

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

**CNC FREZE TEZGAHLARINDA KULLANILAN
KARBÜR PARMAK FREZE TAKIMI GEOMETRİSİNİN
İŞLENEBİLİRLİĞE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

**Barkın BAKIR
(Teknik Öğretmen)**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
MAKİNE EĞİTİMİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
Prof.Dr. Mustafa KURT**

İSTANBUL 2005

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

**CNC FREZE TEZGAHLARINDA KULLANILAN
KARBÜR PARMAK FREZE TAKIMI GEOMETRİSİNİN
İŞLENEBİLİRLİĞE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

**Barkın BAKIR
(141101720020142)**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
MAKİNE EĞİTİMİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
Prof.Dr. Mustafa KURT**

İSTANBUL 2005

ÖNSÖZ

Talaşlı imalatta imal edilen parçanın toleransları ve imalat yöntemlerinden beklentiler gün geçtikçe artmaktadır. Bu artan teknik ve ekonomik koşulların sağlanabilmesi için; kesme işleminde kullanılan kesici takımların takım geometrileri, işlenen malzemelerin işlenebilme yetenekleri, kesme şartları ve kullanılan takım tezgahları gibi etkenler önem arz etmektedir. Bu çalışmada talaşlı imalatta yaygın olarak kullanılan sert metal parmak frezelerin kesici takım geometrileri incelenmiş olup işlenen malzemelere göre takım geometrisinin etkileri sunulmuştur.

Birçok konuda yardımlarını benden esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Mustafa Kurt'a, tecrübelerinden ve bilgilerinden yararlandığım Y. Müh. Güngör Avuncan'a deney malzemelerini ve laboratuvar imkanlarını sunan OPAŞ A.Ş.'ye ve Kesici Takımlar Bölüm Müdürü Orhan Taşar Bey'e ve de bugünlere gelmemde maddi ve manevi hiçbir fedakarlıktan kaçınmayıp beni devamlı destekleyen değerli aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Temmuz, 2005

Barkın Bakır

İÇİNDEKİLER

	<u>SAYFA</u>
ÖZET	IV
ABSTRACT	VI
SEMBOL LİSTESİ	VII
KISALTMALAR	IX
ŞEKİL LİSTESİ	X
TABLO LİSTESİ	XI
BÖLÜM I. GİRİŞ VE AMAÇ	1
BÖLÜM II 6	
II.1. Frezeleme İşlemleri ve Kullanılan Kesici Takımlar	6
II.1.1. Parmak Frezeler	7
II.1.2. TSE 303 Standardına Göre Parmak Freze Elemanlarının Tanımı	7
II.1.3. Frezeleme İşlemi İçin Parmak Frezenin Seçim Kriterleri.....	9
II.1.4. Parmak Frezeye Etki Eden Kuvvetler	12
BÖLÜM III CNC FREZE TEZGAHLARINDA KULLANILAN KARBÜR PARMAK FREZELERİN GEOMETRİLERİNİN İŞLENEBİLİRLİĞE ETKİLERİ 15	
III.1. İşlenebilirlik Ve Etki Eden Faktörler	15
III. 2. Deneysel Çalışmada Kullanılan Tezgah, Cihaz Ve Aletler	17
III. 2. 1. CNC Freze Tezgahı	17
III. 2. 2. Dört Eksenli CNC Kesici Takım Ölçüm Cihazı.....	20
III.2.2.1. Analiz Programı.....	21
III. 2. 3. Infrared Temassız Sıcaklık Ölçer.....	22

III. 2. 3. 1. Sıcaklığın Ölçülmesi	24
III. 2. 3. 2. Isı Transferi.....	26
III. 2. 3. 3. Enerji Transferi	26
III. 2. 3. 4. Cisimlerin İç Enerjileri	26
III. 2. 3. 5. Cisimlerden Yayınlanan Işınım ve Karacisim	26
III. 2.4. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Aleti.....	27
III.2.4.1 Çalışmada Kullanılan Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Aleti	27
III. 2.5. Deneysel Çalışmada Kullanılan Malzemeler Ve Özellikleri	28
III.2.5.3.1. Sıcak İş Takım Çeliklerinin Özellikleri	29
III.2.5.3.2. Soğuk İş Takım Çeliklerinin Özellikleri	30
III. 3. Deneysel Çalışmalarda İşlemler	31
III. 3. 1. İş Parçasının Yerleştirilmesi	31
III. 3. 2. Kesici Takımın Seçilmesi	32
III. 3. 3. Sıcaklığın Ölçülmesi	33
BÖLÜM IV. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	34
KAYNAKLAR	39
EKLER 43	
ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

CNC FREZE TEZGAHLARINDA KULLANILAN KARBÜR PARMAK FREZE TAKIMI GEOMETRİSİNİN İŞLENEBİLİRLİĞE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Bilgisayarlı Sayısal Kontrollü (CNC) takım tezgahlarında endüstriyel uygulamaların temel işlemlerinden birisi de frezeleme işlemidir. Talaş kaldırılarak çevresel şekillendirilme işlemlerinde parmak frezeleme işlemi kullanılır. Havacılık, otomotiv sektöründe kalıp imalatında kanallar, havuz şeklinde boşaltmalar parmak frezeleme işlemi ile gerçekleştirilir. Yüzey kalitesi üzerinde frezeleme işleminin etkisi çok önemli rol oynar. Yüzey kalitesi üzerine etki eden en önemli faktörleri iki başlık altında ifade edebiliriz:

Yüzey pürüzlülüğü takım geometrisi ve ilerleme oranı ve kesme işlemi esnasında iş parçasının bağlama rijitliğidir. Takım aşınması uygun kesme şartları seçilmediği zaman artacaktır.

Bu çalışmada sertlikleri yüksek işlenmeleri güç olan DIN 1.2080 ve DIN 1.2344 normlarında çelik malzemelerin işlenebilirliği incelenmiştir. Kullanılan bazı parmak frezeler kaplamalı ve bir kısmı da kaplamasızdır. Kanal işlemlerinde parmak frezelerin aşınmaları, yüzey pürüzlülük değerleri, talaş kaldırılan bölgenin sıcaklığı ölçülmüş ve takım performansı için uygulamaya yararlı olabilecek veriler elde edilmiştir.

Temmuz, 2005

Barkın BAKIR

ABSTRACT

EFFECTS OF GEOMETRY CARBUR END MILL ON MACHINABILITY FOR CNC MACHINES

Among several CNC industrial machining processes, milling is a fundamental machining operation. End milling is the most common metal removal operation encountered. It is widely used in a variety of manufacturing industries including the aerospace and automotive sectors, where quality is an important factor in the production of slots, pockets, precision molds and dies. The quality of the surface plays a very important role in the performance of milling as a good-quality milled surface significantly improves fatigue strength, corrosion resistance, or creep life. Surface roughness also affects several functional attributes of parts, such as contact causing surface friction, wearing, light reflection, heat transmission, ability of distributing and holding a lubricant, coating, or resisting fatigue. Therefore, the desired finish surface is usually specified and the appropriate processes are selected to reach the required quality.

Several factors will influence the final surface roughness in a CNC milling operation. The final surface roughness might be considered as the sum of two independent effects:

- 1) the ideal surface roughness is a result of the geometry of tool and feed rate and
- 2) the natural surface roughness is a result of the irregularities in the cutting operation.

Factors such as spindle speed, feed rate, and depth of cut that control the cutting operation can be setup in advance. However, factors such as tool geometry, tool wear, chip loads and chip formations, or the material properties of both tool and workpiece are uncontrolled. Vibrations of the machine tool, defects in the structure of the work material, wear of tool, or irregularities of chip formation contribute to the surface damage in practice during machining.

In this thesis the machinability of DIN 1.2080 and DIN 1.2344 materials which are difficult to machine due to their hardness. Several end mill are coated and some of tools uncoated. It is analyzed the influence of cutting condition and tool geometry on

surface roughness when slot end milling. The parameters considered were the cutting speed, feed, depth of cut and wear of end mill.

July, 2005

Barkın BAKIR

SEMBOLLER

<u>SEMBOL</u>	<u>TANIMI</u>
A	Anma çapı (mm)
a_e	Kesme genişliği (mm)
a_p	Kesme derinliği (mm)
D	Çap (mm)
f	İlerleme hızı (mm/min)
F_f	İlerleme kuvveti (N)
F_R	Eğik kesme vektörü
F_r	Radyal kuvvet (N)
F_t	Teğetsel kuvvet (N)
F_x	X Yönündeki kesme kuvveti (N)
F_y	Y Yönündeki kesme kuvveti (N)
F_z	Z Yönündeki kesme kuvveti (N)
f_z	Diş başın ilerleme hızı (diş/mm)
H	Tutucunun yüksekliği (mm)
I	Kesici ucun genişliği (mm)
i	Eğik kesme açısı
j	Düzlem yüzey asimetric frezelemede kesici ucun meydana getirdiği çap yörüngesi ile iş parçasının kenarı arasındaki mesafe (mm)
K	Kesici ucun yerleştirme açısı (°)
KB	Krater genişliği (mm)
KM	Krater orta eksen mesafesi (mm)
KT	Krater derinliği (mm)
L	Yüzey pürüzlülüğü için örnek boy (mm)
n	Devir sayısı (dev/min)
R_a	Ortalama yüzey pürüzlülüğü (μm)
R_z	Ölçülen en yüksek beş çıkıntı ile en derin beş girinti arasındaki ortalama (μm)
R_{max}	En büyük pürüz derinliği (μm)
R_t	Profilin en alt sınır çizgisi ile en üst sınır çizgisi arasında mesafe (μm)

T	Takım ömrü
s	Kesici ucun kalınlığı (mm)
V	Talaş akma hızı (m/s)
VB	Yan yüzey aşınması (mm)
VB_{max}	Maksimum yan yüzey aşınması (mm)
V_c	Kesme hızı (m/min)
z	Kesici uç sayısı

α_n	Normal talaş açısı (°)
β	Sürtünme açısı (°)
γ_f	Eksenel talaş açısı (°)
γ_o	Kesme açısı (°)
γ_p	Radyal açı (°)
η	Talaş akma açısı (°)
μ	Sürtünme katsayısı
Φ	Kayma açısı (°)
Ψ_o	Kavrama açısı (°)
Ψ_{osmt}	Simetrik kavrama açısı (°)
Ψ_{oasmt}	Asimetrik kavrama açısı (°)
τ	İş parçasının kayma gerilmesi,
ds	Talaş kalınlığı,
w	Talaş genişliği,
ϕ	Kesme açısı,
γ	Talaş açısı,

KISALTMALAR

ANN	Artificial Neural Network (Yapay Sinir Ağları)
AISI	American Iron and Steel Institute (Amerikan Demir ve Çelik Standardı)
ANSI	American National Standards Institute (Amerika Milli Standartlar Enstitüsü)
CBN	Cubic Boron Nitrür (Kübik Bor Nitrür)
CVD	Chemical Vapour Deposition (Kimyasal Buhar Çöktürme)
EYF	Eş Yönlü Frezeleme
HRC	Rockwell C Sertliği
MRR	Material Removal Rate (Talaş Kaldırma Hızı)
PDV	Physical Vapour Deposition (Fiziksel Buhar Çöktürme)
SEM	Scanning Electron Microscopy (Taramalı Elektron Mikroskobu)
TRS	Transverse Rupture Strength (Enine Kırılma Mukavemeti)
ZYF	Zıt Yönlü Frezeleme
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
ISO	International Standard Organisation

ŞEKİL LİSTESİ

SAYFA

Şekil II.1.	Frezeleme İşlemlerinde Kullanılan Çeşitli Kesici Takımları	6
Şekil II.2.1.1.	Parmak Freze ve Elemanları	7
Şekil II.2.1.2.	Çeşitli Parmak Frezeler	8
Şekil II.1.3.1.	Frezelemede Üç Önemli Faktör	9
Şekil II.2.1.3.	Kullanıldıkları Yerlere Göre Parmak Frezeler	10
Şekil II.2.1.4.	Yan Duvar ve Fatura İşlenmesi	10
Şekil II.2.1.5.	Kanal İşlenmesi	11
Şekil II.2.1.6.	Parmak Frezenin Sehimli	11
Şekil II.2.1.6.	Parmak Freze Yayılı Yükün Etki Etmesi	12
Şekil II.1.4.1.	Kesici Takım Ucuna Etki Etki Eden Kuvvetler	12
Şekil II.1.4.2.	Parmak Freze ile Talaş Kaldırma İşleminin Geometrik Yapısı..	14
Şekil III.2.1.	Johnford VMC – 550 Model CNC Freze Tezgahı	18
Şekil III.2.1.2.	Frezeleme İşlemleri	19
Şekil III.2.2.1.	Dört eksenli CNC kesici takım ölçüm cihazı	20
Şekil III.2.2.2.	Dört eksenli kesici takım ölçüm cihazı eksen hareketleri	20
Şekil III.2.2.2.1.	Saturn Analiz Programı	21
Şekil III.2.3.1.	Infrared Teknolojiyi Kullanan Temassız Sıcaklık Ölçer	22
Şekil III.2.3.2.	Geleneksel Sıcaklığı Uzaktan Ölçen Termometre Yapısı	23
Şekil III.8.	Termometrenin Görüş Açısı	25
Şekil III. 9.	Karacisim Tayfı [24]	27
Şekil III.10.a	Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Aleti	28
Şekil III.10.b	Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Aletinin Ölçüleri	29
Şekil III.12	İş Parçasının Yerleştirilmesi	32
Şekil III. 13	Malzeme İşlenirken Yapılan Sıcaklık Ölçümü.....	33
Şekil IV.1	DIN 1.2080 Malzemesinin Kaplamasız Parmak Freze İle İşlenmesinde Freze Çapına Göre Aşınma Değerleri.....	36
Şekil IV.2	DIN 1.2344 Malzemesinin Kaplamasız Parmak Freze İle İşlenmesinde Freze Çapına Göre Aşınma Değerleri.....	37
Şekil IV.3	DIN 1.2344 Malzemesinin Kaplamasız Küresel Uçlu Parmak Freze İle İşlenmesinde Freze Çapına Göre Aşınma Değerleri.....	37
Şekil IV.4	DIN 1.2080 Malzemesinin AlTiN Kaplamalı Parmak Freze İle İşlenmesinde Freze Çapına Göre Aşınma Değerleri.....	38
Şekil IV.5	DIN 1.2080 Malzemesinin Kaplamasız Parmak Freze İle İşlenmesinde Kesici Ağız Sayısına Göre Aşınma Değerleri.....	38

TABLO LİSTESİ

SAYFA

Tablo II.1.2.1.	Çeşitli Parmak Frezelerin (Şekil 2.2.1.2. deki) Özellikleri Ve Kullanıldıkları Yerler	9
Tablo III.1.1.	Malzemelerin İşlenebilirliğe etki eden özellikleri ve etkileri	16
Tablo III. 2. 1.1.	CNC Tezgahının Teknik Özellikleri	20
Tablo III. 2.2.1.	Dört eksenli kesici takım ölçüm cihazı teknik Özellikleri	21
Tablo III.4.	Sıcaklık Ölçüm Cihazının Özellikleri	24
TabloIII.5.	DIN 1.2344 Sıcak İş Çeliği Özellikleri	30
TabloIII.6.	DIN 1.2080 Soğuk İş Çeliği Özellikleri	31
TabloIV.1	Ölçülen Aşınma Değerleri	34
TabloIV.2	Kesici Takım Özellikleri	34
TabloIV.3	Kaplamasız Kesici Takım Özellikleri ve Aşınma Değerleri.....	35

BÖLÜM I

GİRİŞ ve AMAÇ

Modern imalat teknolojilerinin gelişmesi ile daha hızlı ve kaliteli işler yapan sistemlerle çalışılmaya başlanmıştır. Malzemelerin talaş kaldırılarak işlenmesi için geliştirilen CNC takım tezgâhlarında yüksek kesme hızlarında ve ilerlemelerle çalışılabilmektedir. Malzeme teknolojisindeki gelişmelerle yüksek mukavemete sahip malzemeler elde edilmiştir. Bu malzemelerin verimli bir şekilde işlenebilmesi için gerek takım imalatçıları gerekse akademisyenler imalat sistemlerinde kesici takım geometri ve malzemelerinin geliştirilmesi üzerine çalışmaktadırlar.

Talaş kaldırma esnasında uygun kesici takımın seçilmesi maksimum verimliliğin sağlanması için şarttır. Özellikle takım malzemesi ve kesme geometrisi seçimi çok önemlidir. Ancak takım uygun seçilmiş olsa bile işleme koşulları standart dışı ise verimlilik düşer.

Verimliliğin yüksek ve ekonomik işleme yapabilmek için işlenecek malzeme ve kesici takım çeşitlerinin her biri ile ilgili teorik ve deneysel çalışmalar yapmak gerekir.

Bu tezde incelenen çeşitli geometrilere sahip parametrelerle yapılan frezeleme işlemleri için kesme hızları ve aşınma arasındaki ilişkiler hakkında aşağıda belirtilen literatür çalışmaları bulunmaktadır.

Lopez de lacalle ve arkadaşları [24] Ti6Al4V ve nikel alaşımlı malzemelerin frezelenmesi işlemine etki eden faktörleri incelemiştir. Kesici takım geometrisi ve kaplama durumunun kesme hızı, kesici takım ağız sayısı ve talaş derinliği üzerine etkileri deneysel verilerde dikkate alınarak verimlilik üzerine etkileri incelenmiştir. Kesme bölgesindeki sıcaklık artışının kesici takım kesme kenarındaki aşınmayı arttırdığı bunun için kaplanmış kesici takımların kullanılmasının uygun olacağı belirtilmiştir.

Milfelner ve arkadaşları [12] yaptıkları oldukları çalışmada; parmak freze ile üç eksenle meydana gelen kesme kuvvetlerini deneysel olarak ölçmüşlerdir ve genetik algoritma yöntemiyle kesme kuvvetlerinin optimizasyonunu yapmışlardır. Yapılan makalede optimizasyon ile deneysel çalışmada bulunan değerler birbirine yakın çıktığından bu uygulamanın sanayide kolaylık sağlayacağını belirtmişlerdir.

Engin ve arkadaşı [28] yaptıkları çalışmada; helisel geometrili parmak freze kesici takımının her bir helisinin parametrik hesaplarını yapmışlardır. Kesici ve iş parçası ile frezelemedeki titreşimlerin kinematik etkilerini kesme derinliğine göre hesaplamışlardır. Kesici kenar yöntemiyle kesicinin iş parçasına teması, kesme kuvvetleri, titreşimler, ölçü tamlığı, tırlama (chatter) sabitesi gibi parmak frezeleme şartlarının tahmin edilebileceğini belirtmişlerdir.

Janez ve arkadaşları [10] helisel parmak freze ile frezeleme testleri ile kenar kuvvet ve özel kuvvet katsayılarının mekaniksel özdeşliği için matematiksel ifadeler elde etmişlerdir. Toplam kesme kuvvetinin aritmetik kenar kuvvet ve kesme ile tanımlandığı mekaniksel kuvvet modeli için matematiksel ifadeler türetilmişler ve türettikleri matematiksel modeli yaptıkları deneylerle destekleyerek silindirik parmak freze şekliyle ilgili tanımlamalar yapmışlar ve bunların diğer parmak freze şekilleri içinde genel matematiksel model olabileceğini belirtmişlerdir.

Abrari ve arkadaşları [25] yaptıkları çalışmada; temel kuvvet fonksiyonlarıyla lineer kombinasyonla çeşitli takım pozisyonlu kesme kuvvetinin saptanabileceğini belirtmişlerdir. Yaptıkları çalışmada analitik yöntemle kesme alanında oluşan kesme kuvvetlerinin nümerik yöntemle daha hızlı bulunduğunu göstermişlerdir. Bu metotla talaş alanı geometrisinin ayrıntılıca incelenmesi sağlanmıştır. Bu yöntemin aynı zamanda matkap ve yüzey frezeleme için de geçerli olduğu belirtilmiştir.

X. P. Li ve arkadaşı [11] yaptıkları çalışmada; kesme koşulları, kesici takım geometrisi ve iş parçası malzemesinin özelliği gibi parametreler dikkate alınarak helisel parmak frezede oluşan kesme kuvvetlerini tahmin edebilen bir teorik kesme kuvveti modeli geliştirmişlerdir. Bu modelde; helisel parmak frezedeki bir helisin helis açısının etkilerini incelemişlerdir. Kesici takımdaki bir helisin kaldırdığı talaş miktarının kesme kuvvetini tahminde önemli olduğunu vurgulayarak doğru kesme kuvvetini tahmin için kesme kenarının ve kesici takım uç radyüsünün de dikkate alınması gerektiğini belirtmişlerdir. Yukarıda belirtilen kabullere dayanarak doğru kesme kuvvetlerin tahmini için bir simülasyon programı geliştirmişlerdir. Yapmış oldukları deneysel çalışmalarla geliştirdikleri program değerlerinin uyduğunu belirtmişlerdir.

H. Z. Li ve arkadaşları [15] yaptıkları çalışmada; helisel parmak frezelemedeki kesme kuvvetlerinin iş parçası malzemesi, kesici takım geometrisi ve kesme şartlarını içeren işleme teorisini temel alan bir model geliştirmişlerdir. Bu modelde, her bir parmak freze helisi için helis açısının kesme kuvvetleri üzerindeki etkileri yeniden gözden geçirilmiştir. Ayrıca her bir kesme oluşu için kesme kuvvetleri incelenmiştir. Bir simülasyon programıyla yapmış oldukları deneysel sonuçları karşılaştırarak geliştirmiş oldukları modeli desteklemişlerdir.

Kris ve arkadaşları [16] yaptıkları çalışmada; frezeleme yönteminde işleme hatalarına sebep olan takım sapması, takım geometri hataları, ısıl etkiler, takım aşınması gibi faktörlerden çevre işleme hatalarında takım sapmasının daha etkin olduğu vurgulanmıştır. Aynı sapmanın cep boşaltma işleminde de döngüler esnasında hatalara sebebiyet verdiği belirtilmiştir. İşleme metodolojisinin telafisi için kuvvet ve sapma modelleri geliştirerek parmak frezeyle cep işlemede bir bilgisayar programı geliştirerek inceleme yapmışlardır. Yapmış oldukları model ve programla kesici takım telafî hatalarını minimuma indirmeye çalışmışlardır.

Chu ve arkadaşları [27] yaptıkları çalışmada; takım ve tezgah kaynaklı hataları dikkate alarak takımın yön değiştirmesinden ve işlenmiş yüzey hatalarını tahmin eden bir yaklaşımda bulunmuşlardır. Yapmış oldukları teorik çalışmayı deneysel çalışmayla desteklemişler ve elde ettikleri sonuçları karşılaştırarak değerlendirme yapmışlardır. Özellikle şekil hatasının kesici takımın iş parçasına giriş ve çıkışta oluştuğuna dikkat çekmişlerdir. Bunun da frezeleme yönlerinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Kesme koşulları ve kesici takım geometrisinin etkisiyle β_0 açısının zıt ve aynı yönlü frezelemede hata oluşumuna sebep olduğunu göstermişlerdir.

Lei Zhang ve arkadaşı [14] yaptıkları çalışmada; parmak freze ile kesici takım geometrisi köşe profili arasında ki geometrik ilişkiyi incelemişler ve kesici takım-iş parçası teması değişik açılardan tanımlanmış ve matematiksel bir model olarak sunulmuştur. Özellikle dairesel kenarın tanımlanması ve kesme derinliğinin bu profil üzerindeki etkilerini tahmin edecek bir model geliştirmişlerdir.

Altan, T.; Yen, Y.C.; Jain, A., yapmış oldukları çalışma sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak ortogonal kesme durumunda sıcaklık, gerilme ve şekil değiştirme ifadeleri değişken olarak alınarak talaş formundan kesici kuvvetlerinin hesaplanması ile ilgilidir. Bu çalışma neticesinde gerçek zamanda kesici takımın kesici kenarın üzerindeki mekaniği incelenmiş kesme şartlarına göre kesici takımın kesici kenarının optimum dizaynı yapılmıştır. Kesici kenar yuvarlatılmış T şeklinde ve pah kırılmış olarak kullanılmıştır.

Deneysel değişik genişliklere ve değişik açılara sahip pahlı uçlar için gerçekleştirilmiştir [23].

Özellikle sertleştirilmiş çeliklerin bitirme yüzey işlemlerinde kesici kenarın dizaynı çok büyük bir rol oynamaktadır. Önemi neticesinde bu konuda analitik ve deneysel birçok çalışmalar bulunmaktadır. Hodgson ve Trendler [32], CBN keskin uçlu 6°'lik talaş açılı ve arkaya doğru kesici kenar açısı 75° olan bir kesici takım ile havada sertleştirilmiş D6(62HRC) malzeme ile sert malzemeyi tornalama testi yapmıştır bu uygulamada negatif açılı uç ile keskin kenarlı uç arasında karşılaştırma yapılarak serbest yüzeylerdeki aşınmalar belirlenmiştir. Benzer çalışmayı Kishawy ve Elbestawi [25], kesici takımın işlemesi esnasında işlenen yüzeyde meydana gelen artık gerilmeleri ve katman gerilmelerini kesme hızının değişimine göre incelemiştir. Bu artık gerilmelerin kesme hızının artması ile arttığını gözlemlemiştir.

Matsumoto et al. [33], dört değişik kenara sahip (keskin, yuvarlatılmış, tek pahlı ve çift pahlı) kesici takım ile bir çubuğun tornalanmasında meydana gelen artık gerilmeleri ölçmüştür.

Elbestawi, M.A.; Abrari, F., frezeleme işleminde kesme kuvvetlerinin hesaplanması için temel fonksiyonlar elde etmişlerdir. Kesici takımın herhangi bir pozisyonunda temel kuvvet fonksiyonlarının lineer kombinasyonu ile kesme kuvvetleri tanımlanabilmiştir. Kesici kenar boyunca kesme kuvvetlerinin ortalama değeri hızlı bir şekilde elde edilebilecek denklemler bulunmuştur. Bu deneyler düz ve yuvarlak parmak frezeler için yapılmıştır [25].

Frezeleme işleminin geometrik analizi üzerine ilk basılmış çalışmayı Martellotti yaptı [28,29].

Daha sonra Koenigsberger ve Sabberwal [30] talaş kalınlığı ve teğetsel kuvvet (güç bileşeni olarak da anılan) arasında güçlü bir ilişki elde ettiler. Genellikle frezeleme işlemlerinde kesme kuvvetleri için modeller iki temel esas dikkate alınarak geliştirildiği görülmektedir [25]. Bu temel esaslardan birincisi kesici takım dönüş ve iş parçasının bağlı olduğu tablanın frezeleme işlemi esnasındaki hareketinin kinematiği dikkate alınarak modellenmesi yapılabildiği, diğer temel esas ise herhangi bir karmaşık işlemlerin var olduğu işleminin mekaniğidir. Bunun için kesici takımın kesici kenarının çok küçük elemanlara bölünerek [31] her bir eleman ve kesici ağza gelecek kuvvetler hesaplanabilir. Bu işlem için sayısal integral yapabilen bilgisayar yazılımları kullanılır.

Budak, E.; Altınbaş, Y.; ve Armarego, E.J.A., 1996 yılında yapmış oldukları çalışmada, parmak freze ile yüzey işlemede frezeleme kuvvetlerinin deneysel olarak ölçüp

elde edilen kuvvet değerlerinin, farklı çaptaki parmak freze akısı ve bunlara ait talaş derinliği, ilerleme miktarı gibi değerler için kuvvet katsayısını tayin emişlerdir [32]. Bu kuvvet sayılarına bağlı olarak sürünme açılarını belirlemişlerdir. Öte yandan ortogonal kesme hali için parmak frezenin kesici kenarındaki kuvvet dağılımının matematik modelini ifade ederek yüzey hatasına sebep olabilecek kuvvet dağılımını göstermişlerdir.

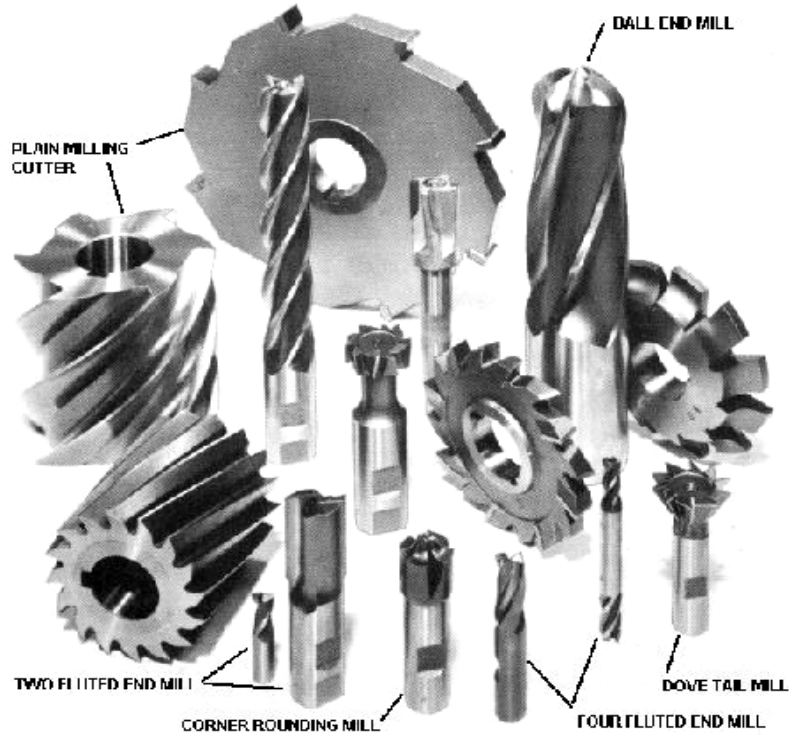
Alauddin, M.; El Baradie, M.A.; Hashmi, M.S.J., 1996 yılında birlikte yapmış oldukları "Inconel 718'in Parmak Freze Kullanılarak Kesme Kuvvetinin Tasarlanması" adlı ortak çalışmada;Kuru şartlar altında kaplanmamış karbid deliciler kullanılarak Inconel 718 parmak frezelemedeki ortalama teğetsel kesme kuvveti için bir matematiksel model geliştirmiştir [33]. Öngörülen kesme kuvveti modeli yüzey metodolojisinde olan tepki ile eksensel kesme derinliği ve kesme hızı bakımından geliştirilmiştir. Yüzey şekilleri bir bilgisayar tarafından kesme düzlemlerinin besleme-eksen derinliğinde oluşturulmuştur. Model çeşitli analizlere test edilmiştir.

Bu alışma da özellikle karbür parmak freze takımının, plastik kalıp imalatında kullanılan soğuk iş ve sıcak iş eliklerinin CNC freze tezgahların da kullanılması esnasında takım geometrisinin işlenebilirliğe etkileri incelenmiştir.

BÖLÜM II

II.1. Frezeleme İşlemleri ve Kullanılan Kesici Takımlar

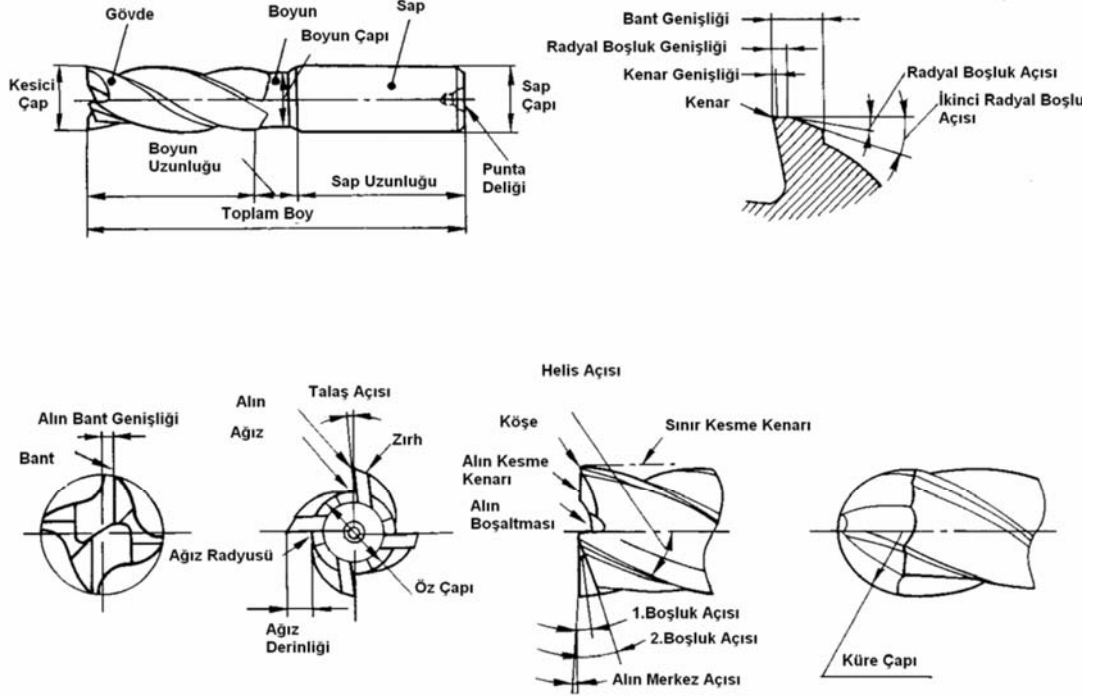
Frezeleme, kendi eksenini etrafında dönen çok uçlu bir takım ile doğrusal hareket yapan iş parçasından talaş kaldırılarak yapılan şekillendirme işlemine denir. Günümüzde frezeleme işleminde takım hemen hemen her yönde iş parçasına doğru hareket edebilmektedir. Frezeleme işleminde kullanılan kesici takımlara TSE 333' e Freze denilmektedir. Kesici takımın bir çok kesici kenarı vardır ve her kenar belirli bir miktar talaş kaldırma kapasitesine sahiptir. Frezelemenin avantajları yüksek işleme verimliliği, iyi yüzey kalitesi, hassasiyet ve şeklin oluşturulmasındaki esnekliktir. Frezeleme genellikle düzlem yüzeylerin, dik köşelerin ve kanalların işlenmesi amacıyla kullanılan bir işlemdir.



Şekil II.1. Frezeleme İşlemlerinde Kullanılan Çeşitli Kesici Takımları

II.1.1. Parmak Frezeler

Frezeleme işlemlerinde çeşitli kanalların, yan duvarların ve çevrelerin işlenmesinde en çok kullanılan freze parmak freze diye isimlendirilen kesici takımdır.



Şekil II.2.1.1. Parmak Freze ve Elemanları

II.1.2. TSE 303 Standardına Göre Parmak Freze Elemanlarının Tanımı

Kesici Kısım; kesme işlemini yapan ve üzerinde kesici ağızların bulunduğu kısımdır.

Sap; frezelerin tezgaha bağlanmasına yarayan, silindirik veya konik kısımdır.0.2.4 - Kesici

Ağız ; frezenin kesici kısmı üzerinde meydana getirilen ve üzerinde talaş yüzeyi, kesici kenar, zırh ve serbest yüzeyin bulunduğu kısımdır.

Talaş Yüzeyi; kesici ağız üzerinde talaş kanalından kesici kenara doğru olan ve işleme esnasında çıkan talaşın sürterek geçtiği yüzeydir.

Talaş Kanalı; komşu iki kesici ağız arasında özel biçimde meydana getirilen ve talaşın çıkmasına yarayan kısımdır.

Kesici Kenar; talaş yüzeyi ile serbest yüzey veya freze sırtının ara kesitidir.

Serbest Yüzey; sırtı frezelenmiş frezelerde kesici kenardan boşaltılmış sırta doğru uzanan ve talaş kaldırma esnasında sürmemesi için belli bir açı altında boşaltılmış kısımdır.

Boşaltılmış Sırt; sırtı frezelenmiş frezelerde serbest yüzey ile talaş kanalı arasında belli bir biçimde oluşturulan kısımdır.

Düşürülmüş Sırt; sırtı tormalanmış frezelerde kesici kenardan geriye doğru uzanan ve radyal ve/veya aksiyal yönde düşürülmüş kısımdır.

Sırtı Frezelenmiş Freze; kesici ağızların sırtı freze ile belli bir biçimle boşaltılmış frezedir.

Sırtı Düşürülmüş Freze; kesici ağızların sırtı istenen biçimde ve belli bir açı altında geriye doğru tormalama ile düşürülmüş frezedir.

Talaş Açısı; kesici ağızları dönme eksenine paralel olan frezelerde kesici kenar üzerindeki bir noktadan takım dönme eksenine indirilen dik ile talaş yüzeyi arasındaki açıdır.

Serbest Açı ; kesici kenardan geçen teğet düzlem ile serbest yüzey arasındaki açıdır.

Kama Açısı; kesici ağızlar dönme eksenine paralel olan frezelerde talaş yüzeyi ile serbest yüzey arasındaki açıdır.

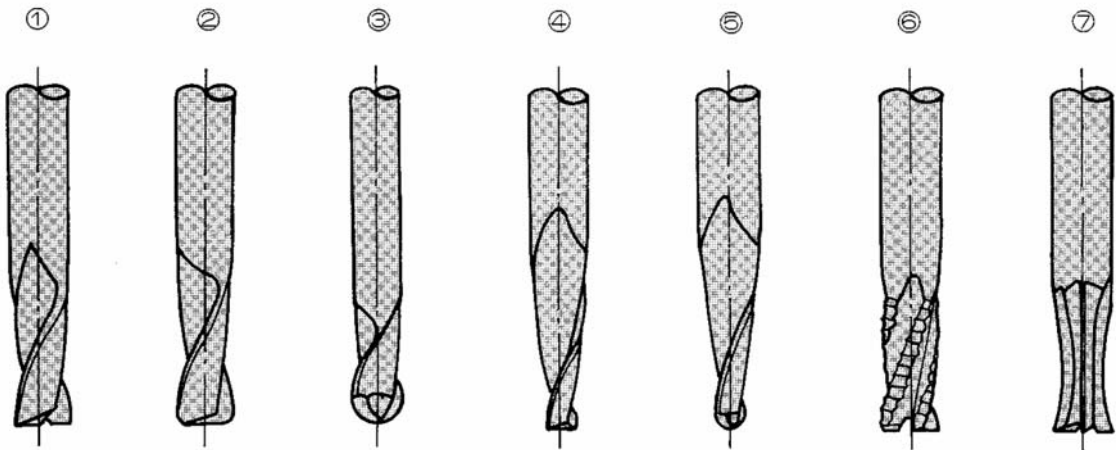
Dış Çap; frezelerin kesici kenarları üzerinden geçen dairenin çapıdır.

Helis Yönü; frezede kesici ağızların dönme eksenine göre sağa veya sola doğru yükselme yönüdür.

Kesme Yönü; frezenin tezgaha bağlandığı sap veya malafa tarafından bakıldığındaki dönme yönüdür.

Ayrıca frezelerin kesme geometrisi ile ilgili diğer tarifler (TS 3712)'de verilmiştir.

Frezeleme işlemlerinin geometrisine ve işleme tipine göre çeşitli parmak frezeler kullanılabilir.



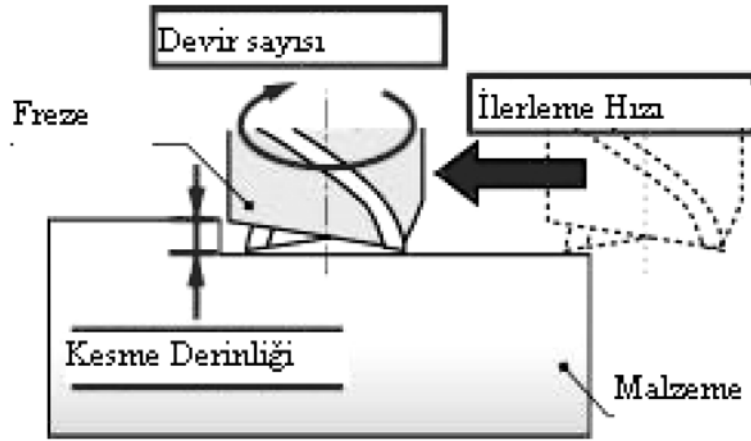
Şekil II.2.1.2. Çeşitli Parmak Frezeler

Tablo II.1.2.1. Çeşitli Parmak Frezelerin (Şekil 2.2.1.2. deki) Özellikleri ve Kullanıldıkları Yerler

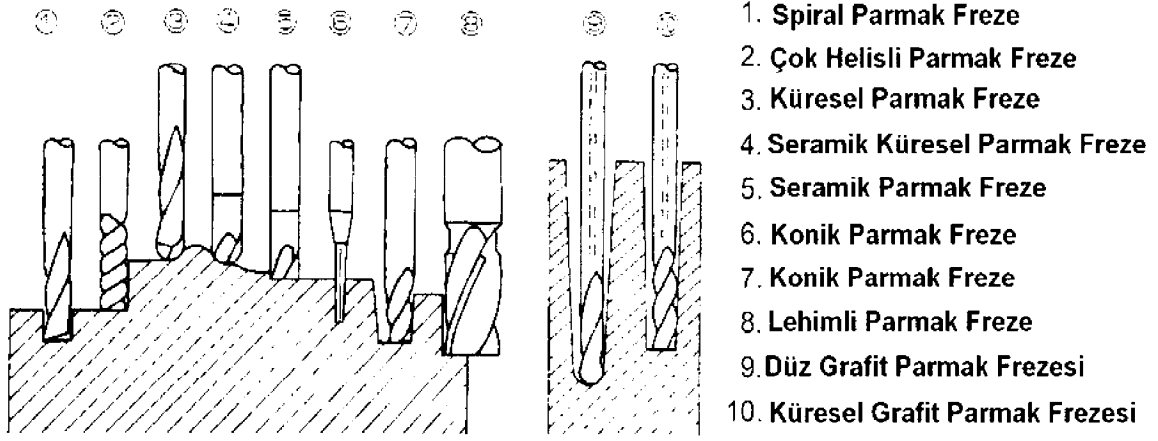
o	Parmak Freze Tipi	Parmak Freze Tipi Özellikleri	Uygulama Alanları
1	Kare Parmak Freze	Dış Kesme Kenarı ile 90° Açı Yapar	-I profilinde kanal frezeleme işlemlerinde
2	Radyülü Parmak Freze	Kesici Takımın dış kesme kenarı ve kesilen kenarlar arasında bir radius bulunur.	-Genel Kalıp işlemleri ve model uygulamalarında
3	Küresel Parmak Freze	Kesici kenarlar küresel forma sahiptir.	-Kalıp matris kopyalama işlemleri, vs.
4	Konik Parmak Freze	Yan kesici kenarlar belirli bir açıda koniktir.	-Kalıp erkek yüzeylerinde
5	Konik Küresel Parmak Freze	3. ve 4. nün birleşimi	-Kalıp matris kopyalama işlemleri, vs.
6	Kaba Talaş Parmak Frezesi	Yan kesici kenarlarda çentikli dişler bulunur.	Kaba talaş işlemlerinde
7	Özel Formlu Parmak Freze	Yan kesici kenarlar özel bir forma sahiptir.	Özel kenar profilleri için.

II.1.3. Frezeleme İşlemi İçin Parmak Frezenin Seçim Kriterleri

Bir frezeleme işleminde en önemli temel parametreler kesicinin devir sayısı, ilerleme hızı ve kesme derinliğidir. İş parçasının cinsi, geometrisi ve yüzey kalitesi v.b. faktörler bu temel parametrelerin değerlerini etki etmektedir. Yüzey kalitesinin iyileştirilmesi ve malzeme hakkında çok açık bilginin olmaması durumunda güvenlik açısından düşük kesme derinliği ve ilerleme hızı seçilmelidir.

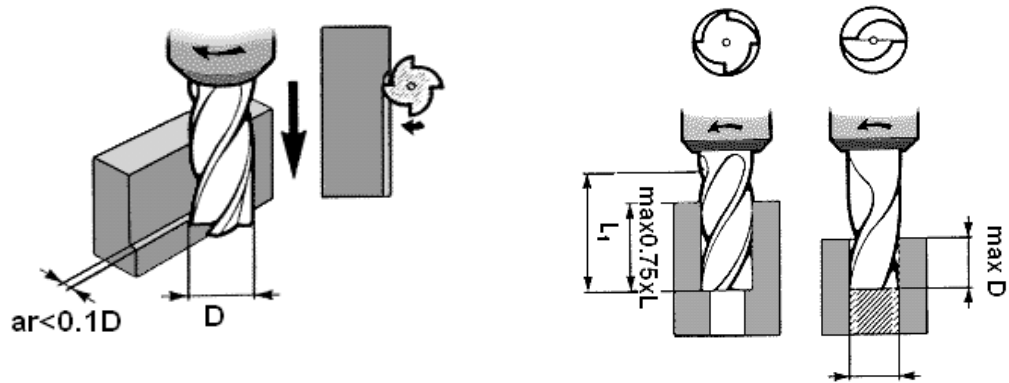


Şekil II.1.3.1. Frezelemede Üç Önemli Faktör



Şekil II.2.1.3. Kullanıldıkları Yerlere Göre Parmak Frezeler

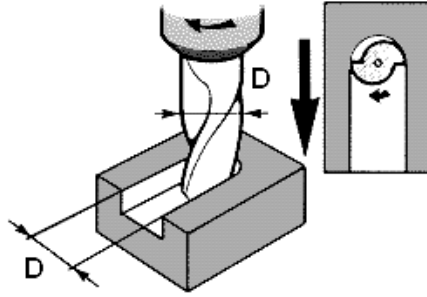
Bir parmak frezenin çalışma aralığı çap ve talaş derinliği kapasitesiyle tanımlanır. Bazı parmak frezeler temel olarak, ek bir derinlik kapasitesine sahip, küçük çaplı, 90° 'lik alın frezeler olarak görülebilirler. Bu takımların kapasitelerine işlemin tipi de etkide bulunur.



Şekil II.2.1.4. Yan Duvar ve Fatura İşlenmesi

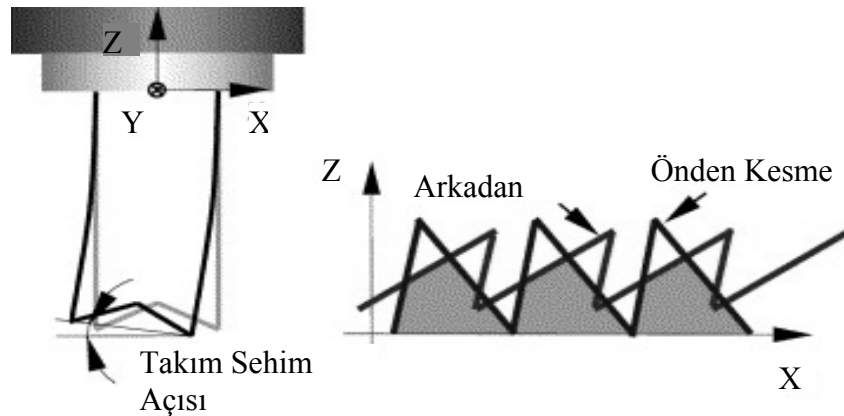
Bir kenarın veya 90° 'lik bir faturanın işlenmesi genellikle iki yüzeyin oluşturulmasını gerektiren, kenar işleme olarak da bilinen, kenar frezelemesidir. Bu işlemden takımın sehimli bir sınırlayıcı rolü oynayabilir. Bir kanal veya faturanın işlenmesi genellikle tam kanal açma olarak adlandırılır ve üç yüzeyin işlenmesini gerektirir. Kanalın her iki ucu açık olabileceği gibi bir ucu kapalı da olabilir (her iki ucu da kapalı olan kanallar ceplerdir, işlem için delme yapabilen ve aksel yönde işleyebilen parmak frezeler gereksinim duyulur). Parmak frezenin kesme kavrama açısı 180° 'dir, dolayısıyla freze, çevresinin yaklaşık yarısına kadar kesmeye katılmıştır. Bu ise kanal yan yüzeylerinin takımı sehimine karşı desteklemesi demektir.

Tam kanal açma işlemlerinde sınırlayıcı faktör genellikle talaşın naklidir. Yüksek talaş debilerine sahip modern parmak frezeler çok etkili takımlardır, ancak kesici kenarın kırılmasına yol açabilecek talaş yığılmasının önlenmesi de şarttır. Sıkıştırılmış hava veya basınçlı soğutma sıvısının kanaldaki kesme bölgesine sevk edilmesi talaşların çabuk bir şekilde bölgeden uzaklaştırılması açısından son derece gereklidir.



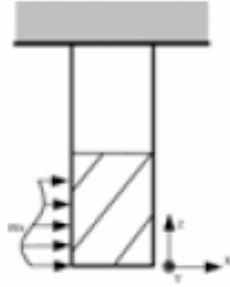
Şekil II.2.1.5. Kanal İşlenmesi

Parmak freze aksenal yönde hareket edecek şekilde tasarlanmış bir takımdır. Bu doğal olarak parmak frezeyi, özellikle yüksek işleme hızlarında, kesme kuvvetlerinin etkilerine karşı oldukça hassas bir duruma getirmektedir. Bu nedenle parmak frezeleme işleminde çok rijit bir takım tutucu sistemine gereksinim vardır. Aksi takdirde parmak frezeleme işleminde, büyük efektif takım uzunlukları nedeniyle, sehim ve titreşim kaçınılmazdır. Parmak frezelerin çeşitli saplı tipleri mevcuttur ve bunların bazıları diğerlerinden daha iyidir. Pens adaptörleri ve modüler takım tutucular genellikle sapın çok rijit bir şekilde tespit edilmesi sayesinde mükemmel bir rijitlik sağlarlar.



Şekil II.2.1.6. Parmak Frezenin Sehimi

Titreşimin fazla olması neticesinde parmak freze şekil değişimine uğrayarak yüzey kalitesinin kötü olmasına sebebiyet verir. Bir parmak frezeleme işlemindeki kesme kuvvetleri işlemin sonucuna fazlasıyla etkide bulunurlar. Radyal, aksel ve teğetsel kuvvetler parmak frezeyi eğilmeye ve çekmeye zorlar. Gerçekleştirilmek istenen işlem ile ilişkili olarak frezeleme yönü (aynı veya karşıt yönlü frezeleme) ve herhangi bir eğim veya helis açısı da dikkate alınmalıdır.

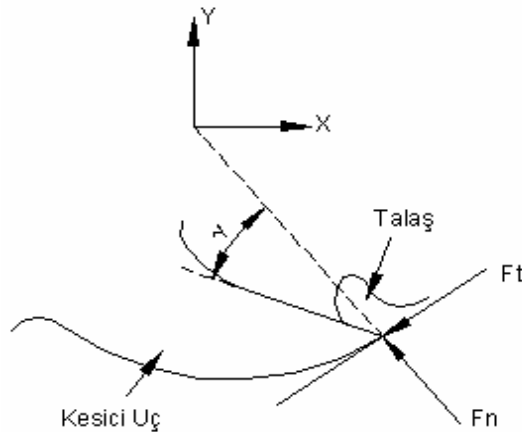


Şekil II.2.1.6. Parmak Freze Yayılı Yükün Etki Etmesi

II.1.4. Parmak Freze Etki Eden Kuvvetler

Günümüze kadar parmak frezeleme ile yüzey işlerken talaş kaldırma esnasında kesici takıma etki eden kuvvetler üzerine birçok araştırmalar yapılmıştır. Talaş kaldırma esnasında kesici takıma üç temel kuvvetin etkilendiği görülmektedir. Bunlar arasında talaş kaldırma esnasında kesici takıma eğim vermeye çalışanlar Şekil II.1.4.1.' de görüldüğü gibi F_n ve F_t kuvvetleridir [37].

Şekil II.1.4.2. 'deki F_n kuvveti kesici takımı işlenen yüzeye dik doğrultuda iş parçasından ayırmaya çalışan kuvvettir. F_t ise işlenen yüzeye paralel doğrultuda teğetsel kuvvet olup kesici takımı kesme yönünün tersine eğmeye çalışan kuvvettir. F_z kuvveti ise kesici takımının helis açısı doğrultusunda etki eden kuvvet olup bu kuvvetin kesici takımın eğilmesine doğrudan bir etkisi yoktur [37].



Şekil II.1.4.1. Kesici Takım Ucuna Etki Eden Kuvvetler

Kulkarni ve diğerkleri yapmış oldukları çalışmada kesici takıma etki eden kuvvetleri şöyle ifade etmişlerdir.

$$F_n = \tau d_s w \frac{\sin(\eta - \gamma)}{\sin \varphi \cos(\varphi + \eta - \gamma)} \quad (\text{II.1})$$

$$F_t = \tau d_s w \frac{\cos(\eta - \gamma)}{\sin \varphi \cos(\varphi + \eta - \gamma)} \quad (\text{II.2})$$

Burada;

τ : iş parçasının kayma gerilmesi,

d_s : talaş kalınlığı,

w : talaş genişliği,

φ : kesme açısı,

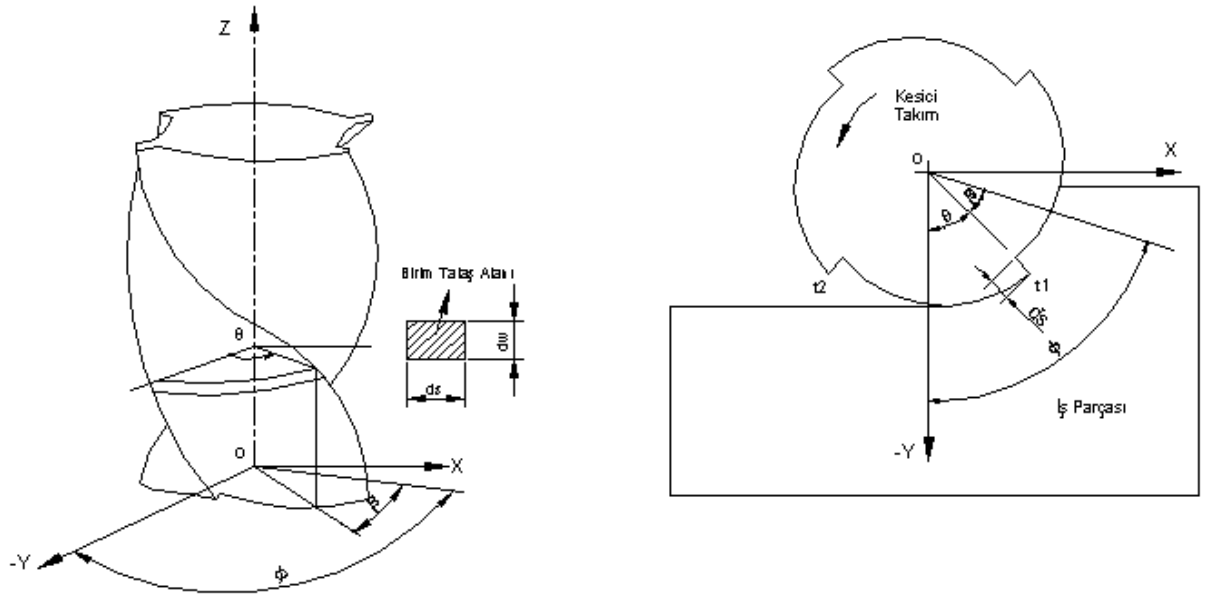
γ : talaş açısı,

η : iş parçası ile kesici takım arasındaki sürtünme açısıdır.

Kesme açısı φ , iş parçasının kesmede akma ve kopma mukavemetlerine talaş açısına bağlı olarak şöyle ifade edilmiştir.

$$\varphi = \frac{1}{2} a \sin [2\tau_y/\tau_u \cos (\pi/4-\gamma/2) \sin (\pi/4+\gamma/2) -\sin\gamma]+\gamma \quad (\text{II.3})$$

Burada, τ_y iş parçasının akma mukavemeti ve τ_u ise iş parçasının kopma mukavemetidir. Kuvvet analizinde önemli olan bir nokta talaş kalınlığı d_s 'nin zamanla değişmesidir. Frezelemede talaş kalınlığı kesici takım dişlerinin açısall konumu ile talaş kalınlığı değişiklik göstermektedir. Bu durum dinamik olarak göz önüne alındığında kesici takımın kesme esnasında titreşim yapacağını göstermektedir. Ayrıca silindirik frezelemede (örneğin vals freze çakısı) yada parmak freze çakısı ile talaş kaldırırken sistemin geometrik yapısına iş parçasının ilerleme miktarına bağlı olarak kesici ucun kesmeye başlayıp bitişine doğru talaş kalınlığında artma söz konusudur. Bu artış, Şekil 2.1.4.2.'deki t_1 dişi iş parçasından kurtulmadan t_2 dişinin devreye girmesi (bu durum helis açısından kaynaklanmaktadır) ile t_1 dişine ait F_{t1} kuvvetinin y doğrultusundaki bileşeni t_2 dişine ait F_{n2} kuvvetinin y doğrultusundaki bileşeni ile zıt yönlü olup F_{n2} kuvvetini F_{t1y} kadar azaltma yapacaktır. Bu durum işlenen yüzeyin kesici takım eksenine olan paralelliğın bozulmasını bir miktar önleyecektir [37].



Şekil II.1.4.2. Parmak Freze ile Talaş Kaldırma İşleminin Geometrik Yapısı

BÖLÜM III

CNC FREZE TEZGAHLARINDA KULLANILAN KARBÜR PARMAK FREZELERİN GEOMETRİLERİNİN İŞLENEBİLİRLİĞE ETKİLERİ

III.1. İşlenebilirlik Ve Etki Eden Faktörler

Tüm İmalat işlemlerinin en önemli aşamalarından biri iş parçasının işlenmesi için uygun imalat yöntem ve araçlarının belirlenmesidir. Bir parçanın imalatı değişik şekillerde gerçekleştirilebilir. Maliyet, çalışma karakteristikleri, malzeme vb. gibi parametreler imalat yönteminin seçimini etkileyen faktörlerdir. Uygun imalat yönteminin seçimi bir parçanın uygun koşullarda üretilmesi demek değildir. Parçanın en uygun koşullarda üretilmesi için uygun imalat yöntemleri ile birlikte uygun işlem parametrelerinin de belirlenmesi gerekir. Bu parametreler, takım tezgahı, iş parçasının tezgaha bağlanma yöntemi, imalat için kullanılacak kesici takımlar (geometri takım malzemesi vb.) ve işlem parametreleri şeklinde sıralanabilir.

İmalat işlemlerindeki başarı, büyük oranda ilerleme hızı, kesme hızı ve kesme derinliği gibi faktörlere bağlı olarak değişir. Kesme derinliği genellikle iş parçası geometrisi ve işlem sırası nedeniyle önceden belirlenir. Bu nedenle işleme parametrelerinin belirlenebilmesindeki problem kesme hızının ve ilerleme hızının belirlenmesine indirgenir. Bütün veriler genel isimlendirme ile işlenebilirlik olarak ele alınmaktadır. İşlenebilirlik evrensel olarak tanımlanmış bir kavram değildir. Genellikle iş parçasının işlenebilme kabiliyeti, bir başka ifade ile iş parçasının kesici takımla şekillendirilmesinin ne kadar kolay veya zor olduğu işlenebilirlik olarak adlandırılır. Bir başka tanıma göre ise işlenebilirlik; bir iş parçasının istenilen ölçü ve yüzey kalitesinin sağlanması koşuluyla minimum zaman ve toplam maliyet ile kesici takımın yenilenmeksizin en fazla miktarda talaş kaldırılmasıdır.

İşlenebilirliğe etki eden bir çok faktör vardır. İşlenebilirlik üzerine etkisi olan en önemli etkenlerden bu iş parçası malzemesidir. İş parçası malzemesinin işlenebilirliği etkileyen en önemli özellikleri; kimyasal bileşimleri, mikro yapısı, mekanik özellikleri (sertlik akma gerilmesi vb.), ısıl işlem, yüzeydeki sert tabakanın kalınlığı vb. dir.

İşleme hızına etki eden tek etkenin sertlik olmadığı görülür. Farklı iş parçaları aynı sertlik değerine sahip olmasına rağmen, bünyelerinde bulunan katkı elementlerindeki farklılıklar nedeniyle farklı kesme hızlarında işlenebilmektedir. İşlenebilirliğe etki eden faktörlerden biri de iş parçasının içerdiği katkı malzemesidir. İşlenebilirliğe olumlu etkide bulunan katkı maddeleri; Pb, S, P, C(%0,3-0,6), olumsuz etki eden katkı maddeleri ise; Mn, Ni, Co, C<0.3, C>0.6, Mo, Nb, W gibi elementlerdir [35]

Ayrıca, iş parçasının çeşitli mekanik özellikleri de işlenebilirliğe etki etmektedir. Bunlar kısaca tablo 3.1.1. 'de özetlenmiştir.

Tablo III.1.1. Malzemelerin İşlenebilirliğe etki eden özellikleri ve etkileri [35].

Malzeme özelliği	İşlenebilirliğe etkisi
Süneklik ↗	↓-
Sertlik ve dayanım ↗	↓-
Isıl iletkenlik ↗	↑+
Deformasyon sertleşmesi ↗	↓-
İşlemeyi kolaylaştıran katkı maddeleri ↗	↑ ↑++

Malzeme iç yapısının işlenebilirliğe etkileri değerlendirildiğinde ferritik yapıya sahip malzemelerin işlenebilirliklerinin yüksek olduğu, sementit yoğunluklu perlitik yapıya sahip bir çeliklerin işlenebilirliklerinin düşük olduğu görülür. Ferritik çelikler genellikle martenzitik çeliklere göre daha iyi bir işlenebilirliğe sahiptirler.

Bir diğer etken kesici takım malzemesidir. Kesici takım üretim teknolojisindeki gelişmelerle birlikte ortaya çıkan modern takım takım malzemeleri ile oldukça yüksek hızlarda talaş kaldırmak mümkündür. Kesici takım malzemesinden beklenen temel özellik, yüksek kesme hızında daha yüksek ilerleme hızlarının sağlanabilmesidir. Bunun sağlanabilmesi için kesici takımın, yüksek aşınma direnci, yüksek tokluk ve yüksek kızıl sertlik değerlerine sahip olması gerekir.

Kesici takım malzemesindeki çeşitliliğe rağmen en çok kullanılan takım malzemeleri HSS ve sinterlenmiş karbürlerdir. Talaşlı imalatın başarısından bahsedilmesi için kesme parametrelerinin (kesme derinliği, kesme hızı ve ilerleme hızı) kesici takım ve iş parçası malzemesi çifti için uygun değerlerde olması sağlanmalıdır. [35]

İşlenebilirlik üzerinde kesici takım malzemesinin, kesici takım geometrisi, kesici kenarın, takım tutucunun, takım ucunun kaplamalı veya kaplamasız oluşunun, takım tezgahı

gücü ve rijitliğinin, gerçekleştirilecek işlemlerin ve işleme koşullarının da etkisi büyüktür. İşlenebilirlik kavramı içerisinde, parça başına maliyet, üretim hızı, belirli bir yüzey kalitesini ve uç mukavemetini sağlayacak takım ömrünün tayini gibi birbirleriyle çelişen önceliklerin varlığı da söz konusudur. Kesme parametreleri, takımın kırılmayacağı bir değerde takım tezgahının karşılayabileceği kadar büyük ve işlemin ekonomik olacağı değerlerde olmalıdır.

III. 2. Deneysel Çalışmada Kullanılan Tezgah, Cihaz Ve Aletler

III. 2. 1. CNC Freze Tezgahı

Tezgah hassasiyetinin sağlanabilmesi için ayrıca CNC tezgahın lineer ölçeğinde sıcaklık ve çevre şartlarından korunması gerekmektedir. Tezgah üzerinde dikkat edilmesi gereken diğer bir etken de tezgah milinin (spindle) yüksek devirlerde dönmesinden kaynaklanan problemlerdir. Devir sayısı 12000 dev/min üzerine çıktığı zaman, tezgah milinde meydana gelecek sürtünmeleri azaltabilmek, hafiflik, dayanıklılığı artırmak, ataleti azaltmak için seramik (Silicon-Nitrit) ve çelik karışımı rulmanlı yataklar kullanılmaya başlanmıştır.

Mevcut CNC tezgahında, High Speed CNC' lere göre ısı yükselmesi ve titreşimleri azdır. Dolayısı ile diğer tezgahlara göre mekanik olarak yapısının farklı olma zorunluluğu yoktur. Çap ve adımdaki farklılık dönme hızı, tork ve eksen motorunun gücü ve bütün bunlar sayesinde tezgah tablasının istenilen ilerleme değerlerinde ilerlemesini ve aksel itme kuvvetini belirler. Dönme sayısının artması daha fazla sürtünme meydana getireceğinden sürtünmeden doğan bir ısı birikimi ortaya çıkar. Oluşan ısı birikimi ise tezgahta istenmeyen bir genişmeye sebep olur. Genleşmeden meydana gelen pozisyonlama hatası ise CNC tezgahlarda istenilmeyen bir durumdur. Bilyalı yataklarda oluşan ısının alınabilmesi için, yeni teknoloji bilyalı yataklara delik delinerek, deliklerin içerisinden Ethylin-Glycol soğutucu maddesi dolaştırılmaktadır. Bu sayede hızlı hareketlerden kaynaklanan ısı alınarak yataklarda oluşabilecek genişme azaltılmaktadır.



Şekil III.2.1. Johnford VMC – 550 Model CNC Freze Tezgahı

Deneylerde kullanılan CNC tezgahı; metrik ve inch birimlerinde ISO format programlamayla üç eksen lineer ve dairesel enterpolasyon yapabilen bir yapıdadır. Kontrol ünitesi FANUC Serisi O-M dir.

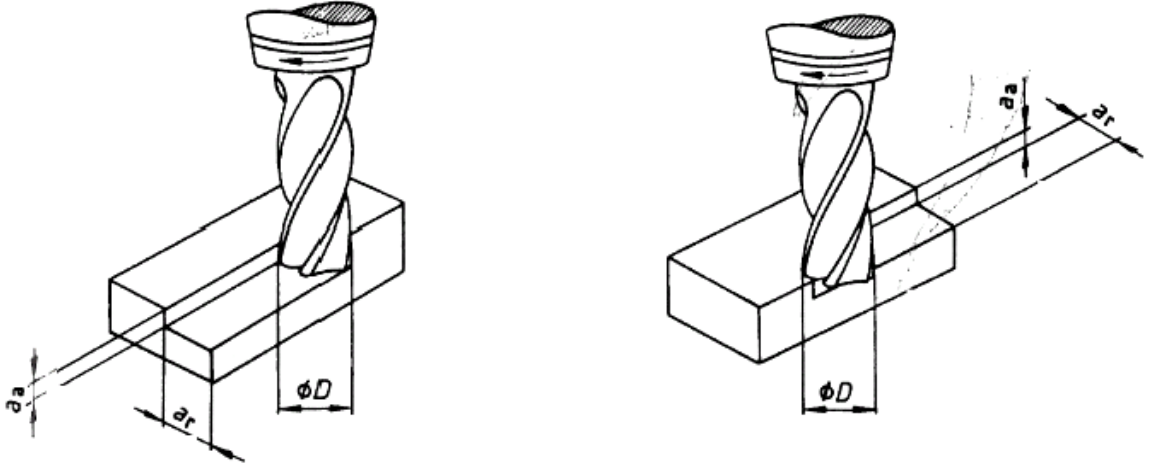
Frezelemede kesme hareketi takımın kendi etrafında dönmesi ile gerçekleştirilir. Genelde frezeleme çevresel ve alın olmak üzere iki gruba ayrılır. Her iki işlemde de talaş kaldırma bakımından önemli olan; paso kalınlığı da denilen talaş kalınlığı ve talaş genişliğidir.

Bununla beraber kesme faktörleri olarak önem taşıyan kesme hızı ve ilerlemedir. Kesme hızı m/min veya dev/min olarak ifade edilir. Frezelemede ilerleme; m/min olarak ilerleme (u), mm/dev olarak bir devreye karşılık gelen takım ilerlemesi (s) ve mm/diş olarak bir dişe karşılık gelen takım ilerlemesi (sz) şeklinde olabilir.

Tablo III. 2. 1.1. CNC Tezgahının Teknik Özellikleri

Model No	VMC – 850 / 550+APC
Tabla çalışma yüzeyi	40" x 20" (1000 x 500 mm)
X,Y,Z hareket sınırı	X : 31.5" (800 mm) Y : 20" (500 mm) Z : 17.7" (450 mm)
İş mili motor gücü	10HP (30 min.) / 7.4 HP(cnot)
Tabla yükleme kapasitesi	1980 Lbs (900kg)
Tezgah zemin alanı	92.5" x 98.4" (2350 x 2500 mm)
Makine ağırlığı	12100 Lbs (5500 kg)

Ayrıca frezeleme karşıt veya aynı yönde de olabilir. Konvansiyonel de denilen karşıt yöntemde frezenin dönme yönü parçanın ilerleme yönüne zıttır; aynı yönlü ilerlemede frezenin dönmesi ve parçanın ilerlemesi aynı yöndedir.



Şekil III.2.1.2. Frezeleme İşlemleri

İşlem yapılabilmesi için gerekli şartlar olan CNC tezgahın mekanik yapısı, CNC kontrol sistemi, CAM sistemi, DNC sistemi ve kullanılacak kesici takımın belirli şartları sağlaması ile gerçekleştirilebilir. Kontrol sisteminin performansı genellikle program datasının bir bloğunu, işleme alabilme yani tezgahta harekete dönüştürme süresi olarak ölçülür. Standart ivmesi $1m/s^2$ bir CNC tezgahta bir satır bloğun işleme alınma süresi 10 milisaniye olduğu zaman 5–10 mikron tolerans bandı içinde kalarak doğru koordinatlarda hareket edebilmesini gerektirir. Ancak yüksek hızda işleme yapabilen yeni nesil CNC

tezgahlarda ivmelenme değerleri 3 veya 4 katına çıkabilmektedir. Bu durumda tezgahın bir satır bloğunu işleme suresi 4 milisaniyeye kadar düşmesi ile aynı toleranslarda parça işlenmesini sağlayabilmesi gerekir.[36]

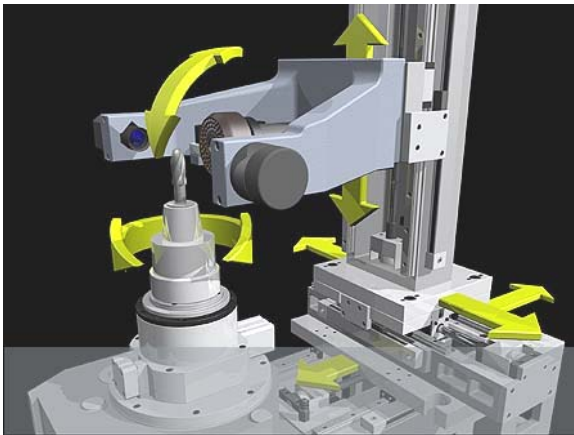
III. 2. 2. Dört Eksenli CNC Kesici Takım lüm Cihazı

Kesici takımların özellikle parmak frezelerin geometrik ölçümlerinin kontrollerini yapmakta kullanılan bu cihazlar, dört eksenli kullanarak hassas bir ölçüm yaparlar.

Dört eksenli CNC kesici takım ölçüm cihazları özellikle temas etmeden hassas bir lme yapmak amacı ile üretilmiştir. Yapı olarak optik kamera, lens ve lazer yardımı ile kesici takım yüzeyine temas etmeden kesici kenar uç yarıçapı ve açılarını otomatik olarak algılar. Bilgisayara yüklü olan özel yazılımı yardımı ile hafızasında bulunan kesici takım tipleri ile kıyaslama yapabilir. Ayrıca lüm sonucunda oluşan verileri bir çıktı olarak alabiliriz.



Şekil III.2.2.1. Dört eksenli CNC kesici takım ölçüm cihazı



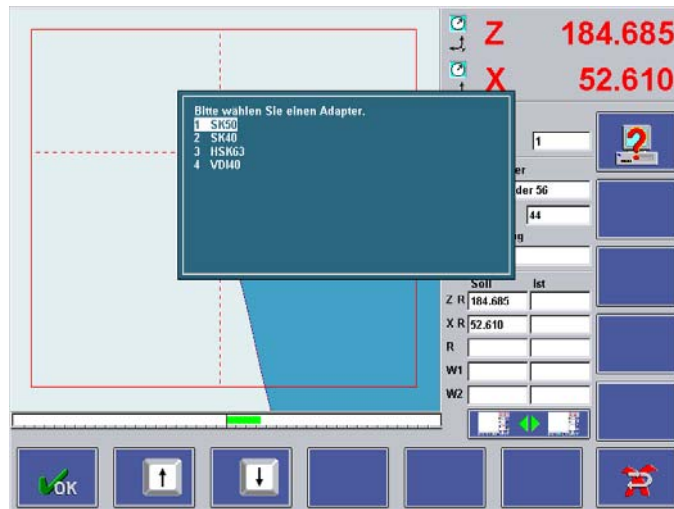
Şekil III.2.2.2. Dört eksenli kesici takım ölçüm cihazı eksen hareketleri

Tablo III. 2.2.1. Dört eksenli kesici takım ölçüm cihazı teknik Özellikleri

Model No	Smile 400
Kesici Takım Bağlama Çapı	320 mm
X,Y,Z hareket sınırı	X : 250 mm
	Y : 250 mm
	Z : 400 mm
Görüntü Hassasiyeti	%0.2 mm
Ölçülendirme Birimleri	İnch-mm
Tezgah Boyutları	1200 x 950 x 550
Makine ağırlığı	80 kg
Pnomatik Basınç	4-6 bar

III.2.2.1. Analiz Programı

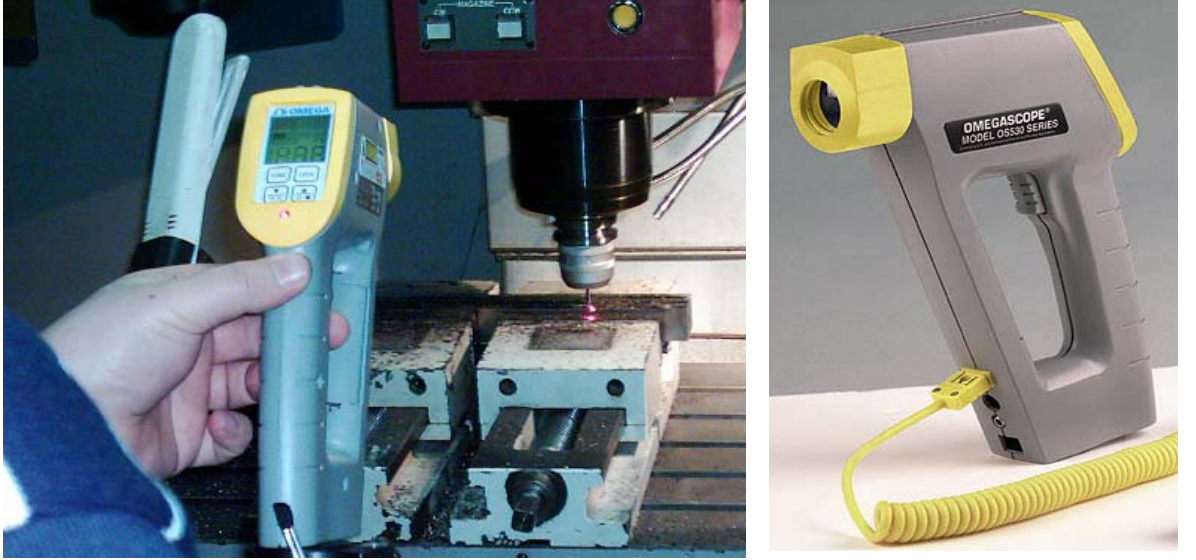
Saturn analiz programı, ölçümü yapılan kesici takımın hem üç boyutlu perspektif olarak hem de iki boyutlu teknik resmini eş zamanlı ve interaktif olarak bilgisayar monitöründe görmemizi sağlamaktadır. Program vasıtasıyla 99 adet ölçü referans noktası alınabilmekte ve 300 adete kadar kesici takım geometrisi kaydedilebilmektedir. Sistem Heidenain kontrol sistemi desteklidir. Ölçüm eklemeli veya mutlak koordinat sistemi kullanılarak yapılabilmektedir. Ölçüm sonuçlarını V 24 data çıkış ara yüzü veya yazıcı yardımıyla alınabilmektedir.



Şekil III.2.2.2.1. Saturn Analiz Programı

III. 2. 3. Infrared Temassız Sıcaklık Ölçer

Üretim, kalite kontrol ve bakım işlemlerinde sıcaklık, kontrol edilmesi gereken önemli bir parametredir. Sıcaklığı kontrol altında tutarak ürün kalitesinin geliştirilmesi, üretimin artırılması ve beklenmedik zamanlarda ani duruşların önlenmesi bunun sonucunda da işletmelerin en uygun şartlarda çalışır halde tutulması mümkündür. Özellikle erişilmesi mümkün olmayan yerlerde, hareket halindeki nesnelerin sıcaklıklarının ölçülmesi ancak temassız olarak mümkün olmaktadır. Temassız sıcaklık ölçümlerinde etkin olan başlıca hususlar : Nesne çevre şartları, lens ve optik sistem, IR detektör, gösterge ve çıkış özellikleridir.



Şekil III.2.3.1. Infrared Teknolojiyi Kullanan Temassız Sıcaklık Ölçer

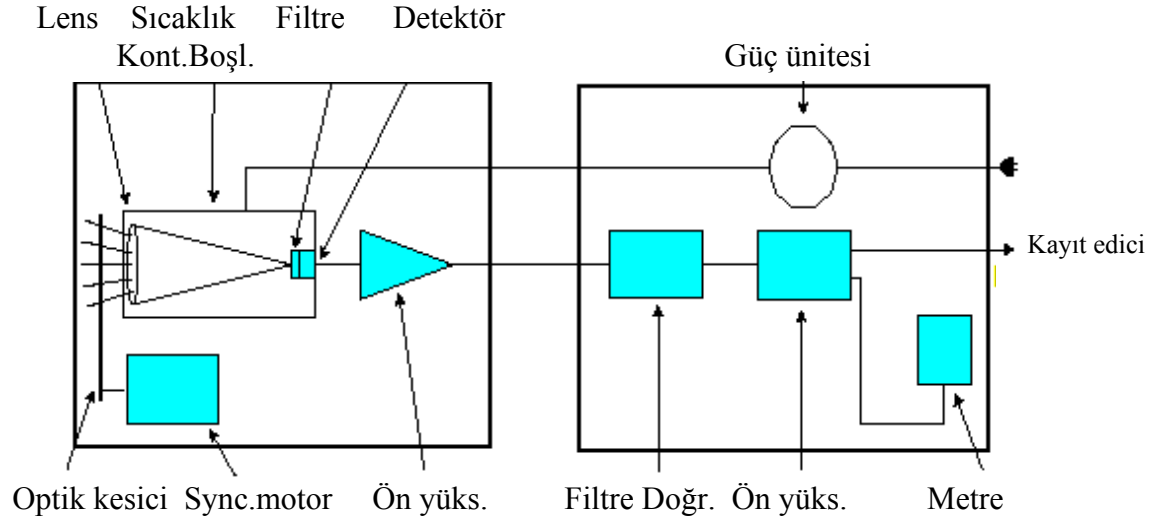
Temassız sıcaklık ölçme cihazlarının avantajları:

- Üretimin artması,
- Bakım giderlerinin azalması,
- Kalitenin geliştirilmesi,
- Ani duruşların ortadan kaldırılması,
- Enerji kayıplarının önlenmesi sayılabilir.

Infrared termometreler, sıcaklığı ölçülen nesne ile temas etmediğinden diğer dokunmalı tip termometrelere oranla birçok avantajlara sahiptirler. Bu avantajlar şunlardır:

- Temassız, temiz ölçüm: Malzemelerin yumuşak, ıslak ve erişilmez olduğu yerlerde kolay ve temiz ölçüm olanağı sağlarlar.

- Küçük, hareketli veya çok sıcak nesnelere: Infrared termometreler sadece nesnelere yayılan enerjiyi algıladıkları için küçük ve harekete halindeki nesnelere sıcaklıklarının ölçülmesinde, dokunmalı termometrelere oranla çok daha kullanışlıdır. Sıcaklığı 3000°C'ye kadar olan nesnelere uzak mesafelerden kolayca ölçülebilmektedir.



Şekil III.2.3.2. Geleneksel Sıcaklığı Uzaktan Ölçen Termometre Yapısı

- Ulaşılması güç nesnelere: Görüş alanında olan ve erişilmesi güç olan nesnelere sıcaklıkları, Infrared termometreler ile çok uzaktan ölçülebilmektedir.
- Emniyet: İnsanların giremediği emniyetsiz ve zor yerlerde Infrared termometreler güvenle çalışabilmektedir.
- Ölçüm hızı: Infrared ölçümler diğer dokunmalı ölçümlerden çok daha hızlıdır. Saniyede birçok okuma yaparlar ve sonuçları hassas olarak verirler. Aynı ölçümleri dokunmalı termometreler ile yapmak uzun zaman alır.
- Tekrarlanabilirlik ve doğruluk: Infrared termometreler sıcaklığı ölçülen nesnelere temas etmediğinden hassasiyetlerinden ve doğruluklarından kaybetmezler. Tekrarlanabilirlikleri yüksektir. Uzun yıllar problemsiz ve hasarsız olarak hizmet verirler. Infrared ölçümler ile üretim prosesini sürekli kontrol altında tutmak, üretim hatalarının azalmasını sağlar ve bunun sonucunda ürün kalitesi artar. Ayrıca olası problemlerin Infrared termometreler ile daha başlangıç aşamasında tesbit etmek beklenmeyen ani duruşları engellediği gibi bakım zamanını ve gerekli malzemelerin daha iyi programlanmasını sağlamaktadır. Bunun sonucunda da bakım masrafları ve

üretim kayıpları önemli ölçüde azalmaktadır. Ayrıca izolasyon hatlarında kullanılan Infrared termometreler enerji kayıplarının azaltılmasında önemli rol oynarlar.

Bu çalışmada kullanılan cihaz, Omega firmasının OS532 model numaralı infrared sıcaklık ölçüm cihazıdır. Ortalama sıcaklık değerleri arasında, analog ve dijital veri çıkışı alabilen, lazer ışınli, sıcaklık değerlerini saklayabilen hafıza sistemli, verileri cihazdan PC'ye aktarabilen bir sistemdir.

Tablo III. 4. 'de cihazın özellikleri verilmiştir.

III. 2. 3. 1. Sıcaklığın Ölçülmesi

Infrared termometrelerin sıcaklık ölçümleri Stefan-Boltzmann Yasası'na dayanır.

$$l = \varepsilon\sigma(T^4 - T_a^4) \quad (III.1)$$

l: ışınım gücü [watt / m²]

e : emissivity (

σ : 5.6703×10^8 watt/m² x K⁴ (Stefan sabiti)

T : cismin sıcaklığı [K]

T_a: çevre sıcaklığı [K]

Tablo III.4. Sıcaklık Ölçüm Cihazının Özellikleri

Model no	OMEGA OS532
Hassasiyet	±1% rdg
Aralık	-18 - 538°C veya 0 - 1000°F
Emissivity (Yayılm gücü)	Ayarlanabilir
Spot oranına uzaklık	10:1
Sıcaklık farkını gösterebilme	Var
Min/Max sıcaklık gösterebilme	Var
Ortalama sıcaklık gösterebilme	Var
Min/Max sıcaklık ayarlanabilme	Var
Analog çıkış	1 mV/deg
RS-232 çıkışı	Yok
Thermocouple girişi	Var
Lazer tipi	Nokta/çember

İdeal bir siyah cismin birim yüzeyinden birim zamanda yayılan enerji miktarı, siyah cismin mutlak sıcaklığının dördüncü kuvveti ile orantılıdır. R yarıçapındaki, L ışınım gücündeki bir cismin minimum sıcaklığı yani kara cisim sıcaklığı T_{bb}

$$L = 4\pi R^2 \sigma T_{bb}^4 \quad (III.2)$$

L : ışınlm gücü

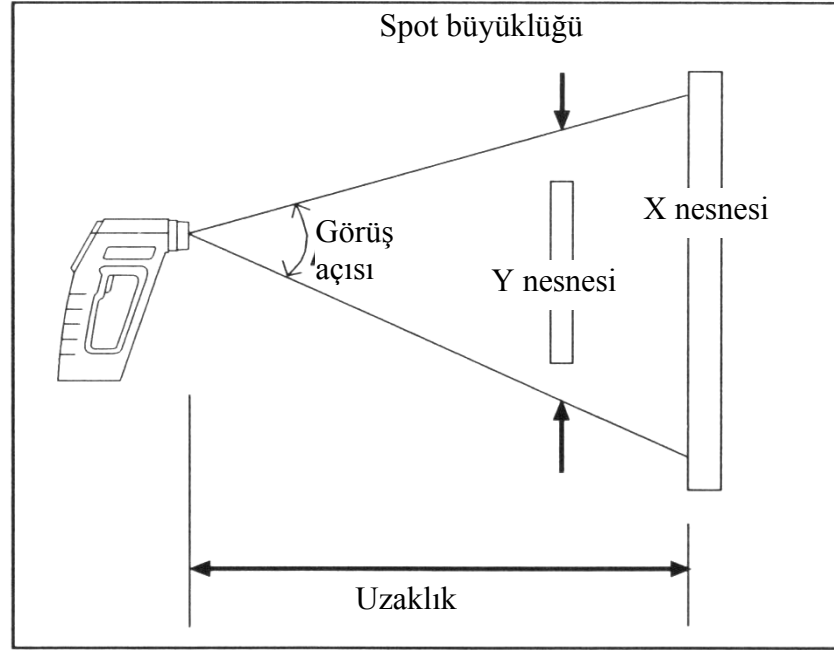
R : yarıçap

T_{bb} : kara cisim sıcaklığı

σ : Stefan-Boltzmann sabiti

ile verilir.

Her optik cihazın bir görüş açısı vardır. Sıcaklık ölçülmeden önce kullanıcı, cisme uygun uzaklıkta bulunduğunu kontrol etmelidir. Görüş açısı, cihazın üstündeki V şeklindeki çıkıntıdan veya lazer çember şeklini gösterirken ayarlanabilir. Eğer ölçülecek cismin önünde başka bir engel varsa bu çekilmelidir. Şekil III.8.'de X nesnesin sıcaklığını ölçmek için Y nesnesi kaldırılmalı, Y nesnesinin sıcaklık ölçümü için de termometre daha yakına getirilmelidir.



Şekil III.8. Termometrenin Görüş Açısı

III. 2. 3. 2. Isı Transferi

Bütün cisimler ışınlm yayar ve ışınlm alır. Hayatımızın bütün anlarında bu ısıya maruz kalırız. Isı transferi, cismin sıcak olması daha fazla enerjiyi dışarıya vermesi anlamına gelir. Çevresinden daha sıcak olan bir cisim aldığından daha fazla enerjiyi dışarıya

verir. Eğer bünyesel olarak ısı (enerji) kaynağı mevcut değilse o cisim soğumaya başlar.
[36]

III. 2. 3. 3. Enerji Transferi

Enerji üç şekilde transfer edilir:

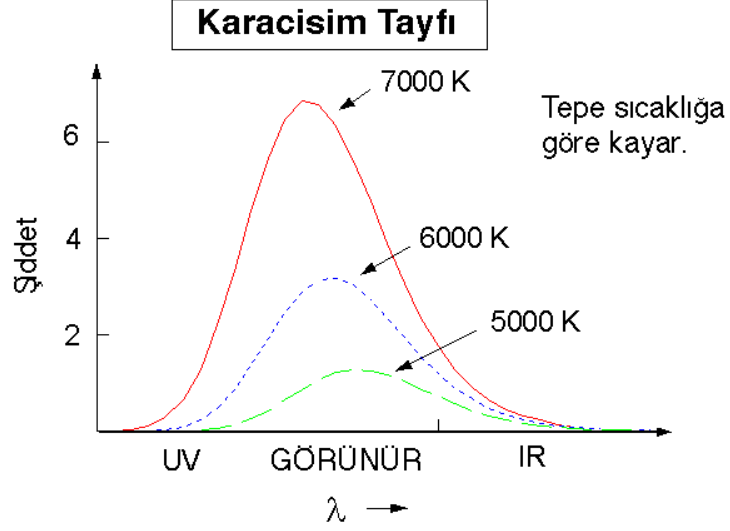
- **İletim:** Parçacıklar enerjilerini komşularıyla paylaşırlar.
- **Konveksiyon:** Parçacıkların kütleel hareketleridir (türbülans).
- **Işınım:** Enerjinin fotonlarla taşınmasıdır.

III. 2. 3. 4. Cisimlerin İç Enerjileri

Bütün cisimler iç enerjilere sahiptirler ve bunlar parçacıkların mikroskobik hareketleri ile kontrol edilirler. Bu hareketler tarafından kontrol edilen **sürekli** enerji düzeyleri vardır. Eğer bir cisim ısısal denge halinde ise bu cisim tek bir büyüklük ile temsil edilebilir, bu büyüklük ise sıcaklıktır.

III. 2. 3. 5. Cisimlerden Yayınlanan Işınım ve Karacisim

Isısal dengede bulunan bir cisim tüm dalga boylarında enerji yayar. Sonuçta sürekli bir tayf ortaya çıkar. Buna **ısısal ışınım** adı verilir. Siyah bir cisim yada karacisim bütün dalga boylarında üzerine düşen ışınımı soğurur. Bu karacisim ayrıca ısısal ışınım yayar (fotonlarla, ocaktan yeni çıkmış kor halindeki demir gibi). Yayınlanan enerji miktarı (birim alan başına) sadece karacisimin sıcaklığına bağlıdır. 1900 yıllarında Max Planck karacisimden gelen ışığın özelliğini belirlemiştir. Plank Yasası, farklı sıcaklıklardaki bir karacisimin ışınımı hesaplamak için kullanılan bir denklemdir.



Şekil III. 9 Karacisim Tayfı [24]

Karacisimin Özellikleri:

- Sıcaklık arttıkça karacisimden yayılan enerjinin maksimumu daha kısa dalgalınlara doğru kayar (Wien Yasası).
- Karacisimin daha sıcak olması, bütün dalga boylarında birim alanda daha fazla enerjinin salınması anlamına gelir.
- Daha büyük cisimler daha fazla ışınlım yayarlar. [24]

III. 2.4. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Aleti

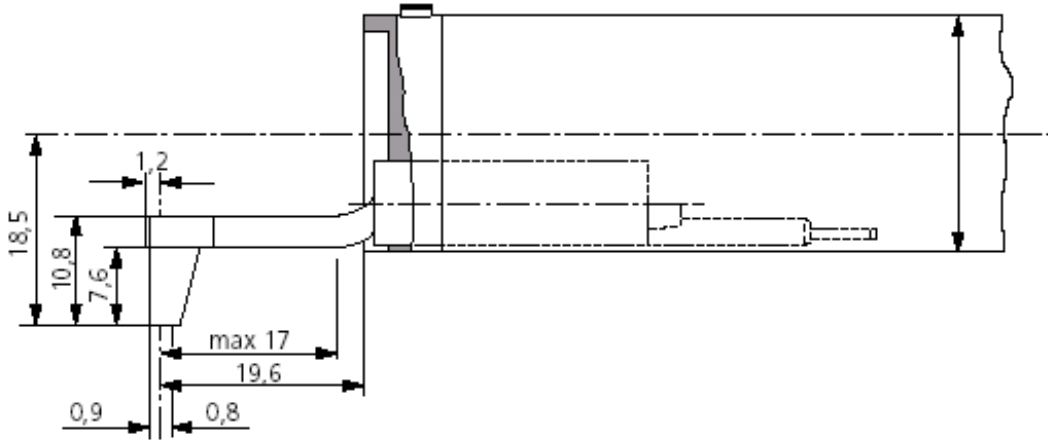
III.2.4.1 Çalışmada Kullanılan Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Aleti

Yoklayıcı uçla yüzey pürüzlülüğü ölçen aletler yüzey pürüzlülüğünü, uygun görülen uzunluk ve çevrelerde ölçer veya kontrol eder. Bu aletlerde yoklayıcı uç, yüzey üzerinde gezdirilirken girinti ve çıkıntılara girip çıkmaktadır. Bu hareket, manyetik bir bobin veya kristalde, elektrik akımına dönüştürülür. Bu elektrik akımı da ilgili ünitelerde büyütülerek bir ibre yardımıyla veya dijital olarak görünür, istenirse yazıcı bir uçla grafik olarak kâğıt şeritlere çizilebilir. Bu cihazın kol olarak belirtilmiş parçasının ucundaki kafaya bağlı kızak, belirli yönlerde hareketi sırasında hem kola desteklik yapar hem de yoklayıcı ucu korur. Yoklayıcı uç hareketi, profilin ölçülme geometrisinin perspektif görünüşünde daha iyi görünmektedir.



Şekil III.10.a Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Aleti

Yapılan çalışmada Mahr firmasının Perthometer M1 tipi yüzey pürüzlülüğü ölçüm aleti kullanılmıştır.



Şekil III.10.b Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Aletinin Ölçüleri

III. 2.5. Deneysel Çalışmada Kullanılan Malzemeler Ve Özellikleri

Deneysel çalışmada işlenmesi çok zor olan aşağıda tablolarda diğer özellikleri verilen DIN 1.2344 Sıcak İş Çeliği ve DIN 1.2080 Soğuk İş Çeliği kullanılmıştır.

III.2.5.3.1. Sıcak İş Takım Çeliklerinin Özellikleri

Sıcak İş Takım Çelikleri demir, demir dışı metaller ve alaşımlarının şekillendirilmesi için kullanılır. Şekil verilecek olan malzeme yüksek sıcaklığa ısıtılır ve yüksek basınç uygulanarak şekillendirilir. Diğer taraftan metal daha yüksek sıcaklıklara ısıtılıp ergime sıcaklığına getirilerek, şekle göre hazırlanmış bir kalıba da dökülebilir.

Sıcak iş takım çelikleri aşağıdaki amaçlar için kullanılabilir.

- Pres döküm tezgahları
- Kalıplar
- Metal kamaraları ve presleme silindirleri
- Çıkarma parçaları, maçaları, iticiler vs.

Hafif ve ağır metallerin basınçlı döküm takımlarında;

- Kalıp ve boru presleri
- Pres mandrelleri
- Zımbalar ve kafalar

Hafif ve ağır metallerin ve çelik alaşımlarının işlenmesinde;

- Profil pres takımları
- Hafif metal işleme için
- Dövme kalıpları
- Kalıp gövdelerinde
- Kalıp yardımcı parçalarında

Demir ve çelik alaşımlarının işlenmesinde;

- Sıcak kesme çapak alma takımlarında
- Delici zımbalar ve kalıplar
- Çelik çekme boru üretiminde

Yüksek sıcaklıkta iletkenliği sertliğine ve aşınmaya dayanımını yitirmeyen tokluğu yüksek olan bir çeliktir. Isıl iletkenliği iyidir ve yüzeysel çatlamalara dayanıklıdır. Bir dereceye kadar su ile soğutulabilir. Mükemmel bir talaş kaldırma özelliği vardır.

1.2344: Çok yüksek ısı kararlılığı olan bir çelik. Yüksek sıcaklıklarda bile aşınma dayanımını yitirmez. Homojen bir iç yapıya sahiptir. Hafif metallerin enjeksiyon kalıplarında, sıcak kesme bıçaklarında, aşındırıcı plastiklerin kalıplarında kullanılır.

TabloIII.5. DIN 1.2344 Sıcak İş Çeliği Özellikleri

DIN Normu	1.2344 X 40 CrMoV51							
BS Normu	BH 13							
AFNOR Normu	Z40CDV5							
UNI Normu	X40 CrMoV5				F5318			
AISI Normu	~H11 H13							
JIS Normu	SKD61							
GOST Normu	4Ch5MF1S							
Yumuşatma Tavlı Derecesi	750-800							
Gerilim Alma Derecesi	600-650							
Sertleştirme Derecesi	1020-1080							
Menevişlemeden Sonra Elde Edilen sertlik	400	500	600	700				
	53	54	48	30				
Alaşım Elementleri	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	W
	0.39	1.00	0.40	5.10	1.30	-	1.00	-

III.2.5.3.2. Soğuk İş Takım Çeliklerinin Özellikleri

Soğuk iş takım çelikleri aşağıdaki amaçlar için kullanılabilir.

- Kesme Takımları
- Sütunlu veya yassı kesme tezgahları
- Kazıma bıçakları
- Hassas delme takımları
- Kağıt ve plastik bıçakları
- Delme zımbaları
- Çekme takımları
- Derin çekme takımları (saç şekillendirme)
- Tel çubuk boru çekme takımları
- Kabartma takımları
- Talaşlı imalat takımları (demir veya dışı metallerin işlenmesi için)
- Dişli takımları

1.2080: Yüksek aşınma dayanıma sahiptir. Isıl işlem nedeniyle boyutsal değişime en az uğrayan çeliklerdendir. Basınca dayanımı yüksektir. 4 mm kalınlığa kadar saçların kesme kalıplarında, ahşap işleme takımlarında, çekme gerilme azlığı ve gevrek olması nedeniyle kullanımı gittikçe azalan bir çeliktir.

TabloIII.6. DIN 1.2080 Soğuk İş Çeliği Özellikleri

DIN Normu	1.2080 X 210Cr12							
BS Normu	BD3							
AFNOR Normu	Z 200 C12							
UNI Normu	X 205 Cr 12 F 5212							
AISI Normu	~D3							
JIS Normu	~SKD1							
GOST Normu	~Ch 12							
Yumuşatma Tavlı Derecesi	800-850							
Gerilim Alma Derecesi	650							
Sertleştirme Derecesi	940-970							
Menevişlemeden Sonra Elde Edilen sertlik	100	200	300	400				
	64	62	59	57				
Alaşım Elementleri	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	W
	2.00	0.20	0.30	11.5	-	-	-	-

III. 3. Deneysel Çalışmalarda İşlemler

50X35X400 ölçülerindeki sıcak iş çeliği ve soğuk iş çeliği malzemeler üzerinden çeşitli geometrik ölçülerdeki freze çakıları ile sabit kesme hızında talaş kaldırma deneyleri yapılmıştır. Bu esnada Kesici takım ve iş parçası arasındaki bölge sıcaklığı temassız sıcaklık ölçüm cihazı ile ölçülmüştür. Kesici takım üzerindeki serbest yüzey aşınmaları her 1200 mm de bir optik ölçüm cihazı ile kontrol edilmiştir. Talaş kaldırılmış yüzeylerin yüzey pürüzlülük her değerleri 400 mm de ölçülmüştür.

III. 3. 1. İş Parçasının Yerleştirilmesi

Genel bir uygulama olarak iş parçası işleme esnasında hareket etmeyecek şekilde pozitif olarak yerleştirilmiştir.



Şekil III.12 İş Parçasının Yerleştirilmesi

III. 3. 2. Kesici Takımın Seçilmesi

Malzemelerin şekillendirilmesinde yaygın olarak kullanılan kesici takımlarda en önemli husus, işlemin mümkün olan en düşük maliyetle, gerekli kalite beklentilerine en uygun şekilde gerçekleştirilmesidir. Bunu gerçekleştirebilmek için ise işlenecek malzemenin özelliklerine ve kesme hızına bağlı olarak, kesici takım malzemesi doğru seçilmelidir. Kesici takım malzemeleri kısaca üç ana grupta toplanabilir: Metal esaslı, karbür esaslı ve seramik esaslı malzemeler. Aynı zamanda bu sıralama kesici takım malzemelerinin tarihsel gelişimini de göstermektedir. Metal esaslı takımlar, maliyeti düşük fakat daha düşük sıcaklıklarda ve hızlarda kullanılmaktadır. Karbür esaslı takımlar, yüksek kıvılcık sertlikleri ve yüksek kesme hızları ile karakterize edilmektedir. Seramik malzemeler ise tokluk dezavantajlarına ve maliyetlerine karşın yüksek sıcaklıklardaki mekanik ve kimyasal kararlılıkları sayesinde iş parçası ile takım malzemesi arasındaki etkileşimi minimize etmektedir [35].

Takım seçerken, takım ömrüne etki eden birçok etken vardır:

1. Prosesin doğruluğu
2. Malzemeye göre uygun takım seçilmesi
3. Doğru oranda soğutma suyu veya yağı kullanmak (Suyun debisi , basıncı , Yağ oranı gibi)
4. CNC tezgahının seçimi (Tezgahın gücü , maksimum devri ve rijitliği)
5. CNC tezgahında kullanılan fikstürün parçayı rijit sıkması (doğru sıkması)
6. Takımın malzemeye göre kaplamalı olması (kaplama cinsi, kalınlığı)
7. Takımın kesme açıları (Takımın talaşı uzaklaştırma olayı , aynı zamanda ısıyı uzaklaştırma olayı da önemlidir)

8. Takıma verilen devir ve ilerleme, kesme hızı

9. Takıma kullanılan tutucu (Shrink ve hidrolik tutucular iyi sonuçlar vermektedir.)

Yapılan çalışmada kesici takımlar OPAŞ SMT firmasından temin edilmiştir.

III. 3. 3. Sıcaklığın Ölçülmesi

Bu çalışmada Omega firmasının OS532 model numaralı infrared sıcaklık ölçüm cihazı kullanılmıştır. Cihazın görüş açısı, malzeme ile takımı kapsayacak biçimde lazerle ayarlanıp sabitlenmiş, toplanan anlık değerler RS232 tipi kablo vasıtasıyla bilgisayara aktarılmıştır.



Şekil III. 13 Malzeme İşlenirken Yapılan Sıcaklık Ölçümü

BÖLÜM IV.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çeşitli kaplamalı ve kaplamasız parmak freze kesicilerinin her biri ayrı ayrı tablolarda belirtilen talaş derinliklerinde, paso sayılarında, kesme hızları ve ilerleme hızlarında standart testlere tabi tutulmuşlardır. Talaş kaldırma esnasında takım ve iş parçasına ait yüzey pürüzlülüğü, sıcaklık ve aşınma değerleri ölçülmüş, soğutma sıvısı veya hava kullanılmamıştır.

Her bir paso talaş kaldırma işleminden sonra kesici takımın serbest yüzeyinde meydana gelen aşınma şerit genişlikleri optik mikroskop ile gözlemlenerek ölçülmüştür. İşlenen parçanın yüzey pürüzlülük değerleri de ölçülerek kesici takımın aşınması gözlemlenmiştir.

Bazı kesici takımlar bir adet olduğu için ikinci kez talaş derinliği değiştirilerek kullanıldığından aşınma şerit genişlikleri tablolarda ve grafiklerde daha büyük görülmektedir. Hiç kullanılmamış takım denenmiş olsa idi daha gerçek değerler elde edilebilirdi.

TabloIV.1Ölçülen Aşınma Değerleri

ÖLÇÜLEN AŞINMA DEĞERLERİ				ÖLÇÜLEN AŞINMA DEĞERLERİ			
Paso Boyu (mm)	Paso Sayısı	Paso Derinliği (mm)	Bant Genişliği (mm)	Paso Boyu (mm)	Paso Sayısı	Paso Derinliği (mm)	Bant Genişliği (mm)
400	1	0.5	0.01	400	1	0.5	0.01
	2		0.01		2		0.02
	3		0.02		3		0.04
	4		0.02		4		0.07
	5		0.03		5		0.09
	6		0.05		6		0.11

TabloIV.2 Kaplamalı Kesici Takım Özellikleri

KESİCİ TAKIM ÖZELLİKLERİ					KESİCİ TAKIM ÖZELLİKLERİ				
Standardı	DIN 6527 TİP N				Standardı	DIN 6527 TİP N			
Çap	12 mm				Çap	12 mm			
Tipi	N				Tipi	N			
İşlenen Malz.	DIN 1.2344				İşlenen Malz.	DIN 1.2344			
Kesme Yönü	Sağ				Kesme Yönü	Sağ			
Sap Şekli	HA				Sap Şekli	HA			
Malzemesi	K20 (AlTiN kaplama)				Malzemesi	K20(TiCN Kaplama)			
Özel Bilgiler	Dış Çap	12	Helis Açısı	30	Özel Bilgiler	Dış Çap	12	Helis Açısı	30
	Ağız Sayısı	3	Tam Boy	83		Ağız Sayısı	3	Tam Boy	83

Çap 12 mm AlTiN ve TiCN kaplamalı parmak frezeleri bir kısım aşınma bant genişlikleri açısından karşılaştırdığımızda AlTiN kaplamalı parmak frezelerde aşınmanın daha düşük değerlerde ve daha geç meydana geldiği gözlenmiştir. Aynı karşılaştırmayı diğer çaplardaki frezeler için yapılan deneylerdeki verileri dikkate alarak yaptığımızda aynı değerlendirmeyi yapabiliyoruz. Takımın daha uzun süreli ve daha yüksek kesme parametrelerindeki (Kesme hızı, devir sayısı, ilerleme, talaş derinliği v.b.) durumunu görmek için aşırı yüklenmeler yapılarak talaş kaldırılmıştır. Kaplamalı parmak frezelerin özellikle AlTiN kaplamalı olanı aşınmaya karşı daha dirençli olduğu görülmüştür.

Yüzey pürüzlülük değerleri olumlu neticeler vermiş ve özellikle kalıp imalatında kullanıldığında bazı parçaların tekrar talaşlı imalata gerek kalmaksızın elde edilmesini sağlayabilir. Kaplamasız, AlTiN ve TiCN kaplamalı parmak frezeleri karşılaştırdığımızda yüzey pürüzlülüğü açısından aralarında çok fark olmamakla birlikte en düşük yüzey pürüzlülüğü değeri AlTiN kaplamalı kesici takımlarda elde edilmiştir. Kaplamasız ve TiCN kaplamalı parmak frezelerin yüzey pürüzlülük değerleri oldukça yakındır.

Özellikle Kaplamasız takımlarda soğutma sıvısı ve hava kullanılmadığı halde ancak 5. pasodan sonra talaşların renk değiştirdiği gözlenmiştir. Talaşlar virgül şeklinde kolay uzaklaştırılabilir. Soğutma yapıldığı takdirde çok daha olumlu neticeler alınabilir.

TabloIV.3 Kaplamasız Kesici Takım Özellikleri ve Aşınma Değerleri

KESİCİ TAKIM ÖZELLİKLERİ				
Standartı	DIN 6527 TİP N			
Çap	12 mm			
Tipi	N			
İşlenen Malz.	DIN 1.2344			
Kesme Yönü	Sağ			
Sap Şekli	HA			
Malzemesi	K20 (Kaplamasız)			
Özel Bilgiler	Dış Çap	4	Helis Açısı	30
	Ağız Sayısı	2	Tam Boy	54

ÖLÇÜLEN AŞINMA DEĞERLERİ			
Paso Boyu (mm)	Paso Sayısı	Paso Derinliği (mm)	Bant Genişliği (mm)
400	1	0.5	0.06
	2		0.07
	3		0.09
	4		0.17
	5		0.18
	6		0.21

Ekte sunulan yapılan deney neticelerini değerlendirdiğimizde, kaplamasız parmak frezelerin aşınma testleri neticelerinden aşınma şerit genişliklerinin standartlar altında olduğu görülmektedir. Laboratuvarımızda yaptığımız deneyler haricinde de aynı kesicileri başka işlerin imalatında da kullandığımızda herhangi bir problemle karşılaşmamıştır.

İşlenebilirlik verilerinin operatör inisiyatifiyle veya sezgileriyle belirlenmesindeki en büyük problem, kullanılan parametrelerin işleme ekonomisi açısından çoğunlukla yetersiz kalışıdır.

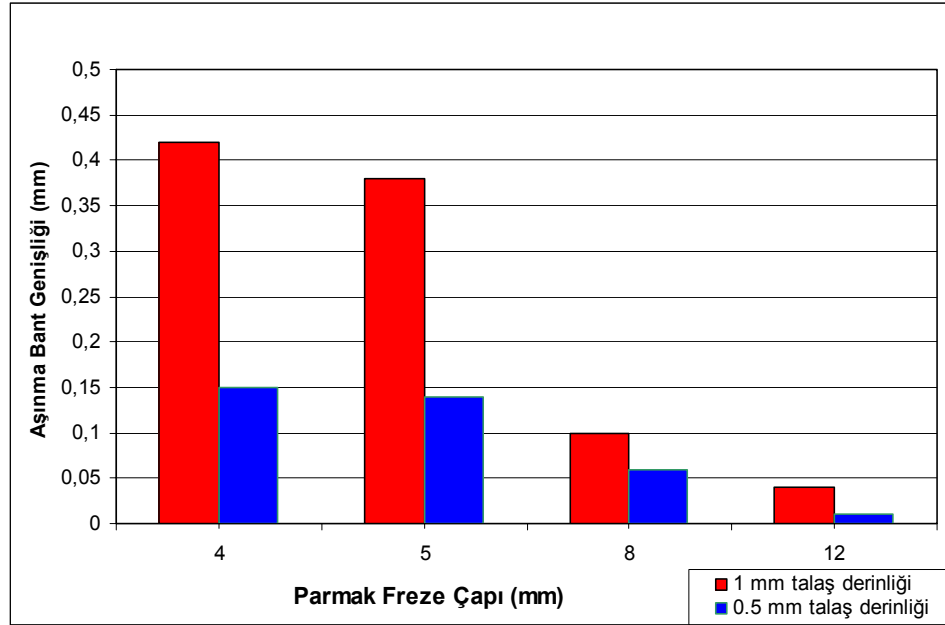
Günümüz teknolojisinde işlenebilirlik verilerinin kolay, doğru ve güvenilir bir şekilde tespit edilmesi için büyük ölçüde bilgisayarlardan yararlanılmaktadır. Bilgisayar yazılımlarıyla işlenebilirlik verileri arasında iyi bir organizasyon yapmak mümkündür ve bu yazılımlara işlenebilirlik veri tabanı yazılımları denir.

Talaş kaldırma esnasında takım ve iş parçasına ait titreşim, sıcaklık ve kuvvet değerleri ölçülmüş, soğutma sıvısı veya hava kullanılmamıştır.

Soğutma sıvısı ve hava kullanılmadığı halde ancak 5. pasodan sonra talaşların renk değiştirdiği gözlenmiştir. Soğutma yapıldığı takdirde çok daha olumlu neticeler alınabilir.

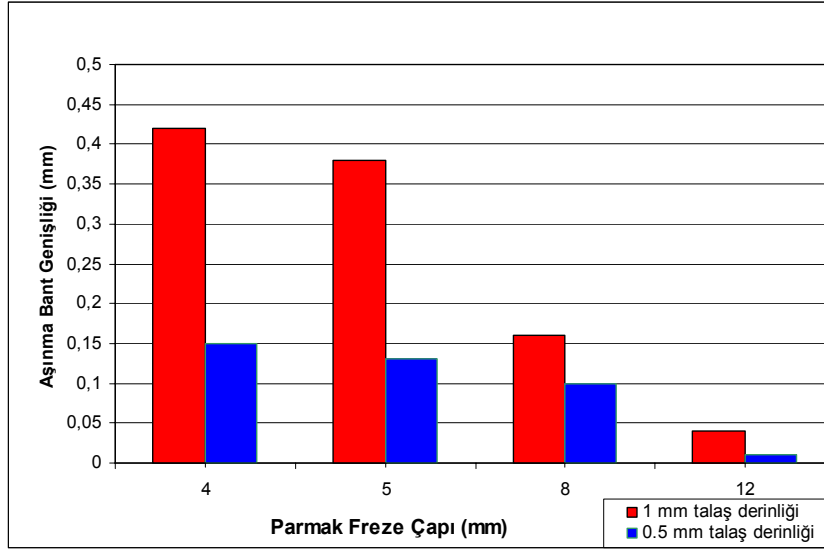
Aşınma şerit genişlikleri standartlar altında kalmıştır. Kesici takım aşınması elde edebilmek için kesici takımlara daha yüksek talaş derinliği ve ilerlemelerde uygulamalar yapılmıştır.

Kaplamasız Karbür Parmak Freze kesici takımları ile 1.2080 Soğuk iş çeliği malzemelerin işlenmesi incelendiğinde talaş derinliğinin artması ile aşınmanın arttığı kesici takım çapı büyüdüğünde aşınmanın azaldığı görülmektedir.



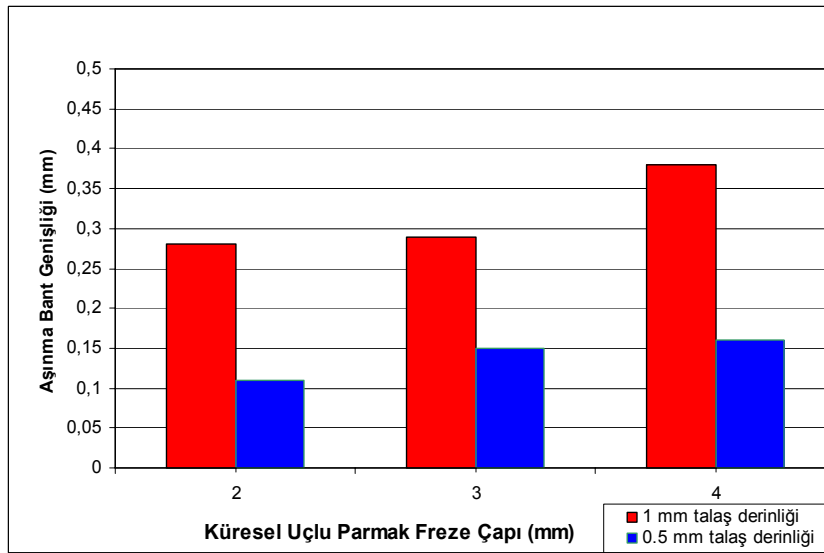
Şekil IV.1 DIN 1.2080 Malzemesinin Kaplamasız Parmak Freze İle İşlenmesinde Freze Çapına Göre Aşınma Değerleri

Kaplamasız Karbür Parmak Freze kesici takımları ile DIN 1.2344 Sıcak iş çeliği malzemesinin işlenmesi incelendiğinde talaş derinliğinin artması ile aşınmanın arttığı, kesici takım çapının arttığında ise aşınmanın azaldığı gözlenmiştir.

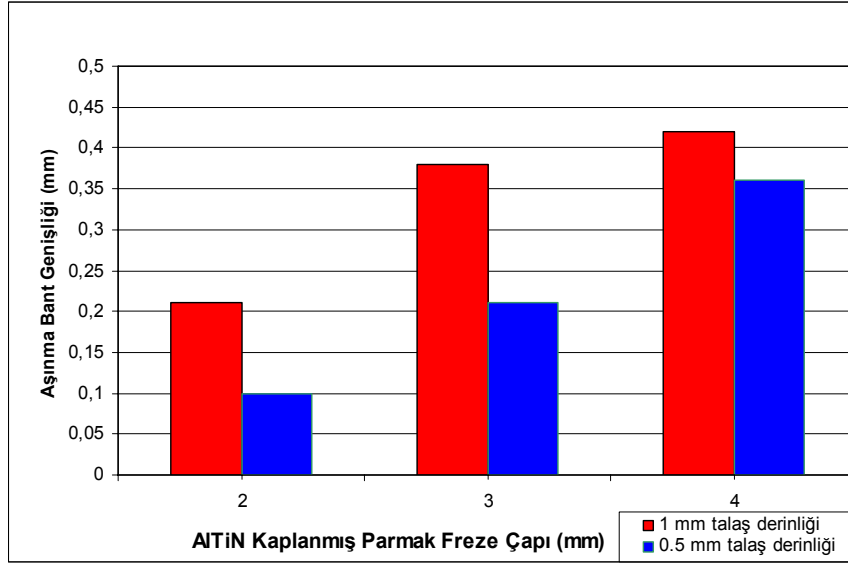


Şekil IV.2 DIN 1.2344 Malzemesinin Kaplamasız Parmak Freze İle İşlenmesinde Freze Çapına Göre Aşınma Değerleri

Küresel Uçlu Parmak Frezelerde yapılan işlemlerde talaş derinliği ve çapının artmasıyla orantılı olarak aşınmanın arttığı gözlenmiştir.

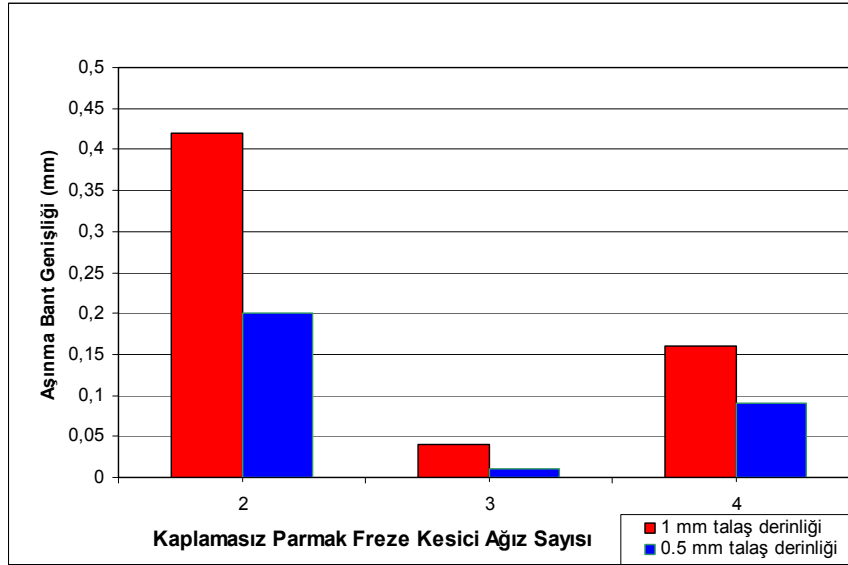


Şekil IV.3 DIN 1.2344 Malzemesinin Kaplamasız Küresel Uçlu Parmak Freze İle İşlenmesinde Freze Çapına Göre Aşınma Değerleri



Şekil IV.4 DIN 1.2080 Malzemesinin AlTiN Kaplı Parmak Freze İle İşlenmesinde Freze Çapına Göre Aşınma Değerleri

Ağız Sayılarının etkilerine bakıldığında aşınmanın ağız sayısı ile değişimini belirleyebilecek sayıda deney yapılamadığı için çok sağlıklı neticeler elde edilememiştir



Şekil IV.5. DIN 1.2080 Malzemesinin Kaplamasız Parmak Freze İle İşlenmesinde Kesici Ağız Sayısına Göre Aşınma Değerleri

Klasik üretim sistemlerinin yoğun olarak kullanıldığı endüstrilerde işlenebilirlik verilerinin belirlenmesinde en çok tercih edilen sistem operatörün deneyimleridir. Sistematik olmayan bir operatörden diğerine değişebilen ve bilimsel temellerden uzak olan bu yöntemi tercihe zorlayan en önemli faktör, kullanıma hazır işlenebilirlik verilerinin eksikliğidir.

KAYNAKLAR

- [1] Feng, H.Y.; Azeem, A.; Wang, L.: “Simplified and Efficient Calibration of a Mechanistic Cutting Force Model for Ball-End Milling”, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 17 (2002) 25-35.
- [2] Soo, S.L.; Aspinwall, D.K.; Dewes, R.C.: “3D FE Modelling of the Cutting of Inconel 718”, *J. of Materials Processing Technology*, 150 (2004) 116-123.
- [3] Toh, C.K.: “A Study of The Effects of Cutter Path Strategies and Orientations in Milling”, *J. of Materials Processing Technology*, 152 (2004) 346-356.
- [4] Elbestawi, M.A.; İmani, B.M.; Sadeghi, M.H.: “An Improved Process Simulation System for Ball-End Milling of Sculptured Surfaces”, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 38 (1998) 1089-1107.
- [5] Abou-El-Hossein, K.A.; Yahya, Z.: “High Speed End-Milling of AISI 304 Stainles Steels Using New Geometrical Developed Carbide Inserts”, *J. of Materials Processing Technology*, 162-163 (2005) 596-602.
- [6] Elbestawi, M.A.; Bezce, C.E.: “A Chip Formation Based Analytic Force Model for Oblique Cutting”, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 42 (2002) 529-538.
- [7] El Baradie, M.A.; Alauddin M.: “Tool Life Model for End Milling Steel (190 BHN)”, *J. of Materials Processing Technology*, 68 (1997) 50-59.
- [8] Lai, W.H.: “Modeling of Cutting Forces in End Milling Operations”, *Tamkang Journal of Science and Engineering*, 3 (2000) 15-22.
- [9] Geddam, A.; Law, K.M.Y.: “Error compensation in the end Milling of Pockets: a methodology”, *J. of Materials Processing Technology*, 139 (2003) 21-27.
- [10] Gradisek, J.; Kalveram, M.; Weinert, K.: “Mechanistic Identification of Spesific Force Coefficients for a General End Mill”, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 44 (2004) 401-414.

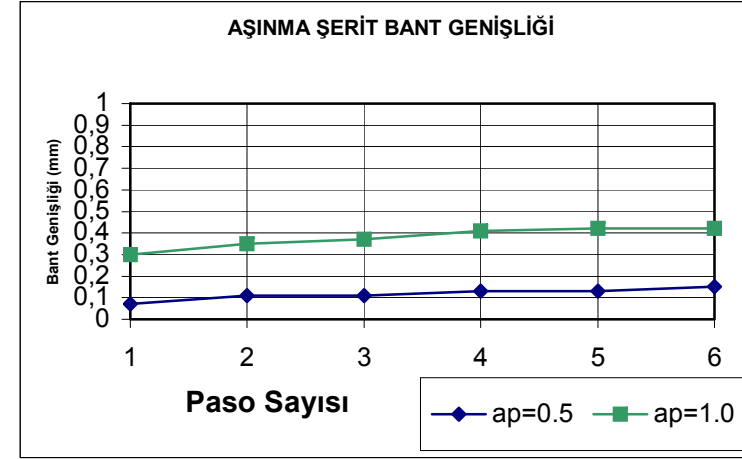
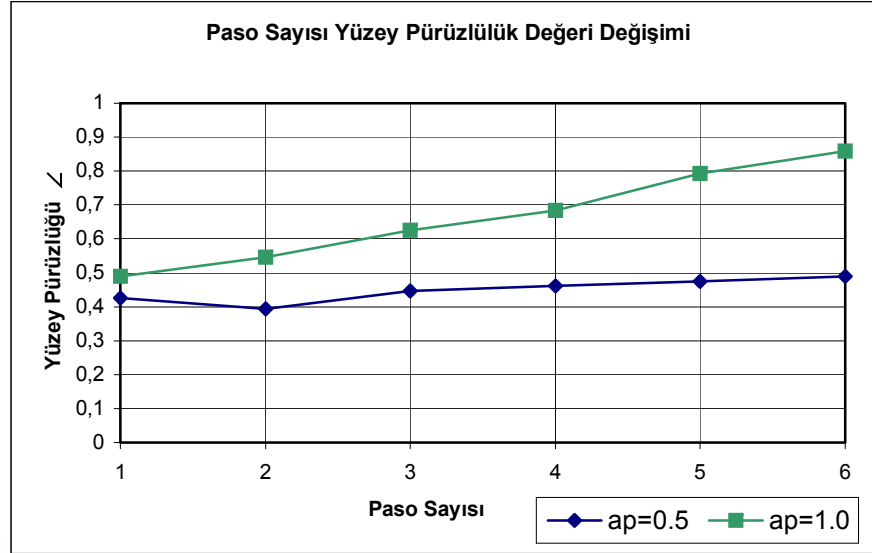
- [11] Li, X.P.; Li, H.Z.; Zhang, W.B.: “Modelling of Cutting Forces in Helical End Milling Using a Predictive Machining Theory”, *International Journal of Mechanical Sciences*, 43 (2001) 1711-1730.
- [12] Milferner, M.; Cus, F.; Balic, J.: “An Overview of Data Acquisition System for cutting Force Measuring and Optimization in Milling”, *J. of Materials Processing Technology*, 164-165 (2005) 1281-1288.
- [13] Budak, E.; Kivanç, E.B.: “Structural modeling of End Mills for Form Error and Stability Analysis”, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 44 (2004) 1151-1161.
- [14] Zhang, L.; Zheng, L.: “Prediction of Cutting Forces in milling of Circular Corner Profiles”, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 44 (2004) 225-235.
- [15] Li, X.P.; Li, H.Z.: Theoretical Modelling of Cutting Forces in Helical End Milling with Cutter Runout”, *International Journal of Mechanical Sciences*, 46 (2004) 1399-1414.
- [16] Geddam, A.; Ostafiev, V.A.; Kris, M.Y.: “A Process-Design Approach to Error Compensation in the End Milling of pockets”, *J. of Materials Processing Technology*, 89-90 (1999) 238-244.
- [17] Sağlam, H.; Yıldız, S.: “Frezeleme Kesme Parametreleri ile Kesme kuvvetlerinin Değişimi ve Bunların Takım Aşınması ve Yüzey Pürüzlülüğü Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi”, *Gazi Üniversitesi Fenbilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15 (2002) 245-255.
- [18] Şahin, Y.: “The Machinability of Hardened AISI 8660 Alloy Steel with Modern Coated Cutting Tools”, *Journal of the Institute of Science and Technology, Gazi Uni.*, 14 (2001) 1339-1350.
- [19] Motorcu, A.R.; Güllü, A.: “Cnc Freze Tezgahlarında Optimum İşleme Süresi ve Üretim Maliyetine Göre Kesme Parametrelerinin Optimizasyonu”, *Gazi Üniversitesi Fenbilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15 (2002) 739-747.
- [20] Shatla, M.; Atlan, T.: “Analytical Modelling of Drilling and Ball End Milling”, *J. of Materials Processing Technology*, 98 (2000) 125-133.
- [21] Whitehouse, D.J.; Huang, T.: “Cutting Force Formulation of Taper End-Mills Using Differential Geometry”, *Precision Engineering*, 23 (1999) 196-203.
- [22] Wang, M.Y.; Chang, H.Y.: “Experimental study of Surface Roughness in Slot End Milling AL2014-T6”, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 44 (2004) 51-57.

- [23] Altan, T.; Jain, A.; Yen, Y.C.: "A Finite element Analysis of Orthogonal Machining Using Different Tool Edge Geometries", *J. of Materials Processing Technology*, 146 (2004) 72-82.
- [24] Lopez de lacelle, L.N.; Perez, J.; Llorente, J.I.; Sanchez, J.A.: "Advanced Cutting Conditions for the milling of Aeronatical Alloys", *J. of Materials Processing Technology*, 100 (2000) 1-11.
- [25] Elbestawi, M.A.; Abbari, F.: "Closed Form Formulation of Cutting Forces for Ball and Flat End Mills", *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 37 (1997) 17-27.
- [26] El Baradi, M.A.; Hashmi, M.S.J.; Alauddin, M.; Mazid, M.A.: "Cutting Force in the End Milling of Inconel 718", *J. of Materials Processing Technology*, 77 (1998) 153-159.
- [27] Chu, N.C.; Lee, S.H.; Ryu, S.H.: "The Form Error Prediction in Side Wall Machining Considering Tool Deflection", *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 43 (2003) 1405-1411.
- [28] Martelloti, M.E.: "An Analysis of Milling Proces", *Trans.ASME*, 63 (1941) 677-700.
- [29] Martelloti, M.E.: "An Analysis of Milling Proces, Part II, Down Milling", *Trans.ASME*, 67 (1945) 233-251.
- [30] Koenigsberger, F.; Sabberwal, A.J.P.: "Chip Section and Cutting Force During the Milling Operation", *International Journal of Machine Tool Design*, (1961).
- [31] Shaw, M.C.; Hook N.H.; Smith, P.A.: "The Mechanic of the Three Dimensionel Cutting Operation", *Trans. ASME*, 100 (1979) 222.
- [32] Budak, E.; Altındaş, Y.; Armegado.: "Prediction of End Milling Force Coefficients from Orthogonal Cutting Data", *ASME J. Of Manufacturing Science and Engineering*, 118 (1996) 216-224.
- [33] M.Alauddin. M.A.; El Baradie, M.A.; Hamsi, M.S.J.: "Modelling of Cutting Force in End Milling Inconel 718", *J. of Materials Processing Technology*, 58 (1996) 100-108.
- [34] TS 303.; "Metal İşlemede Kullanılan Freze Bıçakları", *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, Türkiye (1989).
- [35] Oral, A.; Gerger, N.: *CNC Frezeleme İşlemleri İçin İşlenebilirlik Veri Tabanı Yazılımı*, International XII. Turkish Sympoium on Artificial Intelligence and Neural Networks-TAINN, (2003).

- [36] Atakök, G.: “Döküm Poliamid Malzemelerin Cnc Takım Tezgahlarında İşlenebilirliği”, *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, **(2003)**.
- [37] Uçar, M.; Ay. M.: “Parmak Freze ile Kanal ve Alın Yüzey İşlemede Takım Ekseni İle İşlenen Yüzey Arasındaki Paralelliğin Bozulmasına Etki Eden Kesme Parametrelerinin İncelenmesi”, *Makine-İmalat Sempozyumu*, Konya, Türkiye. **(1999)**.
- [38] Avuncan, G.: “Talaş Kaldırma Ekonomisi ve Kesici Takımlar”, Mavi Tanıtım Matbası, İstanbul, Türkiye, **(1998)**.
- [39] Altıntaş, Y.: “Manufacturing Automation”, Cambridge University Pres, New York, USA, **(2000)**.
- [40] ISO 8688-2.; “Tool Life Testing in Milling (Part 2 end Milling)”, *International Standard Organisation*, **(1989)**.

KESİCİ TAKIM ÖZELLİKLERİ				
Standartı	DIN 6527 TİP N			
Çap	4 mm			
Tipi	N			
Kaba Talaş				
Kesme Yönü	Sağ			
Sap Şekli	HA			
Malzemesi	K20			
Özel Bilgiler	Dış Çap	4	Helis Açısı	30
	Ağız Sayısı	2	Tam Boy	54

İŞ PARÇASI ÖZELLİKLERİ		
İşlem Ölçüleri		
Frezeleme Öncesi	50x50x400	
Frezeleme Sonrası		
Diğer Özellikler		
Malzemesi	Tanım:	
	DIN Nr.	1.2080
	Çekme Mukavemeti	
	Sertlik Değeri	18 HRC
	İşleme Yönü	



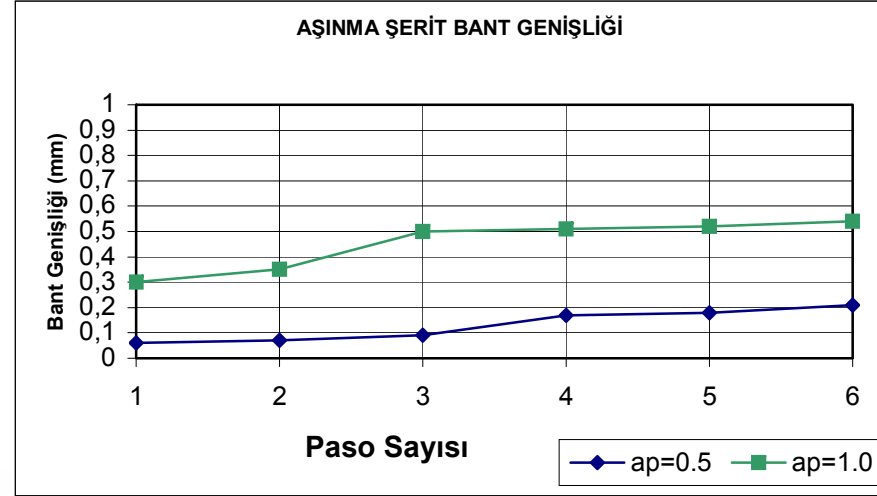
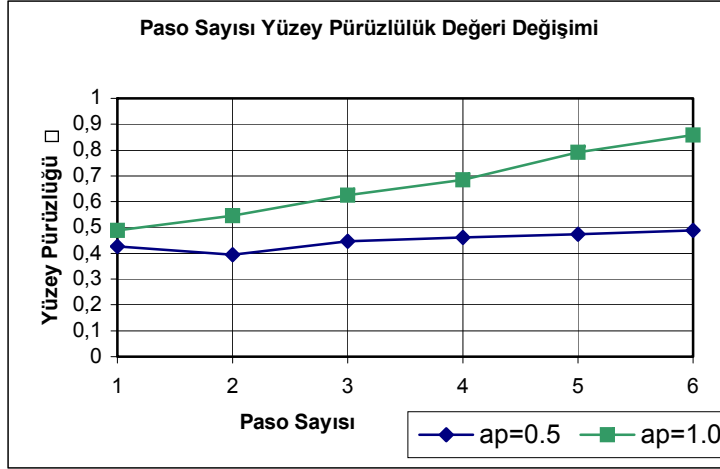
Perthometer M1
 Object
 Name
 # Lt (AUTO) 5.600 mm
 Lc 0.800 mm
 Ra 0.489 µm
 Rz 3.85 µm
 Rmax 4.47 µm
 Pc (0.1,-0.1) 238 /c
 R Profile
 LC 0.800 mm
 VER 2.50 µm



ÇALIŞMA (DENEY) ŞARTLARI				
KESME HIZI (m/min)	DEVİR	İLERLEME (mm/min)	SOĞUTMA	MAKİNE MARKA VE TİPİ
40	3185	64	YOK	JOHNFORD CNC VMC 850

KESİCİ TAKIM ÖZELLİKLERİ				
Standardı	DIN 6527 TİP N			
Çap	4 mm			
Tipi	N			
Kaba Talaş				
Kesme Yönü	Sağ			
Sap Şekli	HA			
Malzemesi	K20			
Özel Bilgiler	Dış Çap	4	Helis Açısı	30
	Ağız Sayısı	2	Tam Boy	54

İŞ PARÇASI ÖZELLİKLERİ		
İşlem Ölçüleri		
Frezeleme Öncesi	50x50x400	
Frezeleme Sonrası		
Diğer Özellikler		
Malzemesi	Tanım:	
	DIN Nr.	1.2344
	Çekme Mukavemeti	
	Sertlik Değeri	18 HRC
	İşleme Yönü	



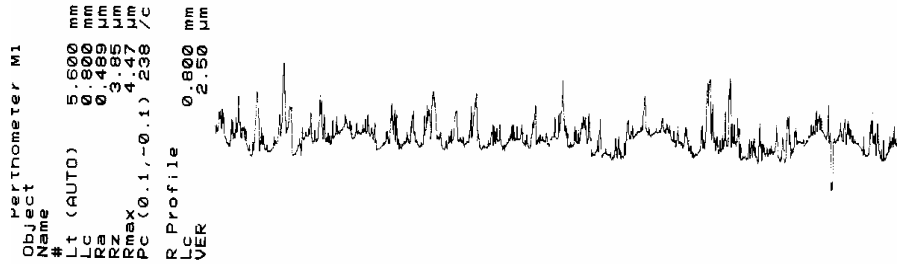
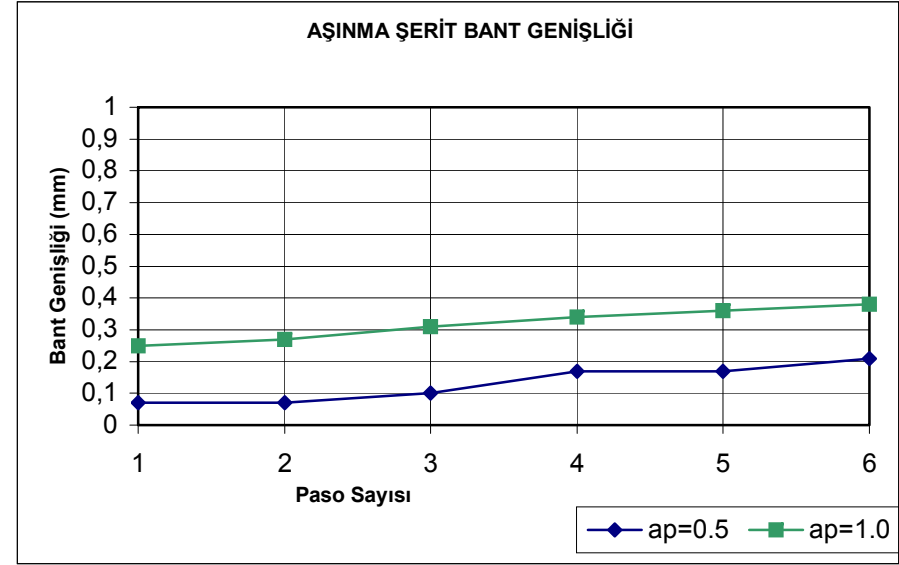
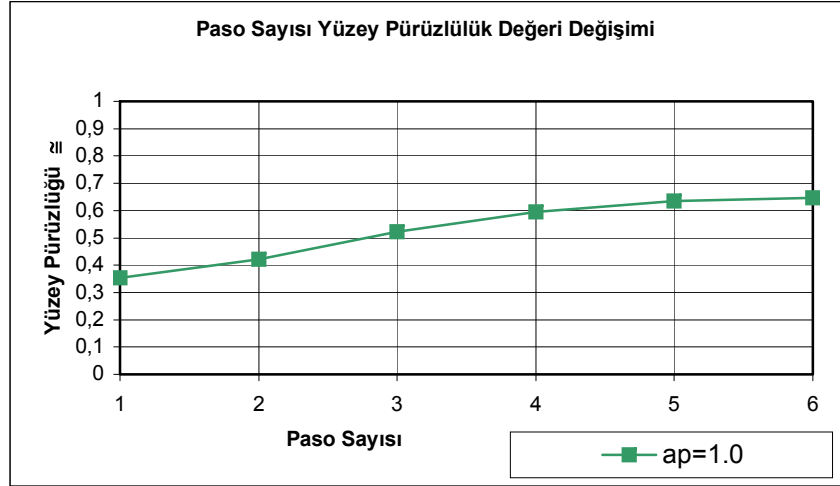
Vertnometer M1
Object
Name
Lt (AUTO)
Lr
Rz
Rmax
Pc (0.1,-0.1) 298 /c
R Profile
Lc
VER



ÇALIŞMA (DENEY) ŞARTLARI				
KESME HIZI (m/min)	DEVİR	İLERLEME (mm/min)	SOĞUTMA	MAKİNE MARKA VE TİPİ
40	3185	64	YOK	JOHNFORD CNC VMC 850

KESİCİ TAKIM ÖZELLİKLERİ				
Standardı	DIN 6527 TİP N			
Çap	5 mm			
Tipi	N			
Kaba Talaş				
Kesme Yönü	Sağ			
Sap Şekli	HA			
Malzemesi	K20			
Özel Bilgiler	Dış Çap	5	Helis Açısı	30
	Ağız Sayısı	3	Tam Boy	54

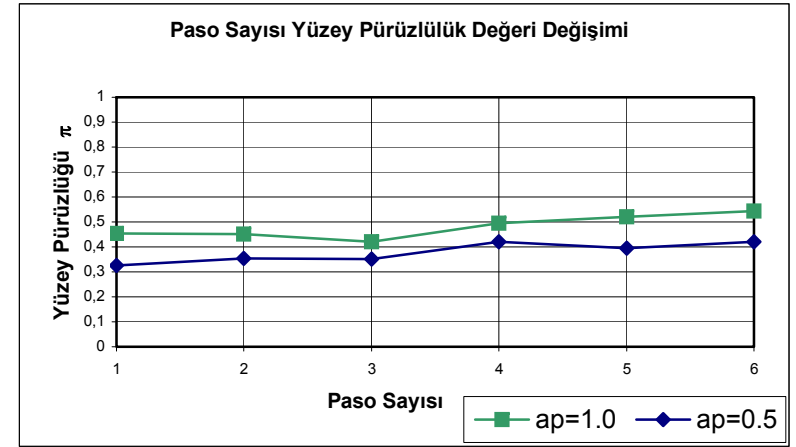
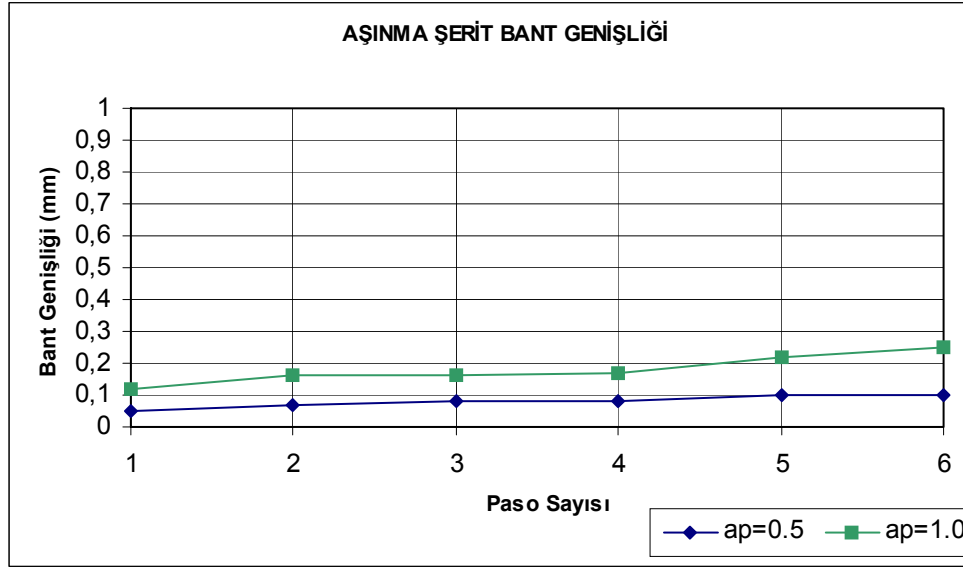
İŞ PARÇASI ÖZELLİKLERİ		
İşlem Ölçüleri		
Frezeleme Öncesi	50x50x400	
Frezeleme Sonrası		
Diğer Özellikler		
Malzemesi	Tanım:	
	DIN Nr.	1.2080
	Çekme Mukavemeti	
	Sertlik Değeri	18 HRC
	İşleme Yönü	



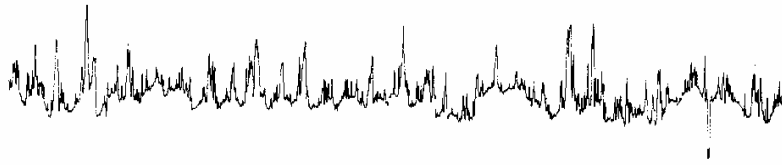
ÇALIŞMA (DENEY) ŞARTLARI				
KESME HIZI (m/min)	DEVİR	İLERLEME (mm/min)	SOĞUTMA	MAKİNE MARKA VE TİPİ
40	2548	76	YOK	JOHNFORD CNC VMC 850

KESİCİ TAKIM ÖZELLİKLERİ				
Standartı	DIN 6527 TİP N			
Çap	5 mm			
Tipi	N			
Kaba Talaş				
Kesme Yönü	Sağ			
Sap Şekli	HA			
Malzemesi	K20			
Özel Bilgiler	Dış Çap	5	Helis Açısı	30
	Ağız Sayısı	3	Tam Boy	54

İŞ PARÇASI ÖZELLİKLERİ		
İşlem Ölçüleri		
Frezeleme Öncesi	50x50x400	
Frezeleme Sonrası		
Diğer Özellikler		
Malzemesi	Tanım:	
	DIN Nr.	1.2344
	Çekme Mukavemeti	
	Sertlik Değeri	18 HRC
	İşleme Yönü	



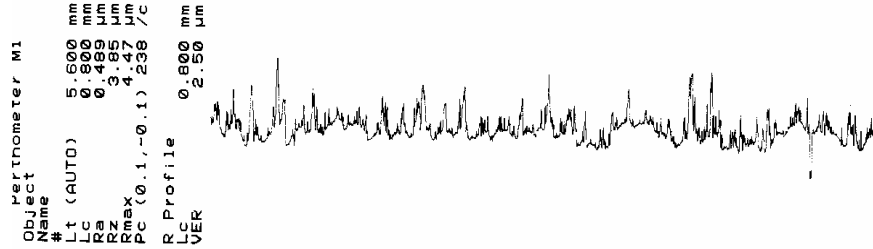
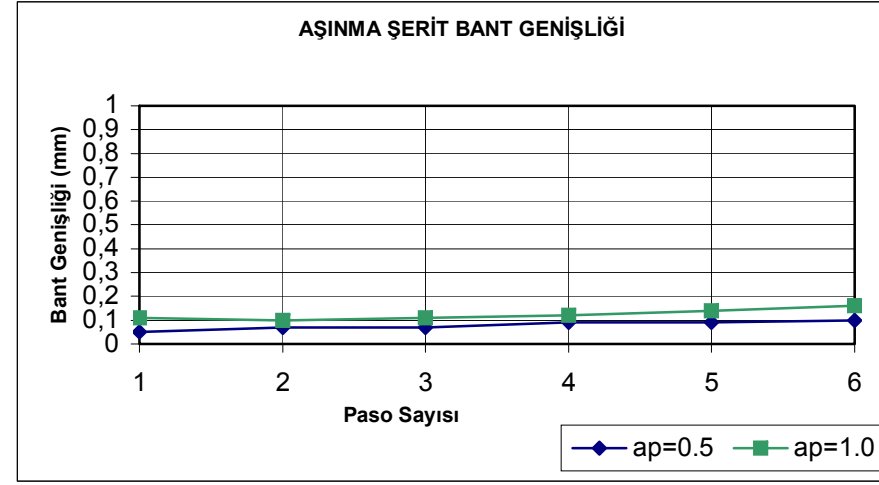
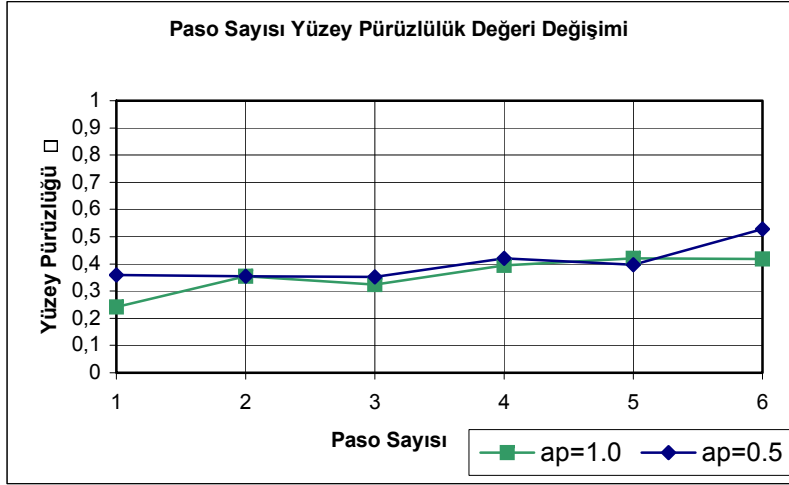
Hertnometre M1
 Object Name
 # Lt (AUTO) 5.600 mm
 Lc 0.600 mm
 Ra 0.489 µm
 Rz 3.85 µm
 Rmax 4.47 µm
 Pc (0.1,-0.1) 238 /c
 R Profile
 Lc 0.600 mm
 VER 2.50 µm



ÇALIŞMA (DENEY) ŞARTLARI				
KESME HIZI (m/min)	DEVİR	İLERLEME (mm/min)	SOĞUTMA	MAKİNE MARKA VE TİPİ
40	2548	76	YOK	JOHNFORD CNC VMC 850

KESİCİ TAKIM ÖZELLİKLERİ				
Standardı	DIN 6527 TİP N			
Çap	8 mm			
Tipi	N			
Kaba Talaş				
Kesme Yönü	Sağ			
Sap Şekli	HA			
Malzemesi	K20			
Özel Bilgiler	Dış Çap	8	Helis Açısı	30
	Ağız Sayısı	4	Tam Boy	58

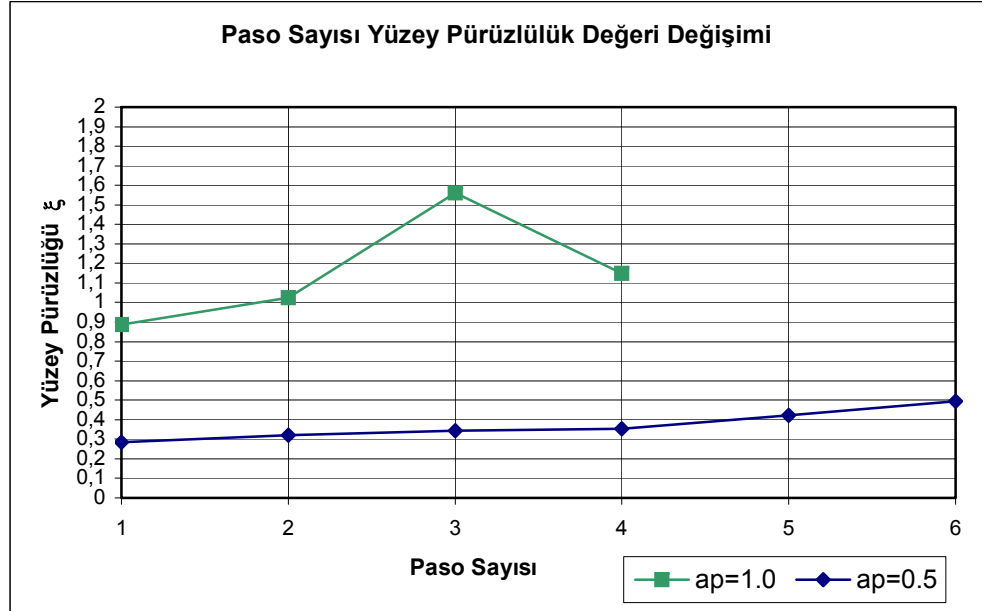
İŞ PARÇASI ÖZELLİKLERİ		
İşlem Ölçüleri		
Frezeleme Öncesi	50x50x400	
Frezeleme Sonrası		
Diğer Özellikler		
Malzemesi	Tanım:	
	DIN Nr.	1.2080
	Çekme Mukavemeti	
	Sertlik Değeri	18 HRC
	İşleme Yönü	



ÇALIŞMA (DENEY) ŞARTLARI				
KESME HIZI (m/min)	DEVİR	İLERLEME (mm/min)	SOĞUTMA	MAKİNE MARKA VE TİPİ
40	1592	127	YOK	JOHN FORD CNC VMC 850

KESİCİ TAKIM ÖZELLİKLERİ				
Standartı	DIN 6527 TİP N			
Çap	8 mm			
Tipi	N			
Kaba Talaş				
Kesme Yönü	Sağ			
Sap Şekli	HA			
Malzemesi	K20			
Özel Bilgiler	Dış Çap	8	Helis Açısı	30
	Ağız Sayısı	4	Tam Boy	54

İŞ PARÇASI ÖZELLİKLERİ		
İşlem Ölçüleri		
Frezeleme Öncesi	50x50x400	
Frezeleme Sonrası		
Diğer Özellikler		
Malzemesi	Tanım:	
	DIN Nr.	1.2344
	Çekme Mukavemeti	
	Sertlik Değeri	18 HRC
	İşleme Yönü	



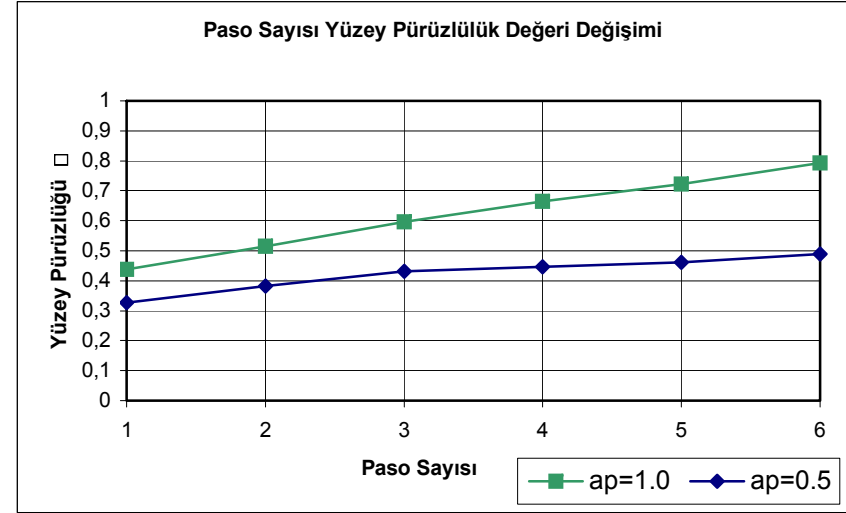
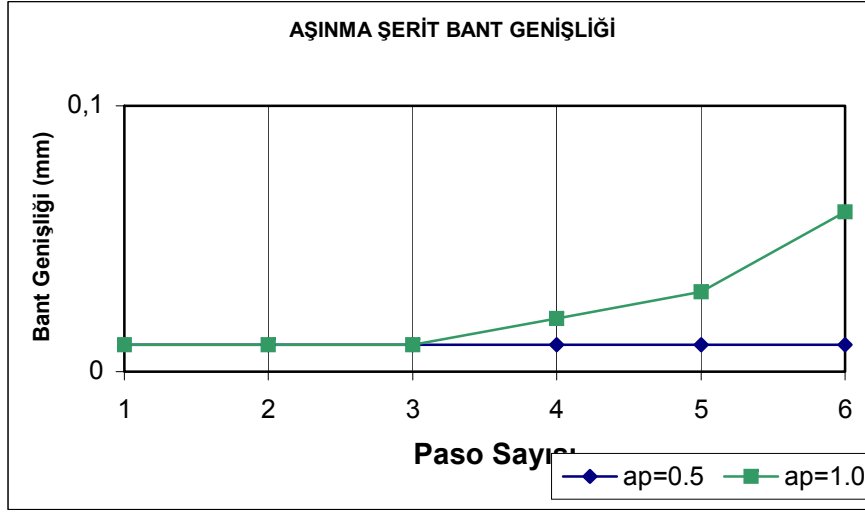
ÇALIŞMA (DENEY) ŞARTLARI				
KESME HIZI (m/min)	DEVİR	İLERLEME (mm/min)	SOĞUTMA	MAKİNE MARKA VE TİPİ
40	1592	127	YOK	JOHNFORD CNC VMC 850

Perthometer M1
Object Name
Lt (AUTO) 5.600 mm
Lc 0.600 mm
Ra 0.489 µm
Rz 3.85 µm
Rmax 4.47 µm
Pc (0.1,-0.1) 238 /c
R Profile
Lc 0.800 mm
VER 2.50 µm



KESİCİ TAKIM ÖZELLİKLERİ				
Standardı	DIN 6527 TİP N			
Çap	12 mm			
Tipi	N			
Kaba Talaş				
Kesme Yönü	Sağ			
Sap Şekli	HA			
Malzemesi	K20			
Özel Bilgiler	Dış Çap	12	Helis Açısı	30
	Ağız Sayısı	3	Tam Boy	83

İŞ PARÇASI ÖZELLİKLERİ		
İşlem Ölçüleri		
Frezeleme Öncesi	50x50x400	
Frezeleme Sonrası		
Diğer Özellikler		
Malzemesi	Tanım:	
	DIN Nr.	1.2080
	Çekme Mukavemeti	
	Sertlik Değeri	25 HRC
	İşleme Yönü	



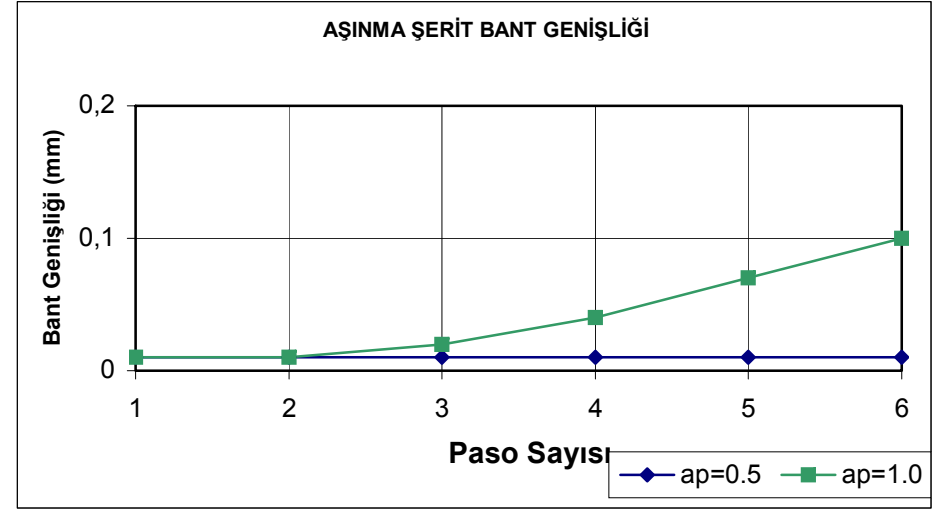
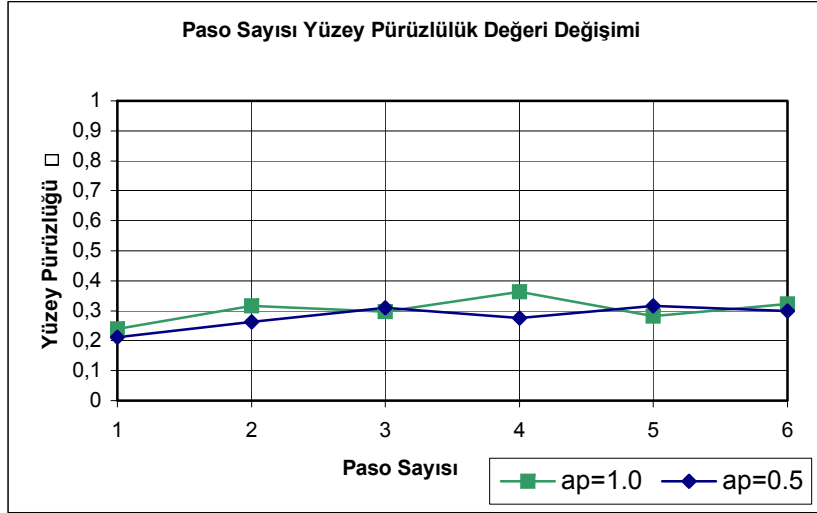
Perthometer M1
Object Name
Lt (AUTO) 5.600 mm
Lc 0.800 mm
Ra 0.489 µm
Rz 3.85 µm
Rmax 4.47 µm
Pc (0.1,-0.1) 238 /°C
R Profile
UC 0.800 mm
VER 2.50 µm



ÇALIŞMA (DENEY) ŞARTLARI				
KESME HIZI (m/min)	DEVİR	İLERLEME (mm/min)	SOĞUTMA	MAKİNE MARKA VE TİPİ
40	1062	96	YOK	JOHNFORD CNC VMC 850

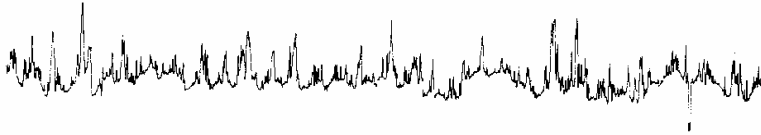
KESİCİ TAKIM ÖZELLİKLERİ				
Standartı	DIN 6527 TİP N			
Çap	12 mm			
Tipi	N			
Kaba Talaş				
Kesme Yönü	Sağ			
Sap Şekli	HA			
Malzemesi	K20			
Özel Bilgiler	Dış Çap	12	Helis Açısı	30
	Ağız Sayısı	3	Tam Boy	83

İŞ PARÇASI ÖZELLİKLERİ		
İşlem Ölçüleri		
Frezeleme Öncesi	50x50x400	
Frezeleme Sonrası		
Diğer Özellikler		
Malzemesi	Tanım:	
	DIN Nr.	1.2344
	Çekme Mukavemeti	
	Sertlik Değeri	25 HRC
	İşleme Yönü	



Verthometer M1
Object
Name

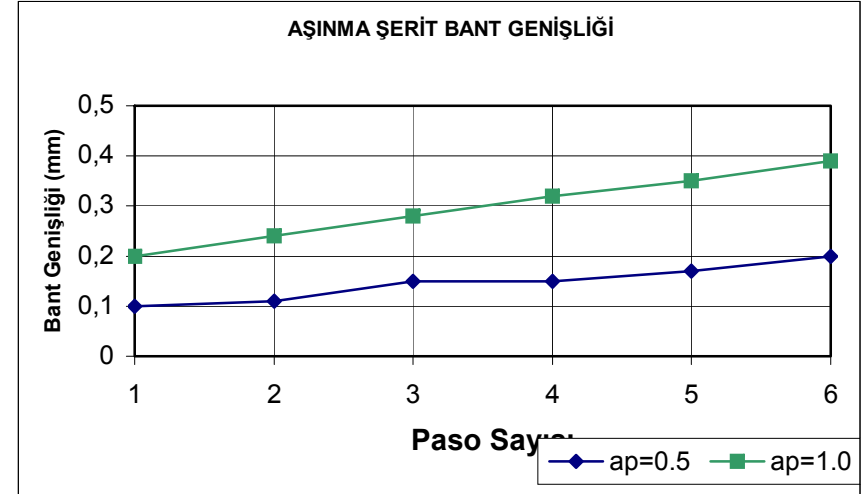
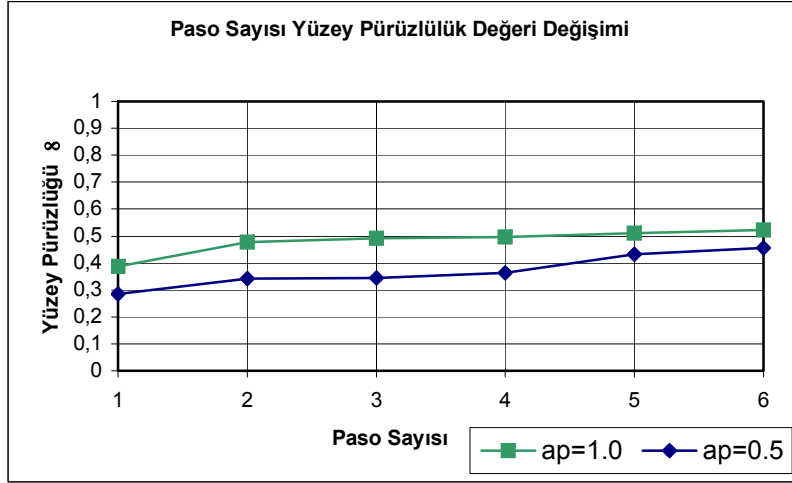
Lt (AUTO)
Lt 5.500 mm
Lc 0.000 mm
Rz 0.150 µm
Rmax 2.47 µm
Pc (0.1,-0.1) 236 / C
R Profile
Lc 0.000 mm
Lc VER 2.50 µm



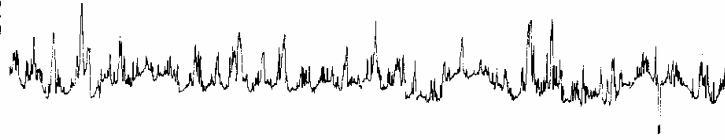
ÇALIŞMA (DENEY) ŞARTLARI				
KESME HIZI (m/min)	DEVİR	İLERLEME (mm/min)	SOĞUTMA	MAKİNE MARKA VE TİPİ
40	1062	96	YOK	JOHNFORD CNC VMC 850

KESİCİ TAKIM ÖZELLİKLERİ				
Standardı	DIN 6527 TİP N			
Çap	4 mm			
Tipi	N			
Kaba Talaş				
Kesme Yönü	Sağ			
Sap Şekli	HA			
Malzemesi	K20			
Özel Bilgiler	Dış Çap	4	Helis Açısı	30
	Ağız Sayısı	3	Tam Boy	54

İŞ PARÇASI ÖZELLİKLERİ		
İşlem Ölçüleri		
Frezeleme Öncesi	50x50x400	
Frezeleme Sonrası		
Diğer Özellikler		
Malzemesi	Tanım:	
	DIN Nr.	1.2080
	Çekme Mukavemeti	
	Sertlik Değeri	25 HRC
	İşleme Yönü	



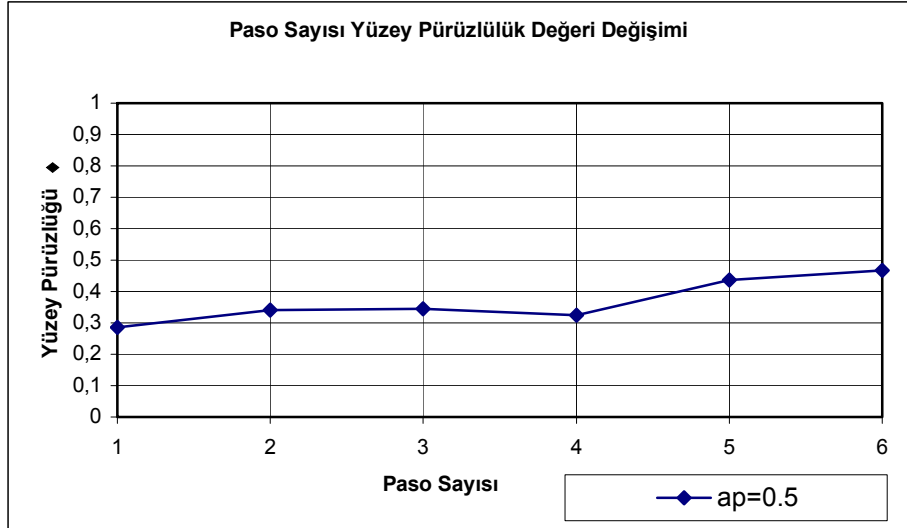
Verthometer M1
 Objekt
 Name
 #
 Lt (AUTO) 5.600 mm
 Lc 0.800 mm
 Rz 0.489 µm
 Rmax 3.95 µm
 Pc (0.1,-0.1) 238 /c
 R Profile 0.800 mm
 LC 2.50 µm
 VER



ÇALIŞMA (DENEY) ŞARTLARI				
KESME HIZI (m/min)	DEVİR	İLERLEME (mm/min)	SOĞUTMA	MAKİNE MARKA VE TİPİ
40	3185	96	YOK	JOHNFORD CNC VMC 850

KESİCİ TAKIM ÖZELLİKLERİ				
Standardı	DIN 6527 TİP N			
Çap	4 mm			
Tipi	N			
Kaba Talaş				
Kesme Yönü	Sağ			
Sap Şekli	HA			
Malzemesi	K20			
Özel Bilgiler	Dış Çap	4	Helis Açısı	30
	Ağız Sayısı	3	Tam Boy	54

İŞ PARÇASI ÖZELLİKLERİ		
İşlem Ölçüleri		
Frezeleme Öncesi	50x50x400	
Frezeleme Sonrası		
Diğer Özellikler		
Malzemesi	Tanım:	
	DIN Nr.	1.2344
	Çekme Mukavemeti	
	Sertlik Değeri	25 HRC
	İşleme Yönü	



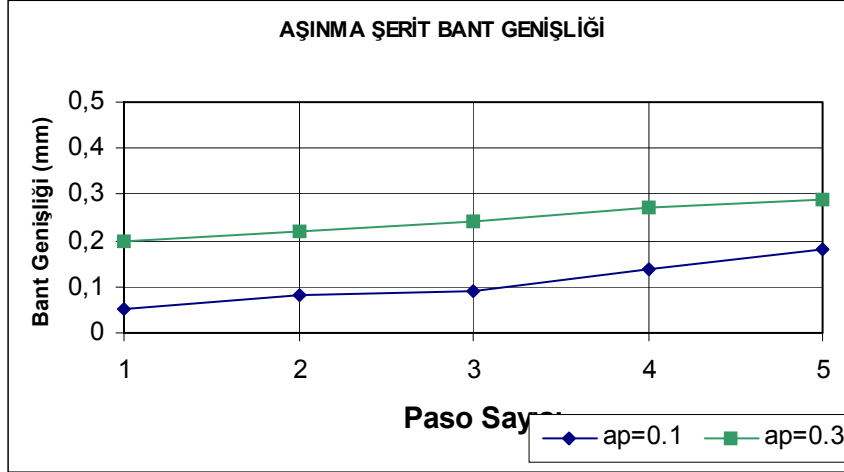
ÇALIŞMA (DENEY) ŞARTLARI				
KESME HIZI (m/min)	DEVİR	İLERLEME (mm/min)	SOĞUTMA	MAKİNE MARKA VE TİPİ
40	3185	96	YOK	JOHNFORD CNC VMC 850

Perthometer M1
 Object Name
 # Lt (AUTO) 5.600 mm
 Lc 0.800 mm
 Ra 0.489 µm
 Rz 3.85 µm
 Rmax 4.47 µm
 Pc (0.1,-0.1) 238 /c
 R Profile
 Lc 0.800 mm
 VER 2.50 µm



KESİCİ TAKIM ÖZELLİKLERİ				
Standartı	DIN 6527 TİP N			
Çap	3 mm			
Tipi	N			
Kaba Talaş				
Kesme Yönü	Sağ			
Sap Şekli	HA			
Malzemesi	K20 (AlTiN Kaplama)			
Özel Bilgiler	Dış Çap	3	Helis Açısı	30
	Ağız Sayısı	2	Tam Boy	38

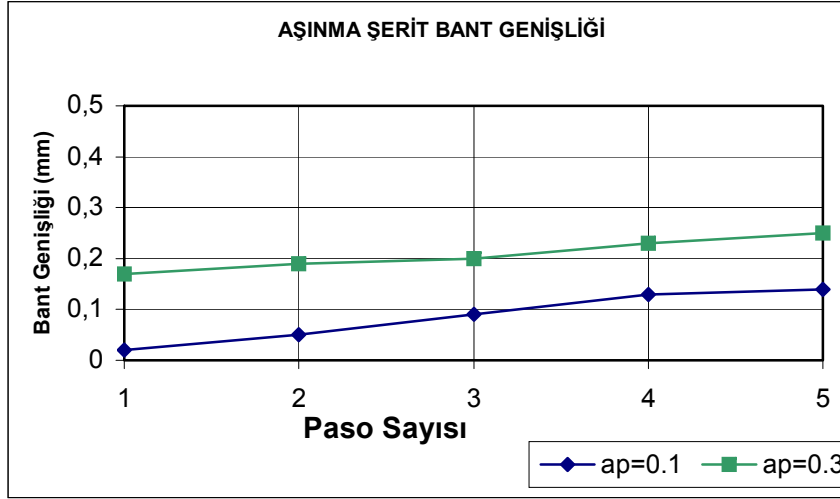
İŞ PARÇASI ÖZELLİKLERİ		
İşlem Ölçüleri		
Frezeleme Öncesi	50x50x400	
Frezeleme Sonrası		
Diğer Özellikler		
Malzemesi	Tanım:	
	DIN Nr.	1.2344
	Çekme Mukavemeti	
	Sertlik Değeri	18 HRC
	İşleme Yönü	



ÇALIŞMA (DENEY) ŞARTLARI				
KESME HIZI (m/min)	DEVİR	İLERLEME (mm/min)	SOĞUTMA	MAKİNE MARKA VE TİPİ
50	5300	106	YOK	JOHNFORD CNC VMC 850

KESİCİ TAKIM ÖZELLİKLERİ				
Opaş Kodu	10000 20 300 2 00 00			
Standardı	DIN 6527 TİP N			
Çap	3 mm			
Tipi	N			
Kaba Talaş				
Kesme Yönü	Sağ			
Sap Şekli	HA			
Malzemesi	K20 (TiCN Kaplama)			
Özel Bilgiler	Dış Çap	3	Helis Açısı	30
	Ağız Sayısı	2	Tam Boy	38

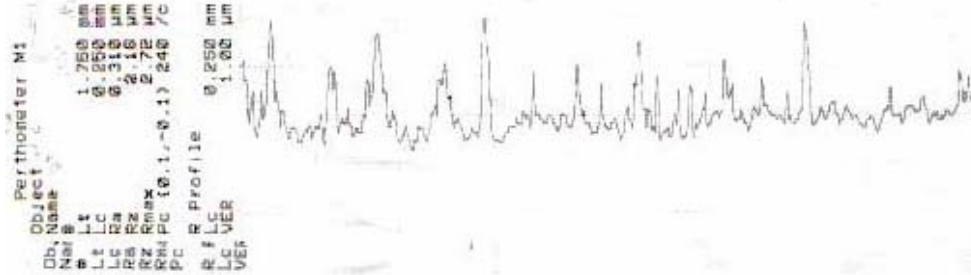
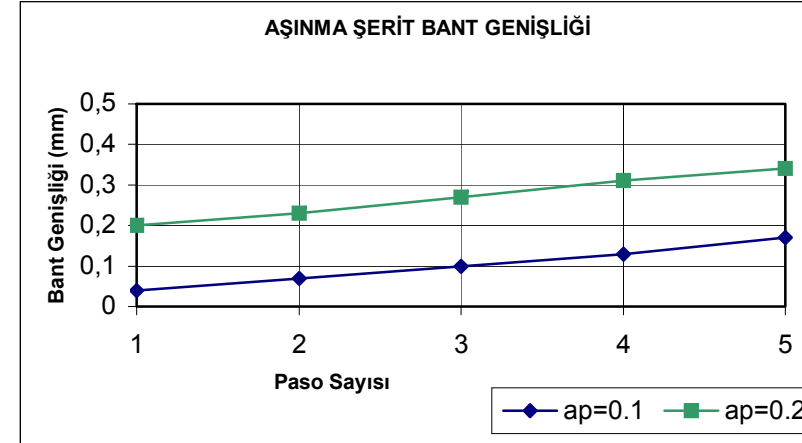
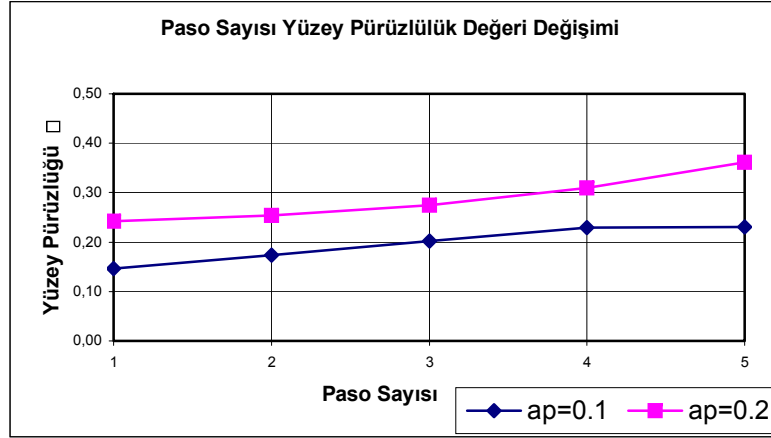
İŞ PARÇASI ÖZELLİKLERİ		
İşlem Ölçüleri		
Frezeleme Öncesi	50x50x400	
Frezeleme Sonrası		
Diğer Özellikler		
Malzemesi	Tanım:	
	DIN Nr.	1.2344
	Çekme Mukavemeti	
	Sertlik Değeri	18 HRC
	İşleme Yönü	



ÇALIŞMA (DENEY) ŞARTLARI				
KESME HIZI (m/min)	DEVİR	İLERLEME (mm/min)	SOĞUTMA	MAKİNE MARKA VE TİPİ
50	5300	106	YOK	JOHNFORD CNC VMC 850

KESİCİ TAKIM ÖZELLİKLERİ				
Standartı	DIN 6527 TİP N			
Çap	4 mm			
Tipi	N			
Kaba Talaş				
Kesme Yönü	Sağ			
Sap Şekli	HA			
Malzemesi	K20 (AlTiN Kaplama)			
Özel Bilgiler	Dış Çap	4	Helis Açısı	30
	Ağız Sayısı	2	Tam Boy	57

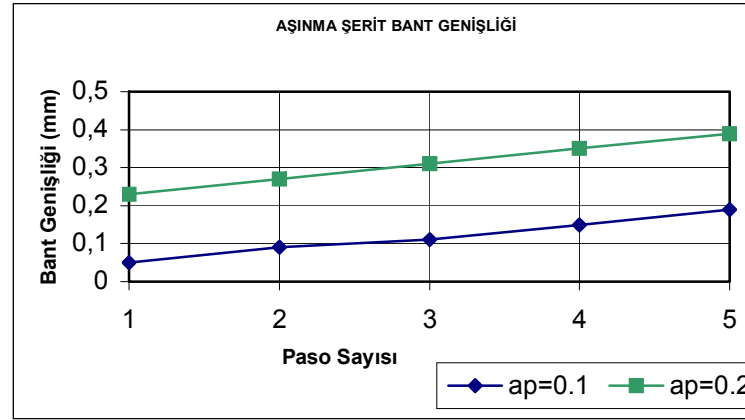
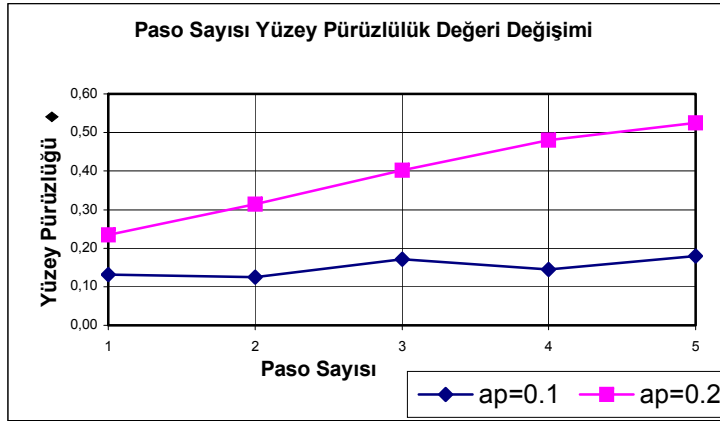
İŞ PARÇASI ÖZELLİKLERİ		
İşlem Ölçüleri		
Frezeleme Öncesi	50x50x400	
Frezeleme Sonrası		
Diğer Özellikler		
Malzemesi	Tanım:	
	DIN Nr.	1.2080
	Çekme Mukavemeti	
	Sertlik Değeri	18 HRC
	İşleme Yönü	



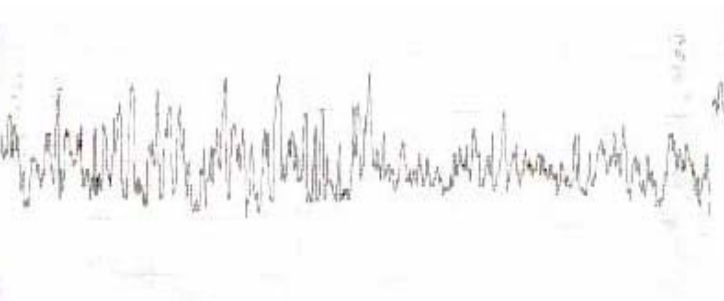
ÇALIŞMA (DENEY) ŞARTLARI				
KESME HIZI (m/min)	DEVİR	İLERLEME (mm/min)	SOĞUTMA	MAKİNE MARKA VE TİPİ
50	3980	80	YOK	JOHNFORD CNC VMC 850

KESİCİ TAKIM ÖZELLİKLERİ				
Standartı	DIN 6527 TİP N			
Çap	4 mm			
Tipi	N			
Kaba Talaş				
Kesme Yönü	Sağ			
Sap Şekli	HA			
Malzemesi	K20 (TiCN Kaplama)			
Özel Bilgiler	Dış Çap	4	Helis Açısı	30
	Ağız Sayısı	2	Tam Boy	57

İŞ PARÇASI ÖZELLİKLERİ		
İşlem Ölçüleri		
Frezeleme Öncesi	50x50x400	
Frezeleme Sonrası		
Diğer Özellikler		
Malzemesi	Tanım:	
	DIN Nr.	1.2344
	Çekme Mukavemeti	
	Sertlik Değeri	18 HRC
	İşleme Yönü	



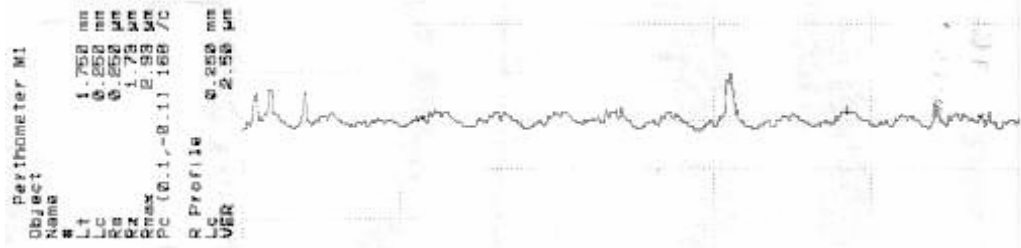
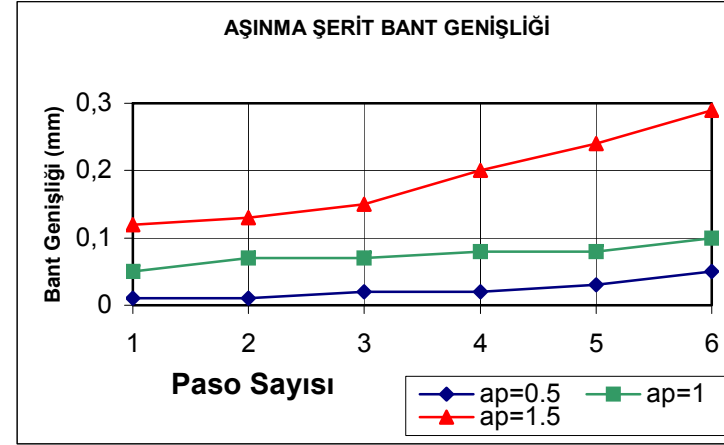
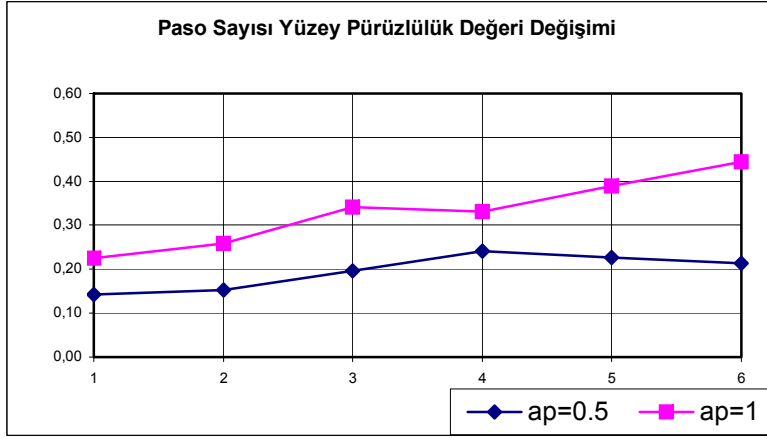
Parting tar M1
 Object 1
 Name
 #
 Lt 1.760 mm
 Lc 0.250 mm
 Rc 0.188 mm
 Rz 1.04 mm
 Rmax 1.27 mm
 Pc (0.1,-0.1) 336 /c
 R Profile
 Lc 0.250 mm
 VER 0.50 um



ÇALIŞMA (DENEY) ŞARTLARI				
KESME HIZI (m/min)	DEVİR	İLERLEME (mm/min)	SOĞUTMA	MAKİNE MARKA VE TİPİ
50	3980	80	YOK	JOHN FORD CNC VMC 850

KESİCİ TAKIM ÖZELLİKLERİ				
Standartı	DIN 6527 TİP N			
Çap	12 mm			
Tipi	N			
Kaba Talaş				
Kesme Yönü	Sağ			
Sap Şekli	HA			
Malzemesi	K20 (AlTiN Kaplama)			
Özel Bilgiler	Dış Çap	12	Helis Açısı	30
	Ağız Sayısı	3	Tam Boy	83

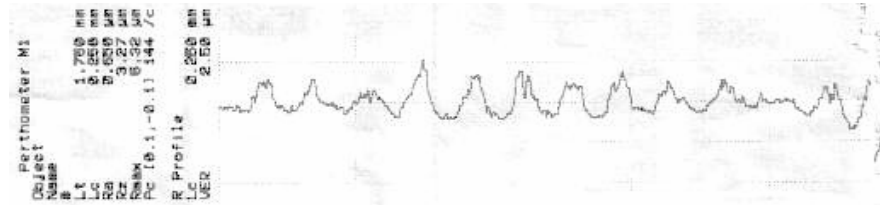
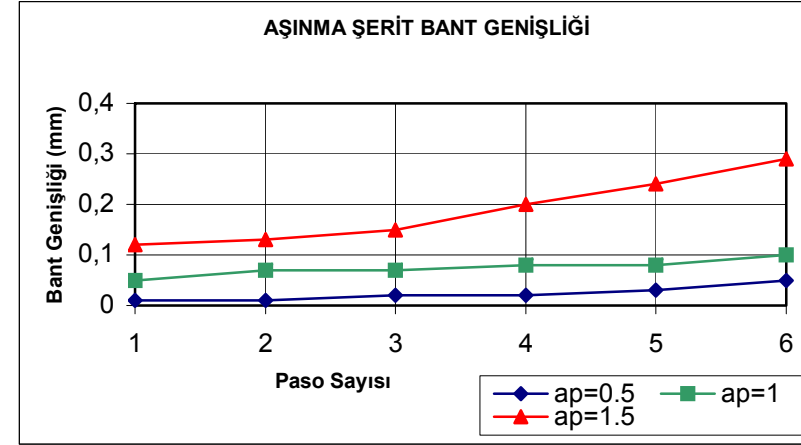
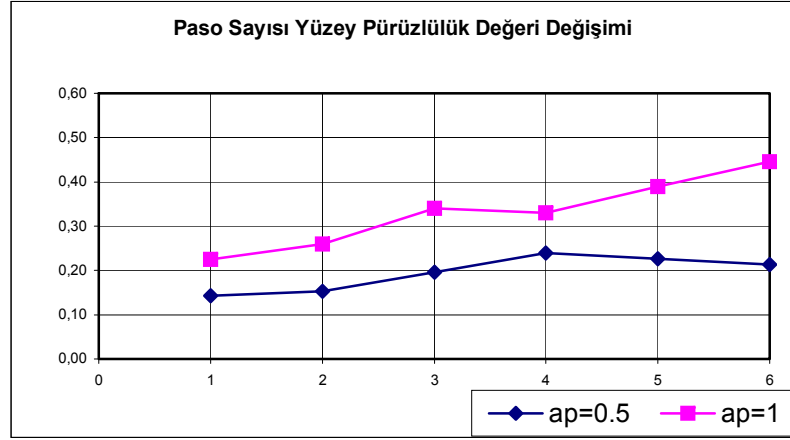
İŞ PARÇASI ÖZELLİKLERİ		
İşlem Ölçüleri		
Frezeleme Öncesi	50x50x400	
Frezeleme Sonrası		
Diğer Özellikler		
Malzemesi	Tanım:	
	DIN Nr.	1.2080
	Çekme Mukavemeti	
	Sertlik Değeri	25 HRC
	İşleme Yönü	



ÇALIŞMA (DENEY) ŞARTLARI				
KESME HIZI (m/min)	DEVİR	İLERLEME (mm/min)	SOĞUTMA	MAKİNE MARKA VE TİPİ
50	1326	120	YOK	JOHNFORD CNC VMC 850

KESİCİ TAKIM ÖZELLİKLERİ				
Standartı	DIN 6527 TİP N			
Çap	12 mm			
Tipi	N			
Kaba Talaş				
Kesme Yönü	Sağ			
Sap Şekli	HA			
Malzemesi	K20 (AITIN Kaplama)			
Özel Bilgiler	Dış Çap	12	Helis Açısı	30
	Ağız Sayısı	3	Tam Boy	83

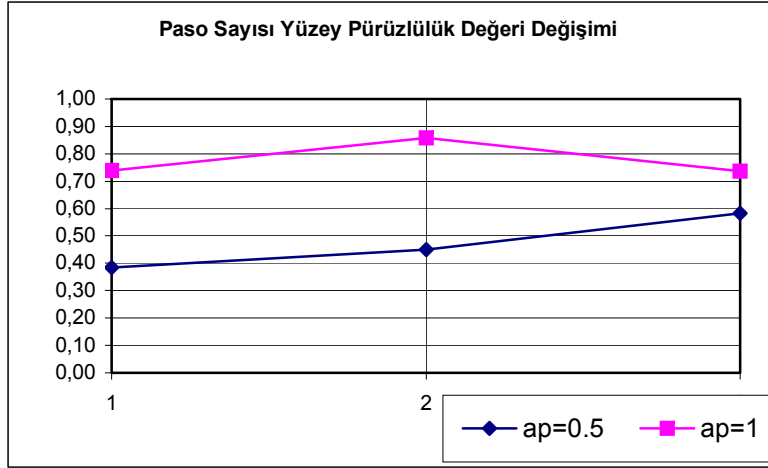
İŞ PARÇASI ÖZELLİKLERİ		
İşlem Ölçüleri		
Frezeleme Öncesi	50x50x400	
Frezeleme Sonrası		
Diğer Özellikler		
Malzemesi	Tanım:	
	DIN Nr.	1.2344
	Çekme Mukavemeti	
	Sertlik Değeri	25 HRC
	İşleme Yönü	



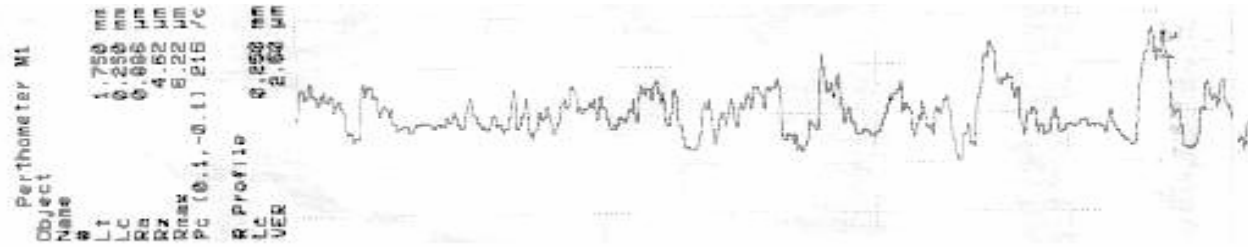
ÇALIŞMA (DENEY) ŞARTLARI				
KESME HIZI (m/min)	DEVİR	İLERLEME (mm/min)	SOĞUTMA	MAKİNE MARKA VE TİPİ
50	1326	120	YOK	JOHNFORD CNC VMC 850

KESİCİ TAKIM ÖZELLİKLERİ				
Standardı	DIN 6527 TİP N			
Çap	12 mm			
Tipi	N			
Kaba Talaş				
Kesme Yönü	Sağ			
Sap Şekli	HA			
Malzemesi	K20(TiCN Kaplama)			
Özel Bilgiler	Dış Çap	12	Helis Açısı	30
	Ağız Sayısı	3	Tam Boy	83

İŞ PARÇASI ÖZELLİKLERİ		
İşlem Ölçüleri		
Frezeleme Öncesi	50x50x400	
Frezeleme Sonrası		
Diğer Özellikler		
Malzemesi	Tanım:	
	DIN Nr.	1.2080
	Çekme Mukavemeti	
	Sertlik Değeri	25 HRC
	İşleme Yönü	

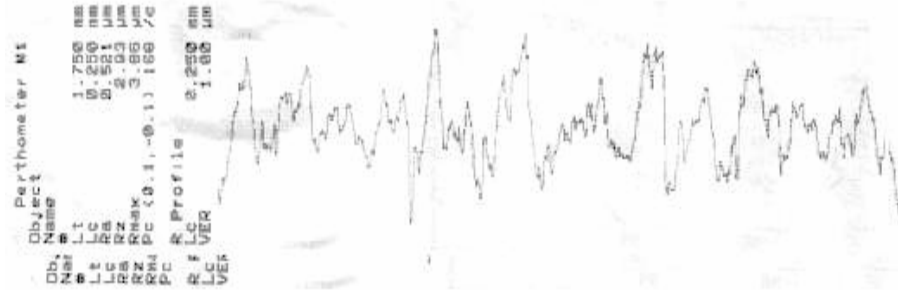
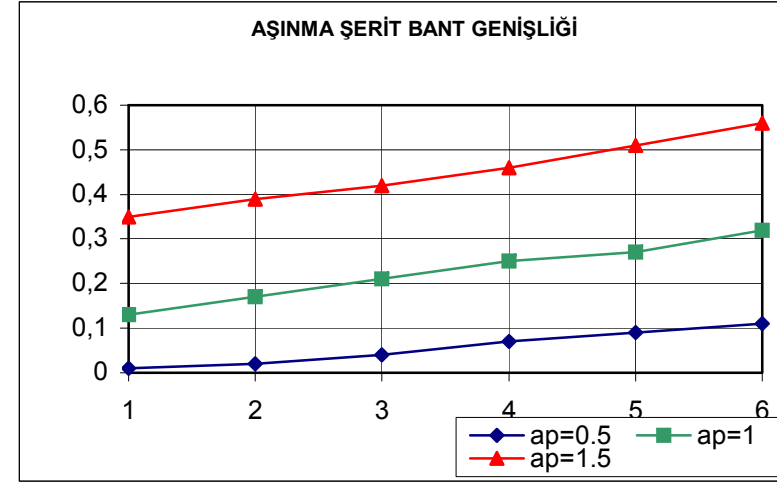
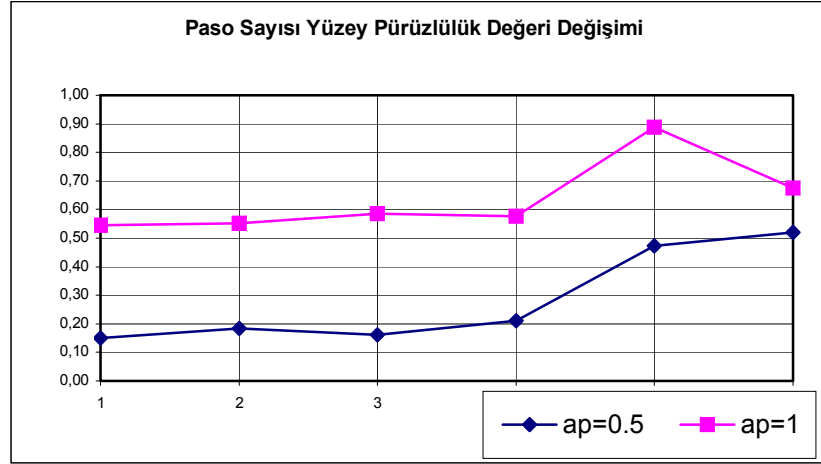


ÇALIŞMA (DENEY) ŞARTLARI				
KESME HIZI (m/min)	DEVİR	İLERLEME (mm/min)	SOĞUTMA	MAKİNE MARKA VE TİPİ
50	1326	120	YOK	JOHNFORD CNC VMC 850



KESİCİ TAKIM ÖZELLİKLERİ			
Standartı	DIN 6527 TİP N		
Çap	12 mm		
Tipi	N		
Kaba Talaş			
Kesme Yönü	Sağ		
Sap Şekli	HA		
Malzemesi	K20(TiCN Kaplama)		
Özel Bilgiler	Dış Çap	12	Helis Açısı
	Ağız Sayısı	3	Tam Boy
			30
			83

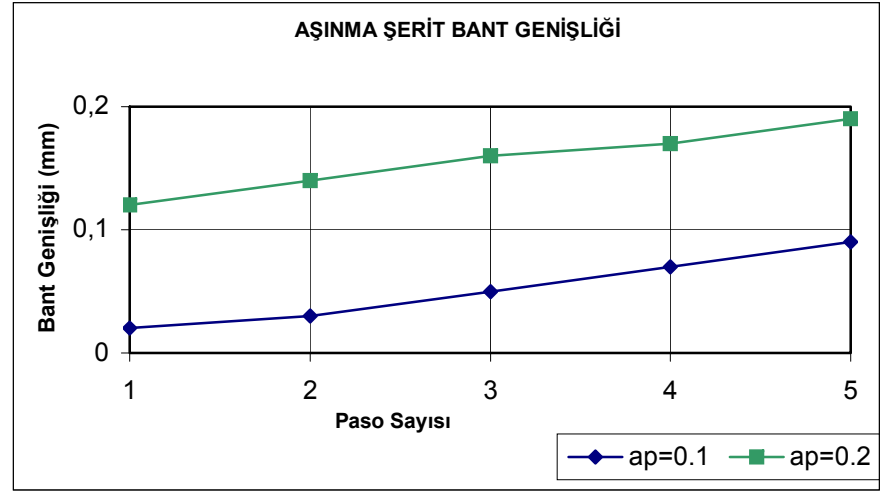
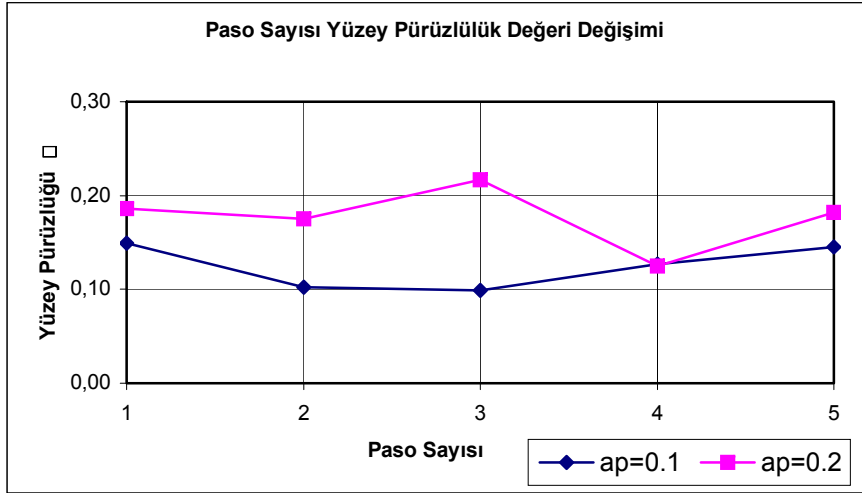
İŞ PARÇASI ÖZELLİKLERİ		
İşlem Ölçüleri		
Frezeleme Öncesi	50x50x400	
Frezeleme Sonrası		
Diğer Özellikler		
Malzemesi	Tanım:	
	DIN Nr.	1.2344
	Çekme Mukavemeti	
	Sertlik Değeri	25 HRC
	İşleme Yönü	



ÇALIŞMA (DENEY) ŞARTLARI				
KESME HIZI (m/min)	DEVİR	İLERLEME (mm/min)	SOĞUTMA	MAKİNE MARKA VE TİPİ
50	1326	120	YOK	JOHNFORDCNC VMC 850

KESİCİ TAKIM ÖZELLİKLERİ				
Standartı	DIN 6527 TİP N			
Çap	2 mm			
Tipi	N			
Kaba Talaş				
Kesme Yönü	Sağ			
Sap Şekli	HA			
Malzemesi	K20 (AITiN Kaplama)			
Özel Bilgiler	Dış Çap	3	Helis Açısı	30
	Ağız Sayısı	4	Tam Boy	38

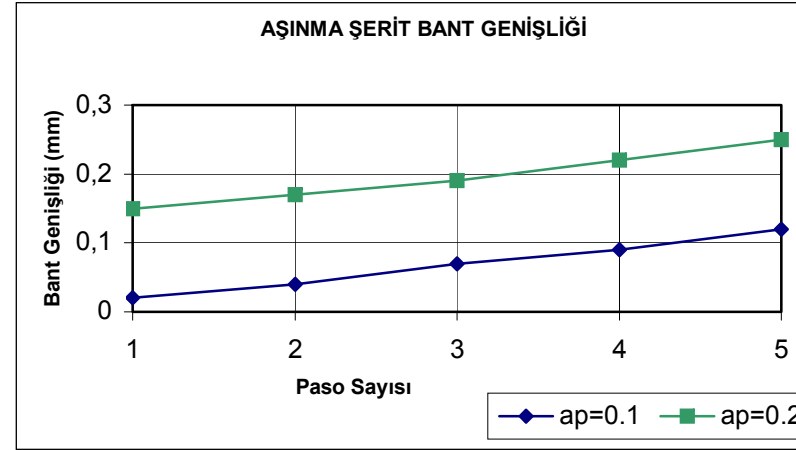
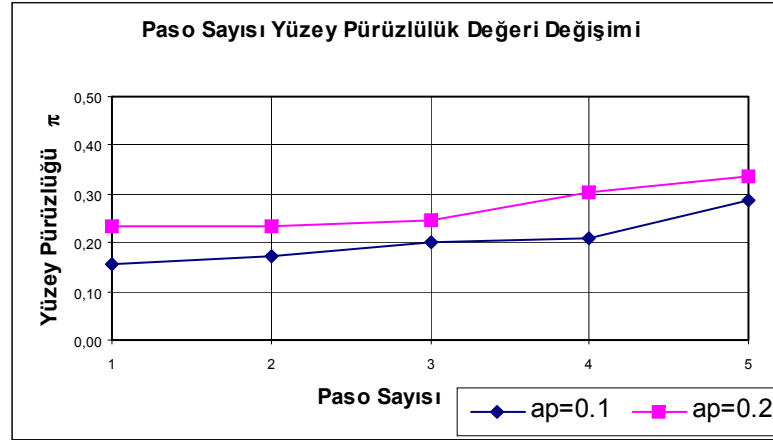
İŞ PARÇASI ÖZELLİKLERİ		
İşlem Ölçüleri		
Frezeleme Öncesi	50x50x400	
Frezeleme Sonrası		
Diğer Özellikler		
Malzemesi	Tanım:	
	DIN Nr.	1.2080
	Çekme Mukavemeti	
	Sertlik Değeri	25 HRC
	İşleme Yönü	



ÇALIŞMA (DENEY) ŞARTLARI				
KESME HIZI (m/min)	DEVİR	İLERLEME (mm/min)	SOĞUTMA	MAKİNE MARKA VE TİPİ
50	6000	240	YOK	JOHNFORDCNC VMC 850

KESİCİ TAKIM ÖZELLİKLERİ				
Standartı	DIN 6527 TİP N			
Çap	2 mm			
Tipi	N			
Kaba Talaş				
Kesme Yönü	Sağ			
Sap Şekli	HA			
Malzemesi	K20 (TiCN Kaplama)			
Özel Bilgiler	Dış Çap	3	Helis Açısı	30
	Ağız Sayısı	4	Tam Boy	38

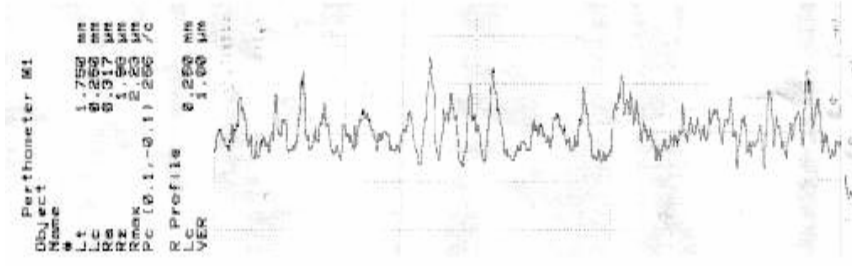
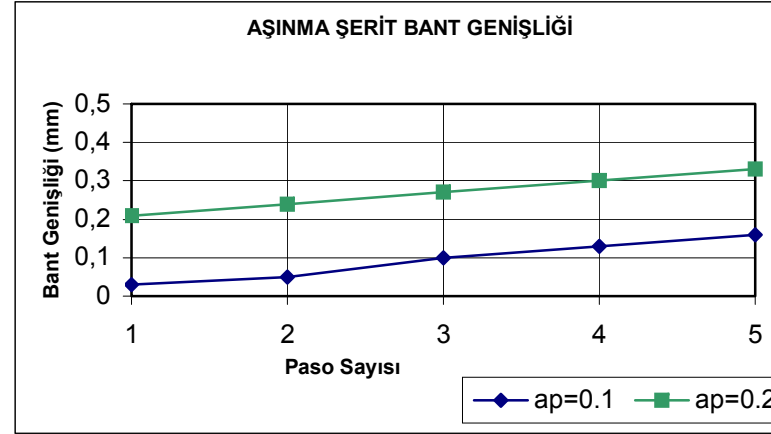
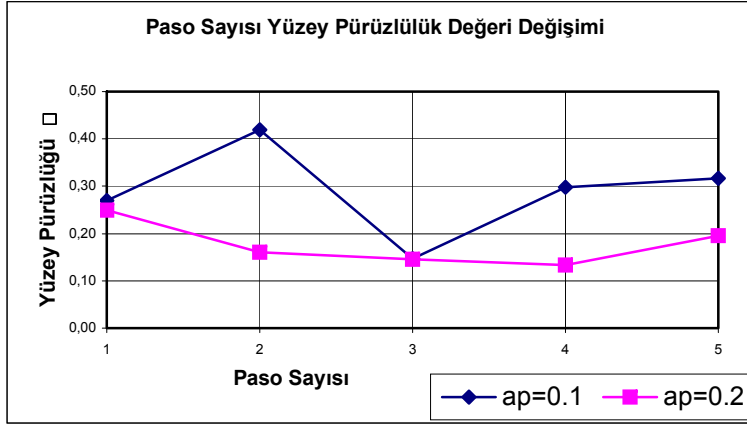
İŞ PARÇASI ÖZELLİKLERİ		
İşlem Ölçüleri		
Frezeleme Öncesi	50x50x400	
Frezeleme Sonrası		
Diğer Özellikler		
Malzemesi	Tanım:	
	DIN Nr.	1.2344
	Çekme Mukavemeti	
	Sertlik Değeri	25 HRC
	İşleme Yönü	



ÇALIŞMA (DENEY) ŞARTLARI				
KESME HIZI (m/min)	DEVİR	İLERLEME (mm/min)	SOĞUTMA	MAKİNE MARKA VE TİPİ
50	6000	240	YOK	JOHNFORD CNC VMC 850

KESİCİ TAKIM ÖZELLİKLERİ				
Standardı	DIN 6527 TİP N			
Çap	3 mm			
Tipi	N			
Kaba Talaş				
Kesme Yönü	Sağ			
Sap Şekli	HA			
Malzemesi	K20 (AlTiN Kaplama)			
Özel Bilgiler	Dış Çap	3	Helis Açısı	30
	Ağız Sayısı	4	Tam Boy	38

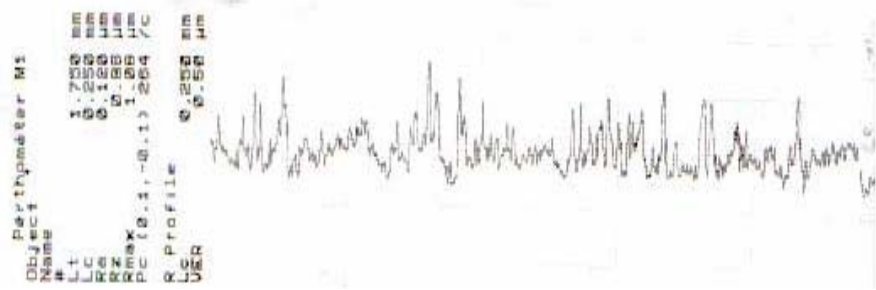
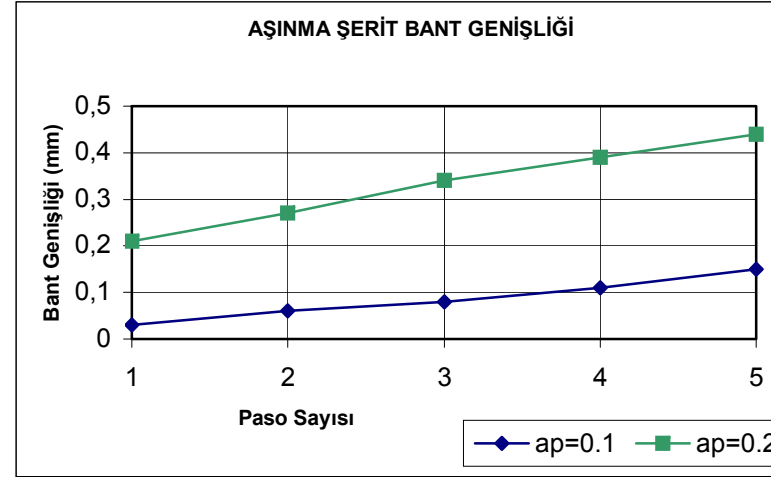
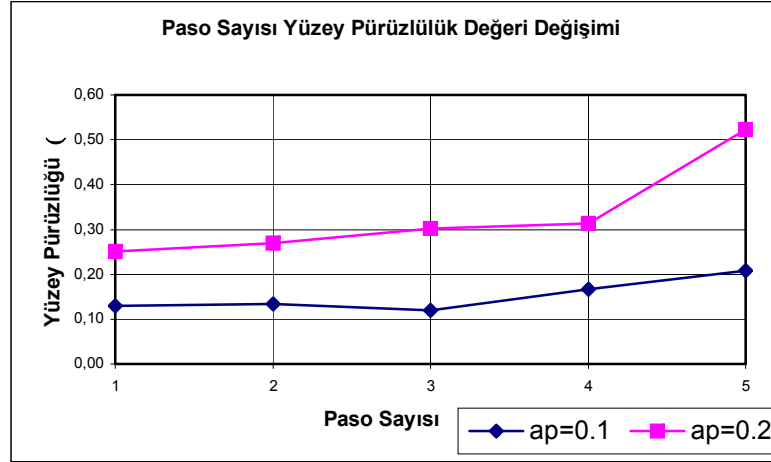
İŞ PARÇASI ÖZELLİKLERİ		
İşlem Ölçüleri		
Frezeleme Öncesi	50x50x400	
Frezeleme Sonrası		
Diğer Özellikler		
Malzemesi	Tanım:	
	DIN Nr.	1.2080
	Çekme Mukavemeti	
	Sertlik Değeri	25 HRC
	İşleme Yönü	



ÇALIŞMA (DENEY) ŞARTLARI				
KESME HIZI (m/min)	DEVİR	İLERLEME (mm/min)	SOĞUTMA	MAKİNE MARKA VE TİPİ
50	5300	212	YOK	JOHNFORD CNC VMC 850

KESİCİ TAKIM ÖZELLİKLERİ				
Standartı	DIN 6527 TİP N			
Çap	3 mm			
Tipi	N			
Kaba Talaş				
Kesme Yönü	Sağ			
Sap Şekli	HA			
Malzemesi	K20 (TiCN Kaplama)			
Özel Bilgiler	Dış Çap	3	Helis Açısı	30
	Ağız Sayısı	4	Tam Boy	38

İŞ PARÇASI ÖZELLİKLERİ		
İşlem Ölçüleri		
Frezeleme Öncesi	50x50x400	
Frezeleme Sonrası		
Diğer Özellikler		
Malzemesi	Tanım:	
	DIN Nr.	1.2344
	Çekme Mukavemeti	
	Sertlik Değeri	25 HRC
	İşleme Yönü	



ÇALIŞMA (DENEY) ŞARTLARI				
KESME HIZI (m/min)	DEVİR	İLERLEME (mm/min)	SOĞUTMA	MAKİNE MARKA VE TİPİ
50	5300	212	YOK	JOHNFORD CNC VMC 850

ÖZGEÇMİŞ

BARKIN BAKIR

E-mail : barkinbakir@marmara.edu.tr
Web : <http://mimoza.marmara.edu.tr/~barkinbakir>

KİMLİK BİLGİLERİ

Doğum Yeri : Karabük
Doğum Tarihi : 25.05.1980
Yabancı Dili : İngilizce
Uzmanlık Alanları : CAD / CAM sistemleri

AKADEMİK ÜNVANLARI (Üniversitesi ve Tarihi)

Lisans :Marmara Ü, Teknik Eğitim F, Makine Eğt. Bölümü,
Tasarım ve Konstrüksiyon Eğt.Ana Bilim Dalı, 2002
Yüksek Lisans : Marmara Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Eğt. Programı
Halen : Marmara Ü, Teknik Eğitim F, Makine Eğt. Bölümü,
Araştırma Görevlisi