

DELİK DELME İŞLEMLERİNDE KESME PARAMETRELERİNİN KESME BÖLGESİNDEKİ SICAKLIĞA ETKİSİNİN DENEYSSEL İNCELENMESİ

Selçuk YAĞMUR, Adem ACIR, Ulvi ŞEKER, Mustafa GÜNAY*

Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Ankara /TÜRKİYE

* Karabük Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Karabük /TÜRKİYE

svagmur@gazi.edu.tr, adema@gazi.edu.tr, useker@gazi.edu.tr, mgunay@karabuk.edu.tr

(Geliş/Received: 10.08.2011; Kabul/Accepted: 20.12.2012)

ÖZET

Makine imalat sanayinde delme işlemi en önemli talaş kaldırma işlemlerinden biridir ve talaş kaldırma işlemlerinin yaklaşık üçte birini oluşturmaktadır. Son yıllarda delme işlemlerinde karşılaşılan problemlerin çözümüne yönelik deneysel çalışmalar ve bu işlemlerde oluşan ısıl ve mekanik yüklerin modellenmesi üzerine yapılan çalışmalar yoğunluk kazanmıştır. Bu çalışmada, endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılan AISI 1050 malzemelerin delinebilirliği; delik delmede delik tipi (ön delikli ve doluya delme), kesme parametreleri (60, 75, 90 ve 108 m/dakika kesme hızları 0,15, 0,20 ve 0,25 mm/dev ilerleme miktarları) ve kesici takım tipi (kaplamasız ve TiN/TiAl/TiCN kaplamalı solid karbür) girdileri baz alınarak; talaş kaldırma sırasında oluşan sıcaklık açısından değerlendirilmiştir. Matkap talaş yüzeyi boyunca meydana gelen kesme sıcaklıkları kaplamalı ve kaplamasız matkapların soğutma kanalları içerisine yerleştirilmiş K tipi ısıl çiftler yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde; kesme bölgesindeki sıcaklığın artan ilerleme miktarı ile azaldığı gözlenmiştir. Kesici takıma kaplama uygulaması neticesinde, kesme bölgesindeki sıcaklıkla önemli ölçüde düşmüştür. Takıma kaplama yapılması değerlendirilen bütün parametreler açısından önemli avantajlar sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Delme, Yekpare Sementit Karbür Matkap, Kesme Bölgesi Sıcaklığı, Kesme Parametreleri.

AN EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF EFFECT OF CUTTING PARAMETERS ON CUTTING ZONE TEMPERATURE IN DRILLING

ABSTRACT

Drilling is one of the most important machining processes in manufacturing industry. Recently, the work dealing with the problems encountered during drilling and their solution has been increased. Modelling of thermal and mechanical loads developed during drilling has also been increased. In this study, the drillability of AISI 1050 steel widely used in industrial applications will be investigated under various drilling types (hole type) cutting parameters (60, 75, 90 and 108 m/min cutting speed and 0.15, 0.20 and 0.25 mm/rev feed) and cutting tool type (uncoated and TiN/TiAl/TiCN coated solid carbide). Cutting temperatures developed along the drill rake face when drilling with coated and uncoated drill bits will be measured with the help of K type thermocouples inserted in the cooling channels of the drills. When the results of the experiments are evaluated, cutting temperature decreased with increasing feed and coating application significantly reduced cutting temperatures in the cutting zone. Coating application has provided significant benefits in the all parameters.

Keywords: Drilling, Solid Cementite Carbide Drill, Cutting Zone Temperature, Cutting Parameters

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Kesici takımın daha uzun ömürlü olabilmesi ve iş parçasının istenilen kalitede üretilerek hammadde israfının önlenmesi için, kesme performansın ve şartlarının optimize edilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bunu gerçekleştirebilmek için, kesici takımların ömrüne tesir eden etkenler ile iş parçasının kalitesinin belirlenmesinde etkili olan etkenler bilim adamları tarafından araştırılmaktadır [1]. Delik delme işlemi en önemli talaş kaldırma işlemlerinden biridir ve talaş kaldırma işlemlerinin yaklaşık üçte birini içermektedir. Bu işlem genellikle talaş kaldırma işlemlerinde son işlem olarak kullanılır. İmalat endüstrisinde modern talaşlı imalat yöntemleri geliştirilmesine rağmen, geleneksel delik delme yöntemi ekonomikliği ve basit uygulanabilirliği gibi sebeplerden dolayı hala en yaygın kullanılan işleme yöntemidir [2].

Delik delme işlemi bazı yönleri ile tornalama ve frezeleme işlemleri ile karşılaştırılabilir de delik delmede talaş kırma ve talaşın boşaltılması kritik öneme sahiptir. Delik derinliği ne kadar uzunsa işlemi kontrol etmek ve talaş kaldırmak o kadar zor olur. Delme işlemi sırasında meydana gelen talaş oluşumu kesme kuvvetlerini, kesme sıcaklığını ve dolaylı olarak deliğin yüzey kalitesini ve ölçü tamlığını etkilemektedir. Ayrıca, delme işlemleri sırasında talaşın atılabilirliği de delik kalitesini doğrudan etkilemekte olup kesme parametrelerine (kesme hızı, ilerleme) göre değişmektedir. Kesme hızı ve ilerleme delik delmedeki en önemli parametrelerdir. Bunlar kesme işlemi sırasında meydana gelen sıcaklık ve kesme kuvvetlerini doğrudan etkilemekte olup kesici takımın (matkap) performansını belirleyen unsurlardır [3, 4].

Literatürdeki çalışmalar ışığında, sıcaklık ve kesme kuvvetleri, talaşlı imalatta özellikle kuru işlemede en önemli kriterler olarak karşımıza çıkmaktadır. Delme işlemi esnasında meydana gelen sıcaklığın kontrol edilememesi hem kesici takımın hem de iş parçasının önemli ölçüde etkilenmesine sebep olur. Kesici takımda değişik aşınma türlerine yol açarak nihayetinde takımın ömrünü beklenilenden daha kısa zamanda tamamlamasına neden olmaktadır. İş parçasının da ise, yüzey kalitesinin olumsuz yönde etkilenmesine, aynı zamanda iş parçasının kimyasal yapısında istenmeyen değişikliklere yol açar. Bu sebeplerden dolayı delik delme işlemlerinde sıcaklık ölçümü bir çok araştırmacının ilgisini çekmiştir.

Yapılan çalışmalarda kesme sıcaklıklarının ölçümü için bir çok farklı yöntem denemiştir. İş parçası ve takım arasında oluşan sıcaklığı ölçülebilmek için hem ısı çifti hem de kızılötesi kamera kullanılarak deneysel çalışmalar yapılmıştır [5]. Yine kesme bölgesi sıcaklıklarının ölçülebilmesi için iş parçası malzemelerine gömülmüş ısı çiftleri kullanılmıştır [4, 6-7]. Ayrıca ısı çiftleri kesici takım soğutma

kanallarına yerleştirilerek de kesme bölgesi sıcaklıkları ölçülmüştür [8]. Bununla birlikte sıcaklık ölçümlerinin analizi için FEM (Finite Element Method) sıkça başvurulan yöntemler arasında yerini almıştır [9-11]. Yapılan çalışmalarda kesme sıcaklıkları ölçümü için birçok farklı yöntem denemiştir. Problemleri aşabilmek için değişik alternatifler araştırılmış ve özellikle günümüzde kullanımı yaygın olan malzemelerin işlemlerinde oluşan sıcaklık değerleri belirlenerek bu malzemeler için optimum kesme şartları belirlenmiştir.

Bu çalışma kullanılacak yöntem için literatür araştırmaları sonrasında Bağcı ve Özçelik'in kullandığı deney düzeneğinden [8] yola çıkılarak bir deney düzeneği oluşturulmuştur. Çalışmalarda AISI malzemelerin dik işleme merkezinde sabit matkap/dönen iş parçası yöntemiyle kaplamalı ve kaplamasız matkaplarla delik boyu 35 mm göz önünde bulundurularak $\leq 3D$ boyunda delinmesi esnasında oluşan kesme sıcaklığı incelenmiştir. Sıcaklık ölçümü için ısı çifti yöntemi kullanılmıştır. Endüstriyel anlamda çok kullanılan AISI 1050 çelik malzemenin, delik delme operasyonlarındaki işleme durumları, kesme bölgesi sıcaklıkları ölçümü açısından değerlendirilerek, referans veriler elde edilmesi amaçlanmıştır. İş parçası olarak kullanılan malzemenin delinebilirliğinde, en uygun verim için gerekli olan kesme hızı ve ilerleme değerlerinin belirlenmesine çalışılmıştır.

2. MALZEME VE METOT (MATERIAL AND METHOD)

Deney Numuneleri (Experiment Samples)

Bu çalışmada sanayide yaygın olarak kullanılan AISI 1050 çeliği kullanılmıştır. AISI 1050 çeliği makine, otomotiv ve imalat sanayinin yanı sıra özellikle cer kancaları, dişliler, kazıcılar, raylar vb. bir çok alanda kullanılan bir malzemedir [8]. Deneylerde kullanılan AISI 1050 çeliğinin ısı özelliklerinin bir kısmı Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. AISI 1050 Çeliğinin ısı özellikleri (Thermal properties of AISI 1050 steel)

AISI 1050		
Spesifik Isı	Termal İletkenliği	Termal genişleme katsayısı
0,5 kJ/kg K	58 W/m K	12 x 10 ⁻⁶ 1/ K

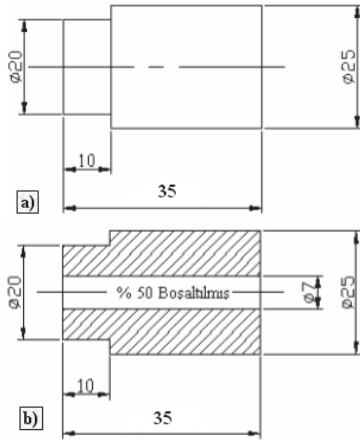
Deneylerde Kullanılan Takım Tezgâhı (Machine Used in The Experiments)

Talaş kaldırma deneyleri Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü Talaşlı Üretim Anabilim Dalında bulunan Johnford VMC-550 marka CNC dik işleme merkezinde yapılmıştır. Bu tezgahın özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Deneylerde kullanılan tezgahın teknik özellikleri (Technical characteristics of the machine used in the experiments)

Tezgahın Gücü	5 KW
En Yüksek Devir Sayısı	6000 dev/dakika
Sırayla x, y, z ekseninde kurs	600, 500, 600 mm
Ölçü Hassasiyeti	0,001 mm

Deneylerde talaş hacmi önceden %25 oranında boşaltılmış (numuneler önceden 7 mm çapında delinmiştir)ve dolu numuneler kullanılmıştır. Bu numunelere 35 mm boyunda ($L \leq 3D$ şartını sağlayacak şekilde) delikler delinmiştir. Deney numunelerinin teknik resmi Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Deneylerde kullanılan numunelere ait teknik resimler a) Doluya delik delme uygulaması için numune b) Delik büyütme (Hacmin %25’i önceden boşaltılmış) uygulaması için numune (Technical drawings of the samples used in the experiments a) The sample for drilling without pre-drilled hole b) The sample with pre-drilled hole (volume of 25% pre-drilled))

Kesici takım (Tool)

Bu araştırmada kaplamasız ve TiN/TiAlN/TiCN çok katmanlı (Firex coated) yekpare (solid) helisel karbür matkaplar kullanılmıştır. Matkapların çapı 14 mm olarak seçilmiştir. Karar verilen Ø14 mm matkap, kesici ucundaki sıcaklığın ısı çift ile ölçülebilmesi için ısı çiftinin soğutma kanallarından geçebilecek minimum şartları sağlamaktadır. Kullanılan matkaplar DIN 6537 K standardına uygun 3D boyda delik delebilecek kapasitededir. Kullanılan kesicilerin uç açısı, yekpare karbür matkaplar için önerilen 140° olarak seçilmiştir. Deneylerde kullanılan matkapların mekanik ve termal özellikleri Çizelge 3’te verilmiştir.

Kesme Parametreleri (Cutting Parameters)

Çalışma için kesme parametreleri olarak üretici verileri ve literatür araştırmaları baz alınarak dört farklı kesme hızı (60, 75, 90, 108 m/dakika) ve üç farklı ilerleme miktarı (0,15, 0,20 ve 0,25 mm/dev) seçilmiştir. Delme işlemlerinde birim zamanda kaldırılan malzeme miktarı (talaş debisi) sabit kalmıştır.

Çizelge 3. Deneylerde kullanılan matkapların mekanik ve termal özellikleri (Mechanical and thermal properties of drills used in the experiments) [12]

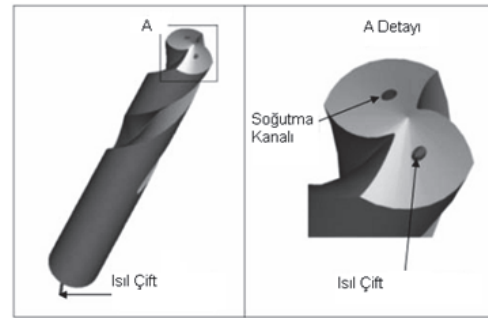
	Kaplamasız	TiN/TiAlN/TiCN Kaplamalı
Yoğunluk (gr/cm ³)	14,6	12,6
Basma Dayanımı (MPa)	5000	4600
Young Modülü (GPa)	590	550
Poisson Oranı	0,22	0,22
Termal İletkenlik (W/mK)	70	45
Termal genleşme katsayısı (106/K)	5,6	6,7

Veri Kaydedici (Data Logger)

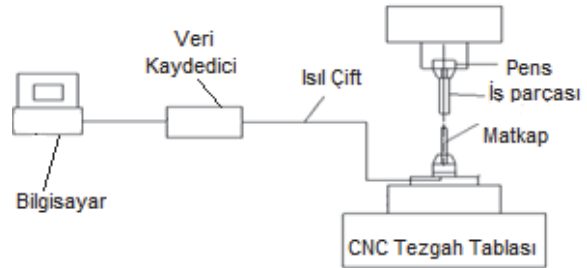
Kesme bölgesinde meydana gelen sıcaklıkların ölçümü için Pico marka 8 kanallı data logger kullanılmıştır. Cihaz USB veri kablosu ile bir diz üstü bilgisayara bağlanarak verilerin bilgisayar ortamında PicoLog Recorder yazılımı ile değerlendirilmesi ve grafiklere dönüştürülmesi mümkün olmuştur.

Isıl Çift (Thermocouple)

Deneylerde matkap soğutma kanallarına yerleştirilen ısı çiftleri yüksek sıcaklığa dayanabilmesi için inconel kılıflı, Nicr-Ni ve 1 mm çapındadır. Şekil 2’de ısı çiftlerinin soğutma kanallarına nasıl yerleştirildiği şematik olarak gösterilmiştir. Kesme bölgesinde meydana gelen sıcaklıkların ölçümü için bir deney düzeneği oluşturulmuştur. Bu deney düzeneğinin şematik gösterimi Şekil 3’te verilmiştir.



Şekil 2. Isıl çiftlerin soğutma kanallarına yerleştirilmesi (Placing cooling holes of thermocouple)



Şekil 3. Deney düzeneğinin şematik gösterimi (Schematic representation of the experimental setup)

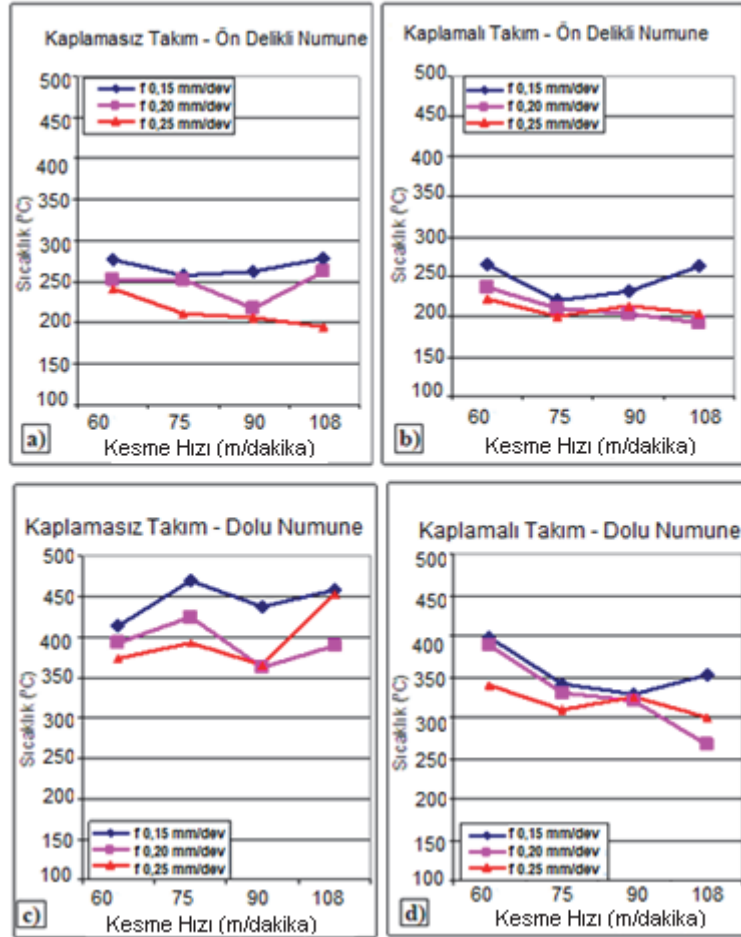
3. DENEYSEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

Kesme hızları, ilerleme kuvvetleri ve delik tipine göre kesme bölgesinde oluşan sıcaklık değişimi Şekil 4'deki grafiklerde verilmiştir. Bu grafiklerde de görüldüğü gibi hemen hemen bütün deneylerde ilerleme miktarındaki artış kesme bölgesinde meydana gelen sıcaklık değerlerinin azalmasına sebep olmuştur. Deneyler esnasında, ilerleme miktarının artışıyla nispeten daha kolay kesme yapıldığı görülmüştür. Bu durum talaş akışı ve talaş tahliyesinin daha kolay olmasına atfedilmiştir [8, 13]. Kesme esnasında oluşan sıcaklığın % 80' inin talaşla atıldığı [3] düşünülecek olursa talaş tahliyesinin kolaylaşması ile birlikte kesme bölgesinde meydana gelen sıcaklıkta bir düşüş olması beklenen bir durumdur. Düşük ilerleme miktarlarında ise talaş tahliyesi zorlaşmış hatta talaş sıkışması problemleri gözlenmiştir. Değişik kesme parametrelerinde

meydana gelen talaşların bir kısmının resimleri Şekil 5'te verilmiştir. Bu durum; talaş ile uzaklaştırılması gereken ısının kesme bölgesinde yoğunlaşmasına sebep olarak kesme bölgesinde sıcaklığın artmasıyla neticelenmiştir.

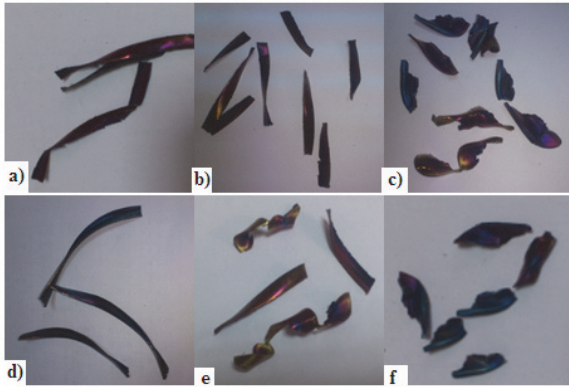
Resimlerde görüldüğü üzere 60 m/dakika kesme hızı ile 75 m/dakika kesme hızı arasında çok fazla bir değişiklik olamazken her iki kesme hızında da ilerleme miktarındaki artış talaşların kırılmasına sebep olmuştur.

Yüksek ilerleme miktarında kesme hızının artması, yine kesme bölgesinde meydana gelen sıcaklıklarında gözle görülebilen bir düşüşe sebep olmuştur. Fakat bazı noktalarda kesici takımda meydana gelen aşınmalar neticesinde ani sıcaklık yükselmeleri de yaşanmıştır. Bu olay özellikle dolu numunelerde, kaplamasız takımlarla yapılan kesme işlemlerinde yaşanmıştır. Diğer imalat işlemleri incelendiğinde,



Şekil 4. Kesme bölgesinde meydana gelen sıcaklıkların kesme hızı ve ilerleme miktarına bağlı olarak değişimi a) Kaplamasız Takım / Ön Delikli Numune b) Kaplamalı Takım / Ön Delikli Numune c) Kaplamasız Takım / Dolu Numune d) Kaplamalı Takım / Dolu Numune (Cutting temperatures that occur cutting zone depending on cutting speed and feed a) Uncoated Tool/ Pre-drilled b) Coated Tool/ Pre-drilled c) Uncoated Tool/Non Pre-drilled d) Coated Tool/Non Pre-drilled)

özellikle tormalama ve frezeleme işlemlerinde, kesme hızının artması ile takım talaş ara yüzeyinde sıcaklığın arttığı bilinmektedir [14, 15]. Bu durum; kesme esnasında harcanan enerjinin hemen hemen tamamına yakın bir kısmının ısı enerjisine dönüşmesine atfedilebilmektedir. Ancak diğer talaşlı imalat işlemleri ile delme işlemleri karşılaştırıldığında, tersi bir durum gözlenmiştir. Bu olay tamamen çıkan talaşın tahliyesi ile ilgilidir. Tormalama ve frezeleme işlemlerinde genellikle serbest formdaki talaş havayla temas etmekte ve dolayısıyla talaşla tahliye edilen % 80'lik ısı miktarı kesme bölgesinden kolayca uzaklaştırılabilmektedir. Yapılan ölçümlerde sadece kesme bölgesi etkili olduğundan artan enerji miktarının artan ısı olarak algılanması söz konusu olmaktadır.



Şekil 5. Farklı Kesme parametrelerine göre talaş şekillerindeki değişim

a) 60 m/dakika 0,15 mm/dev b)60m/dakika 0,20 mm/dev c) 60 m/dakika 0,25 mm/dev d) 75 m/dakika 0,15 mm/dev e)75/dakika 0,20 mm/dev f) 75 m/dakika 0,25 mm/dev

(According to the different cutting parameters changes of chips

a)60 m/min 0,15 mm/rev b)60m/min 0,20 mm/rev
c) 60 m/min 0,25 mm/rev d) 75 m/min 0,15 mm/rev
e)75m/min 0,20 mm/rev f) 75 m/min 0,25 mm/rev)

Delme işlemlerinde ise, talaş havayla temas etmeden önce delik içerisinde iş parçasının cidarları ve matkapla uzun süre temasta kalarak matkap ve iş parçasına daha fazla ısı transferine sebep olmaktadır. Talaş tahliyesinin kolaylaşması ısı transferinin de kolaylaşması anlamı taşıyacağından, ilerlemede olduğu gibi artan kesme hızlarında da talaş tahliyesi hızlanmakta ve dolayısıyla kesme bölgesinde sıcaklık artsa bile, uzaklaştırılan talaş ile kesme bölgesinden uzaklaştırma hızı da artacağı için, artan kesme hızlarıyla sıcaklıklarda az da olsa düşüş söz konusu olmuştur. Bu çalışmada ilerleme miktarı ve kesme hızındaki artışın etkisiyle sıcaklığın düşmesi, talaş tahliyesinin kolaylaşmasına atfedilmiştir. Ayrıca yapılan deneyler sonrasında öne çıkan bir başka önemli hususta kesici takımlara kaplama yapılmasının kesme bölgesinde oluşan sıcaklıklar üzerinde oldukça etkili olduğudur. Gerek ön delikli numunelerde gerekse dolu numunelerde yapılan deneyler sonrasında kaplamalı takımlarda elde edilen kesme bölgesi sıcaklıklarının, istisnai durumlar haricinde

kaplamasız takımlara göre daha düşük olduğu görülmüştür.

Özellikle dolu numunelerde talaş hacminin daha fazla olması sebebiyle yüksek çıkan kesme bölgesi sıcaklıkları iki kesici arasındaki farkı da arttırmıştır. Kaplamasız takımlarla elde edilen kesme bölgesi sıcaklıkları kaplamalı takımlara elde edilen sonuçlardan yaklaşık % 20 ~ % 30 daha fazladır. Dolu numunelerde kaldırılan talaş hacminin fazla olması sebebiyle iki kesici arasındaki sıcaklık farkları dolu numunelerde daha yüksek olmuştur. Kaplamalı takımlarda elde edilen kesme bölgesi sıcaklıklarının daha düşük çıkması, kaplamalı takımların, kaplama sayesinde sürtünme katsayılarının düşmesine ve bunun sonucunda kesme bölgesi sıcaklıklarının da düşmesine atfedilmiştir. Ayrıca kesici takımların ısı iletim katsayılarının farklı olması da bu sonucun doğmasına sebep olmuştur. Kaplamasız ve kaplamalı takımlar arasındaki benzer bir durum da talaş hacminin % 25'i boşaltılmış ve dolu numuneler arasında gözlenmiştir. Değişik kesme parametrelerinde meydana gelen talaşların bir kısmının resimleri Şekil 3.2'de verilmiştir. Bu durum; talaş ile uzaklaştırılması gereken ısının kesme bölgesinde yoğunlaşmasına sebep olarak kesme bölgesinde sıcaklığın artmasıyla neticelenmiştir.

Ön delikli numunelerde talaş hacminin % 25' inin daha önceden boşaltılmış olması kesme oluşan düşük talaş hacmi sebebiyle talaş tahliyesinin kolaylaşmış olması, sıcaklığın daha düşük ölçülmesine sebep olmuştur. Ayrıca dolu numunelerde talaş hacminin daha fazla olması sebebiyle, talaş kaldırmak için gerekli olan enerjinin daha fazla olması ile kesme bölgesindeki sıcaklıkların artması beklenen bir sonuçtur. Genel olarak iki delik tipi arasında kesme bölgesinde elde edilen sıcaklıklar bakımından % 30 ila % 45 arasında değişen bir oran söz konusudur. Talaş hacmi % 25 azaldığı halde sıcaklıkların daha fazla oranda sıcaklık düşüşü söz konusu olmuştur.

4. SONUÇ (RESULT)

- AISI 1050 imalat çeliği malzeme üzerinde yapılan delme deneyleri ile kesici takım kaplaması, kesme hızı ve ilerlemenin kesme bölgesinde oluşan sıcaklık üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bu çalışmayla elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:
- Kesme bölgesinde oluşan sıcaklık değerleri ilerleme arttıkça azalma göstermektedir. İlerlemenin artması sonucunda; talaş tahliye hızının arttığı, matkapın malzeme ile temasta olacağı sürenin azalması ile de sürtünmeden doğacak sıcaklığın azaldığı düşünülmektedir. Fakat bu durum sadece bu çalışmada kullanılan ilerleme miktarları için geçerlidir.
- Kesici takıma kaplama uygulaması hemen hemen bütün deneylerde kesme bölgesi sıcaklıklarını kayda değer bir şekilde düşürmüştür. Bu duruma kaplama

malzemesinin düşük sürtünme katsayısının sahip olmasının ve kesicilerin ısı iletim katsayılarının farklı olmasının sebep olduğu düşünülmektedir.

- Talaş hacminin önceden % 25 oranında boşaltıldığı numunelerde matkap merkezinin parçaya temas etmemesi sebebiyle ve dolayısıyla talaş kaldırmanın daha kolay olması kesme bölgesinde ölçülen sıcaklıkların dolu numunelere nazaran daha düşük çıkmasına sebep olmuştur.
- TiN/TiAlN/TiCN kaplamalı takımlarda yüksek ilerleme miktarlarında kesme hızlarının artması kesme bölgesi sıcaklıklarının azalmasına sebep olmuştur. Kesme şartlarının nispeten zorlaşmasıyla kaplamalı takımların daha iyi performans sergilemeleri bu sonucu doğurmuştur.

5. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ (CONCLUSION)

- Deneyler sonrasında elde edilen veriler değerlendirildiğinde; kesme bölgesinde meydana sıcaklıklar üzerinde ilerleme miktarının önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. İlerleme miktarındaki artış sonrası nispeten kolaylaşan talaş tahliyesinin etkisi ile kesme bölgesi sıcaklıklarının da düştüğü gözlenmiştir. Mevcut durum sadece deneylerde kullanılan üç ilerleme miktarı (0.15, 0.20 ve 0.25 mm/dev) için geçerlidir. Genel olarak ilerleme miktarlarındaki artışın kesme bölgesi sıcaklıklarında bir düşüşe sebep olacağını söylemek doğru olmayacaktır.
- İlerleme miktarlarının artması sonucu ortaya çıkan durumun bir benzeri de kesme hızlarındaki artış sonrasında görülmüştür. Yine artan kesme hızları talaş tahliyesini kolaylaştırmıştır. Kesme esnasında meydana gelen ısının % 80'inin talaşla atıldığı dikkate alınırsa kolaylaşan talaş tahliyesinin kesme bölgesinde meydana gelen sıcaklıkları düşürdüğünü söylemek mümkündür.
- Kesme bölgesinde meydana gelen ısının düşmesini sağlayan bir başka önemli etken de kesici takıma kaplama uygulaması yapılmış olmasıdır. Kaplama yapılmış takımların kaplama sayesinde düşük sürtünme katsayılarına sahip olması kesme bölgesinde meydana gelen sıcaklık değerlerinin düşmesini sağlamıştır. Ayrıca kaplamasız ve kaplamalı takımların farklı ısı iletim katsayılarına sahip olmaları da bu sonucun doğmasına yol açmıştır.

KAYNAKLAR (REFERANCES)

1. Kaynak, Y., **Matkap İle Delik Delme Esnasında Kesme Parametrelerinin Kesme Kuvveti Ve Sıcaklığın Değişimine Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi**, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 60-66 (2006).
2. Tonshoff, H.L., Spintig, W., König, W., Neises, A., **Machining of Holes Developments in**

Drilling Technology, Annals of the CIRP, 43: 551-560 (1994).]

3. Sandvik Coromant, **Modern Metal Cutting**, Sweden, 2-61 (1994)
4. Kalidas, S., DeVor, R.E., Kapoor, S.G., **Experimental investigation of the effect of drill coatings on hole quality under dry and wet drilling conditions** **Surface and Coatings Technology**, 148: 117-128 (2001).
5. Ay, H., Yang, W.J., **Heat transfer and Life of metal cutting tools in turning**, **Int.J. Heat Mass transfer**, 41-3, 613-623 (1999).
6. Kelly, J.F., Cotterell, M.G., **Minimal lubrication machining of aluminium alloys**, **Journal of Materials processing Technology**, 120: 327-334 (2002)
7. Zeilmann, R.P.; Weingaertner, W.L., **Analysis of temperature during drilling of Ti6Al4V with minimal quantity of lubricant**, **Journal of Materials processing Technology**, 18-23 (2006).
8. Bağcı, E., Özcelik, B., **Finite element and experimental investigation of temperature changes on a twist drill in sequential dry drilling**, **Int J. Adv. Manufacturing Technology**, 28: 680-687 (2006).
9. Li, R., S., **Spiral point temperature and stress in high-throughput drilling of titanium**, **International Journal of Machine Tools & Manufacture, Article in press** (2007).
10. Nedelik, J., Lux, B., **Improved tool performance by application of head spreading diamond layers within a multi-layer coating**, **International Journal of Refractory Metals and Hard materials**, 17: 275-282, (1999).
11. Bono, M., Ni, J., **The effects of thermal distortions on the diameter and cylindricity of dry drilled holes**, **International Journal of Machine Tools & Manufacture**, 41: 2261-2270 (2001).
12. Wikgren, T., **Analysis of Contact Between Insert and Tip Seat**, Luleå University of Technology Institutionen för Maskinteknik Avdelningen för Datorstödd maskinkonstruktion, Sweden, 72-84 (2001).
13. Ertunc, H.M., Loparo, K.A., **A decision fusion algorithm for tool wear condition monitoring in drilling**, **International Journal of Machine Tools & Manufacture**, 41: 1347-1362 (2001).
14. Boy, M., **Kesme Parametrelerine Bağlı Olarak Talaş Arka Yüzey Sıcaklığının Deneysel Olarak İncelenmesi**, G.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 67-76 (2004).
15. Yalçın, Ü., **Talaş Kaldırma Sırasında Oluşan Sıcaklık ve Termal Yorulma Faktörlerinin Takım Aşınması Davranışlarına Etkisi**, G.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 45-61 (2008)