

**T.C.**  
**TRAKYA ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TORNALAMA İŞLEMİNDE KESİCİ UÇ KAPLAMA ÇEŞİDİNİN İŞ PARÇASI  
YÜZEY KALİTESİ VE TAKIM ÖMRÜNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI  
DENEYSEL VERİLERİN ELDE EDİLMESİ**

**MAHİR MUSTAFA ÖZTÜRK**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Tez Danışmanı: YRD. DOÇ. DR.CENK MISIRLI**

**EDİRNE-2016**

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

Prof. Dr. Murat YURTCAN  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü V.

Bu tezin **Yüksek Lisans** tezi olarak gerekli şartları sağladığımı onaylarım.

Prof. Dr. Yılmaz ÇAN  
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tez tarafımda 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

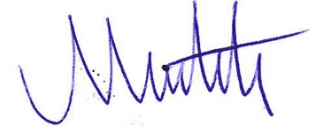
Tarih: 26/09/2016

**T.Ü.FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**MAKİNE 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.

26 / 09 / 2016

*Mahir Mustafa ÖZTÜRK*



Yüksek Lisans Tezi

Tornalama İşleminde Kesici Uç Kaplama Çeşidinin İş Parçası Yüzey Kalitesi ve Takım Ömrüne Etkisinin Araştırılması Deneysel Verilerin Elde Edilmesi

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

## ÖZET

Bu çalışmada, tornalama işleminde kesici uç kaplama çeşidinin yüzey pürüzlülüğü ve takım ömrüne etkisi incelenmiştir. Numune olarak AISI 1050 çelik ve AISI 303 paslanmaz çelik kullanılmıştır. Deneylerde takım ömrü ve yüzey pürüzlülüğü etki eden parametrelerden kesme hızı, ilerleme hızı ve talaş derinliği bazen sabit tutularak, bazen değiştirilerek sonuçlar elde edilmiştir. İki kesici uç arasında en iyi yüzey pürüzlülüğü ve takım ömrünün PVD kaplı kesici uçta olduğu saptanmıştır.

Yıl : 2016

Sayfa Sayısı : 92

Anahtar Kelimeler : Tornalama, Yüzey Pürüzlülüğü, Kaplama, Takım Ömrü

Master' Thesis

Obtaining Experimental Data and Study of the Effects of Cutting Insert Coating Surface in Turning Works on Surface Roughness and Tool Life

Trakya University Institute of Natural Sciences

Department of Mechanical Engineering

### **ABSTRACT**

This study, examines the effects of cutting insert coating surface in turning Works on surface roughness and tool life. AISI 1050 steel and AISI 303 stainless steel were used as samples. The results of the experiment were obtained by both changing the cutting speed, pace and chip depth among parameters that affect tool life and surface roughness and keeping them stable. It was identified that the best surface roughness between two cutting insert and tool life is on the cutting insert coated with PVD.

Year : 2016

Number of Pages : 92

Keywords : Turning, Surface Roughness, Coatings, Tool Life

## ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının başından sonuna kadar emeği geçen, teknik bilgi ve tecrübesini esirgemeyen ve bana yol gösteren saygıdeğer hocam ve danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Cenk MISIRLI'ya beni manevi olarak destekleyen dünyalar tatlısı annem, canımdan çok sevdiğim ablam ve biricik eşim Gülsüm'e, ayrıca Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne TUBAP-2016/168 proje numaralı destek kapsamında vermiş olduğu katkıdan dolayı en içten teşekkürleri bir borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

<b>BÖLÜM 1.....</b>	<b>1</b>
<b>GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1. Tezin konusu ve önemi.....	1
<b>BÖLÜM 2.....</b>	<b>3</b>
<b>GENEL BİLGİLER.....</b>	<b>3</b>
2.1.Talaşlı İmalat.....	3
2.2.Talaş İmalat Yöntemleri.....	3
2.3.Talaş Oluşumu.....	3
2.4.Talaş Tipleri.....	6
2.4.1.Sürekli Talaş.....	6
2.4.2.Kesintili Talaş.....	6
2.4.3.Yapışık Kenarlı Talaş.....	6
<b>BÖLÜM 3.....</b>	<b>8</b>
<b>TALAŞLI İMALATTA YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ.....</b>	<b>8</b>
3.1.YüzeY Pürüzlülüğü.....	8
3.2.YüzeY Pürüzlülüğüne Etki Eden Faktörler.....	9
3.2.1. Kesme Parametrelerinin Etkisi.....	9
3.2.2. İlerleme ve Köşe Radyüsünün Etkisi.....	10
3.3.YüzeY Pürüzlülüğü Ölçme Teknikleri.....	10
<b>BÖLÜM 4.....</b>	<b>15</b>
<b>KESİCİ TAKIM MALZEMELERİ.....</b>	<b>15</b>
4.1.Karbon Çelikleri ve Takım Çelikleri.....	15
4.2. Yüksek Hız Takım Çelikleri (HSS).....	15
4.3.Sert Maden Uçlu Kesiciler (Sinterlenmiş Karbürler).....	16
4.3.1.Sinterlenmiş Karbürler.....	16
4.4.Seramik Kesici Takımlar.....	16
4.5. Coronite.....	17

4.6. Elmas Takımlar.....	17
4.7.Kübik Bor Nitrür (CBN).....	18
4.8.Çok Kristalli Kübik Bor Nitrür (PCBN).....	18
<b>BÖLÜM 5.....</b>	<b>20</b>
<b>TAKIM KAPLAMALARINDA KULLANILAN TEKNİKLER.....</b>	<b>20</b>
5.1.Yüzey kaplamalar.....	20
5.2.Kaplamalar.....	21
5.2.1. Kimyasal Buhar Yoğuşturma.....	21
5.2.2. Fiziksel Buhar Yoğuşturma.....	22
5.2.3CVD ve PVD Tekniklerinin Karşılaştırılması.....	22
<b>BÖLÜM 6.....</b>	<b>24</b>
<b>TAKIM ÖMRÜ.....</b>	<b>24</b>
6.1.Talaşlı İmalat Sırasında Kesici takımda meydana gelen hasar mekanizmaları.....	24
<b>BÖLÜM 7.....</b>	<b>26</b>
<b>TALAŞ KALDIRMA ESNASINDA OLUŞAN AŞINMATÜRLERİ.....</b>	<b>26</b>
7.1.Serbest Yüzey Asınması.....	28
7.2. Krater Asınması .....	29
7.3. Çentik Asınması.....	29
7.4. Burun Yarıçapı Asınması.....	29
7.5. Isıl ve Mekanik Çatlaklar .....	30
7.6.Agiz Birikimi Olusumu (BUE).....	30
7.7.Plastik Deformasyon.....	30
7.8. Kenar Çentikleme (Chipping veya Fritting).....	30
7.9.Talas Vurması (Chip Hammering).....	31
7.10. Takim Kirilmesi.....	31
<b>BÖLÜM 8.....</b>	<b>34</b>
<b>TAKIM ÖMRÜNÜ ETKİLEYEN PARAMETRELER.....</b>	<b>34</b>

8.1 Kesici takım .....	34
8.2. Sıcaklık.....	38
8.3. İşleme Koşulları.....	39
8.4. İş Parçası Malzemesi Koşulları.....	40
8.5. Takım Tezgahı Özellikleri.....	40
8.6. Kenar Hazırlığı.....	40
8.7. Takım Tutucular.....	40
<b>BÖLÜM 9.....</b>	<b>42</b>
<b>DENEY VE SONUÇLAR.....</b>	<b>42</b>
9.1. Deney malzemeleri.....	42
9.2. Deneyde kullanılan bağlama aparatı.....	43
9.3. Deneyde kullanılan kesici uçlar.....	43
9.4. Deneyde kullanılan makine ve teçhizat.....	46
9.5. Deneyde kullanılan kesme parametreleri.....	46
9.6. Deney numunelerinin hazırlanması ve parametrelerin seçimi.....	46
9.7. Yüzey pürüzlülük deneyleri.....	47
9.7.1. İlerleme sabit tutularak takımda kesme hızı ve talaş derinliğine bağlı olarak PVD kesici uçta yüzey pürüzlülüğündeki değişim.....	47
9.7.2. İlerleme sabit tutularak takımda kesme hızı ve talaş derinliğine bağlı olarak CVD kesici uçta yüzey pürüzlülüğündeki değişim.....	50
9.7.3. Paso miktarı(kesme derinliği) sabit tutularak, kesme hızı ve ilerlemeye bağlı olarak PVD kesici uçta yüzey pürüzlülüğündeki değişim.....	52
9.7.4. Paso miktarı(kesme derinliği) sabit tutularak, kesme hızı ve ilerlemeye bağlı olarak CVD kesici uçta yüzey pürüzlülüğündeki değişim....	55
9.7.5. Kesme Hızı Sabit Tutularak İlerleme Miktarı ve Talaş Derinliğine Bağlı Olarak PVD Uçta Yüzey Pürüzlülüğündeki Değişim.....	57
9.7.6. Kesme Hızı Sabit Tutularak İlerleme Miktarı ve Talaş Derinliğine Bağlı Olarak CVD Uçta Yüzey Pürüzlülüğündeki Değişim.....	60
9.7.7. İlerleme Sabit Tutularak Kesme Hızı ve Talaş Derinliğine Bağlı Olarak Yüzey Pürüzlülüğündeki Değişim.....	62

9.7.8. Kesme Derinliği Sabit Tutularak Kesme Hızı ve İlerlemeye Bağlı Olarak Yüzey Pürüzlüğündeki Değişim.....	64
9.7.9. Kesme Hızı Sabit Tutularak İlerleme Miktarı ve Talaş Derinliğine Bağlı Olarak Yüzey Pürüzlülüğündeki Değişim.....	65
9.8. Takım Aşınmasının takım ömrüne ve yüzey pürüzlülüğüne etkisi.....	68
9.9. Takım Ömrü Deneyleri.....	68
9.9.1. Deney 1.....	68
9.9.2. Deney 2.....	69
9.9.3. Deney 3.....	70
9.10. Kesme Hızının İşleme Süresine Etkisi.....	71
<b>BÖLÜM 10.....</b>	<b>73</b>
<b>TARTIŞMA VE ÖNERİLER .....</b>	<b>73</b>
10.1. Öneriler.....	75
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>77</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>78</b>

## SİMGE ve KISALTMALAR

V	Kesme hızı (m/min)
a	Kesilmemiş talaş derinliği (mm)
f	İlerleme hızı (mm/dev)
a'	Kesilmiş talaş kalınlığı (mm)
TiC	Titanyum karbür
TiN	Titanyum nitrit
TiCN	Titanyum karbon nitrit
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Alüminyum oksit
HRC	Rockwell sertliği
d	Talaş derinliği, mm
Ra	Metrik yüzey pürüzlülük değeri (mikrometre)
CVD	Kimyasal buharlaştırma ile biriktirme
PVD	Fiziksel buharlaştırma ile biriktirme
Co	Kobalt
WC	Tungsten karbür
Rt	Maksimum yüzey pürüzlülüğü
re	Köşe radyüsü
HSS	Yüksek hız takım çelikleri
PCBN	Çok kristalli bor nitrid

## ŞEKİLLER VE TABLOLAR LİSTESİ

Şekil.2.1:	Talaş oluşumu	4
Şekil 2.2:	Kama şeklinde bir kesme ucundan yapılan talaş kaldırma	5
Şekil 2.3:	Gerçek talaş oluşumu	5
Şekil 2.4:	Çeşitli talaş tipleri	7
Şekil 3.1:	İlerleme ve Köşe radyüsünün yüzey kalitesi üzerindeki etkileri	10
Tablo 3.1:	Yüzey Pürüzlülüğü Ölçme Teknikleri	11-12
Şekil 4.1:	Seramik kesiciler	17
Şekil 4.2:	Kubik bor nitrür	18
Şekil 4.3:	Kesici takımlarda kodlama	18
Şekil 5.1:	CVD ünitesinin çalışma şeması	20
Şekil 7.1:	Takimda meydana gelen aşınma ve hasar mekanizmaları	25-26
Tablo 7.1:	Çeşitli hasar mekanizmaları-özelliği- alınacak tedbirler	30-31
Şekil 8.1:	Kesici uçta takım ömrünü etkileyen parametreler	33
Şekil 8.2:	İş parçası etki eden kuvvetler ve yönleri	33
Şekil 8.3:	Kesici takımındaki aşınmaların şematik olarak gösterilmesi	34
Şekil 8.4:	Kesici takım ve talaşda ısı dağılımı	35
Şekil 8.5:	İş parçası deformasyon bölgeleri	36
Şekil 8.6:	Takım tutucu	38
Tablo 9.1:	AISI 1050 malzemesinin özellikleri	40
Tablo 9.2:	AISI 303 malzemesinin özellikleri	40
Şekil 9.1:	Deneyde kullanılan takım tutucu	41
Şekil 9.2:	ISCAR 9025 şematik gösterimi	42
Şekil 9.3:	Kesici uç malzeme katmanları	42
Tablo 9.3:	Iscar firmasına ait kesici uç katalogu	43
Şekil 9.4:	Kullanılan torna tezgahı	44
Tablo 9.4:	Takım tezgahı özellikleri	45
Şekil 9.5:	Yüzey pürüzlülük ölçümü	46
Tablo 9.5:	Deney parametreleri (İlerleme hızı sabit-PVD)	47

Tablo 9.6: IC 1008 PVD kaplı ucun sabit ilerlemede yüzey pürüzlülük değerleri	48
Şekil 9.6: Talaş derinliğine bağlı yüzey pürüzlülük grafiği(IC 1008)	49
Tablo 9.7: Deney parametreleri (İlerleme hızı sabit-CVD)	50
Tablo 9.8: IC 9025 PVD kaplı ucun sabit ilerlemede yüzey pürüzlülük değerleri	50
Şekil 9.7: Talaş derinliğine bağlı yüzey pürüzlülük grafiği(IC 9025)	51
Tablo 9.9: Deney parametreleri (Kesme derinliği sabit-PVD)	52
Tablo 9.10: IC 1008 PVD uçun sabit kesme derinliğinde pürüzlülük değerleri	52
Şekil 9.8: İlerleme hızına bağlı yüzey pürüzlülük grafiği (IC 1008)	53
Şekil 9.9: Çentik ve yanak aşınması (a) Kesici ucun görüntüsü (b)	54
Şekil 9.10: Kesici uçların malzeme işlemeden sonraki SEM görüntüsü	54
Şekil 9.11: Kaplamada aşınma	55
Tablo 9.11: Deney parametreleri (Kesme derinliği sabit-CVD)	56
Tablo 9.12: IC9025CVD ucun sabit kesme derinliğinde pürüzlülük değerler	56
Şekil 9.12: İlerleme hızına bağlı yüzey pürüzlülük grafiği (IC 9025)	57
Tablo 9.13: Deney parametreleri (Kesme hızı sabit-PVD)	58
Tablo 9.14: IC1008 PVD ucun sabit kesme hızında yüzey pürüzlülük değerleri	58
Şekil 9.13: Sabit kesme hızı ilerleme-talaş derinliğine bağlı yüzey pürüzlülük grafiği (IC 1008)	59
Tablo 9.15: Deney parametreleri (İlerleme Miktarı ve Talaş derinliğine bağlı-CVD)	60
Tablo 9.16: IC 9025 CVD ucun sabit kesme hızında yüzey pürüzlülük değerleri	60
Şekil 9.14: Sabit kesme hızı ilerleme-talaş derinliğine bağlı yüzey pürüzlülük grafiği (IC 9025)	61
Tablo 9.17: Deney parametreleri (Kesme hızı ve talaş derinliğine bağlı PVD)	62
Tablo 9.18: IC 1008 PVD kaplı ucun sabit ilerlemede yüzey pürüzlülük değerleri	62-63
Tablo 9.19: Deney parametreleri (Kesme hızı ve ilerlemeye bağlı -CVD)	64
Tablo 9.20: IC 9025 CVD ucun sabit kesme derinliğinde pürüzlülük değerleri	64

Tablo 9.21: Deney parametreleri (İlerleme Miktarı ve Talaş derinliğine bağlı-PVD)	65
Tablo 9.22: IC 1008 PVD uçun sabit kesme derinliğinde pürüzlülük değerleri	66
Şekil 9.15: Çentik ve yanak aşınması	67
Şekil 9.16: Birikinti talaş ve yanak aşınması	67
Tablo 9.23: Kesici takım aşınma süreleri (315 m/dk)	69
Tablo 9.24: Kesici takım aşınma süreleri (350 m/dk)	69
Tablo 9.25: Kesici takım aşınma süreleri (390 m/dk)	70
Tablo 9.26: Kesme hızına bağlı aşınma süreleri	71
Şekil 9.17: Kesme hızına bağlı takım ömrü grafiği	71
Tablo 9.27: Kesme hızına bağlı işleme süreleri	72



# BÖLÜM 1

## GİRİŞ

### 1. Tezin konusu ve önemi

İmalat yöntemlerinin en önemlilerinden biri talaşlı imalattır. Çok çeşitli talaşlı imalat yöntemleri olup, bu işlemler iş parçası yüzeyini doğrudan ve dolaylı olarak etkileyen etkenlerdir. İstenilen yüzey kalitesine uygun kesici uç seçilmesinin yanında ekonomik kayıpların önüne geçebilmek için kesici uç ömründe iyi olması gerekmektedir.

Günümüzde metallerin işlenebilirliği sürecinde ürünün aynı kalitede üretilebilmesi için çeşitli deneyler gerçekleştirilmektedir. Metallerin işlenebilirliğinde kullanılan kesme parametreleri, yüzey pürüzlülüğü ve kesme kuvvetleri açısından büyük önem taşımaktadır. İşlenmiş bir yüzeyin yapısı, kalite açısından en önemli kriterlerden birisidir [1,2]. Malzemelerin işlenmesi anında kullanılan her bir parametre yüzey hassasiyetini etkilemektedir [3]. Yüzey pürüzlülüğü yüzey kalitesini belirleyen bir parametredir [4]. Kesici takımdan veya üretim sürecindeki diğer problemlerden kaynaklanan yüzey düzensizlikleri pürüzlülük olarak tanımlanır. Pürüzlülük çapraz ilerleme izleri ile diğer düzensizlikleri kapsar [5]. İmal usullerinde olan talaş kaldırma prosesinin amacı, iş parçasına sadece şekil vermek değil, kabul edilebilir tolerans, yüzey kalitesinde parçayı imal edebilmektir.

Talaşlı imalat üretim yöntemlerinin en önemlilerinden biridir. Talaşlı imalatta iş parçası istenilen geometri, ebatlarda üzerindeki fazla malzemenin bu işleme uygun takım tezgahı kullanılarak kesici takım vasıtasıyla talaş şeklinde iş parçasından uzaklaştırmak, istenilen yüzey kalitesi ve iş parçasını elde etmek presibine dayanmaktadır.

Talaşlı imalat işlemlerinde kullanıma uygun iş parçasında istenilen yüzey kalitesi elde etmek, ekonomik açıdan maliyetin düşük olması için kesici uçun uzun süre keskinliği ve aşınmaya karşı korunması istenen özelliklerdendir.



## BÖLÜM 2

### GENEL BİLGİLER

#### 2.1.Talaşlı İmalat

Talaş kaldırma önceden tasarımı yapılan, imalata uygun talaş imalat tezgahlarında kesici adı verilen sert bir malzemenin kendisinden daha yumuşak olan işparçasından birbirine göre izafi hareket ile iş parçası üzerinde gerilim oluşturularak parça kaldırma işlemidir. İş parçasından kaldırılan malzeme talaş olarak adlandırılır.

#### 2.2.Talaşlı İmalat Yöntemleri

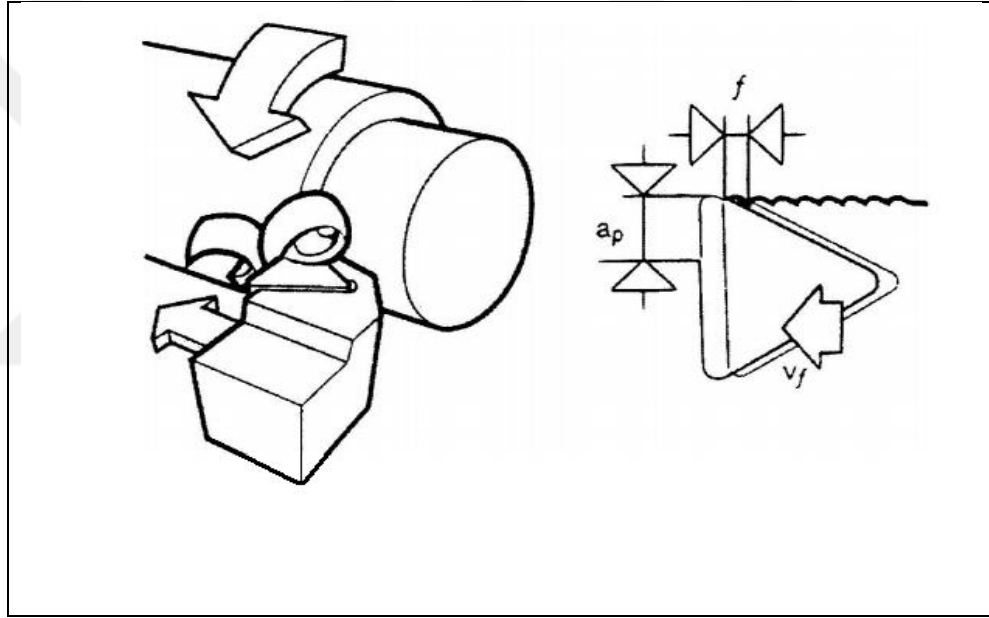
İstenilen şekil ve konstruksiyonda iş parçası üzerinden takımlar vasıtasıyla bağıl hareketlerle parça koparılması suretiyle yapılan imalat talaş kaldırma işlemi olarak adlandırılır. Talaş kaldırma işleminin başlıca çeşitleri; tornalama, frezeleme, delik delme, broşlama, raybalama, vargel ve planyalama, taşlama, honlama, lepleme gibi yöntemler mevcuttur.

#### 2.3.Talaş oluşumu

İmal usulleri adlandırılan hammadden ürün imal edilmesi yöntemlerinden talaşlı üretim en önemlilerindedir. Talaşlı üretiminde iş parçası teknik resimde belirtilen istenilen ebatlarda ve geometrilere malzeme üzerindeki fazlalıkların uygun takım tezgahı veya kesici takım kullanılması suretiyle talaş formu şeklinde malzemeden atılması sağlanır.

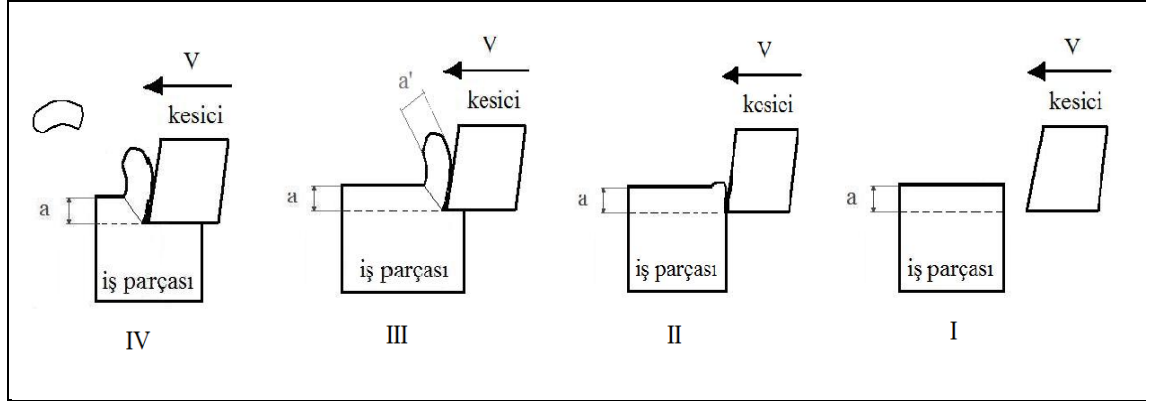
Talaş kaldırmada ortak nokta talaşın meydana gelmesidir. Talaş, ana malzemeden plastik şekil değişimi sonucu meydana gelir. teorisinin odak noktası

talaşın oluşumudur. Talaş, ana malzemeden plastik şekil değiştirmenin sonucu meydana gelmektedir. Bu gerilmeler malzeme akma sınırı geçtiğinde talaş olarak isimlendirilen yüzey tabakası, iş parçasından ayrılarak kesme yüzeyinden kayarak parçayı terk eder. Kesici uc adı verilen parçanın malzemeye temas ederek hareket etmesiyle malzeme ile temas noktası arasındaki yüzeyde sıcaklık ve yüksek gerilmeler oluşur. Gerilmeler malzemenin akma sınırını aştığında talaş olarak adlandırılan belli bir yüzey tabakası, iş parçası boyunca takımın kesme yüzeyinden kayarak parçadan ayrılır.



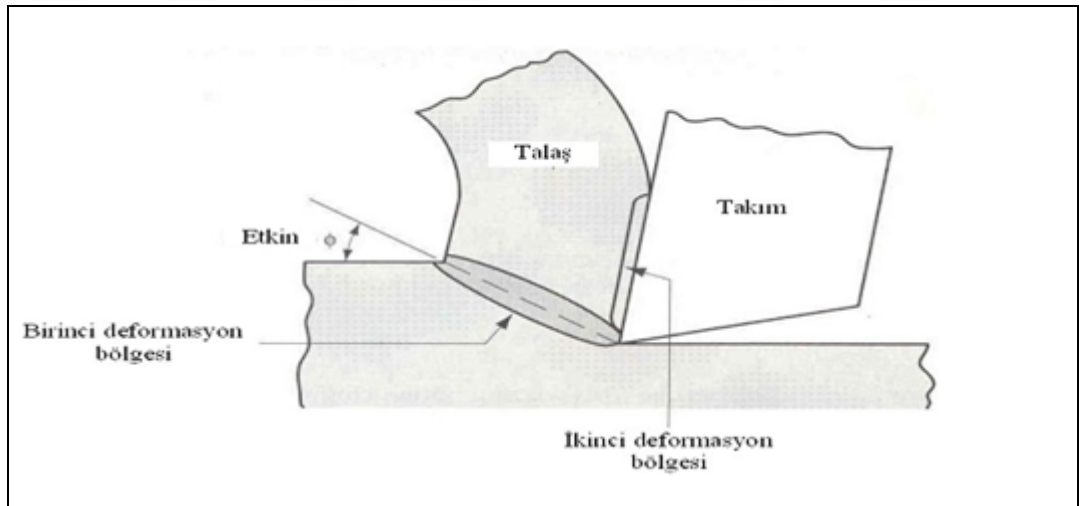
**Şekil.2.1:** Talaş Oluşumu

İstenilen ebat, şekil ve yüzey kalitesine sahip bir parçayı imal edebilmek için keskin bir takım kullanılmak suretiyle ve güç kullanarak hammadde üzerinden malzeme uzaklaştırma işlemidir. Uzaklaştırılan bu malzeme talaş olarak adlandırılır. Talaş kaldırma işlemi esnasında plastik ve elastik şekil değişimine maruz kalan iş parçası ve takım üzerinde ısı, sürtünme, kesici uçta aşınma vb olayların ortaya çıktığı karmaşık bir olaydır.



**Şekil.2.2:** Kama şeklinde bir kesme ucundan yapılan talaş kaldırma

Şekil 2.2' de V sembolü ile kesme hızı (m/min), a talaş derinliği (mm) ,a' talaşın kalınlığı (mm) gösterilmektedir. Kesici V kesme hızıyla malzemeye yaklaşması sonucu malzeme termal ve mekanik kuvvetlere maruz kalmaktadır. Malzeme akma sınırı aşıldığında kalıcı deformasyonları neticesinde iş parçasından talaş adı verilen katmanlar malzemenin üzerinden kayarak ayrılır.



**Şekil 2.3:** Gerçek talaş oluşumu

## **2.4.Talaş Tipleri**

Talaşlı imalatta kaldırma işlemi bakılmaksızın genelde üç tip talaş şekli gözlemlenmektedir.

### **2.4.1.Sürekli (Akma)Talaş**







Yüksek kesme hızlarında sünek iş parçalarından devamlı deformasyon ile çatlaksız bir biçimde kesici uçtan talaş yüzeyine doğru akar. Yüzey pürüzlülüğü, enerji sarfiyatı ve kesici ucun ömrü bakımından en yararlı talaş tipidir.

### **2.4.2.Kesintili Talaş**

Düşük kesme hızlarında gevrek iş parçalarından parça parça yada parçalar birbirine bağlantıları çok az olarak ortaya çıkar. Gevrek iş parçaları yanında sünek malzemelerde talaş kaldırılırken görülür. Gevrek iş parçalarında sünek iş parçalarına göre yüzey durumu iyi, takım ömrü daha kabul edilebilir düzeydedir.

### **2.4.3.Yapışık Kenarlı Talaş**

Bu tip sürekli talaş tipine benzemekle beraber kesme kenarının talaş yüzeyine talaş yapışması sonucu kesme kenarının şeklini bozmaktadır. Bu tip talaşlar genelde orta kesme hızlarında sünek malzeme işlenirken rastlanmaktadır.

<b>Düz(muntazam) talaş</b>	
<b>Karışık talaş</b>	
<b>Helisel talaş</b>	
<b>Tam dönen talaş</b>	
<b>Yarım dönen talaş</b>	
<b>Sıkı (gergin) talaş</b>	

**Şekil. 2.3:** Çeşitli talaş tipleri

## BÖLÜM 3

### TALAŞLI İMALATTA YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ

Talaşlı imalatta işleme metotları, kesicinin cinsi, kesici ucun kaplama çeşidine bağlı olarak, işleme esnasında kimyasal, fiziksel ve ısı etkenlerle, kesici uç ve iş parçası arasındaki hareketler sonucu yüzeylerde bir takım izler meydana gelmektedir.

#### 3.1. Yüzey Pürüzlülüğü

Talaş kaldırma işleminde, işlenen yüzeylerin kalitesi işleme performansı önemli oranda etkilemektedir. Kaliteli işlenen yüzeyler aşınma direnci, sürtünme ömrünü ve yorulma dayanımı iyileştirdiği bilinmektedir. Talaşlı imalatın çıkış parametrelerinden olan hassasiyet ve yüzey pürüzlülüğü her zaman işletme ve ekonomiklik olarak önem arz etmektedir. Yüzey hassasiyeti ve pürüzlülüğü bir çok etkeni içinde barındıran bir tanım olup, çatlakların oluşmaması, kimyasal değişmeme, yanma ve aşırı temperleme şeklinde kalıcı çekme gerilmesi ve termal hasar olarak çeşitlendirilebilir.

Talaşlı imalat işleminde esas gaye, teknik resimle imalatı düşünülen iş parçalarının arzu edilen ölçü ve yüzey kalitesinde imalatının yapılmasıdır. Teknik resimde istenilen parça ile üretimi tamamlanan parça arasında birtakım boyut, geometri ve yüzey kalitesi bazen hatalar ortaya çıkabilir. Bu istenilmeyen hatalar tolerans olarak adlandırılırken bu parçaların kullanıldığı yerler bu hataları tolere edecek şekilde ise, parçanın çalışmasında ve kullanılmasında bir sakıncası yoktur. Tolerans ile yüzey kalitesi ters orantılı olup tolerans yani hatalar ne kadar ufak olursa yüzey kalitesi o kadar iyidir. Burada istenilen yüzey kalitesi aranırken bir o kadar parça imalatının ekonomik olması istenmektedir. Bu yüzden üretim

metodları ,yüzey kalitesi toleransı ve ekonomiklik arasında optimum denge gözetilmelidir.İş parçasının işlenmesi sırasında yüzey kalitesini etkileyen bir çok faktör vardır.Bunlardan bazıları; paso derinliği, ilerleme miktarı, kesme hızı, devir, tezgahların rijitliliği, soğutma sıvısı, takım geometrisi, kesme parametreleri olarak sayılabilir.

Talaş kaldırma işleminin esas gayesi, iş parçalarına sadece şekil vermek değil, bunları ebatları, yüzey kaliteleri ve geometrileri bakımından teknik resimde gösterilen ve istenilen şartlara uygun olarak üretmektir. Buna kısaca işlem kalitesi olarak adlandırılmaktadır.

### **3.2. Yüzey pürüzlülüğüne etki eden faktörler**

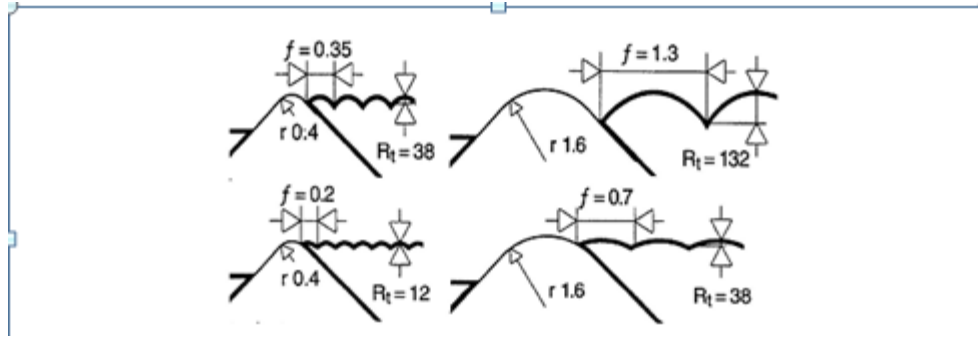
Yüzey pürüzlülüğüne etki eden birçok parametreler mevcuttur. Bunlardan bazıları; Malzemenin ve takımın elastik deformasyonu, talaşın yapışması ve plastik akışı, Kesici uçla malzeme arasındaki titreşim, kesme kenarının pürüzlülüğü ve aşınmasını sayabiliriz.

#### **3.2.1.Kesme Parametrelerinin Etkileri**

İşleme sırasında ideal kesme kuvvetlerinin saptanabilmesi kesme prosesinin birçok açıdan iyileştirilmesi yönünde önem arz etmektedir. İşleme kalitesini etkileyen faktörler; ana mil ve gövde yeterince rijit olmaması, yataklama sistemindeki boşluk etkisi, tezgaha ait sapmalar ve tezgahın mekanizmasında mevcut hatalar olarak sayabiliriz.

#### **3.2.2. İlerleme ve Köşe Radyüsünün Etkisi**

Köşe radyüsü, kesme ve ilerleme hızları iyi bir yüzey kalitesi elde edebilmek için gerekli şartlardandır. Bunlar içinde kesme hızı artması doğrudan talaş yapışması aşınma ve titreşim neden olması nedeniyle diğer şartlara nazaran geri planda kalmaktadır. Şekil 3.1' de ilerleme ve köşe radyüsüne bağlı teorik yüzey pürüzlülüğü değişimi göstermektedir.



**Şekil 3.1:** İlerleme ve Köşe radyüsünün yüzey kalitesi üzerindeki etkileri

### 3.3. Yüzey pürüzlülüğünü ölçme teknikleri

Yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmek maksatlı olarak çeşitli yöntemler mevcuttur. Bunlar bilinen bir yüzeyle karşılaştırma metodu, mekanik olarak çalışan cihazların dokunduğu yüzeyi değerlendirerek ölçmesi, değişik tip ışık mikroskopları ve optik cihazlardır. Tablo 3.1’ de yüzey pürüzlülüğü ölçme yöntemleri gösterilmiştir.

ÖLÇME YÖNTEMİ	ÖLÇME HASSASİYETİ				UYGULAMA ŞEKLİ		
	Temassız	Kaba	Orta	Hassas	Tahribatlı	Tahribatsız	Temaslı
Dokunma Yöntemi		+				+	+
Mekanik Çalışma Yöntemi		+			+		+
Hidrolik Metot		+				+	+
Pnوماتik Metot	+			+		+	
Yüzey Dinamotresi		+			+		+
Kapasitans Yöntemi	+		+			+	
X Işını yöntemi	+				+	+	
Elektron Mikroskonu Yöntemi	+	+				+	
Optik Mikroskobu Yöntemi		+				+	
Kesit Alma Yöntemi	+		+		+		
Karşılaştırma Mikroskobu Yöntemi	+	+				+	
Optik Yansıtma Yöntemi	+			+		+	
Optik Parazit Aletleri Yöntemi		+	+			+	+

Işık Yansıması Yöntemi		+		+		+	
Replika Yöntemi		+	+			+	+
Standart Örnek Yüzeyle Yöntemi		+		+		+	
Işık Bantlı Mikroskop Yöntemi	+			+		+	
Elektro Fiber Optik Sistem Yöntemi	+			+		+	
İnterferans Mikroskop Yöntemi	+			+		+	
Kisilov Profilometresi Yöntemi				+		+	+
Yaylı Tip Profilometresi Yöntemi				+		+	+
Elektrikle Çalışan Profilometresi				+		+	+
Levin Profilografi Yöntemi	+		+			+	

**Tablo3.1.** Yüzey pürüzlülüğü Ölçme Teknikleri

Temas metodu: Bu metod sürtünme katsayısı bilinen bir yüzey ile prob gezdirilen yüzey arasında elde edilen sonuçların mukayese edilmesi prensibine dayanır.

Mekanik metot: Bu Metotta çelik bilye kullanmak suretiyle en az 500 gram ağırlığındaki yüzeyin içine doğru 1 mikron yer değişimi ile yapılan bir ölçme tekniğidir.

Hidrolik metot: Uzunluğu ve eğimi bilinen bir düzlem ve belli hacimde yağ damlasının akış zamanı ile yüzeyinin pürüzlülüğü arasında bağlantı kurulması esasına dayanan bir ölçme tekniğidir.

Yüzey dinamometresi metodu: Sürtünme katsayısı ile parçanın pürüzlülük değeri arasında bağlantı vardır. İki parça birbiri üzerinde kaydırılması neticesinde ortaya çıkan kuvvet dinamometre ile ölçülmesi sonucu pürüzlülük hakkında kıyas yapılabilir.

X ışını metodu: X ışınları küçük açılarla mikroskop altında yüzey pürüzlülüğü ölçülmesi istenen parçaya gönderilerek pürüzlülüğün ölçüldüğü metottur.

Elektron mikroskobu metodu: Yüksek çözünürlüklü ölçme gücüne sahip aynı ortamda elektromanyetik lenslerle inceltelerek malzemeyi gözlemle imkanı sunan bir metottur. Bakım masraflarının yüksekliği, vakum, iletken numune ve pahalı olması gibi dezavantajları vardır.

Replika metodu: Konumu nediyle ölçüm yapılacak yüzeye erişilemiyorsa yüzeye selüloz - asetat filmi, asetonla yumuşatılarak sertleşene kadar temizlenmiş yüzeye bastırılır maske şeklinde mevcut yüzey karakteri elde edilerek yüzey karakter hakkında büyük oranda bilgi veren bir metottur.

Elektro fiber optik metot: Malzeme yatay şekilde bağlanarak fiber optik algılayıcı parça yüzeyine dik bir ışın gönderilir. Parça yüzeyinin pürüzlülüğüne göre dağılan ışınlar fiber optik algılayıcılara bağlanmış foto algılayıcılarla yorumlanması sonucu pürüzlülük değeri bulunan bir yöntemdir.

İzleyici uçlu cihazlar: Kullanım kolaylığı ve ideal ölçüm metodu olmakla birlikte ana prensibi; sivri bir uç parça üzerinde ölçülen uzunlukta hareket

ettirilmesi ve bu esnada oluşan titreşimlerin defalarca büyütülerek şerite yazdırılması veya elektronik cihazlar ile yorumlanmasına dayanır. Çok sivri bir izleyici ucun parça üzerinde değerlendirme uzunluğu boyunca hareket ettirilmesi ve hareket esnasında oluşan titreşimlerin büyütülerek hareketli bir şerit üzerine aktarılması veya elektronik cihazlar yardımıyla yorumlanması esasına dayanır.

Optik metot: Pürüzsüz bir yüzeye yansıtılan ışın geliş ve geliş açısı birebir aynı olacaktır. Pürüzlü yüzeylerde ışının dağılımı sensör vasıtasıyla ölçülmesiyle yüzey pürüzlülüğü bulunmaktadır.



## BÖLÜM 4

### KESİCİ TAKIM MALZEMELERİ

Kesici takım malzemeleri; imalat çeşitleri, molekül yapıları, ömürleri, mekanik ve fiziksel özellikleri bakımından çeşitlere ayrılır.

Karbon çelikleri ve takım çelikleri,

- Yüksek hız çelikleri,
- Sert maden uçlu kesiciler,
- Seramikler,
- Sermetler,
- Siyalonlar,
- Coroniteler,
- Elmaslar,
- CBN,
- PCBN.

#### 4.1.Karbon Çelikleri ve Takım Çelikleri

Karbon çeliklerinin kullanımı çok eski zamanlara dayanmaktadır. Karbon çeliği yüksek sıcaklıklara kadar çıkartılarak sertleştirilerek, oda sıcaklığına kadar hızlı bir şekilde soğutma işlemine takip edilerek imal edilmektedir. Hızlı soğutma neticesinde sertleşme sırasında çatlama eğilimi sonucu aşınmaya karşı mukavemeti düşmektedir.

#### 4.2.Yüksek Hız Takım Çelikleri (HSS)

Yüksek hız çelikleri düşük maliyet ve işlenebilirliği yönünden talaşlı imalatta yaygın olarak kullanılmaktadır. Yaygın olarak kullanılmasının yanında

son zamanlarda yerini toz metalurjisi ile üretilen, daha yüksek hız ve aşınma dirençlerine daha yüksek sert metallere bırakmıştır. Yüksek hız çeliklerinin tokluk değerinin yüksek olması neticesinde bazı talaşlı imalat yöntemlerinde önemini yitirmemiştir.

### **4.3.Sert Maden Uçlu Kesiciler(Sinterlenmiş Karbürler)**

Sinterlenmiş karbürleri en çok kullanılan iki çeşidi olarak Tungsten Karbür+Kobalt alaşımli düz karbür uçlar (WC+Co),Tungsten karbür +kobalt +Titanyum karbür+tantalum karbürü uçlar olarak sayabiliriz. Bu kesici uçlar ısıya dayanıklı olup sert karbür parçacıklar ve sünek metalin bileşimiyle üretilmektedir. Aşınma dirençleri yüksek olması sebebiyle 40 m/dak'dan 350 m/dak kesme hızlarında sertliğini ve kesiciliğini kaybetmeden kullanılabilir.

#### **4.3.1. Sinterlenmiş Karbürler**

Baglayıcı malzemeleri Kobalt (Co) olan Tungsten karbür (WC), titan (TiC) ve Tantal (TaC) karbürlerinin toz metalurjisiyle sinterlenmesi sonucu elde edilen malzemedir. Sertliğe, yüksek ısı ve aşınmaya dayanıklı, yüksek çalışma sıcaklıkları ve kesme hızlarında kullanılabilme olanağı olduğundan, bu kesicilerin kullanımı günümüzde gittikçe yaygınlaşmaktadır. Aşınma ve sıcaklığa karşı gösterdiği dayanımına karşı eğilme ve darbe dayanımları çok düşüktür.

### **4.4. Seramik Kesiciler**

Seramik kesiciler sinterleme yoluyla ile imal edilen esas malzemesi alüminyum oksit olan kesicilerdir. Yüksek hızda kullanılabilme avantajının yanında darbeye ve eğilmeye mukavemetlerinin çok düşük olması başlıca dezavantajdır.Çalışma sıcaklığı 1800 oC, sertliği 85-95 Ra 'dır. Çelikler için kesme hızı 100-300 m/dak, ince talaşta 200-1000 m/dak'dır.



**Şelil 4.1:** Seramik Kesiciler

#### **4.5. Coronite**

Coronite sinterlenmiş karbürün aşınma direnci ile yüksek hız çeliğinin tokluğunu bir araya getirerek meydana getirilen yeni kesici takım malzemesidir. Coronite aldığı bu özellikler neticesinde frezelerde daha hızlı talaş kaldırılmasını, takım ömrünün ve yüzey kalitesinin artırılmasını sağlar. Titanyum ve çeşitli alaşımların işlenmesinin yanı sıra daha çok çeliklerin işlenmesi için geliştirilmiş bir uygulamadır. Coronite takımlarda geliştirilmiş özellik tane büyüklüğünden kaynaklanmaktadır. Bu özellikler özel bir teknikle TiN taneleri çelik matrislerin içerisine yarıya yakın oranda hacmini kaplayacak şekildedir.

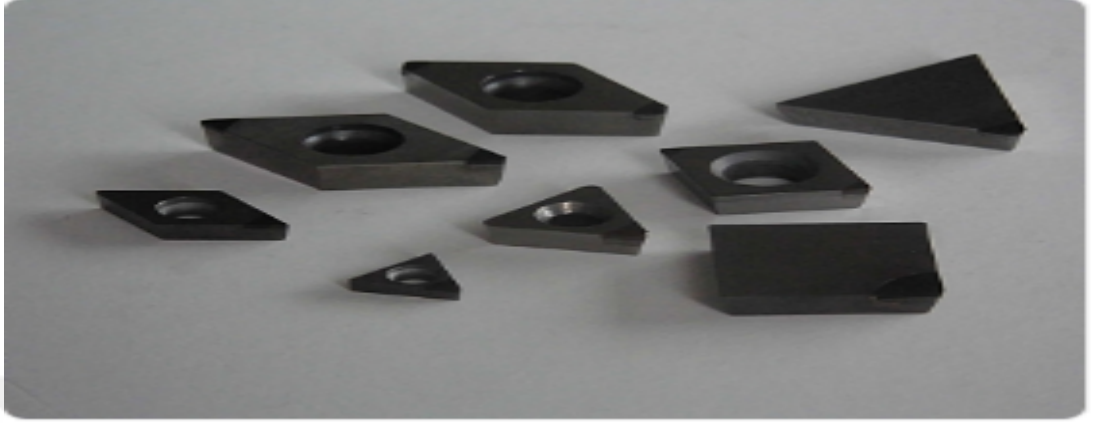
#### **4.6. Elmas Takımlar**

Elmas uçlu takımlar doğal olarak oluşmuş sert ve aşınma dayanımı yüksek olup, istenilen sertlikte her türlü malzeme işlenmesinde kullanılabilir. Elmas takımlar genelde kırılğan bir yapıya sahip olması nedeniyle ince veya çok ince talaş kaldırmada kullanılır. Çalışma sıcaklığı 1500 °C olup kesme hızı 100-500 m/dak özel hallerde 2500 m/dak üzerine çıkılabilir.

#### **4.7. Kübik Bor Nitrür (CBN)**

Kübik Bor Nitrür takımlar takım çelikleri, sertleştirilmiş çelikler ve alaşım çeliklerinin talaş kaldırma işlemlerinde kullanılır. Yüksek darbe direnci ve sertlik

özellikleri sayesinde sürekli tornalamadan hafif darbeli tornalamaya kadar geniş bir kullanım alanı vardır.



Şelil 4.2: Kübik Bor Nitrür

#### 4.8.Çok Kristalli Kübik Bor Nitrür (PCBN)

Çok kristalli kübik bor nitrür uçlar çok yüksek hızlarda kullanılabilmesi yanı sıra iyi tokluk ve ısıl direnci gösterir. Bu takımlar 45 HRC üzerindeki sertleştirilmiş çeliklerin ince tornalamasında yaygın olarak kullanılır.55 HRC üzerinde taşlama yöntemlerinin yerini alabilen tek kesici takımdır.

<b>P</b>	<b>Steel-Çelik</b>
<b>M</b>	<b>Stainless steels-Paslanmaz çelik</b>
<b>K</b>	<b>Cast iron-Dökme demir</b>
<b>N</b>	<b>Aluminium-Alüminyum</b>
<b>S</b>	<b>Super alloys-Alaşımlı çelik</b>
<b>H</b>	<b>Hardened steels-Sertleştirilmiş çelik</b>

Şelil 4.3: Kesici takımlarda kodlama

## BÖLÜM 5

### TAKIM KAPLAMALARINDA KULLANILAN TEKNİKLER

Gelişen kaplama teknoloji sayesinde işleme operasyonlarının büyük çoğunluğu kaplanmış kesici takımlar vasıtasıyla yapılmaktadır. Kimyasal buhar çökertme (CVD) ve fizksel buhar çökertme (PVD) yöntemleri ile kullanarak kaplanan kesici takımlarda en çok kullanılan malzeme çeşitleri karbür(TiC),Titanyum Nitrit (TiN),Titanyum Karbon Nitrit (TiCN) ve Alüminyum Oksit (Al2O3) olarak sayabiliriz. Kesici uçun kaplama uygulanarak ömrünün artırılması en çok kullanılan yöntemdir.

#### 5.1.Yüzey ve kaplamalar

Genel anlamıyla yüzey, maddenin kendi dışında çevreyle olan temastaki kısmı olarak tanımlanır. Çevresiyle tüm etkileşimi yüzey olarak adlandırılan kısmında oluşmaktadır. Malzemenin özelliklerinden bazıları yüzeyi tarafından belirlenir. Bunlar; Rengi ve dış görünümü, Komşu malzemelere difüze etkileri, diğer maddeler ile yapışkanlık özellikleri, aşınma ve sürtünme karakteriskleri, elektriklenme ve korozyon davranışları olarak özetleyebiliriz.

Bu özellik bakımından arızaya maruz kaldığında malzemenin tüm özelliklerini iyileştirmek yerine sadece yüzeyi ile ilgili çalışma yapmak yeterli olabilmektedir. Doğalgaz boruların antipasla boyanarak korozyona ve paslanmaya karşı korunması buna örnek olarak verilebilir. Bütün malzemenin özellikleri yerine yüzeyinin değiştirilmesi ayrıyeten ekonomik faydada sağlamaktadır. Malzemenin istenilen özellik için sadece bir bölgesinin değiştirilmesi küçük bir işleme bazen malzeme ömrünün 5-50 kat artırabilmektedir

## 5.2.Kaplamalar

Malzemenin yüzeyini iyileştirerek daha üstün özellikte malzeme elde edilmesinde kaplamalar büyük önem arz etmektedir. Teflon malzeme kaplanması yapışma istenmeyen yerlerde kullanılması bu eğilimi azaltmaktadır.

Malzemelerin kaplanması elektrokimyasal ve elektrokimyasal gibi çeşitli yöntemler vardır. Sert malzemeler yüzeye biriktirilerek aşınma mukavemeti yüksek sert malzemeler elde etmek mümkün olmaktadır.

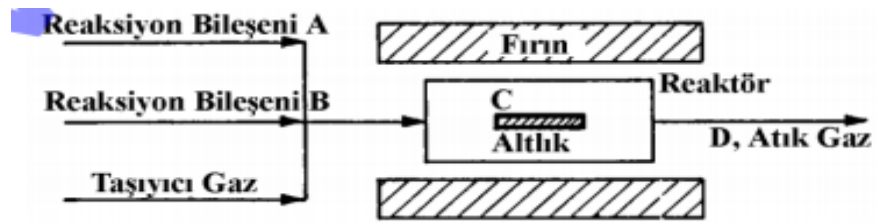
Malzemelerin üzerine sert malzemeler tarafından kaplanması ise kimyasal ve fiziksel buhar yoğuşurma işlemleri kullanılmaktadır.

Bu iki yöntemden önce CVD teknikleri sonrasında PVD teknikleri kullanılmıştır. Avantaj ve dezavantajları göz önünde bulundurularak iki tekniğinde kullanım alanı yaygındır.

### 5.2.1. Kimyasal Buhar Yoğuşurma

Bu kaplama yönteminde gaz fazından kimyasal reaksiyonlar neticesinde ortaya çıkan yeni fazın istenilen yüzeye çöktürülmesi prensibine dayanır.

CVD(Kimyasal Buhar Yoğuşurma) tekniğiyle birçok kaplama çeşidi üretilmektedir. Bunlardan bazıları; karbür, oksit; metal ve borür vb. sayabiliriz.



Şekil 5.1: CVD Ünitesinin çalışma şeması

### 5.2.2. Fiziksel Buhar Yoğurturma

Bu işlemin ana prensibi bir malzemenin (X) ince bir film ve kaplama şeklinde biriktirilerek, oda sıcaklığına yakın bir sıcaklıkta altlık malzeme üzerine bu X malzemenin buharının yoğurturulması şeklinde meydana gelen bir işlemdir.

### 5.2.3.CVD ve PVD Tekniklerinin Karşılaştırılması

PVD CVD işlemine göre daha düşük sıcaklıklarda yapılır. Çok çeşitli malzemeler PVD’de altlık malzemesi olarak kullanma şansı mevcut iken CVD’de yüksek sıcaklık neticesinde her malzemenin altlık olarak kullanılma şansı yoktur.

PVD kullanılan gazlar çevreye zararı, CVD tekniğinde kullanılan gazlara göre daha azdır. Çevrenin ve çalışanların korunması için ek donanım ihtiyacı maliyeti yükseltmektedir.

PVD ile CVD arasındaki en önemli fark düşük-yüksek sıcaklıktan kaynaklı olarak, tehzatların CVD ‘de PVD ‘ye göre daha yüksek sıcaklıklara dayanıklı malzemelerden olması gerekmektedir.

PVD ile CVD kaplama bileşenlerinin faz yönünden farklılıkları sonucu CVD’ de kaplama gaz halinde olduğundan altlık malzemenin her tarafına muntazam bir şekilde kaplanabilmektedir. PVD’ dde bileşenlerden en az biri katı fazdaki kaynaktan aldığından ötürü malzemenin kaynağı bakan yüzeyi kaplanabilmektedir.

PVD tekniklerinde yüksek vakumlarda çalışması gerekmektedir, oysa CDV tekniklerinde çoğu uygulamada yüksek vakuma ihtiyaç duyulmaz, bu sebeple yüksek maliyetli vakum sistemlerine gerek yoktur.

Üniform bir kaplama elde etmek için altlık malzemesinin kaynak veya hedefe göre hareket ettirilmesi gerekir. Altlık parçası şekillerinin çok farklı olduğu değişik uygulamalar için karmaşık altlık hareketi mekanizmalarına ihtiyaç duyulur[8].

## BÖLÜM 6

### TAKIM ÖMRÜ

Takım ömrü en genel anlamıyla kesici uçtaki iki bileyleme arasındaki zamanı ifade eder. Takım ömrü esasında takımın aşınma olayına bağlı olup, takım aşınmasına etki eden faktörler dolayısıyla takım ömrünüde etkilemektedir. Takım ömrüne etki eden faktörler çok olmakla birlikte bunlardan kesme derinliği (a), ilerleme hızı (f), kesme hızı (V) ve kesme sıvısının kullanılıp kullanılmamasını sayabiliriz. Kesme hızı, kesme derinliğinden ve ilerleme hızından takım ömrün belirlenmesinde daha çok etki eden parametredir. Kesici takım ömrü işletme maliyetlerini artırmasının yanında iş parçasının yüzey pürüzlülüğünü ve talaşlı imalat sırasında meydana gelen kuvvetleri etkilemektedir.

#### **6.1. Talaşlı İmalat Sırasında Kesici takımda meydana gelen hasar mekanizmaları**

İmalatın amacı, hammaddeden istenilen boyutlarda ve özelliklerde ürün elde edebilmektir. Hammadde ile ürün arasında çok değişik teknolojik metotlar mevcuttur. İmal usuller olarak adlandırılan bu yöntemleri talaşlı ve talaşsız olmak üzere iki ana gruba ayırabiliriz. İki grup arasındaki fark talaşlı imalatta ürün dönüşümünde hammadde üzerinde parça kaldırılması, talaşsız imalatta hammadde üzerinden parça kaldırılmamasıdır. Talaşlı imalatta kesici takımın iş parçasına hareketi neticesinde plastik deformasyon oluşumuyla gerçekleşen bir işlemdir. Talaş kaldırma sırasında kesici takım sıcaklığa ve çok yüksek gerilmelere maruz kalması neticesinde plastik ve elastik şekil değişimi ile sonucu aşırı bir aşınmanın meydana geldiği görülmüştür. Talaşlı imalat esnasında meydana gelen bu istenmeyen şekil değişimleri ve aşınmalar

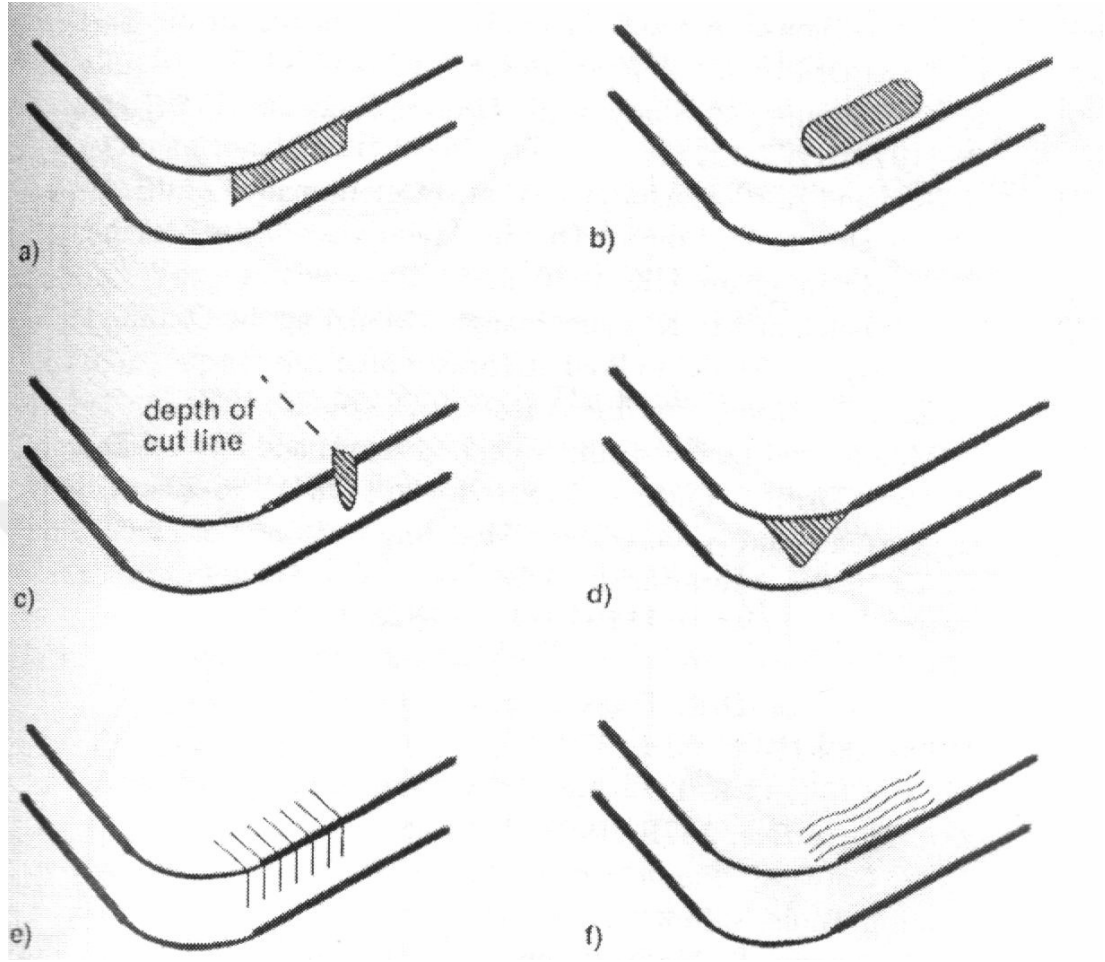
imalatı olumsuz yönde etkilemektedir. Çünkü takımda meydana gelen deformasyonlar; talaş kaldırmak için enerji sarfiyatını artırmakta, yüzey kalitesi, toleransları ve takım tezgahı kontrüksiyonundaki titreşimlerin artmasına neden olur. Günümüzde araştırmalar takım ömrünü etkileyen parametrelerin saptanması ve bilinmesi, bu parametrelerin kontrol alınmasını sağlayacak önlemlerin geliştirilip efektif takım ömrünün hesaplanıp, optimum takım değiştirme zamanı bilinerek en fazla verimin elde edilmesine yöneliktir.



## BÖLÜM 7

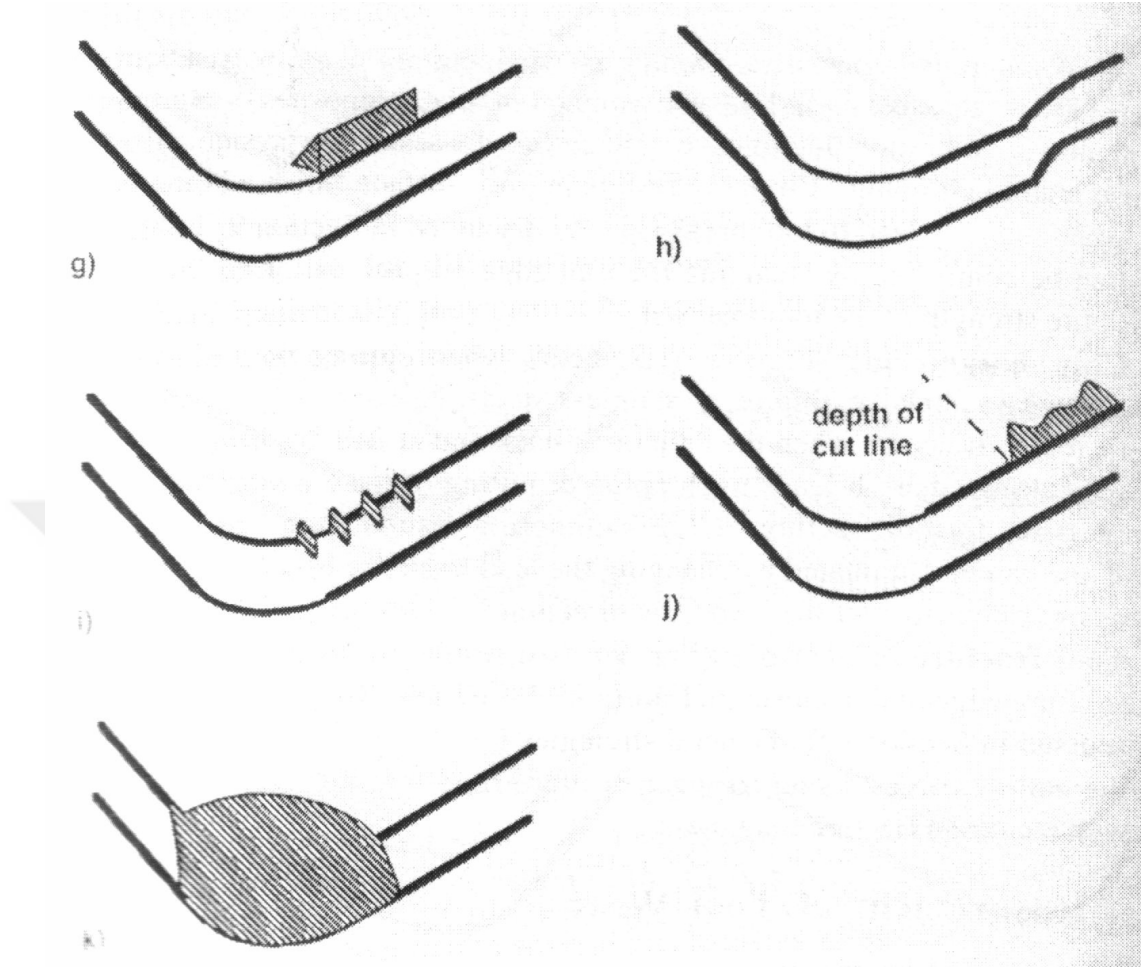
### TALAŞ KALDIRMA ESNASINDA OLUŞAN AŞINMATÜRLERİ

Kesici takımların ömürlerinin hakkında varsayımda bulabilmek için, kesici takımın zayıflamasının sebepleri bilinmesi gereklidir. Takım hasarları; plastik deformasyon, aşınma ve kırılma neticesinde ortaya çıkmaktadır. Takım aşınması, takımın etkilendiği bölge veya aşınmayı meydana getiren fiziksel mekanizmaya göresiniflara ayrılır. Takımlar talaş oluşumu sırasında meydana gelen yükleri absorbe edemediğinde plastik deformasyon uğrar veya kırılırlar. Takımların esas kırılma nedeni talaşın oluşumu sırasındaki meydana çıkan yükleri karşılayamaması ve plastik deformasyona uğramasıdır. Günümüzde yapılan araştırma ve çalışmalar ile takım ömrünü hesaplayabilmek, tespit edebilecek yöntemleri hasar mekanizması sayesinde kaldırmayla ilgili çalışmalarda temel amaç, gözönüne alınan takım hasar mekanizmasından bulabilecek uygulamalar geliştirilmektedir. Üzerinde bu kadar uğraşlar verilmesine karşılık takım ömrünü tam olarak, doğrulukla tespiti oldukça zordur. Tespitinin zor olması kesme derinliği, kesme ve ilerleme hızı birçok parametreye bağlı olmasının doğal sonucudur. Pratikte takım ömrü istenilen yüzey kalitesi veya kesim yapmadığında kullanımdan kaldırılır.



**Şekil 7.1. Takımda meydana gelen aşınma ve hasar mekanizmaları**

- a- Serbest Yüzey Aşınması
- b- Krater Asınması
- c- Çentik (Notch) Aşınması
- d- Burun Aşınması
- e- Isıl Çatlaklar
- f- Mekanik Çatlaklar



**Sekil 7.1. Takimde meydana gelen aşınma ve hasar mekanizmaları (Devami)**

g- Kenar Birikimleri (Built-Up-BUE) Oluşumu

h- Plastik Deformasyon

i- Kenar Çentiklemesi (Edge Chipping)

j- Talas Vurması

k- Takimin Kırılması

### 7.1.Serbest Yüzey Aşınması

Takımın iş parçasıyla temas halindeki yüzeyinde meydana gelen aşınmadır. Kesme hızı çok yüksek ve kalitede yetersiz aşınma direnci serbest yüzey aşınmasının nedenleri arasındadır. Bu aşınma türü yetersiz yüzey kalitesi, delik toleransının aralık

dışına çıkmasına ve güç artışına neden olur. Serbest yüzey aşınmasının ortadan kaldırılması mümkün değildir. Ancak hızın düşürülmesi ve aşınmaya dayanıklı kalite seçilmesi aşınmanın azaltılması için çözüm yollarıdır.

### **7.2. Krater Asınması**

Kesici takımın eğimli tarafı ile talaş yüzeyinde meydana gelen aşınma türüdür İş parçası malzemesi ve kesici uç arasında kimyasal bir tepkime sonucu gelir. Bu durum takımındaformasyonu veya kırılmasına sebebiyet verir. Fakat aşırı krater aşınması kesme kenarları zayıflatıp, takımın deforme olmasına veya kırılmasına neden olur. Krater aşınması, takım malzemelerinin kimyasal kararlılıklarının yükseltilmesi ya da takımın talaş içinde nüfus etmesinin azaltılmasıyla bir miktar önlenabilir.

### **7.3. Çentik Asınması**

Kaba yüzey tornalanmasında talaş derinliği çizgisindeki kesici uçun hem eğimli yüzeyinde hemde serbest yüzeydeki aşınmasında aşırı derecede bölgesel kesici uç aşınmasıdır. Paslanmaz çeliklerin ve ısıl dirençli süper alaşımlar işlenirken yaygın olarak görülen bir aşınma türüdür. Çentik aşınmasının aşırı şekilde olması takımın bilenmesini zorlaştırır bazı parçalarda kırılmaya sebebiyet verir. Çentik aşınması, iş parçası ve takım arasındaki teması artıran dalma açısının yükseltilmesi, takım malzemesinin sertlik ve deformeasyonunu artırılması ve kesme derinliğinin değiştirilerek azaltılması mümkün olabilmektedir.

### **7.4. Burun Yarıçapı Asınması**

Bu aşınma serbest yüzeyin sonuna yakın bölgede, burun yarıçapında meydana gelmektedir. Aşırı şekildeki burun aşınması yüzey kalitesinin azalmasına neden olmaktadır. Serbest yüzey ile çentik bölgesinin oksidasyon ve korozyon nedeniyle oluşan bir aşınmadır.

### **7.5. Isıl ve Mekanik Çatlaklar**

Bu çatlaklar, kesintili talas kaldırma sırasında ısının yükselmesi veya takımın degisken yüklerle yüklenmesinin neticesi olarak ortaya çıkar. Paralel ve dik çatlak olmak üzere iki türlü çatlak oluşur. Bu çatlaklar takımın hızlı bir şekilde kopmasına ve hasara uğramasına sebebiyet verir.

### **7.6. Ağız Birikimi Oluşumu (BUE)**

Bu aşınma türü, talaşın genelde yumuşak malzemelerin düşük hızlarda kesici uca basınca kaynaması neticesinde oluşur. Düşük kesme hızları talaşın birikmesi artırır ve çıkıntı oluşmasına neden olur. Bu problem ağız birikimi olarak adlandırılıp, delik çapını değiştirdiği, kesme derinliğinin kararsız olması neticesinde yüzey kalitesini olumsuz etkilediğinden istenmez. Ağız birikimi oluşumu, yağlayıcılık özelliği artırılmış soğutucular, pürüzlülüğü az olan takımların kullanılması, yüksek basınçlı soğutucuyu direk talaş yüzeyine sevk ve yüksek kesme hızlarında azaltılabilmektedir.

### **7.7. Plastik Deformasyon**

Plastik deformasyon takım yumuşatıldığında yani takım ile talaş arasında temas alanı üzerindeki kesme basınçları desteklenemediğinde meydana gelir. Kesme sıcaklığı belirli kalitede çok yüksek olduğunda ortaya çıkar. Daha kalın kaplamalar ve daha sert kaliteler takımın plastik deformasyona direncini artırır.

### **7.8. Kenar Çentikleme (Chipping veya Fritting)**

Kenar çentiklenmesi sünek olmayan takımların talaş kaldırmasında veya sert yada abraziv parçacıklar içeren metal matrisli kompozitlerin işlenmesi esnasında oluşan bir aşınma türüdür. Kesme kuvvetlerinin yüksekliği ve rijitliğin düşük olması meydana gelen titreşim kenar çentiklerine sebebiyet verir. Çentikler yüzey kalitesinin düşmesi sonucu serbest yüzey aşınması artar ve neticesinde takım kırılabilir. Takımların mukavetlerinin artırılması veya takım kenarlarının değiştirilmesiyle kontrol altına alınabilir.

### **7.9.Talas Vurmasi (Chip Hammering)**

Bu tip aşınmanın sebebi talaş iş parçası yüzeyinden akarken kesme kenarında yüzeyine çarpağında meydana gelmektedir. Çarpmanın neticesinde yüzeyde çukurun durumun devam etmesi sonucu takım hasara uğramaktadır.

### **7.10. Takım Kirilmesi**

Takım kesme kenarlarının veya önemli bir parçasınının parçalanması sonucu meydana gelir. Malzemenin kırılma tokluğu artırmak, kesme kuvvetinin azaltılması, rijit ve sağlam takım mekanizmalarının kullanılması takım kırılması kaynaklı hasarların önüne geçebilmek için kullanılan yöntemler arasındadır.

Aşınma Tipi	Mekanizma	Karakteristiği	Alınacak Tedbirler
Serbest Yüzey aşınması	Abrazyon	Düzgün aşınma dağılımı	Sert malzemeden takım kullanılmak
	Isıl Yumuşama	Kalitesiz parça yüzeyi	Kaplanmış takım kullanmak
	Hız çok düşük	Kalitesiz parça yüzeyi	İlerleme hızının yükseltilmesi
Krater aşınması	Difüzyon	Aşınmanın hızlı olması	Kesme hızını azaltmak Soğutucunun soğutma özelliğini yükseltmek Soğutucunun hacmini ve basıncını artırmak Talaş ara yüzeyine direk soğutucu göndermek
	Kimyasal Aşınma	Düzgün Aşınma dağılımı	Takım-kaplama-soğutucudan birini değiştirmek
	Hız çok düşük	Kalitesiz parça yüzeyi	İlerleme hızını yükseltmek
Çentik aşınması	Abrazyon	Serbest yüzeyde meydana gelir	Sert malzemeden takım kullanılmak Dalma açısını artırmak
	Oksidasyon	Renk değişimi gözlemlenir	Soğutucuyu değiştirmek Kesme hızını azaltmak Takım malzeme veya kaplamayı değiştirmek

Burun Radyüsü Aşınması	Abrazyon	Kaba ve düzgün olmayan aşınma	Sert malzemeden takım kullanılmak İlerlem hızını azaltmak Burun yarıçapını artırmak
Kenar Çatlaması	Isıl yorulma	Kenara dik çatlak	Kesme hızını azaltmak Kuru talaş kaldırma yapmak
	Mekanik yorulma	Kenara paralel çatlak	İlerleme hızını azaltmak
BUE Oluşumu	Adezyon	Kalitesiz parça yüzeyi	Kesme hızını artırmak Talaş açısını artırmakSoğutucunun yağlama özelliğini artırmak

**Tablo 7.1:** Çeşitli Hasar mekanizmaları-özelliği-alınacak tedbirler

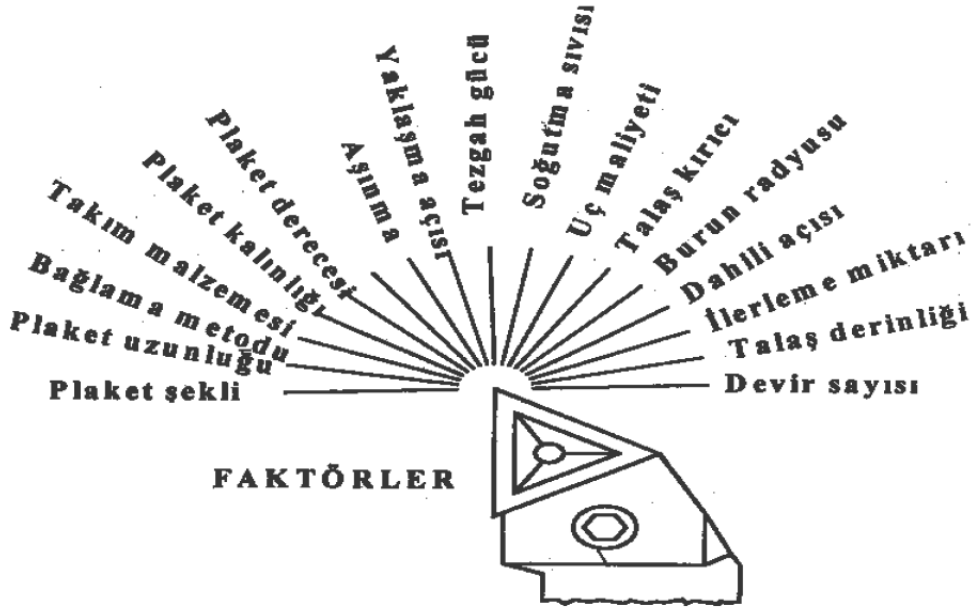
## BÖLÜM 8

### TAKIM ÖMRÜNÜ ETKİLEYEN PARAMETRELER

Talaşlı imalatta takım ömrünü etkileyen etkenler arasında takım tezgahı özellikleri, sıcaklık, işleme koşulları, malzeme koşulları gibi özellikleri sayabiliriz.

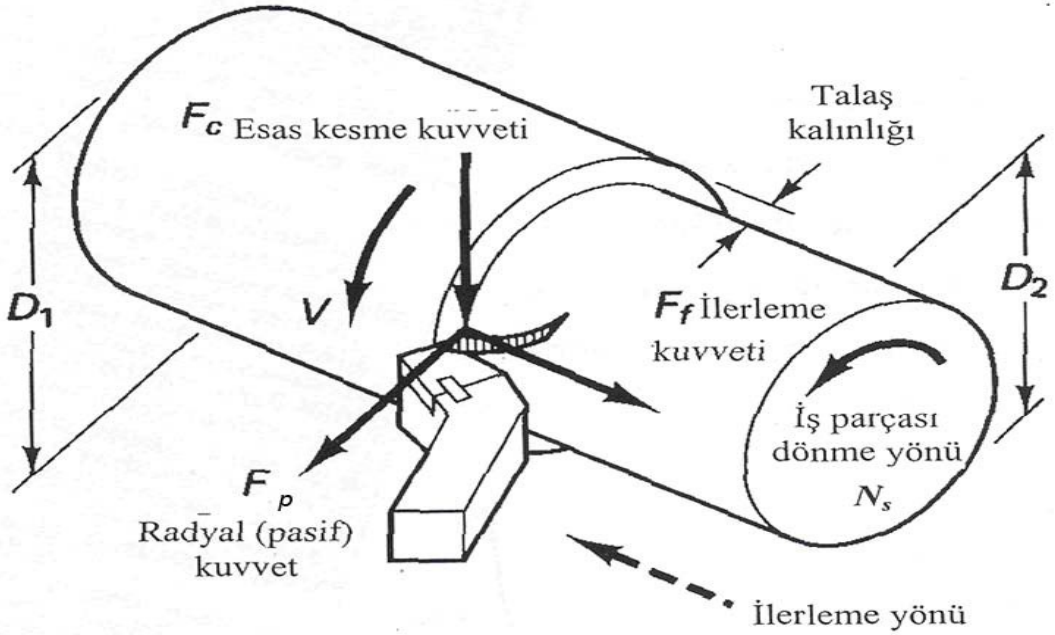
#### 8.1 Kesici takım

Kesici takımda takım ömrünü etkileyen faktörlerden bazıları; mukavemet, malzeme, kesici takım içindeki karbon miktarı (oranı), takım ısısı, sertlik, aşınma direnci, kesici takım aşınması gibi özellikleri sayabiliriz. Kesici takımlar takım ömrünü artırabilmek için mukavemeti yüksek malzemelerden seçilerek aşınmaya karşı direncini artırmaktır. Bir takım malzemesinde aranan özellikler; takım oda sıcaklığında değil çalışma ortamındaki sıcaklığında en sert bileşeninden daha sert olmalı, kesme işlemlerinde hızlı ısınma ve soğumalar nedeniyle yüksek termal şok direnci, takımın iş parçasındaki çözünürlüğü düşük olmalıdır. Çözünürlüğün yüksek olması aşınmanın hızlı olmasına sebep olur.



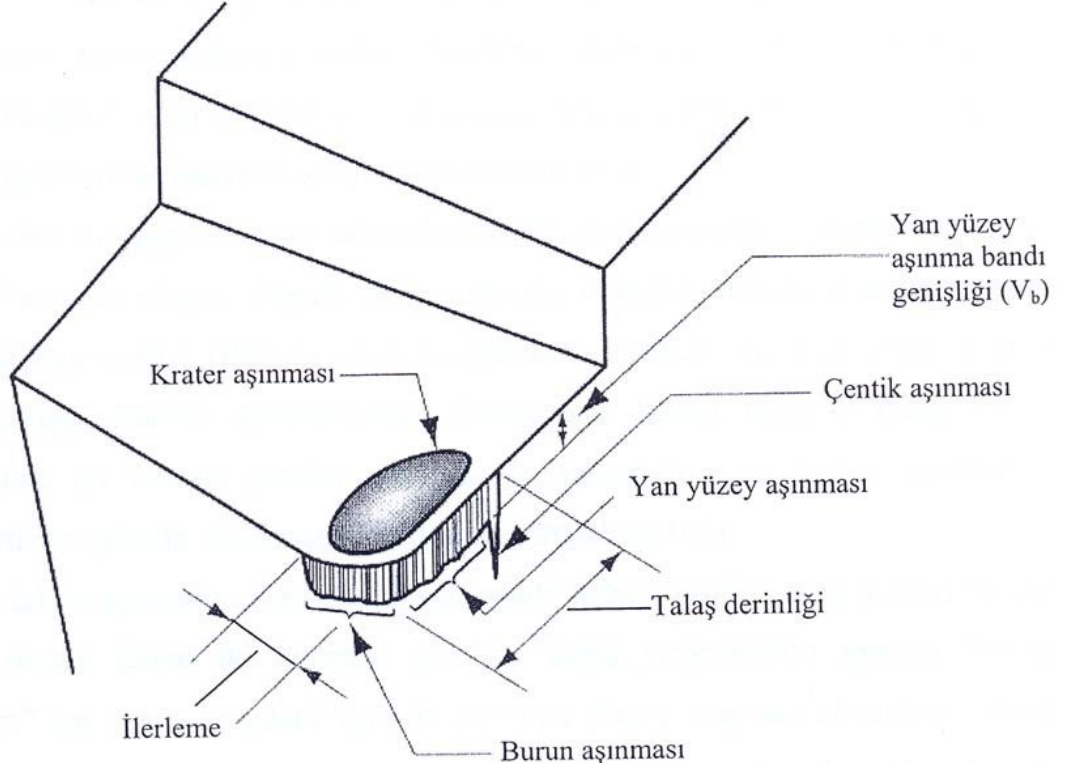
**Şekil 8.1: Kesici uçta takım ömrünü etkileyen faktörler**

Tornalama işlemi yapılırken kesici takım 3 kuvvete maruz kalır; İlerleme yönünde ilerleme kuvveti, esas kesme kuvveti ve radyal kuvvettir.



**Şekil 8.2. İş parçasına etki eden kuvvetler ve yönleri**

Kesici takımlar kesme kuvveleri altında çalışmakta olup, belirli bir süre sonra daha çok yüksek ilerleme hızlarında aşınmalar sonucu kesme özelliklerini kaybetmeye başlarlar.

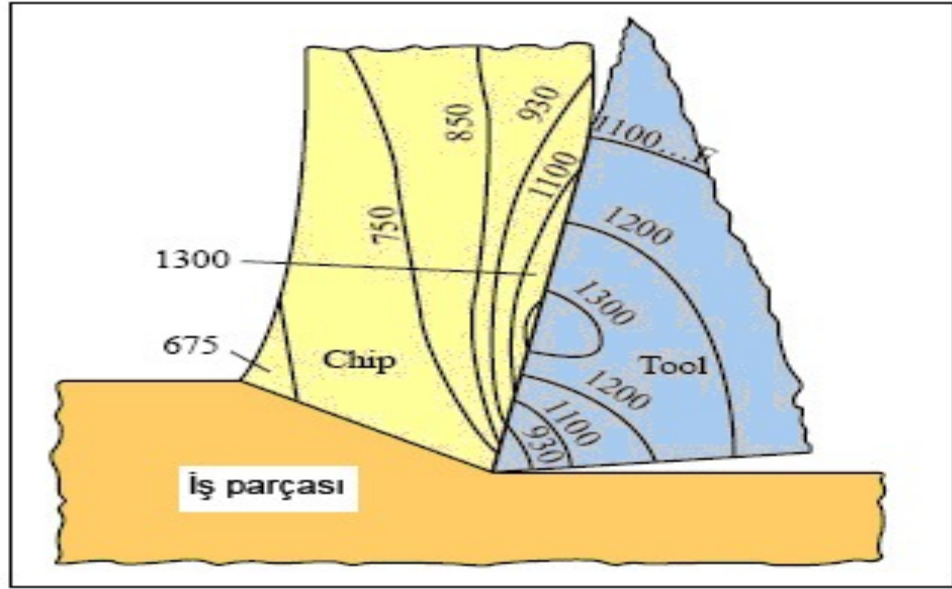


**Şekil 8.3: Kesici takımdaki aşınmaların şematik olarak gösterilmesi**

Kesici takım ani yüksek kuvvetlere maruz kalması ucun kırılması ve yüksek ısı dayanımını azaltarak meydana gelen deformasyon sonucu kesme özelliklerini kaybetmesine neden olur. Kesme kuvvet özelliklerini yitirmesi sonucu dolaylı olarak yüzey pürüzlülüğü artmaktadır.

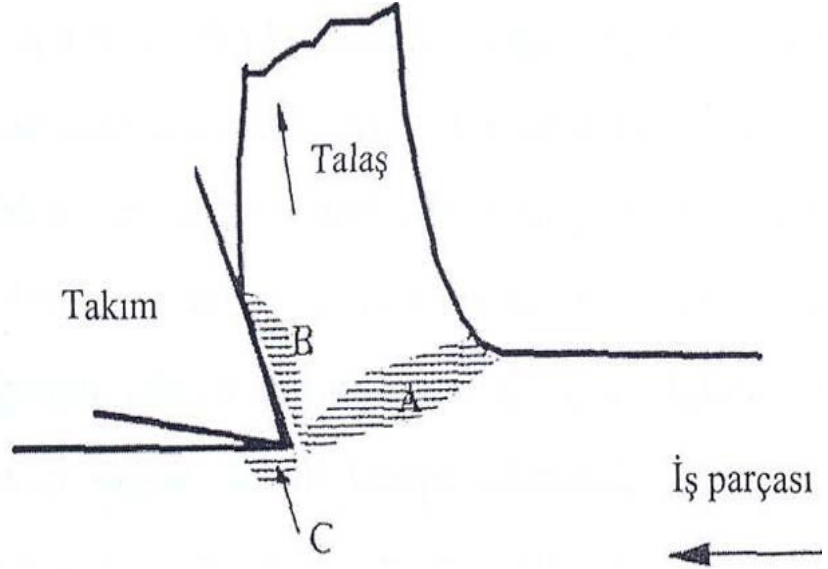
## 8.2. Sıcaklık

Talaşlı imalat operasyonlarında harcanılan güç ısıya dönüşerek kesici takımın, iş parçasının ve talaşın sıcaklığını yükseltmektedir. Sıcaklık artışının büyüklüğü kesme işlemi sırasında oluşan ısı ve bu ısının uzaklaştırılması durumlarına bağlıdır. Oluşan sıcaklık artışı kesici takımı ve parçanın yüzey kalitesi üzerinde oldukça etkilidir. Oluşan bu sıcaklık şu faktörlere bağlıdır; takım yüzey sürtünmesi, malzemenin ısıl iletkenliği, kesme hızı, soğutma sıvısının kullanılıp kullanılması, talaşın derinliği ve iş parçasının özgül ısısıdır.



Şekil 8.4.: Kesici takım ve talaşda ısı dağılımı

Talaş kaldırma esnasında kesici takımda ve açığa çıkan talaşta meydana gelen ısı ve sıcaklık bölgeleri Şekil 8.5’de verilmiştir.



- A – Esas ısı bölgesi (I. deformasyon bölgesi)  
B – İkinci ısı bölgesi (II. deformasyon bölgesi)  
C – Boşluk yüzeyi ısı bölgesi (III. deformasyon bölgesi)

Şekil 8.5: İş parçası deformasyon bölgeleri

### 8.3. İşleme Koşulları

Talaşlı imalat operasyonlarında kesme koşulları iyi seçilmeli kontrol altına tutularak olumsuz koşullar giderilmelidir. İşleme koşulları takım ömrünün etkisinde büyük öneme sahip bir parametredir. Tornalamada işleme koşulları takım ömrü, yüzey pürüzlülüğü ve talaş kaldırma oranında önemli bir etkiye sahiptir. İşleme koşulları; kesme hızı, talaş derinliği, ilerleme oranı, devir sayısı, kesme sıvısı, İş parçası bağlama metotları olarak sayılabilir.

#### **8.4. İş Parçası Malzemesi Koşulları**

Tornalama işleminde kullanılacak iş parçası kullanılması düşünülen yere uygun seçilmesi büyük önem arz etmektedir. İşlenebilirlik özellikleri; iş parçasının kendisi, bitirme yüzeyi ve talaş oluşumu tarafından belirlenir. Bu faktörlerde talaş kaldırma işlemlerine bağlı olarak oldukça değiştiği gözlemlenmektedir. Bir malzemenin mikro yapısı işlenebilirliği bağlantılı olup, kristaller büyüdükçe takım ömrü artarken , yapıda sert parçacıklar takım ömrünü düşürmektedir.

#### **8.5. Takım Tezgahı Özellikleri**

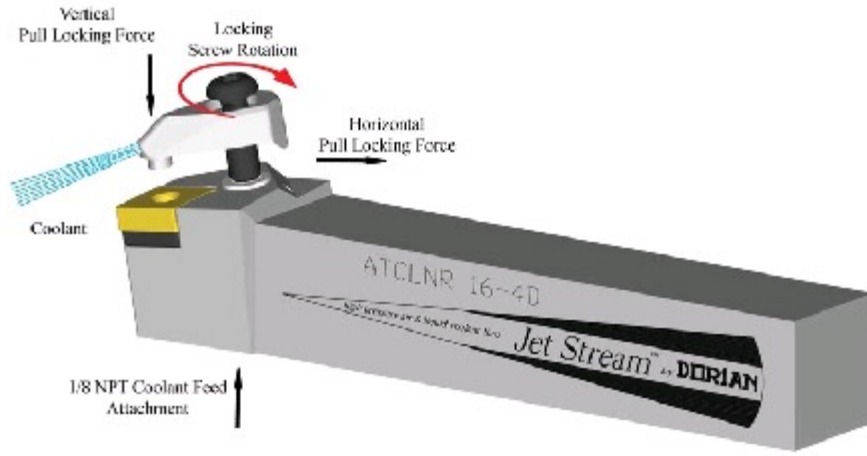
Takım ömrü üzerinde büyük bir etkiye sahip diğer bir etken takım tezgahının özellikleridir. İşlenecek parçanın Kesici takım ömrü üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Takım tezgahının rijitliği, tezgah hazırlıkları, tezgahın kapasitesi, kesme işlemine başlamadan, gerekli ön çalışmalar mümkün olduğunca doru seçilmelidir.

#### **8.6. Kenar Hazırlığı**

Kenar hazırlığı, kesme kalitesini artırmak ve takım ömrünü uzatmak için yapılan bir çalışmadır. Kesme hazırlığı; kenar bileme, kenar L alanı ve kenar pahı olmak üzere üç temel yaklaşım mevcuttur. Çalışmanın esas amacı, normal bir kenar bilemesine sahip olan kesici uçların kesici ucun ufalanmasını, aşınma ve kırılma direncinin yükseltilmesi olarak sayabiliriz.

#### **8.7. Takım Tutucular**

Talaşlı imalat işlemlerinde kesici uca en iyi ve en uygun takım tutucu seçilmesi ve önerilmesi zordur. Şekil 8.6' da takım tutucu ve takım tutucunun kısımları gösterilmektedir.



**Şekil 8.6:** Takım tutucu

Bir takım tutucu kesici takım sapı, yatak, takım tutucu tipleri ve bağlama veya kilitleme aygıtlarından oluşur.

## BÖLÜM 9

### DENEY VE SONUÇLAR

Deney çalışmamızda iki tür kaplamalı kesici uçun iş parçası yüzey pürüzlülüğüne etkisi ve takım ömürlerinin araştırılması hedeflenmiştir. Bu çalışmada paslanmaz çelik, imalat çeliği olmak üzere iki ayrı malzeme ve iki farklı kesici uç seçilmiştir. Yüzey pürüzlülüğü ve takım ömrü deneyleri ile diğer deneysel çalışmalar TUBAP-2016/168 kapsamında sağlanan destek kapsamında yapılmıştır

#### 9.1. Deney Malzemeleri

Deney malzemeleri olarak AISI 1050 çelik malzeme ve AISI 303 paslanmaz çelik seçimi uygun görülmüştür. Malzeme ebatları olarak her iki malzeme içinde  $\emptyset$  70x700 mm ebatların üreticiye firmaya kesim işlemi yaptırılmıştır. Numunelerin kimyasal bileşimleri tablo 9.1 ve tablo 9.2' de gösterilmiştir. Hazırlanan numuneler öncelikle spektral analiz ile incelenmiş ve numunelerin kimyasal ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler Tablo 9.1 ve Tablo 9.2' de verilmiştir.

KULLANILAN MALZEMENİN STANDARDI							
DIN		AISI/SAE			EN		
1.0503		1050			C 45		
MALZEMENİN KİMYASAL BİLEŞİMİ							
C	Si	Mn	Pmax	Smax	Cr	Mo	Ni
0.42-050	0.15-0.35	0.50-0.80	0.045	0.045	-	-	-
ISIL İŞLEM BİLGİLERİ							
Sıcak Şekillendirme Sıcaklığı (°C)	Yumuşatma Tavlama Sıcaklığı (°C)	Yumuşak Tavlama Sertlik > HB	Tavlama Sıcaklığı (°C)	Sertleştirme			Meneviş Sıcaklığı (°C)
				Soğutma Ortamı	Su	Yağ	
850-1100	650-700	206	840-870	Sıcaklık	820	830	540-680
					- 850	- 860	
				Sertlik	50-57	50-55	

**Tablo 9.1:** AISI 1050 malzemesinin özellikleri

AISI 1050 çeliği kalıp setlerinde, otomobil, makine ve aparat yapımında orta zorlamalı olan parçalarda, dişliler, civatalar, somunlar, miller, saplamalar ve shaftlarda kullanılmaktadır. Aynı zamanda yüzey sertleştirmeye uygun bir malzemedir.

KULLANILAN MALZEMENİN STANDARDI						
DIN		AISI/SAE			EN	
1.4305		303			X8CrNiS19-9	
MALZEMENİN KİMYASAL BİLEŞİMİ						
C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni
% 0.15 max	% 2.0 max	% 1.0 max	% 0.20 max	% 0.15 max	% 17-19	% 8-10
MEKANİKSEL ÖZELLİKLERİ						
Özellikler				Değerler		
Özkütlesi				8030 kg/m <sup>3</sup>		
Erime Sıcaklığı				1455 °C		
Elastite Modülü				193 GPa		
Isı Geçirgenliği				16,3 W/m.K		

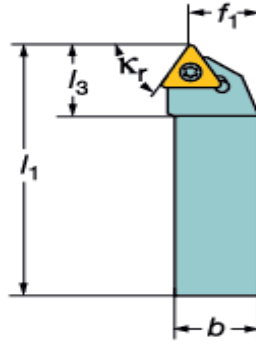
**Tablo 9.2:** AISI 303 malzemesinin özellikleri

303 kalite paslanmaz çelik, östenitik paslanmaz çelikler içinde en iyi işlenebilir kaliteye sahip olan kalitedir. Kimyasal bileşimindeki Sülfür neticesinde işlenebilirliği çok iyi olmasına rağmen, korozyona dayanımını düşürür.

303 Kalite paslanmaz çelik gündelik hayatta çok sık karşılaşılabileceğimiz ve kullanım alanı geniş bir malzeme grubudur. Fiyat performans açısından çok iyi olmasının yanı sıra işlenebilirliği paslanmaz çelikler arasında mükemmeliğe yakındır. Özellikle cıvata yapımında, paslanmaz vida üretimi, seri üretim paslanmaz şaftlarda, gıda sektörü, seri üretim gereken millerde, otomotiv dişlilerde ve bağlantı elemanlarında ve bazı dekorasyon ürünlerde sıklıkla kullanılmaktadır.

## 9.2. Deneyde kullanılan bağlama aparatı

Deneyler DNGM kesici uç uygun olarak STTCR/L kodlu Sandvik marka takım tutucu kullanılmış ve genel özellikleri aşağıda şekil 9.1' de gösterilmiştir.



Şekil 9.1: Deneyde kullanılan takım tutucu

## 9.3. Kesici Uçlar

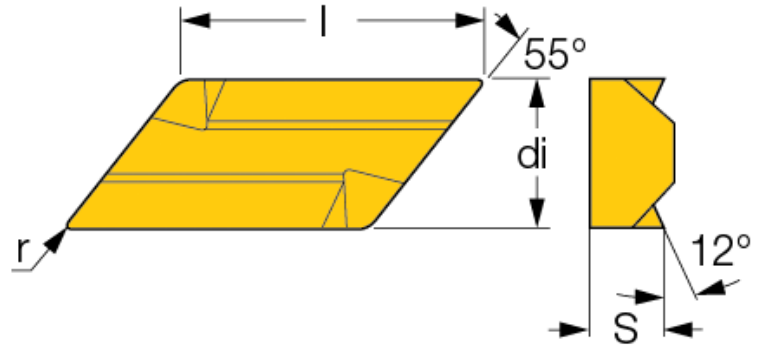
Deneylerde ISCAR firmasının katalogundan paslanmaz çelik ve çelik malzeme için iki kesici uç seçilmiştir. 1. Kesici uç olarak PVD ile TiAl +TiN

kaplı IC 1008 kodlu uç, 2 kesici olarak CVD ile TiCN+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+TiN kaplı IC 9025 kodlu uç seçilmiş ve genel özellikleri şekil 9.2 ve şekil 9.3 te gösterilmiştir. Bununla birlikte seçim yapılan firmaya ait ürün kataloğu Tablo 9.3 te verilmiştir.

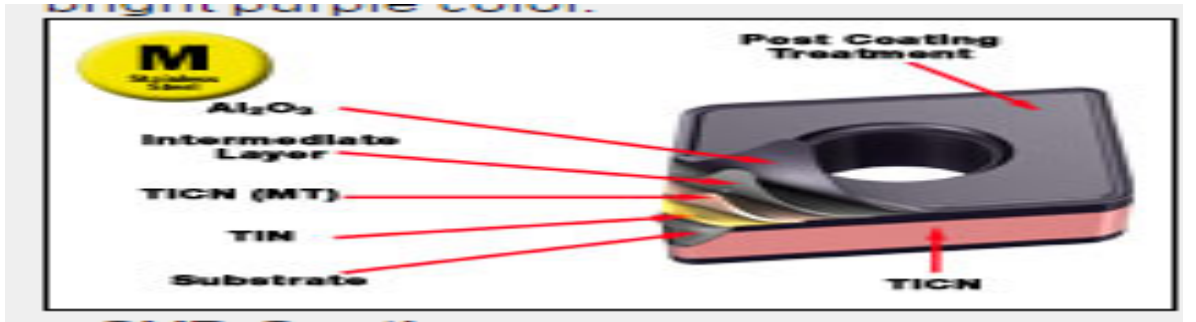
R/L 11



R/L 12



Şekil 9.2: ISCAR 9025 Şematik gösterimi



Şekil 9.3: Kesici uç malzeme katmanları

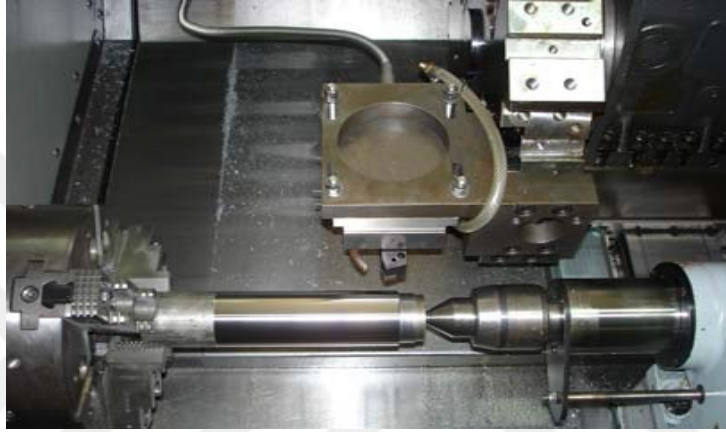
## GRADE CHART

New Grade	Old Grade	Coating	Material	Steel S	Stainless Steel M	Cast Iron K	Non-Ferrous Alloys-N	Hi-Temp. Alloys S	Hardened Steel H	ISO Code
IC08		UNCOATED	Carbide		X		X	X		(M10-M30) (N10-N25) (S10-S30)
IC20		UNCOATED	Carbide		X	X	X	X	X	(M10-M25) (K10-K20) (N05-N25) (S05-S20) (H05-H15)
IC28		UNCOATED	Carbide	X	X		X		X	(P30-P50) (M30-M40) (N10-N30) (H05-H15)
IC54		UNCOATED	Carbide	X	X					(P30-P45) (M20-M40)
IC4050		CVD TiCN-Al2O3-TiN	Carbide	X	X	X				(P20-P50) (M20-M30) (K20-K45)
IC5005	IC428	CVD Composite-Al2O3 "SUMO TEC"	Carbide	X		X				(P05-P15) (K05-K20)
IC5010	IC4028	CVD TiCN-Al2O3-TiN "SUMO TEC"	Carbide			X				(K10-K25)
IC5400		CVD TiCN-Al2O3-TiN "SUMO TEC"	Carbide	X						(P20-P35)
IC8150	IC9150	CVD TiCN-alpha Al2O3 "SUMO TEC"	Carbide	X		X				(P01-P30) (K05-K15)
IC8250	IC9250	CVD TiCN-alpha Al2O3 "SUMO TEC"	Carbide	X	X					(P10-P35) (M05-M20)
IC8350	IC9350	CVD TiCN-alpha Al2O3 "SUMO TEC"	Carbide	X	X					(P20-P45) (M15-M30)
IC9054		CVD TiCN / Al2O3 / TiN	Carbide	X	X					(P15-P40) (M10-M30)
IC8080	IC9080	CVD TiCN-Al2O3-TiN "SUMO TEC"	Carbide	X		X				(P05-P20) (K01-K20)
DT7150		CVD +PVD TiCN-Al2O3-TiAlN (DO-TEC)	Carbide			X				(K05-K25)
IC308		PVD TiCN	Carbide	X	X	X				(P15-P30) (M20-M30) (K20-K30)
IC328		PVD TiCN	Carbide	X	X	X		X		(P25-P50) (M30-M40) (K20-K40) (S25-S30)
IC330		PVD TiCN "SUMO TEC"	Carbide	X	X	X		X		(P25-P50) (M30-M40) (K20-K40) (S25-S30)
IC354		PVD TiCN	Carbide	X	X					(P20-P40) (M10-M30)
IC807	IC907	PVD TiAlN "SUMO TEC"	Carbide	X	X			X	X	(P10-P30) (M05-M20) (S05-S20) (H05-H15)
IC808	IC908	PVD TiAlN "SUMO TEC"	Carbide	X	X	X		X	X	(P15-P30) (M20-M30) (K20-K40) (S05-S20) (H05-H15)
IC810	IC910	PVD TiAlN "SUMO TEC"	Carbide	X		X				(P15-P30) (K10-K30)
IC830	IC928	PVD TiAlN "SUMO TEC"	Carbide	X	X	X		X		(P20-P50) (M20-M40) (K15-K40) (S15-S40)
IC903		PVD TiAlN	Carbide	X	X			X	X	(P05-P15) (M10-M20) (S10-S20) (H01-H10)
IC950		PVD TiAlN	Carbide	X		X				(P10-P35) (K10-K40)
IC1028		PVD TiAlN + TiN	Carbide	X	X					(P20-P50) (M20-M40)
IC3028		PVD TiCN	Carbide	X	X					(P25-P45) (M15-M35)
ID5		UNCOATED	PCD				X			(N01-N10)
IC20N		UNCOATED	CERMET	X	X					(P05-P25) (M05-M15)
IC30N		UNCOATED	CERMET	X	X					(P10-P30) (M10-M20)
IC520N		TiCN-TiN	CERMET	X	X					(P05-P25) (M05-M15)
IC530N		TiCN-TiN	CERMET	X	X					(P10-P30) (M10-M20)
IB50		Uncoated	CBN			X			X	(K01-K10) (H01-H10)
IC1008		PVD TiAlN+TiN	Carbide	X	X	X			X	(P20-P50) (M20-M40) (K15-K40) (H20-H30)
IC250		PVD TiN	Carbide	X	X					(P15-P35) (M20-M40)
IC507		PVD TiN-TiCN-TiN	Carbide	X	X			X	X	(P10-P30) (M05-M20) (S05-S20) (H05-H15)
IC508		PVD TiN-TiCN-TiN	Carbide	X	X			X	X	(P10-P25) (M05-M20) (S05-S20) (H05-H15)
IC520M		CVD TiCN	Carbide	X	X	X				(P15-P35) (M10-M20) (K10-K30)
IC528		PVD TiN-TiCN-TiN	Carbide	X	X					(P25-P45) (M20-M40)
IC570		PVD TiN-TiCN-TiN	Carbide	X	X					(P10-P25) (M05-M15)
IC6015		CVD TiCN-Al2O3-TiN	Carbide		X					(M05-M25)
IC635		CVD TiN-TiC-TiN	Carbide	X	X					(P30-P50) (M20-M40)
IC656		CVD TiC-Ti(C,N)-TiN	Carbide	X	X					(P20-P40) (M20-M40)

Tablo 9.3: İscar firmasına ait kesici uç kataloğu

#### 9.4.Deneyde Kullanılan takım tezgahı

Deney numunelerinin talaşlı imalat işlemleri için Taimaksan marka ML - 850 model cnc torna tezgahı ve teknik özellikleri şekil 9.4. ve tablo 9.4' de verilmiştir.



Şekil 9.4: Kullanılan torna tezgahı

<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	1000
<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

**Tablo 9.4:** Takım tezgahı özellikleri

### 9.5.Deneyde kullanılan yüzey pürüzlülük ölçüm aleti

Deney numunelerinin yüzey pürüzlülüklerinin belirlenmesinde Mitech MTD310 yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı kullanılmıştır. Pürüzlülük değerleri her bir parametre için ayrı ayrı ölçülmüştür. Ölçümleri belirlemek için 3 mm kesme uzunluğu ve 20 mm örnekleme uzunluğu seçilmiştir.



Şekil 9.5: Yüzey pürüzlülük ölçümü

### 9.6.Deney numunelerinin hazırlanması ve parametrelerin seçimi

Bir talaşlı imalat işleminde en önemli etken 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 AISI 1050 ve AISI 303 olmak üzere iki adet numune, PVD ile TiAl +TiN kaplı IC 1008 kodlu uç ve CVD ile TiCN+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+TiN kaplı IC 9025 kodlu uç olmak üzere iki farklı kesici takım, üç farklı kesme hızı, üç farklı talaş derinliği ve üç farklı ilerleme hızı seçilerek

deney numuneleri işlenecek ve kesici uç kaplama çeşidinin yüzey kalitesine ve takım ömrüne etkisi incelenecektir. Her bir kesici takım ile deney numuneleri ayrı ayrı işlenecek ve böylece seçilen kesici takımlar kendi aralarında karşılaştırılarak belirlenen kesme hızı, ilerleme miktarları ve talaş derinlikleri için kesici uç kaplama çeşidinin yüzey kalitesine ve takım ömrüne etkileri açıklanmaya çalışılacaktır.

## 9.7. Yüzey pürüzlülük deneyleri

### 9.7.1. İlerleme sabit tutularak takımda kesme hızı ve talaş derinliğine bağlı olarak PVD kesici uçta yüzey pürüzlülüğündeki değişim

PVD TiAl +TiN kaplı IC 1008 kaplı Kesici ve AISI 1050 numune için;

Deney No	Kesme Hızı (V) m/dak	Devir sayısı (Ø 70) (Devir /dak)	İlerleme Hızı (f) mm/dev	Talaş Derinliği (d) Mm
1.1.	315	1400	0,25	1
1.2.	350	1400	0,25	2
1.3.	390	1400	0,25	3

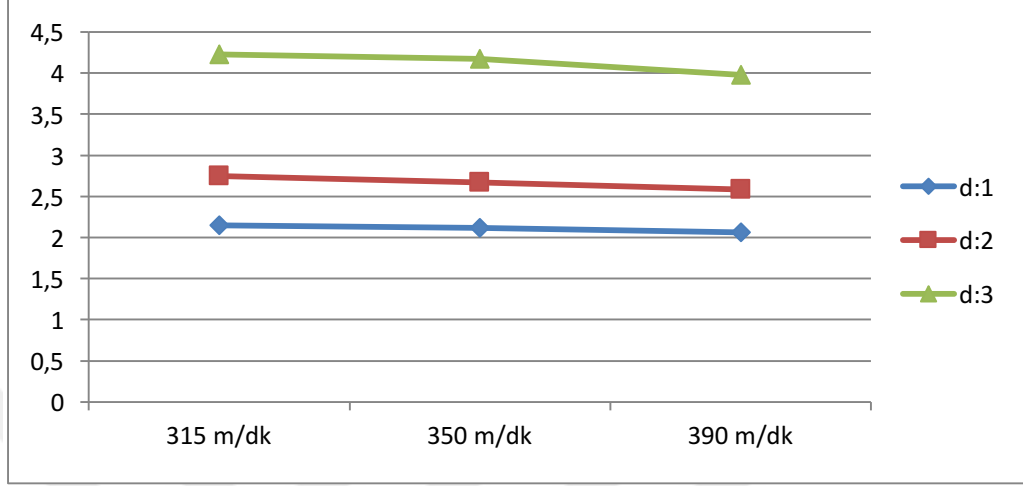
**Tablo 9.5:** Deney parametreleri(İlerleme hızı sabit-PVD)

Kesici Takım	Kesme Hızı m/dak	Kesme Derinliği mm	İlerleme mm/dev	Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü
	V	d	f	Ra
IC 9025 CVD	315	1	0.25	2.15
		2	0.25	2.75
		3	0.25	4.23
IC 9025 CVD	350	1	0.25	2.12
		2	0.25	2.67
		3	0.25	4.17
IC 9025 CVD	390	1	0.25	2.06
		2	0.25	2.58
		3	0.25	3.98

**Tablo 9.6:** IC 1008 PVD kaplı Uçun Sabit İlerlemede Yüzey Pürüzlülük Değerleri

Deney ilerleme miktarı sabit tutularak yapılmış ve sabit bir ilerleme hızında kesme derinliği ve kesme hızının yüzey pürüzlülüğüne etkisi araştırılmıştır. IC 1008 kesici takımı ile işlenen numuneler incelenmiş ve numuneler kesme hızları açısından değerlendirilecek olursa 3mm kesme derinliğini esas aldığımızda 315 m/dak kesme hızındaki yüzey pürüzlülüğü 4,29 iken sırasıyla 350 m/dak da 4,23 ve 390 m/dak ise 4,04 olarak ölçülmüştür. Yukarıdaki Tablo 9.6' dan da 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. En uygun ortalama pürüzlülük değeri kesme hızı olan 330 m/dak da işlenen numunelerde görülmüştür.

### Ortalama yüzey pürüzlülüğü(Ra)



Kesme hızı (m/dak) d:Talaş derinliği

Şekil 9.6: Talaş derinliğine bağlı yüzey pürüzlülük grafiği (IC 1008)

Tablo 9.6’ dan 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 0,25mm/dev ilerleme miktarı için seçilen 315-350 ve 390 m/dak kesme hızlarında ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri incelendiğinde tanımlanan paso miktarı arttıkça yüzey pürüzlülüğünün de attığı görülmektedir. Tablo 9.6 den da anlaşıldığı gibi yüzey pürüzlülüğünü düşürmenin diğer bir yolu da talaş derinliğini azaltmaktır. En düşük yüzey pürüzlülüğü (2,06µm) 1-2 ve 3 mm kesme derinliklerinde işlenen numunelerden en düşük yani 1mm kesme derinliği ile işlenen numunede görülmüştür. Yapılan deneyde AISI 1050 çeliğinin 1mm kesme derinliği ve 390 m/dak kesme hızında en düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri verdiği tespit edilmiştir. Yüzey pürüzlülüğünün talaş derinliğinden etkilenmesi 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.

### 9.7.2. İlerleme sabit tutularak takımda kesme hızı ve talaş derinliğine bağlı olarak CVD kesici uğa yüzey pürüzlülüğündeki değişim

CVD ile TiCN+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+TiN kaplı IC 9025 kodlu ve AISI 1050 numune için;

Deney No	Kesme Hızı (V) m/dak	Devir sayısı (Ø 70) (Devir /dak)	İlerleme Hızı (f) mm/dev	Talaş Derinliği (d) Mm
2.1	315	1400	0,25	1
2.2.	350	1400	0,25	2
2.3.	390	1400	0,25	3

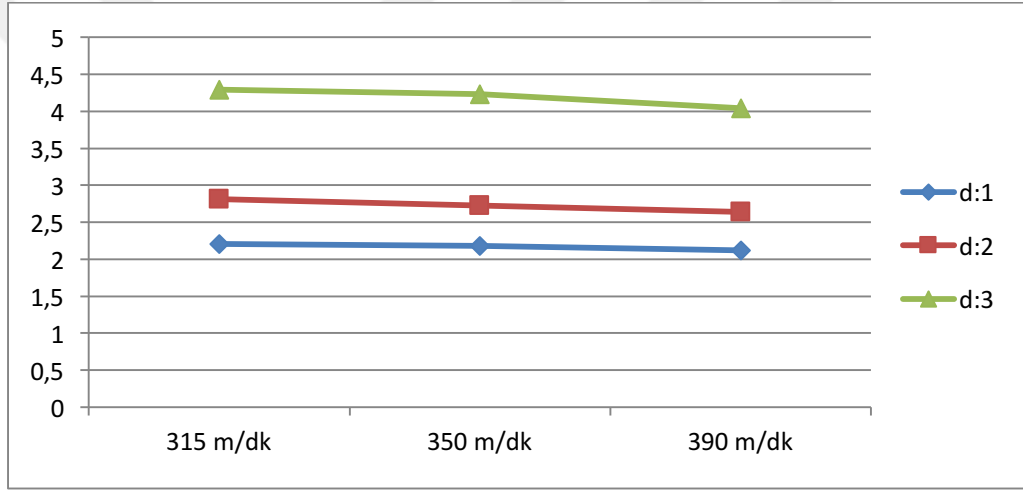
**Tablo 9.7:** Deney parametreleri(İlerleme hızı sabit-CVD)

Kesici Takım	Kesme Hızı m/dak	Kesme Derinliği mm	İlerleme mm/dev	Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü
	V	d	f	Ra
IC 9025 CVD	315	1	0.25	2.21
		2	0.25	2.81
		3	0.25	4.29
IC 9025 CVD	350	1	0.25	2.18
		2	0.25	2.73
		3	0.25	4.23
IC 9025 CVD	390	1	0.25	2.12
		2	0.25	2.64
		3	0.25	4.04

**Tablo 9.8:** IC 9025 CVD kaplı Ucu Sabit İlerlemede Yüzey Pürüzlülük Değerleri

Tablo 9.6 ile Tablo 9.8 kesme hızı açısından karşılaştırılırsa her bir kesme derinliği için daha fazla yüzey pürüzlülüğüne sahip yüzeyler elde edilmiştir. Örneğin 1 mm kesme derinliği için IC 1008 takımını 315 m/dak kesme hızında 2,15µm yüzey pürüzlülüğü ile işlem yaparken IC 9025 takımını aynı kesme hızında 2,21 µm yüzey pürüzlülüğü ile işlem yapmaktadır. Tablo 9.6 ve Tablo 9.8’ de görüldüğü gibi ikinci kesici takım birinciye göre aynı şartlarda daha kötü işlem yapmaktadır. AISI çeliği için IC 1008 kesici takımını daha uygundur.

### Ortalama yüzey pürüzlülüğü(Ra)



**Kesme hızı (m/dak) d:Talaş derinliği**

**Şekil 9.7:** Talaş derinliğine bağlı yüzey pürüzlülük grafiği (IC 9025)

Her iki kesici takım kesme derinliği göz önünde bulundurularak değerlendirildiğinde her bir kesme hızı için yüzey pürüzlülük değerleri artmıştır. Örnek olarak Tablo 9.6 ve Tablo 9.8 ‘deki değerleri karşılaştıralım. Her iki durumda sabit 0,25 mm/dev ilerleme miktarı mevcuttur. 390 m/dak kesme hızı için IC 1008 kesicisi 1 mm kesme derinliğinde 2,06 µm yüzey pürüzlülüğü değeri verirken IC 9025 kesicisi aynı ilerleme miktarında 2,12 µm yüzey pürüzlülüğü değeri vermektedir. Çok büyük farklılıklar olmamakla beraber yukarıdaki Tablo 9.6 ile Tablo 9.8’den anlaşılacağı üzere aynı marka IC 1008 PVD kaplı kesici ile IC 9025 CVD kaplı kesici takım karşılaştırıldığında genel

olarak IC 1008 kodlu kesici ile daha iyi yüzey kalitesi elde edildiği görülmektedir. Sonuç olarak AISI 1050 çeliğinin işlenmesinde iki takım arasında sabit ilerleme miktarı göz önünde bulundurularak tüm parametreler için IC 1008 takımı daha uygundur.

### 9.7.3. Paso miktarı(kesme derinliği) sabit tutularak, kesme hızı ve ilerlemeye bağlı olarak PVD kesici uçta yüzey pürüzlüğündeki değişim

PVD ile TiAl +TiN kaplı IC 1008 kaplı Kesici ve AISI 1050 numune için;

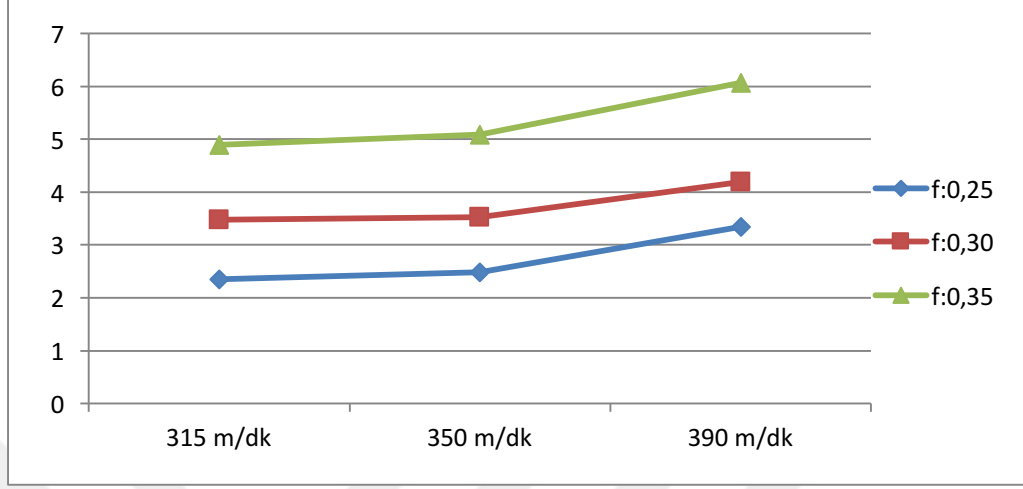
Deney No	Kesme Hızı (V) m/dak	Devir sayısı (Ø 70) (Devir /dak)	İlerleme Hızı (f) mm/dev	Talaş Derinliği (d) Mm
3.1.	315	1400	0,25	1
3.2.	350	1400	0,30	1
3.3.	390	1400	0,35	1

**Tablo 9.9:** Deney parametreleri(Kesme derinliği sabit-PVD)

Kesici Takım	Kesme Hızı m/dak	Kesme Derinliği mm	İlerleme mm/dev	Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü
	V	d	f	Ra
IC 1008	315	1	0.25	2.35
		1	0.30	3.48
		1	0.35	4.89
IC 1008	350	1	0.25	2.49
		1	0.30	3.53
		1	0.35	5.09
IC 1008	390	1	0.25	3.35
		1	0.30	4.19
		1	0.35	6.07

**Tablo 9.10:** IC 1008 PVD Ucun Sabit Kesme Derinliğinde Pürüzlülük Değerleri

### Ortalama yüzey pürüzlülüğü(Ra)



**Kesme hızı (m/dak) f:İlerleme hızı(mm/dev)**

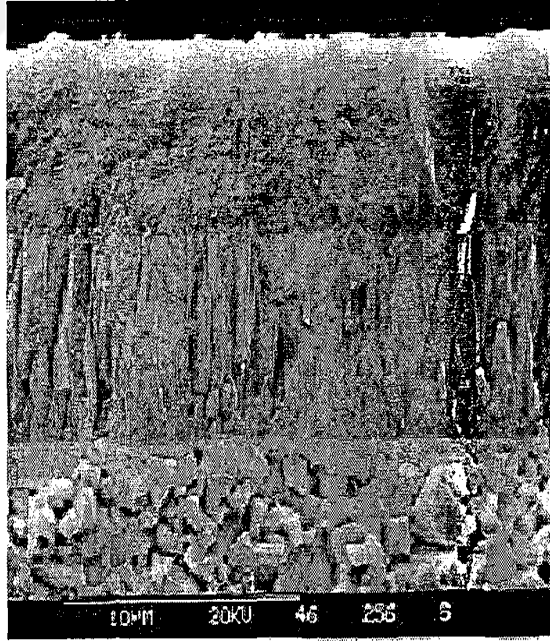
**Şekil 9.8:** İlerleme hızına bağlı yüzey pürüzlülük grafiği (IC 1008)

Deney kesme derinliği(paso miktarı) sabit tutularak yapılmıştır. İşlenen numuneler kesme hızları açısından değerlendirilecek olursa minimum ortalama pürüzlülük değeri kesme hızı olan 330 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 tablo 9.10' da gösterilmiştir. 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 bulunan kesici takımların yüksek kesme hızlarında sürtünmeye bağlı meydana gelen yüksek ısının kesici takımın kesme kenarında oluşturduğu aşınma sonucu kaplamanın deformasyonu ve yüksek kesme hızlarının meydana getirdiği titreşimin bir sonucudur. Seçilen yüksek kesme hızları neticesinde kaplamada meydana gelen aşınmaların(çentik

ve kenar) şekilleri optik mikroskop kullanılarak 30 kat büyütülmüş ve aşağıda resim olarak gösterilmiştir.



Şekil 9.9: ( a) Çentik ve Yanak Aşınması. ( b) Kesici Ucu Üst Görüntüsü



Şekil 9.10: Kesici Uçların Malzeme işlemeden sonraki SEM görüntüsü



**Şekil 9.11:** Kaplamada aşınma

İşlenen numuneler ilerleme miktarları dikkate alınarak değerlendirilecek olursa seçilen 0.25-0.30-0.35 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. Tablo 9.10' dan anlaşıldığı gibi yüzey pürüzlülüğünü düşürmenin diğer bir yolu da ilerleme miktarının düşürülmesidir. Yapılan deneyde AISI 1050 çeliğinin 1mm kesme derinliği ve her bir kesme hızında (315-350-390 m/dak ) en düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri seçilen üç ilerleme miktarından minimum ilerleme miktarı olan 0.25 mm/dev ile elde edildiği görülmüştür.

#### **9.7.4. Paso miktarı(kesme derinliği) sabit tutularak, kesme hızı ve ilerlemeye bağlı olarak CVD kesici uçta yüzey pürüzlüğündeki değişim**

CVD ile TiCN+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+TiN kaplı IC 9025 kodlu ve AISI 1050 numune için;

Deney 1mm sabit kesme derinliği, 0.25-0.30-0.35 mm/dev ilerleme miktarı ve 315, 350, 390 m/dak kesme hızlarında farklı bir kesici takım kullanılarak tekrarlanmış ve elde edilen veriler Tablo 9.12 'de verilmiştir.

Deney No	Kesme Hızı (V) m/dak	Devir sayısı (Ø 70) (Devir /dak)	İlerleme Hızı (f) mm/dev	Talaş Derinliği (d) Mm
4.1.	315	1400	0,25	1
4.2.	350	1400	0,30	1
4.3.	390	1400	0,35	1

**Tablo 9.11:** Deney parametreleri(Kesme derinliği sabit-CVD)

Kesici Takım	Kesme Hızı m/dak	Kesme Derinliği mm	İlerleme mm/dev	Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü
	V	d	f	Ra
IC 9025	315	1	0.25	2.29
		1	0.30	3.36
		1	0.35	4.77
IC 9025	350	1	0.25	2.39
		1	0.30	3.43
		1	0.35	5.02
IC 9025	390	1	0.25	3.32
		1	0.30	4.02
		1	0.35	6.01

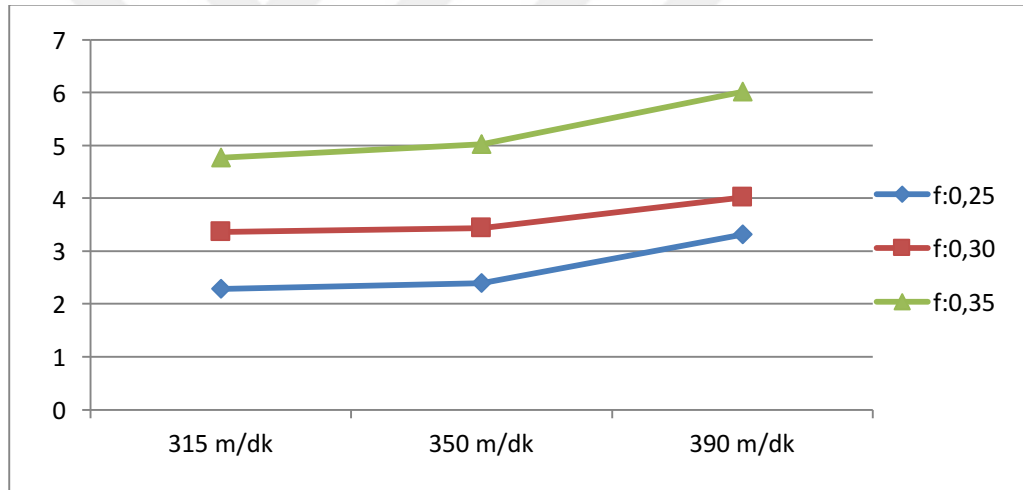
**Tablo 9.12:** IC 9025 CVD Ucun Sabit Kesme Derinliğinde Pürüzlülük Değerleri

Tablo 9.9 ile Tablo 9.11 kesme hızı açısından karşılaştırılırsa her bir ilerleme miktarı için daha düşük yüzey pürüzlülüğüne sahip yüzeyler elde edilmiştir.

Örneğin 0.25 mm/dev ilerleme için IC 1008 takımı 315 m/dak kesme hızında 2,35µm yüzey pürüzlülüğü ile işlem yaparken IC 9025 takımı 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 Tablo 9.9 ile Tablo 9.11 deki değerleri karşılaştıralım. Her iki durumda sabit 1mm kesme derinliği mevcuttur., 390 m/dak kesme hızı için IC 1008 kesicisi 0.35 mm/dev ilerleme miktarında 6,07  $\mu\text{m}$  yüzey pürüzlülüğü değeri verirken IC 9025 kesicisi aynı ilerleme miktarında 6,01  $\mu\text{m}$  yüzey pürüzlülüğü değeri vermektedir. Çok büyük farklılıklar olmamakla beraber yukarıdaki Tablo 9.9 ile Tablo 9.11'den anlaşılacağı üzere aynı marka IC 1008 PVD kaplı kesiciye göre IC 9025 CVD kaplı kesici takım ile genel olarak daha iyi yüzey kalitesi elde edildiği görülmektedir.

#### Ortalama yüzey pürüzlülüğü(Ra)



Kesme hızı (m/dak) f:İlerleme hızı(mm/dev)

Şekil 9.12: İlerleme hızına bağlı yüzey pürüzlülük grafiği (IC 9025)

#### 9.7.5. Kesme Hızı Sabit Tutularak İlerleme Miktarı ve Talaş Derinliğine Bağlı Olarak PVD Uçta Yüzey Pürüzlülüğündeki Değişim

PVD ile TiAl +TiN kaplı IC 1008 kaplı Kesici ve AISI 1050 numune için;

Deney No	Kesme Hızı (V) m/dak	Devir sayısı (Ø 70) (Devir /dak)	İlerleme Hızı (f) mm/dev	Talaş Derinliği (d) Mm
5.1.	315	1400	0,25	1
5.2.	315	1400	0,30	2
5.3.	315	1400	0,35	3

**Tablo 9.13:** Deney parametreleri(Kesme hızı sabit-PVD)

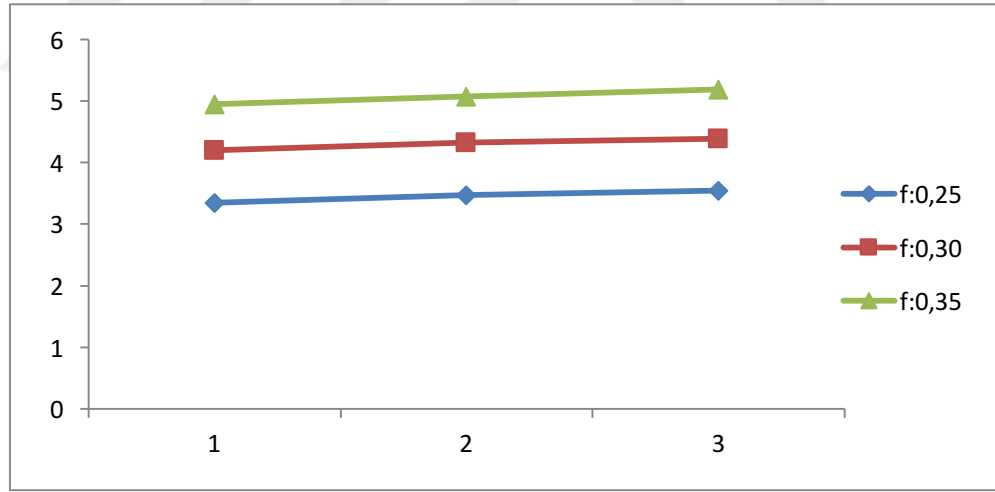
Kesici Takım	Kesme Hızı m/dak	Kesme Derinliği mm	İlerleme mm/dev	Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü
	V	d	f	Ra
IC 1008	315	1	0.25	3.35
		1	0.30	4.20
		1	0.35	4.95
IC 1008	350	2	0.25	3.47
		2	0.30	4.32
		2	0.35	5.07
IC 1008	390	3	0.25	3.54
		3	0.30	4.39
		3	0.35	5.18

**Tablo 9.14:** IC 1008 PVD Ucu Sabit Kesme Hızında Yüzey Pürüzlülük Değerleri

Deney kesme hızı (315m/dak) sabit tutularak yapılmıştır. İşlenen numuneler kesme derinliği açısından değerlendirilecek olursa kesme derinliğinin artması yüzey pürüzlülüğünü de arttırmıştır. İlerleme miktarını değiştirerek elde edilen ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri standart sapmada dikkate alınarak Tablo 9.13’ de gösterilmiştir. Tablodan anlaşılacağı gibi kesme hızının 315 m/dak

olduğu bir talaşlı imalat işleminde 0,25 mm/dev ilerleme miktarına bakarsak kesme derinliğine (1-2-3mm) karşılık gelen yüzey pürüzlülük değerleri sırasıyla (3,35-3,47-3,54 $\mu$ m) kesme derinliğinin artışı ile birlikte arttığı görülmüştür. Numuneler ilerleme miktarları dikkate alınarak değerlendirilecek olursa seçilen 0.25-0.30-0.35 mm/dev ilerleme miktarında ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri incelendiğinde ilerleme miktarı artıkça yüzey pürüzlülüğünün de attığı görülmektedir. İlerleme miktarı ile yüzey pürüzlülüğü doğru orantılı bir ilişki ile bağlıdır. Tablo 9.14'den de anlaşıldığı gibi yüzey pürüzlülüğünü düşürmenin diğer bir yolu da ilerleme miktarının düşürülmesidir. Yapılan deneyde AISI 1050 çeliğinin 315 m/dak kesme hızında ve her bir talaş derinliğinde (1-2-3 mm ) en düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri seçilen üç ilerleme miktarından minimum ilerleme miktarı olan 0.25 mm/dev ile elde edildiği görülmüştür.

#### Ortalama yüzey pürüzlülüğü(Ra)



Kesme hızı sabit 315 (m/dak) f:İlerleme hızı(mm/dev)

Şekil 9.13: Sabit kesme hızı ilerleme-talaş derinliğine bağlı yüzey pürüzlülük grafiği (IC 1008)

### 9.7.6. Kesme Hızı Sabit Tutularak İlerleme Miktarı ve Talaş Derinliğine Bağlı Olarak CVD Uçta Yüzey Pürüzlülüğündeki Değişim

CVD ile TiCN+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+TiN kaplı IC 9025 kodlu ve AISI 1050 numune için;

Deney 315 m/dak sabit kesme hızı 1 - 2 - 3 mm kesme derinliği ve 0.25-0.30-0.35 mm/dev ilerleme miktarlarında farklı ikinci bir kesici takım kullanılarak tekrarlanmış ve elde edilen veriler Tablo 9.17 de gösterilmiştir.

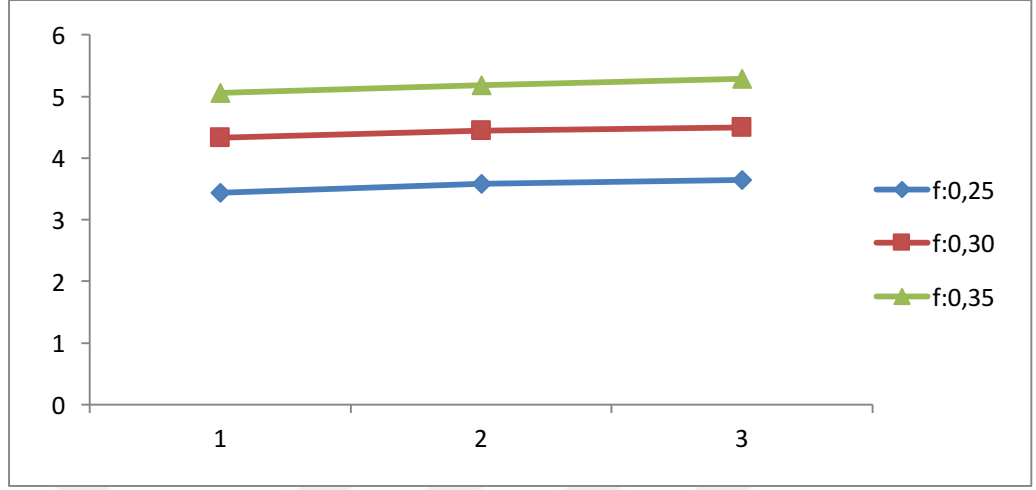
Deney No	Kesme Hızı (V) m/dak	Devir sayısı (Ø 70) (Devir /dak)	İlerleme Hızı (f) mm/dev	Talaş Derinliği (d) Mm
6.1.	315	1400	0,25	1
6.2.	315	1400	0,30	2
6.3.	315	1400	0,35	3

**Tablo 9.15:** Deney parametreleri(İlerleme ve talaş derinliğine bağlı CVD)

Kesici Takım	Kesme Hızı m/dak	Kesme Derinliği mm	İlerleme mm/dev	Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü
	V	d	f	Ra
IC 9025	315	1	0.25	3.44
		1	0.30	4.33
		1	0.35	5.06
IC 9025	350	2	0.25	3.58
		2	0.30	4.44
		2	0.35	5.18
IC 9025	390	3	0.25	3.65
		3	0.30	4.50
		3	0.35	5.29

**Tablo 9.16:** IC 9025 CVD Ucun Sabit Kesme Hızında Yüzey Pürüzlülük Değerleri

### Ortalama yüzey pürüzlülüğü(Ra)



Kesme hızı sabit 315 (m/dak) f:İlerleme hızı(mm/dev)

**Şekil 9.14:** Sabit kesme hızı ilerleme-talaş derinliğine bağlı yüzey pürüzlülük grafiği (IC 9025)

Tablo 9.14 ile Tablo 9.16 kesme derinliği açısından karşılaştırılırsa her bir ilerleme miktarı için IC 1008 PVD kaplı takıma göre IC 9025 CVD kaplı takım ile daha bozuk yüzeyler elde edilmiştir. Örneğin 315 m/dak kesme hızı için IC 1008 takımı 1 mm paso miktarı ve 0,25 mm/dev ilerlemede 3,35 µm yüzey pürüzlülüğü ile işlem yaparken IC 9025 takımı aynı paso ve ilerleme miktarlarında 3,44 µm yüzey pürüzlülüğü ile işlem yapmaktadır. Yukarıdaki tablodanda görüldüğü gibi ikinci kesici takım birinciye göre aynı şartlarda daha kötü işlem yapmaktadır. AISI 1050 çeliği için IC 1008 PVD kaplı kesici takım 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 Tablo 9.14 ile Tablo 9.16 değerlerini karşılaştıralım. Her iki durumda sabit 315 m/dak kesme hızı mevcuttur. 0,35mm/dev ilerleme miktarı için IC 1008 kesicisi 1 mm kesme derinliğinde 4,95 µm yüzey pürüzlülüğü değeri verirken IC 9025 kesicisi aynı ilerleme miktarında 5,06 µm yüzey pürüzlülüğü değeri vermektedir. Çok büyük farklılıklar olmamakla beraber daha büyük ilerleme oranlarında farklılıklarında artacağı

aşikardır. Yukarıdaki Tablo 9.14 ile Tablo 9.16'dan anlaşılacağı üzere aynı marka IC 1008 PVD kaplı kesiciye göre IC 9025 CVD kaplı kesici takım karşılaştırıldığında genel olarak IC 1008 kodlu kesici ile daha iyi yüzey kalitesi elde edildiği görülmektedir. Sonuç olarak AISI 1050 çeliğinin işlenmesinde iki takım arasında sabit 315 m/dak kesme hızı göz önünde bulundurularak tüm parametreler için IC 1008 takımı daha uygundur.

### 9.7.7. İlerleme Sabit Tutularak Kesme Hızı ve Talaş Derinliğine Bağlı Olarak Yüzey Pürüzlülüğündeki Değişim

PVD ile TiAl +TiN kaplı IC 1008 kaplı Kesici ve AISI 303 numune için;

Deney No	Kesme Hızı (V) m/dak	Devir sayısı (Ø 70) (Devir /dak)	İlerleme Hızı (f) mm/dev	Talaş Derinliği (d) Mm
7.1.	315	1400	0,25	1
7.2.	350	1400	0,25	2
7.3.	390	1400	0,25	3

**Tablo 9.17:** Deney parametreleri(Kesme hızı ve talaş derinliğine bağlı)

Kesici Takım	Kesme Hızı m/dak	Kesme Derinliği mm	İlerleme mm/dev	Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü
	V	d	f	Ra
IC 1008 PVD	315	1	0.25	2.27
		2	0.25	3.88
		3	0.25	4.36
IC 1008 PVD	350	1	0.25	2.24
		2	0.25	2.79
		3	0.25	4.29

IC 1008 PVD	390	1	0.25	2.18
		2	0.25	2.70
		3	0.25	7.10

**Tablo 9.18:** IC 1008 PVD kaplı Uçun Sabit İlerlemede Yüzey Pürüzlülük Değerleri

Öncelikle AISI 1050 ile AISI 303 numuneleri karşılaştırıldığında sabit bir ilerleme miktarı(0,25mm/dev) için hem tüm kesme hızlarında hem de talaş derinliklerinde AISI 1050 malzemede daha iyi sonuçlar elde edildiği aşikârdır. Bu nedenle sadece bir takımını diğer bir takımıyla kıyaslamak yerine daha iyi yüzey kaliteleri elde etmek için malzemeye uygun kesici seçmekte doğru olacaktır.

Tablo 9.6 ile Tablo 9.19 kesme hızı açısından karşılaştırılırsa her bir paso miktarı için tablo 9.6 yani AISI 1050 numunesinde AISI 303 numunesinde göre daha düşük yüzey pürüzlülüğüne sahip yüzeyler elde edildiği görülmektedir. Örneğin 0.25 mm/dev sabit ilerleme miktarında 1mm kesme derinliği için AISI 1050 numunede 315 m/dak kesme hızında 2,15 µm yüzey pürüzlülüğü ile işlem yapılırken AISI 303 numunesinde aynı kesme hızında 2,27 µm yüzey pürüzlülüğü ile işlem yapılmaktadır. Her iki numune kesme derinliği açısından değerlendirildiğinde her bir kesme hızı için sabit 0,25mm/dev ilerlemede AISI 1050 malzemede daha iyi yüzeyler elde edildiği anlaşılmaktadır. Örnek olarak Tablo 9.6 ile Tablo 9.18 'deki değerleri karşılaştıralım. Her iki durumda sabit 0,25 mm/dev ilerleme miktarı mevcuttur. 390 m/dak kesme hızı için AISI 1050 numunede 2 mm paso miktarında 3,98 µm yüzey pürüzlülüğü değeri elde edilirken AISI 303 numunede kesicisi aynı paso miktarında 7,1 µm yüzey pürüzlülüğü değeri elde edilmektedir. Ortaya çıkan yüzey pürüzlülüğündeki bu farklılıkların göz ardı edilemez büyüklükte oldukları anlaşılmaktadır. Tablo 9.6 ve Tablo 9.18'den anlaşılacağı üzere aynı marka IC 1008 PVD kaplı kesici kullanılmasına rağmen AISI 1050 malzemede çok daha iyi göre yüzey kalitesi elde edildiği görülmektedir. AISI 303 çeliği sabit bir ilerleme miktarı (0,25 mm/dev) ile işlenecek ise en iyi yüzey kalitesi için alternatif bir takım

aranmalıdır. Böyle bir seçim hem yüzey kalitesi hem de takım ömrü açısından optimum bir seçim olacaktır.

### 9.7.8. Kesme Derinliği Sabit Tutularak Kesme Hızı ve İlerlemeye Bağlı Olarak Yüzey Pürüzlüğündeki Değişim

CVD ile TiCN+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+TiN kaplı IC 9025 kodlu ve AISI 303 numune için;

Deney No	Kesme Hızı (V) m/dak	Devir sayısı (Ø 70) (Devir /dak)	İlerleme Hızı (f) mm/dev	Talaş Derinliği (d) Mm
8.1.	315	1400	0,25	1
8.2.	350	1400	0,30	1
8.3.	390	1400	0,35	1

**Tablo 9.19:** Deney parametreleri(Kesme hızı ve ilerlemeye bağlı-CVD)

Kesici Takım	Kesme Hızı m/dak	Kesme Derinliği mm	İlerleme mm/dev	Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü
	V	d	f	Ra
IC 9025	315	1	0.25	2.17
		1	0.30	3.28
		1	0.35	4.68
IC 9025	350	1	0.25	2.33
		1	0.30	3.37
		1	0.35	4.98
IC 9025	390	3	0.25	3.65
		3	0.30	4.50
		3	0.35	5.29

**Tablo 9.20:** IC 9025 CVD Ucun Sabit Kesme Derinliğinde Pürüzlülük Değerleri

Sabit kesme derinliğinde Öncelikle AISI 1050 numune ile AISI 303 numune karşılaştırıldığında sabit bir paso miktarı için hem tüm kesme hızlarında hem de ilerleme miktarlarında AISI 303 malzemede daha iyi sonuçlar elde edildiği aşikârdır. Bu nedenle yeni bir takım kötü bir takımla kıyaslamanın yanında daha iyi yüzey kaliteleri elde etmek için malzemeye uygun kesicisinde belirlenmesi önem arz etmektedir. Tablo 9.12 ile Tablo 9.20 kesme hızı açısından karşılaştırılırsa AISI 303 malzemede her bir ilerleme miktarı için daha düşük yüzey pürüzlülüğüne sahip yüzeyler elde edilmektedir. Örneğin 0.25 mm/dev ilerleme için AISI 1050 malzemede 315 m/dak kesme hızında 2,29µm yüzey pürüzlülüğü elde edilirken AISI 303 malzemede aynı kesme hızında 2,17 µm yüzey pürüzlülüğü elde edilmiştir. Her iki kesici takım karşılaştırıldığında IC 1008 PVD kaplı uç AISI 1050 çeliği için uygun iken IC 9025 CVD kaplı kesicinin AISI 303 çeliği için daha uygun olduğu görülmektedir. Örnek olarak tablo 9.13 ile tablo 9.21 deki değerleri karşılaştıralım. Her iki durumda sabit 1mm kesme derinliği mevcuttur. 390m/dak kesme hızı 0.35 mm/dev ilerleme miktarında AISI 1050 malzemede 6,01 µm yüzey pürüzlülüğü değeri elde edilirken aynı ilerleme miktarında AISI 303 malzemede 5,96 µm yüzey pürüzlülüğü değeri elde edilmektedir. Eğer AISI 303 çeliğinin sabit kesme derinliğinde talaşlı imalatı yapılacak ise minimum yüzey pürüzlülüğü yani maksimum yüzey kalitesi için IC 1008 PVD kaplı kesici takımın seçilmesi en uygundur. Böyle bir seçim aynı zamanda takım ömrünü de uzatacaktır.

#### 9.7.9. Kesme Hızı Sabit Tutularak İlerleme Miktarı ve Talaş Derinliğine Bağlı Olarak Yüzey Pürüzlülüğündeki Değişim

PVD ile TiAl +TiN kaplı IC 1008 kaplı Kesici ve AISI 303 numune için;

Deney No	Kesme Hızı (V) m/dak	Devir sayısı (Ø 70) (Devir /dak)	İlerleme Hızı (f) mm/dev	Talaş Derinliği (d) Mm
9.1.	315	1400	0,25	1
9.2.	315	1400	0,30	2
9.3.	315	1400	0,35	3

**Tablo 9.21:** Deney parametreleri (Kesme hızı ve talaş derinliğine bağlı)

Kesici Takım	Kesme Hızı m/dak	Kesme Derinliği mm	İlerleme mm/dev	Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü
	V	d	f	Ra
IC 1008 PVD	315	1	0.25	3.22
		1	0.30	4.07
		1	0.35	4.82
IC 1008 PVD	350	2	0.25	3.34
		2	0.30	4.19
		2	0.35	4.94
IC 1008 PVD	390	3	0.25	3.41
		3	0.30	4.26
		3	0.35	5.05

**Tablo 9.22:** IC 1008 PVD Ucun Sabit Kesme Hızında Yüzey Pürüzlülük Değerleri

Öncelikle AISI 1050 numune ile AISI 303 numune karşılaştırıldığında sabit bir kesme hızı miktarı (315 m/dak) için hem tüm kesme derinliklerinde hem de ilerleme miktarlarında AISI 303 malzemede daha iyi sonuçlar elde edildiği ortadadır. Bu nedenle yeni inceleyeceğimiz üçüncü bir numuneyi daha uygun bir takım ile kıyaslanmanın yanısıra malzemeye uygun kesici seçiminde yol gösterecektir. Tablo 9.22 ile tablo 9.14 ilerleme miktarı açısından karşılaştırılırsa her bir paso miktarı için AISI 303 malzemeye göre AISI 1050 malzemede daha yüksek yüzey pürüzlülüğüne sahip yüzeyler elde edildiği görülmektedir. Örneğin 315 m/dak sabit kesme hızında 1 mm kesme derinliği ve 0,25 mm/dev ilerleme için AISI 1050 numunede 3,35 µm yüzey pürüzlülüğü elde edilirken AISI 303 numunede aynı parametrelerde 3,22 µm yüzey pürüzlülüğü elde edilmiştir

Her iki numune kesme derinliği açısından değerlendirildiğinde her bir ilerleme için sabit 315 m/dak ilerlemede AISI 303 çelikte daha iyi yüzeyler elde edildiği anlaşılmaktadır. Örnek olarak Tablo 9.22 ve Tablo 9.14 deki değerleri

karşılaştırılabilir. Ortaya çıkan yüzey pürüzlülüğündeki bu farklılıkların göz ardı edilemez büyüklükte oldukları anlaşılmaktadır. tablo 9.22 ve tablo 9.14'den anlaşılacağı üzere aynı marka IC 1008 PVD kaplı kesici ile AISI 303 numunede çok daha iyi yüzey kalitesi elde edildiği görülmektedir. AISI 303 çeliği sabit bir kesme hızı (315 m/dak) ile işlenecek ise en iyi yüzey kalitesi için IC 1008 PVD kodlu kesici takımın seçilmesi en uygundur. Böyle bir seçim hem yüzey kalitesi hem de takım ömrü açısından optimum bir seçim olacaktır. Aşağıda Şekil 9.9'da görüldüğü gibi kaplamanın aşınması sonucu kesicide yanak aşınmasına sebep olduğu ve çentik aşınmasını başlattığı tespit edilmiştir. Buradan anlaşılacağı üzere kaplamasız veya malzemeye uygun olmayan kaplama seçilmesi bir takımın yüksek kesme hızlarında kullanımı optimum bir seçim olmadığı gibi takım ömrünü de olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir.



Şekil 9.15: Çentik ve Yanak Aşınması



Şekil 9.16: Birikinti Talaş ve Yanak Aşınması

Talaşlı imalat esnasında kesici takımında oluşan birikinti talaş ve yanak aşınmasının SEM görüntüsü verilmiştir. Düşük kesme hızlarında malzemeye uygun seçilmeyen kesici takım kaplaması sonucu takımların hepsinde oluşan yanak aşınması yüksek hızlara göre daha düşük seviyede olmakla beraber birikinti talaş meydana gelmiştir. Bu olay kesme esnasında yüksek hızlarda meydana gelen yüksek ısının sonucudur. Bu yüzden CVD kaplı kesici takım ile düşük kesme hızlarında daha düzgün yüzeyler elde edilmektedir.

### **9.8 Takım aşınmasının takım ömrüne ve yüzey pürüzlülüğüne etkisi**

Bu gruptaki deneylerde tornalama işleminde takım yüzeyinde meydana gelen aşınmanın numuneler üzerinde oluşan yüzey pürüzlülüğüne etkisinden ziyade takımın ömrü incelenmiştir. Kesici takım üzerinde meydana gelen ön, yan, üst kenar aşınması operasyon süresince parçalar üzerinde sürekli olarak ölçüsel sapmalara ve yüzey pürüzlülüğünde artışlara sebep olmaktadır. Takım üzerinde yapılan kaplamalar istenmeyen aşınma sürecini olumlu yönde etkilemektedir. Bu grup deneylerde PVD ile TiAlN VE CVD ile TiN kaplanmış kesici uçlar kullanılmıştır. Bu deney grubunda numuneler daha önceki deneylerden farklı olarak kaba tornalama işlemine tabi tutulmuş ve son bitirme pasosu aynı takım ile verilmiştir. Bu deneylerin tümünde ilerleme hızı 0.30 mm/dev, paso miktarı 2 mm ve üç farklı kesme hızı 315-350-390 m/dak seçilmiştir.

### **9.9. Takım Ömrü Deneyleri**

#### **9.9.1. Deney 1.**

Bu deney grubunda kesme hızı 315 m/dak olarak belirlenmiştir. Numuneler öncelikle 0.30 mm/dev ilerleme hızında kaba olarak tormalanmış ve daha sonra aynı takım ile 0.25 mm/dev ilerleme ile bitirme işlemi uygulanmıştır.

Kesici takım olarak IC 1008 PVD ile IC 9025 CVD kaplı kesici uçlar seçilmiştir. Her iki takım ile işlenen numunelerin yüzey pürüzlülüğü değerleri ölçülerek artan yüzey pürüzlülüğü değerleri ve takım ömrü belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen aşınma süreleri Tablo 9.23’te belirlenmiştir.

Kesme Hızı (m/dak)	Aşınma Süresi (dakika)	
	1.Kesici Uç (IC 1008) PVD Kaplı	2.Kesici Uç (IC 9025) CVD Kaplı
315	758	602

**Tablo 9.23:** Kesici takımların aşınma süreleri(315 m/dk)

Bu deneyde kesme hızı sabit tutulmuştur. Bu kesme hızında her bir parça için 4,65 dk işleme zamanı seçilmiştir. Bu deneyde, IC 1008 PVD kesici uç 758 dakika ve 185 iş parçası ile yüksek işleme süresine takım olduğu tespit edilmiştir. IC 9025 CVD ile kaplı takım 602 dakika ve 140 iş parçası ile daha az işleme süresine sahip olduğu anlaşılmıştır. Her iki kesicide işleme zamanının ilk % 75 lik kısmında numunelerdeki ortalama yüzey pürüzlülük değerleri  $R_a = 1,7-4,3 \mu m$  gözlenmiştir. İşleme zamanının son %25 lik kısmında ortalama yüzey pürüzlülük değerleri  $4,3 \mu m$  den  $10 \mu m$  ye hızlı bir artış göstermiştir.

### 9.9.2. Deney 2.

Kesme Hızı (m/dak)	Aşınma Süresi (dakika)	
	1.Kesici Uç (IC 1008) PVD Kaplı	2.Kesici Uç (IC 9025) CVD Kaplı
350	375	252

**Tablo 9.24:** Kesici takımların aşınma süreleri(350 m/dk)

Bu deneyde deney 9.9.2 den farklı olarak kesme hızı 315 m/dak yerine 350 m/dak seçilmiştir. Aynı tip kesici uçlar kullanılarak deneyler aynı parametrelerde gerçekleştirilmiştir. 350m/dak kesme hızında işleme zamanı 2,55 dakika daha azalarak 2,1 dakika olarak gerçekleşmiştir.

IC 1008 PVD kesicisi 375 dakika ve 165 iş parçası ile yüksek işleme süresine sahip takım olduğu tespit edilmiştir. IC 9025 CVD ile kaplı takım 252 dakika ve 147 iş parçası ile daha az işleme süresine sahip kesi olduğu anlaşılmıştır. Her iki kesicide işleme zamanının ilk % 80 lik kısmında numunelerdeki ortalama yüzey pürüzlülük değerleri  $R_a=1,2-4,3$  yüzey pürüzlülük değerleri  $R_a= 1,2-4,3 \mu m$  gözlenmiştir. İşleme zamanının son %25 lik kısmında ortalama yüzey pürüzlülük değerleri  $4,3 \mu m$  den  $10 \mu m$  ye hızlı artış göstermiştir.

### 9.9.3. Deney 3.

Kesme Hızı (m/dak)	Aşınma Süresi (dakika)	
	1.Kesici Uç (IC 1008) PVD Kaplı	2.Kesici Uç (IC 9025) CVD Kaplı
390	175	140

**Tablo 9.25:** Kesici takımların aşınma süreleri(390 m/dk)

Bu deneyde kesme hızı 390 olarak alınmış ve deney aynı parametreler için tekrarlanmıştır. Bu kesme hızında deney 2 ye göre işleme zamanı 0,68 dakika daha azalarak 1.42 dakika olarak gerçekleşmiştir. IC 1008 PVD kesicisi 175 dakika ve 86 iş parçası ile yüksek işleme süresine sahip takım olduğu tespit edilmiştir. IC 9025 CVD ile kaplı takım 140 dakika ve 72 iş parçası ile daha az işleme süresine sahip kesi olduğu anlaşılmıştır. Her iki kesicide işleme zamanının ilk % 90 lik kısmında numunelerdeki ortalama yüzey pürüzlülük değerleri  $R_a= 1,1-4,2$

$\mu\text{m}$  gözlenmiştir. İşleme zamanının son %25 lik kısmında ortalama yüzey pürüzlülük değerleri  $4,2 \mu\text{m}$  den  $9,8 \mu\text{m}$  ye hızlı bir artış göstermiştir.

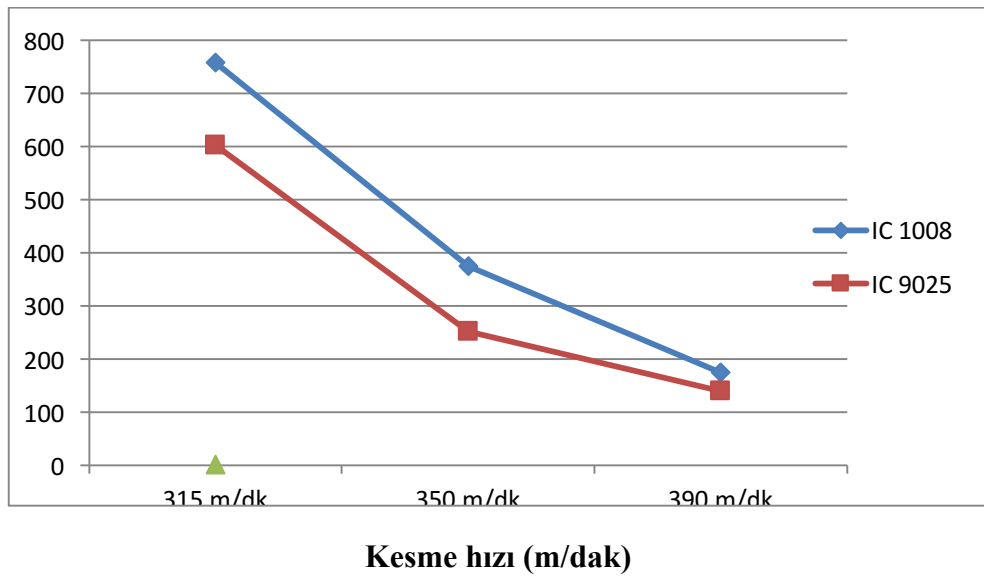
### 9.10. Kesme Hızının İşleme Süresine Etkisi

Yukarıdaki deney 1-2-3 tende anlaşılacağı üzere kesme hızına bağlı olarak değişen aşınma süreleri ve parça sayılarındaki farklılıklar Tablo 9.26 da açıkça görülebilmektedir.

Kesme Hızı (m/dak)	Aşınma Süresi (dakika)	
	1.Kesici Uç (IC 1008) PVD Kaplı	2.Kesici Uç (IC 9025) CVD Kaplı
315	758	602
350	375	252
390	175	140

Tablo 9.26: Kesme hızına bağlı aşınma süreleri

### Takım Ömrü (dakika)



Şekil 9.17: Kesme hızına bağlı takım ömrü grafiği

Kesme Hızı (m/dak)	İşleme Süresi (dakika)	
	1.Kesici Uç (IC 1008) PVD Kaplı	2.Kesici Uç (IC 9025) CVD Kaplı
315	4,65	4,60
350	2,1	1,8
390	1,42	1,1

**Tablo 9.27:** Kesme hızına bağlı işleme süreleri

Yukarıdaki Tablo 9.27. de görüldüğü gibi kesme hızının artışıyla işleme süreleri azalmıştır. 390 m/dak kesme hızına kadar en çok iş parçası işleyen kesici takımın IC 1008 PVD kaplı takım olduğu görülmüştür.

## BÖLÜM 10

### TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Talaş kaldırma esnasında kesici takımda meydana gelen aşınma ile kesici takım ömrü ve yüzey pürüzlülük değerlerinin önceden tespit edilip kesme parametreleriyle değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Kesme parametrelerinin yüksek tutulması işleme zamanını azaltma ve yüksek verimlilik sağlamasına rağmen kesici takım ömrünün azalmasına sebep olur. Kesme parametrelerini yükselterek işleme zamanının azaltılmasının yanı sıra aynı zamanda kesici ucun ömrünü arttırmak için kesici takım geometrisinde yapılan ayarlamalar ve kesici takım üzerine yapılan kaplamalar en yaygın yöntemdir. Bunun yanı sıra iki veya daha çok katlı kaplama uygulamaları ile kaplamanın yapılma tekniklerini (Örneğin PVD, CVD, DVD, JVD) geliştirerek kesici ucun aşınma direnci artırılabilir ve takım talaş ara yüzeyindeki sürtünme katsayısı düşürülebilir. Bu tür kaplamalı takımlarla yapılan uygulamalarda kaplamasız kesicilere oranla daha yüksek verim alındığı görülür. Bu deneyde takım ömrünün yanı sıra talaşlı imalatta oldukça büyük öneme sahip yüzey pürüzlülüğünün kesme parametrelerinden ne derece etkilendiği ve bu kesme parametrelerinin takım aşınmasına, takım aşınmasının da yüzey pürüzlülüğüne nasıl bir etki ettiği değerlendirilmiştir. Bu deneysel çalışmada IC 1008 PVD ve IC 9025 CVD kaplı uçlar kullanılmıştır. Yapılan deneylerde teorikte verilen ampirik pürüzlülük değerlerinin pratikte birçok parametreden etkilendiği görülmektedir.

Araştırmada elde edilen deneysel veriler aşağıda sıralanmıştır;

1. Talaş derinliğinin yüzey pürüzlülüğüne etkisini incelemek amacıyla yapılan deneylerde her iki kesiciye ait farklı sonuçlar elde edilmiştir. Talaş derinliğinin artmasıyla her iki kesicide de yüzey pürüzlülüğünde artış gözlenmiştir.

2. Her iki kesicide ve tüm sabit kesme parametrelerinde ilerleme hızının artması ile yüzey pürüzlülüğünde artış göstermiştir. Elde edilen verilere göre yüzey pürüzlülüğünü etkileyen en önemli kesme parametresi ilerleme hızıdır. Bunun sebebi ortalama yüzey pürüzlülüğünün ilerleme hızının karesiyle doğru orantılı olmasıdır. ilerleme hızının düşürülmesi ile yüzey pürüzlülüğünde istenen düzelme sağlanmaktadır.
3. Kesme hızının artması ile yüzey pürüzlülüğünde düşüş gözlemlenmektedir. Bu bağlamda yüzey pürüzlülüğündeki iyileşmenin sebebi ise kesme hızıyla birlikte artan sıcaklığın iş parçasını daha kolay deformesine bağlanabilir. Yüzey pürüzlülüğünü azaltmak ve işlem süresini azaltmak için kesme hızını arttırmak kaçınılmaz bir yöntemdir.
4. Yapılan deneyde elde edilen yüzey pürüzlülüğü ile amirik formülle bulunan pürüzlülüğün farklı olmasının sebebi yüzey pürüzlülüğünün birçok değişkenden etkilenmesidir. Aslında amirik formülde yer alamayan kesme hızı, talaş derinliği gibi birçok parametrenin yüzey pürüzlülüğünü önemli derecede etkilediği anlaşılmaktadır. Tüm literatürde bu durum paralellik arz etmektedir. Yapılan deneylerde yüzey pürüzlülüğünü düşürmek için yüksek kesme hızı, düşük talaş derinliği ve düşük ilerleme seçilmesi gerektiği açık olarak anlaşılmaktadır.
5. Kesici takımlar kaplama malzemesi ve kaplama cinsine göre yorumlandığında IC 1008 PVD kaplı kesici uç ile IC 9025 CVD kaplı kesici uca göre daha düzgün yüzeyler elde edildiği yani daha düşük yüzey pürüzlülük değerleri oluşturulduğu görülmektedir. Bunun sebebi sürtünme katsayısına bağlanacağı gibi PVD ile kaplı takımın CVD ile kaplı takıma göre daha ince olarak kaplanmasından dolayı keskin bir köşeye sahip olmasıdır.
6. Paso miktarının fazla olduğu kaba tornalama işlemlerinde işlem esnasında meydana gelen aşınma yüzey pürüzlülüğünü olumsuz etkilemektedir. PVD kaplı kesici ucun CVD kaplı uca oranla daha yüksek işleme zamanına sahip olduğu görülmektedir. Bunun sebebi PVD kaplı takımın yüksek sıcaklık sertliği, oksidasyon direnci ve aşınma dayanımının daha yüksek olmasıdır.
7. Kesme hızının artışı ile ilerleme hızı artmış ve operasyon süresi kısalmıştır. İşlem süresinin önemli olduğu durumlarda kesme hızı 390 m/dak ve PVD kaplı kesici uç seçilebilir. Böyle bir seçim takım ömrü açısından en optimum olanıdır.

8. Her iki kesici takımında takım ömrü kesme hızındaki artışla azalma göstermiştir. Bu durum kesme hızının artmasıyla takımın talaş ara yüzeyinde oluşan ısı ve kesme kuvvetlerindeki artışla takım üzerinde meydana gelen deformasyon hızını arttırmasından dolayıdır.
9. Yapılan tüm deneyler neticesinde yüzey pürüzlülüğüne etki eden değişkenler etki derecesinde dikkate alınarak sıralandığında ilerleme hızı, kesme hızı, talaş derinliği ve kaplama tipi olduğu görülmektedir. Genel olarak kesici takım kaplama yöntemi olarak PVD kullanımını CVD kullanımına nazaran daha iyi yüzey pürüzlülüğü çıkarmaktadır.
10. Tüm deney sonuçlarına bakıldığında en iyi yüzey pürüzlülüğü elde etmenin yolu düşük ilerleme, yüksek kesme hızı, düşük talaş derinliği ve kaplamanın ince ve sert olması gerektiği anlaşılmıştır. Bu etkenlerin yanı sıra soğutma sıvısı, kullanılan tezgahın rijitliği, kesici ucun uc yarıçapı ve uc geometrisi göz ardı edilmemelidir.

### **10.1. Öneriler**

1. Bu deneyde tek bir geometriye sahip negatif uçlu kesici takım seçilmiştir. Yüzey pürüzlülüğünü azaltmak için çeşitli geometrik yapıda uçlar seçilebilir ve bulunan değerlerin karşılaştırması yapılabilir.
2. Deneyde kullanılan iki tip kesici uç kaplamasından farklı ince sert kaplama metaryelleri birbiri arasında hem malzeme hemde katman sayısı yönünden kıyaslanabilir.
3. Soğutma sıvısı kullanımının, tezgah rijitliğinin ve kesme kuvvetlerinin yüzey pürüzlülüğüne etkileri değişik yöntemler kullanılarak belirlenebilir ve uygun veri tabanı oluşturulabilir.
4. Bu deneyde AISI 1050 ve AISI 303 malzemeler işlenmiştir. yapılacak işin niteliğine göre AISI 4140-1040 gibi diğer çelikler arasında karşılaştırma yapılabilir.
5. Maliyet açısından değerlendirme yapıldığında; kesme ve ilerlemenin artışıyla artan aşınma yani azalan takım ömrü ve parçanın işleme zamanının yanı sıra uygun işleme yöntemleri ve minimum maliyet hesabı yapılabilir.
6. Numune çapı bu deneylerde 70 mm olarak seçilmiştir. Farklı çaplarda numuneler işlenerek tornalama çapının pürüzlülüğe etkisi incelenebilir.

7. Bu tez çalışması neticesinde literatüre kazandırılan bilgilerin fazlalaştırılması ve geliştirilmesi için yapılan deneyler kesme parametreleri ve kesici takımlar değiştirilerek çok sayıda parça için denenmesi gerekmektedir. Deney araştırmasında 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]Çaydaş, U., Haşçalık A.,*CNC Tornalamada İşlem Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi*, Teknoloji 8,2,167-172,(2005).
- [2] Stout, K.J., *Engineering surfaces – A Philosophy of Manufacture (A Proposal For Good Manufacturing Practise)*, *Proc. Instn.Mech.B*, 212, 169 – 174 (1998).
- [3]. Griffiths, B.J., *Manufacturing Surface Technology, İn: Surface Integrity And Functional Performance*, Penton Press, London. (2001).
- [4]. Puertas, I. and Luis perez, C.J., *Surface Rougness Prediction By Factorial Design of Experiments in Turning Processes*, *Journal of Materials Processing Technology*, 143 – 144 390 – 396 (2003).
- [5]. Korucu, S., *Hidrolik Kopya Aparatı Yardımı İle Elde Edilen Parçalarda Yüzey Pürüzlülüğünün Deneysel İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi. (1996).
- [6] Duran, A. and Acır, A., *HSS Torna Kalemindeki Talaş Açısının Kesme Kuvvetlerine Etkisi*, *Politeknik Dergisi*, 7,3, 211-215. (2004).
- [] Özkan, A. İ., Sarıtaş İ., Yıldız S., *Tornalama İşleminde Kesme Kuvvetlerinin ve Takım Ucu Sıcaklığının Yapay Sinir Ağı ile Tahmin Edilmesi*, *5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), 13-15 Mayıs*, Karabük, Türkiye. (2009).
- [8] Keleşoğlu E. ‘*Sert Kaplamalar Üretim Teknikleri ve Özellikleri*’ İstanbul (2011)

## ÖZGEÇMİŞ

Mahir Mustafa Öztürk 1984 yılında İstanbul'un Üsküdar ilçesinde dünyaya geldi.2002 yılında Afyon Kocatepe Üniversitesinde Makine Mühendisliği bölümünde lisans eğitimine başladı ve 2007 yılında mezun oldu. Mezun olduktan sonra özel sektör ve asker görevini ifa ettikten sonra 2010 yılında Muğla Bayındırlık İskan Bakanlığında (Çevre Şehircilik Bakanlığı) mühendis olarak göreve başladı. 2011 yılında İSKİ'de (İstanbul Su Kanalizasyon İşleri) ve Yüksek lisans eğitimine Trakya Üniversitesinde başladı. Halen İSKİ'de görevine devam etmektedir.