

KESİCİ TAKIM ENDÜSTRİSİNDE MÜHENDİSLİK UYGULAMALARI İLE MİKRO/NANOTEKNOLOJİNİN TERMAL VE GÖRÜNTÜ İŞLEME İLE ANALİZİ

Pınar DEMİRCİOĞLU*
İsmail BÖGREKÇİ
Yunus ÇERÇİ
Numan M. DURAKBASA

Adnan Menderes Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü, AYDIN
Tel: 0256 218 2 000
E-Mail *: pinar.demircioglu@adu.edu.tr

ÖZET

Uzun kullanım ömrü, çevre dostu, yüksek kesme performansı ve yüksek yüzey kalitesi, kesici takım üreten sanayinin üzerinde durduğu en önemli hususlardandır. Bu deneysel çalışmada, iki farklı kaplama olarak seçilmiş yüksek hassasiyette üretilmiş kesici uçların talaşlı işleme neticesinde oluşmuş aşınmalarının termal modelleme ve görüntü işleme teknikleri açısından ölçüm ile doğrulanması üzerinde durulmuştur.

Kesici uç yüzey topografyalarının mikro/nano ölçekte ölçümleri, temaslı ölçüm sisteminin yanı sıra, üç boyutlu (3B) dijital bir mikroskobun yüksek çözünürlüklü kamerası ile detaylı yüzey araştırmaları yapılarak sağlanmıştır. Termal analiz sonuçları, Kaplama-1 ile kaplanmış kesici uçlar için 26,2 ile 228,8 °C arasında, ve Kaplama-2 ile kaplanmış kesici uçlar için 64,3 ile 903,8°C arasında değiştiğini göstermiştir. Görüntü işleme analiz sonuçlarında ise, 75 dk'lık kesme süresinde her iki kaplama ile kaplanmış kesici uçlar karşılaştırıldığında Kaplama-2 ile kaplanmış kesici uçtaki aşınmanın % 27,5 olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışma, bilimsel araştırmalar ve endüstriyel üretim için kesici takım endüstrisinde ölçme tekniğinin önemini açıklar ve çok disiplinli bir alan olarak ortaya çıkan mikro/nanoteknolojinin mühendislik uygulamalarını ölçme tekniği ile ortaya koyar.

Anahtar Kelimeler: Kesici uç, Mikro/nano ölçekte yüzey ölçümü, Termal analiz, Görüntü işleme.

ABSTRACT

Long-life, environmentally friendly, high cutting performance and high surface quality are among the important issues in cutting tool industry. In this experimental study, thermal and wear analyses for highly precised two different coated inserts after machining were verified with the surface measurement.

Detailed surface measurements in micro/nano-scale were carried out with tactile measuring system and three-dimensional (3D) digital microscope with a high resolution digital camera as well. Thermal analysis results indicated that inserts with coating-1 represented the temperature distribution ranging from 26.2 to 228.8 °C, and for inserts with coating-2 varied from 64.3 to 903.8 °C. Image analyses results showed that wear on the surfaces of inserts with coating-2 was compared with that on the surfaces of inserts with coating-1 and found to be 27.5%.

This study focuses on the importance of measurement technique for the cutting tool industry for the scientific research and industrial production and exhibits the engineering applications of micro/nanotechnology as an emerging multidiscipline area with the measurement techniques.

Key Words: Insert, Surface measurement in micro/nano scale, Thermal analyses, Image processing.

1. GİRİŞ

Kesici takımlar, mühendislik uygulama alanlarına bağlı olarak sayısız türleri bulunmakla beraber genellikle çok çeşitli metal kesme uygulamalarında kullanılırlar. İmalatçılar, kesici takımlarda yüksek kalite, uzun kullanım ömrü, en az seviyede çevresel zararlar birlikte düşük maliyete ihtiyaç duyarlar. Bu gereksinimleri rastgele elde etmenin çok zor olduğu iyi bilinen bir gerçekken, bunların hepsini de en iyi şekilde elde etmek bugünün teknolojisi ile mümkündür. Kesici takımların modellenmesi ve işleme süreçlerinin simülasyonu araştırma ve geliştirmede de endüstriyel uygulamalardaki kadar popüler ve vazgeçilmez hale geldi. Son zamanlarda gelişmiş karmaşık bilgisayar programları hem yeni geliştirilmiş matematiksel modeller kullanan sonlu elemanlar metodu ile hem de kurulduğu süper bilgisayarlar ile araştırmacılara kesme süreçlerinin doğası gereği meydana gelen olaylar hakkında gerekli bilgiyi sağlamaktadır. Herhangi bir işleme sürecinde sabit hız ve derinlikte kesici takımın keskin kenarı iş parçasının küçük bir diliminin içine girer. İş parçası ve kesici takım arasında etkiyen dış kuvvetlerin büyüklüğü kesme hızı ve talaş kalınlığı ile belirlenir. İş parçası ve kesici takım arasında meydana gelen süreçlerin sonucu olarak mekanik enerjinin çoğunluğu ısı enerjisine çevrilmekte ve kalan kısmı talaş oluşumu, talaş plastik deformasyonu, talaş sıkıştırma oranı ve takım aşınması gibi oluşumlar için harcanmaktadır. İş parçası ve takım üzerindeki ısı ve oluşan kuvvetler, takımların yüzeyleri üzerinde deformasyonlara sebep olur. Kesici uçlarda etkin olan aşınma, krater aşınmasıdır. Buna karşın, oluşan kraterler, kısa bir zamanda talaş veya çatlaklara dönüşür.

Bu çalışmada, kesici ucun temas yüzeyindeki sıcaklık ile kesici uç aşınması arasındaki ilişkiyi kurabilmek için, farklı kaplanmış olarak seçilen iki tür kesici uç kullanılmıştır. Bunlar belirli bir süre talaşlı işlendikten sonra termal olarak ve görüntü işleme tekniğinden yararlanarak aşınma analizleri yapılmıştır. Sıcaklık dağılımı ANSYS paket programının sonlu elemanlar modülü kullanılarak uygulanmış ve uç aşınması görüntü işleme tekniği ile Matlab programının görüntü işleme modülü kullanılarak incelenmiştir.

Literatürde temel hedefleri ısı dağılımı ve kesici ucun aşınması arasında bağlantı kurmak olan birçok araştırma çalışmaları bulunmaktadır, ve bunlardan bazıları referanslar listesinde verilmiştir [1-6]. Buna karşın, bu çalışmada işleme sırasında ısı dağılımının değerlendirilmesi için farklı bir yaklaşım yürütülmüştür. Kesici-iş parçası arayüzünde termo-mekanik değişkenlerden dolayı meydana gelen ısı akısı yerine, termal analiz için tipik aralıkta ısı akısı değerleri direk olarak kullanılmıştır. Böylece tasarımcılar ve araştırmacılar ısı akısı oranını çeşitli metotlar aracılığıyla anlayabilir ve benzer sıcaklık dağılımını hesaplayabilirler.

Bu çalışma kesici uç aşınmasının bilgisayar modellemesi ile sonlu elemanlar metodu kullanılarak işleme sırasında sıcaklık dağılımını ortaya koymaktadır ve kesici uç sıcaklığı dağılımı ile aşınma arasındaki ilişkiye odaklanmaktadır. Bu çalışmanın nihai amacı ise, kesici uç ömrünün tamamlandığı işleme sürecine kadar pürüzlülük ölçümleri ile beraber kaplama özellikleri açısından yüzeyleri araştırmaktır. Farklı kaplamalı olarak kaplanmış kesici uçlar arasındaki farklılıklar, kesici uç yüzeylerinin yüzey pürüzlülüğü ölçümlerini yaparak ve görüntü işleme tekniği ile aşınma analizleri tespit edilmiştir. Farklı kaplanmış kesici uçların aşınma davranışları; kesici ucun ömrünün sonundan, yüzeyinin aşınmasına kadar olan belirli bir işleme zamanını saptadıktan sonra görüntü işleme tekniği kullanılarak belirlenmiştir. Optimizasyon ve kesme işlemi iyileştirilmesi aşınma oranının ölçülmesi ile gerçekleştirildi.

2. YÜZEY ÖLÇÜMÜ

Kesici uçlar, kaplanma şekillerine göre gözlemlenen farklı yüzey geometrisi ve rengi dışında benzer yüzey yapısına sahiptirler. Ancak kesin ölçümler şunu göstermiştir ki; kaplama işlemi uygulanan kesici uçların yüzeyi düzensiz geometriye sahip malzemece daha yoğundur. Kaplama sürecinin neden olduğu düzensizlikler farklı malzeme ile kaplanmış kesici takımların yüzey yapılarını detaylı şekilde incelemek için nanoteknoloji alanına yönelik bilimsel çalışmalarda kullanılan cihazlardan olan 3B dijital

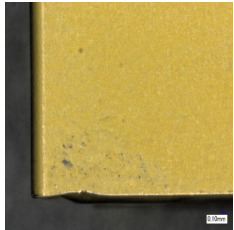
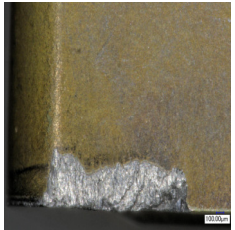
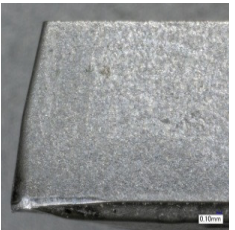
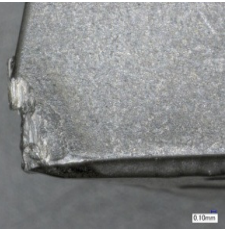
mikroskopi metodu aracılığıyla gözlemlenmiştir. Çalışmada kullanılan kesici uçlar ve talaş kaldırılacak malzeme işleme aşamasından önce kontrolden geçirilerek imalattan kaynaklanacak aksaklıklar önlenmeye çalışılmıştır. Değerlendirme süreci ilk olarak kesici uçların 3B dijital mikroskopun yüksek çözünürlüklü CCD (Charge-Coupled Device-Şarj Eşleştirmeli Cihaz) kamerası ile yüksek kalitede görüntülerinin alınmasıyla başlamıştır. Sonrasında aşındırma işlemleri gerçekleştirilmiş ve bu adımlar arasında da yine görüntüler alınmıştır. Hesaplama aşamasında alınan bu görüntüler ANSYS programının sonlu elemanlar analiz ve Matlab programının görüntü işleme modülleri kullanılarak görüntüler üzerinde sıcaklık dağılımları ve görüntü segmentasyonu yapılarak aşınma analizleri yapılmıştır. Gerçekleştirilen ölçme işlemleri ve alınan görüntülerin bahsi geçen analiz teknikleri ile incelenmesi imalat aşamasında kesici uçların kalitelerinin artırılmasını ve işlem parametrelerinin optimizasyonunu sağlayarak temel oluşturması öngörülmüştür.

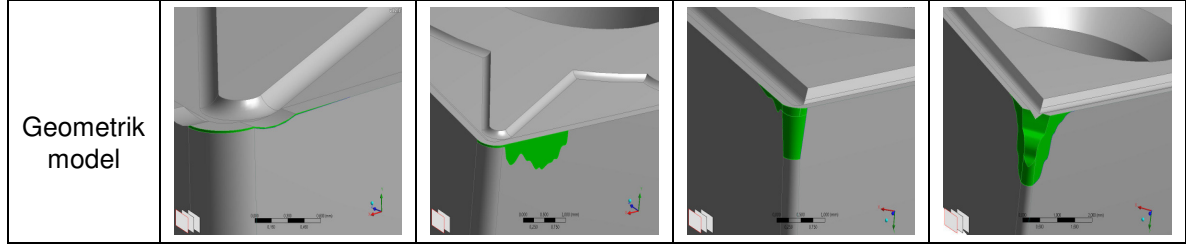
3. TERMAL ANALİZ

3.1. Termal Modelleme

Metal kesme işlemlerinde, uygulanan kesme kuvvetleri ve takım-iş parçası arasındaki sürtünme sonucu harcanan mekanik enerjinin tamamına yakını ısı enerjisi dönüşmektedir. Ortaya çıkan ısı enerji temelde kesici takıma, iş parçasına ve talaşa transfer olmaktadır. Kesme işlemleriyle ilgili analizlerde temel hedef, takıma transfer olan ısı miktarını azaltmak ve böylece mümkün olduğu kadar takım sıcaklığını düşük tutarak takım ömrünü ve işlenen parçanın yüzey kalitesini artırmaktır. Söz konusu sıcaklık analizlerini yapmanın yollarından birisi, kesici takımda, iş parçasında, ve ayrılan talaşta sayısal simülasyon metotlarıyla termal modelleme yapmaktır. Termal sayısal analiz simülasyonları da genellikle kesici takım-iş parçası arasında ortaya çıkan ve deneysel olarak ölçülen kesme kuvvetleri, paso derinliği, takım ilerleme hızı gibi kesmeyle ilgili mekanik özelliklere bağlı olan ve sürekli/sürekli olmayan ısı akısını belirleyerek yapılabilir. Bu çalışmada, literatürde genellikle deneysel verilere dayanan ısı akısı hesaplaması yerine daha basit ve tasarımcılar tarafından daha kullanılabilir olduğu düşünülen farklı ısı akısı değerleri direkt sınır şartı olarak girilmiş ve sadece kesici takımdaki sürekli sıcaklık dağılımı analizleri yapılmıştır. Temas alanında, Kesici takıma ısının iletimle transfer olduğu, ve geriye kalan yüzeylerden taşınımıyla ısının çevreye transfer olduğu kabul edilmiştir. Analizler, aşınma incelemeleri gerçekleştirilmiş toplam dört çeşit kaplama-1 ve kaplama-2 metodları ile kaplanmış kesici uçlar için yapılmış, ve 25 & 75 dakikalık ortogonal kesme işlemleri karşılaştırılmıştır.

Tablo 1. Kaplanmış (Kaplama-1 ve 2) kesici uçlara ait orijinal resimler ve geometrik modeller.

Kaplama tipi	Kaplama-1		Kaplama-2	
Kesme işlem süresi (dak.)	25	75	25	75
Orijinal görüntü				



Tablo 1'de analiz edilen takım uçlarının yüksek çözünürlüklü kameralarla çekilen resimleri ve SolidWork paket programı ortamında oluşturulmuş geometrik modelleri görülmektedir. Kesici uçların yüksek çözünürlüklü resimleri görüntü işleme teknikleriyle incelenmiş ve kesici takım-iş parçası temas yüzey alanları tespit edilmiştir. Sırasıyla kesici uç kaplama-1 için 25 ve 75 dakika işlenmiş kesici uçlara ait $0,02 \text{ mm}^2$ ve $0,83 \text{ mm}^2$, ve kaplama-2 için $0,6 \text{ mm}^2$ ve $2,53 \text{ mm}^2$ temas yüzey alanı bulunmuştur. Bulunan yüzey alanları geometrik modeller üzerine işlenmiş, ve daha sonra tüm modelin sonlu elemanlar ağı oluşturulması işlemine geçilmiştir.

3.2. Sonlu Elemanlar Ağının Oluşturulması

Kesici takım-iş parçası ara yüzeyinde oluşan temas alanındaki sıcaklık dağılımlarının hesaplanması, son yıllarda bilgisayar kapasitelerinin hızla gelişmesi nedeniyle yaygın şekilde kullanılan ve popüler nümerik analiz metodlarından biri olan sonlu elemanlar metoduna göre çözümleme yapan ANSYS paket programı kullanılarak yapılmıştır. Oluşturulan geometrik modeller, ANSYS programına uyumlu formatta oluşturulmuştur. Temas yüzeyinde daha yoğun olmak üzere keskin kenarların daha iyi bölünebilmesi ve düz kenarlarda yoğun bölünmeyi önlemek amacıyla otomatik ayarda elemanlara ayırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Böylece dört kesici uca ait sonlu elemanlar ağı oluşturulmuştur. Tablo 2'de kesici uçların geometrik modelleri ve elemanlara ayrılmış halleri görülmektedir.

Tablo 2. Kesici uçlara ait geometrik modeller ve elemanlara ayrılmış halleri.

Kaplama tipi	Kaplama-1		Kaplama-2	
Kesme işlem süresi (dak.)	25	75	25	75
Geometrik model				
Elemanlara ayrılmış hali				
Eleman sayısı	1311614	1224049	718918	776640

Kesici uçların geometrik modelleri daha çok tetragonal elemanlara bölünmüş olup yaklaşık eleman sayıları Tablo 2'de verilmiştir. Elemanlarına ayrılmış dört kesici uç modelin 25 ve 75 dakikalık kesme işlemleri sırasında sıcaklık dağılımı analizi için ısı sınır şartları tanımlanmıştır. Termal analizle ilgili olarak yapılan kabuller ve önemli ısı sınır şartları şöyledir:

- 1- Kesici uçlarda ısı transferinin iletimle ve zamandan bağımsız (sürekli) olduğu,
- 2- Isı üretiminin sadece kesici uç-iş parçası temas yüzeyinde olduğu ve bunun ısı akısı şeklinde düşünüldüğü,
- 3- Yardımcı yüzeydeki ısı üretiminin ihmal edildiği,
- 4- Kesici uç-iş parçası temas yüzeyi dışında kalan tüm yüzeylerden ısının, 25 °C'deki ortalama 20 W/m² K ısı katsayısıyla taşınımıyla transfer olduğu,
- 5- Kesici uçların malzemesinin ısı iletkenlik katsayısının 48 W/mK olduğu,

kabul edilmiştir. Analizi yapılan dört çeşit kesici uç için aynı kabuller yapılmış olup, karşılaştırma yapabilmek ve her bir kesici uç modeli için aynı sayısal sınır şartları kullanılmıştır. Sıcaklık dağılımı hesaplamaları temas yüzeyindeki ısı akısının 1, 2, 3, 4, 5, 6, ve 7 MW/m² değerleri için tekrar edilmiştir.

Tablo 3. Değişik ısı akılarına karşılık gelen temas yüzeyindeki ortalama sıcaklıklar.

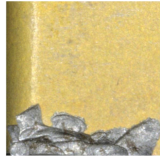
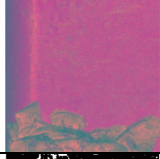


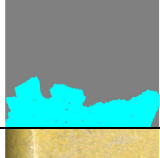
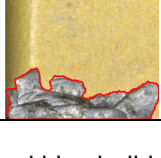
Kaplama tipi		Kaplama-1		Kaplama-2	
Kesme işlem süresi (dak.)		25 dakika boyunca temas yüzeyindeki ortalama sıcaklık(°C)	75 dakika boyunca temas yüzeyindeki ortalama sıcaklık(°C)	25 dakika boyunca temas yüzeyindeki ortalama sıcaklık(°C)	75 dakika boyunca temas yüzeyindeki ortalama sıcaklık(°C)
		Isı akısı q_0 MW/m ²	1	26,2	52,8
2	27,6		86,6	110,5	284,9
3	28,8		112,6	153,1	409,9
4	30,0		138,7	192,0	522,4
5	31,3		164,7	231,8	634,3
6	32,5		201,0	270,9	746,2
7	33,7		228,8	310,0	903,8

4. AŞINMA ANALİZİ

4.1. Görüntü işleme

Kesici uçların görüntüleri CCD kamera kullanılarak alınmıştır. CCD kameranın çözünürlüğü 54 Milyon Piksel'dir. Tüm görüntüler analiz edilmeden önce görüntüleri standardize etmek için 628x628 piksel ölçülerinde yeniden boyutlandırılmıştır. Farklı malzeme ile kaplanmış kesici takımların kameradan alınan görüntüleri segmentasyon görüntü işleme tekniği kullanılarak yazarlar tarafından geliştirilen prosesler yoluyla analizleri yapılmıştır [7]. Öncelikle RGB görüntüleri gri seviyeye dönüştürüldü. Eşikleme, tüm görüntülere uygulandı ve tüm görüntüler sayısallaştırılmıştır. Daha sonra RGB görüntüleri YCbCr rengine dönüştürüldü ve eşikleme uygulanmış ve tüm görüntüler sayısallaştırılmıştır. Filtreleme, görüntülerden istenmeyen nesnelere kaldırılarak uygulanmıştır. Tüm bağlı bileşenler kaldırılmış ve görüntüler etiketlenmiştir. Nesnelere dış sınırları belirlenmiş ve işaretlenmiştir. Daha sonra işaretlenen alandaki piksel sayıları hesaplanmıştır. Görüntü segmentasyon metodolojisi Tablo 4'te verilmiştir [7].

Tablo 4. Görüntü segmentasyon metodolojisi.

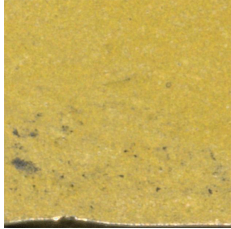
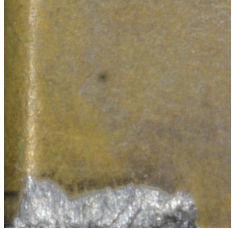
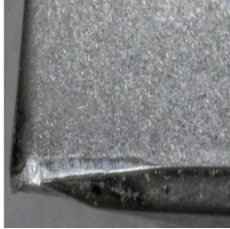
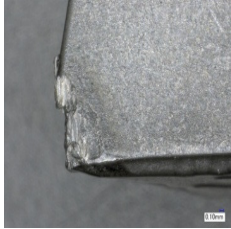
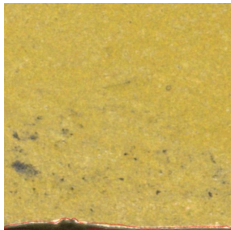

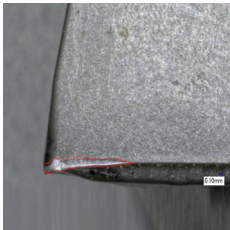
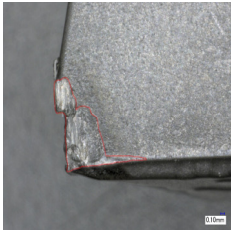
Görüntülere Uygulanan Prosesler	Proses edilmiş görüntüler
	Kaplanmış kesici uç
Orjinal görüntünün yeniden boyutlandırılması	
RGB'den YCBCr'ye dönüştürülmesi	
Eşikleme ve sayısallaştırma	
Filtreleme ve dijital görüntüden istenmeyen nesnelerin uzaklaştırılması	
Tüm diğer istenmeyen nesnelerin uzaklaştırılması	
Aşınmış bölgelerin belirlenmesi	

Tablo 4'teki görüntülerden kesici uç aşınmasının kolaylıkla belirlenebileceğini göstermektedir. İşaretlenen aşınma alanındaki piksel sayısı hesaplanarak aşınma miktarı bulunur. Aşınma yüzdesi toplam piksel sayısının aşınan yerde işaretlenen piksel sayısına bölünmesiyle hesaplanır. Bu yöntem ile 2 boyutlu aşınma hesaplanmaktadır. 3 boyuttaki aşınmanın gerçek doğrulukta ölçülebilmesi için 3 boyutlu görüntülerin alınarak, 3 boyutlu görüntü işleme ve analizi yapılmalıdır.

4.2. Görüntü Analizi

Tablo 5'te farklı kesme işlem sürelerinde kaplama-1 ve kaplama-2 metotları ile kaplanmış kesici uçlara ait görüntü analizi sonuçları verilmiştir. 25 dk ve 75 dk'lık kesme sürelerindeki aşınmalar analiz edildiğinde kaplama-1 ve kaplama-2 kesici uçlarında 75 dk'lık kesme sürelerindeki aşınmaların 25 dk'lık süreden daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. 75 dk'lık kesme süresinde her iki kaplama ile kaplanmış kesici uçlar karşılaştırıldığında kesici uçta (kaplama-2) aşınmanın daha fazla olduğu tespit edilmiştir (% 27,5).

Tablo 5. Kesici uçlara ait görüntü analiz sonuçları.

Kaplama tipi	Kaplama-1		Kaplama-2	
Kesme işlem süresi (dak.)	25	75	25	75
Orjinal Görüntü				
Analiz edilmiş görüntü				
Yüzde Aşınma (%)	7,8	21,5	12,3	27,5

5. YÜZEY ÖLÇÜMLERİ

Yüzey pürüzlülük ölçümleri TR220 yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı [8] ile beş (5) ölçüm alınarak gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda görüntü kazanımı da 500 büyütme ile 3B dijital mikroskop [9] kullanılarak yapılmıştır. İki farklı kaplamalı kesici uçları işleme öncesi, işlemeden 25 dk ve işlemeden 75 dk zamanlarında yüzey ölçümleri yapılmış ve yüzey topografyaları değerlendirilmiştir.

Tablo 6. Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Sonuçları.

Ra (μm)	İşlemeden Önce	25dk İşlemeden Sonra	75dk İşlemeden Sonra
Kaplama-1	0,406	0,396	0,257
	0,392	0,352	0,269
	0,398	0,327	0,282
	0,414	0,401	0,255
	0,320	0,298	0,262
Kaplama-2	0,533	0,516	0,499
	0,504	0,495	0,477
	0,558	0,531	0,503
	0,569	0,503	0,484
	0,581	0,522	0,467

Tablo 7. Ortalama Ra değerleri.

Ortalama Ra (μm)	İşlemeden Önce	25dk İşlemeden Sonra	75dk İşlemeden Sonra
Kaplama-1	0,386	0,355	0,265
Kaplama-2	0,549	0,476	0,486

SONUÇ

Farklı malzeme ile kaplanmış kesici uçların sıcaklık dağılımı, 1, 2, 3, 4, 5, 6, ve 7 MW/m² olarak 7 farklı ısı akısı değerleri için hesaplanmıştır. Bu ısı akısı değerlerinin sırası Jam et al. [1] tarafından yayınlanmış çalışmaya göre hesaplanmıştır. Farklı malzeme ile kaplanmış kesici uç temas alanı ortalama sıcaklığı Tablo 3' te gösterildiği gibi Kaplama-1 ile kaplanmış kesici uçlar için 26,2 ile 228,8 °C arasında, ve Kaplama-2 ile kaplanmış kesici uçlar için 64,3 ile 903,8°C arasında değişmiştir. Çoğunlukla ısı akısı değerlerindeki artıştan dolayı temas sıcaklıklarında bu artış beklenmektedir. Takıma daha fazla ısı girmesi, daha fazla enerji almasıdır. Bundan dolayı, temas yüzeyindeki sıcaklık aşamalı olarak artmaktadır, ve temas yüzeyindeki ortalama sıcaklıkta artış olduğu görülmektedir. Kaplama-1 ile kaplanmış kesici uçlardaki ortalama sıcaklıklar ile Kaplama-2 ile kaplanmış kesici uçlardaki sıcaklıklar artan ısı akısı ile artmaktadır. Her iki durum için, temas yüzeylerindeki tipik aralıktaki sıcaklıklar Jam et al. [1], Liu et al. [5], and Ghani et al. [2] tarafından yayınlanan çalışmalarda verilmiştir. Hesaplanan sıcaklıklar Kaplama-1'in Kaplama-2'den daha iyi olduğu açıkça görülmektedir.

Bu çalışmada sıcaklık dağılımı ile kesici takım ve kesici uçlarda meydana gelen aşınmalar arasındaki ilişkiyi kurma amaçlanmıştır. Termal analiz için geliştirilen metodoloji temas bölgelerindeki ısı akısını temel almaktadır. Bu yaklaşım kullanıcı için oldukça basit ve kullanışlıdır. Kullanıcı; sıcaklığın ısı akısı miktarına göre dağılımını kolayca belirleyebilir. Kesici uçların kesme işlemi boyunca sıcaklık dağılımı sürekli rejimde ısı iletimi olarak değerlendirilmiş ve sonlu elemanlar modellemesi ANSYS programı kullanılarak oluşturulmuştur. Ayrıca; kesici uçlarda meydana gelen aşınmalar görüntü işleme tekniği kullanılarak incelenmiştir. Kullanılan iki metot; sıcaklık ile aşınma arasında temel bir ilişki olduğunu göstermektedir. Artan yüzey alanı, kesici uca daha fazla ısı transferi olmasını sağlayacağı için; yüksek sıcaklıklarda daha fazla aşınma olacağı elde edilen sonuçlarda kolayca görülebilmektedir. Dolayısıyla, kesici uca olan ısı transferini azaltarak ve böylelikle sıcaklığı düşürerek kesici uçtaki aşınma en aza indirilebilir.

Çalışmada elde edilen sonuçlar ileri aşamada farklı malzemelerle kaplanmış kesici uçların yüzey yapı karakterinin hem temaslı sistem ile yüzey pürüzlülük ölçümleri hem de CCD kamera ile büyütülen yüzey görüntülerinin üç boyutlu (3B) dijital mikroskop ile elde edilmesiyle yapılacak olan geniş çaplı analizler ile tespit edilebildiğini göstermektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın ortaya çıkmasında temaslı sistemle ölçümlerin yapıldığı Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'ne, dijital ölçümlerin yapıldığı Viyana Teknik Üniversitesi İmalatta Değiştirilebilirlik ve Endüstriyel Metroloji Bölümü'ne, ve tasarım ve analizlerin gerçekleştirildiği Adnan Menderes Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] JAM J.E., and FARD V.N., "A Novel Method to Determine Tool-Chip Thermal Contact Conductance in Machining", International Journal of Engineering Science and Technology, Vol 3(12), pp. 8491-8501, 2011.
- [2] GHANI M.U., ABUKHSHIM N.A. and SHEIKH M.A., "An Investigation of Heat Partition and Tool Wear in Hard Turning of H13 Tool Steel with CBN Cutting Tools", International Journal of Advanced Manufacturing Technology, DOI 10.1007/s00170-007-1282-7, 2007.
- [3] KUO H.Y., MEYER K., LINDLE R. and NI J., "Estimation of Milling Tool Temperature Considering Coolant and Wear", Proc. ASME International Manufacturing Science and Engineering Conference, pp. 1-10, Corvallis, Oregon, USA, 13-17 June 2011.
- [4] BRITO R.F., CARVALHO S.R., SILVA S.M. and FERREIRA J.R., "Thermal Analysis in Coated Cutting Tools", International Communications in Heat and Mass Transfer, Vol.36, pp. 314-321, 2009.
- [5] LIU Y.B., ZHU L., JEN T.C., ZHAO J.W. and YEN Y.H., "Numerical Analyses to Investigate the Feasibility and Effectiveness in Using Heat Pipe Embedded End Mills", Annals of the CIRP, Vol.55(2), pp. 721-743, 2006.
- [6] DURAKBASA M.N., DEMIRCIÖGLU P., BOGREKCI I., BAS G., GUNAY A. "Assessment of Machining with Uncoated and Coated End Mills and Determining Surface Topography using 2D Fast Fourier Transform". International Journal of Nanomanufacturing, ISSN online: 1746-9406, ISSN print: 1746-9392 Vol. 8, Issue 6, pp. 493-507, 2012.
- [7] DEMIRCIÖGLU P., GUNAY A., SAGBAS B., BOGREKCI I., DURAKBASA M.N., "Surface Topographical Investigations of the Machining Effects on Turning with Coated Inserts for Different Materials". 7th International Conference and Exhibition on Design and Production of Machines and Dies/Molds, 20-23 June 2013, Antalya, Turkey.
- [8] <http://besttestingequipment.com/tr220-surface-roughness-tester>.
- [9] <http://de.keyence.eu/products/microscope/microscope/microscope.php>.

ÖZGEÇMİŞ

Pınar DEMİRCİÖĞLU

Adnan Menderes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği bölümünde öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır. Lisans ve yüksek lisans eğitimini Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünde tamamladıktan sonra Viyana Teknik Üniversitesi Makina ve Endüstri Mühendisliği Fakültesi, İmalatta Değiştirilebilirlik ve Endüstriyel Metroloji Bölümünden doktora derecesini almıştır. Avusturya Federal Bilim ve Teknoloji Bakanlığı (BMWF) tarafından desteklenerek, Post-Doc eğitimini Viyana Teknik Üniversitesi bünyesinde bulunan Nanoteknoloji Laboratuvarı'nda tamamlamıştır. İlgi Alanları: Ölçüm Bilimi, Nanoteknoloji ve Standartlar. Japonya, Kore ve Türkiye ile çeşitli Avrupa ülkelerinde 30'dan fazla bilimsel konferansa sözlü sunumlarla katılan Demircioğlu'nun 2 adet uluslararası kitabı ve 45'ten fazla bilimsel yayını bulunmaktadır. İngilizce ve Almanca bilmektedir.

İsmail BÖĞREKCI

Adnan Menderes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği bölümünde öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır. Yüksek lisans ve doktora eğitimini İngiltere'de bulunan Cranfield Üniversitesi'nde tamamladıktan sonra 3 yıl süreliğine Amerika'da Florida Üniversitesi'nde Post-Doc olarak ulusal ve uluslararası projelerde yer almasının yanı sıra eğitim-öğretim faaliyetlerine katkılarda bulunmuştur. İlgi Alanları: Sensör Dizaynı ve geliştirilmesi, makine dizaynı, ölçme, enstrümantasyon ve kontrol, görüntü kazanımı, işleme ve analizi (RGB, multispectral and hyperspectral), spektroskopisi. İngiltere, Amerika ve Türkiye ile çeşitli Avrupa ülkelerinde 30'dan fazla bilimsel konferansa sözlü sunumlarla katılan Bögrekci'nin 1 adet uluslararası kitabı, 2 adet uluslararası kitap bölümü ve 45'ten fazla bilimsel yayını bulunmaktadır. Uluslararası yayınlarına 100'ün üzerinde atfı bulunmaktadır.

Yunus ÇERÇİ

Adnan Menderes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünde 2011 yılından beri profesör olarak görev yapmaktadır. 2006-2011 yılları arasında doçent olarak görev yapmıştır. 2000-2006 yılları arasında Celal Bayar Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünde yardımcı doçent olarak çalışmıştır. Makine Mühendisliği Lisansını 1992 yılında Anadolu Üniversitesi'nden almıştır, ve yüksek lisans ve doktora derecelerini University of Nevada-Reno'dan almıştır. Araştırma alanları enerji verimliliği, ekserji, güneş, jeotermal, desalinasyon, ve soğutmadır.

Numan M. DURAKBASA

Viyana Teknik Üniversitesi Makina ve Endüstri Mühendisliği Fakültesinde öğretim üyesi, İkame Edilebilir İmalat, Kalite ve Metroloji Bölümü ve Nano Metroloji Laboratuvarı Başkanı, Yıldız Teknik Üniversitesi ile Cluj Napoca Teknik Üniversitesi ve Novi Sad Üniversitesi'nde misafir öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır. Ayrıca Prof.Dr. M. Numan Durakbaşa Üniversitedeki çalışmalara paralel olarak, Viyana Teknik Üniversitesinin EOQ Şemasına göre akredite edilen Kalite Personeli Eğitimi ve Sertifikasyonu Kuruluşunun Başkan Vekilliği görevini yürütmektedir. "Avusturya Ölçme ve Otomasyon Kuruluşu – ÖGMA (Österreichische Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik)" ve 1985 yılından beri Avusturya Standartları Enstitüsünün üyesi olan Durakbaşa, halen Enstitünün „Geometrik Mamul Şartları ve Doğrulanması“ Standart Teknik Komitesinde başkanlık, Kalite Yönetimi Standartları ile Çevre Yönetimi Standartları Teknik Komitelerinde üyelik görevlerini yürütmektedir. Uluslararası Standartlar Teşkilatı ISO'nun (International Organization for Standardization) „Kalite Yönetimi“, TC 176 ile „Geometrik Mamul Şartları ve Verifikasyonu“ TC 213 Teknik Komitelerinde Avusturya Temsilcisi olarak uluslararası alanda standardizasyon çalışmalarında aktif görev yapan Durakbaşa, Avusturya Kalite Bilim Platformu'nun Kurucu Üyesidir. Uluslararası alanda bilimsel çalışmaları ile onursal profesör ünvanı ve ulusal ödüllerin sahibi olan ve ABD, Azerbaycan, BAE, Çin, Japonya, Kırgızistan, Mısır ve Türkiye ile çeşitli Avrupa ülkelerinde 250 den fazla bilimsel konferans veren Durakbaşa'nın 280 den fazla bilimsel yayını bulunmaktadır.