

**4. ULUSLARARASI
İLERİ TEKNOLOJİLER SEMPOZYUMU**

4th INTERNATIONAL ADVANCED TECHNOLOGIES SYMPOSIUM
Eylül/ September 28-30, 2005

CİLT 2

EDİTÖRLER/EDITORS

Mustafa ACAROĞLU

Ali ÜNÜVAR

A. Alpaslan ALTUN

M. Nevzat ÖRNEK

BİLDİRİLER/PAPERS

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
KONYA / TÜRKİYE

SEMPOZYUM YERİ

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
PROF.DR. HALİL CİN KONFERANS SALONLARI

SEMPOZYUMUN AMACI

Sempozyumun amacı ileri teknoloji konusunda akademisyenleri, sanayi çevresini, basını akademik olarak bilgilendirmek, fikir alışverişinde bulunmak ve yeni fikirler oluşturmaktır.

SEMPOZYUM DİLİ

Türkçe veya İngilizce'dir.

ONUR KURULU

Konya Valisi Ahmet KAYHAN
S.Ü. Rektörü Prof. Dr. Süleyman OKUDAN

ORGANİZASYON KURULU

Prof. Dr. Ali ÜNÜVAR Selçuk Üniversitesi (Organizasyon Kurulu Başkanı)

Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ Selçuk Üniversitesi

Prof. Dr. M. Sahir SALMAN Gazi Üniversitesi

Doç. Dr. Ahmet AKDEMİR Selçuk Üniversitesi

Doç. Dr. Necmettin TARAKÇIOĞLU Selçuk Üniversitesi

BİLİM KURULU

Prof. Dr. Ali ÜNÜVAR

Prof. Dr. Ali GÜNGÖR

Prof. Dr. Ali İNAN

Prof. Dr. Burhanettin CAN

Prof. Dr. Cem SORUŞBAY

Prof. Dr. Duran ALTIPARMAK

Prof. Dr. E. Sait ÖZ

Prof. Dr. Ertuğrul ERTAŞ

Prof. Dr. Gürbüz ATAGÜNDÜZ

Prof. Dr. Hidayet YAVUZ

Prof. Dr. Hüseyin EKİZ

Prof. Dr. İbrahim DİNÇER

Prof. Dr. İhsan GÖK

Prof. Dr. İlhan SEZGİN

Prof. Dr. İnan GÜLER

Prof. Dr. İrfan GÜNEY

Prof. Dr. Kazım ÇARMAN

Prof. Dr. Mahmut GÜLESİN

Prof. Dr. Muammer NALBANT

Prof. Dr. Muhammed ELTEZ

Prof. Dr. Mustafa BALCI

Prof. Dr. Necdet ÖZBALTA

Prof. Dr. Nejat VEZİROĞLU

Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ

Prof. Dr. Oğuz BORAT

Prof. Dr. Ramazan KÖSE

Prof. Dr. Selim ÇETİNKAYA

Prof. Dr. Şefik BİLİR

Prof. Dr. Yunus Ali ÇENGEL

Doç. Dr. Ahmet AKDEMİR

Doç. Dr. Arif HEPBAŞLI

Doç. Dr. Serdar YÜCESU

SEMPOZYUM PROGRAMI 1. GÜN

8:40- 9:50 KAYIT

9:50- 10:50 AÇILIŞ KONUŞMALARI

11:00 - OTURUMLARA GEÇİŞ



FREZELEMEDE KESME ŞARTLARININ TAKIM ÖMRÜ, TAKIM AŞINMASI VE KESME KUVVETLERİNE ETKİSİ KONUSUNDA YAPILAN ÇALIŞMALARIN DEĞERLENDİRMESİ

Ümit Yalçın¹, İhsan KORKUT², Ulvi ŞEKER²

¹Balıkesir Üniversitesi, Makine Programı-BALIKESİR, uyalcin@balikesir.edu.tr

²Gazi Üniversitesi, Teknik Eğt.Fak., Makine Eğt.Böl. Beşevler-ANKARA ikorkut@gazi.edu.tr, useker@gazi.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, sementit karbür kesici uçlarla özellikle yüzey frezeleme işlemlerinde takım ömrü, aşınması ve aşınma mekanizmaları, kesme esnasındaki ısı karakteristiklerinin ömür üzerindeki etkilerine dair, günümüze kadar yapılan çalışmaların bir değerlendirmesi yapılmıştır. Bu çalışma ile yüzey frezeleme esnasında talaş kaldırma sırasında oluşan sıcaklık ve termal yorulma faktörlerinin takım aşınma davranışlarına, özellikle termal yorulma çatlaklarına etkisinin deneysel olarak araştırılmasına bir alt yapı oluşturma hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Takım ömrü, aşınma, yüzey pürüzlülüğü, frezelemede sıcaklık.

1. GİRİŞ

Kesme şartlarının ve parametrelerinin doğru seçilmesi sonuca, takım ömrünün artması olarak yansiyacaktır. İşlenen malzeme boyut ve yüzey kalitesindeki kötüşmeler, kesme kuvvetlerindeki değişmeler, kesme bölgesindeki sıcaklık artışları kesici takım kötüşmesi ile sonuçlanan olaylardır. Bu açıdan kesici takım aşınması, iş parçası ile kesici kenar arasında oluşan yüksek sıcaklık, sürtünme ve yüklerin bir sonucudur [1] ve sistemde eş çalışan makine elemanlarının genel olarak ortaya çıkan malzeme kaybı olarak tanımlanır [2]. Metal kesme esnasında birçok aşınma mekanizması gerçekleşmektedir. Bunlar Abrasyon, Difüzyon, Oksidasyon, Yorulma ile Aşınma ve Adhezyon (yapışma) aşınmasıdır [2, 3, 4, 5]. Bunlardan Yorulma Aşınması genellikle termo –mekanik karışımı yorulmaların bir sonucudur. Ani sıcaklık değişimleri ve kesikli talaş kaldırma dolayısıyla kesme kuvvetlerindeki yüklenme ve boşalmalar, kesici kenarlarda kırılmalara ve çatlaklara sebep olur. Frezelemede olduğu gibi belirli aralıklarla gerçekleşen kesme işlemi, kesici kenarın parça ile temasında darbelerin oluşmasına ve tekrarlanan ısınma ve soğumalara neden olur. Bazen kesme kuvvetlerinin yüksek olması nedeniyle, kesici kenarda sadece mekanik yorulmalar bile takım kötüşmesine sebep olabilir.

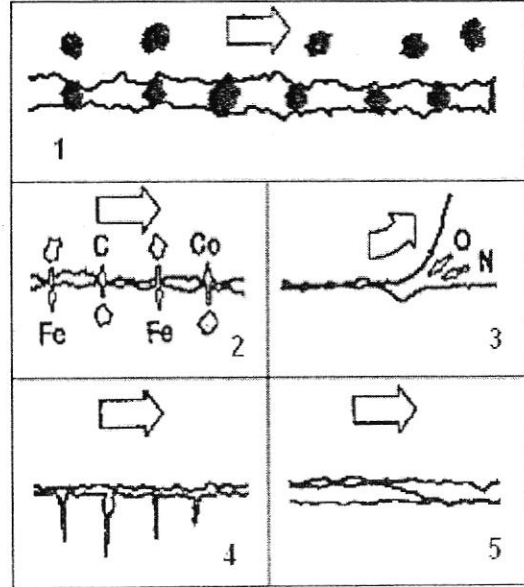
Bir kesici takımın ömrü, belirli kriterlere ulaşmak için gerekli kesme zamanı olarak tanımlanır. Deneysel olarak yapılan çalışmalarda takım kötüşmesini tespit edebilmek için iki yol kullanılır; doğrudan ölçüm metodu ya da endirekt metotlar. Doğrudan ölçümde kesici takım kenar ve yüzeylerindeki aşınmalar ölçülerek kötüşmenin miktarı belirlenmektedir. Endirekt metotlarda ise işlenen yüzeyin yüzey kalitesinin değişmesi, kesme kuvvetlerinin büyümesi sonucu tezgâh ve iş parçasındaki kötüşmeler ve işleme sıcaklığının değişmesinden faydalanarak Kesici Takım Ömrü belirlenmeye çalışılır [6]. Ayrıca yüzey frezelemede takım ömrü testleri ISO 8688 ile standartlaştırılmıştır. Bu standartta yapılacak deneylerdeki kesme şartları ve kesme parametreleri önerilmektedir.

Temel Aşınma Mekanizmaları

Talaş kaldırma sırasında kesici kenar üzerindeki etkili olan yük faktörlerinin bir sonucu olarak, bazı temel aşınma mekanizmaları metalden talaş kaldırma işlemine etki eder. Bunlar:

1. Abrasyon (aşındırıcılarla) aşınma (abresiv aşınma)
2. Difüzyon aşınma
3. Oksidasyon aşınma
4. Yorulma ile aşınma (statik veya dinamik)
5. Yapışma (adhezyon) ile aşınma (adhesiv aşınma)

şeklinde özetlenebilir (Şekil 1) [2, 3, 4]. Takım malzemesinin yüklere karşı direnç kabiliyeti, metal işlemedeki aşınma mekanizmaları tarafından nasıl etkileneceğini tayin eder.



Şekil 1. Temel Aşınma Mekanizmaları

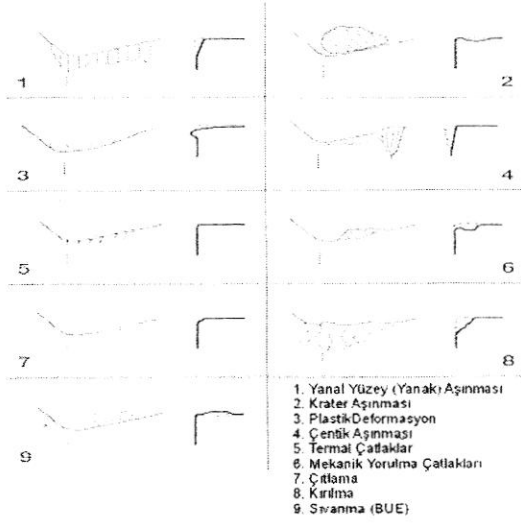
Bu temel mekanizmalar genellikle birleşerek, talaş kaldırma işleminde, kesici kenarın küçük bir kısmı boyunca, biçimi ve orijinal malzemesini değistirmeye teşebbüs eder. Çoğunlukla takım malzemesinin özelliklerine bağlı olarak, bu mekanizmalar kesici kenarı, belli bir aşınma tipinin oluşmasına sebep olacak şekilde

etkiler. Aşağıdaki kesici takım malzeme özellikleri, takımın işleme yüklerine karşı koyabilmesi için gerekli olan özelliklerdir;

- Sertlik,
- Dayanım/tokluk,
- Kimyasal kararlılık,
- Termal (ısı) difüzyon (atomik yer değiştirme) iletkenliği,
- Termal genleşme,
- Yüzey ataleti (eylemsizliği-ataleti),
- Kaplamanın yapışması.

Kesici Takım Aşınma Tipleri

Kesici takımlarda oluşan aşınma tipleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir.



Şekil 2. Kesici Takım Aşınma Tipleri

Takım Aşınmasının Kontrolü

Takım aşınması, belli bir seviyeye ulaşmadan önce geçen işleme zamanına bağlı olarak geliştiğinden, muayene ve kontrol yöntemleri ile belirlenir. Uygun bir mikroskop veya büyüteç en yaygın kullanılan kontrol aletleridir. Şekil 3'de ise çeşitli aşınma tiplerinin analizi için esas boyutta verilmiştir. Yan yüzey (yanak) aşınması, asıl kesme kenarından ölçülür. Ölçüm yapmak için aşınan kısım üç bölgeye ayrılarak incelenir (toplam uzunluk 4'e bölünür ¼ 'lük kısımlar (a ve c) iki başta ve ½ 'lik kısım ortada (b) kalacak şekilde üçe ayrılarak analiz yapılır) (Şekil 3).

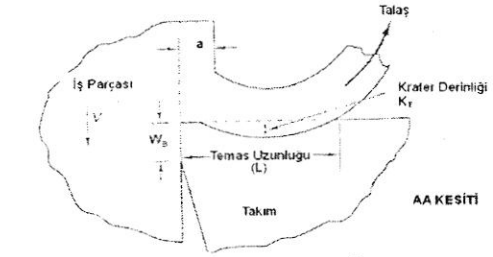
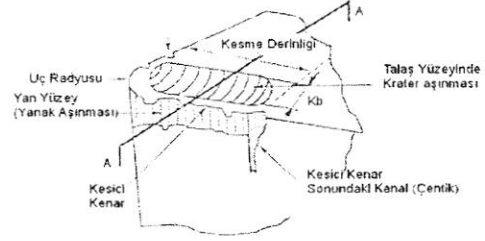
a, b, c diye ayrılan bu bölgelerin üçünde aşınma değeri benzer bir dağılım gösteriyorsa, yanak aşınması bu üç bölgenin ortalaması olarak $W_B(a-c)$ şeklinde alınır.

Krater aşınması, asıl talaş yüzeyinden ölçülen maksimum derinlik (K_T) ile belirlenir. Bazı durumlarda krater genişliği de (K_B) kaydedilir ve analizlerde dikkatli alınır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR GENEL BAKIŞ

Konuyla ilgili ulaşılabilen makaleler daha anlaşılır olması amacıyla sınıflandırılıp Tablo 1'de sunulmuştur. Tablonun incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, incelenen makalelerin büyük bir kısmında kesici takım aşınması, aşınma mekanizmaları, kesme kuvvetlerinin takım aşınmasına etkileri, kesme kuvvetleri ile takım ömrü arasındaki ilişki araştırılmıştır. Kesme esnasında oluşan titreşim ve iş parçasında elde edilen yüzey kalitesi ile kesici takım ömrü arasındaki ilişkiyi araştıran yayınlar da mevcuttur.

Yapılan araştırmalarda kullanılan kesici takımlar, karbürler, sinterlenmiş karbürler, kaplanmış (TiN, TiAlN, ZrN) sementit karbür takımlar, CBN ve kaplanmış yüksek hız çelikleridir. Kesme kuvvetlerinin ölçümünde Gerilim Ölçerler (Strain Gauges) kullanılmıştır [7, 8].



Şekil 3. Çeşitli Aşınma Tipleri Ve Ölçümünde Esas Alınan Boyutlar

Kesme sıcaklığının ölçülmesinde malzemeye gömülmüş ısı çift yöntemi (K- tipi) [9, 10] kullanıldığı gibi, temassız tip (IR) ısıölçerler [11] kullanılabilir. Bir kısım çalışmalarda yüzey pürüzlülüğü ölçülerek R_a pürüzlülük değerleri esas alınarak takım aşınması ve ömrü ile yüzey pürüzlülüğü arasındaki bağlantı ortaya konmuştur [11, 12, 13]. Çalışmaların hemen hemen tamamında yüzey frezelemede kesme parametreleri; kesme hızı, ilerleme hızı, talaş derinliği ve diş başına ilerleme değiştirilerek bunların takım ömrüne ve iş parçası yüzey kalitesine etkisini deneysel olarak araştırılmıştır. Yapılan çalışmaların birçoğunda takımda oluşan kötüleşmeler Tarama Elektron Mikroskobu (SEM) cihazı kullanılarak fotoğraflanmış ve örnekleriyle ortaya konmuştur [9, 11, 14, 15, 16].

Taranan makaleler içerisinde termal yorulmaların takım ömrünü olumsuz etkilediğini belirten makalelere rastlanmış ancak bunların tamamının yüksek hızlı işleme konusunda yapılan çalışmalar olduğu gözlenmiştir [17, 18].

3. TAKIM ÖMRÜNÜ ETKİLEYEN FAKTÖRLER, SOĞUTMA ORTAMI VE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ

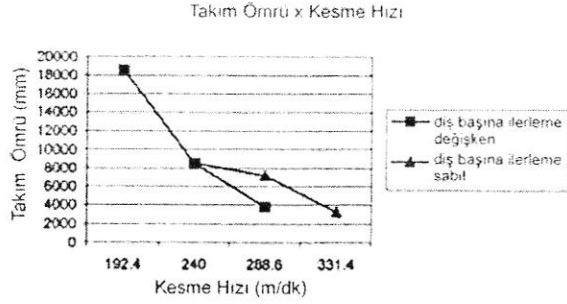
Caldeirani Filho ve Diniz çalışmalarında, düz yüzeylerde yüzey frezelemede kesme parametreleri; kesme hızı, ilerleme hızı ve diş başına ilerlemenin takım ömrüne ve iş parçası yüzey kalitesine etkisini deneysel olarak araştırmışlardır [12]. Çalışmalarını birinci aşamasında ilerleme hızı sabit tutularak, diş başına ilerlemenin artmasına neden olacak şekilde kesme hızı değiştirilmiştir. İkinci aşamada ise kesme hızı ve ilerleme hızı sabit kalacak şekilde değiştirilmiştir. Takım yanak aşınması ve yüzey pürüzlülüğü işleme zamanına göre ölçülmüştür. Farklı kesme parametreleri ile yaptıkları deneylerde, iki temel sonuca ulaşmışlardır; a) Kesme hızının takım ömrünü doğrudan etkilediği, b) İş parçası yüzey pürüzlülüğündeki artışın esas kesici kenardaki takım aşınması artışıyla yakından ilişkili olmadığını tespit etmişlerdir. Buldukları deneysel sonuçlara göre, takım ömrü (talaş kaldırma uzunluğu, mm) ve kesme hızı (m/dk) arasındaki ilişki, diş başına

ilerlemenin değişmesi ve sabit olması durumlarına göre Şekil 4 'de grafiksel olarak gösterilmiştir. Yüzeysel Pürüzlülüğü (Ra) ile diş başına ilerleme ve kesme hızının değişken olduğu durumda Takım Ömrü (işleme

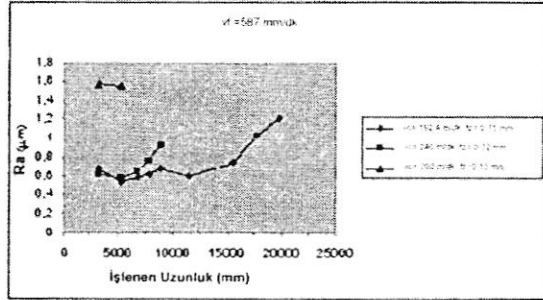
uzunluğu, mm) arasındaki bağıntı ise Şekil 5'de verilmiştir.

Tablo 1. Taranan Çalışmaların Konularına Göre Sınıflandırılması

Makale Adı	Yayın Yılı	Kaynaklar	Kesici ağız sayısı takımı ömrü ilişkisi	Takım iş parçası röleli pozisyonu takımı ömrü ilişkisi	Aşınma Mekanizmaları	SEM Fotoğrafları	Sıcaklık Ölçümü ve Analizi	Kesim Kuvvetlerinin Takım Aşınmasına Etkisi	Kesme Kuvvetleri ile Takım Ömrü İlişkisi	Takım ömrünün Ölçülmesi ve Testleri	Takım Ömrü Modelleri	Takım Aşınması	Yüzeysel Pürüzlülüğü Takım Ömrü İlişkisi	Soğutma	Kaplanmış ve Kaplanmamış Karbür Uçlar	Yüksek Hızlı İşlemede Takım Ömrü	Titreşim	CBN takımlarda performans	Takma Uçlu Kesici	Parmak Freze çakısı kullanımı
Investigation of wear in single-tooth and multi-tooth milling	1974	[26]																		
Automated vibration based tool wear monitoring: application to face milling	1984	[28]																		
The effect of forced vibrations on tool life in face milling	1992	[29]																		
Tool wear monitoring in face milling	1993	[21]																		
Analysis of force patterns and tool life in milling operations.	1995	[30]																		
Prediction of tool life in end milling by response surface methodology.	1997	[31]																		
Tool life model for end milling steel (190 BHN).	1997	[32]																		
CBN (Cubic Boron Nitride) tool wear in interrupted hard cutting.	1997	[33]																		
Surface finish parameters as diagnostics of tool wear in face milling.	1997	[34]																		
Acoustic emission monitoring of tool wear during the face milling of steels and aluminum alloys using a fiber optic sensor.	1997	[15]																		
Tool life reliability of cermet inserts in milling test.	1998	[10]																		
Influence of the relative positions of tool and work piece on tool life, tool wear and surface finish in the face milling process.	1999	[19]																		
Tool life and wear mechanism of uncoated and coated milling inserts.	1999	[5]																		
An investigation of indices based on milling force for tool wear in milling.	1999	[7]																		
Temperature measurement when high speed machining hardened mould/die steel.	1999	[35]																		
In-process tool wear estimation in milling using cutting force model.	2000	[37]																		
The performance of CBN tools in the machining of titanium alloys.	2000	[11]																		
Modeling the progressive nature of milling tool wear.	2000	[38]																		
Detecting tool wear in face milling with different work piece materials	2000	[22]																		
Evaluation of the thermal characteristics in high speed ball-end milling.	2001	[17]																		
Tribology of coated tools in conventional and high speed cutting machining.	2001	[18]																		
Interrelationships between cutting force variation and tool wear in end milling.	2001	[14]																		
A force model of face milling tool considering wear.	2001	[39]																		
Influence of cutting conditions on tool life, tool wear and surface finish in the face milling process.	2002	[12]																		
Wear patterns and mechanisms of cutting tools in high speed face milling.	2002	[16]																		
A neural network approach to tool wear monitoring in end milling operations.	2003	[23]																		
Experimental modeling of cutting forces as a function of tool wear in end milling.	2003	[24]																		
Experimental research on dynamic characteristics of the cutting temperature in the process of high speed milling.	2003	[39]																		
Influence of the number of inserts for tool life evaluation in face milling of steels.	2004	[40]																		
A cutting power model for tool wear monitoring in milling	2004	[6]																		
Tool wear monitoring in ramp cuts in end milling using a wavelet transform.	2004	[41]																		
Tool life when high speed ball nose end milling Inconel 718TM	2001	[20]																		



Şekil 4. Takım Ömrü (işleme uzunluğu, mm) ve Kesme Hızı (m/dk) Arasındaki İlişki



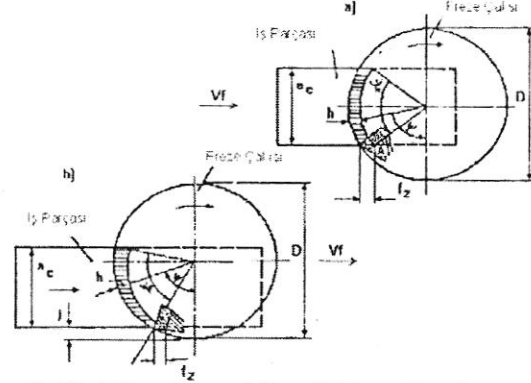
Şekil 5. Yüzey Pürüzlülüğü ve Takım Ömrü Arasındaki İlişki

Genel olarak varılan sonuç;

- Kesme hızındaki değişimler takım ömrünü etkileyen esas faktördür. Diş başına ilerleme veya ilerleme hızındaki değişimler bunu etkilememektedir.
- Kesici kenarların iş parçasına giriş frekansı takım aşınması ve takım ömrünü etkileyen en önemli faktördür.
- Ortalama yüzey pürüzlülüğü için bulunana değerler umulan değerlerin daima altında olmuştur.
- Esas kesici kenardaki aşınmanın iş parçası yüzey pürüzlülüğü ile hiçbir ilişkisi olmadığı tespit edilmiştir. Zaten küçük değerde olan, yüzey pürüzlülüğünün takım ömrü boyunca artması, yardımcı kesici kenardaki aşınma sebebiyledir. Bu nedenle iş parçası yüzey pürüzlülüğü, takım ömrü sonunda bile düşük olarak gerçekleşmiştir

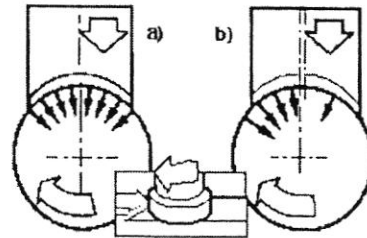
Diniz ve Filho yapmış oldukları bir çalışmada, yüzey frezelemede takım ve iş parçası relatif pozisyonlarının takım ömrü ve yüzey pürüzlülüğüne etkilerini araştırmışlardır [19]. Bazı makalelerde [1, 17, 19, 20] görülebileceği gibi, her bir kesici kenarın kesikli talaş kaldırmasından dolayı takım kötüleşmesi olayı belirgin olarak ortaya çıkmaktadır. Yapılan çalışmalarda, iş parçası ve takımın birbirlerine göre rölatif konumlarının nasıl olması gerektiği ve iş parçası genişliği / takım çapı oranının takımı nasıl etkilediği incelenmiştir. Bu çalışmalarda, takım iş parçası rölatif pozisyonlarının takım ömrüne ve iş parçası yüzey pürüzlülüğüne etkisi nicel olarak verilmemiştir. Şekil 6 simetrik ve asimetric frezelemeyle ilgili parametreleri vermektedir. Şekil 7'de iş parçası takım rölatif pozisyonunun kesme kuvvetlerine etkisi gösterilmiştir. Aynı kesme şartları altında simetrik kesme, daha düşük kesme kuvveti (1mm² talaş kesimini kesmek için gerekli teğetsel kuvvet) gerektirmektedir. Deneyler farklı rölatif pozisyonlarda yapılmış ve takım aşınması ile yüzey pürüzlülüğü işleme zamanına göre ölçülmüştür. İlave olarak takımdaki aşınmayı değişik aşınma safhalarında fotoğraflamışlar ve takım çapı ucundan iş parçası başlangıcına olan mesafeyi ölçen bir parametrenin artmasıyla birlikte takım ömrünün

azaldığını tespit etmişlerdir. Diniz ve Filho bu çalışmayı 15 kW gücündeki bir CNC tezgah üzerinde; P25 kalite grubunda ve ISO kodu SEKR1204AZ-WM olan Karbür Uç ve R260 22-125-157 (talaş açısı 9°) olan takım tutucu ile yapmışlardır. Takım 8 ağızlı ve 125 mm çapındadır. Yanak Aşınması Optik bir Mikroskop ile ölçülmüş ve Sayısal Tarama Elektron Mikroskobu (Dig.Scan. Electrn. Mic-DSEM) ile bu aşınmalar fotoğraflanmıştır. Yüzey pürüzlülüğü ölçümünde ise Mititoya portatif ölçüm cihazı kullanmışlardır. Malzeme 520 mm uzunluğunda 87.5 mm genişliğinde AISI 1045 çeliği kullanmışlardır. J (Şekil 6) parametresine bağlı olarak takım iş parçası rölatif pozisyonu değiştirilerek deneyler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 6. Simetrik ve Asimetrik Yüzey Frezeleme Deniz ve Filho bu çalışma sonucunda;

- Takım ömrü açısından küçük j değerlerine sahip Asimetrik kesmenin önerilebileceğini,
- J parametresinin artmasıyla kesici kenar çıtlamasının (edge chipping) artması nedeniyle takım ömrünün azaldığı,
- İş parçası takım rölatif pozisyonunun takım ömrünün başından itibaren yüzey pürüzlülüğünü etkilemediğini,
- Bulunan ortalama yüzey pürüzlülük değerlerinin umulanan altında olduğunu,
- Esas kesici kenardaki aşınmanın yüzey pürüzlülüğüyle ilişkili olmadığını, yüzey pürüzlülüğündeki artmanın yardımcı kesici kenardaki aşınmadan kaynaklandığını, tespit etmişlerdir.

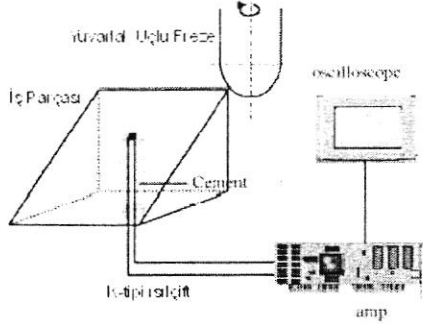


Şekil 7. Simetrik ve Asimetrik Frezelemede Kesme Kuvveti Yön Değişimi

Kim S.W., Lee, Kim J.S. ve Jung "Yüksek Hızda Yuvarlak Uçlu Parmak Frezelemede Termal Karakteristiklerin Değerlendirilmesi" adlı çalışmalarında, 210 m/dk. kesme hızlarında takı ömrünü arttıracak optimum kesme ortamını bulmaya yönelik deneysel bir çalışma yapmışlardır [17]. Kuru, sulu ve -9 °C ve -35 °C'de soğutulmuş basınçlı hava ortamları araştırılmıştır. Kesme bölgesindeki sıcaklığı doğrudan ölçmek amacıyla K - Tipi bir Isıl Çift iş parçasına gömülmüştür. Kesme sıcaklıkları sırasıyla, kuru, sulu, -9 °C ve -35 °C de soğutulmuş basınçlı hava ortamlarında: 790, 350, 540 ve 450 °C olmuştur. Sertleştirilmiş çelikten yuvarlak uçlu

parmak freze için, -9 °C soğutulmuş basınçlı hava ortamı en iyi takım ömrünü sağlamıştır. Her ne kadar sulu ortam en iyi soğutmaya sağlasa da en kötü takım ömrünü gerçekleştirmiştir.

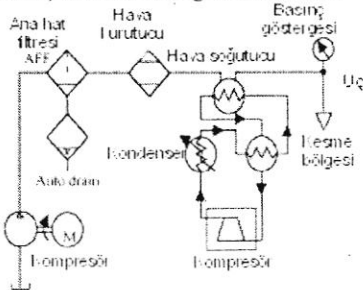
Bu çalışma, maksimum gücü 22 kW, devir sayısı 15-20000 dev/dk ve ilerleme hızı 50 m/dk 'ya kadar ulaşabilen Düşey Yüksek Hızlı İşleme Merkezinde yapılmıştır. Kesme hızı 210 m/dk civarında kullanılmıştır. Şekil 1-5 'de gösterildiği gibi iş parçası çakı arasında 45° lik bir tırmanma açısı verilmiştir. İş parçası sertliği STD11 (42 HRC) seçilmiştir. Kullanılan kesici takım TiAlN kaplanmış Ø8 mm yuvarlak uçlu karbür takımdır.



Şekil 8. Sıcaklık Ölçmek için Deney Setinin Hazırlanması

İş parçası sıcaklığı, parça içine 0.5 mm çapındaki deliğe yerleştirilmiş K-tipi ısıl çift (ölçme aralığı -200 – 1250 °C, çapı 0.076 mm) ile gerçekleştirilmiştir. ısıl çiftin iş parçasına yerleştirilmesinde, birleşme noktası yaklaşık 0.3 mm ve 1 mm boyundadır. ısıl çift iş parçasından porselen dolgu maddesi kullanılarak izole edilmiş ve iş parçası yüzeyinden 0.3 mm mesafeye yerleştirilmiştir. Yanak aşınmaları CCD fotoğraf makinası ve takımçı mikroskobu kullanılarak ölçülmüştür. Takım ömrü testleri 0.3 mm yanak aşınması değerine ulaştığında bitirilmiştir.

Takım ömrünün kesme ortamından nasıl etkilendiğini tespit edebilmek amacıyla, deneyler kuru kesme, soğutma sıvılı (4 bar) ve soğutulmuş basınçlı hava ortamlarında gerçekleştirilmiştir. Soğutulmuş basınçlı havada sıcaklıklar -9 °C ve -35 °C 'dir. Soğutulmuş hava 5 mm çapında bir ağızdan, kesme noktasından 10 mm uzaklıktan, enjeksiyon basıncı 7.5 kg/cm² olacak şekilde uygulanmıştır. Şekil 9 'da soğutulmuş basınçlı havanın hazırlanmasını şematik olarak göstermektedir.



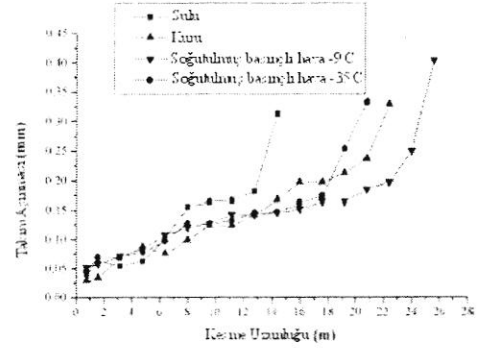
Şekil 9. Soğutulmuş Basınçlı Havanın Hazırlanması

Çalışma sonucunda ölçülen takım aşınması Şekil 10 'da grafik olarak gösterilmiştir.

Bu çalışma sonucunda;

- Takım ömrünü arttırmak için optimum kesme ortamı olarak soğutulmuş basınçlı hava ortamının tavsiye edilebileceği,
- Yuvarlak uçlu parmak freze ile Yüksek hızlı kesikli talaş kaldırmada, soğutma sıvısı veya düşük sıcaklıktaki soğuk hava ile soğutma, kuru işlemeye göre daha düşük takım ömrü göstermiştir.

- Islak şartlarda kesme sıcaklığı farklı kesme ortamlarına göre en düşük olsa bile, takım ömrü en kısa olmuştur.
- Kesme sıcaklıkları, kuru, sulu, -9 °C ve -35 °C soğutma şartları için sırasıyla, 790, 350, 540 ve 450 °C olarak gerçekleşmiştir.



Şekil 10. Farklı Kesme Ortamlarındaki Takım Aşınmaları

KAYNAKLAR

1. Liu, Z.Q.; Ai, .X.; Zhang, H.; Wang, Z.T.; Wan, Y.2002. Wear patterns and mechanisms of cutting tools in high-speed face milling, Journal of Materials Processing Technology, v 129, n 1-3, Oct 11, 2002, p 222-226.
2. Yusuf Şahin, 2001, Talaş Kaldırma Prensipleri 2, Nobel Yayın Dağıtım Ltd.Şti, Ankara 2001.
3. Ulvi Şeker, 2004, Kesici Takım Tasarımı ve İşlenebilirlik Ders Notları, Gazi Univ. Teknik Eğitim Fak., 2004.
4. M.Cemal Çakır, 1999, Modern Talaşlı İmalatın Esasları, Vipaş Aş, Bursa, 1999.
5. Gu, Jie ; Barber, Gary; Tung, Simon; Gu, Ren-Jyh 1999. Tool life and wear mechanism of uncoated and coated milling inserts, Wear, v 225-229, n I, Apr, 1999, p 273-284.
6. H.Shao, H.L.Wang, X.M.Zhao; 2004. A Cutting Power model for tool wear monitoring in milling., International Journal of machine Tools & Manufacture, 44 (2004) 1503 - 1509.
7. Yan. W.Wong. Y.S.; Lee. K.S. ;Ning. T. 1999. Investigation of indices based on milling force for tool wear in milling. Journal of Materials Processing Technology. V 89-90. May. 1999. p 245-253.
8. Bleys. P .Kruth. J.P.;Lauwers. B.2004. Sensing and compensation of tool wear in milling EDM. Journal of Materials Processing Technology. v 149,N 1-3, Jun 10,2004, p 139-146.
9. Gu, Jie ; Barber, Gary; Tung, Simon; Gu, Ren-Jyh 1999. Tool life and wear mechanism of uncoated and coated milling inserts, Wear, v 225-229, n I, Apr, 1999, p 273-284.
10. D'Errico, Giampaolo E. Bugliosi, Sante; Guglielmi, Emanuele 1998. *Tool-life reliability of cement inserts in milling tests. Journal of Materials Processing Technology, v 77, n 1-3, May 1, 1998, p 337-343.
11. Zoya, Z.A. Krishnamurthy, R.,2000. The Performance of CBN tools in the machining of titanium alloys* Journal of Materials Processing Technology, v 100, n 1, 2000, p 80-86.
12. Caldeirani Filho, J. Diniz, A.E. 2002. *Influence of cutting conditions on tool life, tool wear and surface finish in the face milling process, Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences, v 24, n I, 2002, p 10-14.

13. Dewes, R.C. ; Ng, E.; Chua, K.S.; Newton, P.G.; Aspinwall, D.K.1999. Temperature measurement when high speed machining hardened mould/die steel, *Journal of Materials Processing Technology*, v 92-93, Aug, 1999, p 293-301.
14. Sahran. A.Sayed. R.; Nassr.A.A.; El-Zahry.R.M., 2001, Interrelationships between cutting force variation and tool wear in end-milling. *Journal of Materials Processing Technology*. v 109. n 3.Feb. 2001. p 229-235.
15. Carolan, T.A. ; Kidd, S.R.; Hand, D.P.; Wilcox, S.J.; Wilkinson, P.; Barton, J.S.; Jones, J.D.C.; Reuben, R.L 1997,Acoustic emission monitoring of tool wear during the face milling of steels and aluminum alloys using a fiber optic sensor. Part 1: Energy. Analysis. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, v 211, n B4, 1997, p 299-309.
16. Liu, Z.Q.; Ai, .X.; Zhang, H.; Wang, Z.T.; Wan, Y.2002. Wear patterns and mechanisms of cutting tools in high-speed face milling, *Journal of Materials Processing Technology*, v 129, n 1-3, Oct 11, 2002, p 222-226
17. Kim, S.W.; Lee, C.M.; Lee, D.W.; Kim, J.S.; Jung, Y.H. 2001. Evaluation of the thermal characteristics in high-speed ball-end milling, *Journal of Materials Processing Technology*, v 113, n 1-3, Jun 15, 2001, p 406-409.
18. Kopac, J.; Sokovic, M.; Dolinsek, S.2001. Tribology of coated tools in conventional and HSC machining, *Journal of Materials Processing Technology*, v 118, n 1-3, Dec 3, 2001, p 377-384.
19. Diniz, Anselmo Eduardo Filho, Jose Caldeirani, 1999. Influence of the relative positions of tool and workpiece on tool life, tool wear and surface finish in the face milling process, *Wear*, v 232, n 1, Sep, 1999, p 67-75
20. Sharman, A. ; Dewes, R.C.; Aspinwall, D.K 2001. Tool life when high speed ball nose end milling Inconel 718 TM *Journal of Materials Processing Technology* , v 118, n 1-3, Dec 3, 2001, p 29-3
21. Lin, Shih-Chieh . Yang, Ray-G .1993, Tool wear monitoring in face milling: *American Society of Mechanical Engineers, Dynamic Systems and Control Division DSC*, v 50, Symposium on Mechatronics, 1993, p 127-133.
22. Cho, D.W. Choi, W.C.; Lee, H.Y.2000, Detecting tool wear in face milling with different workpiece materials. *Key Engineering Materials*, v 183 (I), 2000, p 559-564.
23. Lam, Joyce Y.H.; Geddam, Aseervadam. 2003, A neural network approach to tool wear monitoring in end milling operations, *Proceedings of the IASTED International Conference on Intelligent Systems and Control*, 2003, p 156-161.
24. Ong, Philip K.L. Mannan, M.A 2003, Experimental Modelling of Cutting Forces as a Function of Tool Wear in End Milling: *Materials Science Forum*, v 437-438, 2003, p 371-374.
25. Kalaszi, I.; Ran, Phung, Short run life test by combined method to determine cutting life equation at milling, *Periodica Polytechnica, Mechanical Engineering*, v 20, n 3, 1976, p 179-187.
26. Kuljanic, Elso., Investigation of wear in single-tooth and multi-tooth milling. 1974, *International Journal of Machine Tool Design & Research*, v 14, n 1, Mar, 1974, p 95-109.
27. Milner, D. A, 1974, Temperature investigation of the milling process, *Microtecnic*, v 28, n 1, p 35-38.
28. Shteinhauz, G.; Braun, S.; Lenz, E., 1984, Automated vibration based tool wear monitoring application to face milling, *Computers in Engineering, Proceedings of the International Computers in Engineering Conference*, p 401-406.
29. Toenshoff, Hans Kurt, Wasmann, Udo, 1992, The effect of forced vibrations on tool life in face milling, *Forschung im Ingenieurwesen*, v 58, n 11-12, p 283-289.
30. Abdou, G. ; Yien, J. 1995, Analysis of force patterns and tool life in milling operations, *International Journal of Advanced . Manufacturing Technology*, v 10, n 1, 1995, p 11-18.
31. Alauddin. M. El Baradie. M.A.; Hashmi. M.S.J.1997. Prediction of tool life in end milling by response surface methodology. *Journal of Materials Processing Technology*. v 71.n 3.ç Nov 23. 1997. p 456-465.
32. Alauddin. M. El Baradie. M.A.;Tool life model for end milling steel. *Journal of Materials Processing Technology*. v 68. n 1. Jun 16. 1997. p 50-59.
33. Zoya, Z.A. Krishnamurthy, R.,2000. The Performance of CBN tools in the machining of titanium alloys* *Journal of Materials Processing Technology*, v 100, n 1, 2000, p 80-86.
34. Wilkinson. P.Reuben. R.L.;Jones. J.D.C.; Barton. J.S.;Hand. D.P.;Carolan. T.A.;Kidd. S.R.1997. Surface finish parameters as diagnostics of tool wear in face milling.*Wear*. v 205. n 1-2. Apr. 1997. p 47-54.
35. Dewes, R.C. ; Ng, E.; Chua, K.S.; Newton, P.G.; Aspinwall, D.K.1999. Temperature measurement when high speed machining hardened mould/die steel, *Journal of Materials Processing Technology*, v 92-93, Aug, 1999, p 293-301.
36. Zurecki, Zbigniew Harriott, George;Zhang, Xiaoguang, 1999, Dry machining of metals with liquid nitrogen, *Technical Paper - Society of Manufacturing Engineers*. MR, n MR99-252, MR99-252, p 1-12.
37. Choudhury . S.K.Rath. Subhashree. 2000. In-process tool wear estimation in milling using cutting force model. *Journal of Materials Processing Technology*. V 99. n 1. Mar. 2000. p 113-119.
38. Fish, Randall K. Ostendorf, Mari; Bernard, Gary D.; Castanon, David; Shivakumar, Hariharan 2000, Modeling the progressive nature of milling tool wear *American Society of Mechanical Engineers, Manufacturing Engineering Division, MED*, v 11, 2000, p 111-117.
39. Chang, C.-S.2001, A force model of face milling tool considering wear, *Journal of the Chinese Society of Mechanical Engineers, Transactions of the Chinese Institute of Engineers, Series C/Chung-Kuo Chi Hsueh Kung Ch'eng Hsuebo Pao*, v 22, n 3, June, 2001, p 187-202.
40. Richetti, A. Machado, A.R.; Da Silva, 2004. M.B Influence of the number of inserts for tool life evaluation in face milling of steels* .Ezugwu, E.O.; Bonney, J. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, v 44, n 7-8, June, 2004, p 695-700
41. Choi, Y., Narayanaswami, R.; Chandra, A., 2004, Tool wear monitoring in ramp cuts in end milling using the wavelet transform, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v 23, n 5-6, p 419-428.