

TALASLI İMALAT SIRASINDA KESİCİ TAKIMDA MEYDANA GELEN HASAR MEKANİZMALARI VE TAKIM HASARINI AZALTMA YÖNTEMLERİ

Ufuk ÖZDEMİR

Hava Harp Okulu Dekanlığı Yesilyurt-Istanbul
u.ozdemir@hho.edu.tr

Muzaffer ERTEN

İTÜ Makina Fakültesi Gümüssuyu-Istanbul
erten@mkn.itu.edu.tr

Özet

Bu çalışmada takım ömrünü etkileyen takım hasar mekanizmaları incelenmiştir. Takım ömrü, işlenen parçanın kalitesini ve maliyetini direkt olarak etkileyen bir faktördür.

Takım ömrünü doğrulukla belirleyebilmek için, takım ömrünü olumsuz yönde etkileyen takım hasar mekanizmalarının bilinmesine gerek vardır. Herhangi bir kesici takım asınma, plastik deformasyon veya kırılma yoluyla ömrünü tamamlar. Talas kaldırma sırasında kesme kenarlarında, normal çalışma durumuna göre oldukça yüksek kesme hızlarında oluşan yüksek sıcaklıkla birlikte oldukça yüksek normal ve kayma gerilmeleri meydana gelir. Kesme şartlarına bağlı olarak kesme kenarlarında meydana gelen hasar mekanizmaları, karakteristikleri, önleme yöntemleri ve Tablo 2’de verilmiştir.

Takım ömrü, diğer bir ifadeyle takım hasar mekanizmaları pek çok faktöre bağlı olarak değiştiğinden, kesme şartlarına bağlı olarak takım ömrünü belirlemek oldukça zordur. Takım ömrünü belirlemek için başvuru olan önemli bir teknik; talas kaldırma sırasında es zamanlı olarak takım kesme şartlarının izlenmesidir. Bu amaçla yapılan araştırmalar, çalışmanın sonunda özetlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Takım, Asınma, Takım Malzemeleri, Serbest Yüzey Asınması

Abstract

The main goal of this work is to study the influence of the tool failure mechanisms and on the tool life. Aiming to achieve this goal, several tool failure mechanisms are explained.

Tool life is often the most important practical consideration in selecting cutting tools and cutting conditions. Tool wear and fracture rates directly influence tooling costs and part quality. For these reasons tool life is the most common criterion used to rate cutting tool performance and the machinability of materials. An understanding of tool life requires an understanding of the ways in which tools fail. Broadly, tool failure may result from wear, plastic deformation, or fracture. Cutting edges experience much higher normal and shear stresses than almost any other type of bearing surface and, at high cutting speeds, high temperature are also generated. The principle types of tool failure mechanisms, characteristics, countermeasures for common types of tool failure mechanisms and classified according to the regions of the tool they affect, are shown in Table 2.

A primary goal of metal cutting research has been to develop methods of predicting tool life from a consideration of tool failure mechanisms. Unfortunately, accurately predicting tool life in any general sense is very difficult because tool failure mechanisms depend on several parameters. In this work, studying about online monitoring of tool condition methods are also explained.

Key Words : Tool, Wear, Tool Materials, Flank Wear

1.GİRİŞ

İmalatin amacı, hammadde ile ürün arasındaki dönüşümü sağlamaktır. Bu dönüşümün sağlanabilmesi için pek çok değişik teknolojik yöntemler kullanılabilir. İmal Usulleri adı verilen bu teknolojik yöntemler, talaslı imalat ve talassız imalat yöntemleri olarak iki temel gruba ayrılabilir. Bu iki temel grup arasındaki fark; talaslı imalat yöntemlerinde (tornalama, frezeleme, planyalama.....) hammadde-ürün dönüşümü sırasında hammadde üzerinden talas kaldırılması, talassız imalat yöntemlerinde (kaynak, döküm, dövme.....) ise hammadde üzerinden talas kaldırmadan bu dönüşümün sağlanabilmesidir.

Talaslı imalat; kesici takımın (yada kısaca takım) iş parçasına göre nisbi hareketleri sonucunda, iş parçasının

belirli bir bölümünde plastik deformasyon oluşturarak gerçekleştirilen bir talas kaldırma işlemidir. Oldukça karmaşık bir yapıya sahip olan talas kaldırma mekanizmasının anlaşılabilmesi için üç boyutlu takım geometrisi, iki boyutlu ortogonal kesme geometrisi şeklinde basitleştirilir. Bu geometrinin ve talas kaldırma mekanizmasının incelenmesi sonucunda; talas kaldırma sırasında takımın çok yüksek gerilme ve sıcaklıklara maruz kaldığı, bunun sonucunda takımın elastik ve plastik şekil değişimleri ile şiddetli bir asınmanın meydana geldiği anlaşılmıştır. Talas kaldırma sırasında takımın meydana gelen bu şekil değişimleri ve asınma talas kaldırma işlemini şüphesiz olumsuz yönde etkilemektedir. Çünkü kesici takımın

meydana gelen bu deformasyonlar; iş parçasının yüzey kalitesini ve toleranslarını olumsuz yönde etkilemekte, takım tezgahı konstrüksiyonundaki (miller, yataklar vb.) titreşimlerin artmasına neden olmakta, talas kaldırma için gerekli olan enerji miktarını dolayısıyla enerji sarfiyatını arttırmaktadır. Bununla birlikte takımda meydana gelen deformasyonların oluşturduğu en büyük olumsuzluk takım ömrünün azalmasıdır. Takım ömrünün azalması, takım maliyetini ve sonuç olarak da üretim maliyetini etkileyen önemli bir faktördür. Bu nedendir ki; takım ömrünü etkileyen faktörlerin bilinmesi, bu faktörleri kontrol altına alınabilecek tedbirlerin geliştirilmesi, efektif takım ömrünün belirlenebilmesi ve optimum takım değişime zamanın belirlenmesi büyük önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada; talaslı imalat sırasında kesici takımda meydana gelebilecek hasar mekanizmaları ve bu mekanizmaların oluşma nedenleri incelenmiş ve burdan yola çıkarak bu hasarların oluşma ihtimalini azaltacak önlemler üzerinde durulmuştur. Gerek talaslı imalat yöntemlerinin çeşitliliği, gerekse talaslı imalatta kullanılan takımların çok farklı geometride ve değişik malzemeden yapılmış olması nedeniyle literatürde bu konuda yapılan çalışmalar büyük çeşitlilik arz etmektedir.

Lim ve arkadaşları [1, 2]; HSS (yüksek hız çelikleri) takımların serbest yüzey asınmalarını, ilerleme ve kesme hızının fonksiyonu olarak tanımlayan bir asınma diyagramı oluşturmuşlardır. Böylece bu tür takımlar için asınmanın minimum olduğu güvenli bölge ismi verilen bir alan tanımlanmış olup, en uygun kesme şartlarının oluşturulabilmesi için bu alan içerisinde kalınmasını tavsiye etmişlerdir. Ancak yaptıkları çalışma sonucunda elde ettikleri veriler, sadece yüksek hız çeligiden yapılmış belli geometrideki belli kesme şartları için geçerli kalmıştır.

Soderberg ve Hogmark [3]; yüksek hız çeliklerinde görülen asınma mekanizmalarını incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmalar sonucunda; HSS takımlarda abrazyon, asiri abrazyon, adheziv asınma, kenar çentikleme ve sürekli asınma olmak üzere 5 çeşit asınma mekanizması olduğunu belirtmişler ve bu asınma mekanizmalarının oluşma şartlarını tanımlamışlardır.

Dolinsek ve arkadaşları [4]; yüksek kesme hızları için kullanılan takımlarla yapılan talas kaldırma sırasında oluşan mekanizmalar ve bu mekanizmaların ana asınma mekanizmalarıyla (adhezyon, abrazyon ve difüzyon) olan ilişkisini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda; iş parçasının homojen olmaması ve sert parçacıklar içermesi, ayrıca oksidasyon sonucu oluşan sert parçacıkların abrazyon asınmasını arttırdığını, takımın serbest yüzeyinde ve talas yüzeyinde meydana gelen adhezyonun önemli bir asınma meydana getirdiğini, takımdaki koruyucu kaplamanın yüksek sıcaklık ve darbeli yüklerle parçalanabildiğini ve bunun

sonucunda çok şiddetli asınmalar olduğunu göstermişlerdir.

Arsecularatne ve arkadaşları [5]; talas kaldırma teorisinden elde edilen sıcaklıkları kullanılarak takım ömrünün hesaplanabilmesi için bir metod ileri sürmüşlerdir. Elde ettikleri sonuçlardan; takım ömrünün herseyden önce kesme hızı, ilerleme hızı, talas açısı ve iş parçası karbon içeriğinden etkilendiğini göstermişlerdir. Diğer taraftan göz önüne alınan takım için eğim açısı ve kesme derinliğinin de önemli rol oynadığını belirtmişlerdir.

Gu ve arkadaşları [6]; yaptıkları çalışmada kaplanmış ve kaplanmamış C5 karbür takımla 4140 çeliginin alın frezelemesi deneylerini yapmışlardır. Deneylerden elde ettikleri sonuçları değerlendirerek takım ömrünü, ilerleme ve kesme hızının bir fonksiyonu olarak tanımlamışlardır. Ayrıca; takımda oluşan asınma, mekanik yorulma ve termal kırılma tanımlanmış ve bir asınma diyagramıyla gösterilmiştir. Yapılan diğer çalışmalara paralel olarak kaplamanın takım ömrünü arttırdığını belirtmişler, deneye tabi tuttukları kaplanmış takım ömürlerini kaplama cinsleriyle ilişkilendirmişlerdir.

Pekelharing [7]; kesintili talas kaldırmada (öngren frezeleme) takımın hasara uğramasına neden olan riskli noktaları; takımın iş parçasına girişi, takımın iş parçasından çıkışı, takımın çevrimsel olarak ısınması ve soguması olarak tanımlamıştır. Bu riskli noktaların; kesme boyutlarına, kesme hızına, ısınma ve soguma zamanına, iş parçası ve takım malzemesine, takımın sekline ve geometrisine bağlı olduğunu belirtmiş ve yaptığı çalışmada takımın iş parçasına girişi ile çıkışı sırasında meydana gelen olayları incelemiştir. Takımın iş parçasından çıkışından kaynaklanan çentikleme, sonlu elemanlar yönteminden elde edilen sonuçlarla açıklanmıştır. Karbür takım kenarının yuvarlanmaması veya pah kırılmasının etkisi incelenmiş ve elde edilen optimum sonuçlar verilmiştir.

Sarhan ve arkadaşları [8]; yaptıkları çalışmada asınma değişiminin kesme kuvvetleri büyüklüğü üzerindeki etkisini inceleyen bir yaklaşım sunmuşlardır. Bu çalışma da aynı zamanda eksenel kesme derinliğinin, kesme ağız basıncının, ilerlemenin, iş parçasının özgül kesme basıncının ve anlık dönme açısının bir fonksiyonu olarak kesme kuvvetini esas alan bir bilgisayar simülasyonu da yapılmıştır.

2. TAKIM MALZEMELERİ VE GENEL ÖZELLİKLERİ

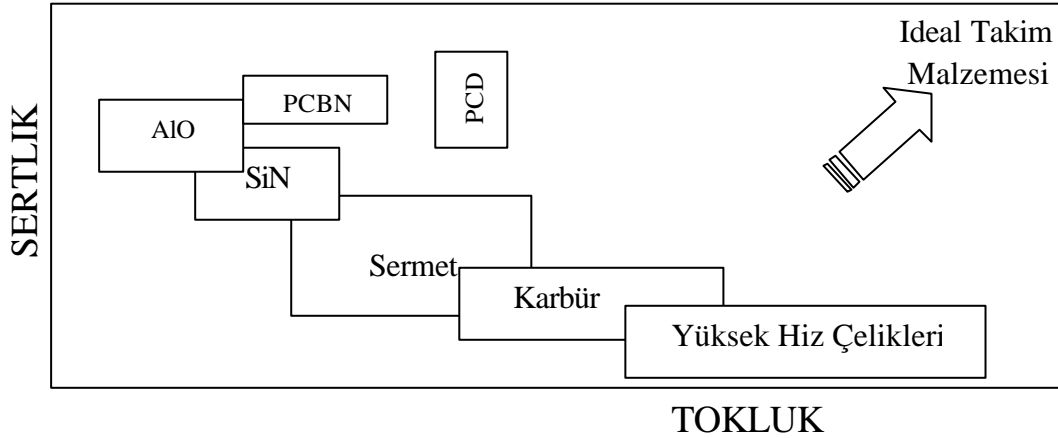
Pratikte en çok kullanılan takımlar yüksek hız çelikleri (HSS), kobaltla zenginleştirilmiş yüksek hız çelikleri (HSS-Co), sinterlenmiş tungsten karbür (WC), seramikler, çok kristalli kübik borun nitrür (PCBN), çok kristalli elmas (PCD) ve tek kristalli

elmadır. Bu takımaların özellikleri çok geniş bir aralıkta değişmektedir. Tablo 1’de Takım malzemelerinin özellikleri, her bir sütundaki özellik yukarıdan aşağıya doğru azalacak şekilde sıralanmıştır. Şekil 1’de ise değişik takım malzemelerinin sertlik ve tokluk değerlerinin karşılaştırılması verilmiştir.

Tablo 1. Takım malzemelerinin bazı özelliklerinin karşılaştırılması [9]

Mikro-Sertlik	Kirılma Tokluğu	Elastiklik Modülü	Kayma Modülü	Isıl İletkenlik	Özgül İsi	Isıl Yumusama	Kimyasal Kararlılık
A	D	A	D	A	G	A	G
B	J	B	A	B	E	B	J
C	H	D	F	D	I	G	H
D	F	G	C	E	C	D	F
E	E	C	E	F	F	-	E
F	C	J	H	C	H	-	D
G	G	E	G	I	-	-	-
H	I	F	B	G	-	-	-
I	-	I	I	H	-	-	-

A	: Çok kristalli elmas (PCD)	F	: Sialon
B	: Çok kristalli kübik borun nitrid (PCBN)	G	: Al_2O_3
C	: Al_2O_3+TiC	H	: ZrO_2
D	: C2 Karbür	I	: $Si_3N_4 RB$
E	: $Si_3N_4 HIP$	J	: SiCw- Al_2O_3



Şekil 1. Bazı takım malzemelerinin sertlik ve tokluk değerlerinin karşılaştırılması

Tablo1 ve Şekil 1 incelendiğinde, istenilen tüm özellikleri aynı anda sağlayan takım malzemesinin olmadığı görülür. Bu nedenle belli kesme şartları altında en iyi çözümü veren takım malzemesi seçilerek kullanılır.

Takımlar genel olarak talas oluşumu sırasında meydana gelen yüksek sıcaklık ve yüksek gerilmelere

dayanabilme özelliğinde olmalıdır. İdeal bir takım, aşağıda sıralanan şu özelliklere sahip olmalıdır;

- 1- Yüksek sıcaklıklarda abrazyon aşınmaya karşı direnç için yüksek sertlik,
- 2- Yüksek gerilme altında kesme kenarının deforme olmasını önlemek için yüksek bir deformasyon direnci,

- 3- Özellikle kesintili talas kaldırmada kırılma ve chipping olayına karşı yüksek kırılma tokluğu,
- 4- Difüzyon, kimyasal ve oksidasyon asınmasına karşı direnç için is parçası malzemesiyle düşük kimyasal benzerliği, kimyasal kararlılık,
- 5- Takım kenarı yakınlarındaki sıcaklığın azaltılabilmesi için yüksek ısı iletkenlik,
- 6- Özellikle kesintili talas kaldırmada yüksek yorulma dayanımı,
- 7- Kesintili talas kaldırmada takım kırılmasını önlemek için yüksek ısı sok direnci,
- 8- Boyutsal kararlılık için yüksek rijitlik,
- 9- Özellikle yumusak, sünek malzemelerin işlenmesinde talas birikmesi olusumunu (Built-up Edge-BUE) önlemek için uygun sürtünme özellikleri.

3. TAKIM HASARI VE TALAS KALDIRMA SIRASINDA OLUSAN ASINMA MEKANİZMALARI

Kesici takım ömrü hakkında fikir sahibi olabilmek için, kesici takımın zayıflamasına neden olan sebepleri bilmek gereklidir. Takım hasarı; asınma, plastik deformasyon ve kırılma nedeniyle meydana gelir. Takım asınması, takımın etkilendiği bölge veya asınmayı meydana getiren fiziksel mekanizmaya göre sınıflandırılırlar. Ana asınma mekanizması da büyük ölçüde takım malzemesine bağlıdır. Takımlar; talas olusumu sırasında meydana gelen yükleri karşılayamadıklarında, plastik deformasyona uğrarlar veya kırılırlar.

Talas kaldırmayla ilgili çalışmalarda temel amaç, göz önüne alınan takım hasar mekanizmasından takım ömrünü tespit edecek yöntemler geliştirmektir. Maalesef, herhangi bir durum için takım ömrünü doğrulukla tespit etmek oldukça zordur. Çünkü takım ömrü kesme hizi, ilerleme hizi, kesme derinliği, takım ve is parçası malzemesi, talas kaldırma yöntemi gibi pek çok faktöre bağlıdır. Pratikte, takımlar kesme ömrünü tamamlamadan servisten alınır. Bu; uygun bir oyuk veya diğer takım hasar durumu olustugunda veya kesme kuvvetleri yada gücün artırılmasıyla oluşan belli bir hasar olustugunda sağlanır. Farklı talas kaldırma yöntemlerinde aynı şartlar altında kullanılan takımlar, kritik tolerans veya diğer gereksinimlere göre oldukça az farklılık gösterirler. Bu nedenle; takım ömrünü tespit etme yöntemi göreceli karşılaştırmalar için faydalıdır. Örneğin; farklı is parçası, takım malzemesi veya işleme koşulları için takımdan beklenen en yüksek takım ömrü; verilen bir uygulamada, benzer parçalar için elde edilen veriler olmadıkça takım ömrünün doğru değerlendirilmesinin olacağı beklenmemelidir.

Sekil 2’de takımda meydana gelen ana asınma ve hasar mekanizmalarına ait şekil verilmiş olup, bunlar aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir:

1. Serbest Yüzey Asınması : Takımın serbest yüzeyinde (takımın, işlenen is parçasıyla temas halinde olan yüzeyi serbest yüzey olarak adlandırılır) meydana gelen asınma serbest yüzey asınması olarak adlandırılır ve bir asınma bölgesi oluşur. Bu asınma bölgesinin işlenmiş yüzeyle sürtünmesiyle, talas kaldırılan parça yüzeyinde hasar meydana gelir ve böylelikle oluşan yüksek serbest yüzey kuvvetleri nedeniyle boyutsal doğrulukta azalma ve sapmalar meydana gelir. Serbest yüzey asınması genellikle kesme kenarlarının abrazyonu ile oluşur. Serbest yüzey asınmasının büyüklüğü, ortalama serbest yüzey asınması veya takım ucuna olan maksimum mesafesi ile ifade edilir. Serbest yüzey asınma bölgesi genellikle üniform genişliktedir ve kenara yakın bölgede oluşur. Zamana göre serbest yüzey asınmasının gelişimi Şekil 3’de verilmiştir. Serbest yüzey asınmasının ortadan kaldırılması mümkün olmayıp, azaltılabilmesi için tedbir alınması mümkündür. Serbest yüzey asınmasını azaltmak maksadıyla alınabilecek tedbirler Tablo 2’de verilmiştir.

2. Krater Asınması : Kesici takımın talas yüzeyinde krater asınması adı verilen krater şeklinde bir asınma oluşur. Takımın talas yüzeyi, is parçasından kaldırılan talasın takım üzerinde kaydığı yüzeydir. Genellikle ilimli bir krater asınması takım ömrünü sınırlamaz. Gerçekten de krater oluşumu takım talas açısının etkinliğini artırır ve böylece kesme kuvvetleri azalır. Fakat, asiri krater asınması kesme kenarlarını zayıflatır ve bu durum takımın deformasyonuna veya kırılmasına yol açar. Buradan da anlaşılacağı gibi takım ömrünü kısalttığı ve takımın yeniden bilenmesini zorlastırdığı için asiri krater asınmasından kaçınılmalıdır. Krater asınmasının zamana göre değişimi, serbest yüzey asınmasının zamanla göre değişimi gibidir (Şekil 2). Asiri krater asınması, difüzyon veya kimyasal asınma mekanizmalarıyla meydana gelir. Krater asınması, takım malzemelerinin kimyasal kararlılığının artırılması veya takımın talas içinde çözünürlüğünün azaltılmasıyla minimize edilebilir.

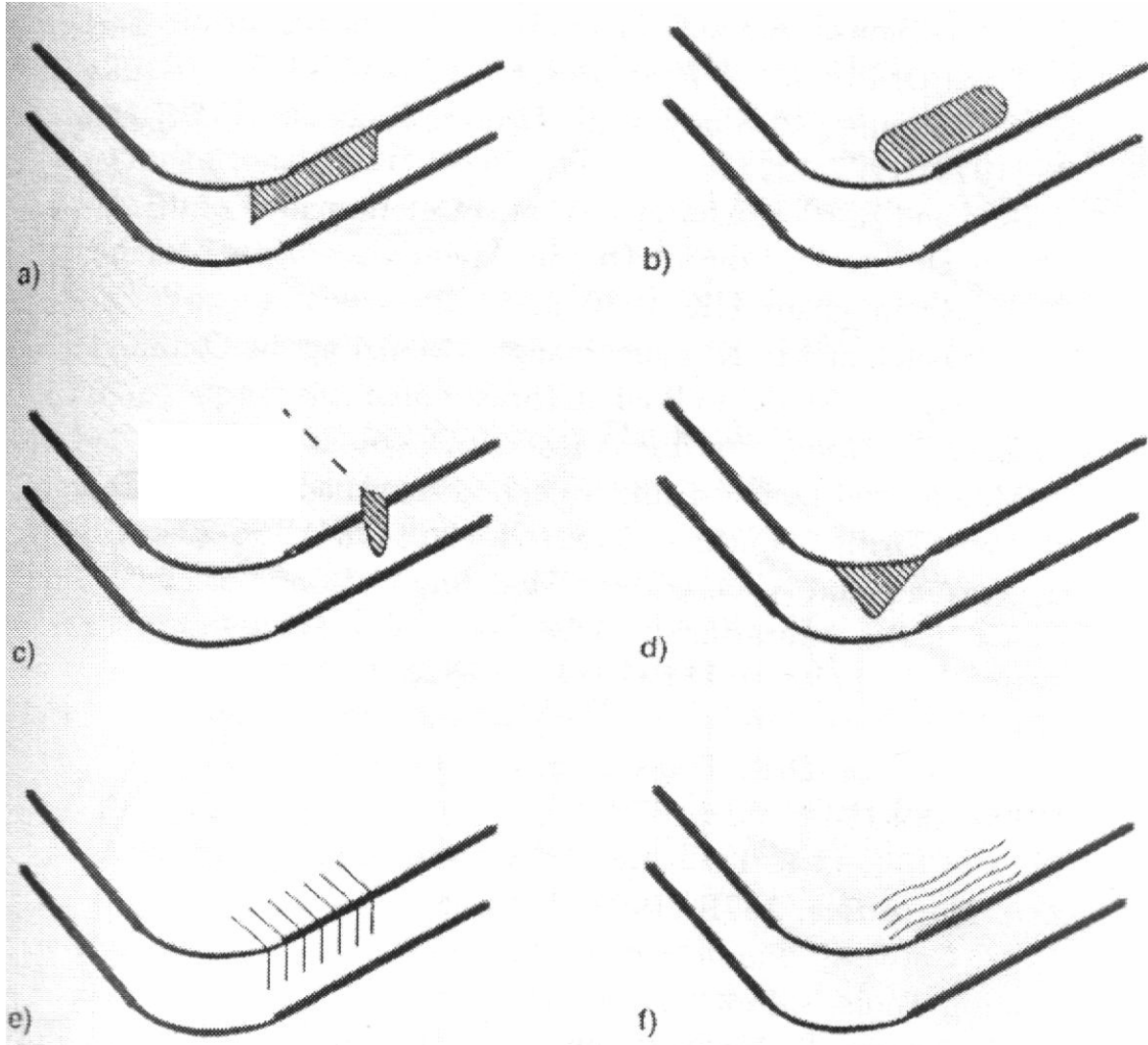
3. Çentik Asınması : Kaba yüzeylerin tornalanmasında kullanılan takımlarda, takım ile işlenmemiş yüzey veya talas kenarı arasındaki temas noktasında takım yüzeyinde çentik (notch) asınması meydana gelir. Çentigin derinliği genellikle abrazyonun ve özellikle işlenen parçaların sert bir yüzey tabakasına sahip olması veya işlenen parçanın kendi sertliğinden dolayı oluşan abrazyonun (örneğin paslanmaz çelik ve nikel-bazlı süperaloylar) bir sonucudur. Kullanılan bir soğutucunun neden olduğu veya takım ile atmosfer arasındaki kimyasal reaksiyon veya korozyon nedeniyle oluşan oksidasyon da çentik asınmasına neden olur. Asiri çentik asınması takımın yeniden bilenmesini zorlastırır ve özellikle seramik parçalarda

kirilmaya neden olur. Çentik asinmasi, takim ile is parçası yüzeyi arasındaki temas alaninin arttiran dalma açısının arttirilmesiyle, çok pasolu talas kaldirmada kesme derinliginin degistirilmesiyle ve takim malzemesinin isil sertlik ve deformasyon direncini arttirarak, azaltılabilir.

4. Burun Yarıçapı Asinmasi : Bu asinma takim burun yarıçapında, serbest yüzeyinin sonuna yakın bölgede iz kenari üzerinde meydana gelir. Bu asinma serbest yüzey ile çentik asinmasının kombinasyonuna benzer ve öncelikle abrazyon ile korozyon yada oksidasyon

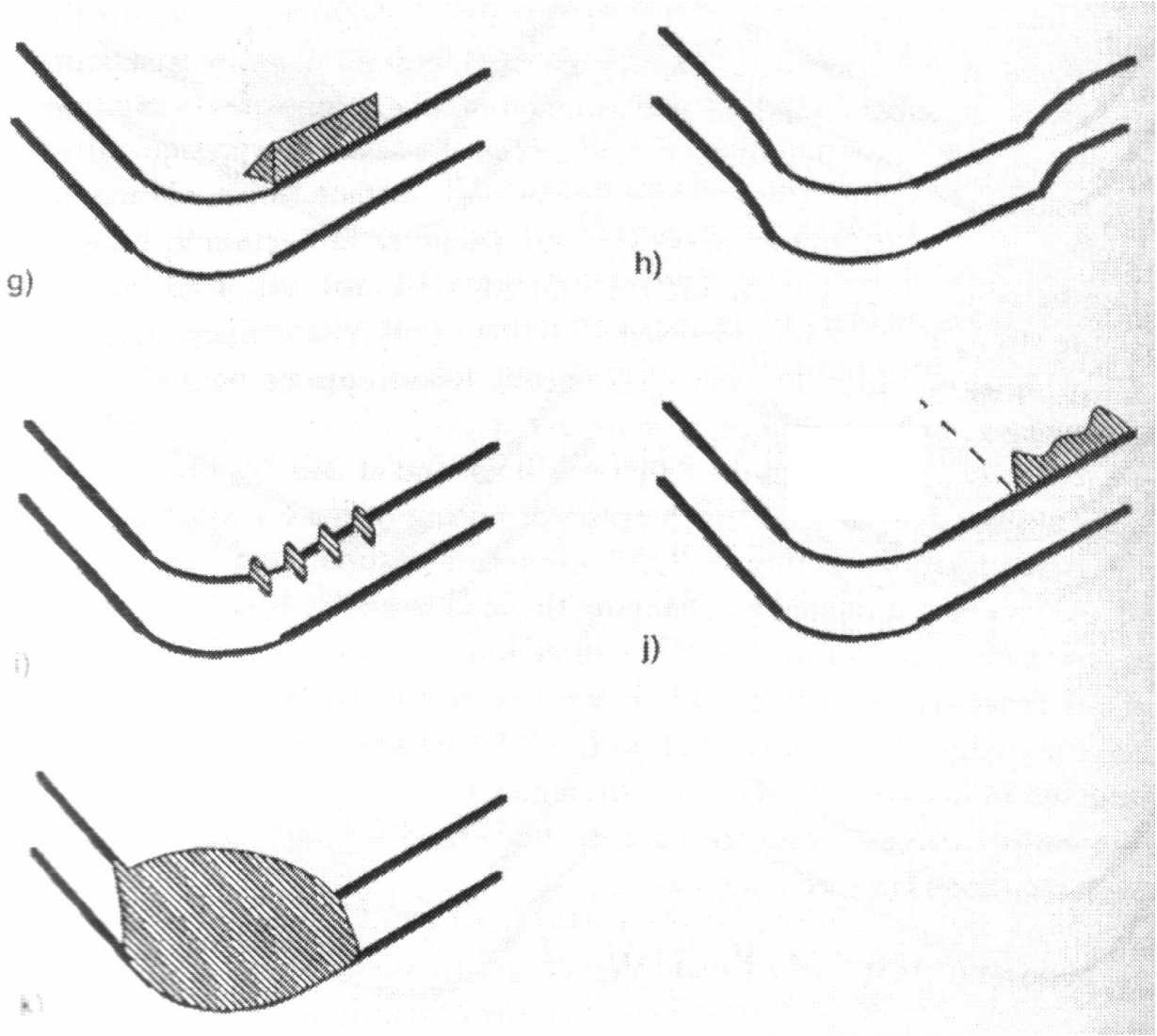
nedeniyle olur. Asiri burun asinmasi islenmiş yüzeyin kalitesini azaltir.

5. Isil ve Mekanik Çatlaklar : Bu çatlaklar, kesintili talas kaldirmada takimın degisken yüklerle yüklenmesi veya talas kaldirma sırasında yüksek takim-talas sıcakliklari nedeniyle olur. İki tip çatlak olur; özellikle bir sogutucu kullanildiginda degisken isil yükler altında kesme kenarlarına dik olarak olusan çatlaklar ve degisken mekanik yükler nedeniyle kesme kenarlarına paralel olarak olusan çatlaklar. Çatlak oluşumu takimın hizli bir şekilde hasara ugramasına neden olur.



Sekil 2. Takimda meydana gelen asinma ve hasar mekanizmalari [10]

- a- Serbest Yüzey Asinmasi
- b- Krater Asinmasi
- c- Çentik (Notch) Asinmasi
- d- Burun Asinmasi
- e- Isil Çatlaklar
- f- Mekanik Çatlaklar



Sekil 2. Takimda meydana gelen asinma ve hasar mekanizmalari (Devami)

- g- Kenar Birikimleri (Built-Up-BUE) Olusumu
- h- Plastik Deformasyon
- i- Kenar Çentiklemesi (Edge Chipping)
- j- Talas Vurmasi
- k- Takimin Kirilmesi

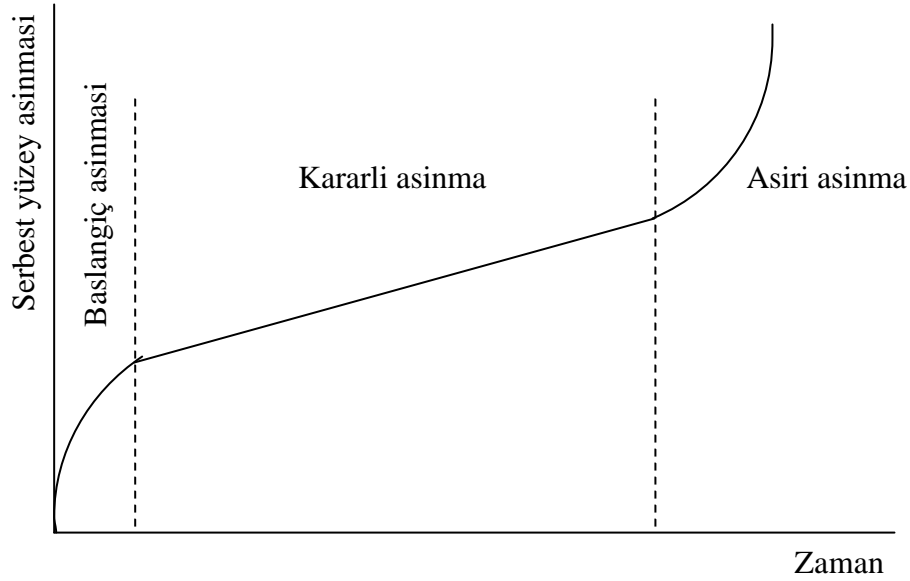
6. Agiz Birikimi Olusumu (BUE) : Genellikle, yumusak malzemelerin (örneğin Al) düşük hızlarda islenmesi durumunda oluşur. Agiz birikimi; islenen malzemenin kesme kenarlarına çok güçlü yapışmasında, bunların birikmesi ve çıkıntı oluşturmalarıyla meydana gelir. Özellikle delmede agiz birikimi önemli bir problemdir. Agiz birikimi oluşumu, etkili kesme derinliğini (veya delik çapını) değiştirdiği, böylelikle kesme derinliğinin kararsız olmasına ve dolayısıyla kalitesiz bir islenmiş yüzeyin meydana gelmesine neden olduğu için istenilmez. Agiz birikimi oluşumu, pozitif talas açılı takımlar

kullanılarak, yüzey pürüzlülüğü çok az takımlar kullanılarak (<5-10 µm), yağlayıcılık özelliği artırılmış soğutucular kullanılarak, yüksek basınçlı soğutucuyu direk talas yüzeyine sevk ederek ve yüksek kesme hızları kullanılarak minimize edilebilir.

7. Plastik Deformasyon : Takim ile talas arasındaki temas alanı üzerinde kesme basınçları takım tarafından desteklenemediğinde, kesme kenarlarında plastik deformasyon oluşur. Kesme kenarlarının deformasyonu genellikle yüksek kesme kenar kuvvetlerinin olduğu yüksek ilerleme hızlarında veya

takım sertliğinin artan kesme hızı ve sıcaklıkla birlikte azaldığı yüksek kesme hızlarında oluşur. Kesme kenarındaki asiri deformasyon boyutsal doğruluğun

azalmasına, kötü bir yüzey kalitesine ve asiri serbest yüzey asınmasına veya takımın kırılmasına neden olur.



Sekil 3. Serbest yüzey asınmasının zamana göre değişimi

8. Kenar Çentiklemesi (Chipping veya Fritting) :

Kenar parçalanması seramik gibi gevrek takımlarla yapılan talas kaldırmada veya sert yada abrazyon parçacıklar içeren metal matrisli kompozitler gibi malzemelerin işlenmesi durumunda oluşur. Asiri kesme kuvvetleri veya düşük sistem rijitliği nedeniyle meydana gelen titreşim de kenar çentiklemesine neden olur. Kenar çentiklemesi nedeniyle işlenen yüzeyin kalitesi düşer, serbest yüzey asınması artar ve sonuçta takım kırılabilir. Bu mekanizma; takım kenarlarının değiştirilmesiyle veya takımların kırılma dayanımlarının artırılmasıyla kontrol edilebilir.

9. Talas Vurması (Chip Hammering) : Bu durum tok veya abrazyon talas meydana getiren malzemelerin (örneğin paslanmaz çelik) seramik takımlarla işlenmesi durumunda meydana gelir. Talas vurması, talas geriye doğru kıvrıldığında ve kesme kenarından uzakta takım yüzeyine çarptığında oluşur. Böylece takım yüzeyinde çukurcuklar oluşur ve bu durumun devam etmesi halinde takım hasara uğrar. Talas Vurması yanlış talas kontrolü nedeniyle oluşur. Talas akis yönünü değiştirmek için dalma açısı, kesme derinliği, ilerleme hızı veya takım burun yarıçapı değiştirilerek Talas Vurması önenebilir.

10. Takım Kırılması : Takım kırılması, takımın önemli bir parçasının veya kesme kenarlarının parçalanması anlamındadır. Bu tip hasarı önlemek için genel stratejiler; kesme kuvvetlerinin azaltılması, sağlam ve daha rijit takım tertibatlarının kullanılması ve kırılma tokluğu artırılmış takımlar kullanılması şeklindedir.

4. TAKIM ASINMA MEKANİZMALARININ OLUSUMU

Düşük kesme hızlarında, adheziv ve abrazyon asınma tipleri daha anlamlıdır. Adheziv veya yıpranma asınması, küçük parçacıklar takıma yapıştığında veya sürtünme nedeniyle talasın kaynak olması nedeniyle meydana gelir. Bu takımın talas yüzeyi üzerinde olur ve krater asınmasının oluşumuna katkıda bulunur. Adheziv asınma hızı genellikle düşüktür, bu nedenle bu asınma şekli pratik olarak öneme sahip değildir. Fakat, önemli abrazyon asınma ağız birikimi oluşumuyla birlikte olur, çünkü ağız birikimi oluşumunun nedeni adhezyondur, bu durum takımın kenar çentiklemesi oluşmasına neden olur. Bu durum yumuşak malzemelerin küçük hızlarda işlenmesi durumunda oluşur.

Abrazyon asınma, sert parçacıkların takımı asındırmasıyla meydana gelir. Asındırıcı parçacıklar talas içerisindedir (örneğin kum döküm parçalardaki kum, çeliklerdeki karbür veya alüminyum-silikon alaşımlarındaki silikon). Bu asınma talas formu veya talas ile kesme hızı arasındaki kimyasal reaksiyon nedeniyle meydana gelebilir. Abrazyon özellikle takımın serbest yüzeyi üzerinde meydana gelir. Kesme hızıyla gelen sert parçacıklarla oluşan abrazyon asınma erozyon asınması olarak adlandırılır. Abrazyon asınma özellikle çoğu zaman takım ömrünü kontrol eden asınma tipleri olan serbest yüzey asınması, çentik asınması ve burun yarıçapı asınmasının kaynağıdır.

Her iki adhezyon ve abrazyon asınması da Denklem 1 ile ifade edilebilir;

$$V \propto \frac{k_w N L_s}{H} \quad (1)$$

Burada; V asınmayla uzaklaşan malzeme hacmi, k_w asınma sabiti, N kayma arayüzüne dik kuvvet, L_s kayma mesafesi ve H takımın penetrasyon direncidir.

Denklem (1); takımın direnci H'yi arttırarak asınmanın kontrolü için bir metodu belirtir. Bu, takımın sert bir malzemedan yapılmasıyla direk olarak veya takımı sert bir tabakayla kaplayarak endirek olarak yapılabilir. Ayrıca yine Denklem (1)'ye göre, kesme kuvvetlerini azaltarak (bu durum N'yi azaltır) bu mekanizmayla meydana gelen asınmada azaltılabilir. Bu, talas açısını arttırarak kolayca yapılabilir, ancak bu durumda kesme kenarlarının dayanımı azalır ve takım deformasyonu veya kenar çentikleme meydana gelir.

Kesme hızı arttırıldığında, iki nedenden olayı adheziv ve abrazyon asınma hızları artar. Birincisi, verilen bir zaman için kayma mesafesi L_s , kesme hızıyla artar. İkincisi, kesme hızının artmasıyla kesme sıcaklığı da artar. Takım malzemesinin sertliği tipik olarak sıcaklıkla azalır. Bu olay termal yumuşama olarak bilinir. Bu durumda sadece abrazyon asınma artmaz, aynı zamanda kesme kenarlarında plastik deformasyon meydana gelebilir. Takımlar HSS'lerden farklı malzemedan yapıldığında metalik veya seramik bağlarla tutulan sert parçacıklardan oluşmuştur; bu bağlar, sert parçacıklardan daha fazla, ısı yumuşama davranışını kontrol ederler. Bu tipteki asınma bağ içeriğinin azaltılması veya bağ kombinasyonunun takımın ısı sertliğini arttıracak şekilde değiştirilmesiyle yada kesme hızlarının azaltılıp beraberinde kesme sıcaklıklarında azalmasıyla, azaltılabilir.

Kesme hızları daha fazla arttırıldığında, sıcaklık etkili asınma mekanizmaları esas etken olan mekanizmalar haline gelir. Bu mekanizmalar difüzyon, oksidasyon ve kimyasal asınmalardır. Bu tür asınmalar takım ve ısı parçasının kimyasal uyusmasına bağlıdır. Bu tip asınmalar; düşük kesme hızlarında talas kaldırmayla kesme sıcaklıklarının azaltılması veya takımın; kesme sivi, atmosfer, talas ve takım arayüzeyi arasında tampon görevi yapacak kimyasal olarak etkisiz sert bir tabakayla kaplanmasıyla azaltılabilir.

Difüzyon veya çözünme asınmasında; takımın bir bileşeni, nüfuz eder veya talas malzemesiyle kati bir çözelti oluşturur. Takım yüzeyini zayıflatır ve takımın talas yüzeyi üzerinde bir krater asınması oluşturur. Asiri krater oluşumu nedeniyle takımda kırılma

meydana gelir. Difüzyon asınma hızı, takım malzemesinin ısı parçası içinde çözülme kabiliyetine ve yüksek sıcaklıkta takım ile talas arasındaki temas süresine bağlıdır. Difüzyon asınma hızı, artan kesme sıcaklığının üssü olarak artar. Difüzyon asınması, takım malzemesinin daha az çözülme eğilimine sahip bir malzemeyle değiştirilmesiyle azaltılır.

Oksidasyon, takım bileşiklerinin atmosferdeki oksijenle reaksiyona girmesiyle meydana gelir. Bu asınma genellikle, takım üzerindeki sıcak bölgede takım-talas temas bölgesi etrafında atmosferle temas eden yüzeylerde meydana gelir. Oksidasyon genellikle asiri derin kesme çentik oluşumunun sonucudur. Çentik bölgesinin yakınlarında takım malzemesinin rengindeki bozulmalar oksidasyonu ifade eder. Oksidasyon nedeniyle ısı parçasının asınması sonucunda, takımındaki abrazyon asınmayı arttıran sert oksit parçacıkları meydana gelir. Oksidasyon, alüminyum oksit bazlı seramik takımlarda oluşmaz.

Kimyasal asınma veya korozyon, takım ve ısı parçası veya kesme sivi bileşenleri arasındaki kimyasal reaksiyon sebebiyle oluşur. Serbest yüzey ve krater asınmasını meydana getirmekle birlikte, kesme hızı arttırıldığında serbest yüzey asınması daha etkilidir. Diğer mekanizmaların meydana getirdiği asınma dağılımı ile karşılaştırıldığında, bu asınma dağılımı daha düzgündür. Bu asınma şekli genellikle titanyum alaşımları gibi yüksek reaktif malzemelerin işlenmesinde görülür. Kimyasal asınma, kesme sivi içindeki katkılar nedeniyle de oluşur. Takımın yüzey tabakası reaksiyon nedeniyle değişir, genellikle yumuşar ve abrazyonla hızlıca asınır. Takım malzemesinin yada kesme sivisindeki katkı maddelerinin değiştirilmesi veya takımın kaplanması bu tip asınmayı azaltır.

Tablo 2'de takım asınma mekanizmalarını teşhis etme ve azaltmayla ilgili bilgiler özetlenmiştir. Kesme hızının azaltılması pek çok asınmayı azaltır. Ancak bu yöntemle, talas kaldırma miktarı da azaldığı için pek çok uygulamada en son çare olarak bas vurulur.

5. ASINMANIN ÖLÇÜLMESİ VE ASINMA VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Serbest yüzey ve krater asınması en önemli asınma tipleri olduğu için ve hemen hemen tüm talaslı imalat yöntemlerinde serbest yüzey asınması meydana geldiği için, takım asınmasının izlenmesinde genellikle serbest yüzey asınması ölçümü (VB) kullanılır. Talas yüzeyi üzerinde ise; krater genişliğinin takım ucuna olan maksimum mesafesi KB, krater genişliğinin takım ucuna olan minimum mesafesi KF, maksimum krater derinliği KT ve krater merkezinin takım ucuna olan mesafesi KM en çok ölçülen büyüklüklerdir. Takım üzerinde ölçülen bu büyüklükler Şekil 4'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Asınma Mekanizmaları Etkisini Azaltmak İçin Alınabilecek Tedbirler

Asınma Tipi	Mekanizma	Karakteristiği	Alınabilecek Tedbirler
Serbest yüzey asınması	Abrasyon	Düzgün asınma dağılımı	Sert takım kullanmak
			Kaplanmış takım kullanmak
			Kesme Sıvısını Filtrelemek
			İs parçasını mikroyapısını arıtmak
			İlerleme hızını azaltmak
	Isıl yumuşama	Kalitesiz parça yüzeyi	Kesme Hızını azaltmak
	Kenar deformasyonu	Deforme olmuş kenarlar	“Kenar Deformasyonu” bölümüne bakınız
Hız çok düşük	Kalitesiz parça yüzeyi	İlerleme hızını arttırmak	
Krater asınması	Difüzyon	Çok hızlı asınma	Kesme hızını azaltmak
			Sogutucunun soğutma özelliğini arttırmak
			Sogutucunun basıncını ve hacmini arttırmak
			Talas/Takım arayüzüne direk soğutucu sevk etme
	Kimyasal asınma	Düzgün asınma dağılımı	Takımı veya kaplamayı yada soğutucuyu değiştirmek
Hız çok düşük	Kalitesiz parça yüzeyi	İlerleme hızını arttırmak	
Çentik asınması	Abrasyon	Serbest yüzeylerde olur	Değişik kesme derinliklerinde talas kaldırma
			Sert takım kullanmak
			Kama (dalma) açısını arttırmak
	Oksidasyon	Renk değişimi	Sogutucuyu değiştirmek
			Kesme hızını azaltmak
			Takım malzemesi veya kaplamayı değiştirmek
Burun radyüsü asınması	Abrasyon	Kaba, düzgün olmayan asınma	İlerleme hızını azaltmak
			Sert takım kullanmak
			Burun yarıçapını arttırmak
Kenar çatlama	Isıl yorulma	Kenara dik çatlak	Kesme hızını azaltmak
			Kuru talas kaldırma yapmak
			Tok takım kullanmak
	Mekanik yorulma	Kenara paralel çatlak	İlerleme hızını azaltmak
			Tok takım kullanmak
BUE oluşumu	Adhezyon	Kalitesiz parça yüzeyi	Kesme hızını arttırmak
			Talas açısını arttırmak
			Sogutucunun yağlama özelliğini arttırmak

Tablo 2. Asınma Mekanizmaları Etkisini Azaltmak İçin Alınabilecek Tedbirler (Devami)

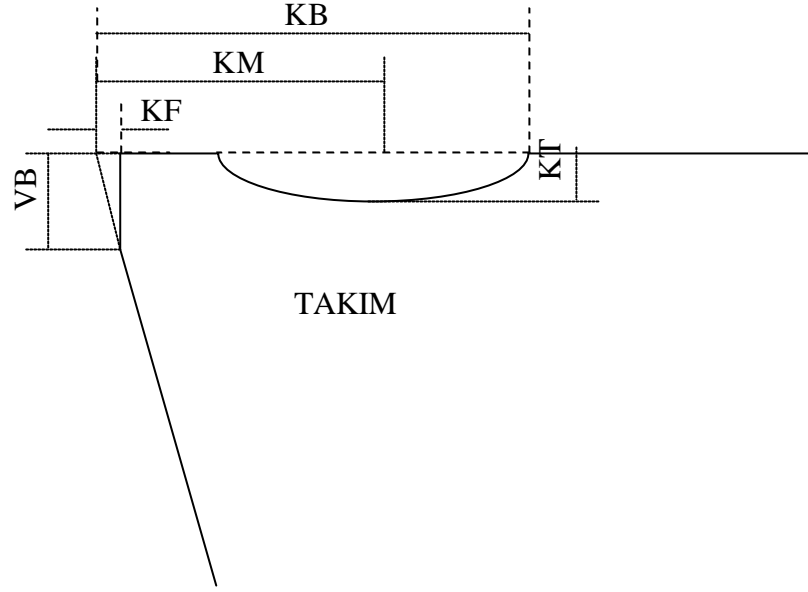
Asınma Tipi	Mekanizma	Karakteristiği	Alınabilecek Tedbirler
Kenar Çentikleme	Abrasyon (sert bölgelerde)	Gürültü, çirpinma	Tok takım kullanmak
			Dayanıklı kenar oluşturmak
			İlerleme hızını azaltmak
	Titresim		Sistem rijitliğini arttırmak
			Tok takım kullanmak
			Dayanıklı kenar oluşturmak
	Kesintili soğutma		Sogutucu miktarını arttırmak veya kuru işleme yapmak
Adhezyon	BUE	BUE bölümüne bakınız	
Talas Vurması	Düzensiz talas akışı	Kenarlar dışında hasar	Talas akis doğrultunu-kama açısını veya takım burun yarıçapını değiştirmek
Kaba çatlak	Asiri yükleme	Hızlıca olur	Tok takım kullanmak
			Takım burun yarıçapını arttırmak
			Dayanıklı kenar oluşturmak
			İlerleme hızını azaltmak
	Titresim	Gürültü, çirpinma	Kesme derinliğini azaltmak
			Sistem rijitliğini arttırmak
			Tok takımlar kullanmak
			Burun yarıçapını azaltmak
			Dayanıklı kenar oluşturmak
Kenar deformasyonu	Asiri ısıl yumuşama	Hızlıca olur	Kesme derinliğini azaltmak
			İlerleme hızını azaltmak
			Sert takım kullanmak
			Sogutucu miktarını arttırmak
			Düşük sürtünme katsayılı takım kaplaması kullanmak

Takım asınmasını izleme yöntemleri direkt ve indirek yöntemler olmak üzere ikiye ayrılır. Asınmanın direkt izlenmesi yöntemlerinde, talas kaldırma işlemi durdurularak takım üzerinde meydana gelen asınma fiziksel olarak ölçülür. Endirek yöntemlerde ise talas kaldırma işlemi kesintiye uğratılmadan, talas kaldırmadan elde edilen değişik sinyaller (titresim, gürültü, güç, kesme kuvveti, iş mili hız değişimi, iş parçası boyutları değişiminin ölçümü gibi) kullanılarak takım asınmasının durumu hakkında bilgi edinilir. Endirek yöntemde talas kaldırma işlemi

durdurulmadığından direkt yöntemde olduğu gibi bir üretim kaybı söz konusu değildir. Ancak takım asınmasının izlenmesi için algılanan sinyaller üzerinde bozucu etkiler olduğu için, takım asınmasının güvenilir bir şekilde izlenebilmesi konusunda sıkıntılar mevcuttur.

Takım asınmasının direkt olarak ölçülmesi için mikroskopla takımın asınmış yüzey büyüklüğünün ölçülmesi veya takımındaki ağırlık ölçümü ile asınma nedeniyle meydana gelen hacimsel kayıp

hesaplanabilir. Es zamanlı (on-line) olarak takım aşınmasının izlendiği metotlar olarak; optik,



Şekil 4. Takımda üzerinde ölçülen belli aşınma mesafeleri

pneumatik, elektrik, yer değişimi ve kuvvet ölçümleri söylenebilir. Bu metotlar içinde, kuvvet ve güç ölçüm yöntemi daha pratiktir. Tornalamada aksel ve radyal kuvvetler, teğetsel kuvvetlere göre serbest yüzey aşınmasına göre daha duyarlıdır, bu nedenle aksel veya radyal kuvvetlerin oranı teğetsel kuvvete göre takımın serbest yüzey aşınmasıyla daha güçlü ilişkilidir.

6. KESİCİ TAKIM HASAR DURUMUNU ES ZAMANLI OLARAK İZLEME TEKNİKLERİ

S.C.Lin ve R.J.Lin [11]; alin frezelemede takım aşınmasının izlenmesi için kesme kuvveti sinyallerini kullanmışlardır. Bu amaçla kesme kuvvetleri ortalamasının ve bilenen diğer kesme parametrelerinin (kesme hızı, ilerleme hızı ve parça geometrisi gibi) giriş değişkenleri olarak kullanıldığı bir yapay sınır ağı yaklaşımı ve regrasyon modeli oluşturmuşlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda; alin frezeleme için takım aşınmasının hesaplanmasında yapar sınır ağı yaklaşımı yoluyla kuvvet sinyallerinin kullanılmasının uygun sonuçlar verdiğini ve takım aşınmasının ortalama talas kalınlığı, ağız sayısı ve ortalama kesme kuvvetlerine bağlı olarak hesaplanabileceğini göstermişlerdir.

Cuppini ve arkadaşları [12]; takım aşınmasının es zamanlı olarak izlenebilmesi için kesme gücüyle aşınma arasında bir ilişki tanımlamışlardır. Ancak yaptıkları çalışmada, bu ilişkinin nasıl oluşturulduğu konusunda yeterli bir açıklama bulunmamakla birlikte kurmuş oldukları ilişkiyi deneysel veya pratik bilgilerle doğrulamamışlardır.

Dolinsek ve Kopac [13]; takım aşınmasının es zamanlı olarak izlenebilmesi için iş parçası yüzey kalitesiyle birlikte akustik emisyon sinyallerini kullanmışlardır.

Yaptıkları çalışma sonucunda akustik emisyon sinyallerindeki artışın en önemli sebebinin takım aşınmasındaki artış olduğunu belirtmişlerdir.

Ravindra ve arkadaşları [14]; tornalama işlemi için aşınma-kuvvet ve aşınma-zaman ilişkisini tanımlayan bir model oluşturmuşlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda; kesme kuvveti bileşenlerinin aşınma ve takım hasarı ile yakından ilişkili olduğunu ve aşınmayı izlemek için en iyi göstergenin kuvvetlerin mutlak değerlerine kıyasla kuvvet bileşenleri oranları olduğu göstermişlerdir. Ayrıca yaptıkları çalışmayla, kuvvet değişim sinyalleri üzerinde bozucu etkiye sahip faktörlerin etkisinin de en aza indirildiğini belirtmişlerdir.

Usui ve arkadaşları [15]; tungsten karbür takımlardaki serbest yüzey ve krater aşınmasını analitik olarak incelemişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda oluşturdukları teorik aşınma modelini deneysel olarak doğrulamışlardır.

Xiaoli [16]; tornalama sırasında takım aşınmasının es zamanlı olarak izlenebilmesi için kullanılan akustik emisyon yöntemlerinin genel bir değerlendirmesini yapmıştır.

Dimla ve Dimal [17]; talas kaldırma işlemi sırasında takım aşınmasının es zamanlı olarak izlenebilmesi için kullanılan yöntemlerin genel bir değerlendirmesini yapmışlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda; pratikte en yaygınca kullanılan yöntemlerin kesme kuvvetleri ve titreşim sinyallerini izleme metotları olduğunu vurgulamışlardır.

Choudhury ve arkadaşları [18]; tornalama sırasında takım serbest yüzey aşınmasının es zamanlı olarak

izlenebilmesi için çok tabakalı yapay sinir ağı ve optoelektronik sensörler kullanılmışlardır. Algılanan serbest yüzey aşınması sinyallerini doğrulamak için, is parçası boyutlarındaki değişimi esas alan geometrik bir ilişkide tanımlanmışlardır. Elde ettikleri sonuçları kıyaslayarak, takım aşınmasının es zamanlı olarak izlenebilmesi için oluşturulan yapay sinir ağı modelinin uygun olduğunu değerlendirmişlerdir.

Choudhury ve Kishore [19]; tornalamada takım serbest yüzey aşınmasının es zamanlı olarak tespit edilebilmesi için kesme kuvveti sinyallerinin kullanıldığı bir model geliştirilmişlerdir. Oluşturdukları modeli deneysel olarak doğrulanmışlar ve serbest yüzey aşınması üzerinde ilerleme hızı, kesme derinliği ve çapın etkisinin lineer, kuvvet oranı ve kesme hızı etkisinin ise parabolik olduğunu belirtmişlerdir.

Galente ve arkadaşları [20]; takım aşınma davranışını stokastik bir proses olarak dikkate alan bir model ileri sürmüşlerdir. Oluşturdukları modelde; takım ömrü olarak, serbest yüzey aşınmasının ulaştığı belli bir değeri esas almışlardır. Bu model değişik pratik çalışma şartları için doğrulanmıştır.

Kaye ve arkadaşları [21]; tornalama sırasında takım serbest yüzey aşınmasının es zamanlı olarak tespit edilmesi için is mili hız değişimlerini esas alan bir model geliştirmişlerdir. Farklı kesme şartları altında yaptıkları 6 deneyle, ölçülen gerçek serbest yüzey aşınması ile geliştirdikleri modeli kullanarak hesapladıkları serbest yüzey aşınması arasında iyi bir uyum olduğunu belirtmişlerdir.

Lim [22]; tornalama sırasında oluşan titreşimlerin algılanmasını esas alan bir takım serbest yüzey aşınmasını es zamanlı olarak izleme metodu ileri sürmüştür. Yaptığı çalışma sonucunda, bu metodun takım serbest yüzey aşınmasının izlenmesi için oldukça güvenilir bir yöntem olduğunu değerlendirmişlerdir.

Kopac ve Sali [23]; tornalama sırasında kesme bölgesinde oluşan sesleri bir mikrofonla algılayarak takım aşınma durumu hakkında es zamanlı olarak bilgi edinilmesini sağlayan bir yöntem geliştirmişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda; talas kaldırma sırasında meydana gelen gürültü üzerinde ilerleme ve kesme hızı değişimlerinin etkili olduğunu, ilerlemeyle karşılaştırıldığında kesme hızı değişiminin gürültü üzerinde daha büyük bir etkiye sahip olduğunu, ilerleme ve kesme hızı sabit tutulduğunda gürültüdeki değişimi nedeninin aşınma olduğunu belirtmişlerdir.

Obikawa ve arkadaşları [24]; yapay sinir ağı metoduyla orta karbonlu çeliğin serbest yüzey aşınma hızını izlemişlerdir. Yapay sinir ağlarından elde edilen sonuçlarla, deneysel olarak elde edilen

sonuçların karşılaştırılmasından, oluşturulan modelin gerçeğe çok yakın olduğu değerlendirilmiştir.

Szecsı [25]; yapay sinir ağlarını kullanarak kesme kuvvetlerini modellemiştir. Oluşturulan model kullanılarak elde edilen kesme kuvvetleriyle, deneysel olarak ölçülen kesme kuvvetlerinin karşılaştırılmasından, geliştirilen bu yeni modelin gerçeğe çok yakın sonuçlar verdiği değerlendirilmiştir.

Lee ve arkadaşları [26]; takım aşınmasının güvenilir bir şekilde izlenebilmesi için kuvvet oranlarının duyarlılık analizi ve istatistikini kullanmışlardır. Bu amaçla 7 değişik kuvvet oranı tanımlanmış ve bunların yapay sinir ağları ile değerlendirmesi yapılmıştır. Yapılan değerlendirme sonunda değişen kesme şartlarına göre en iyi sonucu veren kuvvet oranları tanımlanmıştır.

Choudhury ve Ramesh [27]; takım aşınmasının izlenmesi için optik yer değişim sensörleri kullanarak is parçası boyutlarını toleranslar dahilinde tutan bir geri besleme kontrol sistemi geliştirmişlerdir. Yaptıkları çalışmada, geliştirdikleri bu sistemi deneysel olarak da doğruladıklarını belirtmişlerdir.

Zhou ve arkadaşları [28]; takım kesme kenarlarına uygulanan gerilmenin hesaplanmasını esas alan bir es zamanlı takım aşınması izleme yöntemi geliştirmişlerdir. Gerilmenin hesaplanması; ölçülen kesme kuvvetleri, yük fonksiyonları, kesme parametreleri ve kesme geometrisi ile yapılmıştır.

Gomayel ve Bregger [29]; tornalama sırasında takım aşınmasının es zamanlı olarak izlenmesi için is parçası çap değişiminin ölçülmesini esas alan bir yöntem ileri sürmüşlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda; çap artışı yoluyla takım aşınmasının izlenmesinin es zamanlı takım aşınmasının belirlenmesi için uygun bir yol olduğunu, ancak bu teknikle takımın değişik bölgelerinde meydana gelen aşınma hakkında bir fikir edinebilmenin mümkün olmadığını belirtmişlerdir.

7. SONUÇ

Oldukça karmaşık bir yapıya sahip olan talas kaldırma mekanizmasının anlaşılabilmesi için yapılan çalışmalar sonucunda; talas kaldırma sırasında takımın çok yüksek gerilme ve sıcaklıklara maruz kaldığı, bunun sonucunda takımın elastik ve plastik şekil değişimleri ile şiddetli bir aşınmanın meydana geldiği anlaşılmıştır. Talas kaldırma sırasında takımın meydana gelen bu şekil değişimleri ve aşınma talas kaldırma işlemini süphesiz olumsuz yönde etkilemekte, takım ömrünü önemli ölçüde azaltmaktadır. Takım ömrünün azalması, takım maliyetini ve sonuç olarak da üretim maliyetini olumsuz yönde etkileyen önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedendir ki; takım ömrünü etkileyen faktörlerin bilinmesi, bu faktörleri kontrol altına alınabilecek tedbirlerin geliştirilmesi,

efektif takım ömrünün belirlenebilmesi ve optimum takım degistirme zamanin belirlenmesi büyük önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada; talasli imalat sirasinda kesici takimda meydana gelebilecek hasar mekanizmalari ve bu mekanizmalarin olusma nedenleri incelenmis ve burdan yola çıkarak bu hasarlarin olusma ihtimalini azaltacak önlemler üzerinde durulmustur. Takimda meydana gelen asinma mekanizmalarinin meydana gelis nedenlerine bagli olarak, bu mekanizmalarin etkisini minimum düzeye indirecek tedbirler tanimlanmis ve bunlar bir tablo halinde verilmistir.

Takim ömrünü; kesme hizi, ilerleme hizi, kesme derinligi, is parçasinin malzemesi, takım malzemesi, takım geometrisi, talas kaldırma yöntemi ve diger kesme sartlari gibi bir çok faktör etkilemektedir. Bu nedenledir ki; herhangi bir talas kaldırma operasyonunda kullanılan herhangi bir takım için ömür degeri kesin olarak bilinmemekte, yaklasik degerler kullanılmaktadır. Bu amaçla takım üreticisi firmanin kesme sartlarina bagli olarak vermis oldugu yaklasik degerler kullanılmakta veya tecrübeler dayanan çözümler bulunmaktadır.

Belirli veya önceden tanimlanmis her farkli kesme sartlari altındaki takım ömrünü belirlemek için; degisen her degiskenin, degisen her degeri için talas kaldırma deneyleri yapmak gereklidir. Ekonomik olmaması ve güvenilir sonuçlarin elde edilebilmesi için çok sayıda deneye ihtiyaç olması nedeniyle bu yaklasim uygulanabilir degildir. Bu problemi asmak için uygulanan yöntem; gerçek talas kaldırma islemi sirasinda es zamanli olarak takım sartlarinin gözlemlenmesi ve bu gözlemden elde edilen bilgilerin yine es zamanli olarak degerlendirilmesiyle takimin durumu hakkında bilgi edinilmesidir. Böylelikle daha önceden karar verilmiş olan bir ömür kriterine ulasildiginda, takım ömrünü tamamlanmis olarak kabul edilir ve yenisiyle degistirilir yada tekrar kullanılmak üzere bilinir. Ömür kriteri olarak kabul edilecek deger, gözlemlenen takım sartlarina baglidir. Bu kriter belirli bir titresim genligi, akustik emisyon yada kesme kuvvetlerindeki degisim olabilecegi gibi, enerji tüketimindeki degisimde olabilir.

Gerek talasli imalat yöntemlerinin çeşitliliği ve talas kaldırma sartlarındaki degisim, gerekse talasli imalatta kullanılan takimlarin çok farkli geometride ve degisik malzemeden yapilmis olması nedeniyle literatürde bu konuda yapılan çalışmalar büyük çeşitlilik arz etmektedir. Belli talas kaldırma sartlari altında gerçekleştirilen talas kaldırma islemindeki takım ömrünü es zamanli olarak belirleyebilmek için, literatürde yer alan tekniklerden herhangi birini gerçekleştirilmesi planlanan talas kaldırma islemine uygulanmasının yeterli olacağı degerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Lim, S.C., Liu, Y.B., Lee, S.H., Seah, K.E., "Mapping the wear of some cutting tool materials", *Wear*, 162-164, 971-974, 1993.
- [2] Lim, S.C., Lim, C.Y.H., "Effective use of coated tools the wear-map approach", *Surface and Coating Technology*, 139, 127-134, 2001.
- [3] Soderberg, S., Hogmark, S., "Wear Mechanisms and Tool Life of High Speed Steels Related to Microstructure", *Wear*, 110, 315-329, 1986.
- [4] Dolinsek, S., Sustarsic, B., Kopac J., "Wear mechanisms of cutting tools in high-speed cutting processes", *Wear*, 250, 349-356, 2001.
- [5] Arsecularatne, J.A., Fowle, R.F., Mathew, P., Oxley, P.B.L., "Prediction of tool life in oblique machining with nose radius tools", *Wear*, 198, 220-228, 1996.
- [6] Gu, J., Barber, G., Tung, S., Gu, R.J., "Tool life and wear mechanism of uncoated and coated milling inserts", *Wear*, 229, 273-284, 1999.
- [7] Pekelharing, A.J., "Cutting tool damage in interrupted cutting", *Wear*, 62, 37-48, 1980.
- [8] Sarhan, A., Sayed, R., Nassr, A.A., El-Zahry, R.M., "Interrelationships between cutting force variation and tool wear in end-milling", *Journal of Materials Processing Technology*, 109, 229-235, 2001.
- [9] Stephenson, D.A., "Metal Cutting Theory and Practice", Marcel Dekker Inc., New York, 1996.
- [10] Trent, E.M., Wright, P.K., "Metal Cutting", Butterworth Heinemann, New Delhi, 1999.
- [11] Lin, S.C., Lin, R.C., "Tool wear monitoring in face milling using force signals", *Wear*, 198, 136-142, 1996.
- [12] Cuppini, D., Derrico, G., Rutelli, G., "Tool wear monitoring based on cutting power measurement", *Wear*, 139, 303-311, 1990.
- [13] Dolinsek, S., Kopac, J., "Acoustic emission signals for tool wear identification", *Wear*, 225-229, 295-303, 1999.
- [14] Ravindra, H.V., Srinivasa, Y.G., Krishnamurthy, R., "Modelling of tool wear based on cutting forces in turning", *Wear*, 169, 25-32, 1993.
- [15] Usui, E., Shirakashi, T., Kitagawa T., "Analytical prediction of cutting tool wear", *Wear*, 100, 129-151, 1984.
- [16] Xiaoli, L., "A brief review: acoustic emission method for tool wear monitoring during turning", *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 42, 157-165, 2002.
- [17] Dimla, E., Dimal, S., "Sensor signals for tool-wear monitoring in metal cutting operations-a review of methods", *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 40, 1073-1098, 2000.
- [18] Choudhury, S.K., Jain, V.K., Rama, R., "On-line monitoring of tool wear in turning using a neural network", *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 39, 489-504, 1999.

- [19] Choudhury, S.K., Kishore, K.K., "Tool wear measurementin turning using force ratio", International Journal of Machine Tools and Manufacture, 40, 899-909, 2000.
- [20] Galente, G., Lombardo, A., Passannati, A., "Tool life modelling as a stochastic process", International Journal of Machine Tools and Manufacture, 38, 1361-1369, 1998.
- [21] Kaye, J.E., Yan, D.H., Popplewell, N., Balakrishnan S., "Predicting tool flank wear using spindle speed change", International Journal of Machine Tools and Manufacture, 35 (9), 1309-1320, 1995.
- [22] Lim, G.H., "Tool-wear monitoring in machine turning", Journal of Materials Processing Technology, 51, 25-36, 1995.
- [23] Kopac, J., Sali, S., "Tool-wear monitoring during the turning process", Journal of Materials Processing Technology, 113, 312-316, 2001.
- [24] Obikawa, T., Kaseda, C., Matsumura, T., Gong, W.G., Shirakashi, T., "Tool wear monitoring for optimizing cutting conditions", Journal of Materials Processing Technology, 62, 374-379, 1996.
- [25] Szecsi, T., "Automatic cutting-tool condition monitoring on CNC lathes", Journal of Materials Processing Technology, 77, 247-254, 1995.
- [26] Lee, C.K., Shih, H.C., "Structure and corrosive wear resistans of plasma nitrided alloy steels", Corrosion, 50, 848-856, 1994.
- [27] Choudhury, S.K., Ramesh, R., "On-line tool wear sensing and compensation in turning", Journal of Materials Processing Technology, 49, 247-254, 1995.
- [28] Zhou, J.M., Andersson, M., Stahl, J.E., "A system for monitoring cutting tool spontaneous failure based on stress estimation", Journal of Materials Processing Technology, 48, 231-237, 1995.
- [29] Gomayel, J.J., Bregger, K.D., "On-line tool wear sensing for turning operations", ASME Journal of Engineering for Industry, 44, 44-47, 1986.

ÖZGEÇMİS

Ufuk ÖZDEMİR

28 Eylül 1972 tarihinde Istanbulda dogdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Istanbul'da tamamladıktan sonra, 1993 yılında Istanbul Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 1998 yılında aynı üniversitede yüksek lisans eğitimini tamamladı. 1994 yılından itibaren muvazzaf subay olarak Hava Harp Okulu Dekanlığında görev yapmakta olup, Istanbul Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği bölümünde doktora çalışmalarına devam etmektedir. İlgilendiği konular CAD-CAM, Talasli Imalat ve Makina Elemanlarıdır.

Muzaffer ERTEN

Muzaffer ERTEN 1946 yılında Siirt'te doğdu. I.T.Ü. Makina Fakültesinden Yüksek Makina Mühendisi olarak mezun oldu. Doktorasını bitirdikten sonra 1994 yılında I.T.Ü. Makina Fakültesinde yardımcı doçent kadrosuna atandı. İngilizce bilmektedir. Evlidir ve iki çocuğu vardır. İlgili alanları; makina elemanları, CAD-CAM, CNC tezgahlar, talasli imalat, takım tezgahları, hızlı prototip imalatı, güvenilirlik, imalat ve kalite kontrol ve toplam kalite yönetimidir.