı parçaların sebep olduğu taşlama işlemindekine benzer bir olaydır. Uygulamada sıkça karşılaşılan aşınma çeşitlerindedir. Talaşlı imalat sırasında sert parçacıkların işlenen daha az sertlikteki iş parçası üzerinden malzeme kaldırması biçiminde açıklanabilir. Malzeme üzerinden ayrılan tanecikler gözle görülebildiği gibi malzeme üzerinden ayrılır ve birleşme olmaz. Bu yüzden iş parçası üzerinden malzeme kopmasının çok olduğu aşınmadır. Kesici uçların aşınmaya karşı koyacak direnç yeteneği yüksek olasılıkla sertliğine dayanır. Katı taneciklerin aşırı sıkıştırılması ile üretilen çıkan takım malzemesi abrasif aşınmaya daha dayanıklı hale gelecektir. Bunun yanında malzemenin işlenmesi sırasında meydana gelen diğer kuvvet etkileri ile baş edecek biçimde olmayabilir. Eğer bu aşınma kesici takımın talaş kaldırma kısmındaysa krater oluşumuna neden olur.[10]



Şekil 2.13 Krater Oluşumu.

Kesici takım malzemesi ile talaş birleşimindeki değme yerinde, yükselen ısı ve basınca göre difüzyon oluşmaktadır. Kesici uç talaş arasında iki tarafa yönelerek ortaya çıkan atomik yapıdaki yayınımdan dolayı kesici takım parçasının yapısında mikron düzeyinde değişimler görülür.

Bu aşınmada talaşlı imalat esnasında ortaya çıkan kimyasal kuvvetler daha etkin rol oynamaktadır. Kesici Takım parçasının kimyasal nitelikleri ve kesici uç malzemesinin iş parçasına karşı birleşme isteği difüzyon aşınma tipinin ortaya çıkmasında etkin rol oynamaktadır. Böyle bir işlem sürecinde kesici ucun sertliği önemsenecek ölçüde etki etmez. Her iki malzeme açısından metalürjik bağlantı aşınma mekanizmasının etkisini belirler. Belirli kesici malzemeleri belirli iş parçalarına karşı daha fazla bağlanma isteğine sahip iken, diğerlerinde ise iş parçası malzemelerine karşı bağlanma istekleri yoktur.

Örnek verecek olursak çelik ve Tungstenin birbirlerine difüzyon aşınması oluşturmasına neden olan etkileşme isteğine haizdirler. Netice olarak kesici ucun kesme kenarında çukur şeklinde bir yapı meydana gelir. Böyle bir aşınma büyük olasılıkla aşırı yüksek ısılar nedeniyle yüksek kesme hızlarında daha da büyür. Malzemenin atom yapısındaki başkalaşım karbon ve ferritin ikili taşınımı ile meydana gelir. Çelik malzemeden takıma doğru ferrit transferi gerçekleşirken aynı zamanda ufak yapıdaki karbon atomları da talaşa doğru nüfuziyet gösterirler.

Çoğu zaman kesici ucun talaş kaldırılacak yüzeydeki yavaş ilerleme hızlarından

dolayı meydana gelir. Alüminyum ve çelik benzeri hem uzun hem de kesikli talaşın meydana geldiği malzemelerde ortaya çıkar. Böyle bir aşınma tipi çoğunlukla kesici uç kenarı ile ortaya çıkan talaş birleşiminde birikme kenarı oluşumuna sebep olmaktadır. Birikme kenarın meydana gelmesi oluşan talaş birikimlerinin devamlı olarak kesici uç yüzeyine yapışıp uç kenarının sanki bir parçasıymış gibi oluşum göstermesidir. Böyle bir yapının aşırı büyümesi ve belirli bir yerde parçalanması, kesici uç yüzeyinden de belirli bir miktar malzemenin birikmiş kenar ile beraber kopmasına sebep olmaktadır.

Sünek çeliklerde ve bir kısım kesici uçlarda birikmiş kenarın meydana gelmesi daha çoktur. Belirli ısı bölgelerinde kesici uç ve işlenen parça malzemeleri temasındaki kesme yüklerinden dolayı oluşan kuvvet adezyon aşınmasını ortaya çıkaran etmenlerdendir. Talaşlı imalatta bir malzemenin işlenmesi sırasında bu aşınma şekli paso miktarının fazla olduğu bir değerde çok fazla bir kısmı aşınmaya sebebiyet vermektedir. Temel aşınma tipleri çoğunlukla iş malzeme ve kesici uç kenarının kesme işlemini gerçekleştiren etkileşimde bulunurlar. Kesici ile işlenecek numune ikilisine göre takım üzerinde meydana gelen aşınma mekanizması farklılık göstermektedir. Bu türdeki aşınma tiplerinin kesin olarak belirlenebilmesi kesici uç aşınma şekillerinin analiz edilmesini ve yapılacak talaşlı imalat işlemi için optimum kesici uç seçimini olabildiğince kolaylaştırır.

Kesici takıma tesir eden kuvvetler ve ısı değişikliklerinin minimum ile maximum arasında farklılık göstermesi termomekanik bir birleşmenin sonucudur ve kesici uç kenarının kırılma veya çatlak oluşumuna sebep olur.

Bölüntülü kesme olayı kesicinin devamlı bir şekilde soğuyup ısınmasına ve parçadan atılan malzeme ile etkileşimde bulunan kesici uç kenarında tutulma etkisine sebebiyet verir. Belirli takım elemanlarının diğerlerine göre yorulma tarzında meydana gelen aşınmaya karşı daha eğilimli olduğu bilinir. Dinamik yorulma kesme yüklerinin kesici ucun dayanımından çok fazla yüksek olduğu işlemlerde meydana gelmektedir. Böyle bir durum mukavemeti yüksek ve gevrek numune malzemelerinin aşırı hızlı ilerlemeleriyle işlem gördüğü ya da kesici ucun yeteri kadar rijit olmadığı talaşlı imalat işlemlerinde meydana gelmektedir. Talaşlı imalatın bu durumlarında kalıcı şekil değişimi meydana gelmektedir.

İş parçasının işlenmesi sırasında hava ve artan sıcaklıkların sonucu olarak çok sayıda metalde oksidasyonun meydana gelmesine sebep olur. Oluşan oksit

tabakaları birbirleri içerisinde değişiklik sergilerler. Kobalt ve Wolfram yapısındaki oksit filmi plakları meydana getirirler. Fakat bu türdeki plaklar malzeme üzerinden uzaklaştırılan parçacıklar ile iş parçası üzerinden taşınabilir. Alüminyum okside benzer bazı oksit tabakaları aşırı derecede sert ve mukavemetlidir. Böyle kesici uç takım malzemeleri için işlem sırasında kesici ucun aşınması ile karşılaşılabilir. Büyük olasılıkla takımın kesici uç kenarının malzeme üzerinden kopartılan malzeme ile temas eden kısmında talaş kalınlığının bittiği yerde boşta kesme hareketine etki eder ve malzemenin okside uğraması sebebiyle çentikler meydana gelir. Talaşlı imalat sektöründe Oksidasyon aşınması sık karşılaşılmayan aşınma şeklidir.[11,15]

Talaşlı imalat işleminde kesicilerde görülen aşınma

şekilleri şunlardır;

1. Krater aşınması,

2. Serbest yüzey aşınması,

3. Kalıcı şekil değişimi,

4. Birikme,

5. Isıl çatlaklar,

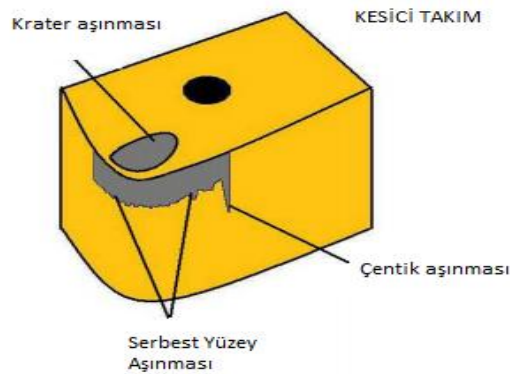
6. Kesici kenarın kırılması,

7. Çentik aşınması,

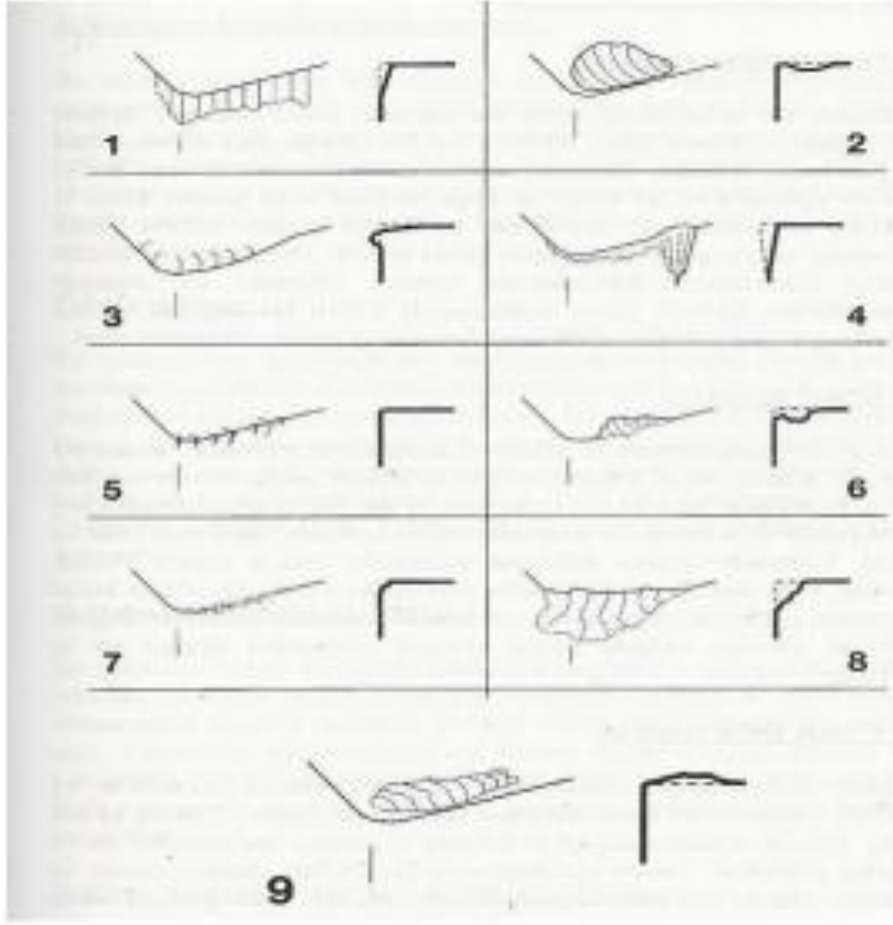
8. Mekanik yorulma

çatlakları,

9. Parçacık kopması.



Şekil 2.14 Aşınma Tipleri



Şekil 2.15 Aşınma Tipleri.[12]

Çukur aşınması olarak adlandırılan aşınma, kesici uç talaş kaldırma kenarında abrazyon ve difüzyon aşınma tipleri nedeniyle meydana gelir. İmalat işlemi esnasında talaşın meydana geldiği sırada ve işlem devamında esas kesici yüzey, yardımcı kesici yüzey ve kenar radyüsü ya da paralel yüzeyin işlem gören numune ile etkileşimi sonucu meydana gelir. En sık karşılaşılan aşınma şeklidir. Serbest yüzeyde meydana gelen aşınmanın belirli bir değeri aşması durumunda yüzey pürüzlülüğü artar ve böylece sürtünme artarak işlenen malzemenin yüzey kalitesi kötüleşir.

Talaş kaldırma işlemi sırasında katı cisimlerin kesici ucun talaş kaldıran bölgesinde taşlama işleminde olduğu gibi bir işlem meydana getirmeleri durumunda ya

da kesici uç ile talaş kaldırılan malzeme birleşiminde, talaş kaldırılan bölgenin yüksek sıcaklığa maruz kalan bölgesinde oluşan etkileşim sebebiyle meydana gelir. Bu aşınmanın sınır değerinin üzerine çıkması durumunda kesici uç kenarının geometrik yapısı farklı bir hal alır ve takım ucu mukavemetini kaybeder.

Kalıcı şekil değişimi takımın uç kısmında yüksek basınç aşırı ısının birleşmesi neticesinde oluşur. Takımın bu tarzdaki deformasyonu sıcaklık artışına, takımın geometrik yapısının bozulmasına ve talaşın malzeme üzerinden uzaklaşma biçimine neden olur.[13,22]

Yardımcı kesici yüzeyde adezyon aşınması gibi çentik aşınması gelişmekle birlikte oksidasyonun meydana geldiği yüzeylerde daha da büyüyebilir. Ortaya çıkan Çentik ise kesici yüzey ile iş parçası yüzeyinin temas ettiği noktada ortaya çıkar. Mekanik kuvvetler sonucunda kesici yüzeyde çentik ortaya çıkar ve çoğu zaman sertliği fazla olan iş parçalarının üretilmesi esnasında oluşur. Yüksek derecede ortaya çıkan çentik son işlemden yüzey kalitesini etkiler ve kesici ucun kenar dayanımını düşürür.

Termal yırtılmalar büyük bir olasılıkla takım üzerindeki ısı farkları sebebiyle meydana gelen yorulmaya benzer aşınmalardır. Çoğunlukla iş parçalarının frezeleme esnasında oluşan ısıl değişimler böyle bir aşınmayı meydana getirebilir. Takımın kesme yüzeyine doğru çatlakların oluşması böyle bir aşınmada meydana gelir ve işlem esnasında iş parçası dış yüzeyi yönünde zorlamaya maruz kalır. Bu tarz zorlanma neticesinde kesici uçta işlev kaybı ve uç malzemesinde ani çatlak oluşumu meydana gelir. İmalatın devamı sırasında parça yüzeyinden kopartılan malzeme miktarları da malzeme yüzeyinde ısı oluşumuna yardım eder.

Kesme kuvvetlerinin ani olarak değişim göstermesi sonucu oluşur. Mekanik kuvvet boyutunun yarıklı oluşturacak büyüklükte olması ve mekanik yüklerdeki sürekli değişim yarıklı oluşumuna yol açar. Kesme işlemine yeni başladığında kesme işlemi yapan ucun kuvvetinde ve yönündeki değişimler takım mukavemetinden fazla bir dayanıma sahip ise iş parçası yüzeyinde meydana gelen aşınmalar arasında bu tür bir aşınmaya rastlanabilir.[14]

Kesme işlemi yapan takımın kesme yüzeyinde oluşan yarıkların yol açtığı takım malzemesi kesme çizgisindeki ufak ebatlardaki yırtılmalardır. Kuvvetin uygulanması ya da ortadan kalkmasından ötürü ortaya çıkan bu olay işlenen parça yüzeyinden kopan ufak malzemeciklerin yüzeyden uzaklaşmasına neden olur. Genel

olarak, aralı bir şekilde dur-kalk çalışması buna neden olur. Malzeme yan yüzeyindeki malzeme kaybının yarılma ya da yan kenar aşınmasına benzer bir görüntü oluşturduğu karıştırılmamalı ve böyle bir durum titizlikle göz önünde bulundurulmalıdır. Bir malzemedeki meydana gelen yarıklar ya da parçalanma bu tür malzeme kenarı parçalanmasının tiplerinden sayılabilir.

Kesici ucun işlem ömrünü bitirmesine sebebiyet veren bir çeşit aşınmadır. Takım yanında oluşan aşırı kırılma önemli derecede tehlike arz etmektedir. Takım yan yüzeyindeki ayrılma diğer aşınma türlerine nazaran bir kesici takımın kesme özelliğini yitirerek takım ömrünü bitirdiği manasını taşır. Parça şekillerinin farklılaşması, yan yüzeyin mukavemetini kaybetmesi, ısı ya da yüklerdeki artışlar kesme yan yüzeyinin böyle bir aşınmaya uğramasına sebebiyet verir. Aşırı ilerleme hızında ve talaşlı imalatın farklı şartlarında takım ucu yan yüzeyinde meydana gelen değişik yapıdaki gerilmeler takımın dayanım üst limitini geçtiği durumda takım yan kenarında kırılma olmama ihtimali yok denecek kadar azdır.

Büyük miktarda ısıya ya da ilerlemeye dayanan bir aşınma şeklidir. Kesici uç üst yüzeyine yapışan talaşın bir sonucu olarak meydana gelen kesicinin malzeme kaybına sebebiyet veren birikme yan yüzeyi oluşumunun istenmeyen halidir.

Birikme yan yüzey oluşumuna kesici uç ile işlenecek numune arasına giren afinit büyük oranda etki eder. Basıncın aşırı artışı ya da çok az olan işlem ısısı kesici takım ile iş parçasının birbirlerine birleşmesine sebep olur. Birikme yan yüzeyin meydana gelmesine olanak sağlayan ısı, ilerleme ve kesme hızı belli olduğu için bu şekilde meydana gelen aşınma rahatlıkla önlenir.[14]

Günümüzde gelişmiş olan talaşlı imalatla ilerleme hızları birikme yan yüzeyi oluşturacak hızların çok üstündedir ve çoğu birikme yan yüzey oluşumunu engelleyecek biçimde seçilir. Birikme yan yüzeyinin meydana gelmesinin önüne geçilmemesi durumunda malzeme yüzey pürüzlülüğü artar ve bu da yüzey kalitesinin kötüleşmesine neden olarak oluşum sürdüğü takdirde yan yüzeyin kopması hatta kesici takımın işlem ömrünü yitirmesi bile söz konusu olabilir.

Buraya kadar açıklanan aşınma türleri esas aşınmalardır. Bunun yanında aşınma çeşitleri dışında olan takımın birden bire koptuğu hallerdir ve bu gibi hallerin önlenmesi zorunlu hale gelmektedir. Sıklıkla serbest kenarda meydana gelen sürekli ve olağan bir aşınma için kesici ucun değişim zamanını tespit etmesi sebebiyle en uygun kesici takım

işlem ürünü ortaya koyacaktır. Önemlenecek derecede ısıya ve bunun neticesinde ilerleme hızına dayanan bir aşınma şeklidir. Kesici takım üzerine yapışan parçacıklar sebebiyle meydana gelen ve kesici ucun üzerinden malzeme kaybına sebep olan birikme ise arzu edilmeyen bir haldir.

İş parçasının talaşlı üretiminde takım tezgâhına bağlama işlemlerinin ve yapılan diğer işlemlerle birlikte tezgâhtan sökme işlemlerinin de dikkatle yapılması gerekir. Bunlar içerisinde işlem görece numune, kesici uç ana malzemesi, iş tezgahı veya işleme merkezlerinin rijitliği, dinamiği ve optimum fayda sağlayacak biçimde ekonomik oluşu sıralanabilir. Bir üründe Yüzey pürüzlülük değeri ve beklenen toleranslar istenen ürünün amacına uygun hizmet edip etmeyeceğini belirlemesi açısından yabana atılmayacak kadar önemli çıkış değerleridir. Çıkış değerlerinin en önemlilerinden biri de talaşlı imalat olarak işlenmiş yüzey kalitesidir. Hassasiyet değerleri birçok değeri kapsayan bir ifade olup bunlar kısaca işlemler tamamlanmış yüzey, yırtıklardan mahrum yüzey, kimyasal değişme, yüksek temperleme, ısıl bozukluk gibi etmenlerdir. Bu etmenlerden işlemler tamamlanmış yüzey talaşlı imalatta birinci derece etken parametre olup diğer parametreler genellikle taşlama işlemine maruz kalmış bir yüzeyle ilgilidirler.

Bir iş parçasının talaşlı işlenmesindeki ana unsur iş parçasının imalat resminde verilen tolerans değerlerine göre iş parçalarının belirtilen yüzey hassasiyeti ve geometrik şekilde üretilmesidir. Bir makine elemanının şekli, yüzey hassasiyeti ve ebatı işlenebilirlik kolaylığını ve zorluğunu belirler. Bununla birlikte parçanın teknik resminde belirtilen optimum ebatlara göre imal edilmiş iş parçasında ebat, yüzey hassasiyeti, parça şekli gibi farklılıklar meydana gelebilir. Bu türdeki farklılıkların genel tabiri toleranstır. Üretilen ürünün kullanılacağı durum ve şartlara göre izin verilen belirli aralıkta tutulabildiği şekilde iş parçasının işlevini görmesine engel olmaz. Aslında toleranslar üretilen ürünün hem şekil, ebat hem de yüzey hassasiyetini oluştururlar. Fakat iş parçası teknik resminde belirtilen tolerans değerleri nedenli ufak seçilirse yüzey pürüzlülüğü de o kadar az olur. İmalat ve tasarım yönünden üretilen ürünlerin kullanılacağı konum ve şartlara göre ekonomiklikte düşünülerek ürünün optimum yüzey hassasiyetinde işlem görmesi şarttır. Parçanın üretimi esnasında sıralanan bu işlemler daha iyi tasarlanarak talaşlı imalat yönteminin yanında parça birim maliyeti ve yüzey pürüzlülük toleransı etkileşiminde uygun bağ bulunmalıdır.[15]



İş parçasının işlenmesi sırasında gerek duyulan her bir değer yüzey pürüzlülüğünü iyi veya kötü yönde etkiler. Pürüzlülük değeri de yüzey kalitesini ortaya çıkaran önemli değerlerdendir. Lakin kesici takım ilerleme şekli, kesme hızı, kesme yağı, devir sayısı, paso kalınlığı, tezgâh rijitliği vb. değerler işlenen yüzey kalitesini belirleyen başlıca etmenlerdir. Talaşlı olarak imal edilmiş iş parçası yüzeyinin tribolojik kabiliyeti malzemenin yüzey yapısından son derece etkilenir. Yüzey hassasiyeti yalnız yağlama, sürtünme gibi tribolojinin asıl alanında değil bunun yanında sıcaklık iletimi, elektrik, hidrodinamik, termodinamik gibi değişik meslek gruplarında ele alınması gereken ögedir. Bu nedendir ki her makineyi meydana getiren elemanlarda yüzey pürüzlülüğü ve dolayısıyla yüzey kalitesi belirlenmesi şiddetle önerilir.

Bir parçada yüzey hassasiyetinden bahsederken seçilen imalat yöntemleriyle veya başka sebeplerle meydana gelen ve de çoğunlukla diğer bir düzensizlik ile sonlanan oldukça ufak bölüntülü ve parça yüzeyinde meydana gelen aralıklardır.

Kesici uç şekli ya da imalat esnasında başka bir problemten ortaya çıkan düzensizlikler pürüzlülük olarak isimlendirilir. Pürüzlülük değeri dediğimizde aklımıza parça yüzeyinde meydana gelen çapraz izler ve diğer bozuk oluşumlardır. Talaşlı imalat işleminde iş parçası üzerinden malzeme kesme işleminin amacı sadece parçaları belirli bir forma sokmak olmayıp bunları hem ebat hem de yüzey pürüzlülüğü açısından teknik resminde gösterilen şekli minimum sapma ile üretmektir. Bu durum işlem kalitesi olarak tanımlanır.

Ürün haline getirilecek bir numunenin şekil, yüzey hataları ve büyüklüğünü içine alan kalite terimi günümüzde de en çok kullanılan talaşlı imalatın önemli unsurlarındandır. Bir ürünün gerçek ölçülerinin kalitesi ile üretilecek olan parçanın gerçek ebatları arasındaki kabul edilebilir değişimlerdir. Öngörülen bu farklılıklar malzeme yapım resminde verilen ebat toleransları ile ifade edilirler. Bu toleranslar işlenecek parça büyüklüğüne ve talaşlı işlem durumuna bakılarak seçilirler.

Bir malzemede geometrik doğruluk kabul edilebilir ebat ve yerel farklılıkları bünyesinde barındırır. İşlem görece iş parçasına bağlı olarak eğer torna ise silindirik şekle frezeleme ise farklı geometrilere göre değişimler, istenilen gerçek yüzey açısından değişimler ve eksende ortaya çıkan değişimler olarak üç başlık altında toplanır.

Kesici takım iç yapısındaki dislokasyonlar veya farklı üretim hataları, ezilmeler, kesici kenarında işlem esnasında oluşan birikmeler gibi etkiler ortadan kaldırıldığında

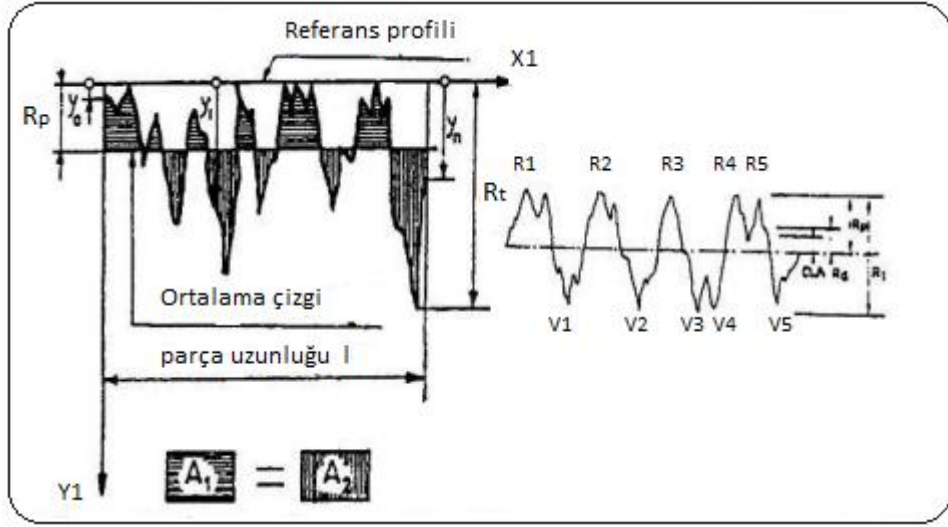
Kesici ucun şekli ya da kesme hızına bağlı en iyi yüzey tamamlama değeri elde edilir. Eğer yapılan işlem sayısal deneyler ve araştırmalarda belirli bir faktöre göre üretilen yüzeyin yüzey hassasiyetini belirlemek tercih edilen bir metot olarak alınabilir. Böyle bir yüzey elde etmek için seçilen dizi Rz ortalama ifadeleridir. Çoğunlukla bir parçanın gelişigüzel işlenmesinde tercih edilen kesici takımların uç geometrileri yuvarlaktır. Optimum durumlarda böyle kesici uç ile imal edilmiş yüzey verilmiştir. Bu tarzda bir işlemde aritmetik pürüzlülük sonucunu veren formülün içeriği, kesici takım uç yarıçapı ve kesme hızıyla bütünleşiktir.

Doğal yüzey kalitesi asıl yüzey pürüzlük miktarının aşırı bölümünü içerir. Doğal yüzey kalitesini işleme merkezleri, bağlama aparatları, takım tutucular ve çalışma ortamındaki faktörler etki eder.

Bunun yanında uçtaki birikmeler asıl yüzey kalitesini ve doğal yüzey kalitesini arttırma yönünde etkileyen durumlardır. İlerlemedeki artış ile beraber doğal yüzey hassasiyetine erişebilir. Kesici yarıçapı bir noktada tutularak uç yarıçapı sabit kalmak şartıyla kesmedeki artış malzeme yüzeyindeki pürüzlük değerini yükseltir. Talaşlı imalat ile işlem gören malzeme yüzeyinde pürüz ve dalgalanma gibi yüzeyde ikili çarpıklıklar ortaya çıkar.

Dalgalanma şekilsel bozukluklara katılabilir; bu nedenle yüzeyin yapısını bununla birlikte temel olarak yüzey hassasiyetini belirler ve normlara dayanarak yüzey yapısının belirlenmesi bazı kıstaslara göre oluşturulur. Böyle koşullara göre yüzey pürüzlülükleri malzeme üstünde dik bölgede iş parçası boyunca sabit bir baz alınan referansa ve profilin ortalamasına bakılarak belirlenir.

Referans şekil seçilirken çoğunlukla geometri biçimleri esas alınır. Çizgi yeri, üst-alt bölgelerde olan kısımların aritmetik toplamları aynı olacak biçimde tayin edilir. Düzeltilmiş derinlik  $R_p$ , pürüzlülük derinliği  $R_t$ , pürüzlülük ortalaması  $R_a$ , gibi kriterler ile belirlenir. Referans biçimi esas alınarak yüzeyde oluşan max. derinlik,  $R_p$  referans alınan nokta ile orta nokta arasındaki derinlik,  $R_a$  orta noktaya göre derinlik-yükseklik miktarlarının aritmetik olarak ortalamasını ifade eder. Uygulamada yüzey düzgünlüğü çoğunlukla  $R_a$  ya da  $R_p$  nin miktarları ile ortaya konur.[16,30]



Şekil 2.16 Yüzey Pürüzlülük Değerleri

İşlenen bir malzemenin yüzey kalitesi incelenecek parça yüzeyinin daha önceden standartlara uygun olarak hazırlanmış ve değerleri bilinen başka bir master ile optik cihaz kullanılarak ya da izleyici uçlar sayesinde ölçülerek tespit edilir.

## 3. BÖLÜM

### YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ

#### 3.1 Yüzey Pürüzsüzlüğünün Önemi ve Tanımı

İş parçasının talaşlı üretiminde takım tezgâhına bağlama işlemlerinin ve yapılan diğer işlemlerle birlikte tezgâhtan sökme işlemlerinin de dikkatle yapılması gerekir. Bunlar içerisinde işlem görecektir numune, kesici uç ana malzemesi, iş tezgâhı veya işleme merkezlerinin rijitliği, dinamiği ve optimum fayda sağlayacak biçimde ekonomik oluşu sıralanabilir. Bir üründe yüzey pürüzlülük değeri ve beklenen toleranslar istenen ürünün amacına uygun hizmet edip etmeyeceğini belirlemesi açısından yabana atılmayacak kadar önemli çıkış değerleridir. Çıkış değerlerinin en önemlilerinden biri de talaşlı imalat olarak işlenmiş yüzey kalitesidir. Hassasiyet değerleri birçok değeri kapsayan bir ifade olup bunlar kısaca işlemler tamamlanmış yüzey, yırtıklardan mahrum yüzey, kimyasal değişme, yüksek temperleme, ısıl bozukluk gibi etmenlerdir. Bu etmenlerden işlemler tamamlanmış yüzey talaşlı imalatta birinci derece etken parametre olup diğer parametreler genellikle taşlama işlemine maruz kalmış bir yüzeyle ilgilidirler.

Bir iş parçasının talaşlı işlenmesindeki ana unsur iş parçasının imalat resminde verilen tolerans değerlerine göre iş parçalarının belirtilen yüzey hassasiyeti ve geometrik şekilde üretilmesidir. Bir makine elemanının şekli, yüzey hassasiyeti ve ebatı işlenebilirlik kolaylığını ve zorluğunu belirler. Bununla birlikte parçanın teknik resminde belirtilen optimum ebatlara göre imal edilmiş iş parçasında ebat, yüzey hassasiyeti, parça şekli gibi farklılıklar meydana gelebilir. Bu türdeki farklılıkların genel tabiri toleranstır. Üretilen ürünün kullanılacağı durum ve şartlara göre izin verilen belirli aralıkta tutulabildiği şekilde iş parçasının işlevini görmesine engel olmaz. Aslında toleranslar üretilen ürünün hem şekil, ebat hem de

yüzey hassasiyetini oluştururlar. Fakat iş parçası teknik resminde belirtilen tolerans değerleri nedenli ufak seçilirse yüzey pürüzlülüğü de o kadar az olur. İmalat ve tasarım yönünden üretilen ürünlerin kullanılacağı konum ve şartlara göre ekonomiklikte düşünülerek ürünün optimum yüzey hassasiyetinde işlem görmesi şarttır. Parçanın üretimi esnasında sıralanan bu işlemler daha iyi tasarlanarak talaşlı imalat yönteminin yanında parça birim maliyeti ve yüzey pürüzlülük toleransı etkileşiminde uygun bağ bulunmalıdır.[17,23]

İş parçasının işlenmesi sırasında gerek duyulan her bir değer yüzey pürüzlülüğünü iyi veya kotu yönde etkiler. Pürüzlülük değeri de yüzey kalitesini ortaya çıkaran önemli değerlerdendir. Lakin kesici takım ilerleme şekli, kesme hızı, kesme yağı, devir sayısı, paso kalınlığı, tezgâh rijitliği vb. değerler işlenen yüzey kalitesini belirleyen başlıca etmenlerdir. Talaşlı olarak imal edilmiş iş parçası yüzeyinin tribolojik kabiliyeti malzemenin yüzey yapısından son derece etkilenir. Yüzey hassasiyeti yalnız yağlama, sürtünme gibi tribolojinin asıl alanında değil bunun yanında sıcaklık iletimi, elektrik, hidrodinamik, termodinamik gibi değişik meslek gruplarında ele alınması gereken ögedir. Bu nedenledir ki her makineyi meydana getiren elemanlarda yüzey pürüzlülüğü ve dolayısıyla yüzey kalitesi belirlenmesi şiddetle önerilir.

Bir parçada yüzey hassasiyetinden bahsederken seçilen imalat yöntemleriyle veya başka sebeplerle meydana gelen ve de çoğunlukla diğer bir düzensizlik ile sonlanan oldukça ufak bölüntülü ve parça yüzeyinde meydana gelen aralıklardır.

Kesici uç şeklinden ya da imalat esnasında başka bir problemten ortaya çıkan düzensizlikler pürüzlülük olarak isimlendirilir. Pürüzlülük değeri dediğimizde aklımıza parça yüzeyinde meydana gelen çapraz izler ve diğer bozuk oluşumlardır. Talaslı imalat işleminde iş parçası üzerinden malzeme kesme işleminin amacı sadece parçaları belirli bir forma sokmak olmayıp bunları hem ebat hem de yüzey pürüzlülüğü açısından teknik resminde gösterilen şeklinden minimum sapma ile üretmektir. Bu durum işlem kalitesi olarak tanımlanır.

Ürün haline getirilecek bir numunenin şekil, yüzey hataları ve büyüklüğünü içine alan kalite terimi günümüzde de en çok kullanılan talaşlı imalatın önemli unsurlarındandır. Bir ürünün gerçek ölçülerinin kalitesi ile üretilecek olan parçanın gerçek ebatları arasındaki kabul edilebilir değişimlerdir. Öngörülen bu farklılıklar malzeme yapım resminde verilen ebat toleransları ile ifade edilirler. Bu toleranslar işlenecek parça büyüklüğüne ve talaşlı

işlem durumuna bakılarak seçilirler.[18] Bir malzemede geometrik doğruluk kabul edilebilir ebat ve yerel farklılıkları bünyesinde barındırır. İşlem görecekle iş parçasına bağılı olarak eğer torna ise silindirik şekle frezeleme ise farklı geometrilere göre değışimler, istenilen gerçek yüzey açısından değışimler ve eksende ortaya çıkan değışimler olarak üç başlık altında toplanır.

### **3.2 Yüzey Kalitesini Olumsuz Yönde Etkileyen Faktörler**

1. İşlem esnasında takım-malzeme arasında meydana gelen titreşimler,
2. Kesici takım veya iş parçası malzemesinin geçici şekil değışimi,
3. Kesici takımın kesme kenarına kesilen parçanın kaynaması,
4. Takım kesme yüzeyindeki kötü yüzey kalitesi,
5. Talaşın kalıcı olarak malzeme üzerinden uzaklaşması,
6. Numunenin işlem gören yüzeyindeki fiziksel karakterler,
7. Kesici uçta iz oluşumu ile birlikte malzeme kaybı.[19]

### **3.3 Yüzey Kalitesine Kesme Yüklerinin Etkileri**

Talaşlı imalat hassasiyetini belirleyen etmenler genel olarak dört ana başlık altında toplanabilir:

1. İşleme merkezinin kendisinden kaynaklanan hatalar;

Takım tezgâhın yapısında bulunan bozukluklar sebebiyle, tezgâh mili ile kayıt – kızak sisteminin eş merkezli çalışmamasından, tezgâhı oluşturan elemanların ve bunların yataklanması işlemindeki hatalar, makine elemanları arasındaki boşluklar nedeniyle tezgâh gövdesinin uyum içerisinde bulunmamasından ileri gelir.

2. İş parçalarını tezgâha sabitleyen sistemlerdeki bozukluklar;

Tezgâh temel elemanlarının üretim bozukluklarından, tezgâh bağlama pabuçları veya diğerelemanların olmamasından, tezgâhı oluşturan ana parçalarda meydana gelen malzeme kayıplarından ileri gelir.

3. Takım bünyesindeki bozukluklar;

Kesici ucun sabitlenmesi esnasında yapılan yanlış konumlandırma, kesme yüklerinin tesiriyle kesicide meydana gelen boyut değışimleri, kesici takımında oluşan malzeme kaybından ileri gelir.

4. İşlem esnasında ortam nedeniyle oluşan bozukluklar;

Ortamdaki ısı ve titreşimlerden kaynaklanan bozukluklardır.[19]

### **3.4 Kesici Takımda Oluşan Malzeme Kayıplarının Yüzey Kalitesine Etkileri**

Kesici uçta meydana gelen malzeme kayıpları önemli etmenlerdendir. Kesici ucun Serbest yan yüzeyinde meydana gelen malzeme kaybı ürünün boyutlarının ve yüzey pürüzlülük değerinin oluşmasında etkilidir. Kesici takımda meydana gelen malzeme kayıplarının tespiti üretim işlemi durdurulmadan kesicideki aşınmanın fark edilmesidir. Böyle bir durumu belirlemek için son teknoloji ürünü olan takım tezgâhlarında bazı kontrol ekipmanları üretilmiştir. Cnc gibi otomatik talaşlı imalat gerçekleştiren tezgâhlarda kesici ucun işlem ömrünü bitirmeksizin fark edilmesi ve yenisinin yakılması önemlidir. Bunun tersi bir durum söz konusu olduğunda ise talaş kaldırma işleminin durmamasıyla birlikte imal edilen ürünlerde boyutsal tolerans farklılıkları gözlenir.

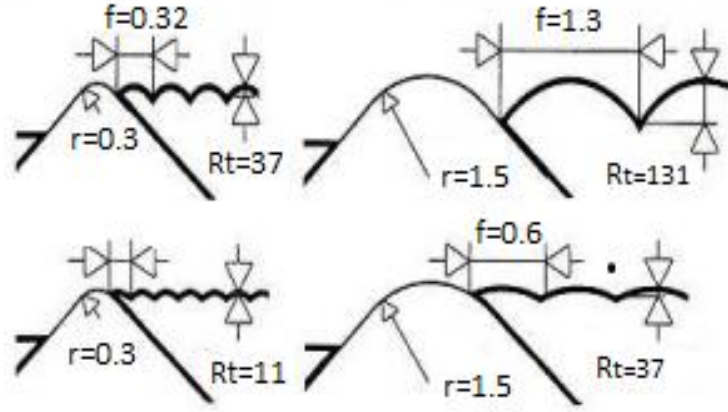
### **3.5 Kesme Kuvvetlerinin Yüzey Pürüzsüzlüğüne Etkisi**

Kesme yükleri hem kesici uç hem de işlenen parça yüzeyine etki ederek iş parçası-kesici uç ikilisini değişikliğe uğrattırır. Bu durum imal edilmiş ürünün kalitesini etkiler.

Karşılaşılan zorlukları yok etme için gerekli yük  $F_r$  eksene dik yük,  $F_s$  kesme yükü,  $F_v$  ilerleme yükü olarak üç farklı bileşenden oluşur. İşleme merkezi-kesici uç-iş parçası üçlüsü esnek mekanizmadır. Bu yüzden talaşlı imalatta, ilerleme yükünün farklılık göstermesi sebebiyle bu grup arasında titreşim oluşabilir. Titreşimlerin aşırı olması tezgâhta zırlı oluşumuna bu da berbat bir yüzey kalitesine neden olur.

### **3.6 Kesici Takım Köşe Radyüsünün ve Kesme Hızının Etkisi**

Pratik olarak yüzeyin pürüzlülük miktarı yüksek ilerleme ve optimum bir kesici uç şekli ile azaltılabilir. Teorik maksimum yüzey pürüzlülüğü değeri (R) daha yüksek kesme hızları ve daha pozitif bir kesme geometrisi kullanılarak artırılabilir. Pratik olarak yüzey pürüzlülük miktarı R ilerleme hızı F ve kesici takım boyut ve radyüs çapına  $\lambda$  bağlı farkını ifade eder.[20]



Şekil 3.1 Kesme Hızı ve Radyüsün Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi.[20]

$$R_t = \frac{f^2}{8 \cdot r_z} \times 1000 \quad (3.1)$$

Yukarıdaki eşitlikten de anlaşılacağı gibi sabit bir yüzey pürüzlülüğü miktarı esas alındığında daha fazla radyüs değeri elde etmek için daha fazla ilerleme miktarı seçilmelidir.

Aşağıdaki formülde verilen ortalama pürüzlülüğü  $R_a$  hem kesme hızı hem de radyüse bağlı olarak yazılabilir.

$$R_a = \frac{0,3210 \times f^2}{r_q} \quad (3.2)$$

Formülden de anlaşılacağı gibi ilerleme miktarı, takım radyüsü ve talaş kaldırma hızı güzel bir yüzey elde etmek için önemli üç etmendir. Bununla birlikte talaş kaldırma hızındaki artışın kaldırılan talaşın kesici uca kaynamasına, malzeme kaybına etkisi de ayrıca görülmektedir.



### 3.7 Tornaalama İşlemlerinde Yüzey Pürüzsüzlüğünün İncelenmesi

Günümüzde talaşlı imalat işlemlerinde gelişen teknoloji ile birlikte tam ölçülerinde üretimin yanında yüzey yapısının belirlenmesi de son derece önemlidir. Temas halinde bulunan veya birbirleriyle bağlantısı olmayan malzeme yüzeylerinin pürüzlülük değerlerinin belirlenmesine gereksinim duyulur. Malzeme yüzeylerine ait kriterlerin parçayı tasarlayacak kişilerce açıklayıcı olması için bazı yöntemler oluşturulmuştur.

İşlenen iş parçası üzerinde pürüzlülük değerinin belirlenmesi için cevap yöntemi uygulanarak farklı denemeler yapılmış sonrasında ise yapılan çalışmaların neticesinde malzeme işlem kalitesini belirleyecek yöntemler oluşturulmuştur.

Kesici yükleri, işlem esnasında meydana gelen gürültü seviyesini dikkate alarak titreşimin başlangıcını tayin edecek yöntemler oluşturulmuştur.

Talaşlı imalat işleminde arzu edilmeyen yüzeydeki düzgünsüzlükler, salgı bozukluğu, işlem toleransını, işleme merkezi ömrünü ortaya çıkaran etmendir. İşlem anındaki yüzey yapısı, farklı kesici uçların ömrü, iş parçası malzemesi ve değişik kesme hızları ile iş parçasında meydana gelen elastik şekil değişimi birlikte değerlendirilmiştir. Bir parçanın talaşlı imalatında değişik takım geometrileri, farklı paso miktarları ilerleme ve kesme hızları tayin edilerek oluşturulan yüzeyler profilmetre kullanılarak incelenmiş ve sonuçlar kaydedilmiştir.

18 mm boyutundaki bir yüzeyde, en ufak ve en büyük parametrelerin analizi oluşturulmuştur. Kesme yüklerinin profil üzerine etkileri genel olarak kesici takım ilerlemesinin ve kesici uç radyüs değerinin bileşenidir. Her bir değer sabit tutulursa, kesmedeki artış parçanın yüzey hassasiyetini artırmaktadır. Seçilen Ç1050 malzemesinin işlenmesi esnasındaki malzeme kopartma işlemi ile meydana gelen talaş şekli, yüzey hassasiyeti, vb. talaşlı imalat şekillerine tesiri yükseltilmiştir.

Haddeleme ile üretilmiş çelik veya tavllanmış parçaların ısıl işlemleri sayesinde dinamik kriterleri farklılaşmıştır. Farklı özelliklere haiz iş parçalarının çok küçük veya aşırı kesme hızlarında işlenmesi esnasında ani kesme takımı devreye sokularak talaşın kök yapısından numune alınmıştır.

Alınan bu numune parçacıklarının kontrol işlemleri yapılmış ve kopan malzemelerin morfolojik yapıları araştırılmıştır. İş parçası malzemesinde yükselen çekme ve basma mukavemetlerinin, talaş birikmesini düşürdüğü izlenmiştir.[21,25]

Bunun yanında birikme talaş ebatlarındaki farklılaşmanın yüzeyin hatalarını ve uygulanan yükleri büyük bir ölçüde etkilediği gözlenmiştir.

Talaşın imalat işleminde malzemenin üzerinden parça kaldırmadaki temel amaç parçaları sadece belirli bir forma sokmak değil bunları ebat ve yüzey açısından teknik resimde belirtilen ve istenen toleranslardan minimum sapma ile imal etmektir. Bu ayrıca işlem hassasiyetini tanımlar.

İşlenecek malzemenin boyut, şekil ve yüzey hassasiyetini içine alan parça mükemmeliyeti yapılan işlemler arasında en etkin faktördür. Parça boyut niteliği iş malzemesinin temel ölçüleri içerisinde izin verilebilen farklılıklardır. Bu değişimler şekil toleransları ile tanımlanır. Şekil toleransları işlem niteliğiyle birlikte şeklin üretim şekilleri ve büyüklüğüne bakılarak belirlenir. Şekil hassasiyeti, kabul edilebilir boyut ve gerçek boyuttan olan farklılıkları kapsar. Bunlar optimum olarak belirlenen silindirik numuneden farklılıklar, eksenden olan farklılıklar, eksenel farklılıklar olarak üç başlıkta toplanır.[22]

### **3.8 Tornada Talaş İmalatta Kesme Verilerinin Yüzey Kalitesine Etkileri**

İmalat niteliği dört ana grupta toplanabilir;

#### **1. İşleme merkezleri açısından farklılıklar;**

Takım tezgâhının mevcut mekanizmasında bulunan bozukluklardan, tezgâh bünyesinde bulunan bozuklukların tesirinden, tezgâh ana miliyle tezgâh kayıt-kızak yapısının paralel olmamasından, işleme merkezinin tüm parçaları ile beraber yataklamalarda bulunan bozukluklar, tezgâh gövdesinin uygun rijitlikte olmamasından ötürü meydana gelir.

#### **2. Kesici ucun bağlama aparatından kaynaklı bozukluklar;**

Tezgâhı oluşturan esas parçaların üretim bozukluklarından, takım bağlama aparatlarının rijitliğinin yetersizliğinden ve esas parçalarda oluşan malzeme kayıplarından meydana gelir.

#### **3. Kesici takım mekanizmasına bağlı bozukluklar;**

Kesici ucun yer olarak uygun olmayan bir biçimde sabitlenmesi, kesme yüklerinin tesiri altında boyutta farklılıkların meydana gelmesi ve malzeme kayıplarından ileri gelir.

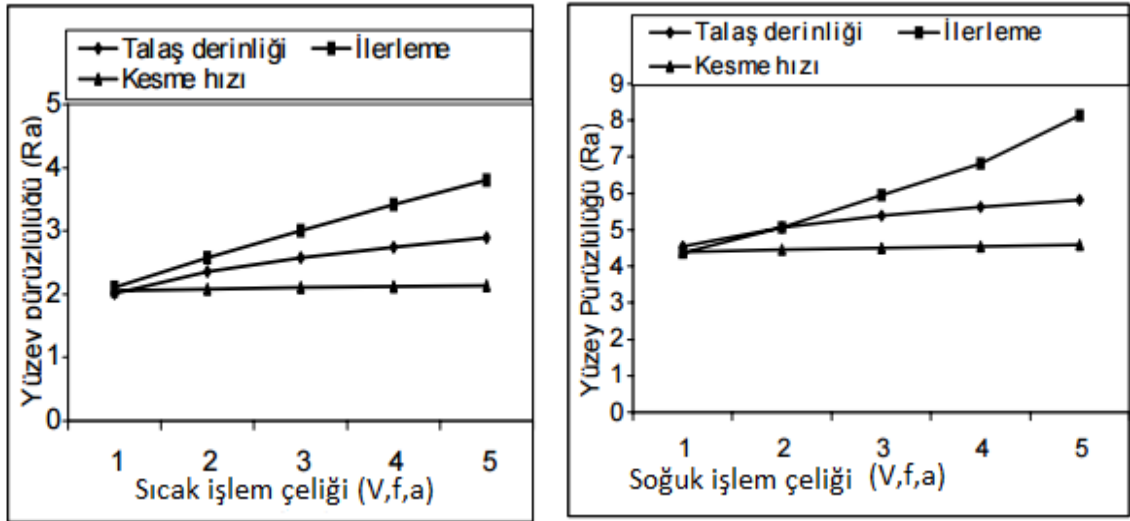
#### **4. İşlemin gerçekleştiği ortamdan kaynaklı bozukluklar;**

Ortamdaki ısının meydana getirdiği elastik şekil değişimleri ve de ortamdaki

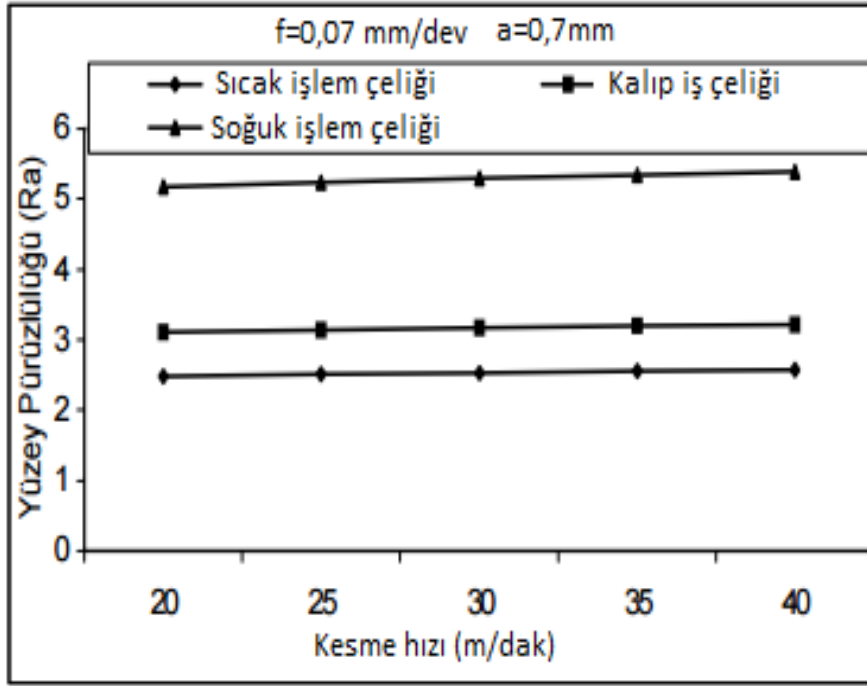
makinalardan oluşan titreşimlerden ileri gelir. İşlenen parçanın yüzey yapısını belirleyen etmenler ise şunlardır;

1. Talaşın kalıcı şekle uğramış şekilde parça yüzeyinden uzaklaşması,
2. Kesici uç ve işlenecek malzemede meydana gelen titreşim,
3. Kesici takım üzerinde malzeme birikmesi,
4. Kesici ucun kesici yüzeyinin pürüzlülüğü ve takım ucunda meydana gelen bozukluklar,
5. Parça üzerinde yaklaşık 98 µm boyutundaki fiziksel faktörlerden oluşan bozukluklar,
6. Kesici uç ve malzemenin geçici şekil değişimi,
7. Paso miktarı, kesme şiddeti ve ilerleme,
8. Kesici ucun şekli.[23,24]

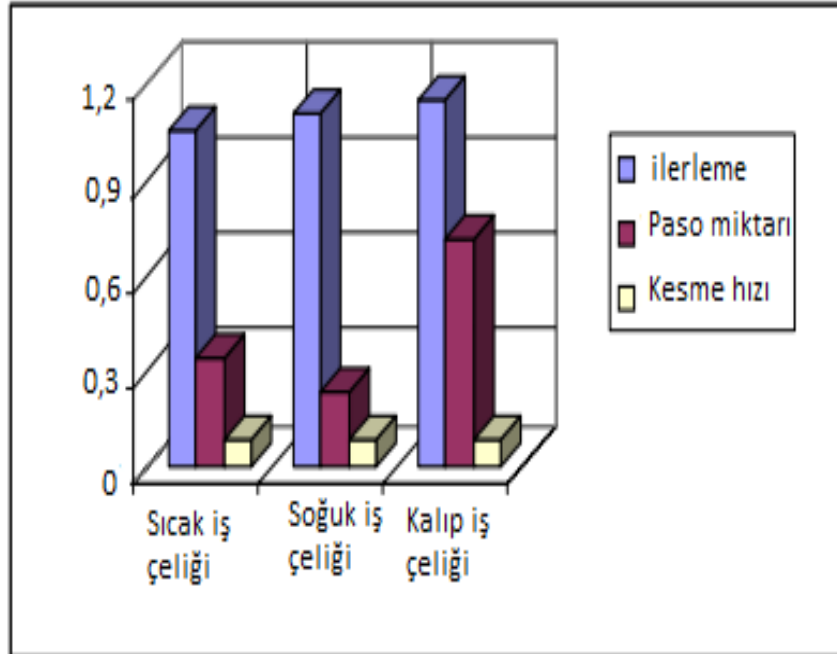
### 3.9 Yüzey Kalitesinin Değişik Kesme Hızlarındaki Değişimi



Şekil 3.2 Sıcak ve Soğuk İşlem Çeliklerinde Değişim.[25]



Şekil 3.3 Kesme Hızının Pürüzlülüğe Etkisi.[26]



Şekil 3.4 Kesme Parametrelerinin Farklı Malzemeler Üzerinde Etkileri

### **3.10 Kesici Ucu ve Ortamdan Kaynaklı Titreşimin Pürüzlülüğe Etkileri**

Böyle etmenler kesici uca ve imalat işleminin başlangıcından sonuna işlem basamaklarına dayanır. Böyle bozukluklar işleme merkezindeki veya kesici uçtaki salınımlardan ortaya çıkar. Bunun yanında bağlama sisteminden de ileri gelir. Yukarıdaki bu olumsuz olaylar neticesinde yüzeyde dalgalanma meydana getirir. Meydana gelen titreşimleri yok etmek için kesme yükleri azaltılır. Paso miktarı minimuma indirilir ve ilerleme düşürülür.

### **3.11 Yüzey Pürüzlülük Değerinin Belirlenmesi**

Malzeme yüzey yapısını belirlemekte en çok kullanılan alet yüzey pürüzlülük ölçme cihazıdır. Ölçüm Cihazı izleyici bir prob ile sinyal arttırıcı bir sistemden oluşur. İzleyici probun ucunda 0.012-0.013 mm çapında elmas izleyici mevcuttur.

Malzemenin işlem gören kısmında izleyici prob yavaş bir şekilde ilerletilir. Malzeme yüzeyindeki düzensizlikler nedeniyle gezdirilen probun hareketleri izleyici prob tarafından elektriksel verilere dönüştürülür.

Algılanan veriler yükseltici aracılığı ile arttırılır ve cihaz tarafından saklanır. Cihaz ekranındaki veriler belirlenen bir standarda göre yüzeydeki bozuklukların ortalama değeri Ra veya iyileştirilmiş pürüzlülük verilerini Rq ortaya koyar ve bu sonuçta her ikisinin ortalamasının köküne eşittir.[27]

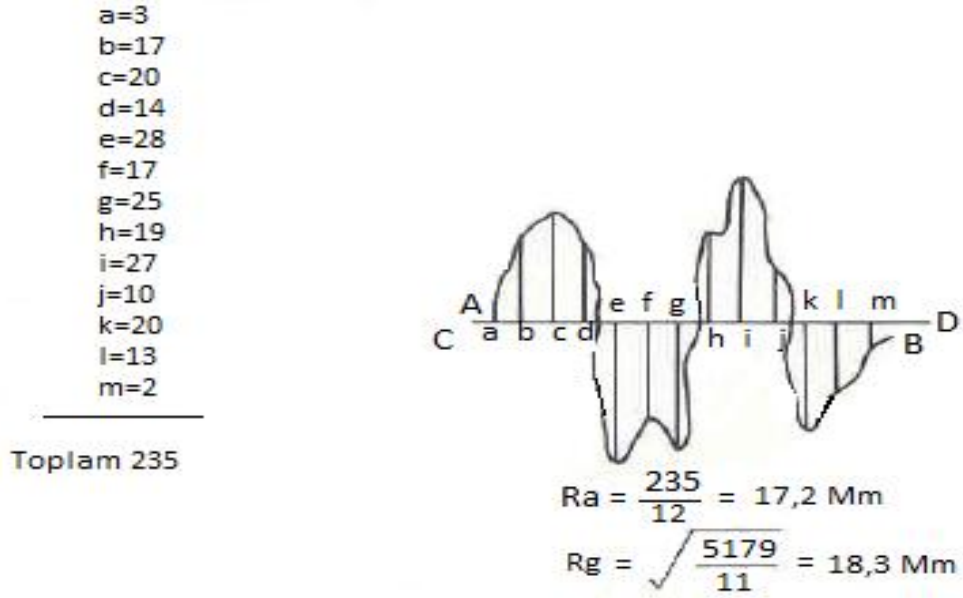


Şekil 3.5 Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Aleti



Şekil 3.6 Yüzey Pürüzlülük Ölçümü

Yukarıdaki şekilde ölçülen ve aşağıda hesaplaması verilen ortalama ve iyileştirilmiş verilerin formülleri verilmiştir. İyileştirilmiş pürüzlülük değeri aşırı miktardaki farklılıkları hesapladığı için gerçeği yansıtmamasına rağmen ortalama pürüzlülük değeri pratikte daha fazla tercih edilir



Şekil 3.7 Ortalama Yüzey Pürüzlülüğünün Hesaplanması.[28]

Yüzey değerlerini ve özelliklerini belirtmekte kullanılan sembolik ifadeler Şekil 3.7'de verilmiştir.



Şekil 3.8 Pürüzlülük Ölçümünde Parametreler

Aşağıdaki verilen sembolik ifadeler kesici ucun konumunu belirtmektedir:

M = her yönde etkiyen

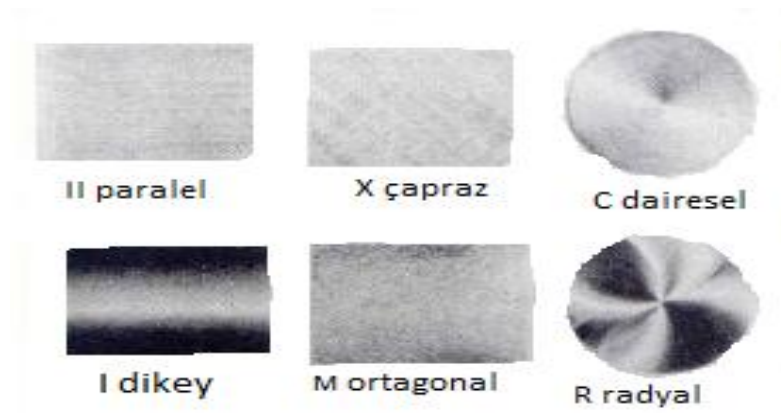
⊥ = parça kenarına dik

|| = parça kenarına paralel

C = silindirik etkiyen

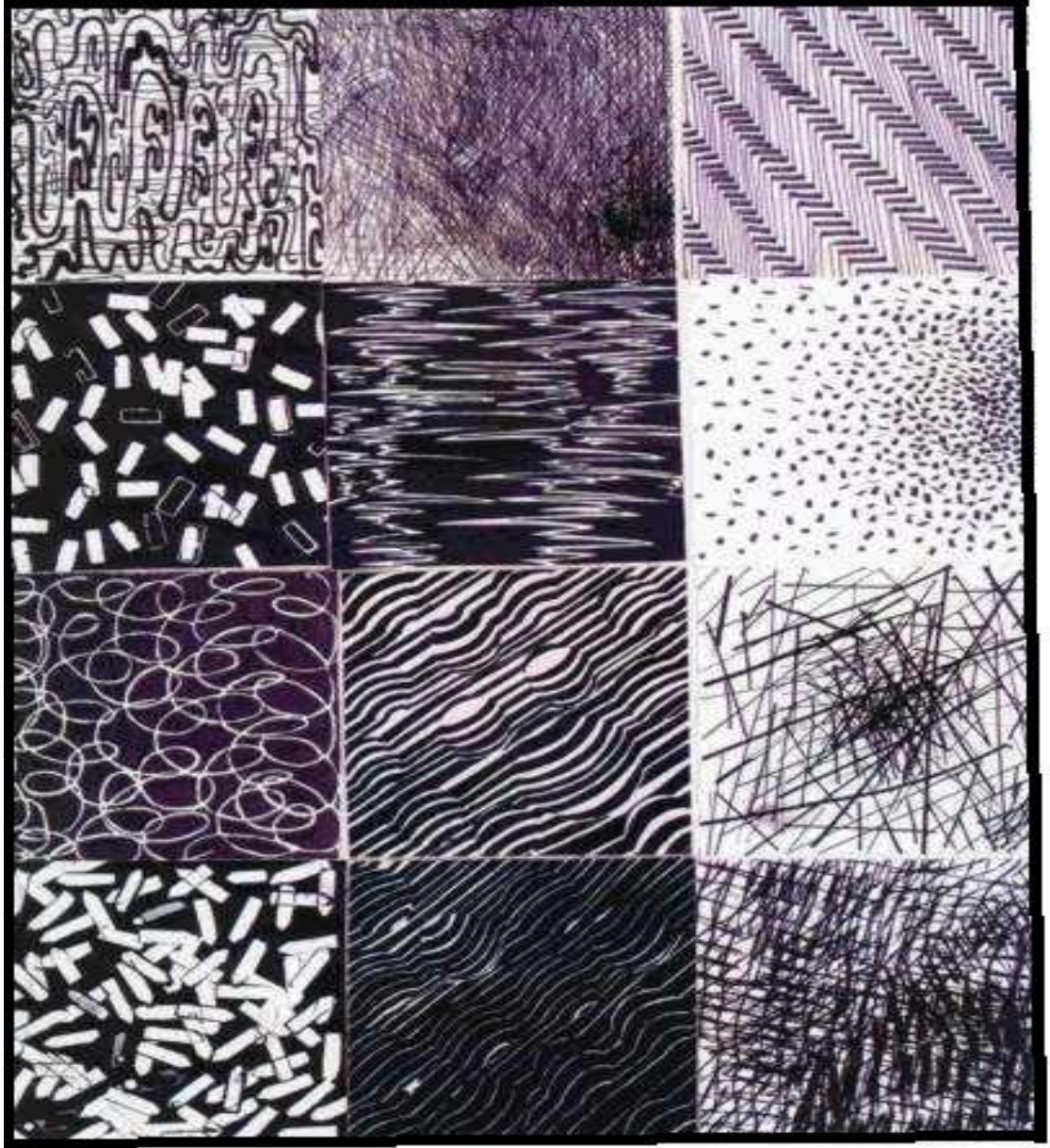
R = radyal etkiyen

X = çapraz ve her iki yönlü.[29]



Şekil 3.9 Kesici Takım Konumları





Şekil 3.10 Yüzey Pürüzlülük Şekilleri

## 4. BÖLÜM

### KESİCİ TAKIM, KESME HIZI ve MALZEME CİNSİNİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİLERİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ

#### 4.1 Deney Numuneleri ve Özellikleri

Deney için, Ç1050 imalat çeliğinden hazırlanmış Ø 50 mm ölçülerinde kütük şeklindeki malzemedan 100 mm uzunluğunda kesilen 81 adet numune kullanılmıştır. Ç1050 imalat çeliği piyasadan temin edilmiştir. Hazırlanan numuneler öncelikle spektral analiz ile incelenmiş ve numunelerin kimyasal ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler Tablo 4.1 ve Tablo 4. 2' de verilmiştir.

Tablo 4.1 Deney Numunelerinin Kimyasal Bileşimi (% Ağırlık)

S	P	Mn	Si	C
0,045	0,035	0.718	0.158	0.472

Tablo 4.2 Deney Numunelerinin Mekanik Özellikleri

Kopma uzaması %5d	Akma sınırı Mpa	Kopma dayanımı Mpa	Sertlik HB
28	400	459,5	128

## 4.2 Kesici Takım, Tezgâh ve Yüzey Pürüzlülüğü Ölçme Aleti

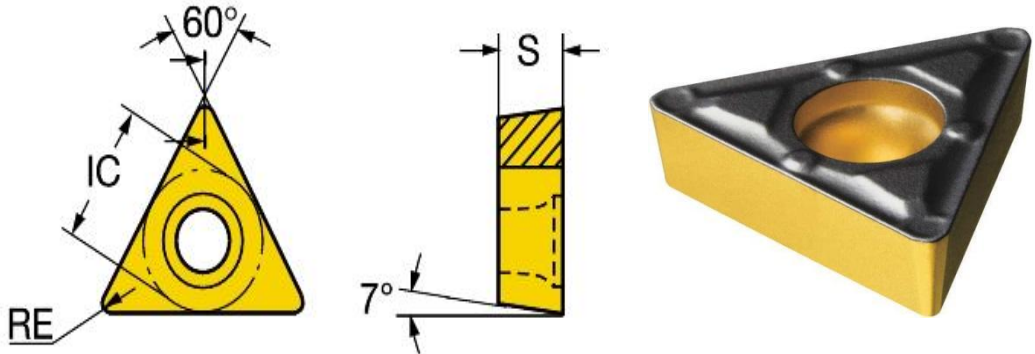
### 4.2.1 Kesici Takım Seçimi ve Özellikleri

İmalat çeliği için malzeme Sandvik firmasına ait katalogdan toplam dokuz adet farklı özelliklerde pozitif şekilli ince talaş kesici ucu seçilmiştir. Kesici takımların hepsi karşılaştırma açısından üçgen olarak belirlenmiştir. Böylece kesici takım geometrisinin yüzey kalitesine etkisi göz ardı edilmiş olacaktır. Seçilen kesici uçları ve özellikleri aşağıda tanımlanmıştır;

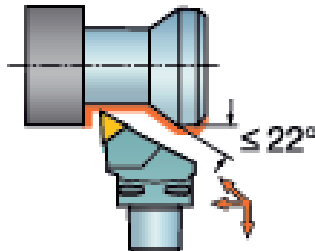
#### 1. Sandvik marka TCMX-WF kodlu kesici takım özellikleri

ISO standardı: TCMX 09 02 02-WF

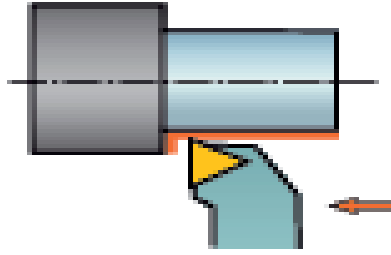
ANSI standardı: TCMX 1.8(1.5)0-WF



Şekil 4.1 KTCMX-WF Kesici Uç Ölçüleri ve Şekli



Şekil 4.2  
Açısı(ilerleme



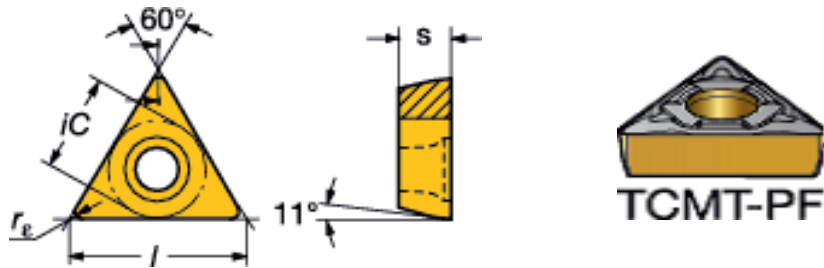
KTCMX-WF Giriş  
Açısı) 91° -(-1)°

Şekil 4.3 KTCMX-WF Sağ Yan Kalem

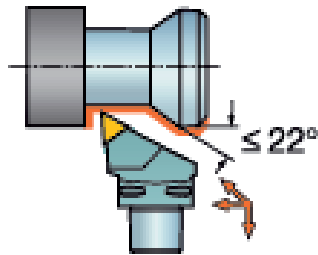
## 2. Sandvik marka TCMT-PF kodlu kesici takım özellikleri

ISO standardı: TCMT 06 T1 02-PF

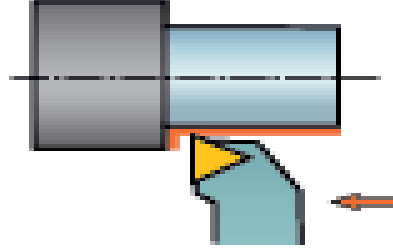
ANSI standardı: TCMT 1.2(1.2) 0-PF



Şekil 4.4 TCMT-PF Kesici Uç Ölçüleri ve Şekli



Şekil 4.5 TCMT-PF Giriş Açısı(İlerleme Açısı)  $91^{\circ} - (-1)^{\circ}$

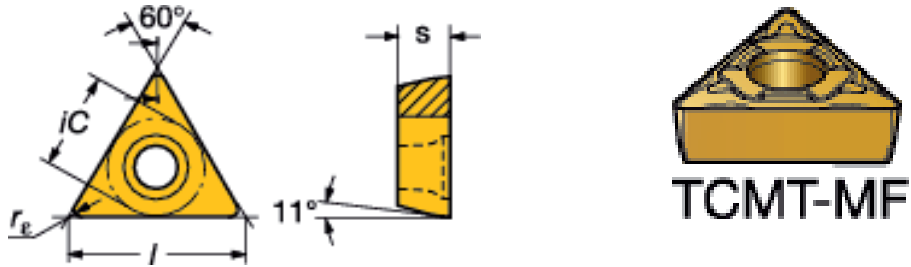


Şekil 4.6 TCMT-PF Sağ Yan Kalem

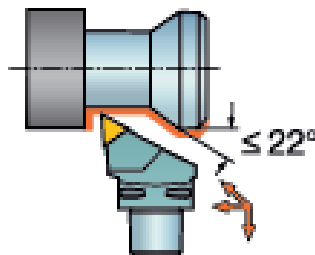
### 3.Sandvik marka TCMT-MF kodlu kesici takım özellikleri

ISO standardı: TCMT 06 T1 02-MF

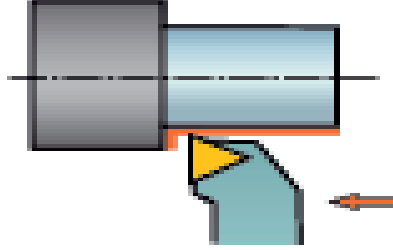
ANSI standardı: TCMT 1.2(1.2) 0-MF



Şekil 4.7 TCMT-MF Kesici Uç Ölçüleri ve Şekli

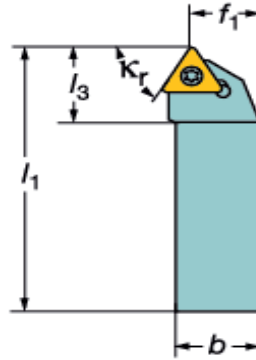


Şekil 4.8 TCMT-MF Giriş Açısı(İlerleme Açısı)  $91^\circ - (-1)^\circ$



Şekil 4.9 TCMT-PF Sağ Yan Kalem

Deneyde değiştirilebilir kesici uçlar ve bu uçları bağlamaya uygun STTCR/L kodlu Sandvik marka takım tutucu kullanılmış ve genel özellikleri aşağıda şekil 4.10'da gösterilmiştir.



Şekil 4.10 Takım Tutucu

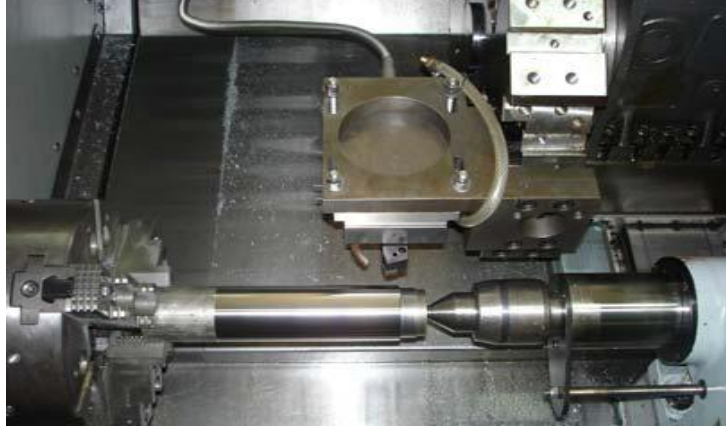
#### 4.2.2 Takım Tezgâhı ve Özellikleri

Deney numunelerinin talaş imalat işlemleri için kullanılan FEMKO HL-25 cnc torna tezgâhının teknik özellikleri verilmiştir.

Tablo 4.3 FEMKO HL-25 Cnc Torna Tezgahının Teknik Özellikleri

<b>ÖZELLİKLER</b>	<b>birim</b>	<b>HL-25</b>
<b>KAPASİTE</b>		
MAKS. İŞLEME ÇAPI	mm	Ø240
MAKS. DÖNDÜRME ÇAPI	mm	Ø510
MAKS. İŞLEME BOYU	mm	580
<b>İŞ MİLİ</b>		
İŞ MİLİ DEVRİ	dev/dak	4700
İŞ MİLİ KONİĞİ		A2-6
MAKS. ÇUBUK ÇAPI	mm	Ø52
AYNA ÇAPI	inch	8
İŞ MİLİ MOTOR TİPİ		Alpha P22i
İŞ MİLİ MOTOR GÜCÜ	kw	15
İŞ MİLİ MOTOR TORKU	Nm	244
ÖN RULMAN ÇAPI	mm	150
<b>TARET</b>		
İSTASYON SAYISI		8
TAKIM ÖLÇÜLERİ	mm	25 / Ø40
ÇALIŞMA PRENSİBİ		HİDROLİK+SERVO
TARET KİLİTLEME GÜCÜ	N	25000
TAKIMDAN TAKIMA SÜRE	sn	0,3
<b>EKSENLER</b>		
X / Z EKSENLERİNİN MOTOR GÜCÜ	kw	2
X / Z EKSENLERİNİN BOŞTA İLERLEME HIZI	m/dak	24
X / Z EKSENLERİNİN KESME HIZI	m/dak	5

<b>PUNTA</b>		
PUNTA GÖVDESİNİN STROĞU	mm	400
PUNTA PİNOL STROĞU	mm	100



Şekil 4.11 Kullanılan Torna Tezgahı



Şekil 4.12 İşleme Anından Bir Görüntü



FEMKO HL-25 cnc torna tezgahında işlenecek numuneler için ISO 3568 standartları ve ince işlem kesici takım özellikleri esas alınarak 0.1-0.2 ve 0.3 mm/dev olmak üzere üç farklı ilerleme hızı belirlenmiştir. Bunun yanında kesici uç radyüsü dikkate alınarak 1, 1.5 ve 2 mm olmak üzere üç farklı paso miktarı yani kesme derinliği seçilmiştir. Kesme hızı seçiminde ise katalog bilgilerinden farklı olarak yüzey pürüzlülüğündeki artış ve azalmanın daha iyi belirlenmesi için 100, 180 ve 280 m/dak olmak üzere üç farklı özgün değer seçilmiştir.

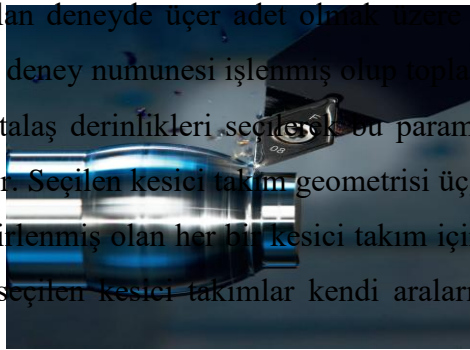
#### 4.2.3 Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Aleti

Deney numunelerinin yüzey pürüzlülüklerinin belirlenmesinde MARSURF M400 Yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı kullanılmıştır. Pürüzlülük değerleri her bir parametrenin üç değeri için ayrı ayrı ölçülmüştür. Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri belirlemek için 1mm kesme uzunluğu ve 6mm örnekleme uzunluğu belirlenmiş olup ortam sıcaklığı  $15\pm 1$  °C seçilmiştir. Ölçüm cihazı Şekil 3.5'te gösterilmiştir.

#### 4.3 Deney Numunelerinin Hazırlanması ve Parametrelerin Seçimi

Bir talaşlı imalat işleminde işlenebilirliğin en önemli etkeni işlenen parçanın yüzey hassasiyetidir. Bu amaçla belirlenecek olan yüzey pürüzlülüğü birbirinden bağımsız şartlarda araştırılmalıdır. Bu bağımsız şartlar öncelikli olarak ilerleme, kesme hızı ve kesme derinliğidir. Bunları incelemek deneysel çalışmalar gerektirir. Bu bağlamda yapılacak deney için sandvik marka TCMX-WF, TCMT-PF ve TCMT-PF olmak üzere üç farklı kaplamasız karbür kesici takım, üç farklı kesme hızı ve üç farklı ilerleme hızı seçilerek Ç1050 imalat çeliğinden hazırlanmış deney numuneleri işlenecek ve ortalama yüzey pürüzlülük değerleri belirlenecektir.

Yapılan deneyde üçer adet olmak üzere üç farklı kesici takımın her bir kesici kenarı ile üç deney numunesi işlenmiş olup toplamda 81 adet numune farklı kesme hızı, ilerleme ve talaş derinlikleri seçilerek bu parametrelerin yüzey pürüzlülüğüne etkileri araştırılmıştır. Seçilen kesici takım geometrisi üçgen olup her bir takım üç kesici kenara sahiptir. Belirlenmiş olan her bir kesici takım için deney numuneleri ayrı ayrı işlenecek ve böylece seçilen kesici takımlar kendi aralarında karşılaştırılarak belirlenen kesme



hızı, ilerleme miktarları ve talaş derinlikleri için Ç1050 malzemeye en uygun kesici takım tespiti de yapılmış olacaktır.



Şekil 4.13 İşlenmeden Önce Deney Numuneleri



Şekil 4.14 İşlenmiş Deney Numuneleri

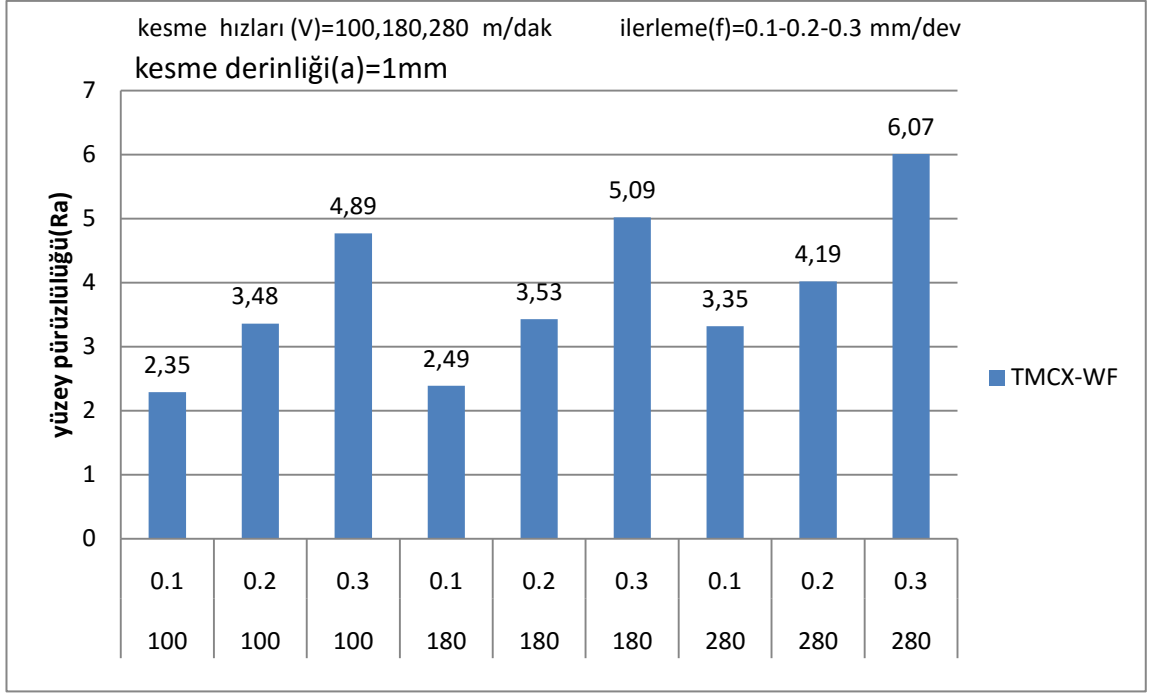
#### **4.4 Paso Miktarı(Kesme Derinliği) Sabit Tutularak Kesici Takım, Kesme Hızı ve İlerlemeye Bağlı Olarak Yüzey Pürüzlüğündeki Değişim**

1. TCMX-WF kesicisi için:

Tablo 4.4'te Ç1050 imalat çeliğinin Sandvik marka TCMX-WF kodlu kaplamasız karbür kesici ile, 1mm sabit kesme derinliği, üç değişik ilerleme hızı (0.1-0.2-0.3 mm/dev) ve üç farklı kesme hızlarında (100, 180, 280 m/dak) işlenmesinde elde edilen yüzey pürüzlülükleri (Ra) verilmiştir.

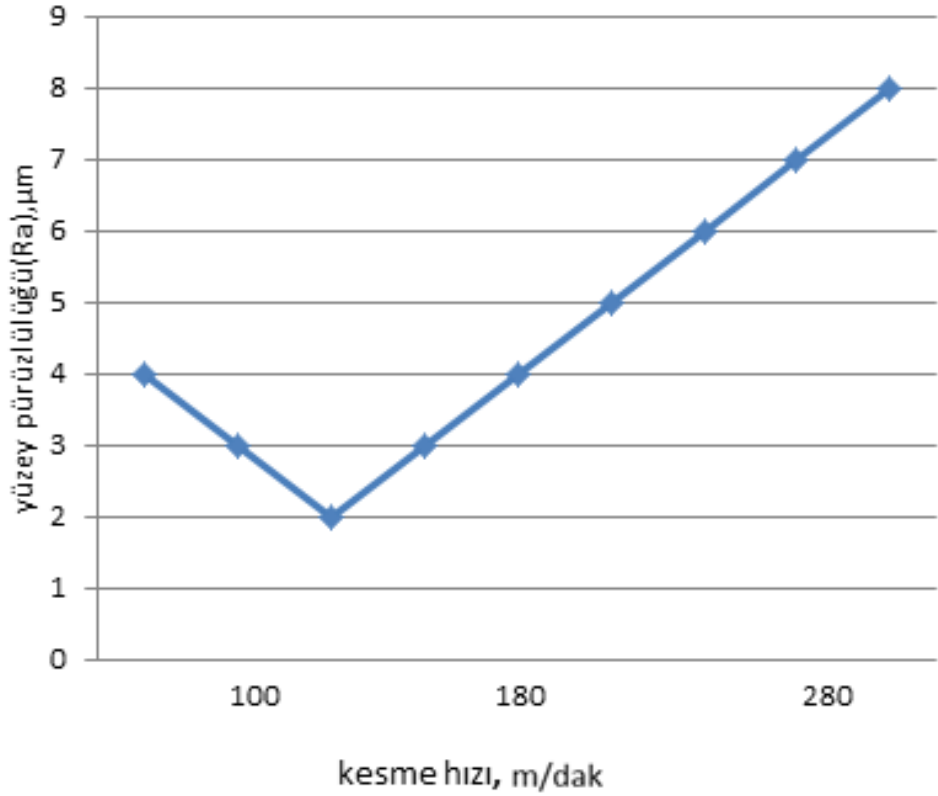
Tablo 4.4 TCMX-WF Ucun Sabit Kesme Derinliğinde Yüzey Pürüzlülük Değerleri

Kesici Takım	Kesme Hızı m/dak	Kesme Derinliği mm	İlerleme mm/dev	Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü
TCMX-WF	v	a	f	Ra
	100	1	0.10	2.35
		1	0.20	3.48
		1	0.30	4.89
TCMX-WF	180	1	0.10	2.49
		1	0.20	3.53
		1	0.30	5.09
TCMX-WF	280	1	0.1	3.35
		1	0.20	4.19
		1	0.30	6.07



Şekil 4.15 Kesme Hızı ve İlerlemeye Bağlı Yüzey Pürüzlülük Değerleri

İlk deney kesme derinliği(paso miktarı) sabit tutularak yapılmıştır. İşlenen numuneler kesme hızları açısından değerlendirilecek olursa minimum ortalama pürüzlülük değeri kesme hızı olan 160 m/dak da işlenen numunelerde görülmüş ve kesme hızının artması ile ortalama yüzey pürüzlülüğün azaldığı izlenmiştir. Kesme hızını değiştirerek elde edilen ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri standart sapmada dikkate alınarak aşağıdaki şekil de gösterilmiştir.



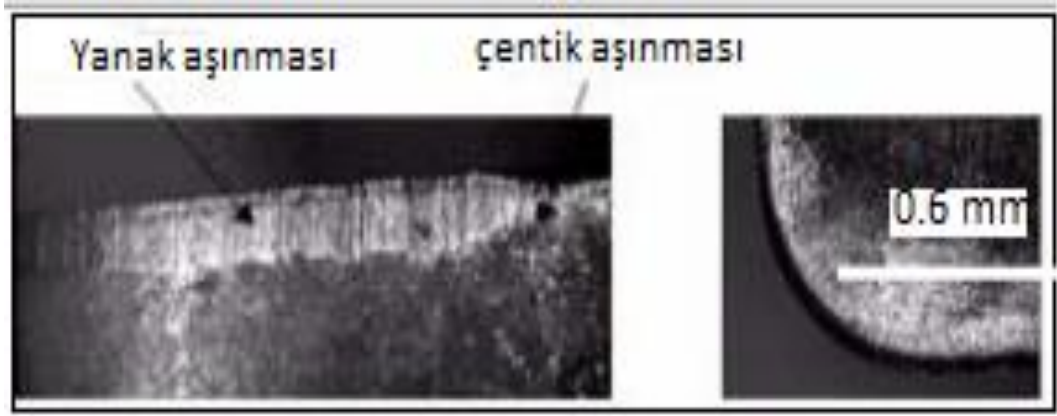
Şekil 4.16 Kaplamasız Kesicilerde Oluşan Aşınmanın Pürüzlülüğe Etkisi

Grafikten de görüleceği gibi kesme hızının belirli bir miktarına kadar yüzey pürüzlülüğü azalmış ve kesme hızının daha da artması ile birlikte yüzey pürüzlülüğünde de artış gözlenmiştir

Aynı ilerleme miktarı için (burada 0.1 mm/dev seçilmiştir) en düşük kesme hızı 100 m/dak yüzey pürüzlülüğü 2.35  $\mu\text{m}$  iken kesme hızının 130-140 m/dak seçilmesi durumunda yüzey pürüzlülüğü 2  $\mu\text{m}$  kadar düşmüştür son olarak kesme hızının 280 m/dak alınması durumunda ortalama yüzey pürüzlülük değeri 3,35  $\mu\text{m}$  olarak elde edilmiştir. Yüzey pürüzlülüğünü azaltmanın yolu kesme hızını belirli oranda artırmaktır ve bu bilinen en yaygın metottür.

Fakat yapılan farklı kesme hızlarındaki talaş kaldırma işlemlerinde kesme hızının belirli bir değerinden sonra kesme hızının artması ile birlikte yüzey pürüzlülüğünün de arttığı gözlemlenmiştir. Böyle bir durumla karşılaşılması kesme

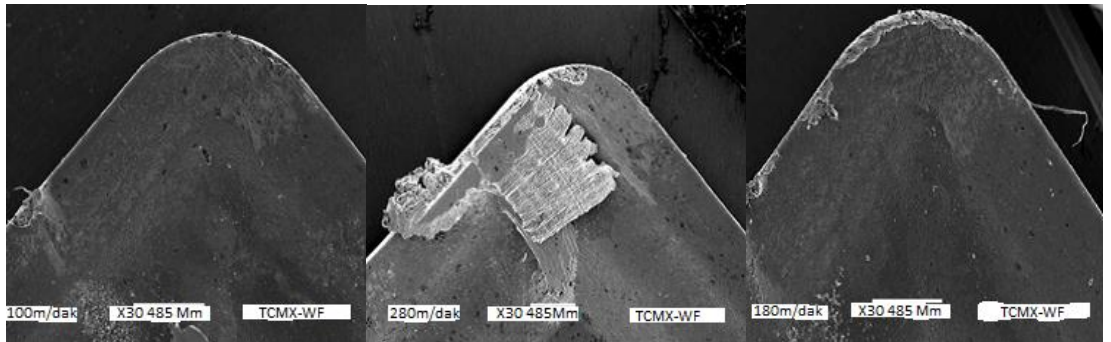
yüzeylerinde kaplama bulunmayan kesici takımların yüksek kesme hızlarında sürtünmeye bağlı meydana gelen yüksek ısının kesici takımın kesme kenarında oluşturduğu aşınmanın ve yüksek kesme hızlarının meydana getirdiği titreşimin bir sonucudur. Seçilen yüksek kesme hızları neticesinde kesici uçta meydana gelen aşınmaların(çentik ve kenar) şekilleri optik mikroskop kullanılarak 60 kat büyütülmüş ve aşağıda resim olarak gösterilmiştir.



(a)

(b)

Şekil 4.17 ( a) Çentik ve Yanak Aşınması. ( b) Kesici Ucun Üst Görüntüsü.[30]



(a)

(b)

(c)

Şekil 4.18 (a) Çentik Aşınması. (b) Uçta Aşınma. (c)Yanak Aşınması.[31]

İşlenen numuneler ilerleme miktarları dikkate alınarak değerlendirilecek olursa seçilen 0.1-0.2-0.3 mm/dev ilerleme miktarında ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri incelendiğinde ilerleme miktarı artıkça yüzey pürüzlülüğünün de attığı görülmektedir. İlerleme miktarı ile yüzey pürüzlülüğü doğru orantılı olarak değişmektedir. Grafik tende anlaşıldığı gibi yüzey pürüzlülüğünü düşürmenin diğer bir yolu da ilerleme miktarının düşürülmesidir. Yapılan deneyde ç1050 imalat çeliğinin 1mm kesme derinliği ve her bir kesme hızında (100-180-280 m/dak ) en düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri seçilen üç ilerleme miktarından minimum ilerleme miktarı olan 0.1mm/dev ile elde edildiği görülmüştür.

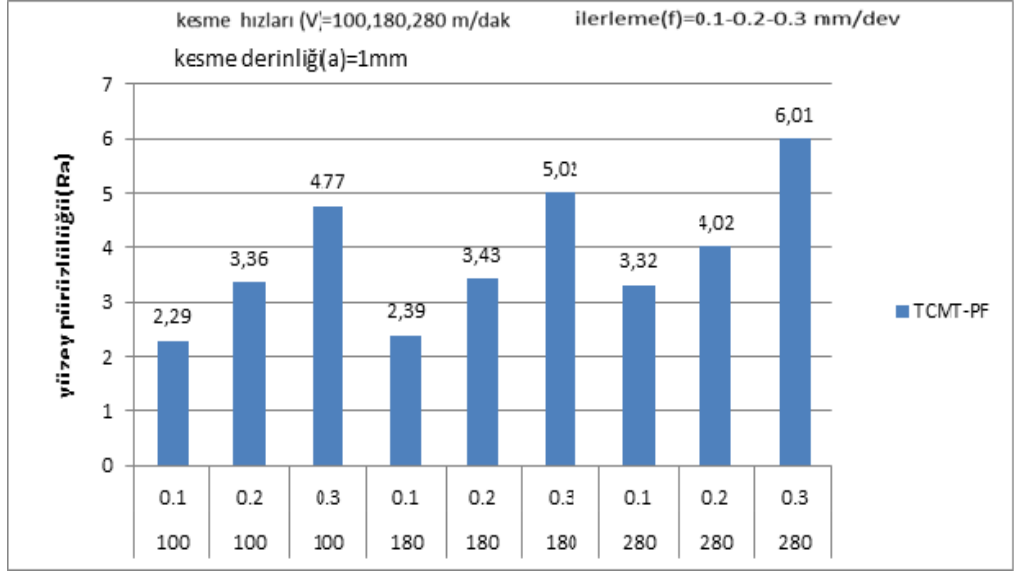
## 2. TCMT-PF kesicisi için:

Deney 1mm sabit kesme derinliği, 0.1-0.2-0.3 mm/dev ilerleme miktarı ve 100,180,280 m/dak kesme hızlarında farklı bir kesici takım (sandvik marka TCMT-PF kodlu) kullanılarak tekrarlanmış ve elde edilen veriler Tablo 4.5 ve Şekil 4.19 ile aşağıda verilmiştir.



Tablo 4.5 TCMT-PF Ucun Sabit Kesme Derinliğinde Yüzey Pürüzlülük Değerleri

Kesici Takım	Kesme Hızı m/dak	Kesme Derinliği mm	İlerleme mm/dev	Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü
	v	a	f	Ra
TCMT-PF	100	1	0.10	2.29
		1	0.20	3.36
		1	0.30	4.77
TCMT-PF	180	1	0.10	2.39
		1	0.20	3.43
		1	0.30	5.02
TCMT-PF	280	1	0.10	3.32
		1	0.20	4.02
		1	0.30	6.01



Şekil 4. 19 Kesme Hızı ve İlerlemeye Bağlı Yüzey Pürüzlülük Değerleri

Şekil 4.18 ile Şekil 4.19 kesme hızı açısından karşılaştırılırsa her bir ilerleme miktarı için daha düşük yüzey pürüzlülüğüne sahip yüzeyler elde edilmiştir. Örneğin 0.1 mm/dev ilerleme için TCMX-WF takımını 100 m/dak kesme hızında 2,35µm yüzey pürüzlülüğü ile işlem yaparken TCMT-PF takımını aynı kesme hızında 2,29 µm yüzey pürüzlülüğü ile işlem yapmaktadır.

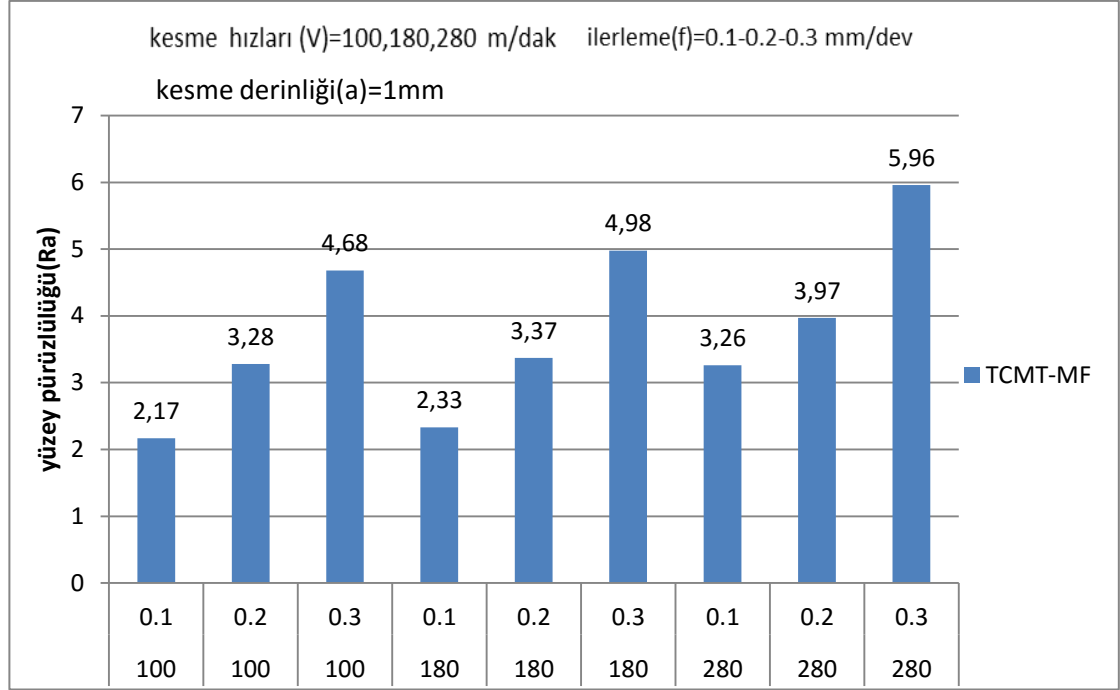
Her iki kesici takım ilerleme miktarı göz önünde bulundurularak değerlendirildiğinde her bir kesme hızı için daha iyi yüzeyler elde edilmiştir. Örnek olarak Şekil 4.18 ile Şekil 4.19 daki değerleri karşılaştıralım. Her iki durumda sabit 1mm kesme derinliği mevcuttur., 280m/dak kesme hızı için TCMX-WF kesicisi 0.3 mm/dev ilerleme miktarında 6,07 µm yüzey pürüzlülüğü değeri verirken TCMT-PF kesicisi aynı ilerleme miktarında 6,01 µm yüzey pürüzlülüğü değeri vermektedir. Çok büyük farklılıklar olmamakla beraber yukarıdaki Şekil 4.18 ile Şekil 4.19'den anlaşılacağı üzere aynı marka TCMX-WF kodlu karbür kesiciye göre TCMT-PF kodlu sementit karbür kesici takım ile genel olarak daha iyi yüzey kalitesi elde edildiği görülmektedir.

### 3. TCMT-MF kesicisi için:

Deney 1mm sabit keme derinliği, 0.1-0.2-0.3 mm/dev ilerleme miktarı ve 100,180,280 m/dak kesme hızlarında farklı bir kesici takım (Sandvik marka TCMT-MF kodlu) kullanılarak tekrarlanmış ve elde edilen veriler Tablo 4.6 ve Şekil 4.20 ile aşığıda verilmiştir.

Tablo 4.6 TCMT-PF Ucun Sabit Kesme Derinliğinde Yüzey Pürüzlülük Değerleri

Kesici Takım	Kesme Hızı m/dak	Kesme Derinliği mm	İlerleme mm/dev	Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü
TCMT-MF	v	a	f	Ra
	100	1	0.10	2.17
		1	0.20	3.28
		1	0.30	4.68
TCMT-MF	180	1	0.10	2.33
		1	0.20	3.37
		1	0.30	4.98
TCMT-MF	280	1	0.10	3.26
		1	0.20	3.97
		1	0.30	5.96



Şekil 4. 20 Kesme Hızı ve İlerlemeye Bağlı Yüzey Pürüzlülük Değerleri

Öncelikle TCMX-WF kesici takımı ile TCMT-PF kesicisi karşılaştırıldığında sabit bir paso miktarı için hem tüm kesme hızlarında hem de ilerleme miktarlarında TCMT-PF sementit karbür ucun daha iyi sonuçlar verdiği aşikârdır. Bu nedenle yeni bir takım kötü bir takımla kıyaslamak yerine daha iyi yüzey kaliteleri veren bir kesici ile karşılaştırmak mantıklıdır.

Şekil 4.19 ile Şekil 4.20 kesme hızı açısından karşılaştırılırsa her bir ilerleme miktarı için daha düşük yüzey pürüzlülüğüne sahip yüzeyler elde edildiği görülmektedir. Örneğin 0.1 mm/dev ilerleme için TCMT-PF takımı 100 m/dak kesme hızında 2,29µm yüzey pürüzlülüğü ile işlem yaparken TCMT-MF takımı aynı kesme hızında 2,17 µm yüzey pürüzlülüğü ile işlem yapmaktadır.

Her iki kesici takım ilerleme miktarı göz önünde bulundurularak değerlendirildiğinde her bir kesme hızı için daha iyi yüzeyler elde edildiği anlaşılmaktadır. Örnek olarak Şekil 4.19 ile Şekil 4.20'deki değerleri karşılaştıralım. Her iki durumda sabit 1mm kesme derinliği mevcuttur. 280m/dak kesme hızı için TCMT-PF kesicisi 0.3 mm/dev ilerleme miktarında 6,01 µm yüzey pürüzlülüğü değeri

verirken TCMT-MF kesicisi aynı ilerleme miktarında 6,96 µm yüzey pürüzlülüğü değeri vermektedir. Çok büyük farklılıklar olmamakla beraber yukarıdaki Şekil 4.19 ile Şekil 4.20'den anlaşılacağı üzere aynı marka TCMT-PF kodlu karbür kesiciye göre TCMT-MF kodlu talaş kırıcıli sementit karbür kesici takım ile genel olarak daha iyi yüzey kalitesi elde edildiği görülmektedir. Buradan anlaşılacağı üzere kesici takımdaki talaş kırıcının varlığı da yüzey kalitesini artırmaktadır.

Eğer Ç1050 imalat çeliğinin 1mm sabit kesme derinliğinde talaşlı imalatı yapılacak ise minimum yüzey pürüzlülüğü yani maksimum yüzey kalitesi için üç kesici takım arasından TCMT-MF kodlu kesici takımın seçilmesi en uygundur. Böyle bir seçim aynı zamanda takım ömrünü de uzatacaktır.

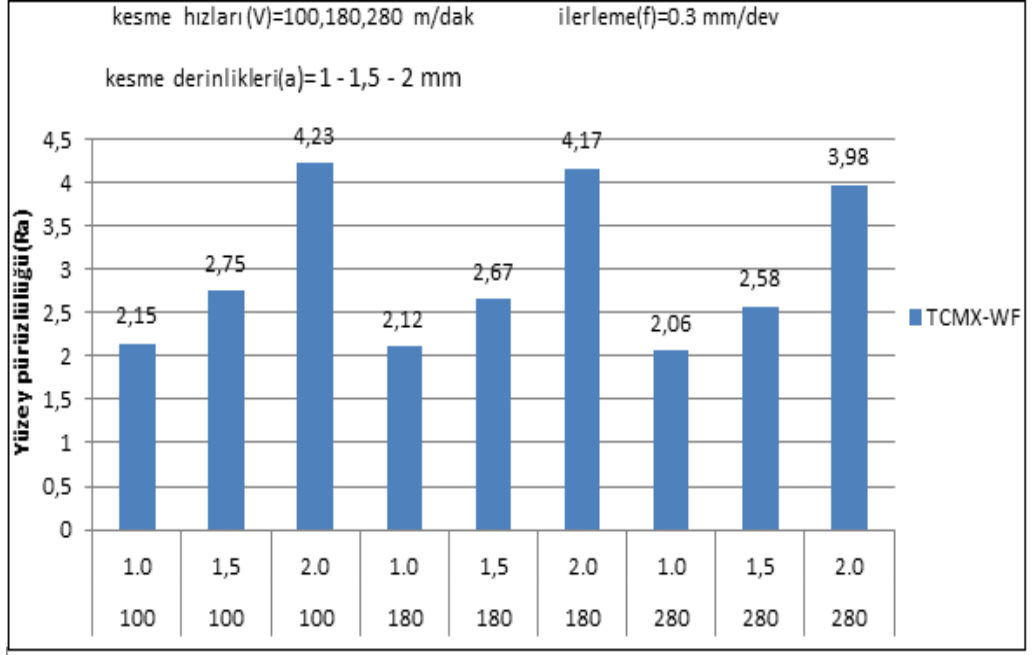
#### **4.5 İlerleme Sabit Tutularak Kesici Takım, Kesme Hızı ve Talaş Derinliğine Bağlı Olarak Yüzey Pürüzlülüğündeki Değişim**

1. TCMX-WF kesicisi için:

Tablo 4.7'de Ç1050 imalat çeliğinin sandvik marka TCMX-WF kodlu kaplamasız karbür kesici ile 0,30mm/dev sabit ilerleme miktarı, üç değişik kesme derinliği yani paso miktarı (1 - 1,5 - 2 mm) ve üç farklı kesme hızlarında (100, 180, 280 m/dak) işlenmesinde elde edilen yüzey pürüzlülükleri (Ra) verilmiştir.

Tablo 4.7 TCMX-WF Ucun Sabit İlerlemede Yüzey Pürüzlülük Değerleri

Kesici Takım	Kesme Hızı m/dak	Kesme Derinliği mm	İlerleme mm/dev	Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü
	v	a	f	Ra
TCMX-WF	100	1	0.30	2.15
		1.5	0.30	2.75
		2	0.30	4.23
TCMX-WF	180	1	0.30	2.12
		1.5	0.30	2.67
		2	0.30	4.17
TCMX-WF	280	1	0.30	2.06
		1.5	0.30	2.58
		2	0.30	3.98



Şekil 4. 21 Kesme Hızı ve Kesme Derinliğine Bağlı Yüzey Pürüzlülük Değerleri

İkinci deney ilerleme miktarı sabit tutularak yapılmış ve sabit bir ilerleme hızında kesme derinliği ve kesme hızının yüzey pürüzlülüğüne etkisi araştırılmıştır. TCMX-WF kesici takımı ile işlenen toplam dokuz adet numune incelenmiş ve numuneler kesme hızları açısından değerlendirilecek olursa 2mm kesme derinliğini esas aldığımızda 100m/dak kesme hızındaki yüzey pürüzlülüğü 4,29 iken sırasıyla 180m/dak da 4,23 ve 280 m/dak ise 4,04 olarak ölçülmüştür. Yukarıdaki Şekil 4.21'den de anlaşılacağı gibi kesme hızının artması yüzey hassasiyetini artırmakta yani yüzey pürüzlülüğünü azaltmaktadır kesici takımın daha yüksek kesme hızlarında en yüksek yüzey kalitesi elde edilebilir ancak işlem esnasındaki sıcaklık artışlarının çentik ve aşınmaya sebep oldukları unutulmamalıdır. Yüksek kesme hızları için kaplamalı kesici takımlar tercih edilmelidir. En uygun ortalama pürüzlülük değeri kesme hızı olan 160 m/dak da işlenen numunelerde görülmüştür.



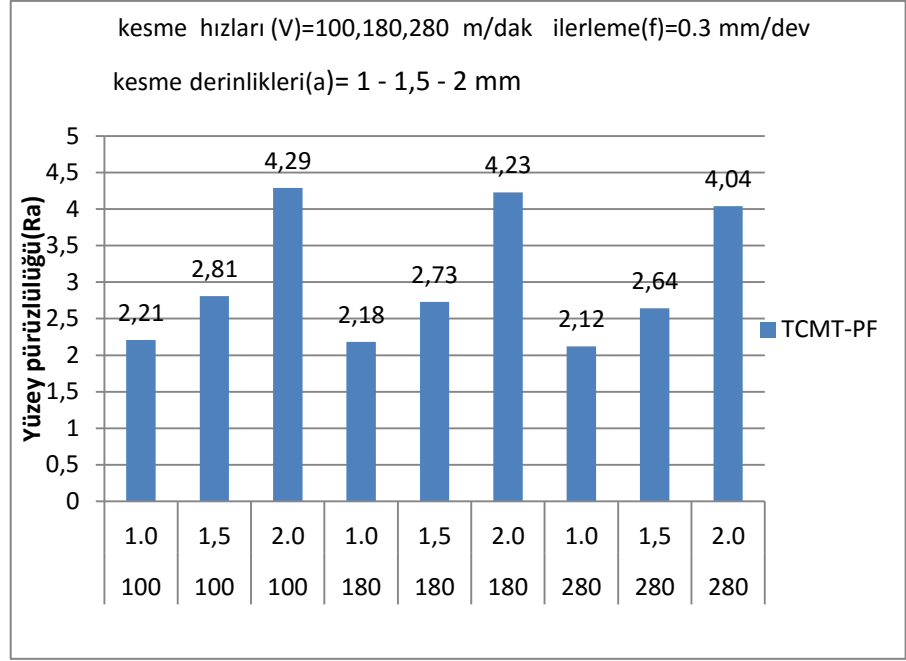
Şekil 4.21’de görüldüğü üzere her bir kesme parametresinde kesme derinliğini artışı ile yüzey pürüzlülüğünün arttığı anlaşılmaktadır. İşlenen numuneler kesme derinliği(paso miktarı) dikkate alınarak değerlendirilecek olursa sabit 0,3mm/dev ilerleme miktarı için seçilen 100-180 ve 280m/dak kesme hızlarında ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri incelendiğinde tanımlanan paso miktarı arttıkça yüzey pürüzlülüğünün de attığı görülmektedir. Şekil 4.21’den de anlaşıldığı gibi yüzey pürüzlülüğünü düşürmenin diğer bir yolu da talaş derinliğini azaltmaktır. En düşük yüzey pürüzlülüğü (2,06µm) 1-1.5 ve 2 mm kesme derinliklerinde işlenen numunelerden en düşük yani 1mm kesme derinliği ile işlenen numunede görülmüştür. Yapılan deneyde Ç1050 imalat çeliğinin 1mm kesme derinliği ve 280 m/dak kesme hızında en düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri verdiği tespit edilmiştir. Yüzey pürüzlülüğünün talaş derinliğinden etki işlem esnasında kesici uçta meydana gelen kalıcı şekil değişimleridir. Artan paso miktarı kesici takımın temas yüzeyini büyütür ve işlem sırasında ısı artışları oluşur. Meydana gelen bu sıcaklık yükselişi kalıcı deformasyonu arttırarak yüzey pürüzlülüğünün artmasına neden olur. Sonuç olarak kesme derinliği ile yüzey pürüzlülüğünün doğru orantılı bir bağ ile ilişkili olduğu söylenebilir.

## 2. TCMT-PF kesicisi için:

Deney 0,30mm/dev sabit ilerleme miktarı 1-1,5-2 mm kesme derinliği ve 100, 180, 280 m/dak kesme hızlarında farklı bir kesici takım (Sandvik marka TCMT-PF kodlu) kullanılarak tekrarlanmış ve elde edilen veriler Tablo 4.8 ve Şekil 4.22 ile aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.8 TCMT-PF Ucun Sabit İlerlemede Yüzey Pürüzlülük Değerleri

Kesici Takım	Kesme Hızı m/dak	Kesme Derinliği mm	İlerleme mm/dev	Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü
	v	a	f	Ra
TCMT-PF	100	1	0.30	2.21
		1.5	0.30	2.81
		2	0.30	4.29
TCMT-PF	180	1	0.30	2.18
		1.5	0.30	2.73
		2	0.30	4.23
TCMT-PF	280	1	0.30	2.12
		1.5	0.30	2.64
		2	0.30	4.04



Şekil 4. 22 Kesme Hızı ve Kesme Derinliğine Bağlı Yüzey Pürüzlülük Değerleri

Şekil 4.21 ile Şekil 4.22 kesme hızı açısından karşılaştırılırsa her bir kesme derinliği için daha fazla yüzey pürüzlülüğüne sahip yüzeyler elde edilmiştir. Örneğin 1 mm kesme derinliği için TCMX-WF takımı 100 m/dak kesme hızında 2,15µm yüzey pürüzlülüğü ile işlem yaparken TCMT-PF takımı aynı kesme hızında 2,21 µm yüzey pürüzlülüğü ile işlem yapmaktadır. Yukarıdaki Şekil 4.22’de görüldüğü gibi ikinci kesici takım birinciye göre aynı şartlarda daha kötü işlem yapmaktadır. Ç1050 imalat çeliği için TCMX-WF kesici takımı daha uygundur.

Her iki kesici takım kesme derinliği göz önünde bulundurularak değerlendirildiğinde her bir kesme hızı için yüzey pürüzlülük değerleri artmıştır. Örnek olarak Şekil 4.21 ile Şekil 4.22’deki değerleri karşılaştıralım. Her iki durumda sabit 0,3 mm/dev ilerleme miktarı mevcuttur. 280 m/dak kesme hızı için TCMX-WF kesicisi 1 mm kesme derinliğinde 2,06 µm yüzey pürüzlülüğü değeri verirken TCMT-PF kesicisi aynı ilerleme miktarında 2,12 µm yüzey pürüzlülüğü değeri vermektedir. Çok büyük farklılıklar olmamakla beraber yukarıdaki Şekil 4.21 ile Şekil 4.22’den anlaşılacağı üzere aynı marka TCMX-WF kodlu karbür kesiciye göre TCMT-PF kodlu sementit

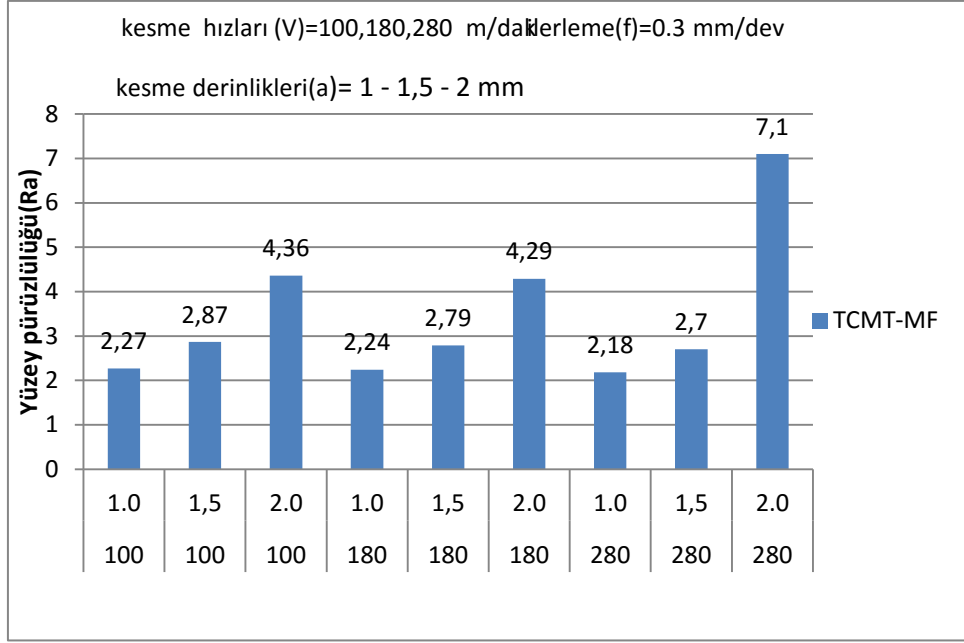
karbür kesici takımın karşılaştırıldığında genel olarak TCMX-WF kodlu kesici ile daha iyi yüzey kalitesi elde edildiği görülmektedir. Sonuç olarak Ç1050 imalat çeliğinin işlenmesinde iki takım arasında sabit ilerleme miktarı göz önünde bulundurularak tüm parametreler için TCMX-WF takımı daha uygundur.

### 3. TCMT-MF kesicisi için:

Deney 1mm sabit keme derinli, 0.1-0.2-0.3 mm/dev ilerleme miktarı ve 100, 180, 280 m/dak kesme hızlarında farklı üçüncü bir kesici takım (Sandvik marka TCMT-MF kodlu) kullanılarak tekrarlanmış ve elde edilen veriler Tablo 4.9 ve Şekil 4.23 ile aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.9 TCMT-MF Ucun Sabit İlerlemede Yüzey Pürüzlülük Değerleri

Kesici Takım	Kesme Hızı m/dak	Kesme Derinliği mm	İlerleme mm/dev	Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü
TCMT-MF	v	a	f	Ra
	100	1	0.30	2.27
		1.5	0.30	2.87
		2	0.30	4.36
TCMT-MF	180	1	0.30	2.24
		1.5	0.30	2.79
		2	0.30	4.29
TCMT-MF	280	1	0.30	2.18
		1.5	0.30	2.70
		2	0.30	7.10



Şekil 4. 23 Kesme Hızı ve Kesme Derinliğine Bağlı Yüzey Pürüzlülük Değerleri

Öncelikle TCMX-WF kesici takımı ile TCMT-PF kesicisi karşılaştırıldığında sabit bir ilerleme miktarı(0,3mm/dev) için hem tüm kesme hızlarında hem de talaş derinliklerinde TCMX-WF karbür ucun daha iyi sonuçlar verdiği aşikârdır. Bu nedenle yeni bir takımı kötü bir takımla kıyaslamak yerine daha iyi yüzey kaliteleri veren bir kesici ile karşılaştırmak daha doğru olacaktır.

Şekil 4.21 ile Şekil 4.23 kesme hızı açısından karşılaştırılırsa her bir paso miktarı için Şekil 4.21 yani TCMX-WF kesici takımı TCMT-MF takımına göre ile daha düşük yüzey pürüzlülüğüne sahip yüzeyler elde edildiği görülmektedir. Örneğin 0.3 mm/dev sabit ilerleme miktarında 1mm kesme derinliği için TCMX-WF karbür uçlu takımı 100 m/dak kesme hızında 2,15 µm yüzey pürüzlülüğü ile işlem yaparken TCMT-MF takımı aynı kesme hızında 2,27 µm yüzey pürüzlülüğü ile işlem yapmaktadır.

Her iki kesici takım kesme derinliği açısından değerlendirildiğinde her bir kesme hızı için sabit 0,3mm/dev ilerlemede TCMX-WF kodlu karbür kesici ile daha iyi yüzeyler elde edildiği anlaşılmaktadır. Örnek olarak Şekil 4.21 ile Şekil 4.23'deki değerleri karşılaştıralım. Her iki durumda sabit 0,3 mm/dev ilerleme miktarı mevcuttur.

280 m/dak kesme hızı için TCMX-WF kesicisi 2 mm paso miktarında 3,98 µm yüzey pürüzlülüğü değeri verirken TCMT-MF kesicisi aynı paso miktarında 7,1 µm yüzey pürüzlülüğü değeri vermektedir. Ortaya çıkan yüzey pürüzlülüğündeki bu farklılıkların göz ardı edilemez büyüklükte oldukları anlaşılmaktadır. Şekil 4.21 ile Şekil 4.23'den anlaşılacağı üzere aynı Sandvik marka TCMT-MF kodlu sementit karbür kesiciye göre TCMX-WF kodlu talaş kırıcı karbür kesici takım ile çok daha iyi yüzey kalitesi elde edildiği görülmektedir. Buradan anlaşılacağı üzere kesici takımdaki talaş kırıcının varlığında yüzey kalitesini artırmaktadır.

Ç1050 imalat çeliği sabit bir ilerleme miktarı(0,3 mm/dev) ile işlenecek ise en iyi yüzey kalitesi için TCMX-WF, TCMT-PF, TCMT-MF kodlu üç kesici takım arasından TCMW-WF kodlu talaş kırıcı karbür kesici takımın seçilmesi en uygundur. Böyle bir seçim hem yüzey kalitesi hem de takım ömrü açısından optimum bir seçim olacaktır.

#### **4.6 Kesme Hızı Sabit Tutularak Kesici Takım, İlerleme Miktarı ve Talaş Derinliğine Bağlı Olarak Yüzey Pürüzlülüğündeki Değişim**

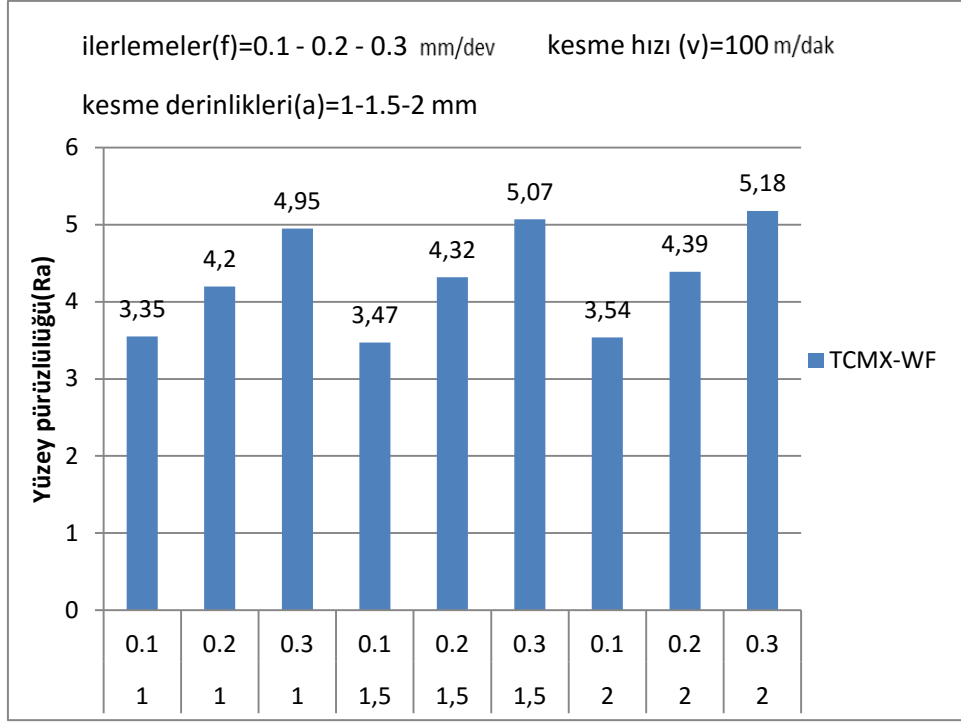
1. TCMX-WF kesicisi için:

Tablo 4.10'da Ç1050 imalat çeliğinin Sandvik marka TCMX-WF kodlu kaplamasız karbür kesici ile 100 m/dak sabit kesme hızı, üç değişik kesme derinliği yani paso miktarı (1 - 1,5 - 2 mm) ve üç farklı ilerleme miktarı (0.10, 0.20, 0.30 mm/dev) seçilerek işlenmesinde elde edilen yüzey pürüzlülükleri (Ra) verilmiştir.

Tablo 4.10 TCMX-WF Ucun Sabit Kesme Hızında Yüzey Pürüzlülük Değerleri

Kesici Takım	Kesme Hızı m/dak	Kesme Derinliği mm	İlerleme mm/dev	Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü	
TCMX-WF	v	a	f	Ra	
	100	1	0.10	3.35	
		1	0.20	4.20	
		1	0.30	4.95	
	TCMX-WF	100	1.5	0.10	3.47
1.5			0.20	4.32	
1.5			0.30	5.07	
TCMX-WF		100	2	0.10	3.54
			2	0.20	4.39
	2		0.30	5.18	





Şekil 4. 24 İlerleme ve Kesme Derinliğine Bağlı Yüzey Pürüzlülük Değerleri

Üçüncü deney kesme hızı (100m/dak) sabit tutularak yapılmıştır. İşlenen numuneler kesme derinliği açısından değerlendirilecek olursa kesme derinliğinin artması yüzey pürüzlülüğünü de arttırmıştır. Pürüzlülüğün azaldığı izlenmiştir. İlerleme miktarını değiştirerek elde edilen ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri standart sapmada dikkate alınarak aşağıdaki Şekil 4.24’de gösterilmiştir. Aşağıdaki Şekil 4.24’den anlaşılacağı gibi kesme hızının 100m/dak olduğu bir talaşlı imalat işleminde 0,1mm/dev ilerleme miktarına bakarsak kesme derinliğine (1-1,5-2mm) karşılık gelen yüzey pürüzlülük değerleri sırasıyla (3,35-3,47-3,54 $\mu$ m) kesme derinliğinin artışı ile birlikte arttığı görülmüştür.

İşlenen numuneler ilerleme miktarları dikkate alınarak değerlendirilecek olursa seçilen 0.1-0.2-0.3 mm/dev ilerleme miktarında ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri incelendiğinde ilerleme miktarı arttıkça yüzey pürüzlülüğünün de arttığı görülmektedir. İlerleme miktarı ile yüzey pürüzlülüğü doğru orantılı bir ilişki ile bağlıdır. Şekil 4.24’den de anlaşıldığı gibi yüzey pürüzlülüğünü düşürmenin diğer bir yolu da ilerleme

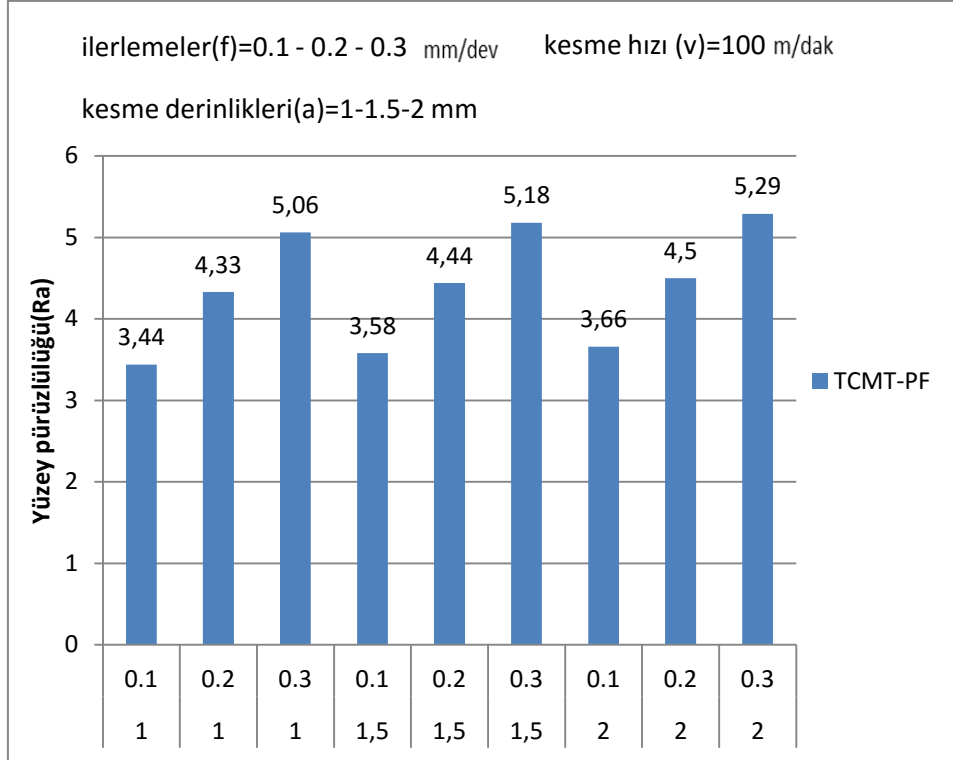
miktarının düşürülmesidir. Yapılan deneyde Ç1050 imalat çeliğinin 100 m/dak kesme hızında ve her bir talaş derinliğinde (1-1,5-2 mm ) en düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri seçilen üç ilerleme miktarından minimum ilerleme miktarı olan 0.1 mm/dev ile elde edildiği görülmüştür.

## 2. TCMT-PF kesicisi için:

Deney 100 m/dak sabit kesme hızı 1 - 1,5 - 2 mm kesme derinliği ve 0.1-0.2-0.3 mm/dev ilerleme miktarlarında farklı ikinci bir kesici takım (Sandvik marka TCMT-PF kodlu) kullanılarak tekrarlanmış ve elde edilen veriler Tablo 4.11 ve Şekil 4.25 ile aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.11 TCMT-PF Ucun Sabit Kesme Hızında Yüzey Pürüzlülük Değerleri

Kesici Takım	Kesme Hızı m/dak	Kesme Derinliği mm	İlerleme mm/dev	Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü
TCMT-PF	v	a	F	Ra
	100	1	0.10	3.44
		1	0.20	4.33
		1	0.30	5.06
TCMT-PF	100	1.5	0.10	3.58
		1.5	0.20	4.44
		1.5	0.30	5.18
	TCMT-PF	100	2	0.10
2			0.20	4.50
2			0.30	5.29



Şekil 4. 25 İlerleme ve Kesme Derinliğine Bağlı Yüzey Pürüzlülük Değerleri

Şekil 4.24 ile Şekil 4.25 kesme derinliği açısından karşılaştırılırsa her bir ilerleme miktarı için TCMX-WF karbür takıma göre TCMT-PF sementit karbür takım ile daha bozuk yüzeyler elde edilmiştir. Örneğin 100 m/dak kesme hızı için TCMX-WF takımı 1mm paso miktarı ve 0,1 mm/dev ilerlemede 3,35  $\mu\text{m}$  yüzey pürüzlülüğü ile işlem yaparken TCMT-PF takımını aynı paso ve ilerleme miktarlarında 3,44  $\mu\text{m}$  yüzey pürüzlülüğü ile işlem yapmaktadır. Yukarıdaki grafikten de görüldüğü gibi ikinci kesici takım birinciye göre aynı şartlarda daha kötü işlem yapmaktadır. Ç1050 imalat çeliği için TCMX-WF kesici takımını daha uygundur.

Her iki kesici takım ilerleme miktarı göz önünde bulundurularak değerlendirildiğinde her bir ilerleme miktarında iki kesicide de yüzey pürüzlülük değerleri artmıştır. Örnek olarak Şekil 4.24 ile Şekil 4.25'deki değerleri karşılaştıralım. Her iki durumda sabit 100 m/dak kesme hızı mevcuttur. 0,3mm/dev ilerleme miktarı için TCMX-WF kesicisi 1 mm kesme derinliğinde 4,95  $\mu\text{m}$  yüzey pürüzlülüğü değeri

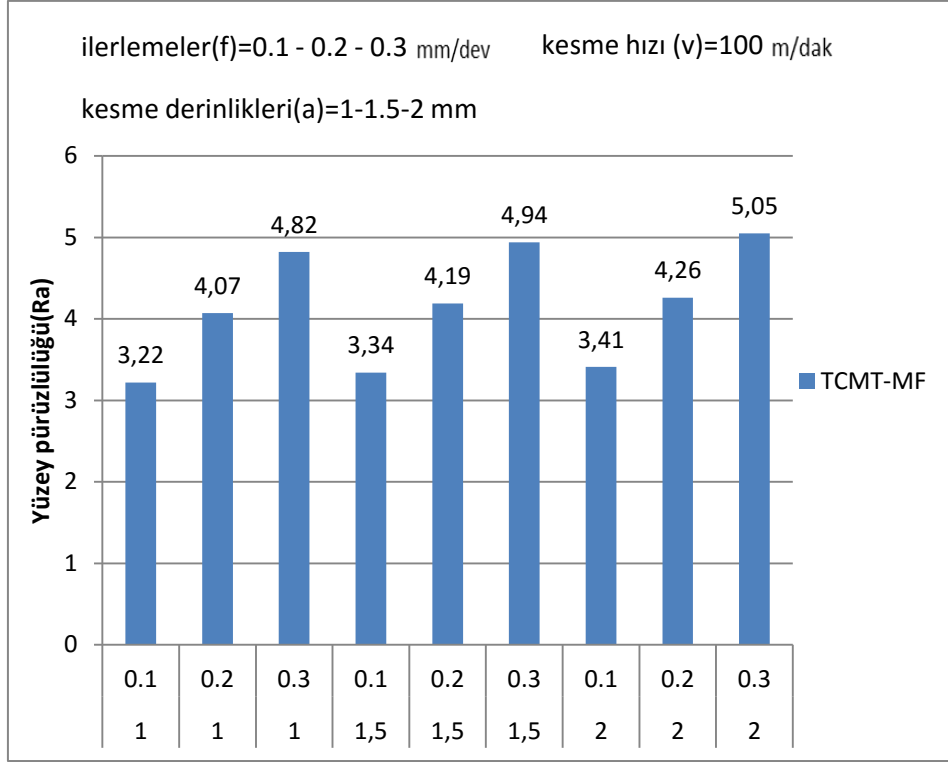
verirken TCMT-PF kesicisi aynı ilerleme miktarında 5,06  $\mu\text{m}$  yüzey pürüzlülüğü değeri vermektedir. Çok büyük farklılıklar olmamakla beraber yukarıdaki Şekil 4.24 ile Şekil 4.25'den de anlaşılacağı üzere aynı marka TCMX-WF kodlu karbür kesiciye göre TCMT-PF kodlu sementit karbür kesici takımın karşılaştırıldığında genel olarak TCMX-WF kodlu kesici ile daha iyi yüzey kalitesi elde edildiği görülmektedir. Sonuç olarak Ç1050 imalat çeliğinin işlenmesinde iki takım arasında sabit 100 m/dak kesme hızı göz önünde bulundurularak tüm parametreler için TCMX-WF takımı daha uygundur.

### 3. TCMT-PF kesicisi için:

Deney 100 m/dak sabit kesme hızı, 0.1-0.2-0.3 mm/dev ilerleme miktarı ve 1 - 1,5 – 2 mm kesme derinliklerinde farklı üçüncü bir kesici takım (Sandvik marka TCMT-MF kodlu) kullanılarak tekrarlanmış ve elde edilen veriler Tablo 4.12 ve Şekil 4.26 ile aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.12 TCMT-MF Ucun Sabit Kesme Hızında Yüzey Pürüzlülük Değerleri

Kesici Takım	Kesme Hızı m/dak	Kesme Derinliği mm	İlerleme mm/dev	Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü
TCMT-MF	v	a	F	Ra
	100	1	0.10	3.22
		1	0.20	4.07
		1	0.30	4.82
	TCMT-MF	100		
1.5			0.10	3.34
1.5			0.20	4.19
1.5			0.30	4.94
TCMT-MF	100	2	0.10	3.41
		2	0.20	4.26
		2	0.30	5.05



Şekil 4. 26 İlerleme ve Kesme Derinliğine Bağlı Yüzey Pürüzlülük Değerleri

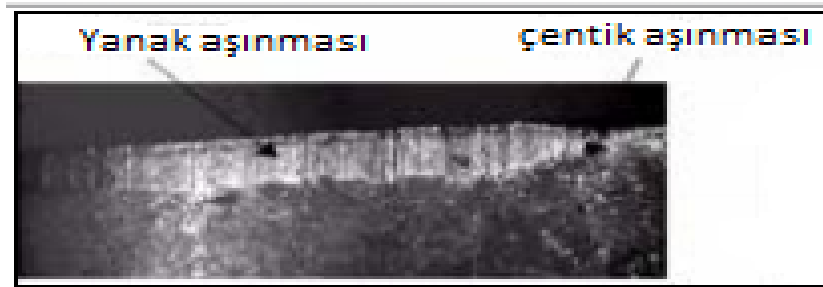
Öncelikle TCMX-WF kesici takımı ile TCMT-PF kesicisi karşılaştırıldığında sabit bir kesme hızı miktarı (100 m/dak) için hem tüm kesme derinliklerinde hem de ilerleme miktarlarında TCMX-WF karbür ucun daha iyi sonuçlar verdiği ortadadır. Bu nedenle yeni inceleyeceğimiz üçüncü bir takımı kötü bir takımla kıyaslamak yerine daha iyi yüzey kaliteleri veren bir kesici ile karşılaştırmak daha doğru olacaktır.

Şekil 4.24 ile Şekil 4.26 ilerleme miktarı açısından karşılaştırılırsa her bir paso miktarı için Şekil 4.24 yani TCMX-WF kesici takımı ile TCMT-MF takımına göre daha yüksek yüzey pürüzlülüğüne sahip yüzeyler elde edildiği görülmektedir. Örneğin 100 m/dak sabit kesme hızında 1 mm kesme derinliği ve 0,1 mm/dev ilerleme için TCMX-WF karbür uçlu takım 3,35 µm yüzey pürüzlülüğü ile işlem yaparken TCMT-MF takımı aynı parametrelerde 3,22 µm yüzey pürüzlülüğü ile işlem yapmaktadır.

Her iki kesici takım kesme derinliği açısından değerlendirildiğinde her bir ilerleme için sabit 100 m/dak ilerlemede TCMT-MF kodlu karbür kesici ile daha iyi

yüzeyle elde edildiği anlaşılmaktadır. Örnek olarak Şekil 4.24 ile Şekil 4.26'daki değerleri karşılaştıralım. Her iki durumda sabit 100 m/dak kesme hızı mevcuttur. 2mm kesme derinliği için TCMX-WF karbür kesicisi 0,3 mm/dev ilerlemede 5,18 µm yüzey pürüzlülüğü değerini verirken TCMT-MF kesicisi aynı paso miktarında 5,05 µm yüzey pürüzlülüğü değerini vermektedir. Ortaya çıkan yüzey pürüzlülüğündeki bu farklılıkların göz ardı edilemez büyüklükte oldukları anlaşılmaktadır. Şekil 4.24 ile Şekil 4.26'dan anlaşılacağı üzere aynı Sandvik marka TCMT-MF kodlu talaş kırıcılı sementit karbür kesici ile TCMX-WF kodlu karbür kesiciye göre çok daha iyi yüzey kalitesi elde edildiği görölmektedir. Buradan anlaşılacağı üzere kesici takımındaki talaş kırıcının varlığı da yüzey kalitesini artırmaktadır.

Ç1050 imalat çeliği sabit bir kesme hızı (100 m/dak) ile işlenecek ise en iyi yüzey kalitesi için TCMX-WF, TCMT-PF, TCMT-MF kodlu üç kesici takım arasından TCMT-MF kodlu talaş kırıcılı karbür kesici takımın seçilmesi en uygundur. Böyle bir seçim hem yüzey kalitesi hem de takım ömrü açısından optimum bir seçim olacaktır. Aşağıda Şekil 4.25'de göröldüğü gibi kaplamasız bir kesici takım kullanımı kesicide yanak aşınmasına sebep olduğu ve çentik aşınmasını başlattığı tespit edilmiştir. Buradan anlaşılacağı üzere kaplamasız bir takımın yüksek kesme hızlarında kullanımı optimum bir seçim olmadığı gibi takım ömrünü de olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir.



Şekil 4.27 Çentik ve Yanak Aşınması.[32]





Şekil 4.28 Birikinti Talaş ve Yanak Aşınması[33]

Talaşlı imalat esnasında kesici takımında oluşan birikinti talaş ve yanak aşınmasının mikroskop ile çekilmiş görüntüsü verilmiştir.[34]

Düşük kesme hızlarında kaplamasız kesici takımların hepsinde oluşan yanak aşınması yüksek hızlara göre daha düşük seviyede olmakla beraber birikinti talaş meydana gelmiştir. Bu olay kesme esnasında meydana gelen düşük ısının sonucudur. Bu yüzden ki beklenenin aksine kaplamasız kesici takım ile düşük kesme hızlarında daha düzgün yüzeyler elde edilmektedir. Ancak deneyde kullanılan TCMX-WF kaplamalı karbür uç ile yüksek kesme hızlarında işlenen yüzey kaliteleri düşük hızlara göre mükemmeldir ve yüksek kesme hızları birikinti talaş oluşumuna olanak vermemiştir.

## 5. BÖLÜM

### SONUÇLAR ve ÖNERİLER

#### 5.1 Sonuçlar

Yapılan deneyler sonucunda elde edilen bilgiler aşağıda özetlenmiştir:

Yapılan çalışmada açıklanan sonuçlar Sandvik marka üç farklı kesici takım, ilerleme miktarı ve kesme derinliği seçilerek elde edilmiş ve işlenen malzeme Ç1050 imalat çeliğini seçildiğinden tüm sonuçlar bu malzeme için geçerlidir. Bu çalışmada toplam 81 adet deney numunesi incelenmiştir.

İlerleme miktarı arttıkça yüzey kalitesi bozulmuş ve yüzey pürüzlülüğü artmıştır. İlerleme miktarı ile yüzey kalitesi arasında ters orantı vardır.

Sabit kesme derinliği;

TCMX-WF karbür kesici uç sabit 1mm kesme derinliği ile işlenen numunelerde İlerleme miktarının % 100'lük artışına karşılık farklı kesme hızları (100-180-280 m/dak) ve farklı ilerleme miktarları (0.1-0.2-0.3 mm/dev) dikkate alındığında yüzey pürüzlülüğü % 51,15 -% 209,18 arasında artmıştır.

TCMT-PF sementit karbür kesici uç sabit 1mm kesme derinliği ile işlenen numunelerde İlerleme miktarının % 100 lük artışına karşılık farklı kesme hızları (100-180-280 m/dak) ve farklı ilerleme miktarları (0.1-0.2-0.3 mm/dev) dikkate alındığında yüzey pürüzlülüğü % 38,17 -% 170,2 arasında artmıştır.

TCMT-MF kaplamalı karbür kesici uç sabit 1mm kesme derinliği ile işlenen numunelerde İlerleme miktarının % 100'lük artışına karşılık farklı kesme hızları(100-180-280m/dak) ve farklı ilerleme miktarları (0.1-0.2-0.3 mm/dev) dikkate alındığında yüzey pürüzlülüğü % 16,12,15 -% 98,31 arasında artmıştır. Buradan kaplamalı bir kesici ucun aynı özellikte kaplamasız uca göre daha kaliteli yüzeyler verdiği görülmektedir. Sonuç olarak 1 mm sabit kesme derinliğinde en iyi yüzey kalitesi kaplamalı karbür kesici ile sağlanmıştır.

Sabit ilerleme miktarı;

TCMX-WF karbür kesici uç 0.30 mm/dev sabit ilerleme ile işlenen numunelerde kesme derinliğinin %50'lik artışına karşılık farklı kesme hızları (100-180-280 m/dak) ve farklı paso miktarları (1-1.5-2 mm) göz önünde bulundurulduğunda yüzey pürüzlülüğü %95.23- %270,65 arasında artmıştır.

TCMT-PF sementit karbür kesici uç 0.30 mm/dev sabit ilerleme ile işlenen numunelerde kesme derinliğinin %50'lik artışına karşılık farklı kesme hızları (100-180-280 m/dak) ve farklı paso miktarları (1-1.5-2 mm) göz önünde bulundurulduğunda yüzey pürüzlülüğü %72.03- %217.98 arasında artmıştır.

TCMT-MF kaplamalı karbür kesici uç 0.30 mm/dev sabit ilerleme ile işlenen numunelerde kesme derinliğinin %50'lik artışına karşılık farklı kesme hızları(100-180-280m/dak) ve farklı paso miktarları (1-1.5-2 mm) göz önünde bulundurulduğunda yüzey pürüzlülüğü %48.76- %165.45 arasında artmıştır. Sonuç olarak 0.30 mm/dev sabit ilerleme miktarında kaplamalı karbür uç ile Ç1050 imalat çeliği için en düşük yüzey pürüzlülüğü elde edilmiştir.

Kesme hızının etkisi

TCMX-WF karbür kesici uç 100 m/dak-180 m/dak-280 m/dak sabit kesme hızı ile işlenen numunelerde kesme hızının yaklaşık %80'lik artışına karşılık farklı ilerleme hızları (0.1-0.2-0.3) ve farklı paso miktarları (1-1.5-2 mm) göz önünde bulundurulduğunda yüzey pürüzlülüğü yaklaşık %60 azalmıştır. Fakat kesme hızının daha da arttırılarak 280 m/dak ya çıkarılması durumunda beklenenin aksine yüzey pürüzlülüğü %300 oranında artmıştır. Böyle bir durumla karşılaşılması kesme yüzeylerinde kaplama bulunmayan kesici takımların yüksek kesme hızlarında sürtünmeye bağlı meydana gelen yüksek ısının kesici takımın kesme kenarında meydana gelen aşınmanın ve titreşimin bir sonucudur.

TCMT-PF sementit karbür kesici uç 100 m/dak-180 m/dak-280 m/dak sabit kesme hızı ile işlenen numunelerde kesme hızının yaklaşık %80'lik artışına karşılık farklı ilerleme hızları (0.1-0.2-0.3) ve farklı paso miktarları (1-1.5-2 mm) göz önünde bulundurulduğunda yüzey pürüzlülüğü yaklaşık %58 azalmıştır. Fakat kesme hızının daha da arttırılarak 280 m/dak ya çıkarılması durumunda beklenenin aksine yüzey pürüzlülüğü %70 oranında artmıştır. Yine işlem yüzeyinde oluşan sürtünmeden kaynaklı yüksek ısı yüzey pürüzlülüğünü arttırmış fakat buradaki artış normal karbür

uca oranla daha azdır.

TCMT-MF kaplamalı karbür kesici uç 100 m/dak-180 m/dak-280 m/dak sabit kesme hızı ile işlenen numunelerde kesme hızının yaklaşık %80'lik artışına karşılık farklı ilerleme hızları (0.1-0.2-0.3) ve farklı paso miktarları (1-1.5-2 mm) göz önünde bulundurulduğunda yüzey pürüzlülüğü yaklaşık %75 azalmıştır. Kesme hızının daha da arttırılarak 280 m/dak ya çıkarılması durumunda yüzey pürüzlülüğü % 158 azalmıştır. İşlem yüzeyinde oluşan ısı ve titreşim kaplama malzemesi tarafından emildiği için kesme hızının artması ile yüzey kalitesinin de artacağı anlaşılmaktadır.

Kesme hızının belirli bir seviyenin(bu araştırma için 160 m/dak) üzerine çıkması kaplamasız kesici takımlarda yüzey pürüzlülüğü arttırırken, kaplamalı karbür kesici takım için daha yüksek kesme hızları ile yüzey pürüzlülüğü daha da düşmektedir. Bu çalışmada kaplamasız takım ile en iyi yüzey kalitesi 160 m/dak ile elde edilirken kaplamalı karbür takım ile 280 m/dak ile elde edilmiştir ve buradaki yüzey kalitesi kaplamasız takıma oranla oldukça iyidir. Talaşlı imalat esnasında kesici takım, birikinti talaş, aşınma, çentik, aşırı ısı oluşumu ve titreşim yüzey pürüzlülüğünü arttıran etmenler olarak belirlenmiştir.

## 5.2 Öneriler

Bu tezde deney aşamasında önceden belirlenmeyen birçok olumsuzluk ile karşılaşmıştır. Bunların başında tez için hazırlanan numunelerin işlendiği tezgâhın rijitliği ve işlem sırasında meydana gelen titreşimdir. Bunun için takım tezgâhının titreşime sebebiyet vermeyecek zeminde bulunması ve makine elemanlarının rijit olmasına dikkat edilmelidir. Numunelerin işlenmesi aşamasında tezgâhtan fırlayacak talaşlar için koruyucu donanım ve kesilmelere karşı koruyucu eldiven kullanılmalıdır.

Kesici takım belirlenmesi işleminde işlenecek malzeme özelliklerinin yanı sıra tezgah kapasitesi dikkate alınmalı ve yüksek kesme hızlarında işlem yapılacak ise mutlaka kaplamalı kesici takım seçilmelidir. Ayrıca imalat esnasında aşırı sıcaklık yükselişinin oluşturacağı yüzey bozulmaları için soğutma sıvısı kullanılması gerekmektedir. Yüzey kalitesini iyileştirmek için yüksek kesme hızları tercih edilebilir.

İlerleme miktarı tezgahın kapasitesi ile ilgili bir durum olduğundan yetersiz güçteki tezgahlarda yüksek ilerleme ile çalışılması tezgahın anlık durmasına bu durumda yüzeyin bozulmasına sebebiyet verebilir. Talaş derinliğinin tayini içinde tezgah gücüne dikkat edilmelidir. Talaş derinliği ve ilerleme miktarı aşırı seçilirse kesici ucun yanmasına ve aşınarak kısa sürede ömrünü tamamlamasına yol açabilir. Bunun için tezgâh kapasitesi dikkate alınmalı, soğutma sıvısı kullanılmalıdır. Bir kesici takıma ait yüzey kalitesini tam ortaya koyabilmek için ortam sıcaklığı ve şartlar sabit tutularak deney birçok kez tekrarlanmalıdır. Böylece gerçeğe en yakın sonuçlar elde edilebilir. Genel olarak iyi bir yüzey kalitesi için kaplamalı bir karbür takımında en çok kesme hızı, en az ilerleme ve talaş derinliği seçilebilir. Yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesinde sabit bir zemine oturtulmuş deney numunesinin yüzeyinden tekrarlı şekilde en az üç ölçüm alınmalı hatta bu sayı yapılan ölçüm hatalarını azaltmak için artırılabilir. Yapılan tekrarlı ölçümler arasında büyük farklılıklar bulunuyorsa kesici ucun aşınması kontrol edilebilir.

Bu tez çalışması neticesinde literatüre kazandırılan bilgilerin fazlaştırılması ve geliştirilmesi için yapılan deneyler kesme parametreleri ve kesici takımlar değiştirilerek çok sayıda parça için denenmesi gerekmektedir. Deney araştırmasında literatür iyi araştırılmalı ve daha önce denenmeyen parametrelerin seçilmesine özen gösterilmelidir. Yapılan deneylerin karşılaştırılması ve daha önce yapılan çalışmaların teyit edilmesi için literatürdeki veriler kullanılarak deneme yapılabilir.

## KAYNAKLAR

- [1] Y. ŞAHİN, *“Talaş Kaldırma Prensipleri”*, Nobel Yayın Dağıtım, Cilt 1, Ankara, (2001).
- [2] M. BAYRAK, *“Kesme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi ve Uzman Sistemle Karşılaştırılması Yüksek Lisans Tezi”*, G.Ü. Makine Mühendisliği Bölümü, Ankara, (2002).
- [3] J. KOPAC and M. BAHOR, *“Interaction of the Technological History of a Workpiece Material and the Machining Parameters on the Desired Quality of The surface Roughness of A Product”*, Journal of Materials Processing Technology, (1999).
- [4] Z. J. YUAN, M. ZHOU and S. DONG, *“Effect of Diamond Tool Sharpness On minimum Cutting Thickness and Cutting Surface Integrity in Ultraprecision Machining”*, Journal of Material Processing Technology, ( 1996).
- [5] E. ERICSEN, *“Influence From Production Parameters on the Surface Roughness of a Machined Short Fibre Reinforced Thermoplastic”*, International Journal of Machine Tools & Manufacture, (1998).
- [6] B. ÖZSES, *“Bilgisayar Sayısal Denetimli Takım Tezgâhlarında Değişik İşleme Koşullarının Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi”*, Yüksek Lisans Tezi, G.Ü. Makina Mühendisliği Bölümü, Ankara, (2002).
- [7] S. PAUL and N. R. DHAR. *“Beneficial Effects of Cryogenic Cooling Over Dry and Wet Machining on Tool Wear and Surface Finish in Turning AISI 1060 Steel”*, Journal of Material Processing Technology, (2001).

- [8] W. S. LIN and B. Y. LEE “*Modeling the Surface Roughness and Cutting Forces During Turning*”, Journal of Material Processin Technology, (2001).
- [9] C. FENG, “*Development of Empirical Models For Surface Roughness Prediction in Finish Turning*”, Internationial Journal of Advanced Manufacturing Technology, (2002).
- [10] S. SEKULIC, “*Correlation Beetween the Maximal Roughness Height and Mean Arithmetic Deviation of the Profile From the Mean Line of Machined Surface in Finish Turning*”, International Conference on Tribology, (2002).
- [11] E. BLACK, J.T. RONALDO, “*Material and Process in Manufacturing*”, Prentice Hall International In, (1997).
- [12] H. A. GÜLYAZ, S. E. KILIÇ, “*60HRC Sertliğindeki Karbonlu Çeliklerin CBN ile Taşlama Kalitesinde İnce Tornalanmasında Oluşan Yüzey Pürüzlülüğünün Tahminin İçin Model Oluşturulması*”, 7. Uluslararası Makine Tasarımı ve İmalat Kongresi, Sayfa 213, Odtü, Ankara, (1996).
- [13] K. KANDEMİR, A. ÖZDEMİR, “*Seramik kesici Uçlarla Tornalamada Taşlama Kalitesinde Yüzey Elde Edilme Şartları*”, Teknoloji, s.125, (1999).
- [14] A. ÜNÜVAR, “*Sıcak Talaşlı İşlemede Yüzey Pürüzlülüğü Denklemnin Matematik Modelle Tayini*”, 3.Ulusal Makine Tasarım ve İmalat Kongresi Bildiri Kitabı, Ankara, s.389-396,(1988).
- [15] Y. IŞIK, “*Takım Ömrü Süresince Kesici Takım Davranışlarının İncelenmesi ve Kırılma Anının Önceden Tahmini İçin Bir Erken Uyarı Modelinin Geliştirilmesi*”, U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi,(2001).
- [16] İ. ÇİFTÇİ, “*Kesici Takımlar ve Kesme Teorisi*”, Z.K.Ü Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Ders Notları, Karabük, (2005).
- [17] Y. BAYKUL, “*İstatistik Metotlar ve Uygulamalar*”, 442 s. Anı Yayıncılık, Ankara, (1999).

- [18] A. GÜLLÜ ve A. ÖZDEMİR, “*Prizmatik parçaların frezelenmesinde kesme parametreleri ile yüzey pürüzlülüğü arasındaki ilişkilerin deneysel olarak bulunması*”, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, (2003).
- [19] M. AY ve A.TURHAN, “*Tornalama İşleminde Kesme Parametrelerinin ve İş Parçası Uzunluğunun Yüzey Pürüzlülüğüne Etkilerinin İncelenmesi*”, Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, (2010).
- [20] K. HABALI, H. GÖKKAYA, H. SERT, “*Kesici Takım Kaplama Malzemesi ve Kesme Parametrelerinin AISI 1040 Çeliğinin İşlenmesinde Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi*”, Politek. Derg., (2006).
- [21] M.ZEVVELİ, H. DEMİR, “*AISI H13 sıcak iş takım çeliğinin işlenmesinde yüzey pürüzlülüğünün deneysel incelenmesi*”, E.Ü. F. B. E. Derg., (2009).
- [22] T. R. THOMAS, “*Rough Surface*”, Longman, NewYork, (2002).
- [23] L. ÖZER, N. TOSUN, A. İNAN, “*Östenitik Manganlı Çeliğin Sıcak Talahlı İşlenmesinde Yüzey Pürüzlülüğünün İncelenmesi*”, J. ENGİN. TÜRK, Environ. Sci, 24, 287-296, (2000).
- [24] A. BOUCHAİR, J. AVERSENG ve A. ABIDELAH, “*Analysis of the behaviour of stainless steel bolted connections*”, Journal of Constructional Steel Research, 64(11), 1264-1274, (2008).
- [25] I. KORKUT, M. KASAP, I. ÇİFTÇİ ve U. SEKER, “*Determination of optimum cutting parameters during machining of AISI 304 austenitic stainless steel*”, Materials & Design, (2004).
- [26] M.NALBANT, H. GOKKAYA ve G. SUR, “*Application of Taguchi method in the optimization of cutting parameters for surface roughness in turning*”, Materials & Design, 28(4), 1379-1385, (2007).
- [27] S. JAHANMIR, M. RAMULU, P. KOSHY, “*Machining of Ceramics and Composites*” Marcel Dekker, Inc., NewYork, (2000).



- [28] J. DAVIM, P. REIS, C. ANTONIO, “*A Study on milling of glass fiber reinforced plastics manufactured by hand-lay up using statistical analysis*”, Composite Structures, (2000).
- [29] M. C. ÇAKIR, “*Modern Talaşlı İmalat Yöntemleri*”, Vipaş, Bursa, (2000).
- [30] Y. ŞAHİN, “*Talaş Kaldırma Prensipleri I*”, Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Ankara, (2000).
- [31] A. E. DINIZ, J. R. FERREIRA, F. T. FILHO, “*Influence of refrigeration/lubrication condition on SAE 52100 hardened steel turning at several cutting speeds*”, International Journal of Machine Tools and Manufacture, 43, 317–326, (2003).
- [32] E. ALTAN, “*Yüksek Manganlı Çeliklerin Sıcak Talaşlı İşlenmesinde Takım Geometrisinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi*”, 6. Mühendislik Haftası, 28 Mayıs-2 Haziran, Isparta, 181-187, (1990).
- [33] M. ERDOĞAN, “*Çeviri (W. F. SMITH) Mühendislik Alaşımalarının Yapı ve Özellikleri*”, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, (2000)
- [34] H. YEŞİL, “*Düşük Karbonlu Çelik Malzemelerde Haddeme Yön ve Miktarının İşlenebilirlik Üzerine Etkileri*”, Gazi Üniv. Fen Bil. Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara,(2003).



## MEHMET CEVİZ

**E-mail:** [mehmet\\_-222@hotmail.com](mailto:mehmet_-222@hotmail.com) / [mehmet.ceviz@karardestek.net](mailto:mehmet.ceviz@karardestek.net)

**Doğum Tarihi:** 25.07.1986

**Doğum Yeri:** Edirne/Meriç

**Uyruğu:** T.C.

**Medeni Hali:** Evli

**Askerlik Durumu:** Yapıldı

**Yabancı Dili:** İngilizce

**İş Durumu:** Zorlu Enerjide(Gazdaş-Trakya Doğalgaz dağıtım A.Ş.) makine mühendisi

**Eğitim Durumu:**

**Yüksek Lisans**

Trakya Üniversitesi(Edirne/Merkez)

Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Yüksek Lisans Programı(Tez Öğrencisi)

**1. Lisans Programı**

Hitit Üniversitesi(Çorum/Merkez)

Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Lisans Purogramı

**2. Lisans programı**

Anadolu Üniversitesi

Açık Öğretim Fakültesi İşletme Lisans Programı(3.Sınıf Öğrencisi)

**Önlisans Programı**

Trakya Üniversitesi(Kırklareli/Merkez)

Kırklareli Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu Makine Programı

**Lise**

Edirne Endüstri Meslek ve Teknik Lisesi(Edirne/Merkez)

Teknik Lise Makine Bölümü

**İlköğretim** (Adasarhanlı Köyü ilköğretim Okulu(Edirne/Meriç/Adasarhanlı))