

KAPLAMALI KESİCİ TAKIMLARDA KAPLAMA MALZEMESİNİN TAKIM-TALAŞ ARA YÜZEY SICAKLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN DENEYSSEL OLARAK ARAŞTIRILMASI

Hasan GÖKKAYA*, Kasım HABALI**, Yusuf ÖZÇATALBAŞ***

*Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
06570 Tandoğan, ANKARA

**Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü,
06500 Teknikokullar, ANKARA

***Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Metal Eğitimi Bölümü,
06500 Teknikokullar, ANKARA

ÖZET

Talaş kaldırma işlemlerinde, harcanan enerjinin hemen hemen tamamına yakın kısmı ısıya dönüşür. Bu sebeple kesme bölgesinde oluşan ısı, talaş kaldırma işleminde önemli bir faktör olup, takım ömrü ve iş parçasının yüzey kalitesi üzerinde bir etkisinin olduğu bilinmekte ve bu sıcaklığın ölçülebilmesi için kullanılacak yöntemler sürekli olarak araştırılmaktadır. Bu çalışmada, takım/iş parçası ısı çift yöntemi ile takım-talaş ara yüzey sıcaklığı üzerinde kaplama malzemesinin etkisi araştırılmıştır. Özellikleri iyi bilinen AISI 1040 çeliği üzerinde yapılan talaş kaldırma deneylerinde, takım kaplama malzemelerinin, kesme hızı ve ilerleme parametrelerine bağlı olarak takım-talaş ara yüzey sıcaklığının değişimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Elde edilen grafiklerden, kesme hızının sıcaklık üzerinde daha etkili bir parametre olduğu görülmüşken, ilerlemenin etkisinin daha az olduğu görülmüştür. Al_2O_3 kaplanmış ve en üstte TiN kaplama ihtiva eden üç katlı kaplamalı takımlarla yapılan deneylerde, TiN kaplanmış takımında en düşük sıcaklıklar elde edilmiş ve kaplama uygulaması ile sıcaklığın düştüğü belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kesme Sıcaklığı, Takım-İş parçası Isıl Çift Metodu, Kaplamalı Kesici Takımlar

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF COATING MATERIALS ON THE TOOL-CHIP INTERFACE TEMPERATURE ON COATED TOOLS

ABSTRACT

Almost all the energy consumed during machining is converted into heat. Therefore, the heat developed within the cutting zone is an important factor and is known to have influence on the tool life and workpiece surface quality. To determine this temperature, new methods have constantly been investigated. In this study, the effect of coating tool material on the tool-chip interface temperatures has been investigated through tool-workpiece thermocouple method. The machining tests were carried out on a AISI 1040 steel workpiece and the influences of tool coating materials, cutting speed and feedrate on the tool-chip interface temperatures were investigated. The obtained graphs show that cutting speed has more influence on the temperature than feedrate. The tests were carried out with the cutting tools Al_2O_3 and triple layer coated having TiN on the top and results showed that triple layer coated tools generated the lowest temperature and the application of coating the cutting tool lowered the temperature.

Key Words: Cutting Temperature, Tool-Chip Thermocouple Method, Coated Cutting Tools

1. GİRİŞ

Talaş kaldırma işlemlerinde, harcanan enerjinin hemen hemen tamamına yakın kısmı ısıya dönüşür. Bu sebeple kesme bölgesinde ortaya çıkan ısı, talaş kaldırma işleminde önemli bir faktör olup, takım performansı ve iş parçası kalitesi açısından büyük bir öneme sahiptir. Kesme parametrelerine bağlı oluşan ısıyı tahmin yöntemlerinin yanı sıra, doğrudan ısı/sıcaklık ölçmeye yönelik farklı deneysel çalışmalar mevcuttur (1). Kesme kuvvetleri, güç sarfiyatı, tork ve talaş kaldırma sırasında oluşan sıcaklık gibi bazı değişken faktörler, talaş kaldırma işlemini kontrol etmek için kullanılır. Bu farklı değişkenler arasında kesme sıcaklığı, takım aşınması ile ilişkili olması sebebi ile

talaş kaldırma prosesini kontrol maksadı ile ideal bir değişken olarak kabul edilir (2,3).

Kesme bölgesinde oluşan ısıyı ölçmek için 70 yıldan bu yana birçok teknik geliştirilmiştir (4). Bu tekniklerin çoğu, kesici takımın sıcaklığını ölçmede kullanılmaktadır (2,5). Talaş kaldırma sıcaklığının ölçümünde en çok kullanılan yöntem ise "takım-iş parçası ısı çift (thermocouple)" yöntemidir. Bu yöntem, kesme hızı ve ilerleme gibi kesme parametrelerinin etkisini göstermek için en kullanışlı yöntemdir. Fakat bulunan değerler yine de tam sonucu vermemektedir. Bu yöntemde, kesme sırasında takım ve talaş arayüzeyinde oluşan ısı sebebiyle iş parçası ve kesici takım bir ısı çifti gibi davranarak elektro motor kuvveti (emk) üretir.

Bu metodun zorluğu, kesici takım ve iş parçası ikilisinin kalibrasyon gerekliliği ve bir ısıl çift olarak işlev görmesinden kaynaklanmaktadır (6,7).

İş parçasının işlenmesi sırasında ortaya çıkan ısı kesici takım, iş parçası, oluşturulan talaş ve kullanılıyorsa kesme sıvısı olmak üzere dört farklı yolla kesme bölgesinden uzaklaştırılır (8,9). Talaş kaldırma sırasında ortaya çıkan ısı, kesici takımın performansını sınırlayan faktördür. Bu durum, yüksek seviyedeki ısıya dayanabilen kesici takım malzemelerinin gelişmesini zorlamaktadır (10).

Kesici takımdaki sıcaklık artışını ölçmek için kullanılan diğer bir metot takıma gömülmüş ısıl çiftle yapılan ölçümdür (11). Küçük çaplı ısıl çiftlerin kullanılması ile farklı pozisyonlardaki pek çok küçük delik vasıtasıyla takımdaki sıcaklık artışına ilişkin doğru sonuçları elde etmek mümkündür (12,13). Buradaki dezavantaj, yüksek sıcaklık artışının gerçekleştiği kesme kenarına yakın yerlere ısıl çiftlerin yerleştirilmesinin zor olmasıdır. Yüksek kesme hızlarında kullanılan seramikler gibi pek çok kesici takım malzemesinde kırılma ve elektriksel direnç önemli olduğundan, yukarıda tanımlanan metodu uygulamak zordur (14).

Yapılan araştırmaların çoğunda, talaş kaldırma sıcaklıklarını ölçmek için takım-iş parçası ısıl çift yöntemi kullanılmıştır (15-18). Bunun sebebi, literatürde belirtilen laboratuvar ortamlarındaki sıcaklık ölçme yöntemlerinin hiçbirinin basit ve rutin deneyler için güvenilir olmamasıdır. İnfrared metotlarında, sinyalden parazite dönüşüm oranı düşüktür. Çünkü sıcak talaştan dolayı, en büyük "emk" kazancın özellikleri karmaşıktır ve duman, titreşim vb. sebeple düşük hassasiyete sahiptir (14,19). Kesici uca gömülen veya talaş kırıcı arasına ısıl çift yerleştirme metotları da nispeten düşük tepki süresi ile sinyalden parazite dönüşüm (takım içindeki yüksek sıcaklık farkından dolayı) oranı düşüktür (15).

Bu çalışmada, takım-talaş arayüzündeki sıcaklığı ölçmek için, literatürde en yaygın kullanılan "takım-iş parçası ısıl çift" yöntemi baz alınarak bir deney düzeneği kurulmuş, mekanik ve fiziksel özellikleri bilinen AISI 1040 çelik malzeme üzerinden talaş kaldırmak suretiyle sıcaklık ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Kesici takım kaplama malzemelerinin etkileri dikkate alınarak, yaygın olarak kullanılan Al_2O_3 kaplamalı takım ile en üstte sürtünme katsayısı düşük TiN kaplı, üç katlı kaplamaya sahip kesici takımlar kullanılmıştır.

Aynı alt katmana sahip kesici takımlarda, kaplama malzemesinin ve işleme parametrelerinin talaş kaldırma sırasında oluşan sıcaklık üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Deney Numuneleri

Deneyisel çalışmalar için, endüstride yaygın olarak kullanılan AISI 1040 çelik malzemeden hazırlanmış numuneler kullanılmıştır. Deney numunelerinin kimyasal bileşimi ve mekanik özellikleri Çizelge 1 ve Çizelge 2' de verilmiştir. Torna tezgahında, ayna/punta arasında işlenecek tarzda $\varnothing 65 \times 650$ mm boyutlarında hazırlanan deney numunelerinin tezgah gövdesinden izolasyonunu sağlamak için punta tarafına poliamid bir malzeme yerleştirilirken, aynaya bağlanan faturalı kısma yine aynı malzemeden bir pens bağlanarak tam bir izolasyon sağlanmıştır.

Çizelge 1. Deney numunelerinin kimyasal bileşimi (% Ağırlık)

C	Mn	Si	P	S
0.365	0.799	0.247	0.0166	0.0422

Çizelge 2. Mekanik özellikleri

Sertlik BSD 30	Kopma Dayanımı N/mm ²	Akma Sınırı N/mm ²	Kopma Uzaması % (5do)
196	620	280	22

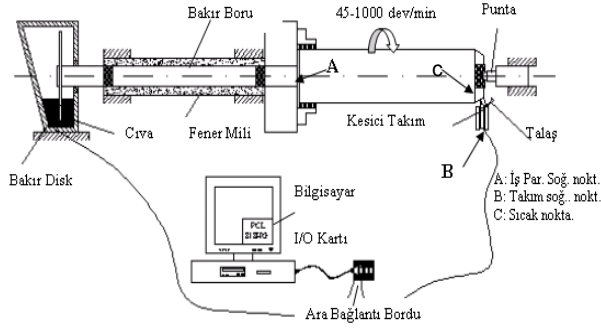
2.2. Kesici Takımlar

Kesici takım kaplama malzemelerinin, takım/talaş arayüzey sıcaklığına etkisini değerlendirmeyi hedefleyen bu çalışmada, adi karbonlu çelik malzeme için ISO P15-P20 kalitesine (grade) karşılık gelecek şekilde, Sandvik firmasına ait GC3015 kalitesinde Al_2O_3 kaplı sementit karbür ve yine Sandvik firmasına ait GC415 kalitesinde, en üstte TiN kaplı üç katlı kaplamaya sahip sementit karbür kesici takımlar kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan değiştirilebilir uçlar "SNMM 120412" formunda olup, bu uçlara uygun PSSNR 2525 M12 takım tutucu kullanılmıştır.

ISO 3685' te önerildiği gibi imalatçı firmaların kesici takım kaliteleri için önerdiği kesme hızı aralıkları dikkate alınarak beş farklı kesme hızı belirlenmiştir. İlerleme değerleri ve talaş derinliği, uç radyüsüne bağlı olarak ISO 3685' te tavsiye edilen aralıkta seçilmiştir.

2.3. Deney Düzeneği

Kurulan sistemin esası, takım / talaş arayüzeyi sıcaklığını ölçmeyi hedeflemektedir. Bu yöntemde ölçülen değer, takım / talaş arayüzeyindeki ısı sebebiyle oluşan bir elektro motor kuvvettir (emk). Bu yöntemin temeli, iki farklı metalin ara yüzeyinde ara yüzey sıcaklığı değiştiği zaman emk oluşması esasına dayanır. Oluşturulan deney düzeneği Şekil 1’de şematik olarak gösterilmiştir.

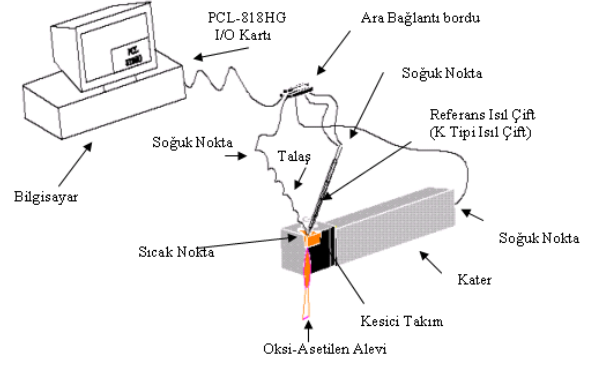


Şekil 1. Deney Düzeneği.

Deney düzeneği klasik bir torna tezgahı üzerine monte edilmiş olup iş parçası kesici takım tezgah gövdesinden izole edilmiştir. Emk’ nın doğru ölçülebilmesi için tezgah fener mili içerisinden bakır bir boru geçirilerek bu borunun ucuna eklenen bakır bir diskin kapalı bir kap içerisinde cıva ile teması sağlanmıştır. Böylece emk’ nın ölçülebilmesi için takım ve iş parçası ikilisi arasında iletken bir devre oluşturulmuştur. Şekil 1’ de A ve B noktaları oda sıcaklığında soğuk temas durumunda iken, takım ve talaş C noktasında sıcak temas durumundadır. Bu noktada oluşturulan emk, PCL-818 HG I/O kartı ile ölçülmüştür.

2.4. Kalibrasyon

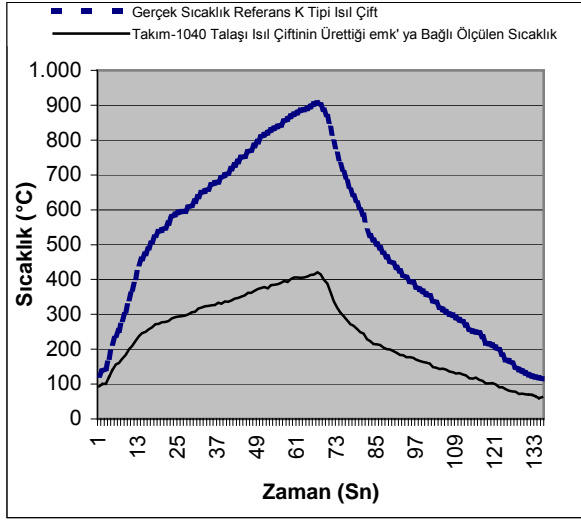
Kalibrasyon uygulaması için kurulan sistem Şekil 2’ de gösterilmiştir.



Şekil 2. Kalibrasyon Sistemi

Kalibrasyon düzeneğinde iş parçası yerine iş parçası talaşı kullanılarak, takım-talaş ısıl çift devresi tamamlanmış ve emk giriş bağlantı uçları I/O kartı bağlantı bordu ile irtibatlandırılmıştır. Takım-talaş ısıl çifti kullanılan programa K tipi (Ni-Cr/Ni-Al) tanıtılmıştır. Her iki ısıl çiftin, kesici takım üzerinde ısı yoğunluğunun yüksek olduğu noktalara, nokta direnç kaynağı ile montajı sağlanmıştır. Montaj esnasında kaplama malzemelerinin nokta direnç kaynağından etkilenip etkilenmediği optik mikroskopla kontrol edilerek, kaplamada herhangi bir tahribatın bulunmadığı görülmüştür. Daha sonra iki ısıl çiftin bilgisayar ortamında ve oda sıcaklığındaki kalibrasyonu, oda sıcaklığında oksijen-gaz alevi ile ısı artışı sağlanarak yapılmıştır.

Şekil 3’ de referans ısıl çift ve takım iş parçası ısıl çiftinin, bilgisayardan alınan zamana bağlı sıcaklık değişim eğrileri verilmiştir. Isınma eğrisinde, belirli bir dereceye kadar her iki ısıl çiftin sıcaklık/zaman eğrilerinde bir paralellik görülmekle birlikte takım-iş parçası ısıl çiftinin sıcaklık artış hızında, referans ısıl çifte göre yavaşlama görülmektedir. Bu durum, sıcak noktanın ısıtılması sırasında en yüksek sıcaklığa ulaşıldığında, başlangıç sıcaklığına göre, takımın soğuk nokta sıcaklığındaki artış ile açıklanabilir. Soğuma safhasında, takım-iş parçası ısıl çiftinin soğuma eğrisi ile referans ısıl çiftin soğuma eğrisi arasındaki farkın, azalan sıcaklıkla birlikte azaldığı görülmüştür. Her üç takım için elde edilen bu eğrilerden gerçek sıcaklık ile talaştan alınan sıcaklık arasında bir kalibrasyon katsayısı belirlenmiştir.

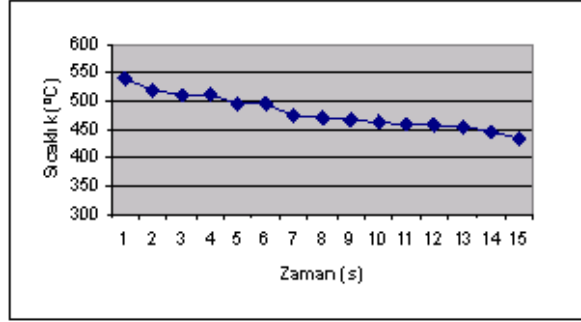


Şekil 3. Referans ve takım-talaş ısıl çiftlerinin zaman sıcaklık eğrileri.

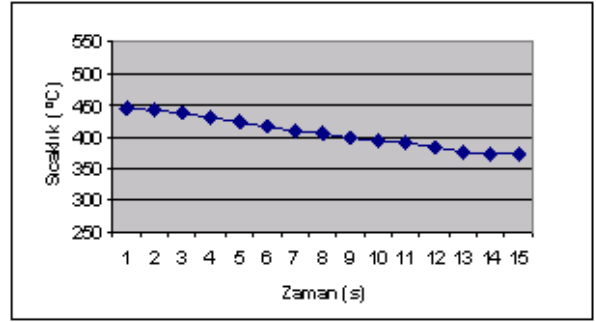
soğuk noktadaki sıcaklık değişimine bağlı olarak açıklamak mümkündür.

Zamana bağlı olarak, soğuk noktadaki sıcaklık artışı neticesinde emk düşmektedir. Bunun anlamı, talaş kaldırma sırasında, takım ve takım tutucuya aktarılan ısı neticesinde, soğuk noktayı oluşturan takım tutucunun arka tarafında, sıcaklık yükselmekte, buna bağlı olarak da emk değişmektedir. Bu da takım-talaş ara yüzeyindeki sıcaklığın zamana bağlı olarak düşmesinin (Şekil 5' de açıklandığı gibi) nedeni olarak karşımıza çıkmaktadır.

Buradan elde edilebilecek en önemli sonuçlardan bir tanesi, bu yöntemle talaş kaldırma sırasında kararlı bir sıcaklık ölçümü gerçekleştirmek için, soğuk noktadaki (katerin en arka ucu) sıcaklık artışının engellenmesi gereğini ortaya koymaktadır.



(a)



(b)

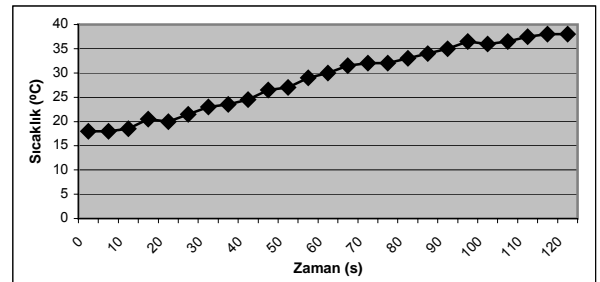
Şekil 4. V= 58 m/min ve f = 0.24 mm/dev için zamana bağlı sıcaklık değişimleri. a) Al₂O₃ kaplanmış kesici takım, b) En üstte TiN kaplanmış kesici takım.

3.DENEY SONUÇLARI VE TARTIŞMA

3.1. Genel Esaslar

İki farklı takım ve her takım için beş farklı kesme hızı ve iki farklı ilerleme ile AISI 1040 çeliği kullanılarak yapılan deneyler sonucunda, takım-talaş arayüzeyinde ölçülen sıcaklıklar her takım malzemesi, her ilerleme ve her kesme hızı için, zamana bağlı olarak grafiklere aktarılmıştır. Talaş derinliği sabit bir parametre olarak ($a = 2.5$ mm) alınmıştır.

Şekil 4' de görülebileceği gibi, kesme hızı, ilerleme ve takım parametreleri değiştirilerek yapılan bütün deneylerde, zamana bağlı olarak, ilk talaş kaldırmaya başlandığı andaki sıcaklığın düştüğü gözlenmiştir. Bu duruma kalibrasyon denklemleri oluşturulurken, talaş kaldırma sırasında,



Şekil 5. Al₂O₃ kaplı kesici takımında zamana bağlı olarak soğuk noktadaki sıcaklık değişimi.

Şekil 4' e benzer olarak elde edilen tüm grafikler baz alınarak her deney için, ilk talaş kaldırma anındaki en yüksek sıcaklıklar dikkate alınmıştır. Bu en yüksek sıcaklıklar esas alınarak, değişen kesme parametreleri ve takımlar için elde edilen değerler, Çizelge 3' de özetlenmiştir.

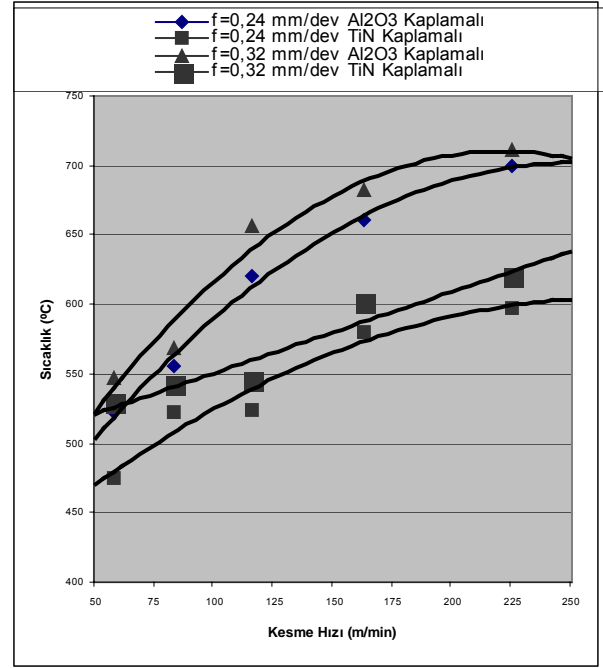
Çizelge 3. Kesici takım kaplama malzemesi, ilerleme ve kesme hızına bağlı olarak elde edilen sıcaklık değerleri

Kesici Takım	İlerleme (mm/dev)	Kesme Hızı (m/min)	Ölçülen Takım/Talaş Arayüzey Sıcaklığı (°C)
Al ₂ O ₃ Kaplı (Sandvik GC3015)	0,24	58	522
		83	555
		116	620
		163	661
		225	699
	0,32	58	547
		83	569
		116	657
		163	682
		225	711
En Üstte TiN (Sandvik GC415)	0,24	58	475
		83	522
		116	524
		163	580
		225	598
	0,32	58	529
		83	542
		116	545
		163	601
		225	620

3.2. Al₂O₃ Kaplanmış ve En Üstte TiN Kaplanmış Üç Katlı Kaplama İhtiva Eden Kesici Takımda Kesme Hızı ve İlerlemeye Bağlı Olarak Sıcaklıktaki Değişim

Al₂O₃ kaplanmış sementit karbür takım ve en üstte TiN kaplanmış üç katlı kaplama ihtiva eden kesici takımlarla, beş farklı kesme hızı ve iki farklı ilerleme kullanılarak yapılan deneylerde, oluşturulan deney düzeneği ile takım-talaş ara yüzeyinde ölçülen sıcaklıklar Şekil 6' daki grafikte gösterilmiştir.

Al₂O₃ kaplanmış takımında, her iki ilerleme değeri için, kesme hızındaki % 27,5 ~ % 30 arasında değişen artışlara karşılık, 83 m/min' den 116 m/min' lik kesme hızına geçildiği bölge hariç, sıcaklıktaki artış % 4 ~ % 6,2 arasında olmuştur. Ancak, kesme hızı 83 m/min' den 116 m/min' e artırıldığında, 0,24 mm/dev ilerleme için sıcaklıkta % 10,5, 0,32 mm/dev ilerleme için ise % 13,4 'e kadar varan bir artış söz konusu olmuştur.



Şekil 6. Al₂O₃ kaplanmış kesici takımla, en üstte TiN kaplanmış üç katlı kaplama ihtiva eden kesici takımında kesme hızı ve ilerlemeye bağlı olarak takım-talaş ara yüzeyindeki sıcaklık değişimi

Çok katlı (üç kat) kaplamaya sahip ve en üst katman olarak TiN kaplama uygulanmış kesici takımında kaplama malzemesi dikkate alındığında, göze çarpan en çarpıcı sonuç sıcaklıkta gözlenen düşüştür. Al₂O₃ kaplı takımında 700 °C civarında seyreden maksimum sıcaklık, bu takım kullanıldığında 600 °C civarlarına düşmektedir. Bu durum, TiN kaplamanın düşük sürtünme katsayısına bağlı olarak açıklanabilir (11,12).

0,24 mm/dev ilerleme baz alındığında, kesme hızındaki yaklaşık % 30' lara varan artışla, sıcaklıkta % 9' lara varan bir artış gözlenmiştir. İlerleme 0,32 mm/dev' e çıkarıldığında, kesme hızı ve ilerlemenin her ikisinde de % 30' lar civarında olan artışla sıcaklıklardaki artışın daha kararlı hale geldiği ve % 3 ~ % 9,3 arasında değişen bir artış gözlendiği görülmüştür. Bu kaplama malzemesi için hızın 83 m/min' den 116 m/min' e çıkarılması sırasında sıcaklığın kararlı kaldığı gözlenmiştir. Bu durum, Al₂O₃ kaplanmış takım için gözlenenden tamamen farklı bir eğilim sergilemektedir. Al₂O₃ kaplamalı takım da sıcaklıktaki en yüksek değişim bu kesme hızı aralığında görülürken, TiN kaplı takımında bu aralık, sıcaklığın hemen hemen değişmeden (sadece % 0,4 ~ % 0,55 artış) kaldığı bir hız aralığı olarak tespit edilmiştir.

İlerlemedeki artışa bağlı olarak farklı kesme hızlarındaki sıcaklık değişimi değerlendirildiğinde, Literatürde görülen genel eğilimin çok belirgin bir şekilde elde edilebileceği görülmektedir (11,13). Kesme hızı 58 m/min' den 83 m/min' e (% 43) ve ilerleme 0,24 mm/dev den 0,32 mm/dev' e (% 33) artırıldığında, sıcaklıktaki artış % 10' lara çıkarırken, bundan sonra, hızdaki yaklaşık % 30 civarındaki artışlarla, ilerlemedeki % 33' lük değişime karşılık sıcaklık artışının % 3,5 civarında kararlı kaldığı gözlenmiştir. Bu durum düşük kesme hızlarında, ilerlemenin sıcaklık üzerinde baskın bir parametre olduğunun açık bir göstergesi olarak yorumlanmıştır (11,13,20).

Talaş kaldırma sırasında meydana gelen sıcaklık değişimini gösteren grafik, Şekil 6 ' da gösterilmiştir. Grafik değerlendirildiğinde kaplanmış takımlarda, takım-talaş ara yüzeyinde oluşan sıcaklık, kaplama malzemesi özelliklerine göre kıyaslandığında, en üstte TiN kaplı üç katlı kesici takımında, Al₂O₃ kesici takıma göre daha düşük olmaktadır. Bu durum, takımlara uygulanan farklı kaplama işleminin, takımın talaş yüzeyinde pek çok aşınma mekanizmasını (adhezyon, difüzyon, termal yorulma vb.) aktif hale getiren sıcaklığın kontrol altına alınmasında etkili olduğunu göstermektedir.

Sıcaklıktaki değişim; kesme hızı ve ilerlemedeki değişimlere bağlı olarak yorumlandığında, birbirine paralellik arz eden grafikler, her iki kesici takım için de benzer eğilimler sergilemektedir. Genel olarak kesme hızındaki ve ilerlemedeki artışla, sıcaklıkta da artış meydana geldiği, sıcaklık artışında, kesme hızının daha etkili bir parametre olduğu söylenebilir. Bu durum literatürle paralellik arz etmektedir (21-26).

En düşük sıcaklıklar en üstte TiN kaplanmış, üç katlı kaplamaya sahip takım ile elde edilmiştir. Günümüzde kullanılan modern takımlarda, kesicinin aşınma direncini ve kimyasal kararlılığını arttırmak, sürtünme katsayısını düşürmek için çok katlı kaplama uygulamaları gündeme gelmiştir. Özellikle, en üstte TiN kaplama uygulaması, bu malzemenin yüksek aşınma direncinin yanı sıra düşük sürtünme katsayısı sebebi ile talaş yüzeyinde sürtünme kuvvetlerini azaltmayı hedeflemektedir. Bu tür takımlarda, en üstteki TiN kaplamanın hemen altında Al₂O₃ kaplama uygulaması, daha önce de söz edildiği gibi, takımın kimyasal kararlılığını arttırmak içindir (11,20).

Her iki takım için ortak, 0,24 mm/dev ilerleme baz alındığında, TiN kaplı takım, Al₂O₃ kaplı takım ile karşılaştırıldığında, kesme hızına bağlı olarak sıcaklık % 6 ~ % 15 (ortalama % 11,3) civarında azalmaktadır.

Genel olarak, takımlara uygulanan kaplamaların, takım-talaş ara yüzeyindeki sıcaklığı düşürdüğünü söylemek mümkündür. Talaş kaldırma sırasında harcanan enerjinin tamamına yakın bir kısmının ısı enerjisine dönüştüğü göz önünde bulundurulacak olursa; düşük sıcaklıklar, düşük kesme kuvvetleri ve düşük enerji ihtiyacı anlamı taşımaktadır. Bu açıdan kaplama, malzemelerin işleme performansı ve ekonomisine önemli katkıları olacağı, genellikle düşük sürtünme katsayısı sebebi ile en üst katman olarak uygulanan TiN kaplamaların takım-talaş ara yüzeyindeki sıcaklığın azalmasında önemli bir rol üstlendiği görülmektedir.

4. SONUÇ

Kaplamalı kesici takımlarda takım-talaş ara yüzeyindeki sıcaklık değişimi değerlendirmeyi amaçlayan bu çalışmada elde edilen en önemli bulgular aşağıda özetlenmiştir:

1. Farklı parametrelerle yapılan bütün deneylerde, elde edilen en yüksek sıcaklıklar baz alınarak yapılan değerlendirmede, kesme hızı ve ilerlemedeki artışa bağlı olarak sıcaklığın da arttığı görülmüştür.

2. Kesme hızı ve ilerlemedeki artışla sıcaklıkta bir yükselme görülmekle beraber, sıcaklık artışı kesme hızındaki artışa daha duyarlı olmakta, ilerleme ikinci derecede bir etki göstermektedir. Bu durum kesme hızının takım-talaş ara yüzeyinde daha etkili bir parametre olduğunu göstermektedir. Gözlenen bu eğilim, literatürdeki sonuçlarla da örtüşmektedir.

3. Kesme hızındaki yaklaşık %30'luk artışlara karşılık görülen sıcaklık artışları, Al₂O₃ kaplı kesici takımında %4 ~%6.2 ve en üstte TiN kaplanmış takımlarda %3 ~%9.8 civarında olmuştur.

4. İlerleme-sıcaklık arasındaki ilişki değerlendirildiğinde; daha düşük kesme hızlarında, ilerlemede %33'lük bir artışa karşılık, sıcaklıktaki artış %10'lara kadar çıkarken, daha yüksek kesme hızlarında, ilerlemedeki %33'lük artışa karşılık sıcaklık artışının %3.5 civarında kaldığı gözlenmiştir. Bu durum, düşük kesme hızlarında ilerleme-

nin, sıcaklık üzerinde daha etkili bir parametre olduğunu göstermektedir.

5. Her iki takım için elde edilen verileri sergileyen grafiklerden kaplama uygulanmış takımlar, kaplama malzemesi özelliğine göre karşılaştırıldığında, bütün hız ve ilerleme değerleri için, en üstte TiN kaplanmış üç katlı kaplamalı takımda sıcaklığın önemli ölçüde düştüğü görülmektedir. Bu durum, takımda pek çok aşınma mekanizmasını aktif hale getiren sıcaklığın kontrol altına alınmasında, takımlara farklı kaplama işleminin uygulanmasının etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir.

6. KAYNAKLAR

1. Gökkaya, H., Şeker, U., İzciler, M., Takım Talaş Arayüzey Sıcaklığının Ölçülmesi İçin Yapılmış Deneysel Çalışmalar Üzerine Bir Değerlendirme, Makine Tasarım ve İmalat Teknolojileri Kongresi, Matit 2001, s 91-94, Konya.
2. Chow, J.G., Wright, P.K., 1998, On-line Estimation of Tool Chip Interface Temperature For a Turning Operation, Trans. ASME. J. Eng. Ind. 110, pp. 56-64.
3. Tay, A.A.O., 1993, A Review of Methods of Calculating Machining Temperature, Journal of Material Processing Technology, Vol.36, pp. 225-257.
4. Byrne, G., 1987, Thermoelectric Signal Characteristics of Average Interfacial Temperatures in The Machining of Metals Under Geometrically Defined Conditions, Int. J. Mach. Manuf. 27 (2), pp.215-224.
5. Herbert, E.G., 1926, The Calibration of Tool/Work Thermocouple, Proc. Inst-Meach. Eng. 1, pp. 289-329.
6. Braiden, P.M., 1968, The Calibration of Tool/Work Thermocouple, Proc. 8th Int. MTDR Conf., Manchester, Sept. 1967, Pergamon, Oxford, pp. 653-666.
7. Alvelid, B., 1970, Cutting Temperature Thermo-Electrical Measurements, Ann. CIRP 18, pp. 547-554.
8. Shaw, M.C., 1984, Metal Cutting Principles, Oxford University Press, London, ISBN 0-19-859002-4. pp. 594.
9. Bever, M.B., Marshall, E.R., Ticknor, L.B., 1953, The Energy Stored In Metal Chips During Orthogonal Cutting, Journal Appl. Phys. 24 pp. 1176-1179.
10. Trent, E.M., 1984, Metal Cutting, 2nd ed., Butterwoths, London ISBN 0-408-10856.
11. Şeker, U., Takım Tasarımı Ders Notları 1997.
12. Paul Degarmo, E., Black, J.T., Ronaldo A.Kohser, Material and Process in Manufacturing, Prentice Hall International Inc. 1997.
13. Trent, E.M., 1984, Metal Cutting, 2nd ed., Butterwoths, London ISBN 0-408-10856,
14. Lin, j., Lee, S.L., Weng, C.I., 1993, Estimation of Cutting Temperature in High Speed Machining, Trans. ASME-JEMT 114, pp. 289-296.
15. Özçatalbaş, Y., 2001, Takım-iş parçası Isıl Çift Yöntemiyle Takım/Talaş Ara Yüzey Sıcaklığının Ölçülebilirliği, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt 14, no 3, s 957-967 Temmuz, Ankara.
16. Stephenson, D.A., 1993, Tool-Work Thermocouple Temperature Measurements Theory and Implementation Issues, Trans. ASME J. Eng. Ind., Vol. 115, pp. 432-437.
17. K.J. Trigger, Progress Report no.1 on Chip - Tool Interface Temperatures, Trans ASME 70, (1948) ,pp 91-98.
18. K.J. Trigger, Progress Report no.2 on Chip - Tool Interface Temperatures, Trans ASME 70 (1949) pp 163-174.
19. Stephenson, D.A., 1991, An Inverse Method for Investigating Deformation Zone Temperatures in Metal Cutting, Journal of Engineering for Industry, vol. 113, pp. 259
20. Modern Metal Cutting, Practical Handbook, Sandvik, 1994.
21. Tay, A.A.O., 1993, A Review of Methods of Calculating Machining Temperature, Journal of Material Processing Technology, Vol.36, pp. 225-257.
22. Silva, M. Bacci da., Wallbank, j., 1999, Cutting Temperature: Prediction and Measurement Methods a Review, Journal of Materials Processing Technology 88, pp. 195-202.

23. Merchant, M.E., Field, M., 1949, Nics of Formation of the Discontinuous Chip in Metal Cutting, Trans ASME 71, pp. 4-21.
24. Pispanem, V., 1984, Theory of Formation of Metal Chips, J. Appl. Phys. 19, pp. 876-881.
25. Merchant, M.E., 1945, Mechanics of Metal Cutting Process, I. Orthogonal Cutting and a Type 2 Chip, J. Appl. Phys, (5).
26. Machinability, 1946, Proc. Conf. On the Mechanical Engineering, Proc. Inst. Mech. Eng, pp. 233-291, 155, London