

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AISI 1040 ÇELİĞİNİN FREZELENMESİNDE
YÜZEY KALİTESİNİN KESİCİ TAKIM
GÜRÜLTÜSÜNÜN ANALİZİ İLE BELİRLENMESİ

ARİF AKAY

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr Oğuz GİRİT

İSTANBUL 2009

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KABUL VE ONAY BELGESİ

Arif AKAY ın **AISI 1040 çeliğinin frezelenmesinde yüzey kalitesinin kesici takım gürültüsü ile belirlenmesi** isimli Lisansüstü tez çalışması, M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı kararı ile oluşturulan jüri tarafından Anabilim Dalı Programında **YÜKSEK LİSANS/DOKTORA** Tezi olarak Kabul edilmiştir.

Danışman:(Yrd.Doç.Dr Oğuz GİRİT)(M.Ü.T.E.F)

Üye:() (M.Ü.M.F)

Üye:() (M.Ü.T.E.F)

Tezin Savunulduğu Tarih :

ONAY

M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı kararı ile'ın Anabilim Dalı Programında Y.Lisans (MSc.) derecesi alması onanmıştır.

Marmara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü
Prof .Dr. Sevil ÜNAL

ÖNSÖZ

Üniversite öğrenim hayatımın yüksek lisans bölümünde birlikte çalışma imkanı bulduğum Sayın Prof. Dr. Mustafa KURT hocama, çalışmalarımın uzun sürmesini sabırla karşılayıp güven ve desteğini esirgemeyen Sayın Yrd.Doç.Dr. Oğuz GİRİT' E , okuldaki tüm gelişmelerden bizleri haberdar edip ve organizasyonlarda beni hiç unutmayan Sayın Dr. Gürcan ATAÖK'E, Arş.Gör Bilçen MUTLU'YA kendi araştırmalarını yaparken benim konumla ilgili makale v.s bulduğunda esirgemeyen hemen bana ulaştıran Sayın Arş. Gör. Barkın BAKIR'A , ve tez düzeneklerinde bana yardımcı olan Teknik Öğretmen Eyüp BAĞCI' YA çalışmalarımı yaparken fikir alış-verişi yaptığım ortağım Tolgahan KÖROĞLU'na katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Hiçbir zaman desteğini esirgemeyen aileme,her işimde olduğu gibi bu çalışmamda da sabırla ve yapıcı bir şekilde yanımda gördüğüm biricik eşim Sema' ya sonsuz teşekkürler...

Ekim,2009

Arif AKAY

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
ÖNSÖZ.....	III
İÇİNDEKİLER	I
ÖZET.....	IV
ABSTRACT	V
SEMBOL LİSTESİ.....	VI
KISALTMALAR.....	VII
ŞEKİL LİSTESİ.....	VIII
TABLO LİSTESİ	IX
BÖLÜM I. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
BÖLÜM II. TALAŞ KALDIRMA YAKLAŞIMLARI,YÜZEY PRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİ EDEN FAKTÖRLE	4
II.1. TALAŞ KALDIRMA YAKLAŞIMLARI.....	5
II.1.1. Analitik Yaklaşımlar.....	7
II.1.2. Merchant Yaklaşımlar.....	8
II.1.3. Lee ve Shaffer Yaklaşımlar	9
II.2. PARMAK FREZE ÇAKISINA ETKİ EDEN KUVVETLER.....	9
II.2.1 Shaw,Cook ve Finnie Yaklaşımı	11
II.2.2 Oxley Yaklaşımı	11
II.2.3 Diğer Yaklaşımlar	12
II.2.4 Analitik Yaklaşımların Değerlendirilmesi.....	15
II.2.5 Nümerik Yaklaşımlar	16

II.2.6 Kesme ve İlerleme Hızları	19
II.2.7 Kesme Kuvveti Ölçme Sistemleri	20
II.2.8 Kuartz Dinamometre	21
II.2.9 Yük Amplifikatörü.....	21
II.2.10 Genel Titreşim Ölçümleri.....	22
II.3. SES	23
II.3.2 Sesi Şiddeti.....	23
II.3.3 Kulak İçi Zararlı Ses Şiddeti	23
II.3.4 Sesi Yayılma Hızı	23
II.3.5 Sesi Özellikleri.....	24
II.3.6 Rezonans	24
II.3.2 Sesi Tını.....	25
II.3.2 Sesi Şiddeti Nasıl Ölçülür.....	25
II.4. SESİN OLUŞMASI ,SESİN MEYDANA GELİŞİ,YAYILMASI VE HIZI	25
II.4.1 Sesi Meydana Gelişi	26
II.4.2 Sesi Hızını Değiştiren Etkenler	26
II.4.3 Rezonans	26
II.4.4 Ses Yalıtımı	26
II.5. GÜRÜLTÜ NEDİR?.....	27
II.6. YÜZEY PRÜZLÜLÜĞÜ VE ÖLÇME YÖNTEMLERİ	27
II.6.1 Yüzey Prüzlülük Parametreleri ve Tanımları	27
II.6.2 Yüzey Prüzlülüğüne Etki Eden Faktörler	31
II.6.3 Ortalama Yüzey Prüzlülüğü (Ra).....	32
II.6.4 İşleme Parametrelerinin Ra İle İlişkisi	33
II.6.5 Yüzey Prüzlülüğü Ölçüm Aleti	33
BÖLÜM III. TEZ ÇALIŞMALARI.....	35
III.1. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ.....	35
III.2. MATERYAL VE METOT	35
II.2.1 Cnc Freze Tezgahı	36
II.2.2 Deneyde kullanılan İş Parçası Malzemesi(AISI 1040) ve Özellikleri	37
II.2.3 Deneyde Kullanılan Kesici Takımlar	37

III.2.4 Deneyde Kullanılan Kuvvet Ölçüm Cihazı	38
III.2.4.1. Kuartz Dinamometre	38
III.2.4.2. Yüzey Prüzlülük Ölçüm Cihazı	38
III.3 TAGUCHİ İLE DENEY TASARIMI	40
III.3.2 Çalışmanın Deney Tasarımı ve Optimizasyon İçin Taguchi Metodu	43
III.3.3 Analiz Metodu.....	45
III.3.4 Deney Tasarımı.....	46
III.3.5 DENEYSEL BULGULAR VE DEĞERLENDİRİLMESİ.....	47
III.3.5.1 Akustik Ses Değişim ve Ra Ölçüm Sonuçlarını Değerlendirilmesi. 47	
III.3.5.2 Radyal,Eksenel,Teğetsel ve Eksenel Kuvvetlerin Değerlendirilmesi	51
BÖLÜM IV. SONUÇLAR, TARTIŞMA VE DEĞERLENDİRME	53
KAYNAKLAR.....	55
ÖZGEÇMİŞ.....	55

ÖZET

AISI 1040 ÇELİĞİNİN FREZELENMESİNDE YÜZEY KALİTESİNİN KESİCİ TAKIM GÜRÜLTÜSÜNÜN ANALİZİ İLE BELİRLENMESİ

Talaşlı imalatla yüzey kalitesinin belirlenmesinde en önemli kriterlerden biri de üretilen parçanın yüzeyindeki pürüzlülük değeridir. Frezeleme işlemlerinde, yüzey pürüzlülüğünün tahmini için kesme kuvvetleri ve titreşimler dikkate alınarak model geliştirilmiş ve pürüzlülük oranı tahmin edilmiştir.

Bunların yanı sıra, kesme esnasında meydana gelen sesin basınç düzeyindeki değişim ile yüzey pürüzlülüğü tahmininde bulunmak da mümkündür. Bu çalışmada, AISI 1040 çeliğinde DLC kaplamalı iki ağızlı karbür parmak freze ile kuru işlenmesi süresince akustik ses basıncındaki değişim mikrofona ve geliştirilen yazılım ile kaydedilmiştir.

Kullanılacak düzenecekler önceden kalibre edilmiş, kullanılan CNC tezgahında kesme işlemi gerçekleştirilmeden boşta ses değerleri kayıt altına alınmıştır. Ortamda bir adet tezgah çalıştırılmıştır.

Kaydedilen sesin basınç değişimi ile ortalama yüzey pürüzlülüğü (R_a) arasındaki ilişki araştırılmış ve doğrusal regresyon yöntemi kullanılarak modellenmiştir. Ayrıca, kesme parametrelerinin radyal, teğetsel ve eksenel kuvvetlere etkisi de araştırılmıştır.

Eylül, 2009

Arif AKAY

ABSTRACT

DETERMINATION OF SURFACE QUALITY THROUGH NOISE OF CUTTING TOOL IN MILLING OF AISI 1040 STEEL

One of the most important criteria for determination of surface quality of cut surface in metal cutting is surface roughness values.

In milling process, some prediction models have been developed considering cutting forces and vibrations and the rate of roughness have been predicted. In addition to these, the prediction of surface roughness can be possible by using the variation of acoustic sound pressure level which occurs during cutting process.

In this study, variation of sound level have been recorded by using microphone and developed software, during dry milling of AISI 1040 steel with DLC coated two flute carbide end mill.

The relationship recorded variation sound level and variation of surface roughness have been investigated and modeled through linear regression model. Additionally, the effect of cutting parameters on radial, tangential and axial forces has been investigated.

September, 2008

Arif AKAY

SEMBOL LİSTESİ

V_c	: Kesme Hızı (m/dak)
f	: İlerleme (mm/dak)
n	: Devir Sayısı (dev / dak)
k_c	: Özgül kesme kuvveti (N/mm ²)
μ	: Sürtünme Katsayısı
Z	: Takım Ömrü (dak)
T	: Ortalama Kesme Kenarı Dayanım Süresi
n_o	: Bileme Sayısı
F_e	: Toplam Teğetsel Kuvvet (N)
M	: Tork (Nm)
P	: Güç (kw)
η	: Verim
R_a	: Ortalama yüzey pürüzlülüğü (mikrometre)
SPL (dB)	: Ses basıncı (94 dB SPL= 1 Pascal = 10 mikrobars)
F	: İtme kuvveti (N)

KISALTMALAR

DLC	: Elmas benzeri karbon
HSS	: Yüksek hız çeliği (hava çeliği)
Cs	: Takımın yardımcı kenar açısı
Ce	: Takım ayar açısı

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil II.1. Takım Tezgahı-Takım-İş parçası ilişkisi	6
Şekil II.2. Talaş Kaldırma Analizinde Kullanılan İki Temel Metod	7
Şekil II.3. Kesme Bölgesinde Kayma Açısı ve Gerilmeleri	10
Şekil II.4. Kesici Takım Talaş Yüzeyi Üzerindeki Kayma ve normal Gerileme Dağılımları	13
Şekil II.5. Kesici Takım Ucuna Etki Eden Kuvvetler.....	17
Şekil II.6. Parmak Freze ile Talaş Kaldırma İşleminin Geometrik Yapısı	19
Şekil II.7. Dinamometre-Amplifikatör-Kart-Bilgisayar Çevrimi	19
Şekil II.8. Kuartz Dinamometre.....	21
Şekil II.9. Ortalama Yüzey Prüzlülüğü.....	32
Şekil III.1. Deney Düzeneği	36
Şekil III.2. Deneyde Kullanılan Kesici Takımlar	38
Şekil III.3. Yüzey Prüzlülüğü Arimetrik Ortalaması.....	40
Şekil III.4. Taguchi Optimizasyon Uygulamalarının Aşamaları	44
Şekil III.6. Deney Düzeneğinin Şematik Gösterimi	45
Şekil III.7. Mikrofon Kalibrasyonu	46
Şekil III.8. Talaş Derinliği ve İlerleme Oranına Bağlı Olarak Akustik Ses Seviyesindeki Değişim...	48
Şekil III.9. Kesme Hızı ve İlerleme Oranına Bağlı Olarak Ortalama Yüzey Prüzlülüğündeki Değişim	50
Şekil III.10. Ra İçin Lineer Regrasyon Modeli	50
Şekil III.11. Talaş Derinliği ve İlerleme Oranının Radyal Kuvvet Oluşumuna Etkisi	52
Şekil III.12. Talaş Derinliği ve İlerleme Oranının Teğetsel Kuvvet Oluşumuna Etkisi	52
Şekil III.13. Talaş Derinliği ve İlerleme Oranının Eksenel Kuvvet Oluşumuna Etkisi.....	52

TABLO LİSTESİ

Tablo II.1. Ortogonal Kesme İlgili Yapılan Analitik Çalışmalar	16
Tablo II.2. Bazı Ağaç Türlerinin Zımparalanmış Yüzeylerinde Kuru ve Nemli Haldeki Ortalama Prüzlülük Değerleri Arasındaki Farklar	29
Tablo III.1. Cnc Freze Tezgahının Teknik Spesifikasyonları	37
Tablo III.2. AISI 1040 Çelik Malzemesinin Mekanik ve Kimyasal (%) Özellikleri	37
Tablo III.3. Kuvvet Sönsörünün Teknik Özellikleri	39
Tablo III.4. Ortogonal Dizin Tipleri	42
Tablo III.5. Taguchi L16 Deney Tasarımı	47
Tablo III.6. Maksimum Sapma ve Artık Oran	50

BÖLÜM I.

GİRİŞ VE AMAÇ

İmalat için gerekli olan zamanı ve maliyeti azaltmak için arayışlar devam etmekte olup, üretimi otomasyon ile ve en az proses ile gerçekleştirmek modern imalatın vazgeçilmez hedefleri arasındadır. Bu hedefe ulaşabilmek için, imalattaki ara proseslerin gereksinimini ortadan kaldıracak veya minimize edecek tekniklerin geliştirilmesi kaçınılmazdır. Araştırmacılara ve imalat prosesindeki mühendislere bu imkanı sağlayacak teknoloji günümüzde mevcuttur. Mevcut teknolojilerin kombinasyonu ile geliştirilecek kontrol sistemi hem üretim zamanını hem de maliyeti azaltmaktadır. Ara proseslerden biri de üretilen parçanın yüzey kalitesinin kontrolüdür. Her bir parçanın yüzey kalitesinin kontrolü maliyet gerektiren ve zaman alıcı bir iştir. Bundan dolayı, tahmin modelleri ve sistemleri geliştirmek kaydıyla, kalite kontrole ayrılan süreyi ve maliyeti azaltmak mümkündür.

BSD tezgahlarda ölçü tamlıkları ve yüzey kalitesi işleme parametrelerinin doğru seçimi ile sağlanabilmektedir. İşleme parametreleri, kesme, ilerleme, fener mili, iş mili hızları, paso derinliği gibi parametrelerdir. Bu parametrelerin seçimi genelde programcının tecrübesine, tezgahın el kitabına ve/veya takım kataloglarına göre yapılmaktadır. Yine de, imalat resimlerinde belirtilen yüzey pürüzlülüğü ve tolerans değerlerini sağlatabilecek ilerleme ve kesme hızlarının tespiti oldukça zordur[1].

İşlenmiş parça yüzeylerinin tribolojik özellikleri, yüzey dokusundan birinci derecede etkilenmektedir. Yüzey pürüzlülüğü sadece aşınma, sürtünme ve yağlama gibi tribolojinin geleneksel konularında değil aynı zamanda sızdırmazlık,

hidrodinamik, elektrik, ısı iletimi vb. farklı alanlarda da dikkate alınması gereken önemli bir faktördür önemlidir. Talaşlı imal usulleri kullanılarak yapılan yüzey operasyonları birçok değişkenden etkilenebilmektedir. Yüzey pürüzlülük değerinin azaltılması; paso derinliğinin azaltılması, düşük ilerleme ve yüksek kesme hızları kullanımı, soğutma suyu debisinin artırılması, kesici takımın uç yarıçapının ve talaş açısı değerlerinin büyük olması gibi faktörlere bağlıdır.

Kopac ve Bahor pratikte sık kullanılan temperlenmiş Ç1060 ve Ç4140 çeliklerin işleme koşulları ile yüzey pürüzlülüğünün değişimi üzerindeki çalışmalarında, işleme parametrelerinin rasgele seçimi neticesinde ne tür sonuçlar ile karşılaşılacağı üzerinde durmuşlardır. Çalışmalarında, her iki çelik için büyük uç yarıçaplı kesici takım kullanıldığında, düşük yüzey pürüzlülüğü değerlerine ulaşıldığı görülmüştür[2].

Yuan, Zhou ve Dong'un tornalama ile ilgili çalışmalarında, baklava geometrili (eşkenar dörtgen veya diamond) kesici takımın keskinliğinin, işleme deformasyonlarını ve işlenmiş yüzeyin pürüzlülüğünü etkileyen ana faktörlerden biri olduğu ortaya konmuştur. Alüminyum alaşımı numuneler kullandıkları deneyler sonucunda yüzey pürüzlülüğünün, işparçasının mikrosertlik değerinin, kalıcı yüzey gerilmelerinin ve dislokasyon yoğunluklarının takım uç yarıçapıyla değiştiğini göstermiştir. Körelmiş takım ile işlenen yüzeylerin, keskin takım ile işlenenlere göre daha sert olduğu görülmüştür . Eriksen , torna ile işlenen kısa elyaflarla güçlendirilmiş termoplastik malzemelerin değişik kesme ve ilerleme hızları, kesici takım uç yarıçapı ve elyaf doğrultusu ile etkileşimlerini incelemiştir[3].

Optimum işleme koşullarını deneysel olarak belirlemenin mümkün olduğu, ancak teorik olarak hesaplanan değerler ile bu parametrelerin uymadığı ifade edilmiştir. Çalışmalarında, ilerleme hızının 0,1 mm/dev değerinin üzerinde olduğu durumlarda yüzey pürüzlülüğünün arttığı, takım uç yarıçapı küçüldüğünde yüzey pürüzlülüğünün azaldığı, kesme hızı 500 m/dak değerine ulaştığı zaman yüzey pürüzlülüğünün bozulduğu, hızı 1500 m/dak'ya varan yüksek kesme hızlı işlemlerde yüzey pürüzlülüğünün kesme hızından bağımsız olduğu belirtilmiştir.

Bu çalışmada talaşlı imalatta yüzey kalitesinin belirlenmesinde en önemli kriterlerden biri de üretilen parçanın yüzeyindeki pürüzlülük değeridir. Frezeleme işlemlerinde, yüzey pürüzlülüğünün tahmini için kesme kuvvetleri ve titreşimler dikkate alınarak model geliştirilmiş ve pürüzlülük oranı tahmin edilmiştir. Bunların yanı sıra, kesme esnasında meydana gelen sesin basınç düzeyindeki değişim ile yüzey pürüzlülüğü tahmininde bulunmak da mümkündür. Bu çalışmada, AISI 1040 çeliğinde DLC kaplamalı iki ağızlı karbür parmak freze ile kuru işlenmesi süresince akustik ses basıncındaki değişim mikrofön ve geliştirilen yazılım ile kaydedilmiştir. Kaydedilen sesin basınç değişimi ile ortalama yüzey pürüzlülüğü (R_a) arasındaki ilişki araştırılmış ve doğrusal regresyon yöntemi kullanılarak modellenmiştir. Ayrıca, kesme parametrelerinin radyal, teğetsel ve eksenel kuvvetlere etkisi de araştırılmıştır.

İmalat için gerekli olan zamanı ve maliyeti azaltmak için arayışlar devam etmekte olup, üretimi otomasyon ile ve en az proses ile gerçekleştirmek modern imalatın vazgeçilmez hedefleri arasındadır. Bu hedefe ulaşabilmek için, imalatındaki ara proseslerin gereksinimini ortadan kaldıracak veya minimize edecek tekniklerin geliştirilmesi kaçınılmazdır. Araştırmacılara ve imalat prosesindeki mühendislere bu imkanı sağlayacak teknoloji günümüzde mevcuttur. Mevcut teknolojilerin kombinasyonu ile geliştirilecek kontrol sistemi hem üretim zamanını hem de maliyeti azaltmaktadır. Ara proseslerden biri de üretilen parçanın yüzey kalitesinin kontrolüdür. Her bir parçanın yüzey kalitesinin kontrolü maliyet gerektiren ve zaman alıcı bir iştir. Bundan dolayı, tahmin modelleri ve sistemleri geliştirmek kaydıyla, kalite kontrole ayrılan süreyi ve maliyeti azaltmak mümkündür. Bu konuda araştırma yapan bilim adamlarını ve yaptıkları çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Ebner ve arkadaşları (2006) frezelemede yüksek kesme hızlarında akustik ses ölçümü yapmıştır. Ghosh ve arkadaşları ise (2007) yaptıkları çalışmada, CNC frezede takım aşınmasını sensörlerle ölçtükleri ses değişiminden tahmin etmeye çalışmışlardır. Matthew ile arkadaşları ise (1994) yaptıkları çalışma sonucunda; kesici takımın değişik kesme şartlarında, ses basıncındaki değişimin ölçümünün etkin sonuçlar verdiğini göstermiştir. Mannan ve arkadaşları (2000), takım aşınması sonucu kesici takımın talaş kaldırma esnasında çıkardığı seslerin analizini yaparak, yüzey kalitesi ile ilişkisini irdelemişlerdir[4].

Bu çalışmada ise, AISI 1040 orta karbonlu çeliğin iki ağızlı DLC kaplamalı karbür parmak freze ile kuru frezelenmesinde oluşan akustik ses basıncı değişimi mikrofona dinlenerek özel yazılım programı ile dB olarak kaydedilmiştir. Akustik ses basıncındaki değişim ile yüzey pürüzlülüğü arasındaki ilişki irdelenip, lineer regresyon ile modellenmiştir. Ayrıca, kuru frezelemede oluşan kuvvetler, kesme parametreleri dikkate alınarak yorumlanmıştır.

BÖLÜM II.

TALAŞ KALDIRMA YAKLAŞIMLARI, YÜZEY PRÜZLÜLÜĞÜ'NE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

II.1. TALAŞ KALDIRMA YAKLAŞIMLARI

Günlük hayatta kullanılan pek çok parça, farklı imal usullerinden biri kullanılarak imal edilir. Takım tezgâhlarında, talaş kaldırmak suretiyle parçaların şekillendirilmesindeki temel esas; iş parçasının nihai şeklinin ilgili malzemenin işlenmesi ile elde edilir. Geleneksel yöntemlerle talaş kaldırma işlemlerinde, değişik takım tezgâhlarında gerçekleştirilecek; tornalama, frezeleme, delme, taşlama vb. işlemler için bir kesici takım kullanılır. Ham parçadaki fazlalıklar, takım tezgâhına bağlanmış bu takım ile “talaş kaldırarak” alınır.

Malzemedan talaş kaldırılması, takım kesici ucunun/kenarının iş parçası yüzeyine temas etmesi ve bu etki bölgesinde, talaş kaldırma enerjisi talaş kaldırıldığı tezgâhtan iş parçasına iletilmesi ile sağlanır. Bu sebeple “takım tezgâhı–kesici takım–iş parçası malzemesi” üçgeni arasındaki ilişki (Şekil II.I) çok iyi kurulmalı ve “kesme parametreleri” dediğimiz bu ilişkiyi şekillendiren değişkenler iyi değerlendirilmelidir.



Şekil II.1
Takım Tezgâhı-Takım-İş Parçası İlişkisi

Üretimin hedefi, işlemlerin teknik ve ekonomik yönden en az yük/maliyet, operatör açısından ise en yüksek emniyetle yerine getirilmesidir. Genel olarak, üretilen iş parçası için istenen işlevsel toleransların optimal işleme şartlarıyla gerçekleştirilmesi gerekir. Bu işlevsel toleransların gerçekleşmesi takım/takım tezgâhı/iş parçası ilişkilerinin doğru kurulması ile mümkündür.

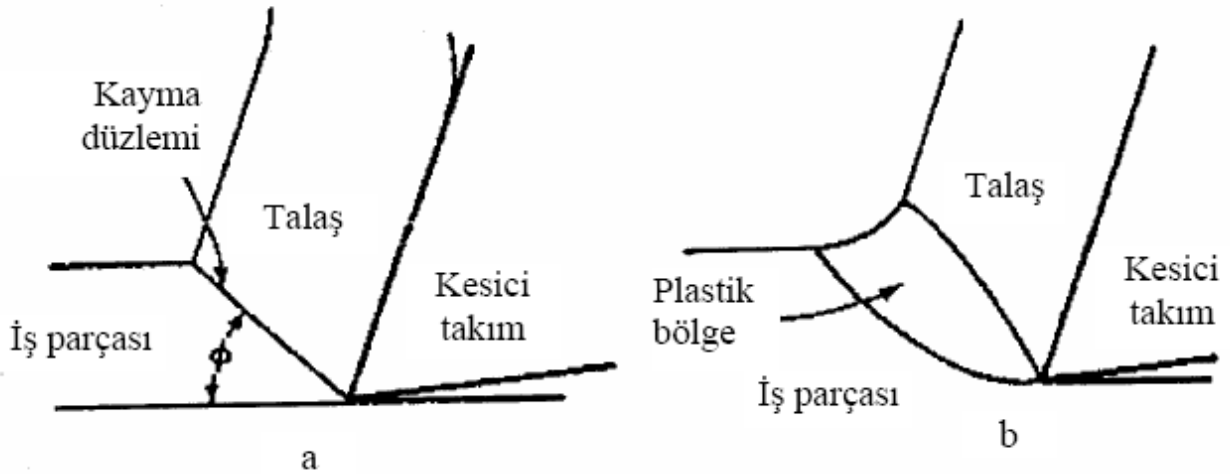
Kör veya fazla kullanılmış takımlar, doğru seçilmemiş işleme parametreleri ve titreşimler işlevsel toleransları engelleyen ölçü ve yüzey hatalarına sebep olur. Hatasız (veya en az hata ile) iş, minimum takım aşınması ve düşük güç sarfıyatı, talaş kaldırma işlemlerinde ekonomikliği simgeleyen en önemli unsurlardır. Uygun kesme parametreleri için değerler, genellikle deneysel olarak belirlenmiş olup, kesmenin etkili olduğu bölgede oluşan kesme kuvvetleri bu deneysel sonuçlara bağlı olarak elde edilmiş ampirik eşitliklerle hesaplanır.

Özellikle takım ömrü ve takım değiştirme sıklığı, takım tezgâhlarının verimli kullanılması için en önemli parametrelerdir. Talaş kaldırma işlemlerinde kullanılan takımların kesici kenarları yeterince keskin olmasına rağmen, talaş kaldırma işlemleri sırasında oluşan gerilmeler karşısında oldukça fazla zorlanırlar. Bu sebeple takımın bu gerilmeleri karşılayabileceği optimum kesit ve kesmeyi kolaylaştıracak takım parametresini belirlemek için pek çok araştırma yapılmıştır.

Talaş kaldırma ile ilgili olarak literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında, bu çalışmaları temel olarak analitik ve nümerik çalışmalar olmak üzere 2 ana grupta ele almak mümkündür.

II.1.1. Analitik Yaklaşımlar

Talaş kaldırmadaki deformasyon bölgesinin yapısı hakkında farklı görüşler bulunmaktadır. Analizlerde 2 temel yaklaşım göze çarpmaktadır. Piispannen, Merchant, Koboyashi ve Thomsen gibi pek çok araştırmacı Şekil II.5a'da gösterilen ince düzlemi (veya ince bölge) tercih ederken; Palmer ve Oxley, Okushima ve Hitomi gibi araştırmacılar da Şekil II.2b'de gösterilen kalın deformasyon bölgesine dayalı analizler yapmışlardır. Uygulanabilir deneysel kanıtlar; kalın bölge modelinin çok düşük kesme hızlarında kesme işlemini tanımlayabildiğine işaret ederken, yüksek kesme hızlarında da ise ince bir kayma düzlemine işaret etmektedir. Bu yüzden ince bölge modeli, gerçek kesme şartları için daha kullanışlı görünmektedir[5].



Şekil II.2

Talaş kaldırma analizlerinde kullanılan iki temel model:

- a) İnce bölge modeli
- b) Kalın bölge modeli .

Buna ilave olarak, ince bölge modeli, kalın bölge modeline göre daha basit matematik işlemlerine neden olur. Bu iki sebepten dolayı, kalın bölgenin analizine

göre ince bölgenin analizi daha bazı farklılık ve benzerlikler yer almaktadır. bütündür ve daha elverişlidir. İki model arasında talaş kaldırma işleminin analizinde kayma açısının önemli bir yeri vardır.

Talaş kaldırmada kayma açısı, plastik deformasyonun bir ölçüsüdür ve kesme işlemindeki kuvvetlerin tahmin edilmesi için çok önemli bir özelliktir. Bu yüzden, literatürde kayma açısı ilişkilerini içeren birçok çalışma yer almaktadır. Kayma açısı, bu çalışmaların pek çoğundan aşağıdaki gibi elde edilebilmiştir.

$$\phi = C1 - C2 (\beta - \gamma)$$

Burada, $C1$ ve $C2$ sabitlerdir.

II.1.2 . Merchant yaklaşımı

Bu ilişki en eski ve belki de en iyi bilinen kayma açısı ilişkisidir.

$$\phi = \frac{\pi}{4} - \frac{1}{2} (\beta - \gamma)$$

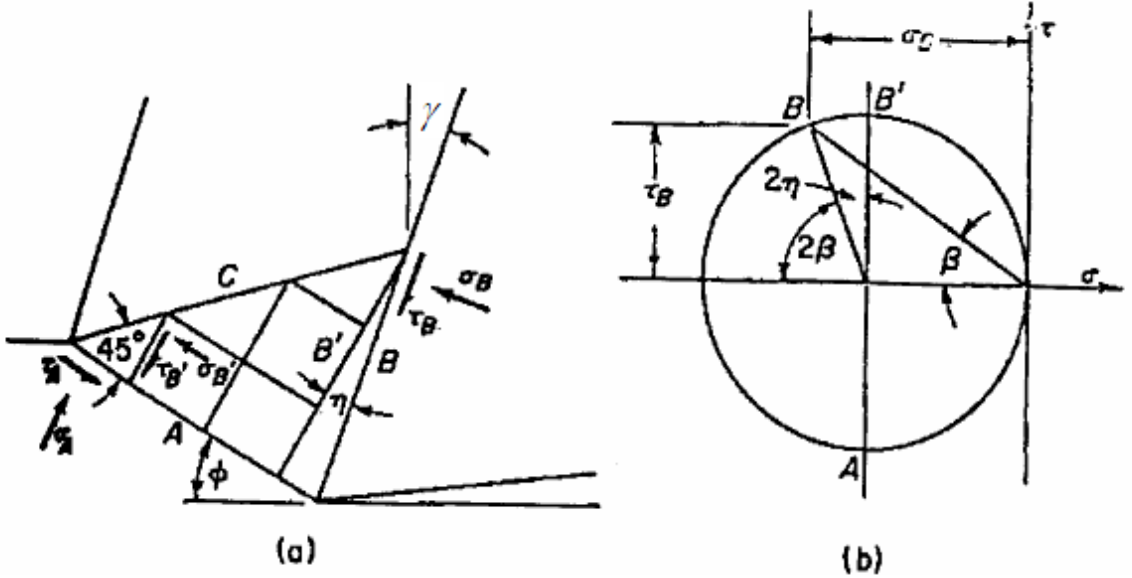
Şeklinde açıklanır.

II.1.3 Lee ve Shaffer yaklaşımı

Lee ve Shaffer, ideal rijit plastik malzeme için plastisite teorisini uygulamışlar ve deformasyonun ince bir kayma düzlemi üzerinde oluştuğunu kabul etmişlerdir. Talaş içerisinde kayma düzleminde kesici takımın yüzeyine kesme kuvvetlerinin geçiren bir gerilme bölgesinin olması gerektiğini düşünmüşler ve bunu, akmanoktasının üstüne kadar gerilmeye uğramasına rağmen hiçbir deformasyonun oluşmadığı kayma hattı bölgesi ile göstermişlerdir. Analizleri için kullandıkları model ve gerilmeye maruz kalmış bölgenin sınırlarındaki gerilmeler için Mohrdaresi Şekil 2.2’de gösterilmiştir.

II.2 PARMAK FREZE ÇAKISINA ETKİ EDEN KUVVETLER

Günümüze kadar parmak freze ile yüzey işlerken talaş kaldırma esnasında kesici takıma etki eden kuvvetler üzerine bir çok araştırmalar yapılmıştır. Talaş kaldırma esnasında kesici takıma üç temel kuvvetin etki ettiği görülmektedir. Bunlar arasında talaş kaldırma esnasında kesici takıma eğim vermeğe çalışanlar şekil I'de görüldüğü gibi F_n ve F_t kuvvetleridir. Şekil I'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 takımın helis açısı doğrultusunda etki eden kuvvet



olup bu kuvvetin kesici takımın eğilmesine doğrudan bir etkisi yoktur.

Şekil II.3

Kesme bölgesinde kayma açısı ve gerilmeler.

a.) Kayma açısı analizi için Lee Shaffer modeli

b.) Gerilme bölgesi için Mohr dairesi

Şekil II.3 a daki gerilemeye maruz kalmış bölgenin geometrisinden.

$$\phi = \gamma + \eta$$

Ve Mohr dairesinden,

$$\eta = \frac{\pi}{4} - \beta$$

Olarak elde edilir.

$$\phi = \frac{\pi}{4} - (\beta - \gamma)$$

Olarak elde edilecektir ve bu eşitlik Lee ve Shaffer' in kayma açısı ilişkisini ifade etmektedir.

II.2.1 Shaw, Cook ve Finnie yaklaşımı

Shaw, Cook ve Finnie; kayma düzleminin, maksimum kayma gerilmesinin birdüzlemi olmadığını kabul ederek, Lee ve Shaffer'ın modelini biraz düzenlemişlerdir. Bu yüzden, Lee ve Shaffer'da olduğu gibi başlangıçtaki akmada bir kaymahattı bölgesinin olduğunu, ancak, kayma düzleminin kendisinin bir kayma hattı olmadığını teklif etmişlerdir.

$$\phi = \gamma + \eta + \eta'$$

elde edilir. Bu yüzden Shaw, Cook ve Finnie: kayma açısı için ilişkili.

$$\phi = \left(\frac{\pi}{4} + \eta' \right) - (\beta - \gamma)$$

şeklinde elde edilir.

II.2.2 Oxley yaklaşımı

Oxley, önceki bölümde tartışıldığı gibi, aşağıdaki ilişki ile verilen bir kayma açısı ilişkisini içeren bir analiz gerçekleştirmiştir.

$$\theta = \phi + \beta - \gamma$$

ve

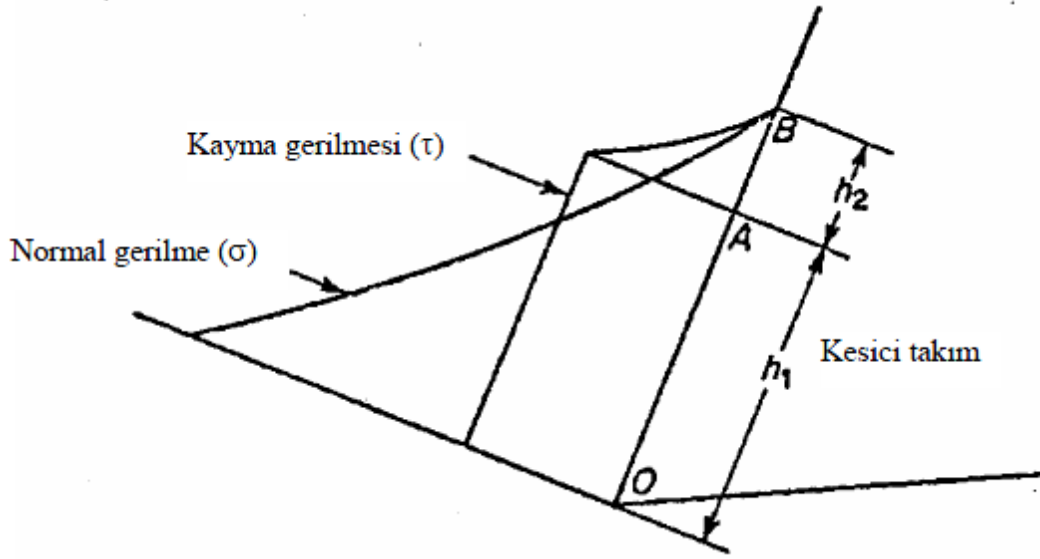
$$\theta = \arctan \left[\frac{1}{2} + \frac{\pi}{4} - \phi + \left(1 + \frac{h}{h} \right) \frac{\cos 2(\phi - \gamma)}{2 \tan \beta} - \frac{\sin 2(\phi - \gamma)}{2} \right]$$

II.2.3 Diğer yaklaşımlar

Literatürde, yukarıda bahsedilen kayma açısı ilişkilerine ek olarak diğer birçok ilişki formüle edilmiştir. Bunlardan Colding ve Sata ve Yoshikawa, malzeme özelliklerini dikkate almışlar, ancak malzemenin, kayma açısı üzerinde hiçbir etkisi olmayacağını kabul etmişlerdir. Colding yaklaşımı, malzemenin tercih edilen atom sıralanışının önemi olduğuna işaret çekmesi nedeniyle ilgi çekicidir. Açıkçası, bu özellik varsa, önemli bir faktördür, ancak çoğu malzeme, kesmeden önce izotropiğe yakın olacak ve anizotropi söz konusu olduğunda ise genellikle yönü bilinmeyecektir. Hill, anizotropi, işleme sertleşmesi, sürtünme katsayısındaki değişim ve termaletkiler gibi talaş kaldırmada bilinmeyen çok sayıdaki faktörle yalnızca bir kayma açısının var olamayacağını ileri sürmüştür. Bu yüzden Hill, bir tek ilişkinin oluşturulmasında herhangi bir analizin yol göstermeyeceğini, ancak bunun yerine kayma açısının bulunması gereken muhtemel sınırları tayin etmeyi önermiştir. Bu, makul bir yaklaşımdır, ancak Hill tarafından oluşturulan sınırlar, pratik olarak kullanılabilecek kayma açısı değerleri için uygun olmadığından bu model dezavantajlı bir modeldir. Eş. 2.2’de verilen kayma açısı ilişkisi çok kullanışlı bir yaklaşım gibi görülmekte beraber $C1$ ve $C2$ değerleri, Oxley’in kayma açısı eşitliğindeki yaklaşık çözüm için Eş. 2.2’de verilmiştir:

$$\theta = 50 - 0,8 \times (\beta - \gamma)$$

Sata ve Yoshikawa, Takeyama ve Usui, Zorev ve Wallace ve Boothroyd isimli araştırmacılar talaş yüzeyi üzerindeki gerilme dağılımını Şekil 2.2’te göstermiştir. OA uzunluğu üzerinde normal gerilme çok yüksektir ve metal talaş yüzeyine yapışır; iş parçası malzemesinde plastik akış başlar. Bu bölgede kayma gerilmesi (veya sürtünme gerilmesi) normal yükten bağımsızdır. Bu, sürtünmenin



yapışma bölgesi olarak bilinir. AB uzunluğunda ise normal gerilme değeri daha küçüktür.

Şekil II.4.

Kesici takımın talaş yüzeyi üzerindeki kayma ve normal gerilme dağılımları

Yapışma bölgesindeki sürtünme katsayısı sabit olmamakla birlikte normal yükün büyüklüğüne bağlıdır. Bu bölgedeki sürtünme katsayısının değeri, kayma sürtünmesi şartları altındaki değerden daha düşüktür. Talaş kaldırmada ölçülen sürtünme katsayısı, yapışma ve kayma bölgelerine bağlı olan ortalama bir değerdir. Bu yüzden h_1 ve h_2 uzunluklarının sürtünme katsayısının ölçülen değerini değiştirmesi sebebiyle kesme şartlarında değişiklikler beklenir. Örneğin talaş açısındaki artışla;

talaş yüzeyi üzerindeki normal yükün azalarak, sürtünme katsayısını arttıran $h1$ ve $h2$ oranında bir azalmaya sebep olur.

Kayma gerilmesi :

$$\tau = \frac{F_s}{A_0} = \frac{[F_C \cos \phi - F_f \sin \phi] \sin \phi}{af}$$

ile hesaplanmaktadır.

Kayma gerilmesinin iş parçası çekme deneylerinden belirlenen akma dayanımından daha yüksek olduğu görülmüştür. Kayma gerilmesinin daha yüksek oluşmasında ovalama etkisi ve akma bölgesi önü faktörlerinin önemi dikkate alınmalıdır. Yüksek gerilme değerlerini açıklamak için pek çok açıklama vardır:

- a) **Normal gerilme:** Merchant tarafından önerilmiş ve Bridgman tarafından da araştırılmıştır. Kayma düzlemi üzerindeki akma kayma gerilmesi, bu düzlemdeki normal gerilme değerinin yüksek olması sebebiyle artmıştır. Bridgman ve daha sonra da Crossland tarafından yapılan çalışmalarda kayma akma gerilmesi üzerinde hidrostatik gerilmenin çok küçük bir etkisi olduğu görülmüştür.
- b) **Boyut etkisi:** Backer ve arkadaşları ile Shaw ve Finnie tarafından deformasyon bölgesi boyutunun kayma gerilmesi değerini etkileyebileceği söylemiştir. Bu öneri; dislokasyon kaynaklarının bir malzemenin akma gerilmesinde artışlara sebep olması nedeniyle küçük boyutlarda olan tek kristaller için boyut etkisi teorisinden türetilmiştir. Armarego tarafından çok küçük talaş derinliklerinde yapılan deneyler göstermiştir ki; kuvvetlerin belirlenmesinde kesici takım profilinin önemli bir rolü vardır.
- c) **İşleme sertleşmesi:** Talaş kaldırmada işleme sertleşmesinin önemli etkileri Oxley ve Shaw ve Finnie tarafından incelenmiştir

- d) **Gerinme hızı ve sıcaklık:** Bir malzeme için akma gerilmesinin değeri üzerinde gerinme hızı ve sıcaklığın normalde zıt etki oluşturduğu düşünülür. Talaş kaldırmada gerinme hızı ve kayma bölgesindeki sıcaklığın her ikisinin de yüksek olması sebebiyle bu etkilerin derecesi eşittir.

Cotrell, belirli bir kritik gerinme hızı üzerindeki akma gerilmesinin gerinme hızı ve sıcaklıktan bağımsız olan yüksek gerinme hızlarındaki bir akma mekanizmasını tanımlamış, dislokasyonların kaymasını önleyen engellerin (diğer dislokasyonlar, alaşım tortuları ve tanecik sınırları) dalgalı bir iç gerilme alanıyla gösterilebileceğini düşünmüştür.

Uygulanan gerilmenin iç gerilmelerden küçük olması halinde, kafesin termal titreşimlerinin yeterli ilave enerji sağlamadığı takdirde dislokasyonlar bu engelleri geçemeyecektir. Uygulanan gerilme iç gerilmelerden büyük ise, hızlı kayma oluşacak ve akma gerilmesi, gerinme hızından bağımsız olacaktır. Bu 12 teoriyle, yüksek gerinme hızlarındaki akma gerilmesi, statik akmaya göre daha yüksek olacaktır.

Kobayashi ve Thomsen, Cotrell'in teorisini talaş kaldırma simülasyonlarına uygulamışlar, düşük gerinme hızlarında kayma gerilmesinin akma gerilmesinden yüksek ve kayma gerilmesi büyüklüğünün deformasyon boyunca oluşan sıcaklık artışı ile işleme sertleşmesinden bağımsız olduğunu belirlemişlerdir.

II.2.4 Analitik yaklaşımların değerlendirilmesi

İlk analitik kesme modellerinin (ortogonal kesme modeli) temel araştırma konusunu kayma açısının (ϕ) tahmin edilmesi oluşturmaktadır (Çizelge 2.1). Ernst ve Merchant başlangıç kayma düzlemi açısıyla (ϕ) bir malzemenin dinamik davranışını tahmin eden eşitliğin türetilmesinde, minimum enerji yaklaşımını kullanmışlardır.

Çizelge 2.1. Ortogonal kesme ile ilgili yapılan analitik çalışmalar

Yazar(lar)	Önerilen Geometri
Ernst & Merchant	$\phi = 45^\circ + \frac{\gamma}{2} + \frac{\beta}{2} + \frac{\beta'}{2}$
Merchant	$\phi = 45^\circ - \frac{\gamma}{2} + \frac{\beta}{2}$
Stabler	$\phi = 45^\circ - \beta + \frac{\gamma}{2}$
Lee & Shaffer	$\phi = 45^\circ - \beta + \gamma$
Hucks	$\phi = 45^\circ - \frac{\tan^{-1}(2\mu)}{2} + \gamma$
Hucks	$\phi = 45^\circ - \frac{\cot^{-1}(K) - \tan^{-1}(2\mu) + 2\gamma}{2}$
Shaw, Cook, Finnie	$\phi = 45^\circ - \beta + \gamma + \eta'$
Black & Huang	$\psi = 45^\circ - \phi + \frac{\gamma}{2}$

II.2.5 Nümerik Yaklaşımlar

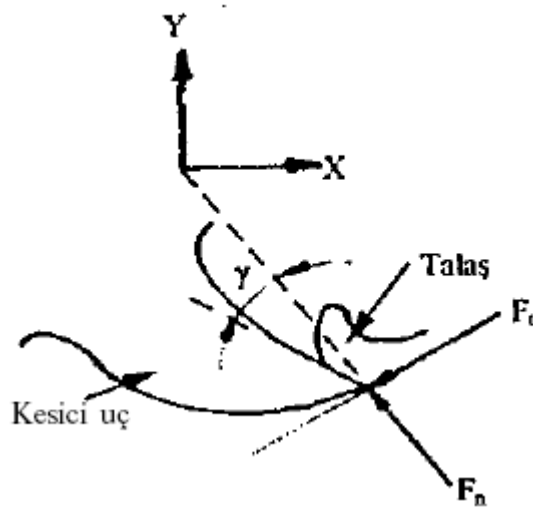
Son yirmi yılda talaş kaldırma işlemini analiz etmek amacıyla Eulerian ve geliştirilmiş Lagrangian formülasyonlarına dayalı sonlu eleman metotları geliştirilmiştir. Nümerik metotlar ve özellikle de sonlu elemanlar metodu, bilgisayar teknolojisindeki ve karmaşık kodlardaki gelişmeler nedeniyle artan bir ilgiye sahip olmuştur. Ortogonal talaş kaldırmayı modellemek amacıyla kullanılan modellerin bir kısmında Eulerian formülasyonu kullanılmıştır. Ancak başlangıçtan denge durumuna kadar talaşın modellenmesine imkân veren Lagrangian formülasyonu daha yaygın olarak kullanılmıştır. Lee'ye göre talaş kaldırmayı FEM kullanarak incelemenin avantajları aşağıdaki gibi özetlenebilmektedir:

- Gerinme, gerinme hızı ve sıcaklığın bir fonksiyonu olarak malzeme özelliklerinin ele alınabilmesi,
- Talaş–takım etkileşiminin yapışma ve kayma olarak modellenenebilmesi,

iii. Doğrusal olmayan geometrik sınırların talaşın serbest yüzeyi gibi ifade edilebilmesi ve kullanılabilmesi,

iv. Kesme ve ilerleme kuvvetleri ile talaş geometrisinin genel değişkenlerine ek olarak lokal gerilmeler, gerinmeler ve sıcaklıkların elde edilebilmesidir.

Literatürde birçok sonlu elemanlar teknikleri uygulanmıştır. Strenkowski ve Carroll, Strenkowski ve Mitchum, Komvopoulos ve Erpenbeck, Ueda ve Manebe, Shih ve 14 Yang, Shih sonlu eleman modelinin doğruluğu ve etkinliğini geliştirmek amacıyla eleman ayırma yöntemini uygulamıştır. Strenkowski ve Carroll, Strenkowski ve Mitchum, Ueda ve Manebe, Shih ve Yang, Shih, kesici takım aşınmasının modellenmesi sonlu elemanlar yöntemi ile modellemiştir. Shih and Yang yeniden ağ oluşturma bölgesi modellemiştir. Strenkowski ve Carroll, Strenkowski ve Mitchum, Komvopoulos ve Erpenbeck, Ueda ve Manebe, Shih ve Yang, Shih kesme sırasında oluşan sürtünmeyi modellemiştir. Malzeme deformasyonunu modellemek için sıcaklık, gerinme hızı ve gerinme sertleşmesi etkilerinden oluşan iş parçası malzemesi modeli uygulanmıştır. Nümerik yaklaşımdaki literatür bölümü; çalışmanın ayrılma simülasyonu içerip içermediğine ve başlangıçtan denge durumuna kadar talaş oluşumunun simüle edilip edilmediğine göre sınıflandırılmıştır[6].



Şekil 2.5
Kesici takım ucuna etki eden kuvvetler

Kulkarni ve diğerleri(1996),yapmış oldukları çalışmada kesici takıma etki eden kuvvetleri şöyle ifade etmişlerdir.

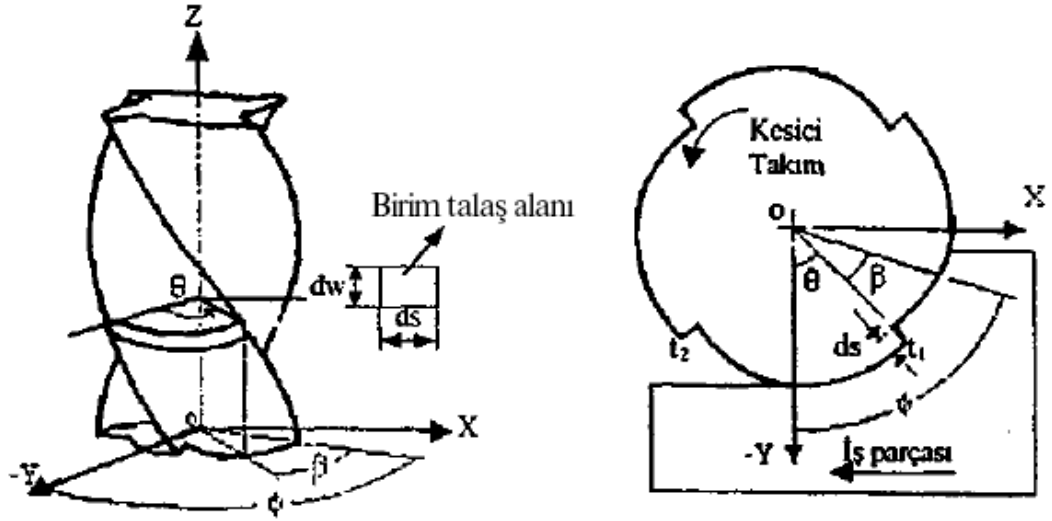
$$F_n = t d_s w \frac{\sin(\tau - \gamma)}{\sin(\phi \cos((\phi + \eta) - \gamma))} \quad (1)$$

$$F_t = x d_s w \frac{\cos(\tau - \gamma)}{\sin(\phi \cos(\phi + \eta - \gamma))} \quad (2)$$

Burada, x iş parçasının kayma gerilmesi, d_s talaş kalınlığı, w talaş genişliği, ϕ kayma açısı, γ talaş açısı ve τ 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

$$\phi = 1/2 \arcsin \left[\frac{2xy}{xu} \cos(\tau_c/4 - \gamma/2) \sin(\phi_c/4 + \gamma/2) - \sin \gamma \right] + \gamma$$

Burada, xy iş parçasının akma mukavemeti ve xu ise iş parçasının kopma mukavemetidir. Kuvvet analizinde önemli olan bir nokta talaş kalınlığı d_s 'nin zamanla değişmesidir. Frezelemede talaş kalınlığı kesici takım dişlerinin açısal 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 b'deki t_i dişi iş parçasından kurtulmadan



Şekil 2.6
Parmak freze ile talaş kaldırma işleminin geometrik yapısı.

t_1 (i¹'inin devreye girmesi (bu durum helis açısından kaynaklanmaktadır) ile t_2 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 paralelliğinin bozulmasını bir miktar önleyecektir.

II.2.6 Kesme ve İlerleme Hızları

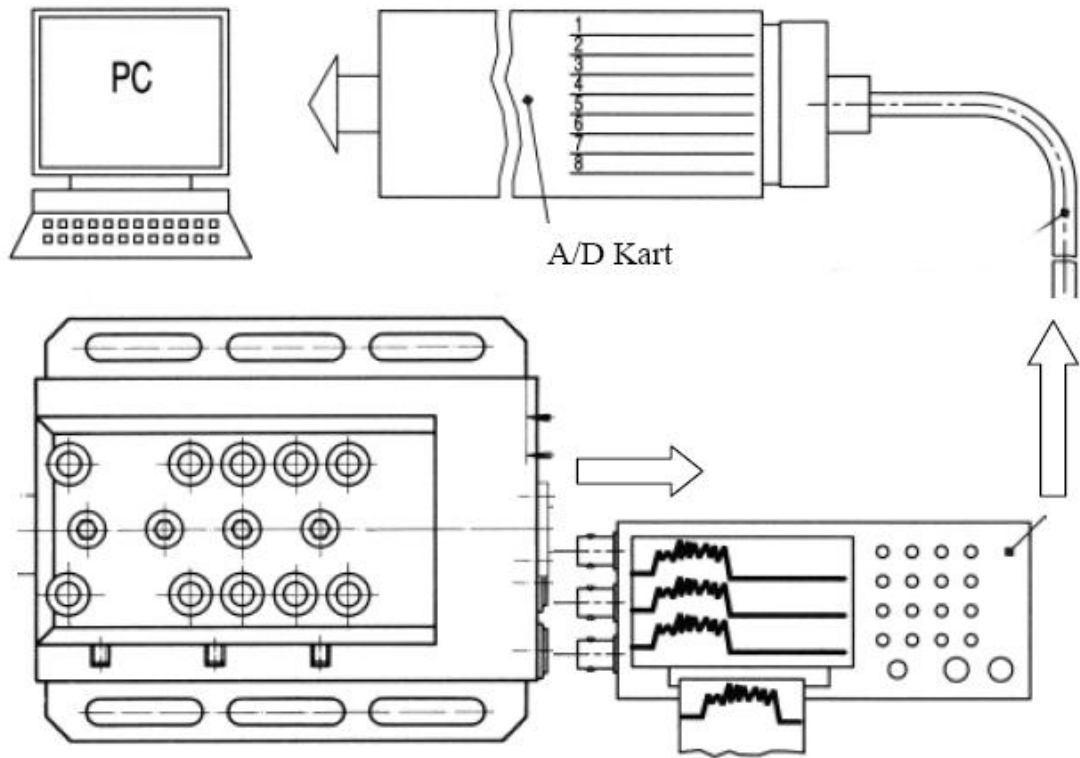
Günümüzde kullanılan BSD torna tezgahlarında işleme parametreleri kesme hızı (m/dak) V_c , fener mili dönme hızı (dev/dak) S , takım ilerleme hızı (mm/dev) f ve tornalama çapı (mm) D 'dir. Seçilmesi gereken işleme parametreleri V_c , f ve D 'dir. S değeri $S=1000V_c/(\pi D)$ ile hesaplanır. BSD dik işleme veya yatay işleme merkezlerinde işleme parametreleri kesme hızı (m/dak) V_c , iş mili devri (dev/dak) s , kesici takım ilerleme hızı (mm/dak) F , paso derinliği (mm) ap , kesici takımın çapı (mm) d , kesici ağız (kenar) başına ilerleme (mm/ağız) f_z , kesici ağız sayısı (ağız) Z 'dir. Burada V_c , d , f_z , ap ve Z seçilmesi gereken parametrelerdir. s ve F değerleri $s=1000.V_c/\pi.d$ ve $F=s.f_z.Z$ ile hesaplanır[7].

V_c , f ve F değerleri için kullanıcılara imalat el kitaplarında, takım kataloglarında ve tezgah kataloglarında kullanılacak takımın malzeme, boyut, geometri, vb.

özelliklerine ve işlenecek parçanın malzemesine, çekme mukavemetine veya sertlik değerine göre hazır tablolar önerilmektedir. Bu öneriler temelde takım ömrü, yüzey bitirme işlemleri ve işlenebilirlik kriterleri göz önüne alınarak hazırlanmıştır. Çizelgelerde önerilen ilerleme değerleri, imalatçının tecrübelerine dayanılarak iş malzemesinin gevrek veya sünek olmasına, soğutma suyunun kullanımına, kesici takımın aşınmasına, tezgah/işparçası rijitliği gibi durumlara bakılarak değiştirilebilir ve bu yeni değerlerle daha iyi neticeler alınabilir.

II.2.7 Kesme kuvveti ölçme sistemleri

Sistem parçaları: üç boyutlu kuartz dinamometre, üç kanallı chargeamplifikatörü, uç bağlama dinamometreye bağlanabilen aparatı, ölçüm bilgilerinin analizi için program, bilgisayara ISA tipi A/D kartı ve ara bağlantı kablolarından oluşmaktadır.

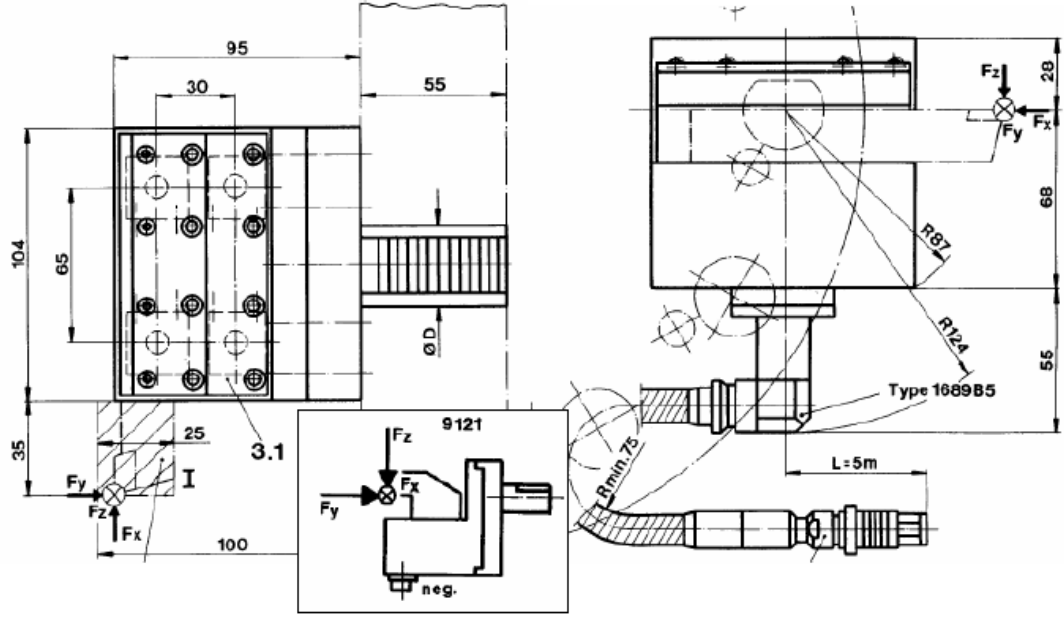


Şekil II.7

Dinamometre-Amplifikatör-Kart-Bilgisayar Çevrimi

II.2.8 Kuartz Dinamometre

Uygulanan kuvvetin uzaydaki doğrultusunun belirlenemediği durumlarda sadece 2 bileşenli kuvvet sensörleri ile yapılan ölçümler uygulanan tüm kuvvetlerin toplamını verebilir. Bu tip ölçümlerde piezoelektrik sensörler tüm alternatiflerinden daha üstündür.



Şelik II.8

II.2.9 Yük Amplifikatörü

Yük amplifikatörü kuvvet sensöründen her yönde gelen (x,y,z) voltaj sinyalleri ayrı ayrı değerlendirebilmektedir. Analog kuvvet sensörlerinin ürettiği sinyallerin analog' dan sayısal dönüştürücünün algılama kapasitesinin altında bir değere sahip olabilir. Bu tip veri kayıplarını önlenmektedir. 3 kanallı ve mikroişlemci kontrollüdür. Dinamometreden gelen sinyalleri yükselterek volt cinsinden çıkış vermektedir. İstenilen parametreler cihaz üzerindeki tuşlar vasıtası ile ayarlanabilmekte, LCD ekran ve LED göstergelerden okunabilmesinin yanı sıra cihaz üzerinden RS232 C ve IEEE-488 interface çıkışları sayesinde tez için yapılan deney sonuçları bilgisayara aktarılmıştır.

II.2.10 Genel Titreşim Ölçümleri

Titreşim ölçümleri çok çeşitli konulara yönelik olarak yapılmaktadır.

Titreşim ölçümü yapabilmek için gerekli ilk şart bir titreşim ölçüm cihazı ve probudur. Çoğu zaman cihaz beraberinde bir kalibratör kullanılması da gerekli olmaktadır.

Titreşim ölçüm problemlerini aşağıdaki gruplara ayırabiliriz:

- Akselerometre
- Hız probu
- Temassız deplasman probu

Akselerometre, geniş frekans ve dinamik aralığa sahip ve nispeten ufak yapıda olması sebebiyle en genel amaçlı transdüserdir.

Hız probu, çoğunlukla orta frekans bölgesini içeren izleme sistemlerinde kullanılmaktadır.

Deplasman probu, özellikle düşük frekanslı deplasman ölçümünün gerektiği şaft titreşimi, eksen kaçıklığı gibi ölçümlerde faydalı olmaktadır. Titreşim ölçüm cihazları ortalama değer hesaplayabilen veya sadece anlık değer ölçebilen olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Ayrıntılı titreşim analizi isteniyorsa, frekans analizi yapabilen modeller tercih edilmelidir. Frekans analizinde kullanılan yöntem FFT (sabit bant genişliği) veya CPB (sabit oranlı bant genişliği) olarak seçilebilmektedir.

II.3.1 SES

II.3.2 Sesin Şiddeti Nedir ?

Sesin kulak tarafından duyulan yüksekliğine sesin şiddeti denir, sesin şiddeti Kulağa gelen ses dalgalarının kuvveti ile ilgilidir. Hafif sesler kulağa az şiddette kuvvetli sesler ise yüksek şiddette gelmektedir. Şiddet birimi desibel'dir (dB). Desibel insan kulağının işitebildiği en küçük ses şiddetidir.

Fısıltı sesi 30 dB

Konuşma sesi 40-60 dB

Bağırma sesi 80-90 dB

Uçağın kalkışı 120-140 dB

Tüfek patlaması (yakın Mesafe) 130 dB

II.3.3 Kulak İçi Zararlı Ses Şiddeti

Bir çalışma yerinde gün boyunca 80 desibelin altında bir gürültü olması insan kulağını işitme kaybına karşı riskli duruma sokar, ancak 80 desibelin üzerinde önemli işitme kayıplarını başlatır. Silah ateşlemelerini kapsayan saniye kadar kısa süreli fakat 140 desibel gibi bir şiddetteki ses kulakta ciddi hasar bırakır. Genellikle yüksek frekanslı, yani tiz sesler kulak için daha tehlikelidir.

Gürültülü bir ortamda konuşurken sesimizi duyurabilmek için bağırarak, kendi sesimizin bize dolgun ve boğuk gelmesi, ortamdaki gürültüden sonra kulakta çınlama, ses şiddetinin kulağa zarar verecek derecede

II.3.4 Sesin Yayılma Hızı

1-Ortamın cinsine bağlıdır: Ses en hızlı katılarda, sonra sıvılarda, en yavaş da gazlarda yayılır.

2-Ortamin sıcaklığına bağlıdır: Sıcaklık arttıkça sesin yayılma hızı da artar. Sesin havadaki hızı, 0oC de $V=331$ m/s ve 20o C de $V=344$ m/s dır.

3-Ortamin yoğunluğu arttıkça, sesin yayılma hızı da artar.

II.3.5 Sesin Özellikleri

5.a-Sesin Şiddeti:

Ses kaynağına yapılan etkinin artması ile birlikte çıkardığı sesin şiddeti de artar. Ses kaynağından uzaklaştıkça sesin şiddeti artar. Sesin şiddeti debisel (dB) adı verilen birimle ölçülür. 30-60 dB arasındaki sesler normal şiddetteki seslerdir. Şiddeti 60 dB den fazla olan sesler rahatsız eder. Ses dalgası molekülleri yayılma doğrultusunda titreşirler. Bu nedenle ses dalgaları boyuna dalgalardır.

5.b-Sesin Yüksekliği:

Ses kaynağının 1 sn deki titreşim sayısına sesin frekansı denir. Frekans, sesin yüksekliğinin ölçüsüdür. Tanıtan özelliğine ses tınısı denir.

II.3.6 Rezonans

Ses dalgaları sert engele çarparak ışıktaki gibi yansımaya uğrar. Sesin yansıma özelliğinden yararlanarak deniz ve okyanusların derinliği ölçülebilmektedir.

Kaynağın frekansı büyükse ince (tiz), küçükse kalın (bas) ses çıkar. Titreşen telin frekansı şunlara bağlıdır:

Telin boyu arttıkça frekans küçülür, ses kalınlaşır.

Tel kalınlaştıkça frekans küçülür, ses kalınlaşır.

Telin gerginliği arttıkça frekans büyür, ses inceleşir.

Telin cinsine bağlıdır.

Frekans, (titreşim/saniye) olarak belirtilir.

Sesin ortamda yayılma frekansı, kaynağın yayılma frekansına bağlıdır.

Kulağımız 20 s-1 ile 20000 s-1 frekanslı sesleri duyabilir.

II.3.7 Sesin Tını

Her ses kaynağı kendine özgü ses çıkarır. Yüksek şiddetteki ses iç kulaktaki işitme sinirlerine zarar verir. Sesin şiddeti ne kadar fazlaysa zarar verme ihtimali o kadar artar. Kulağa verdiği zarar sesin şiddeti kadar maruz kalma süresi ile de ilgilidir.

II.3.8 Sesin Şiddeti Nasıl Ölçülür

Sesin şiddet birimi desibel (db)'dir. Bir sesin şiddetini belirtirken birim olarak db kullanılır. İnsan kulağının duyabildiği en küçük ses 0 db olarak kabul edilir. Bu oran logaritmik olarak artar. Yani 20 db, 10 db'den 10 kat daha şiddetli, 40 db, 10 db'den 1000 kat daha şiddetlidir. İnsanın 0 ila 180 db arasındaki sesleri duyduğu kabul edilir.

Genel olarak 85 db üzerindeki sesin kulağa zararlı olacağı kabul edilir

II.4 SESİN OLUŞMASI, SESİN MEYDANA GELİŞİ, YAYILMASI ve HIZI

II.4.1 Sesin Meydana Gelişi

Ses veren her madde veya cisim bir ses kaynağıdır. Ses kaynakları titreşerek ses meydana getirir. Titreşim, bir cismin ileri geri gidip gelme hareketidir. Ses veren her şey titreşir. Titreşen cisimler ses oluşturur. Ses veren cisimler esnektir. Esnek olan cisimler ses dalgaları meydana getirebilir ve ses dalgalarını iletebilir.

Sesin Yayılması ve Hızı Ses dalgaları titreşim kaynağından enerji taşırlar. Bu enerji, çeşitli ortamlar tarafından iletilir. Bu esnada ortam yer değiştirmez, hareket eden madde değil, hareket enerjisidir. Su yüzeyindeki dalgalar ile havada yayılan ses

dalgaları farklıdır. Su dalgalarını gördüğümüz halde, ses dalgalarını göremeyiz. Ses dalgaları havada küresel olarak yayılır. Cisimlerin titreşmesi ile meydana gelen sesin kulağımıza kadar gelebilmesi için ses kaynağı ile kulağımız arasında katı-sıvı-gaz gibi esnek bir ortamın bulunması gerekir.

II.4.2 Sesin hızını değiştiren etkenler

1. Ortam sıcaklığı (Sıcaklık arttıkça sesin yayılma hızı artar).

2. Ortamın cinsi (Katı-sıvı-gazlarda değişik) Ses saniyede 340m hızla yayılır.

(Ses, en yavaş gazlarda, sora sıvılarda, en hızlı katılarda yayılır.) Bir binanın önünde oluşan ses, arkada duyma olayı, yan binalardan yansmasıyla olmaktadır. Sesin yayılma özelliğinden yararlanılarak okyanusların derinliği ölçülebilir. Yankı, ses dalgalarının bir engele çarpıp geri dönmesidir.

II.4.3 Rezonans

Frekansları aynı olan ses kaynaklarından biri titreştiğinde, diğer ses kaynağının etkiyle titreşmesine rezonans denir. Gürültü ve Çevre Sağlığı Ses şiddeti birimi desibeldir (dB). İşitilebilen en hafif şiddetindeki ses 0 (sıfır) desibel olarak kabul edilir. Buna işitme eşiği denir. Normal konuşma sesi 30-60 dB arasındadır. İnsan kulağı, frekansı 20 titreşim/saniyeden küçük olan sesleri işitmez fakat bu seslerden olumsuz etkilenir. Sesaltı denilen bu titreşimlerin etkisinde uzun süre kalan insanlarda sağırılıklar görülmektedir.

II.4.4 Ses Yalıtımı

Ses Yalıtımı ve Yalıtım Teknikleri Gürültüyü oluşturan ses olduğuna göre sesi geçirmeyen ve daha az geçiren maddelerin kullanılması gürültüyü önler. Gürültü, şehirlerde daha çok rahatsız edicidir. Günümüzde ses yalıtımı sağlayan malzemeler üretilmektedir.

II.5 GÜRÜLTÜ NEDİR?

Enerji kaynağından kademeli olarak artan ses dalgaları ile transfer edildiği gaz, sıvı yada katı elastik bir ortamın mekanik titreşimidir.

Sesi tanımladıktan sonra akla gelen ilk soru ‘ ses ile gürültü arasındaki fark’ nedir.

Bu sorunun cevabı sesin yüksekliğinin dışında aranmalıdır. Bir uçağın sesi son derecede yüksek volümlü olsa da, bir sivrisineğin sesi uykuda daha rahatsız edici olabilir. Gürültünün derecesi ile ilgili bir kıyaslama yapmak için, sadece sesin yüksekliğine bakmak yerine, gürültüyü istenmeyen ses olarak kabul etmek ve derecelendirme için bunu da göz önünde tutmak gerekir.

II.6 YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ ve ÖLÇME YÖNTEMLERİ

II.6.1 Yüzey Pürüzlülük Parametreleri ve Tanımları

Pürüzlülük; üretimde uygulanan işlemler sonucu parça yüzeyinde oluşan şekil ve dalgalanma hataları dışında kalan, oldukça düşük ve periyodik olarak tekrarlanan düzensizliklere denilmektedir. Ahşabın yapışma kabiliyetini etkilemesi, zayırlı arttırması ve imalat sırasında ürün kalitesini aynı seviyede tutmak amacıyla orman ürünleri endüstrisinde yüzey pürüzlülüğünün kontrolü ve izlenmesi kaçınılmaz hale gelmiştir[8].

Talaş kaldırarak şekillendirme sırasında; seçilen yöntem, kesici cinsine ve işleme şartlarına bağlı olarak fiziksel, kimyasal, ısı faktörlerin ve kesici-iş parçası arasındaki mekanik hareketlerin etkisi ile işlenen yüzeylerde genellikle istenmediği halde işleme izleri oluşmaktadır. Nominal yüzey çizgisinin altında ve üstünde düzensiz sapmalar meydana getiren bu duruma **yüzey pürüzlülüğü** denmektedir[8].

Aşağıda Yurtdışında ve Ülkemizde yüzey pürüzlülüğü konusunda yapılan çalışmalar özetlenmiştir.

ROBERT (1957) [1]; “Odun Yüzeylerinin Topografik Nicel Bir Yöntemle İncelenmesi” adlı çalışmada; orman ürünleri endüstrisinde geleneksel olarak bilinen yüzey sınıflandırmasını sayısal olarak tanımlamıştır. Yüzeydeki değişiklikleri sürekli olarak kaydedip profilini çıkarmış ve istatistiksel olarak değerlendirmiştir. Ancak bu yöntemin ağaç işleme endüstrisine uyumunun sağlanamadığı sonucuna varmıştır[1].

ELMENDORF and VAUGHAN (1958) [2]; “Odun Yüzey Pürüzlülüğü Ölçme Yönteminin İncelenmesi” konulu çalışmalarında; işlenmiş odunun yüzey düzgünlüğünü belirlemede, odun yüzeylerinin çeşitli fotoğraf çekim yöntemleri ile ışık yansıtma yöntemini karşılaştırmışlardır. Metal yüzeylerin düzgünlüğünü belirlemede kullanılan aletleri tanımlamışlar ve bunları planyalama, zımparalama, macunlama ile düzeltilmiş odun yüzeylerinin karşılaştırılmasında kullanmışlardır. Yüzeylerden elde edilen profillerin yükseklik değişiklikleri 1000 ve genişlikleri 100 kez büyütülerek verilmiştir. Yüzeyin zımparalanması sonucu yüzeyde oluşan pürüzlerin, girintiler ve çıkıntılar arasındaki yüksekliklerle ilgili olduğunu belirtmişler ve bu pürüzlerin macunlarla düzeltilmesi fikrini tartışmışlardır[9].

STUMBO (1960) [3]; “Kalite Ve Ürün Kontrolü İçin Yüzey Pürüzlülük (Tekstür) Ölçmesi” konulu derleme çalışmada; ayrıntılı olarak odunun yüzey karakteristiklerini ve oluşumunu, yüzey pürüzlülüğü ölçme yöntemlerini, testere ile kesilmiş, planyalanmış, frezelenmiş ve zımparalanmış odun yüzey tekstürü araştırmalarını ve bunların uygulamalarını incelemiştir.

Yüzey pürüzlülük ölçmelerinin odun kökenli ürünlerin kalite kontrolünde oldukça önemli olabileceğini; düzgün bir yüzeyin özellikle tutkallama ve yüzey işlemleri gibi alanlarda sorun yaratmayacağını belirtmiştir. Her ne kadar uzman kontrolü ile bir yüzey için karar verilmesi mümkünse de, daha duyarlı ölçmelerin yalnız yüzey ölçme aletleri ile yapılabileceğini açıklamıştır.

Metal yüzey kalitesi ölçme aletlerinin odun yüzey kalitesi ölçmeleri için uygun olup olmadığını araştırmak ve buna bağlı olarak çeşitli odun işleme

yöntemlerinin ve farklı işleme şartlarının odun yüzey kalitesi üzerine etkisini belirleyerek buradan hem optimum işleme şartları için yöntem bulmak hem de muhtemelen daha sonra hazırlanacak standart için altyapı oluşturmak amaçları ile PAHLITZSCH ve DZIOBEK (1961) [4, 5] tarafından yapılan “Biçerek İşlenmiş Odunların Yüzey Kalitesinin Belirlenmesi” konulu iki bölümlük çalışmanın “Band Zımpara İle Zımparalanmış Odunlar İçin Ölçme ve Değerlendirme Yöntemleri” başlıklı birinci bölümünde: Odun yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesi konusunda geniş bir literatür özeti yapıldıktan sonra kullanılan ölçme alet ve yöntemlerinin odun yüzeyi için uygunluğu üzerine denemeler ve açıklamalar yapılmıştır. Denemelerde çeşitli ağaç türleri ve zımpara numaraları kullanılmış, kuru ve nemli yüzeyler karşılaştırılmıştır. 5 farklı ağaç türünde aynı şartlar altında zımparalanmış yüzeylerde nemlendirmeden önce ve sonra her biri için 100 yerde maksimum pürüzlülük derinlikleri ölçülmüştür. Nemlendirmeden önce bütün örnekler yaklaşık olarak aynı pürüzlülük ortalama değerini göstermiştir. Nemlendirmeden sonra (150 cm² yüzey oda sıcaklığında 2 gr su ile nemlendirilmiştir) kullanılan ağaç türleri için pürüzlülük değerleri artmıştır. Araştırmada 60 numara zımpara ile zımparalanmış kuru ve nemli yüzeylerin ortalama pürüzlülük değerleri ve bu değerler arasındaki farklar Tablo 1’de verilmiştir.

Ağaç Türü	Ladin 60.94	Çam 59.70	Kızılağaç 64.44	Kavak 65.38	Kayın 64.50	x_{kuru} ← ↓
Ladin 93.12	32.18	1.24	3.20	4.44	3.56	60.94
Çam 95.35	2.23	35.65	4.44	5.68	4.80	59.70
Kızılağaç 92.77	0.35	2.58	28.63	1.24	0.36	64.14
Kavak 96.73	3.64	1.41	3.99	31.35	0.88	65.38
Kayın 85.34	7.78	10.01	7.43	11.42	20.84	64.50
x_{nemli} ↑ →	93.12	95.35	92.77	96.76	85.34	

Tablo 2.2: Bazı Ağaç Türlerinin Aynı Şartlar Altında Zımparalanmış Yüzeylerinde Kuru ve Nemli Haldeki Ortalama Pürüzlülük Değerleri Arasındaki Farklar (Δx , μm) [4].

Aynı çalışmanın “Ön Zımparalama Yapılmış Odun Yüzeylerinin Kalitesi Üzerine İşleme Koşullarının Etkisi” konulu ikinci bölümünde [5] makine olarak

kenar band zımpara makinesi ve ağaç türü olarak kayın (*F. silvatica*) kullanılmıştır. Çalışmada yüzey pürüzlülüğü üzerine zımparalama süresi (zımparanın eskime durumu), lif yönü, band hareket hızı ve zımpara bandının basıncının etkileri araştırılmıştır. Zımparalama süresinin uzaması ile zımparanın körlenmesi sonucu zımparalama hacminin azaldığı, lif yönünün önemli olduğu ve küçük açılarda pürüzlülüğün az olduğunu, en büyük pürüzlülüğün 20 m/sn band hızında meydana geldiğini tespit etmişlerdir.

STUMBO (1963) [6]; “Yüzey Tekstür Ölçme Yöntemleri” konulu çalışmasında; yüzey pürüzlülüğünün tarihsel gelişimini ve bu alanda kullanılan birçok yöntemi, onların bazı avantaj veya dezavantajları ile yüzey pürüzlülüğü sınıflarını geniş bir şekilde açıklamış; böylece odun adhezyonu (yüzeydeki odun dokuları ile odunun kendisi arasındaki kuvvetler) ile ilgili yüzey incelemelerinde ayrıntılı olarak verilen bilgilerin önemli yararlar sağlayacağını belirtmiştir.

PETERS and CUUMMING (1970) [7]; “Odun Yüzey Düzgünlüğünün Ölçülmesi: Bir İnceleme” konulu çalışmalarında; odun yüzey ölçmeleri üzerinde yaptıkları geniş bir literatür incelemesinde çok değişik tekniklerin kullanıldığını; bunlardan en önemli üçünün; görüntülü (visual), ışıklı ve iğne taramalı yöntem olduğunu; hem yöntem hem de yüzey standardı bakımından hiçbir sistemin yeterli olmadığını ve incelemede kolay kullanımlı güvenilir sonuçlar verebilen bir yöntemin geliştirilmesi gerektiğini; kesinleşmiş yüzey ölçme yöntemlerinin üretime, kalite kontrole ve araştırma alanına katkıda bulunacağını; kısaca yüzey düzgünlüğünü belirlemenin odunun gelecekteki kullanımında kaçınılmaz olduğunu açıklamışlardır.

STEWART (1970) [8]; “Akçaağaç Odununda Liflere Dik Yönde Planyalama İle Yüksek Kaliteli Yüzeyler ve Yongalar Üretimi” konulu araştırmasında; yoğunluğu fazla olan Akçaağaç odunundan üretilen 15.24 cm x 45.72 cm ebadındaki numuneler planya makinesinde liflere paralel ve liflere dik yönde 10° , 20° , 30° ve 45° serbest açılarda, 0.75, 1.5 ve 3 mm kesiş derinliğinde ve 10, 20, 30 m/dak. üç ilerleme hızında planyalamıştır. Maksimum yüzey pürüzlülüğünün liflere paralel yönde planyalamada oluştuğunu, ortalama pürüzlülük değerlerinin ise liflere paralel ve liflere dik yönde planyalamada yaklaşık aynı olduğunu belirtmiştir. Buna ilaveten

liflere dik yönde planyalama ile yüksek kaliteli yüzeyler ve yonga levha endüstrisi için kaliteli yongalar üretilebileceğini ve aynı zamanda liflere dik yönde planyalama ile atık miktarının azalacağını, en büyük pürüzlülük değerini liflere paralel planyalamada 45° 'lik açıda, liflere dik planyalamada 10° ve 30° 'lik açılarda ölçmüştür. Bu değerleri liflere paralel planyalamada 10° , 20° ve 30° 'lik açılar, liflere dik planyalamada ise 20° ve 45° 'lik açılar izlediğini tespit etmiştir.

PETERS and MERGEN (1971) [9]; “Odun Yüzey Düzgünlüğünün Ölçülmesi: Önerilen Bir Yöntem” adlı çalışmalarında; yüzey düzgünlüğünün belirlenmesinin hem üretimde hem de araştırmada yararlı olabileceğini; bu yönden denenmiş yöntemlerden iğne taramalı yöntemin en uygun yöntem olduğunu; bu yöneme benzer geliştirdikleri aletle çeşitli derecelerdeki pürüzlülüğü ölçmüşler ve bunun gelecek için bir başlangıç olarak odun yüzey pürüzlülüğünü karakterize eden değerlerin ölçülmesinde yararlı olacağı umudunda olduklarını açıklamışlardır.

II.6.2 Yüzey Pürüzlülüğünü Etkileyen Faktörler

Yüzey pürüzlülüğüne birden fazla faktörün etkisi bulunmaktadır. En önemlileri :

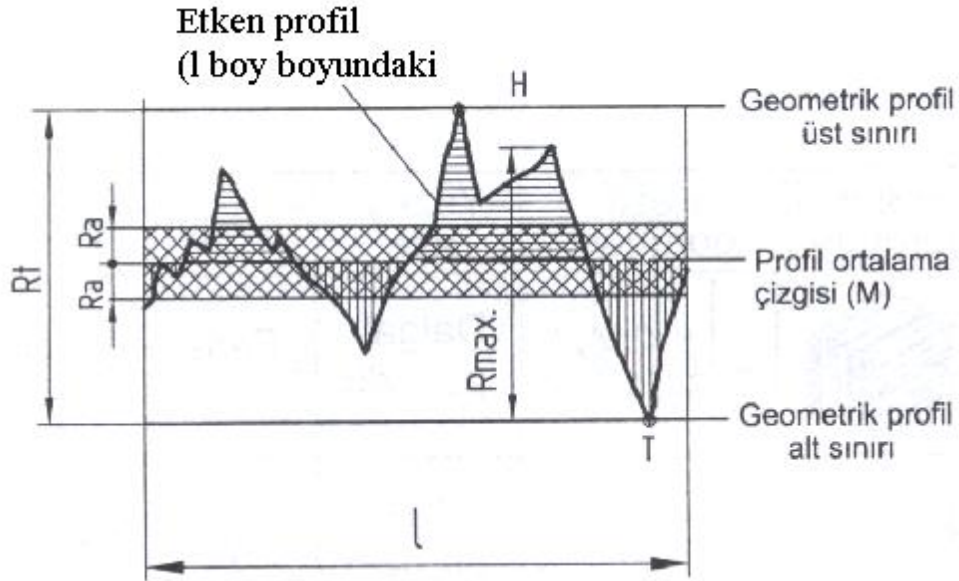
- İşlenen malzemede bağlamadan dolayı oluşan deformasyon,
- İlerleme mekanizmasındaki düzensizlikler,
- İşlenen malzemedeki yapı bozuklukları,
- Kırılgan malzemelerin işlenmesi sırasında düzensiz talaş akışı,
- Kolay şekillendirilebilir malzemeler düşük kesme hızlarında işlendiği zaman, işlenen malzeme yüzeyindeki yırtılmalar,
- Talaş akışının sebep olduğu bozukluk,
- Kesme hızında meydana gelen düzensizlikler,
- İlerleme hızında meydana gelen düzensizlikler,
- Kesme esnasındaki talaş derinliği,
- Kesici takımın soğutulma ve yağlanma koşulları,
- İşlenen malzemenin kimyasal bileşimi ve metalurjik (atomik) yapısı,
- Kesicinin tasarımı, geometrisi ve kesme kapasitesi,
- Takım tezgahının tipi, rijitliği ve çalışma şartları,

- Kalıp ve bağlama aparatları,
- İşlenen malzemeden talaş kaldırma şekli,
- Yatak ve takımlarda oluşacak geometrik bozukluklar, vb.

II.6.3 Ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra)

Profil üzerinde alınan "örnekleme uzunluklarının (l)" bir araya gelmesi ile ln ile ifade edilen "ölçüm uzunluğu" oluşur[10].

Eğer profil " n " adet örnekleme uzunluğu içeriyorsa ölçüm uzunluğu $ln=l.n$ ile hesaplanır. Örnekleme uzunluğu (l) için Ra değeri, merkez çizgisinden (M) ölçülen yükseklik değişimlerinin mutlak değerlerinin aritmetik ortalaması olup şu formülle hesaplanır:



Şekil II.9

Ra ile ilgili tanımlar

$$Ra = (y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_m) / m \quad (1)$$

Burada, y alınan yükseklik ölçümlerinin değeri, m ise ölçüm sayısıdır. Ölçüm uzunluğu için Ra değeri, n sayıdaki Ra değerinin aritmetik ortalamasıdır[10].

II.6.4 İşleme Parametrelerinin Ra ile İlişkisi

Tornalama operasyonlarında Ra ile kullanılan kalemlerin geometrik özellikleri ve tezgah işleme parametreleri teorik olarak ilişkilendirildiğinde

$$Ra = f / 4(\tan Cs + \cos Ce)$$

elde edilir. Burada f takım ilerlemesi (mm/dev), Cs takımın yardımcı kenar açısı (o), Ce takım ayar açısı (o)'dır. Takım uç yarıçapı r olan bir takım için eşitlik 2 aşağıdaki forma dönüşür:

$$Ra = 0,0642 f^2 / r \quad (3)$$

Eşitlik 3'ten anlaşılacağı üzere pürüzlülük değeri ilerleme ve takımın uç yarıçapıyla bağıntılıdır. Uç yarıçapı 0,4 mm olan bir takım sıfır uç yarıçaplı (teorik) bir takıma göre sekiz kat daha küçük yüzey pürüzlülüğü verir

Rt : Pürüzlülük yüksekliği [μ m] Ra : Aritmetik ortalama pürüzlülük değeri [μ m]

Rmax : En büyük pürüz derinliği [μ m] l : Örnek uzunluk [mm]

Rz : Ortalama pürüz yüksekliği (l boyundaki beş bölgenin ortalaması) [μ m]

II.6.5 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 büyütölerek bir ibre yardımıyla veya dijital olarak görünür, istenirse yazıcı bir uçla grafik olarak kâğıt şeritlere çizilebilir. Bu cihazın kol olarak belirtilmiş parçasının ucundaki kafaya bağılı kızak, belirli yönlerde hareketi sırasında hem kola desteklik yapar hem de yoklayıcı ucu korur. Yoklayıcı uç hareketi, profilin ölçölme geometrisinin perspektif görünüşünde daha iyi görünmektedir.

BÖLÜM III. TEZ ÇALIŞMALARI

III.1. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

Talaşlı imalatla yüzey kalitesinin belirlenmesinde en önemli kriterlerden biri de üretilen parçanın yüzeyindeki pürüzlülük değeridir. Frezeleme işlemlerinde, yüzey pürüzlülüğünün tahmini için kesme kuvvetleri ve titreşimler dikkate alınarak model geliştirilmiş ve pürüzlülük oranı tahmin edilmiştir. Bunların yanı sıra, kesme esnasında meydana gelen sesin basınç düzeyindeki değişim ile yüzey pürüzlülüğü tahmininde bulunmak da mümkündür. Bu çalışmada, AISI 1040 çeliğinde DLC kaplamalı iki ağızlı karbür parmak freze ile kuru işlenmesi süresince akustik ses basıncındaki değişim mikrofona ve geliştirilen yazılım ile kaydedilmiştir. Kaydedilen sesin basınç değişimi ile ortalama yüzey pürüzlülüğü (R_a) arasındaki ilişki araştırılmış ve doğrusal regresyon yöntemi kullanılarak modellenmiştir. Ayrıca, kesme parametrelerinin radyal, teğetsel ve eksenel kuvvetlere etkisi de araştırılmıştır.

Bu konuda araştırma yapan bilim adamlarını ve yaptıkları çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

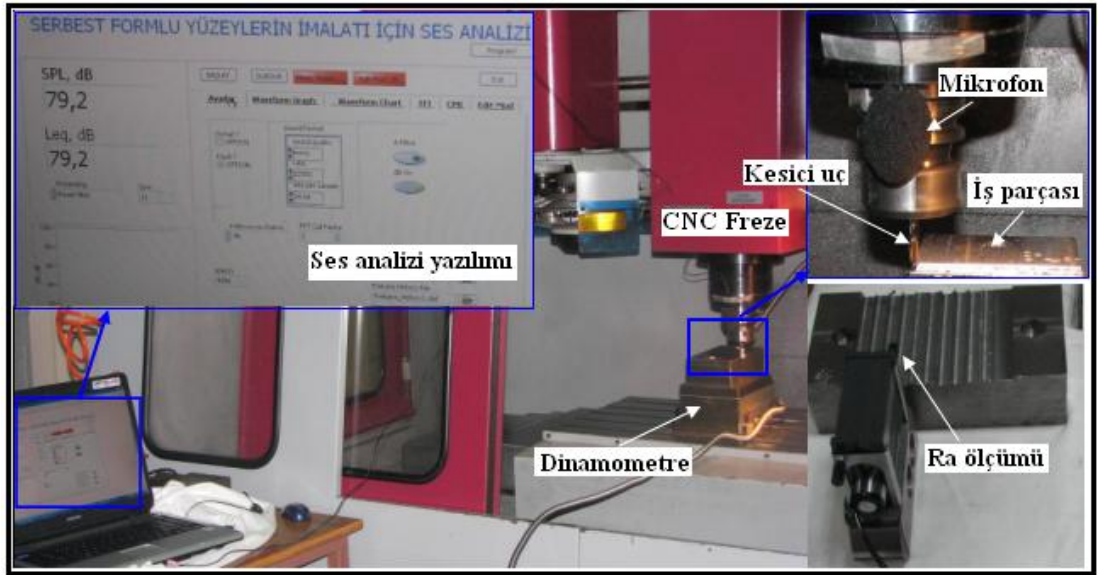
Ebner ve arkadaşları (2006) frezelemede yüksek kesme hızlarında akustik ses ölçümü yapmıştır. Ghosh ve arkadaşları ise (2007) yaptıkları çalışmada, CNC frezede takım aşınmasını sensörlerle ölçtükleri ses değişiminden tahmin etmeye çalışmışlardır. Matthew ile arkadaşları ise (1994) yaptıkları çalışma sonucunda; kesici takımın değişik kesme şartlarında, ses basıncındaki değişimin ölçümünün etkin sonuçlar verdiğini göstermiştir. Mannan ve arkadaşları (2000), takım aşınması sonucu kesici takımın talaş kaldırma esnasında çıkardığı seslerin analizini yaparak, yüzey kalitesi ile ilişkisini irdelemişlerdir[4].

Bu çalışmada ise, AISI 1040 orta karbonlu çeliğin iki ağızlı DLC kaplamalı karbür parmak freze ile kuru frezelenmesinde oluşan akustik ses basıncı değişimi mikrofonla dinlenerek özel yazılım programı ile dB olarak kaydedilmiştir. Akustik ses basıncındaki değişim ile yüzey pürüzlülüğü arasındaki ilişki irdelenip, lineer regresyon ile modellenmiştir. Ayrıca, kuru frezelemede oluşan kuvvetler, kesme parametreleri dikkate alınarak yorumlanmıştır.

III.2 MATERYAL VE METOT

III. 2.1 CNC Freze Tezgahı

Deney düzeneğinde kullanılan CNC tezgahı; üç eksenli lineer ve dairesel enterpolasyon yapabilen, metrik ve inç birimlerinde ISO format programlama yapabilen FANUC kontrol üniteli O-M serisi olan Freze tezgahıdır.



Şekil III.1 Deney düzeneği

Tablo III.1. CNC Freze Tezgahının Teknik Spesifikasyonları

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

III. 2.2 Deneyde Kullanılan İş Parçası Malzemesi (AISI 1040) ve Özellikleri

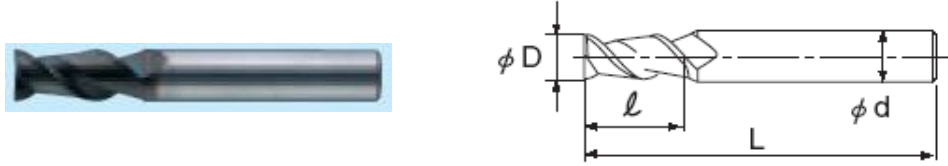
Deneyisel çalışmada, iş parçası olarak kullanılan AISI 1040 çelik malzemesinin mekanik ve kimyasal özellikleri Tablo 1 de görülmektedir. Yapılan deneyisel çalışmanın düzeneği Şekil 1’de görülmektedir.

Tablo III.2 AISI 1040 çelik malzemesinin mekanik ve kimyasal (%)özellikleri

Sertlik (Bhn)	Akma (MPa)	Kopma (MPa)	Uzama (%)	Kimyasal yapı (%)
170	353	518	25	Fe(98.07);C(0.329);Cr(0.036);Cu(0.2);Mn(0.69); Si(0.22); Ni(0.01); Co (0.02); Mo(0.02).

III. 2.3 Deneyde Kullanılan Kesici Takımlar

Bu çalışmada Çalışmada NACHI firmasına ait 2DLCM List 9330 parmak frezeler kullanılmıştır(şekil 2). Bu çalışmada kullanılan kesici takımların tam boyu (L) = 60 mm, ℓ = 20 mm, sap çapı (d) = 10 mm, kesici ağız çapı (D) =9 mm dir.



Şekil. III.2 Deneyde kullanılan kesici takım

III. 2.4 Deneyde Kullanılan Kuvvet Ölçüm Cihazları

Deneyisel çalışmada kesme kuvveti ölçümünü gerçekleştirmek için oluşturulan düzenekte iş parçasının delinmesi esnasında iş parçasını etkileyen üç- eksenli bileşenlerinin ölçülmesinde ve analizinde kullanılmıştır. Oluşturulan düzenekteki parçalar; üç boyutlu kuartz dinamometre, üç kanallı charge-amplifikatörü, dinamometreye bağlanabilen uç bağlama aparatı, ölçüm bilgilerinin analizi için program, bilgisayar bağlantısı için ISA tipi A/D kartı ve ara bağlantı kablolarından oluşmaktadır.

III. 2.4.1 Kuartz Dinamometre

Bir kuvvetin üç eksenli bileşenlerini ölçmede kullanılır, çok rijit bir yapıya sahip olması dolayısıyla yüksek tabi frekansa sahiptir. İki metal plaka arasında monte edilmiş dört adet üç eksenli kuvvet sensörü bulunmakta, her sönerde üç çift kuartz plaka vardır ve bunlardan biri Z yönünde basınca, diğer ikisi X ve Y yönlerindeki kesme kuvvetine hassastır. Bu sensörler dinamometre(Şekil III.5) içinde kendi aralarında uygun şekilde bağlanıp, çıkış sinyalleri 9 uçlu bir soket üzerinden dışarı bağlanmıştır. Kuvvet sensorunun teknik özellikleri Tablo III.5’de verilmiştir. Yük amplifikatörü olarak KISTLER 5019b tipi yük amplifikatörü kullanılmıştır. Bu

amplifikatör kuvvet sensöründen üç eksen (x,y,z) gelen voltaj sinyallerini ayrı ayrı değerlendirmektedir. Üç kanallı ve mikroişlemci kontrollü olan bu amplifikatör, dinamometreden gelen sinyalleri yükselterek volt olarak çıkış vermektedir. Bu datalar RS232 C ve IEEE-488 ara yüz çıkışları sayesinde bilgisayara aktarılmıştır.

ÖZELLİK	SEMBOL	BİRİM	DEĞERLER
Ölçme aralığı	F_x, F_y F_z	kN kN	-15.....15 -10.....30
Aşırı yük	F_x, F_y F_z	kN kN	-20/20 -12/40
Hassasiyet	F_x, F_y F_z	pC/N pC/N	≈ -8 ≈ -3.8
Rijitlik	C_x, C_y C_z	kN/ μ m kN/ μ m	$\approx 0.8-1$ ≈ 2
Doğal Frekans	$F_o (x,y)$ $F_o (z)$	kHz kHz	$\approx 1.5-1.7$ $\approx 2.5-2.7$
Çalışma sıcaklığı aralığı	----	°C	$\leq \pm 0.02 (0-70 \text{ } ^\circ\text{C})$
Yalıtım Direnci	----	T. Ω	≥ 10
Bağlantı tipi	----	----	10-32 UNF

TabloIII.3 Kuvvet Sensörünün Teknik Özellikleri

III. 2.4.2 Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Cihazı ve (Ra)

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.

Pürüzlülük aritmetik ortalaması (R_a): Merkez ortalama çizgisi (CLA) olarak ta bilinen, yükseklik aritmetik ortalaması kalite kontrolünde oldukça sık kullanılan pürüzlülük parametresidir. Şekil II.20’de gösterildiği gibi bir örnekleme boyu üzerindeki ortalama çizgisinin altında ve üstünde kalan mutlak düzensiz pürüzlülüklerin aritmetik ortalamasıdır. Bu parametreyi tanımlamak ve ölçmek çok kolaydır ve yükseklik dağılımları hakkında iyi ve genel bir tanımlama verir. Fakat, bu parametre dalga boyu hakkında hiçbir bilgi vermez ve profildeki küçük değişiklikler için hassas değildir. Bu parametrenin matematiksel ifadesi aşağıdaki formüldeki gibidir[11].

Şekil 3.3



Şekil III.4 Yüzey pürüzlülüğü aritmetik ortalaması

III. 3 METOT

III.3.1 TAGUCHİ İLE DENEY TASARIMI

Kesme parametrelerinin daha verimli bir şekilde seçilmesini sağlamak ve harcanan zamanı ve malzemeyi azaltmak için Taguchi tekniği alternatif bir yaklaşım olarak devreye girmektedir. Temel olarak TT, yüksek kalite sistemleri için güçlü bir yöntemdir. Maliyet, kalite ve performans tasarımlarını optimize etmek için basit, verimli ve sistematik bir yaklaşım sunmaktadır. Son yıllarda çok geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. TT, bir ürün ya da prosesin mühendislik optimizasyonunu; sistem

tasarımı, parametre tasarımı ve tolerans tasarımı gibi üç adımlık bir yaklaşım içerisinde çözebilmeyi amaçlamaktadır [12].

Sistem tasarımında; temel fonksiyonel bir prototip tasarım üretmek için bilimsel veri tabanı oluşturulur. Sistem tasarımını parametre tasarımı takip eder. Bu tasarımın amacı; kalite karakteristiklerini geliştirmek için proses parametre değerlerinin ayarlarını optimize etmek ve optimal proses parametreleri altında ürün parametre değerlerini tanımlamaktır. Taguchi tekniğinin kullanım sebebi, çıktı değerlerinin hedefte ve minimum varyansla sağlanmasıdır. Bu amaçla sistem tasarımında ortaya konulan tasarımın uygulanarak, etki eden faktörlerin uygun seviyelerinin belirlenmesi işlemine parametre tasarımı denir [13]. Parametre tasarımı özetle; 1. Kalite karakteristiklerinin (bağımlı parametrelerin, örneğin; takım ömrü, yüzey pürüzlülüğü) ve tasarım parametrelerinin (bağımsız parametreler, örneğin; kesme hızı, talaş derinliği, ilerleme miktarı vb.) belirlenmesi,

2. Tasarım parametreleri ve etkileşimlerinin seviyelerinin belirlenmesi,

3. Uygun bir lineer grafik ya da ortogonal dizinin belirlenmesi ve bu ortogonal diziye parametrelerin uygun seviyelerinin yerleştirilmesi,

4. Ortogonal diziye yerleştirilen seviyelerde deneysel çalışmanın gerçekleştirilmesi,

5. Deneysel sonuçları kullanarak S/N oranlarının hesaplanması ve sonuçların analiz edilmesi,

6. Optimal tasarım parametrelerinin seçilmesi,

7. Doğrulama testlerinin yapılması,

şeklinde basamaklandırılabilir. Daha sonraki adımda ise, belirlenen tasarım parametrelerinin uygun seviyeleri belirlenir. Sonraki aşama, uygun bir lineer grafik ya da ortogonal dizi belirlemek ve bu ortogonal diziye parametrelerin uygun seviyelerini yerleştirmektir. Taguchi kısmi faktöriyel deney tasarımlarına “ortogonal dizi” ismini vermiştir. Ortogonal diziler Taguchi taraflardan aşağıdaki gibi kodlanmıştır [13,14].

LX(Y^Z)

(III.1)

Bu kodlamada;

L: Latin kare tabanlı anlamındadır.

X: tasarımdaki deney sayısı,

Y: Deneydeki seviye sayısı,

Z: Deneyde kullanılabilecek max. faktör sayısı.

Bu kodlamanın pratikte (YZ) kısmı pek kullanılmamaktadır. Taguchi tarafından hazırlanan dizilerin listesi aşağıdaki çizelgede verilmiştir (Tablo III.6). L18 (41x24) tasarımında 41 bir adet dört seviyeli, 24 dört adet iki seviyeli faktör anlamına gelmektedir.

Tablo III.4. Ortogonal dizin tipleri

L4(2 ³)	L8(2 ⁷)	L16(4 ⁵)	L16(4 ¹ x2 ¹²)
L12(2 ¹¹)	L20(2 ¹⁹)	L64(4 ²¹)	L16(4 ³ x2 ⁶)
L16(2 ¹⁵)	L32(2 ³¹)	L8(4 ¹ x2 ⁴)	L32(4 ⁹ x2 ⁴)
L9(3 ⁴)	L12(3 ¹ x2 ⁴)	L25(5 ⁶)	L128(4 ⁴¹ x2 ⁴)
L18(3 ⁷ x2 ¹)	L18(6 ¹ x3 ⁶)	L50(5 ¹⁰ x10 ¹)	L50(5 ¹¹ x2 ¹)
L24(3 ¹ x2 ¹⁶)	L24(3 ¹ x4 ² x2 ¹³)	L49(7 ⁸)	L125(5 ³¹)
L27(3 ¹³)	L36(2 ¹ x6 ² x3 ⁵)	L98(7 ¹⁴ x14 ¹)	L98(7 ¹⁵ x2 ¹)
L36(3 ³ x6 ³)	L54(3 ²⁵ x2 ¹)	L64(8 ⁹)	L27(9x3 ⁹)
L54(6 ³ x3 ²⁴)	L81(3 ⁴⁰)	L16(8x2 ⁸)	L81(9 ¹⁰)
L81(3 ⁴ x9 ¹)		L121(11 ¹²)	L169(13 ¹⁴)

Deneyisel çalışmaların yapılması parametre tasarımın dördüncü aşamasıdır. Bir sonraki aşamada ise, deneyisel sonuçları kullanarak S/N oranlarını hesaplamak ve sonuçları analiz etmektir. Hedef değerlerin sağlanması için deney sonuçlarının ortalamaları; varyasyonun minimize edilmesi için sinyal-hata oranı (S/N) kullanılmaktadır. Sinyal hata oranı Taguchi tekniğinde, “sinyal-S” terimi çıkış karakteristiği için bilinen ya da bulunan değer; “gürültü-N” terimi ise tanımlanmamış değer olarak tanımlanır. Bu nedenle; bilinen değerlerden kalite karakteristiğini ölçmek için Taguchi yöntemi sinyalin gürültüye dönüştürüldüğü S/N oranını kullanmaktadır [13].

Toplam S/N çeşidi sayısı yetmiş kadardır, fakat bunların en çok üç tanesi yaygın olarak kullanılmaktadır. Daha küçük daha iyidir, daha büyük daha iyidir ve nominal daha iyidir şeklindedir. Ancak, bu çalışmada daha küçük daha iyidir kullanılacaktır.

Daha küçük daha iyi (S/N_s): Ortalamayı ve değişimi olabildiğince küçültmek istenen problemlerde kullanılır. Örneğin, talaşlı imalatla, yüzey pürüzlülüğünün optimizasyonu için kullanılabilir.

III.3.2 Çalışmanın Deney Tasarımı ve Optimizasyon için Taguchi Metodu

Bu çalışmada, Deneyin tasarım aşamasında da Taguchi Metodu kullanılmıştır. Bu çalışmada, Taguchi optimizasyon metodunun basamakları Şekil III.5 deki gibi tasarlanmıştır. Kalite karakteristiğini belirlerken, ölçülecek yüzey pürüzlülüğü ve kesme kuvveti oranlarının en az olması istendiğinden dolayı, deneyler sonucunda ulaşılması beklenen kalite değerlerinden, en küçük en iyidir prensibi uygulanmıştır [15].

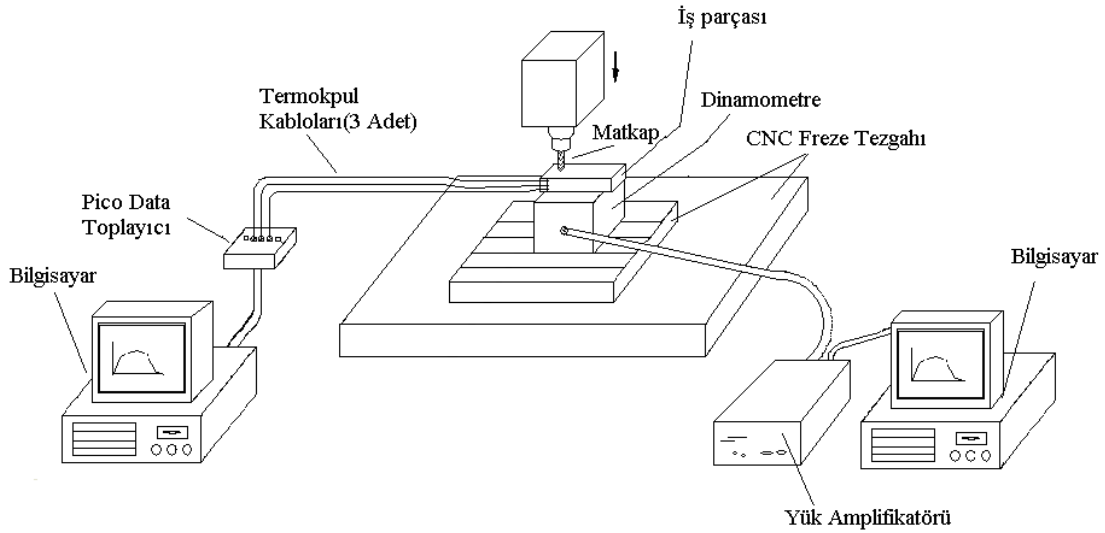
$$S / N(\eta) = -10 \times \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{i^2} \right) \quad (III.1)$$

Denklem III.1 deki n = deney şartlarında yapılan deney sayısını ve y ise ölçülen karakteristiği (Bağımlı değişkeni) ifade etmektedir.



Şekil III.5. Taguchi Optimizasyon Uygulamasının Aşamaları [33]

Kuvvet ölçümü için oluşturulan düzenekteki parçalar; üç boyutlu kuartz dinamometre, üç kanallı charge-amplifikatörü, dinamometreye bağlanabilen uç bağlama aparatı, ölçüm bilgilerinin analizi için program, bilgisayar bağlantısı için ISA tipi A/D kartı ve ara bağlantı kablolarından oluşmaktadır. x,y ve z eksenlerinde ölçülen kesme kuvvetleri bilgisayar ortamında grafiğe dönüştürülmüştür. Kuvvet ölçüm düzeneği de Şekil III.5 ve Şekli III.6'da şematik ve fotografik olarak görülmektedir.

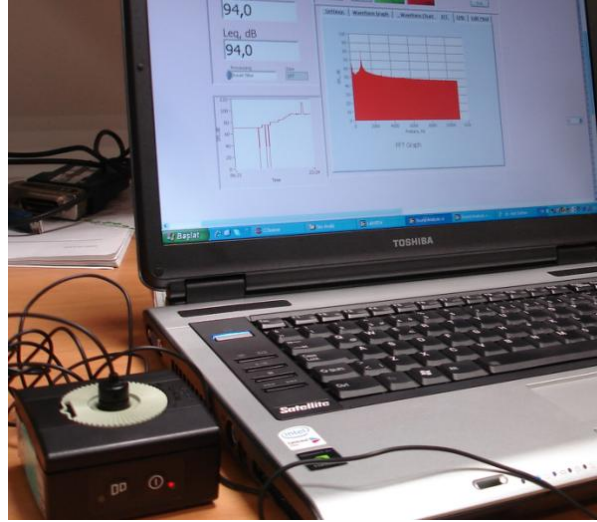


Şekil III.6. Deney Düzenekinin Şematik Gösterimi

III.3.3 Analiz Metodu

Çalışmanın öncelikli amacı; kuru frezeleme esnasında değişen kesme parametrelerine bağlı olarak, akustik ses basıncındaki değişim ile maksimum ortalama yüzey pürüzlülüğü arasındaki ilişkinin belirlenerek formülize edilmesidir. Ayrıca, talaş kaldırma esnasında oluşan kuvvetlerin değerlendirilmesidir. Bu amaçlara ulaşmak için;

- Yapılan 16 deneyin her birinde, kesici takıma mümkün olan en yakın mesafeye sabitlenen mikrofona ile alınan seslerin, akustik ses basıncı değişimini sayısal değerlere dönüştüren özel yazılım vasıtası ile kaydı yapılmıştır. Mikrofonun kalibrasyonu için kalibratör kullanılmış (Şekil 3) ve bulunan kalibrasyon faktörünün yazılıma girilmesinden sonra ölçümler yapılmıştır. Ölçümler esnasında 22050 örnekleme hızı seçilmiştir.



Şekil III.7 Mikrofon kalibrasyonu

- Deneyler esnasında kuvvetler ölçülmüştür. Kuvvet ölçümü için oluşturulan düzenekteki parçalar; kuartz dinamometre, üç kanallı charge-amplifikatörü, Kistler dinamometreye bağlanabilen uç bağlama aparatı, ölçüm bilgilerinin analizi için program, bilgisayar bağlantısı için ISA tipi A/D kartı ve ara bağlantı kablolarından oluşmaktadır. Tegetsel, radyal ve eksenel yönlerde ölçülen kesme kuvvetleri, DynoWare yazılımı ile bilgisayar ortamında grafiğe dönüştürülmüştür.
- Her bir deney sonrasında, işlenen yüzeyde oluşan ortalama yüzey pürüzlülüğü Ra değerleri, MAHR-Perthometer ile ölçülmüştür.
- Akustik ses değişimi ile ortalama yüzey pürüzlülüğü arasındaki ilişki lineer regresyon modeli ile modellenmiştir.
- Radyal, tegetsel ve eksenel kuvvetlerle kesme parametreleri arasındaki ilişki irdelenmiştir.

III.3.4 DENEY TASARIMI

Geleneksel deney tasarımının hayli karmaşık, zor ve çok fazla sayıda deney yapılması gereksinimi ortaya çıkmasından dolayı bu çalışmada, Deney tasarımı Taguchi yöntemi ile yapılmıştır (Kurt, 2008). Deneysel çalışmada; kesme hızı $v=40-130$ m/dak , ilerleme oranı $f=30-120$ mm/dak ve talaş derinliği, $a=0,75-3$ mm arasında seçilmiştir. . Taguchi Metoduna göre yapılan L_{16} lık deney tasarımı ve deneysel çalışma esnasında ölçülen sonuçlar Tablo 3’de görülmektedir.

Tablo III.5. Taguchi L16 Deney Tasarımı

Kontrol Faktörleri	Ölçüm sonuçları
--------------------	-----------------

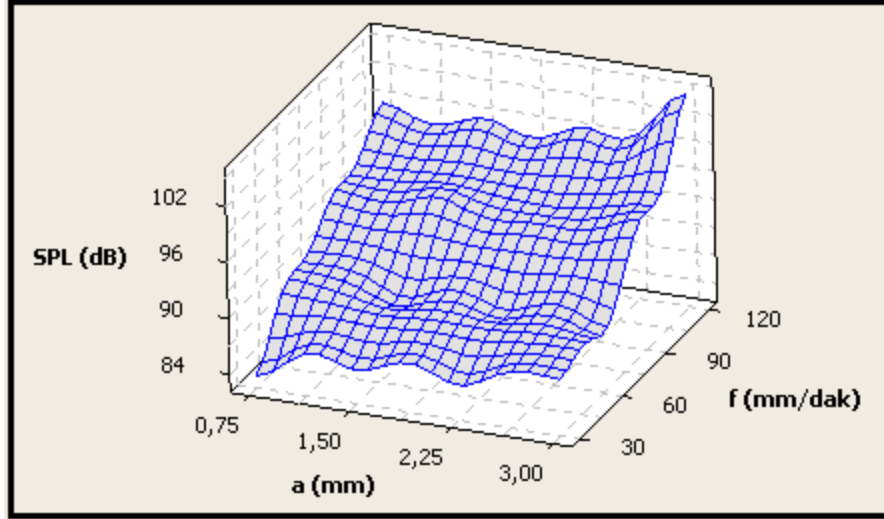
Deney No.	v (m/dak)	f (mm/dak)	a (mm)	SPL (dB)	Ra (µm)	Fy (N)	Fx (N)	Fz (N)
1	40	30	0,75	83,3	0,51	65	63	23
2	40	60	1,50	88,0	0,58	172	151	56
3	40	90	2,25	94,4	0,83	265	235	81
4	40	120	3,00	104,8	1,25	382	320	122
5	70	30	1,50	85,6	0,46	73	65	37
6	70	60	0,75	90,3	0,61	79	70	21
7	70	90	3,00	96,6	0,89	252	217	71
8	70	120	2,25	99,5	1,01	232	213	68
9	100	30	2,25	85,7	0,47	94	76	51
10	100	60	3,00	88,3	0,57	178	138	43
11	100	90	0,75	94,6	0,82	87	78	17
12	100	120	1,50	98,8	0,81	155	127	39
13	130	30	3,00	88,1	0,56	106	85	67
14	130	60	2,25	88,4	0,57	128	117	59
15	130	90	1,50	95,7	0,75	121	114	45
16	130	120	0,75	98,7	0,97	87	82	24

III.3.5 DENEYSEL BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

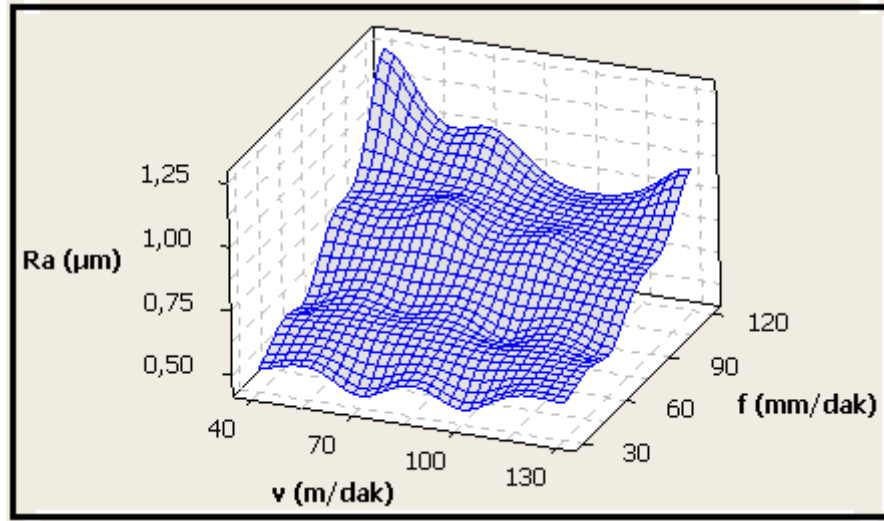
III.3.5.1 Akustik ses değişimi ve Ra ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi

Deneysel çalışmalar neticesinde elde edilen akustik sesin en etkili iki kesme parametresine göre düzeyindeki değişim Şekil 4’de grafiksel olarak verilmiştir. Ses basıncı “dB SPL” ile ifade edilmiş olup, bu ifade; akustik ses dalgalarının hava molekülleri üzerine uyguladıkları ses basınç düzeyini ifade eden bir terimdir. 94 dB SPL= 1 Pascal = 10 mikrobars’a tekabül etmektedir (ardaeden.net). Şekil 3.5’de

görüldüğü üzere, ilerleme oranının artışı ile akustik ses seviyesinde artış olmuştur. Talaş derinliğindeki artışın akustik ses basıncındaki değişime etkisi, ilerleme oranının etkisine göre çok daha azdır.



Şekil III.8 Talaş derinliği ve ilerleme oranına bağlı olarak akustik ses seviyesindeki değişim



Şekil 3.8 Kesme hızı ve ilerleme oranına bağlı olarak ortalama yüzey pürüzlülüğündeki değişim

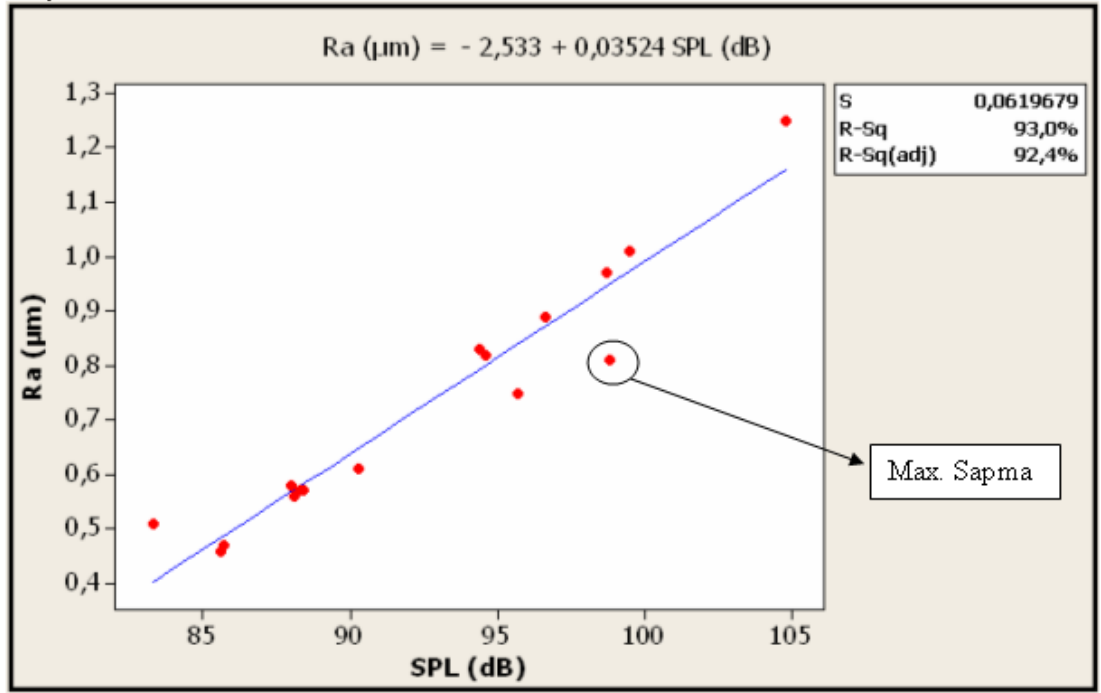
Değişik kesme parametrelerinde yapılan on altı deney neticesinde, kesilen yüzlerden elde edilen ortalama yüzey pürüzlük değerlerinin oluşumundaki en önemli iki faktöre göre değişimi Şekil 3.6'da verilmiştir. Ortalama yüzey pürüzlülüğü (R_a), denklem 1 nolu denklemdeki gibi ifade edilmektedir.

$$R_a = \frac{1}{L} \int_0^L y(x) dx \quad (1)$$

Burada, Ra ortalama çizgiden sapma oranını ifade etmekte, Y profil eğrisinin ordinatını ve L ise ölçüm boyunu göstermektedir.

Ses basınç seviyesindeki değişim ile ortalama yüzey pürüzlülüğü arasındaki ilişkinin belirlenmesi için lineer regresyon analizi yapılmıştır. Lineer regresyon aşağıda gösterildiği şekilde ifade edilmektedir.

Burada, Y yanıtı ifade etmekte ve β_i ise i inci regresyonun faktörü ve artışı göstermektedir. Minitab yazılımı kullanılarak yapılan çalışma sonucunda, elde edilen regresyon denklemi ve R^2 (R-Sq) oranı Şekil 6'da görülmektedir. Pearson katsayısına göre, R^2 nin 0.80 ve üzeri olması durumunda bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasında ilişkinin kuvvetli olduğu varsayılmaktadır. Bu durumda, bu çalışmada elde edilen 0.93 lük oran kuvvetli ilişkiyi ifade etmekte ve regresyon analizinin başarılı bir şekilde uygulandığını göstermektedir.



Şekil III.9 R_a için lineer regresyon modeli

Şekil 3.7’de görüldüğü üzere, maksimum sapma 12 numaralı deneysel çalışmada olmuştur. Bu deneydeki sapma miktarı ve artık oranı Tablo 3.6’de verilmiştir.

Tablo 3.6. Maksimum sapma ve artık oranı

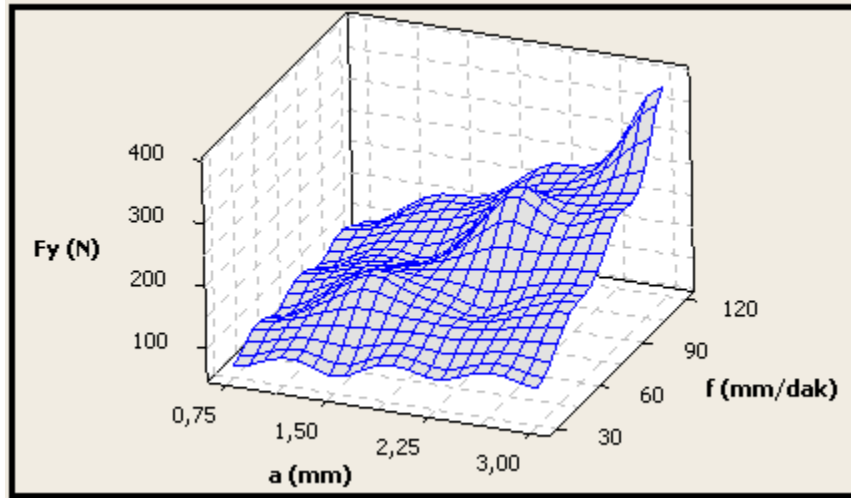
Deney	SPL (dB)	R_a (μm)	Fit	Artık
12	~ 99	0,81	0,949	-0.139

Yapılan çalışma, akustik ses basıncı değişimlerinin hassasiyet ile yapılmasından ve ortalama yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde de aynı hassasiyet ile çalışılması ile sağlıklı data'lara ulaşılmış ve literatürde yapılan çalışmaları destekler nitelikte, frezelemede kesme esnasında kesici takımın çıkardığı akustik sesin basınç değişimi ile kesme sonunda elde edilen yüzeyde oluşan ortalama pürüzlülük değeri arasında kuvvetli ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç ile, benzeri yöntem, kesici takım ve iş parçası malzemesini kullanarak imalat yapan firmalar için, her bir üretilen parçanın veya üretilen parçalarının belli bir yüzdesinin yüzey kalitesi kontrolünü daha da azaltmasına veya tamamen ortadan kaldırmasına olanak sağlayacak çalışma başlangıcı şeklinde yorumlamak mümkündür. Farklı parametre

ve iş parçası malzemesi için de uygulanarak uygulamanın doğruluğunu ve güvenilirliği arttırmak mümkündür.

III.3.5.2 Radyal,Teğetsel ve Eksenel Kuvvetlerin Değerlendirilmesi

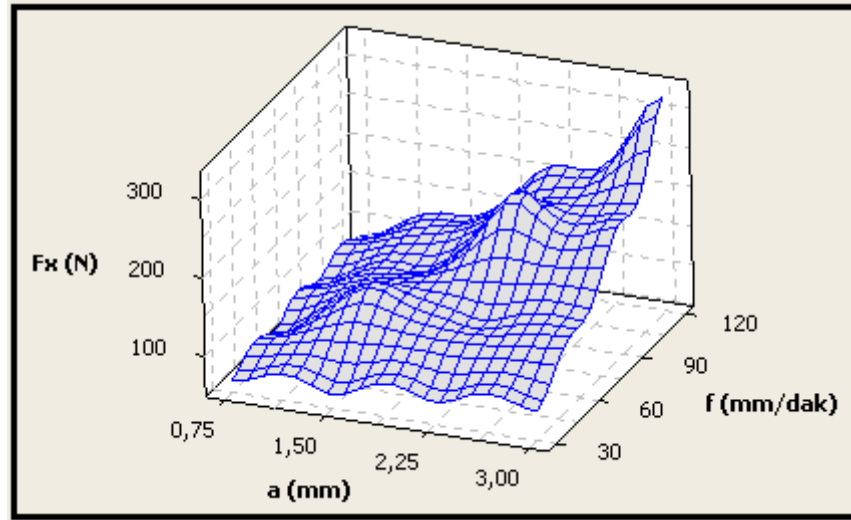
Kuru frezeleme esnasında oluşan kesme kuvvetlerinin ölçümleri de bu çalışmada dikkate alınan bir diğer husustur. Benzeri iş parçası malzemelerinin işlenmesi esnasında kesici takımın talaş kaldırmada gereksinim duyduğu kesme kuvvetlerinin tayini takım aşınması açısından ve pek tabii olarak iş parçası yüzey kalitesi açısından önem arz etmektedir. Yapılan çalışmada, kistler dinamometre ve amplifikatör kullanılarak, kesme esnasında oluşan Radyal (F_y), Teğetsel (F_x) ve Eksenel (F_z) kuvvetleri ölçülmüştür. Beklenildiği gibi, maksimum kuvvetler Radyal yönde oluşmuştur (Şekil 3.7). Radyal kuvvetin oluşumunda dominant etkiye sahip iki kesme parametresinin sunulduğu Şekil 3.7’de en fazla etkili faktörün ilerleme oranı olduğu görülmektedir. İlâveten, talaş derinliğinin artışı da radyal kuvveti artırmıştır.



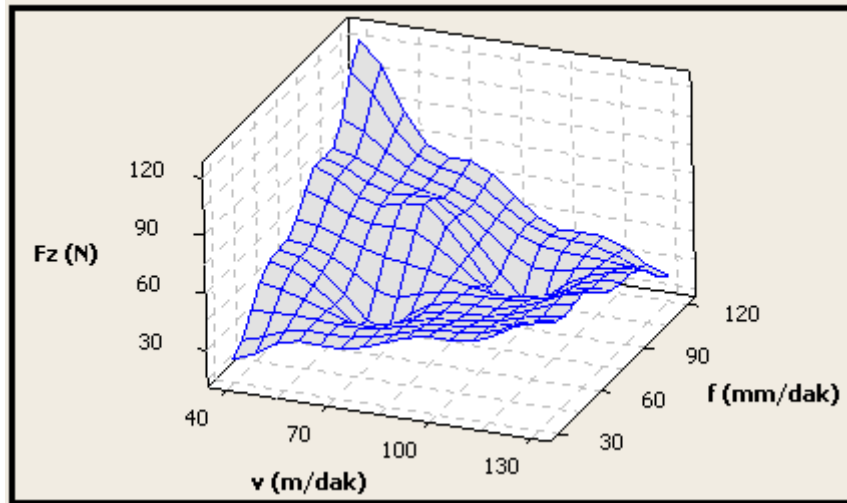
Şekil 3.10 Talaş derinliği ve ilerleme oranının radyal kuvvet oluşumuna etkisi

Kesme parametrelerinin etkisi açısından bakıldığında, radyal kuvvet ile benzer eğilimi gösteren teğetsel kuvvet ölçüm sonuçları Şekil 8’de görülmektedir. Teğetsel kuvvetin oluşumunda da dominant iki faktör ilerleme oranı ve talaş derinliğidir. Ancak, teğetsel kuvvet değerleri radyal kuvvete nazaran biraz daha az olmuştur.

Alın ve çevresel frezelemede, eksenel yönde oluşan kuvvetler genellikle radyal ve teğetsel yönde oluşan kuvvetlere nazaran daha az olmaktadır. Eksenel yönde bir ilerleme olmamasından dolayı diğer iki yöne nazaran daha az olan kuvvet sonuçları Şekil 3.9’da sunulmuştur. Eksenel kuvvet oluşumunda da en etkili iki faktörün görüldüğü Şekil 3.9’da ilerleme oranının ve kesme hızının kesme kuvvetinin oluşumuna etkisi görülmektedir. Ancak, talaş derinliği ile kesme hızının, kesmekuvvetine etkime oranları arasındaki fark göz ardı edilebilecek kadar azdır. Bu durumda en etkili faktör ilerleme oranı olmuştur.



Şekil 3.11. Talaş derinliği ve ilerleme oranının teğetsel kuvvet oluşumuna etkisi



Şekil 3.12. Talaş derinliği ve ilerleme oranının eksenel kuvvet oluşumuna etkisi

BÖLÜM IV. SONUÇLAR, TARTIŞMA VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmadan elde edilen sonuçları iki bölüm halinde sunmak mümkündür. İlk olarak; Deneysel çalışmada elde edilen sonuçlar verilecektir. İkinci kısımda ise Taguchi optimizasyon yönteminin kullanılması ile elde edilen sonuçlar sunulacaktır.

AISI 1040 orta karbonlu çeliği günümüz de imalat sektöründe çok kullanılan ve bulunması kolay olan malzeme türü olduğunda çalışmamızda bu malzeme seçilmiştir.

Deneysel çalışma için kesme parametrelerinin tayininde literatür ve imalatçıların uygulamalarından istifade edilmiştir. Dikkatli ön çalışma ve Taguchi metodu ile deney tasarımının yapılması sonucunda, radyal,teğetsel ve eksenel kuvvetlerin için optimal şartlar yapılan dokuz deney içerisinde olmuştur. Herhangi bir ön çalışma ve deney tasarımı yöntemi kullanmaksızın yapılacak onlarca deney ile bu sonuca ulaşmak mümkün olabileceksen, yapılan on altı deney ile de aynı sonuca ulaşılabilmiştir. Zaman ve maliyet açısından değerlendirildiğinde, uygun kontrol faktörlerinin tespitinin ve Taguchi deney tasarımının etkisi görülmektedir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

- AISI 1040 orta karbonlu çeliğin iki ağızlı DLC kaplamalı karbür parmak freze ile kuru frezelenmesinde oluşan akustik ses basıncı değişimi mikrofona dinlenerek özel yazılım programı ile dB olarak kaydedildiği ve ses basıncındaki değişim ile ortalama yüzey pürüzlülüğü arasındaki ilişki irdelenip, lineer regresyon ile modellendiği bu çalışmada; bağımlı değişken (Ses basınç düzeyindeki değişim) ile bağımsız değişken

(Ortalama yüzey pürüzlülüğü) arasındaki ilişkinin kuvvetli olduğu görülmüştür.

- Bu durum, yapılan çalışmanın amacına ulaştığını ve kapsamının genişletilerek daha fazla deneysel çalışma genişletilip modellemeler yapılabileceğini göstermiştir. Bunun yanı sıra, kesme esnasında meydana gelen Radyal, Teğetsel ve Eksenel kuvvetler ile bu kuvvetlerin oluşumunda dominant faktörler belirlenmiştir. Kuvvet oluşumunda en fazla etkili olan kesme parametresinin ilerleme oranı olduğu yapılan çalışmadan çıkan sonuçlardan biridir.

KAYNAKLAR

- [1] H.Y. Uenga, C.T. Guob, K.-H. Dittrich .:” Development of a hybrid coating process for deposition of diamond-like carbon films on microdrills “Surface & Coatings Technology 200 (2006) 2900– 2908
- [2] Akasawa T et al.Effect of free-cutting addivites on the machinability of austenitic stainles steel.Journal of Material Processing Technology 2003:143-144(Decemmer):66-71.
- [3] Kurt, M., Bagci, E., Kaynak,Y., 2008 , Application of Taguchi methods in the optimization of cutting parameters for surface finish and hole diameter accuracy in dry drilling processes, Int J Adv Manuf Technol, DOI 10.1007/s00170-007-1368-2
- [4] Ebner, I.D.Y., Romero, J.F.A., Zanandrea, A., Saotome, O., Gomes, J.O., 2006, Wavelet analysis and artificial neural Networks applied to condition monitoring in high speed milling, ABCM Symposium Series in Mechatronic, 2, 121-128
- [5] ROBERT, A.H. (1987): A Metod of Quantitative Topografhic Analysis of Wood Surface.Forest Products Journal. 7.12. S.448-452.
- [6] YOO, M.S., DORNFELD, D.A. and LEMASTER, R.L. (1990): Analysis and Modeling of Laser Measurement System Performance for Wood Surface. Journal of Engineering for Industry.112.69. S.69-77.
- [7] Begeman, M.L., Ostwald, P.F., and Amstead, B.H., 1987, Manufacturing Processes, John Willey & Sons Inc., Singapore.
- [8] ELMENDORF, A. and VAUGHAN, T.W. (1958): Measuring Smoothness of Wood.Forest Products Journal. 8.10. S.275-282.
- [9] GE Fanuc Series 16/18/160/180/-MB Computer Numeric Controls GE Fanuc Automation, 1999, B-62454E/04 98, Fanuc Ltd, Luxemburg.

- [10] Şahin, Y., “Talaş kaldırma prensipleri-1”, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 335-346 (2000).
- [11] Davim, J. P., “A note the determination of optimal cutting conditions for surface finish obtained in turning using design of experiments”, Journal of Materials Processing Technology, 116: 305-308 (2003).
- [12] Roy, R. K., “A primer on taguchi method”, Competitive Manufacturing Series, New York, 7-80 (1990).
- [13] Danacıoğlu, N. ve Muluk, Z., “Taguchi teknikleri”, İstatistik Konferansı, Gazi Üniversitesi, Ankara, 261-272 (1999).
- [14] Kurt, M.; Bağcı, E.; Kaynak, Y.: “Application of Taguchi methods in the optimization of cutting parameters for surface finish and hole diameter accuracy in dry drilling processes.” *Int J Adv Manuf Technol* , in press (2007)
- [15] STUMBO, D.A. (1960): Surface Texture Measurement for Quality and Production Control. Forest Products Journal.10.2. S.122-124.
- [16] PAHLITZSCH, V.G.und DZIOBEK, K. (1961): Methods of Measurement and Estimation for Beld-Sanded Woods.Holz Als Roh-Und Werkstoff.19.10. S. 403-417.
- [17] PAHLITZSCH, V.G.und DZIOBEK, K. (1962): Effects of The Working Conditions on The Quality of Presanded Wood Surfaces. Holz Als Roh-Und Werkstoff. 20.4. S.125-137.
- [18] STUMBO, D.A. (1963): Surface Texture Measurement Methods. Forest Products Journal.13.6. S. 299-304.
- [19] PETERS, C.C. and CUUMMING, D.S. (1970): Measuring Wood Surface Smoothness: A Review. Forest Products Journal.20.12. S. 40-43.
- [20] STEWART; H:A: (1970): Cross-Grain Knife Planning Hard Maple Produces High-Quality Surface and Flakes. Forest Products Journal.20.10 S.39-42.
- [21] PETERS, C.and MERGEN, A: (1971): Measuring Wood Surface Smoothness: A Proposed Method. Forest Products Journal.21.6. S.27-30.
- [22] STEWART, H.A. (1974): A Comparison of Factors Affecting Power for Abrasive and Knife Planning of Hardwoods. Forest Products Journal.24.3 S.31-34.
- [23] STEWART, H.A. (1975): Abrasive Planning Across The Grain with Higher Grit Numbers can Reduce Finish Sanding. Forest Products Journal.25.5 S. 18-

- [24] ÖSTMAN, L. and BIRGIT, A. (1983): Surface Roughness of Wood-Based Panels after Aging. Forest Products Journal.33.7/8. S.35-42.
- [25] FAUST, T.D. and RICE, J.T.(1986): Effect of Seneer Surface Roughness on The Bond Quality of Southern Pine Plywood. Forest Products Journal.36.4. S.57-62.
- [26] FAUST, T.D. and RICE, J.T.(1986): Characterizing The Roughness of Touthern Pine Veneer Surface. Forest Products Journal.36.11/12. S.75-81.
- [27] TIMOTHY, D.F. (1987): Real Time Measurement of Veneer Surface Roughness by Image Analysis. Forest Products Journal.37.6. S.34-40.
- [28] ÖRS, Y., KALAYCIOĞLU, H. ve ÇOLAKOĞLU, G. (1991): Testereleerde Diş Geometrisinin Kereste Yüzey Kalitesine Etkisi. Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi. Seri No:15, S.777-784.
- [29] HIZIROĞLU, S. and SUCHSLAND, O. (1993): Linear Expansion and Surface Stability of Particleboard. Forest Products Journal.43.44. S.31-34.
- [30] GÜRAY, A.,BAYKAN,İ. ve SÖNMEZ, A (1994): Ağaç Kaplamalarda Yüzey Pürüzlülüğünün Önemi ve Ölçülmesi. Türk-İnşa Dergisi. S.149-150.
- [31] RICHTER, K., FEIST,W.C. and KNAEBE, M.T.(1995): The Effect of Surface Roughness on The Performance of Finishes.Part 1.Roughness Characterization and Stain Performance. Forest Products Journal.45.7/8. S91-97.
- [32] HECKER, M.(1995): Peeled Veneer from Douglas-fir-Influence of Round Wood Storage,Cooking and Peeling Temperature on Surface Roughness. Proceedings of The 12 th International Wood Machining Seminer. October2-4. Japan.
- [33] HIZIROĞLU, S. (1996): Surface Roughness analysis of Wood Composites. Forest Products Journal.46.7/8. S. 67-72.
- [34] LEMASTER, R.L. and BEALL, F.C. (1996): The Use of an Optical Profilometer to Measure Surface Roughness in Medium Density, Fiberboard. Forest Products Journal.46.11/12. S.73-78.

- [35] Mativenga, P.T., Abukhshim, N.A., Sheikh, M.A. and Hon, B.K.K. (2006) ‘An investigation of tool chip contact phenomena in high-speed turning using coated tools’, *Proceedings of IMechE Part B: Journal of Engineering Manufacture*, Vol. 220, pp.657–667.
- [36] Banshoya K, Ohsaki H, Nagatomi K, Murase Y (1994) Relationship between cutting sound and tool wear in machine boring of wood and wood-based materials. *Mokuzai Gakkaishi* 40(4):434–439
- [37] Byrne G, Dornfeld D, Inasaki I, Kettler G, König W, Teti R (1995) Tool condition monitoring (TCM)—the status of research and industrial application. *Ann CIRP* 44(2):541–567
- [38] Ghosh, N., Ravi, Y.B., Patra, A., Mukhopadhyay, S., Paul, S., Mohanty, A.R., Chattopadhyay, A.B., 2007, Estimation of tool wear during CNC milling using neural network-based sensor fusion, *Mechanical Systems and Signal Processing* 21, 466–479.
- [39] Matthew, S.C., Mann, A., Gagliardi, J., 1994, Adaptive filtering of sound pressure signals for monitoring machinery in noisy environments, *Applied Acoustics*, 43, 4, 333–351
- [40] Mannan, M.A., Kassim, A.A., Jing, M., 2000, Application of image and sound analysis techniques to monitor the condition of cutting tools, *Pattern Recognition Letters*, 21, 969–979
- [41] www.ardaeden.net (Erişim, Haziran 2008)
- [42] Banshoya K, Ohsaki H, Nagatomi K, Murase Y (1994) Relationship between cutting sound and tool wear in machine boring of wood and wood-based materials. *Mokuzai Gakkaishi* 40(4):434–439
- [43] Korkut İ., Torna tezgahında strain gage ile ölçüm yapan bilgisayar bağlantılı dinamometre tasarımı ve imalatı, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-2, 1996.
- [44] Şeker, U., Kurt, A. and Çiftçi, İ., Design and construction of a dynamometer for measurement of cutting forces during machining with linear motion, *Materials and Design*, 23: 355–360, 2002.

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında İstanbul'da doğdu. 2000'de Haydarpaşa Teknik Lisesi Kalıp Bölümünden mezun oldu. 2001 yılında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Kalıpcılık Öğretmenliği Bölümünü kazandı. 2005 yılında Lisans eğitimini tamamladı. 2006 Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans Eğitimine başladı.

2005-2006 yılında Alhan-Çağrı Makine Firmasında Endüstriyel Ürün ve Kalıp Tasarımcısı Olarak,

2006-2009 yılında 3B Dizayn Firmasında CAM Departmanı Uygulama Sorumlusu Olarak,

2009 yılından itibaren Desita Mühendislik Firmasını Kurdu.Halen Mühendislik Hizmetleri veren firmasını işletiyor.

Arif AKAY

KİMLİK BİLGİLERİ

Doğum tarihi :21.07.1982
Doğum yeri :İSTANBUL

EĞİTİM BİLGİLERİ

Lise	:1996-2000	Haydarpaşa Teknik Lisesi / Kalıp
Lisans	:2001–2005	Gazi Üniversitesi Kalıpcılık Öğretmenliği
Yüksek Lisans	:2006–	Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitimi Anabilim Dalı

Halen Çalıştığı Kurum: DESİTA MÜHENDİSLİK

Yabancı Dil : İngilizce

Çalışma Alanı : ENDÜSTRİYEL ÜRÜN VE KALIP TASARIMI

E-posta : arif.akay@desitamuhendislik.com
arifakay@gmail.com