



ISSN:1306-3111  
e-Journal of New World Sciences Academy  
2009, Volume: 4, Number: 4, Article Number: 1A0052

#### **ENGINEERING SCIENCES**

Received: April 2009  
Accepted: September 2009  
Series : 1A  
ISSN : 1308-7231  
© 2009 [www.newwsa.com](http://www.newwsa.com)

**Erol Kılıçkap**  
**Mesut Hüseyinoğlu**  
**Cihan Özel**

Dicle University  
ekilickap@dicle.edu.tr  
Diyarbakir-Turkey

### **AA 7075 DELİNMESİNDE KULLANILAN SOĞUTMA TEKNİĞİNİN PERFORMANS KARAKTERİSTİKLERİNE ETKİSİ**

#### **ÖZET**

Bu çalışmada, AA 7075 bir malzemenin delinmesi işleminde farklı kesme parametrelerinin performans karakteristikleri üzerine olan etkisi deneysel olarak incelendi. Performans çıktıları olarak iş parçası yüzey pürüzlülüğü, çapak yüksekliği ve kesme işleminde açığa çıkan ısıdan dolayı meydana gelen sıcaklık değişimleri dikkate alındı. Deneyleerde 118° uç açısına sahip Ø8mm HSS takımlar kullanıldı. Uygulanan soğutma tekniği olarak minimum soğutma sıvısı, basınçlı hava ve kuru işleme (herhangi bir soğutucu akışkan kullanılmaksızın) teknikleri kullanıldı. Minimum soğutma sıvısı ile işleme tekniğinde soğutucu akışkan pülverize bir şekilde iş parçası-takım ara yüzeyine gönderildi. Kesme sıvısı olarak bor yağı-su karışımı (emülsiyon) kullanıldı. Delme işlemleri farklı kesme hızları (5, 10, 15, 20 m/dak) ve ilerleme hızlarında (0.1, 0.2, 0.3 mm/dev) yapıldı. Yapılan deneylerde çapak oluşumu görülmediğinden yorumlar yüzey pürüzlülüğü dikkate alınarak yapıldı.

**Anahtar Kelimeler:** Minimum Soğutma Sıvısı, Alüminyum Alaşımı, Delme, Yüzey Pürüzlülüğü, Performans

### **EFFECT OF COOLANT TECHNIQUE ON PERFORMANCE CHARACTERISTIC IN DRILLING OF 7075 ALUMINUM ALLOY**

#### **ABSTRACT**

In this study, effect of different cutting parameters on performance characteristics was investigated as experimental in drilling AA 7075. Take noted surface roughness, burr height and cutting temperature as performance outputs. Ø8mm HSS tools having 118° point angle were used in experiments. Minimum quantity lubrication, pressed air and dry machining techniques were used cooling technique. The cutting fluid in machining with minimum quantity coolant was sent between work piece and cutting tool as pulverize. The mixture of boron oil and water was used as the cutting fluid. The experiments were performed with different spindle speeds (5, 10, 15 and 20 m/min) and feed rates (0.1, 0.2 and 0.3 mm/rev). Any burr formation was not seen in the experiments so comments are made by taking into consideration surface roughness.

**Keywords:** Minimum Quantity Lubrication, Aluminum Alloy, Drilling, Surface Roughness, Performance



## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Demir dışı alaşımlar otomotiv, uçak, uzay, silah, elektrik-elektronik, ısıtma-soğutma vb. sanayinin birçok alanında kullanılmaktadırlar [1]. Fakat bu malzemelerin nihai ürün haline gelebilmesi için yapılan üretim işlemleri (kaynak, lehim, talaşlı üretim vs.) oldukça zor ve maliyetlidir. Son zamanlarda demir dışı alaşımların bazı imalat yöntemleri kullanılarak elde edilmesi ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır. Demir olmayan metallerin demir esaslı olanlara nazaran bazı üstünlükleri vardır. Bunlar; düşük yoğunluk (bakır hariç), yüksek elektrik ve ısı iletkenliği, manyetik olmama özelliği, daha iyi korozyon direnci, kolay işlenebilme özelliği, iyi görünüm olarak sayılabilir. Demir olmayan metallerin demir esaslı metallere göre bazı dezavantajlarını ise; yüksek maliyet, daha az dayanım, yüksek genleşme katsayısı, düşük ergime sıcaklığı, daha küçük elastisite modülü, pahalı kaynak ve lehim tekniklerine ihtiyaç şeklinde sıralanmaktadır [1].

Genel olarak demir dışı alaşımlar ile demir esaslı malzemelerin talaş kaldırarak işleme tekniği; geometrik boyutları ve yüzey kalitesi belirli olan parçaların, kendilerinden daha sert bir malzeme (kesici takım) kullanılarak metal kesme makinelerinde şekillendirilmelerini kapsar [2]. Talaşlı imalat, kesici takım ve iş parçasının nispi hareketleri ile iş parçasının belirli bir kısmında, gerilim oluşturarak gerçekleştirilir. Diğer bir ifadeyle talaşlı imalat kesici takım tarafından uygulanan kesme kuvvetleri ile iş parçası arasındaki ara etkileşime bağlıdır [2]. Talaş kaldırma işlemi esnasında kesici takım ile iş parçası arasındaki temas yüzeyinde meydana gelen sürtünme ve malzeme deformasyonu sonucu oldukça yüksek bir ısı ortaya çıkar. Talaş kırma ve kaldırma için kullanılan mekanik enerji bu sırada hemen hemen tümüyle ısı enerjisine dönüşür [2]. İş parçası fazla ısı alırsa, genleşmeden dolayı parçanın ölçü tamlığı sağlanamaz. Bu fazla ısı iş parçası yüzeyine ısıl olarak zarar da verebilir. Kesici takım fazla ısı alırsa kesici uç aniden bozulabilir ve takım ömrünü azaltabilir. İdeal olan çoğu ısının talaş tarafından taşınmasıdır. Bu transfer edilen ısı, talaşın oksitlenmesine sebep olduğundan talaş renginin değişmesinin de göstergesidir.

Talaşlı imalat işleminde açığa çıkan bu ısının tahliyesi için soğutma sıvıları geliştirilmiştir. Soğutma sıvılarının hatasız ve etkin üretim açısından büyük önemi vardır. Bu maddelerin fiziksel ve kimyasal özellikleri, imalat işlemi sırasında ortaya çıkan ısıl veya mekanik nedenli hasarların azalması veya önlenmesini sağlar. Soğutma-yağlama maddeleri, doğru kullanıldıkları takdirde, bir yandan iş parçasının boyutları ve biçiminde yüksek hassasiyet ve daha iyi yüzey kalitesi sağlarken, öte yandan takımlar için daha uzun kullanım ömrünü güvenceye alırlar [3].

Kesme sıvısı soğutma, yağlama ve temizleme gibi olumlu etkileri nedeniyle hala çok önemli bir yer tutmaktadır. Ancak diğer yünden bunlar çevre ve insanlar için bir tehlike potansiyeli doğurmakta ve imha edilmeleri, devamlı artan masraflara neden olmaktadır [4 ve 5]. Önemli fonksiyonlarına rağmen talaşlı imalat çalışmalarında kesme sıvısı kullanımını azaltmak için yoğun uğraşlar verilmektedir. Minimum miktarda soğutma sıvısı, kesme sıvısını azaltmanın bir çözümü olarak göz önüne alınmaktadır. Özellikle Alüminyum alaşımlarının işlenmesindeki gibi pratik uygulamalar için kullanılmaktadır [5]. Geleneksel soğutma teknikleri kullanılarak Alüminyumun işlenmesinde kullanılan soğutma sıvıları, diğer malzemelerinkine göre daha pahalıdır. Çünkü karışımdaki yağın daha yüksek konsantrasyona sahip olması gerekmektedir. Böylece minimum miktardaki yağlama (MSS)



Alüminyumun işleme için büyük yarar sağlayacaktır [6]. Minimum yağlama tekniği, alışıla gelmiş emülsiyon ile tam miktarda kesme sıvısı akıtmalı (geleneksel) yağlama tekniklerine oranla geliştirilmeye açık bir alternatif oluşturmaktadır. Minimum yağlama tekniği, yalnızca talaşın kaldırıldığı noktaya işlemin gerekli kıldığı miktardaki kesme sıvısının etkili bir şekilde gönderilmesi durumudur. Bu işlem sayesinde tezgâhın çalışılan çevresi temiz kalmakta ve artıkların temizlenmesi için gerekli olabilecek masraflar önlenmektedir.

Bu konu ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmış ve yapılmaya devam edilmektedir. Bu araştırmaların amacı, minimum yağlama tekniğinin takım aşınması, güç ve moment durumları ve kesme kaliteleri açısından alışıla gelmiş emülsiyon ile bol miktarda kesme yağı akıtmalı yağlama teknikleri ile elde edilen kaliteye ulaşım ulaşılamayacağı ve hatta bu kaliteyi aşım aşım ulaşımın belirlenmesidir. MSS tekniği kullanılarak yapılan delme işlemlerinde, geleneksel soğutma tekniğine nazaran daha iyi yüzey kalitesi elde edilmiş ve MSS kullanımının takım ömrünü arttırdığını belirtmişlerdir [6,7]. CNC tezgâhında kaplamalı kesici takımlar kullanarak küçük ölçekli yapılan delme işlemlerinde kuru delme işlemi esnasında oluşan sıcaklık sayısal olarak incelenmiştir [8]. Yapılan çalışmalarda Ti6Al4V alaşımının MSS ve kuru işleme teknikleri kullanılarak delinmesinde ortaya çıkan sıcaklık incelenmiştir [9]. MSS, kesme işleminin gerçekleştiği iç ve dış bölgeye uygulanmış olup, ortaya çıkan sonuçlar değerlendirildiğinde en düşük sıcaklığın kesme işleminin gerçekleştiği iç bölgede meydana geldiği görülmüştür ve bu nedenle iç bölgeye uygulanan MSS'de en iyi kesme performansları elde edilebilir [9]. A356 alüminyum alaşımının tornalanması üzerine yapılan araştırmada, yüksek kesme hızı ve farklı soğutma tekniklerinin yüzey kalitesi, talaş yapısı ve takım performansına olan etkisi karşılaştırılmıştır [10]. AISI4340 çeliğinin tornalanmasında MSS soğutma tekniğinin kullanılması, yüzey kalitesi ve takım aşınması gibi performans karakteristiklerine olumlu etki yapar [11]. Ti-6Al-4V alaşımının CNC torna tezgahında PCD takım kullanarak işlenmesinde geleneksel ve MSS soğutma tekniklerinin yüzey kalitesine olan etkisi incelenmiştir [12]. Farklı soğutucu akışkan basınçları, farklı debiler ve farklı kesme hızlarında yapılan deneylerde, yüzey pürüzlülük değerleri son işleme için sınır değer olan 1.6 µm'nin altında kalmıştır. PCD takımlar ile işleme sonrası oluşan son yüzey temiz, çatlaklar, yırtıklar vs. gibi fiziksel hasarlar bakımından kabul edilebilir seviyede olduğu tespit edilmiştir [12]. Su katkılı MSS kullanımı iyi bir şekilde pülverize edildiği takdirde çok iyi bir yağlama olanağı verdiği, su katkısı olmaksızın sentetik ester ile yapılan MSS kullanımı kesici takıma zarar verdiği ve iş parçasının yüzey kalitesi olumsuz etkilediği gözlenmiştir [13]. AISI 1040 çeliğinin torna tezgahında işlenmesinde kesme performansının kuru işlemeye nazaran MSS tekniğinde daha iyi olduğu gözlenmiştir [14]. Ayrıca talaşlı işlemlerde kullanılan soğutma yöntemlerinin ve işleme parametrelerinin performans karakteristikleri üzerine etkisi birçok araştırmaya konu olmaktadır [15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 ve 27].

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmada, AA 7075 bir malzemenin delinmesi işleminde minimum hacimli, kuru ve basınçlı hava ile soğutma yöntemleri kullanılarak farklı kesme hızları ve farklı ilerleme hızları için delme işleminde meydana gelen sıcaklığın ve performans karakteristiklerinden iş parçası yüzey pürüzlülüğünün değişimi deneysel olarak incelendi. Talaşlı imalat sürecinde kesme sıvıları önemli bir yer tutmaktadır



ancak bunların imha edilmeleri masraflı olduğu gibi çevre ve insan sağlığına da zararlıdır. Minimum hacimli soğutma, basınçlı hava ile soğutma ve kuru işleme teknikleri geleneksel soğutma yöntemine bir alternatif teşkil etmektedir. Çalışmada bu soğutma yöntemlerinin, AA 7075'in delinmesinde performans karakteristikleri üzerine yaptığı etki belirlenmiştir.

### 3. DENEYSEL YÖNTEM (EXPERIMENTAL METHOD)

Bu çalışmada, minimum soğutma sıvısı, basınçlı hava ve kuru işleme teknikleri kullanılarak farklı ilerleme ve kesme hızlarında yapılan delme işlemleri sonrası iş parçası yüzey pürüzlülüğü ve çapak yüksekliği incelendi. Yapılan deneyler neticesinde numunelerde çapak oluşumu gözlenmedi.

#### 3.1. Deney Koşulları ve Belirlenmesi (Determination of Experimental Conditions)

Deney koşulları faktöriyel tasarım dikkate alınarak belirlendi. Faktöriyel tasarımda genelde değişik ve birbirleri ile ilişkili olmayan faktörlerin belli bir karaktere olan etkileri inceleme konusu yapılmaktadır. Bir başka anlatımla bir faktörün durumu diğer faktör ve faktörlerin değişik seviyelerinde ele alınmakta ve faktörler arasında karşılıklı etkileşim olup olmadığı ortaya çıkarılmaktadır. Faktöriyel tasarımda deneysel plan oluşturulurken her faktör planlanan seviyelerde göz önüne alınır.

Delme işleminde kullanılan değişken parametreler ve değerleri Tablo 1'de görülmektedir. Bu çalışma aralıklarında yapılan deneylerde, soğutma tekniği olarak minimum hacimli soğutma, basınçlı hava ve kuru olmak üzere üç farklı metot kullanıldı. Soğutucu akışkan olarak bor yağı-su karışımı kullanıldı. Bor yağı/karışım oranı minimum hacimli soğutma tekniğinde yapılan deneylerde 1/10 olarak ayarlandı.

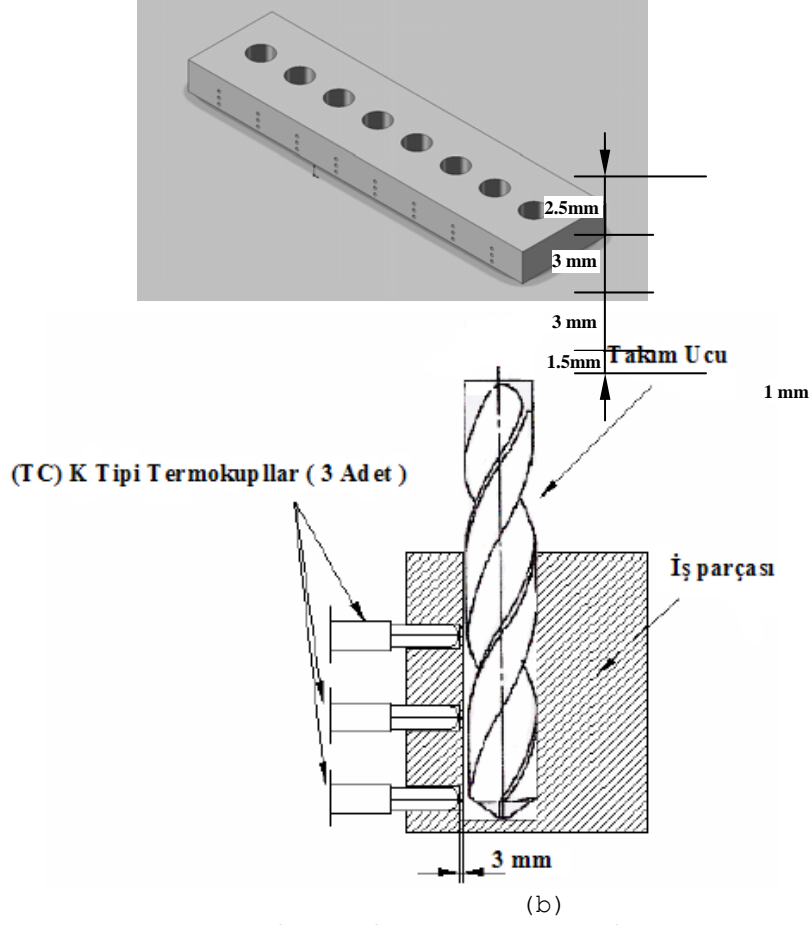
Tablo 1. Deneylerde kullanılan parametreler  
(Table 1. Parameters are used in experiments)

Değişken Parametreler	Değerleri
Kesme hızı, $V_c$ (m/dak)	5, 10, 15, 20
İlerleme hızı, $f$ (mm/dev)	0.1, 0.2, 0.3
Soğutucu tipi	MSS, Basınçlı Hava, Kuru

Minimum soğutma sıvısı pülverize bir şekilde iş parçası-takım ara yüzeyine gönderildi. Pülverizasyon ve debi ayarı, pistonlu hava kompresörü ve debi ayar valfı kullanılarak sağlandı. Bu pistonlu hava kompresörünün basıncı 10 bar olarak seçildi. Minimum hacimli soğutma tekniğinde çalışma debisinin belirlenmesi için 20, 40 ve 60 ml/h gibi 3 farklı debide delme işlemi yapıldı ve çalışma debisi olarak en iyi performans karakteristiklerinin elde edildiği 40 ml/h debisi seçildi. Bu debi ve kompresör basıncı tüm deneyler boyunca sabit tutuldu.

#### 3.2. Deney Numunesinin Malzemesi (Materials of Workpiece)

Deneylerde iş parçası malzemesi olarak AA 7075 kullanıldı. Deney numuneleri, 120x30x10 mm boyutlarında dikdörtgen bloklar şeklinde hazırlandı. AA 7075'in kimyasal bileşimi Tablo 2.2'de görülmektedir. Numuneler üzerinden 14 mm aralıklarla Ø8mm HSS matkap ile delikler açıldı (Şekil 1a). Delme işleminde oluşan sıcaklığı tespit edebilmek için numunelerin yan yüzeyine delik eksenine dik olacak şekilde 3 adet 1mm çapında delikler açıldı. Açılan bu deliklere ısı çift yerleştirildi (Şekil 1b).



(a)

(b)

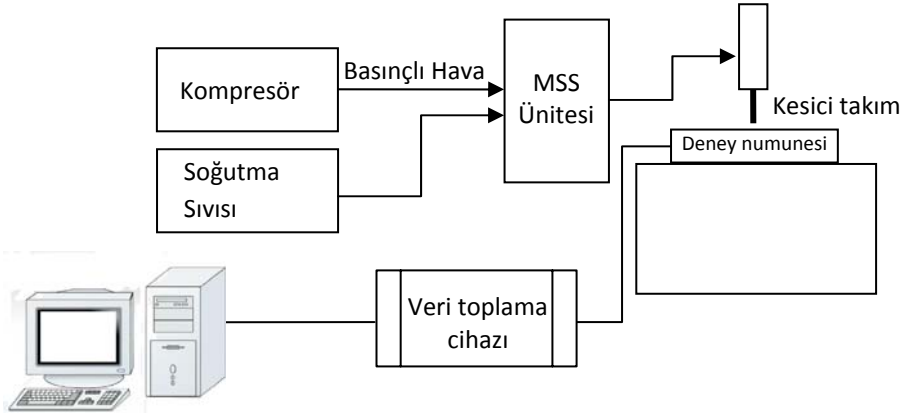
Şekil 1. a) Deneş numunesi üzerinde açılan delikler b) Numuneye yerleştiren ısıl çiftlerin konumu  
(Figure 1. a) Holes on workpiece b) Position of thermocouples)

Tablo 2. AA 7075 kimyasal bileşimi  
(Table 2. AA 7075 Chemical composition)

Element	Cu	Mg	Mn	Fe	Si	Cr	Zn	Al
Ağırlık(%)	1,2-2,0	2,1-2,9	0,3	0,5	0,4	0,18-0,28	5,1-6,1	Geriye kalan

### 3.3. Deneş Düzenegi (System of Experiment)

Bu çalışmada yapılan deneylerde MSS soğutma tekniğini oluşturabilmek ve deneş numunesinden alınan sıcaklığı tespit edebilmek için hazırlanan deneş düzenegi Şekil 2'de görölmektedir. Soğutucu akışkan olarak basınçlı havanın kullanılması ile yapılan delme işlemlerinde bu sistemin sadece kompresör devresinden faydalanılmıştır.



Şekil 2. Deney düzeneği  
(Figure 2. System of experiment)

Delik yüzeyindeki sıcaklığı tespit edebilmek için ısı çift'lerden alınan değerler, UDL100 modelinde ORDEL® marka 5 kanallı ısı çift data toplayıcısına ve buradan da OM04 kablo vasıtasıyla kurulmuş bilgisayara gönderilmektedir.

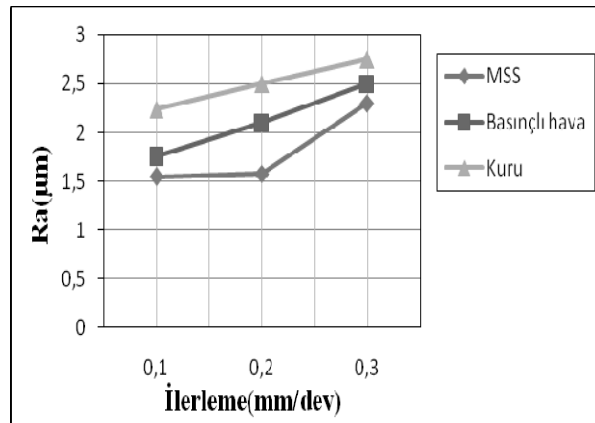
Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri, Taylor-Hobson's Surtronic 3+ yüzey pürüzlülük ölçme cihazı ile yapılmıştır. Ölçümlerde örnekleme uzunluğu (cut-off) 0.8 mm ve örnekleme sayısı 3 olarak seçilmiştir. Ölçme işlemi delik eksenine paralel olarak yapılmış olup, işlenmiş yüzeylerden 4 adet yüzey pürüzlülük değeri ( $R_a$ ) ölçülerek ortalaması alınmıştır.

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA (EXPERIMENTAL OUTS and DISCUSSION)

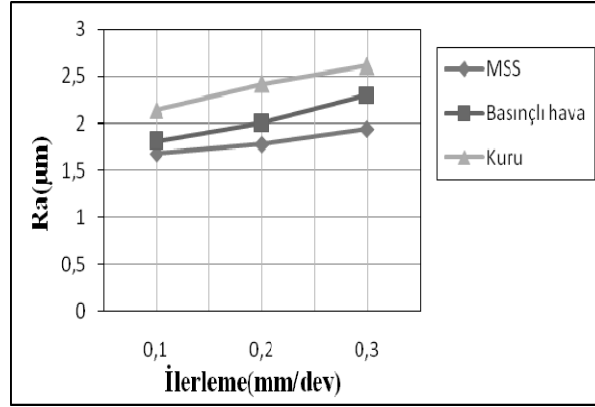
AA 7075' in delinmesinde oluşan sıcaklığı ve yüzey pürüzlülüğünü tespit etmek için bir dizi deney gerçekleştirildi.

##### 4.1. Delme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi (Effect of Drilling Parameters on Surface Roughness)

Şekil 3 ve Şekil 4 ilerleme hızının yüzey pürüzlülüğüne olan etkisini göstermektedir.



Şekil 3. İlerleme hızının yüzey pürüzlülüğüne etkisi ( $V_c=5$  m/dak)  
(Figure 3. Effect of feed rate on surface roughness ( $V_c=5$  m/min))



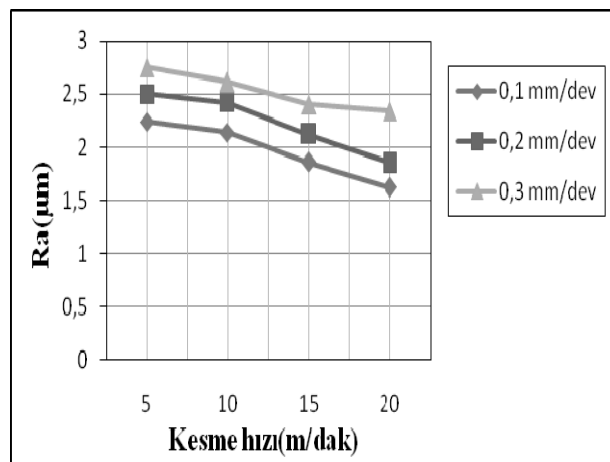
Şekil 4. İlerleme hızının yüzey pürüzlülüğüne etkisi (Vc=10 m/dak)  
(Figure 4. Effect of feed rate on surface roughness (Vc=10 m/min))

Kullanılan tüm soğutma yöntemleri için ilerleme hızı arttıkça yüzey pürüzlülüğünün arttığı görülmüştür (Şekil 3 ve 4). En düşük yüzey pürüzlülüğü 0,1 mm/dev ilerleme hızında olduğu görülmüştür. İlerleme hızının artması yüksek ilerleme kuvvetine ( $F_f$ ), düşük kayma açısına ve kalın talaşların oluşmasına neden olmaktadır. Bu durum yüzey pürüzlülüğünü olumsuz yönde etkilemektedir [3].

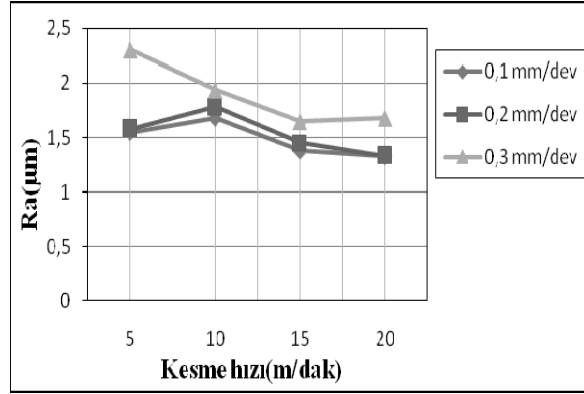
İşletmelerde yüksek verimlilik için artan talepler, yüksek kesme hızları ve yüksek ilerleme hızlarının ihtiyacını doğurmuştur. Yüksek kesme hızı ve yüksek ilerleme hızlarında yapılan işlemlerde, yüksek kesme sıcaklığı meydana geldiğinden, takım ömrü azalmakta ayrıca yüzey kalitesi bozulmaktadır [11].

Delme işlemi esnasında kullanılan soğutma tekniğinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi incelendiğinde (Şekil 3 ve 4); en düşük yüzey pürüzlülüğünün MSS tekniği kullanılarak yapılan delme işlemlerinde olduğu görüldü. Basıncılı hava kullanılarak yapılan deneylerde oluşan yüzey pürüzlülüğünün kuru delme işleminde oluşan yüzey pürüzlülüğünden iyi olduğu tespit edildi.

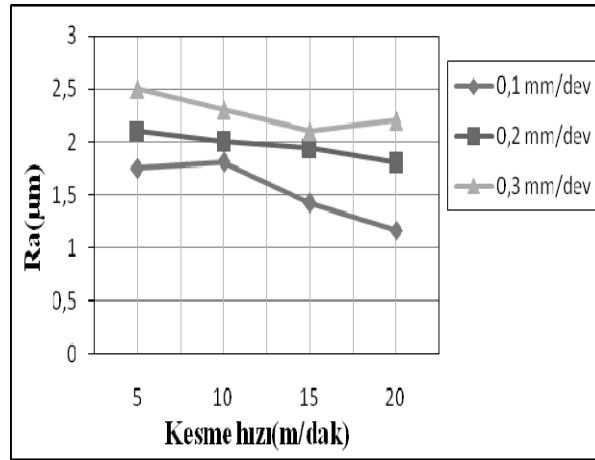
Kesme hızının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi Şekil 5, 6 ve 7'de görülmektedir.



Şekil 5. Yüzey pürüzlülüğünün, kesme hızı ile değişimi (Kuru)  
(Figure 5. Effect of cutting speed on surface roughness (Dry))



Şekil 6. Yüzey pürüzlülüğünün, kesme hızı ile değişimi (MSS)  
(Figure 6. Effect of cutting speed on surface roughness (MQL))



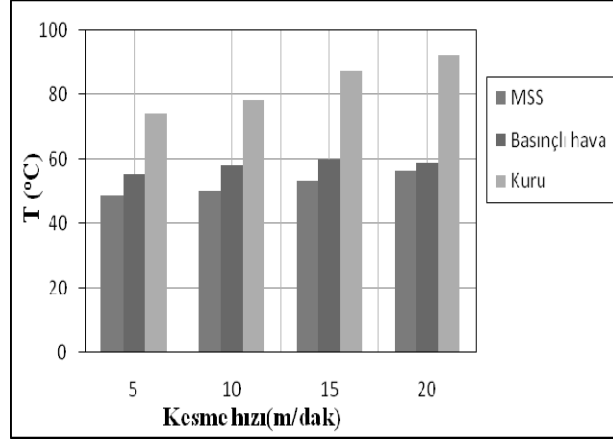
Şekil 7. Yüzey pürüzlülüğünün, kesme hızı ile değişimi (Basınçlı Hava)  
(Figure 7. Effect of cutting speed on surface roughness, Compressed Air)

Şekil 5' de, kesme hızının artması ile yüzey pürüzlülüğünde bir iyileşme olduğu görülmektedir. Kesme hızının artması kesme kuvvetlerinin azalmasına neden olmaktadır. Kesme kuvvetlerinin azalmasına bağlı olarak deliklerin yüzey kalitesinde bir iyileşme olmaktadır. Al alaşımlarının çoğu iyi bir yüzey kalitesi elde etmek için yüksek kesme hızlarında işlenirler [3].

#### 4.2. Delme Parametrelerinin Sıcaklık Üzerine Etkisi (Effect of Drilling Parameters on Temperature)

Şekil 8 kesme hızına bağlı olarak farklı soğutma yöntemleri için 3 adet ısı çiftinden kaydedilen maksimum sıcaklık değerlerini göstermektedir.



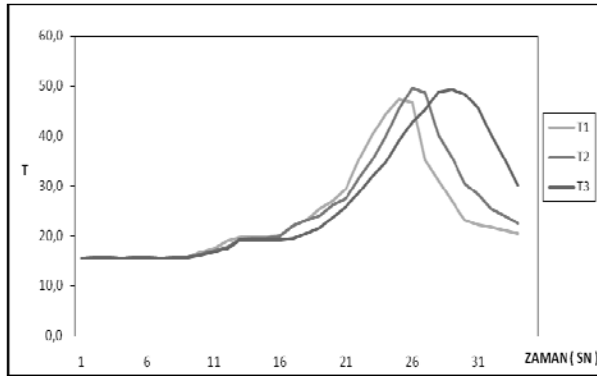


Şekil 8. Farklı soğutma yöntemleri için maksimum sıcaklıklar  
(Figure 8. Maximum temperatures for different cooling methods)

Şekil 8 incelendiğinde, MSS tekniği ile etkili bir soğutma elde edildiğini söylemek mümkündür. Maksimum sıcaklık kuru işleme tekniği ile yapılan delme işleminde elde edilmiştir. Bu sıcaklık değeri diğer soğutma teknikleri ile kıyaslandığında %32-66 arasında fazlalık göstermiştir. Kuru işleme tekniği ile basınçlı hava karşılaştırıldığında, basınçlı hava ile işlemede bu değerlerde %30 luk bir azalma gözlenmiştir. Benzer şekilde MSS tekniği ile karşılaştırıldığında ise delme işleminde meydana gelen maksimum sıcaklıkta %40 azalma tespit edilmiştir.

MSS ve basınçlı hava ile yapılan delme işlemleri için 5-10 m/dak kesme hızlarında maksimum sıcaklığın 45°C'nin üzerine çıktığı gözlenmiştir ve 15-20 m/dak kesme hızlarında ise bu değer 50°C'yi aşmıştır. Kuru işleme tekniğinde 5-10 m/dak kesme hızlarında maksimum sıcaklık 70°C'nin üzerindedir. Bu değer 15-20 m/dak kesme hızlarında 85°C'nin üzerine çıkmıştır.

Şekil 9'da MSS soğutma tekniği ile yapılan delme işleminde ısı çiftlerinden alınan sıcaklık eğrileri görülmektedir. Bu grafikte sıcaklıkların dengeli bir davranış gösterdiği söylenebilir. Delme derinliği arttıkça kesme işlemi esnasında meydana gelen sıcaklık artmıştır ve maksimum sıcaklık 3. ısı çiftte oluşmuştur.

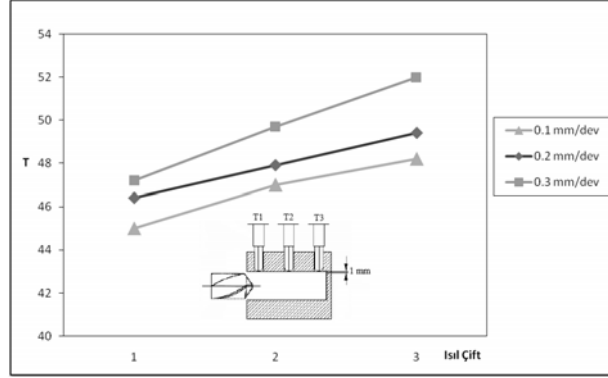


Malzeme: AA7075  
V<sub>c</sub> : 10 m/dak  
f : 0.10 mm/dev 4. delik  
Soğutma Tekniği: MSS  
P : 10 bar  
Q : 40 ml/h

Şekil 9. Delme işlemi boyunca sıcaklık değişimi  
(Figure 9. Change of temperature along drilling)

Bu şartlarda yapılan delme işleminde kesme bölgesinin 1mm altında oluşan sıcaklık 50 °C' yaklaşmıştır. 3 adet ısıl çiftten alınan maksimum sıcaklık değerleri arasında  $T_1 < T_2 < T_3$  ilişkisi mevcuttur.

Şekil 10, 15 m/dak kesme hızı ve MSS soğutma tekniği kullanılarak farklı ilerleme hızları için 3 ısıl çiftten alınan maksimum sıcaklık değerlerini göstermektedir. Grafik incelendiğinde ilerleme hızı ve kesme derinliği arttıkça kesme işlemi esnasında oluşan sıcaklığın arttığı söylenebilir. Maksimum sıcaklık 0.3 mm/dev ilerleme hızında ve 3. ısıl çiftte ölçülmüştür.



Şekil 10. MSS soğutma tekniği ile işlenen delikte ölçülen maksimum sıcaklıklar

(Figure 10. Maximum temperatures for MSS cooling methods)

##### 5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Delmede, kesme işlemi boyunca oluşan sıcaklık dikkate alındığında MSS soğutma tekniğinin basınçlı hava ve kuru işleme tekniklerine kıyasla sırasıyla %8 ve %66 daha iyi performans gösterdiği söylenebilir.

Yapılan delme işlemlerinde soğutma tekniği ile yüzey pürüzlülüğü karşılaştırıldığında, MSS soğutma tekniğinde oluşan yüzey pürüzlülük değerlerinin diğer soğutma yöntemlerinden elde edilen değerlerden daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Yapılan deneylerde tezgaha verilen ilerleme hızı arttıkça yüzey pürüzlülük değerlerinin arttığı gözlenmiştir.

Kesme hızına bağlı olarak yüzey pürüzlülüğü değerlerine bakıldığında; kullanılan tüm soğutma yöntemleri için yapılan deneylerde kesme hızı arttıkça yüzey pürüzlülüğü değerlerinin azaldığı gözlenmiştir.

Yapılan delme deneyleri neticesinde elde edilen tüm sonuçlar göz önünde bulundurulduğu zaman; soğutma yöntemi olarak bakıldığında, MSS soğutma yöntemi, basınçlı hava ve kuru işleme tekniklerine karşı göstermiş olduğu üstünlükten dolayı tercih edilebilir. Bu özelliklere sahip soğutma yöntemi seçimiyle beraber, düşük ilerleme hızı ve yüksek kesme hızı şartları altında yapılacak delme işlemleri sonrası, işlenmiş yüzeylerde daha az deformasyon ve daha düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri elde edilecektir.

##### KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Eruslu, N., Altımişoğlu, A. ve Taptık, Y., (1990). Alaşım Ders Notu, İTÜ, İstanbul.
2. 2Şahin, Y., (2000). Talaş Kaldırma Prensipleri I, Nobel Yayın Dağıtım Ltd.Şti., Ankara.



3. Şahin, Y., (2001). Talaş Kaldırma Prensipleri II, Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Ankara.
4. Rahman, M., Kumar, S.A., and Salam, M.U., (2001). Evaluation of minimal quantities of lubricant in end milling, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 18, 235-241.
5. Obikawa, T., Kamata, Y., and Shinozuka, J., (2006). High-speed grooving with applying MQL, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 46, 1854-1861.
6. Heinemann, R., Hinduja, S., Barrow, G., and Petuelli, G., (2005). Effect of MSS on the tool life of small twist drills in deep-hole drilling, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 1, 1-6
7. Braga, D.U., Diniz, A.E., Miranda, G.W.A., and Coppini, N.L., (2002). Using a minimum quantity of lubricant (MQL) and a diamond coated tool in the drilling of aluminum-silicon alloys, *Journal of Materials Processing Technology*, 122, 127-138.
8. Ozcelik, B. and Bagci, E., (2006). Experimental and numerical studies on the determination of twist drill temperature in dry drilling: A new approach, *Materials and Design*, 27, 920-927.
9. Zeilman, R.P. and Weingaertner, W.L., (2006). Analysis of temperature during drilling of Ti6Al4V with minimal quantity of lubricant, *Journal of Materials Processing Technology*, 179, 124-127.
10. Kishawy, H.A., Dumitrescu, M., Ng, E.G., and Elbestawi, M.A., (2005). Effect of coolant strategy on tool performance, chip morphology and surface quality during high-speed machining of A356 aluminum alloy, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 45, 219-227.
11. Dhar, N.R., Kamruzzaman, M., and Ahmed, M., (2006). Effect of minimum quantity lubrication (MQL) on tool wear and surface roughness in turning AISI-4340 steel, *Journal of Materials Processing Technology*, 172, 299-304.
12. Ezugwu, E.O., Bonney, J., Da Silva, R.B., and Çakır, O., (2007). Surface integrity of finished turned Ti-6Al-4V alloy with PCD tools using conventional and high pressure coolant supplies, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 47, 884-891.
13. L'opez de Lacalle, L.N., Angulo, C., Lamikiz, A., and Sánchez, J.A., (2006). Experimental and numerical investigation of the effect of spray cutting fluids in high speed milling, *Journal of Materials Processing Technology*, 172, 11-15.
14. Dhar, N.R., Islam, M.W., Islam, S., and Mithu, M.A.H., (2007). The influence of minimum quantity of lubrication (MQL) on cutting temperature, chip and dimensional accuracy in turning AISI-1040 steel, *Journal of Materials Processing Technology*, 171, 93-99.
15. Hüseyinoğlu, M., (2008). 7075 Alüminyum Alaşımının Freze ile İşlenmesinde Minimum Soğutma Sıvısı Kullanmanın Performans Karakteristiklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Elazığ: Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
16. Liang Chern, G., (2006). Experimental observation and analysis of burr formation mechanisms in face milling of aluminum alloys, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 46, 1517-1525.
17. Davidson, M.J., Balasubramanian, K., and Tagore, G.R.N., (2008). Surface roughness prediction of flow-formed AA 6061 alloy by design of experiments, *Journal of Materials Processing Technology*, 202, 41-46.



18. Pawade, R.S., Joshi, S.S., Brahmanekar, P.K., and Rahman, M., (2007). An investigations of cutting forces and surface damage in high-speed turning of inconel 718, *Journal of Materials Processing Technology*, 192-193, 139-146.
19. Dhar, N.R., Ahmed, M.T., and Islam, S., (2007). An experimental investigation on effect of minimum quantitylubrication in machining AISI 1040 steel, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 47, 748-753.
20. Diniz, A.E. and Micaroni, R., (2007). Influence of the direction and flow rate of the cutting fluid on tool life in turning process of AISI 1045 steel, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 47, 247-254.
21. Huseyinoglu, M. ve Tosun, N., (2009). 7075 Al alaşımasının frezelenmesinde minimum soğutma sıvısının yüzey pürüzlülüğüne etkisi, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), Karabük, Bildiriler Kitabı, ss:1321-1326.
22. Attanasio, A., Gelfi, M., Giardini, C., and Remino, C., (2006). Minimal quantity lubrication in turning: Effect on tool wear, *Wear*, 260, 333-338.
23. Bruni, C., Forcellese, A., Gabrielli, F., and Simoncini, M., (2006). Effect of the lubrication-cooling technique, insert technology and machine bed material on the workpart surface finish and tool wear in finish turning of AISI 420B, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 46, 1547-1554.
24. Da Silva, L.R., Bianchi, E.C., Fusse, R.Y., Catai, R.E., França, T.V., and Aguiar, P.R., (2007). Analysis of surface integrity for minimum quantity lubricant-MQL in grinding, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 47, 412-418.
25. Bhowmick, S. and Alpas, A.T., (2008). Minimum quantity lubrication drilling of aluminium-silicon alloys in water using diamond-like carbon coated drills, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 48, 1429-1443.
26. Bono, M. and Ni, J., (2001). The effects of thermal distortions on the diameter and cylindricity of dry drilled holes, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 41, 2261-2270.
27. Kelly, J.F. and Cotterell, M.G., (2002). Minimal lubrication machining of aluminium alloys, *Journal of Materials Processing Technology*, 120, 327-334.