

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

METAL KESME İŞLEMİNDE SOĞUTUCU
AKIŞKANIN ISIL ANALİZİ

SEMİHA OVALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENERJİ SİSTEMLERİ ANABİLİM DALI

GEBZE
2008

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

METAL KESME İŞLEMİNDE SOĞUTUCU
AKIŞKANIN ISIL ANALİZİ

SEMİHA OVALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENERJİ SİSTEMLERİ ANABİLİM DALI

DANIŞMANI
YRD. DOÇ. DR. İLYAS KANDEMİR

GEBZE
2008

 GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ	YÜKSEK LİSANS JÜRİ ONAY FORMU
--	--------------------------------------

G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 10/01/ 2008 tarih ve 2008/02 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 04/02/ 2008 tarihinde tez savunma sınavı yapılan Semiha Ovalı'nın tez çalışması Enerji Sistemleri Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

ÜYE : Doç. Dr. Babür ÖZÇELİK

ÜYE : Yrd. Doç. Dr. İlyas KANDEMİR
(TEZ DANIŞMANI)

ÜYE : Doç. Dr. Alp Er KONUKMAN

ONAY

G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
..... tarih ve/..... sayılı kararı.

İMZA/MÜHÜR

ÖZET

TEZİN BAŞLIĞI : Metal Kesme İşleminde Soğutucu Akışkanın Isıl Analizi

YAZAR ADI : Semiha OVALI

Yüzey kalitesini iyileştirmek ve takım ömrünü arttırmak için kullanılan soğutucu akışkanın (kesme sıvısının) termal analizleri ve viskoz özellikleri metal kesme işleminde önemli etkenler arasında yer almaktadır.

Metal kesmede farklı özelliklere sahip kesme sıvılarının takımda meydana gelen sıcaklık değişimlerine etkisini araştırmak ve en uygun kesme sıvısı özelliklerini bulmak metal kesme işleminde üretim hızını arttıracak ve maliyeti azaltacaktır.

Bu çalışmada dört farklı kesme sıvısı kullanılarak delme işlemi gerçekleştirilmiş ve matkap ucunda oluşacak maksimum sıcaklık deneysel olarak incelenmiştir. Kesme sıvılarının delme işleminde takım ucu sıcaklığına etkisi ve özelliklerinin bu sıcaklıklardaki önemi araştırılmak istenilmiştir. Deneysel çalışmada kesici takım çapı 10 mm olan HSS matkap ve 40 mm çapında 36 mm boyunda AISI 1040 Çelik ve AL 6063 Alüminyum malzemeleri kullanılmıştır. İş parçalarının her iki yanına dört adet olmak üzere 2 mm çapında delikler delinmiştir. Sıcaklığı ölçmek için bu deliklerin içerisine termokupllar yerleştirilmiş ve sabit bir hızda delme işlemi kesme sıvısı ile devam ederken sıcaklık ölçümü yapılmıştır. Delme işlemi sonlandıktan sonra da sıcaklık incelenmeye devam edilmiştir. Deneyler sonunda yapılan ANOVA analizlerinde kesme sıvısının ve malzeme cinsinin takım ucunda oluşacak ısı üzerinde daha fazla etkiye sahip olduğu görülmüştür.

SUMMARY

NAME OF THE THESIS : Thermal analysis of cutting fluid in metal cutting process.

AUTHOR NAME : Semiha OVALI

Thermal analysis and viscosity properties of cutting fluid which are used to improve the surface quality and tool life are some of important parameters in metal cutting process.

Investigating effect of temperature changes of different cutting fluids in tool and finding optimum cutting fluid properties will increase production speed and decrease cost of metal cutting process.

In this study drilling process is performed by using four different cutting fluid and maximum temperature of drill bit is investigated experimentally. The effects of cutting fluid to drill bit temperature and properties of cutting fluid at these temperature are investigated. In the experimental study HSS drill, cutting tool diameter 10 mm and AISI 1040 steel and AL 6063 aluminum materials which is 40 mm diameter and 36 mm height. Materials are drilled four lines 2 mm diameter on both sides. To measure temperature, thermocouples are inserted in drilled holes. Temperature are measured at constant drilling speed occurring with cutting fluid and continued to be measured after the drilling process. It is observed that cutting fluid and material type has important effects on drill bit temperature depending on ANOVA analysis of experimental results.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca benden yardım ve hoşgörüsünü eksik etmeyen başta tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. İlyas KANDEMİR'e, Doç. Dr. Alp Er KONUKMAN'a ve Doç. Dr. Babür ÖZÇELİK'e, deneylerdeki yardımlarından dolayı Taner Karasoy'a, Mehmet Eroğlu'na, Tuncay Çakır'a, Kimya Mühendisliği bölümüne, Gülay Ovalı'ya, İsmail Ökten'e, Hüseyin Sarı'ya ve Bünyamin Yılmaz'a teşekkürlerimi sunmayı borç bilirim.

Bütün çalışmam boyunca benden desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen aileme ve iş arkadaşlarıma teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET	IV
SUMMARY	V
TEŞEKKÜR	VI
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XIII
BÖLÜM 1	1
1.1. Giriş	1
BÖLÜM 2.....	2
2.1. Literatür Çalışması	2
BÖLÜM 3	5
3.1. Talaşlı Şekillendirme	5
3.1.1. Talaşlı Şekillendirmede Oluşan Talaş Tipleri	5
3.1.2. Matkapla Talaşlı Şekillendirme (Dik Kesme)	7
3.1.2.1. Matkapla Delmede Kesme Parametreleri	8
3.1.3. Talaşlı Şekillendirmede Sıcaklık ve Isı Oluşumu.....	13
3.1.4. Oluşan Deformasyon Bölgeleri	15
3.1.4.1. Birincil Deformasyon Bölgesi	15
3.1.4.2. İkincil Deformasyon Bölgesi.....	15
3.1.4.3. Üçüncül Deformasyon Bölgesi.....	16
3.2. Isı Transferi.....	16
3.2.1. İletim.....	17
3.2.2. Taşınım	17
3.2.3. Işınım	17
3.3. Kesme Sıvıları	17
3.3.1. Saf Kesme Yağları.....	21
3.3.2. Suda Çözünen Kesme Yağları	21

3.3.2.1. Su ile Emülsiyon Halinde Karışan Kesme Yağları.....	22
3.3.2.2. Su ile Solüsyon Halinde Karışan Kesme Yağları.....	23
3.3.3. Kesme Sıvılarının Seçimi	24
3.3.3.1. İşlenen Malzemeye Göre	25
3.3.3.2. Kullanılan Kesme Takımlarına Göre.....	27
3.3.3.3. Talaş Kaldırma Şekline Göre	28
3.3.4. Kesme Sıvılarının İnsan Sağlığına Etkisi	28
3.4. Termofiziksel Özellikler.....	29
3.4.1. Aktarım Özellikleri.....	29
3.4.1.1. Isı İletim Katsayısı.....	29
3.4.1.2. Viskozite.....	30
3.4.2. Termodinamik Özellikler	31
3.4.2.1. Özgül Isı	31
3.4.2.2. Yoğunluk	32
3.5. Kesme Sıcaklığının Ölçülmesi ve Kontrolü	33
3.5.1. Isıl Çift (Termokupllar)	33
3.6. Taguchi Metodu ve ANOVA Analizi.....	34
BÖLÜM 4.....	35
4.1. Deneyde Kullanılan Cihazlar, Malzemeler, Kesme Sıvıları.....	35
4.1.1. Matkap Tezgâhı ve Kesici Takımın Özellikleri.....	35
4.1.2. Kullanılan Malzeme ve Özellikleri.....	37
4.1.3. Kesme Sıcaklığı Ölçümünde Kullanılan Cihazın Özellikleri.....	38
4.1.4. Termokupl Özellikleri	40
4.1.5. Kesme Sıvılarının Özellikleri	40
4.1.5.1. Kesme Sıvılarının Termofiziksel Özellikleri.....	42
4.2. Deney Sayısının belirlenmesi ve Kesme Parametreleri.....	43
BÖLÜM 5.....	45
5.1. Deney Sonuçları	45
5.1.1. Birinci Deney İçin Sonuçlar	45
5.1.2. İkinci Deney İçin Sonuçlar	47
5.1.3. Üçüncü Deney İçin Sonuçlar	48
5.1.4. Dördüncü Deney İçin Sonuçlar	50
5.1.5. Beşinci Deney İçin Sonuçlar	51
5.1.6. Altıncı Deney İçin Sonuçlar	53

5.1.7. Yedinci Deney İçin Sonuçlar.....	54
5.1.8. Sekizinci Deney İçin Sonuçlar	56
5.1.9. Dokuzuncu Deney İçin Sonuçlar	57
5.1.10. Onuncu Deney İçin Sonuçlar.....	59
5.2. Kuru Kesme ile Karşılaştırılması	60
BÖLÜM 6.....	66
6.1. Sonuç ve Öneriler	66
KAYNAKLAR DİZİNİ	68
ÖZGEÇMİŞ	71
EKLER	72
EK–1 Taguchi Analizi	
EK–2 Tüm Deneyler İçin Kesme Sıvısı Özellikleri ve Ölçülen Sıcaklıklar	

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
V	Kesme hızı
d	Matkap yarıçapı
π	Sabit
n	Devir sayısı
f	İlerleme oranı
θ_m	İş parçasına iletilen ısı
θ_s	Talaşla iletilen ısı
θ_T	Takımın içine iletilen ısı
P	Toplam ısı oluşumu oranına
T	Sıcaklık
$T_{\max}$	Maksimum sıcaklık değeri
ρ	Yoğunluk
C_p	Özgül Isı
α	Isı yayılım katsayısı
Pr	Prandtl sayısı
μ	Dinamik viskozite
k	Isı iletim katsayısı

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3. 1., Talaşlı imalatta kullanılan teknikler	5
3. 2., Akma talaş	6
3. 3., Kesintili talaş	6
3. 4., Yapışık kenarlı talaş	7
3. 5., Matkapla delme	7
3. 6., Matkap tezgâhının şematik gösterimi	8
3. 7., Matkabın tezgâha bağlanmış alttan görünümü	8
3. 8., Kesme hızı ve ilerleme oranının sıcaklıkla değişimi	11
3. 9., Kesme hızı ile sıcaklık arasındaki ilişki	11
3. 10., Kuru ve soğutmalı kesmedeki kesme hızı sıcaklık değişimi	12
3. 11., Çeşitli malzemelerde kesme hızı ve sıcaklığı	13
3. 12., Metal kesmede oluşan sıcaklıklar	13
3. 13., Talaşlı şekillendirmede oluşan deformasyon bölgeleri	15
3. 14., Metal kesme sırasında oluşan ısı dağılımı yüzdesi	16
3. 15., Kesme sıvısının yüzeydeki sürtünmelere etkisi	18
3. 16. Yüzey gerilimi yüksek ve düşük iki damla yağ	19
3. 17., Farklı kesme sıvılarının sürtünme katsayısının sıcaklık ile değişimi	20
3.18., Isı iletim katsayısını ölçen Hukseflux TP08 V0607 cihazı	30
3.19., Viskozite tayini ölçüm cihazı Brookfield DV-E Viscometer	31
3. 20., Isı kapasitesi ölçüm cihazı	32
4. 1., Matkap tezgahı	35
4. 2., Kesici takım	36
4. 3., Al6063 ve Ç1040 malzemeleri	37
4. 4., Malzemenin imalat resmi	38
4. 5., Pico TC08	39

5. 1., Birinci deney sonuçları	46
5. 2., İkinci deney sonuçları	48
5. 3., Üçüncü deney sonuçları	49
5. 4., Dördüncü deney sonuçları	51
5. 5., Beşinci deney sonuçları	52
5. 6., Altıncı deney sonuçları	54
5. 7., Yedinci deney sonuçları	55
5. 8., Sekizinci deney sonuçları	57
5. 9., Dokuzuncu deney sonuçları	58
5. 10., Onuncu deney sonuçları	60

TABLolar DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
3. 1., Matkap ve malzemeye göre uygun kesme sıvıları ve hızları	10
3. 2., Matkap çapları ve kesme hızı devir sayısı arasındaki bağıntı	10
3. 3., Emülsiyonların konsantrasyonuna göre pH dereceleri	23
3. 4., Kesme yağlarının karşılaştırılması	24
3. 5., Demir ve demir olmayan metallerde bazı kesme yağlarının kullanımı	26
3. 6., Malzeme özelliklerine göre kesme yağından beklenen özellikler	27
3. 7., Matkapla delmede kesme sıvılarının malzemeye göre seçimi	27
3. 8., Kesme faktörlerinde kesme yağları özellikleri	28
4. 1., Kesici takımın teknik özellikleri	36
4. 2., Malzemelerin Kimyasal Analizleri	37
4. 3., Malzemelerin Fiziksel Özellikleri	37
4. 4., Pico TC08 cihazının teknik özellikleri	39
4. 5., Termokuplların özellikleri	40
4. 6., Bio CF 150 (1. Kesme sıvısı) özellikleri	41
4. 7., BİO CF 170 AL (2. Kesme sıvısı) özellikleri	41
4. 8., BİO CF 235 (3. Kesme sıvısı) özellikleri	42
4. 9., BİO CF 245 EP (4. Kesme sıvısı) özellikleri	42
4. 10., Kesme sıvılarının deneylerle bulunan termofiziksel özellikleri	43
4. 11., Parametrelerin seviyeleri	44
4. 12., Deney şartları	44
5. 1., 1. Deney için kesme parametreleri ve sonuçları	46
5. 2., 2. Deney için kesme parametreleri ve sonuçları	47
5. 3., 3. Deney için kesme parametreleri ve sonuçları	49
5. 4., 4. Deney için kesme parametreleri ve sonuçları	50
5. 5., 5. Deney için kesme parametreleri ve sonuçları	52
5. 6., 6. Deney için kesme parametreleri ve sonuçları	53

5. 7., 7. Deney için kesme parametreleri ve sonuçları	55
5. 8., 8. Deney için kesme parametreleri ve sonuçları	56
5. 9., 9. Deney için kesme parametreleri ve sonuçları	58
5. 10., 10. Deney için kesme parametreleri ve sonuçları	59
5. 11., Kuru kesme ile 1.deneyin karşılaştırılması	61
5. 12., Kuru kesme ile 2.deneyin karşılaştırılması	61
5. 13., Kuru kesme ile 3.deneyin karşılaştırılması	62
5. 14., Kuru kesme ile 4.deneyin karşılaştırılması	62
5. 15., Kuru kesme ile 5.deneyin karşılaştırılması	63
5. 16., Kuru kesme ile 6.deneyin karşılaştırılması	63
5. 17., Kuru kesme ile 7.deneyin karşılaştırılması	64
5. 18., Kuru kesme ile 8.deneyin karşılaştırılması	64
5. 19., Kuru kesme ile 9.deneyin karşılaştırılması	65
5. 20., Kuru kesme ile 10.deneyin karşılaştırılması	65

BÖLÜM 1

Bu bölümde yapılan çalışmanın amacı ve safhaları belirtilmiş, kesme sıvısının metal kesmedeki öneminden bahsedilmiştir.

1.1. Giriş

Parçaları malzemeden istenilen ebatlarda ve çeşitli metotlarla ayırma işlemine metal kesme denir. İşlenen parçanın ve takımın malzemesi, talaş ve takım geometrisi, kesme kuvvetleri, takım tezgâhlarının özellikleri, kesme sırasında oluşan ısı, kullanılan kesme sıvıları, işçilik maliyeti, çalışma ortamı gibi unsurlar talaşlı imalatımızı etkiler. Malzemenin ve kullanılan takımın maliyeti ve işçilik zamanı talaşlı imalat maliyetini doğrudan etkileyen faktörlerdir. Malzeme fiyatı hariç diğer maliyetleri azaltmak ya da uygun değere indirmek ise uygun bir kesme sıvısı ile mümkündür. Kesici takımın talaşla temas ettiği yüzeyde, takım ile iş parçasının sürtüldüğü takım yüzeyinde ve iş parçasında talaşın ayrıldığı yerde ısı açığa çıkar. İmalat şekline, iş parçası ve takım malzemesine, kesme verilerine göre seçilen kesme sıvısı oluşan bu ısıyı ortamdan uzaklaştırır, yağlama ile sürtünmenin etkisini azaltır ve böylece takım ömrünü arttırır, yüzey kalitesini iyileştirir, kesme kuvvetleri ve gücünü azaltarak imalatı kolaylaştırır [Kavuncu, 1975; Çakır, 2000; Şahin, 2003; Akkurt, 2004].

Bu çalışmanın amacı farklı özelliklere sahip kesme sıvılarının delme sırasında takım ucunda oluşan maksimum sıcaklık üzerindeki etkisini araştırmaktır. Ayrıca kesme sıvılarının hangi özelliğinin maksimum sıcaklığı düşürücü etki yaptığının bulunması amaçlanmaktadır. Çalışma toplam altı bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde giriş; ikinci bölümde literatür çalışması; üçüncü bölümde talaşlı şekillendirme ve ısı transferi, kesme sıvıları ve özellikleri, termokupllar ile ilgili bilgi verilmiş; dördüncü bölümde deneyde kullanılan cihazlar, malzemeler, kesme sıvıları ile deney metodu anlatılmış; beşinci bölümde deney sonuçları, altıncı bölümde sonuçlarla ilgili yorumlar ve öneriler sunulmuştur. Ekler bölümünde taguchi analizi ve kesme sıvıları özelliklerinin her iki malzeme için takım ucu ölçülen sıcaklıkla karşılaştırmaları yer almaktadır.

BÖLÜM 2

Bu bölümde yapılan literatür araştırılması sunulmuştur.

2.1. Literatür Çalışması

Belluco ve Chiffre'nin yaptığı çalışmada klasik HSS-Co matkap kullanılarak AISI 316L östenitik paslanmaz çelik delinirken 6 kesme sıvısının takım ömrü, takım aşınması, kesme kuvveti ve talaş şekline olan etkileri değerlendirilmiştir. 7 takım katastropik (felakete yol açan, ölümcül) hata derecesine kadar her bir akışkanla test edilmiştir. Kesme kuvvetleri ve talaş kırılması her delik için kaydedildi ve takım aşınması sabit aralıklarla ölçülmüştür. Bir ticari mineral kaynaklı kesme sıvısı referans ürün olarak alınmış ve farklı katkı seviyelerinde 5 bitki kaynaklı (özlü) kesme sıvısı test edilmiştir. Bütün ölçümlerdeki parametrelerde akışkanın performansının takımın ömrünü uzattığını, en iyi talaş kırıklığını, daha az aşınma ve kesme gücü oluştuğunu doğrulamıştır. Dikkate değer, takımın ömrü ve kesme gücü arasında iyi bir korelasyon bulunmuştur. Farklı kesme gücü akışkanın ölçülebilir yüksek tekrarlanabilir takım ömrü nedeniyle ve benzer ölçüm kapasitesi takımın ömrü kullanımında performans kriterini sağlamıştır. Bu sonuçlara göre; matkaplarda itme kuvveti matkap paslanmaz çeliği delerken kesme sıvısı kullanıldığında daha az zaman kaybı, takım ömrü testlerinde maliyette azalma görülmüştür. Bütün bitkisel yağlı akışkanlarda daha iyi bir üretim sağlanmıştır. En iyi performans kesme sıvısı kullanılarak sağlanmıştır. Takım ömründe %177 artış sağlanmış ve %7 itme gücü artışı sağlanmıştır [Belluco ve Chiffre, 2003].

Belluco ve Chiffre'nin yaptığı diğer bir çalışmada; kontrollü laboratuvar şartlarında metal kesme operasyonlarını içeren kesme sıvısı performans değeri için bu metotların bir karşılaştırılması yapılmıştır. Tekrarlanabilir analiz terimlerini, çözümleri ve maliyeti yerine getirmeyi geniş kapsamlı deneysel araştırma sonuçlarına (matkapla delme, tornalama, frezeleme ..gibi operasyonlarla) dayanarak araştırmışlardır. Farklı iş parçaları malzemeleri; karbonlu çelik, paslanmaz çelik ve alüminyum alaşımları gibi ile farklı kesme sıvıları (sulu soğutmaya dayanan, mineral ve bitkisel yağlı) dikkate alınmıştır. Analiz takım ömrü, iş parçası yüzeyinin sonu ve kesme gücü gibi dış gruplarının ana ölçümünü yerine getirmiştir. Oran σ/ρ (σ

ölçümlerin standart sapması, ρ test sonuçlarının çeşitliğinin derecesi) testin oranının sağlamlığını ve maliyet modelinin geliştirilmesini ortaya çıkarmıştır. Takım ömrü testi tekrarlanabilir limit ile bağlantısını ($\sigma = \%10-50$) ve çözümü (σ/ρ 0,25- 0,75), maliyet aralığını 1000 £ ile 2000 £ arasında olmasını analizle sonuca varmışlardır. Kesme gücü (kuvveti) üzerindeki teste dayanarak daha iyi tekrarlanabilir ve çözümlenebilir olmasının aralığın % 0,5-6ve σ/ρ oranı yaklaşık 0,2, test maliyeti yaklaşık 500£ olmasında önemli bir rolü olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Yüzey bitimi testi yüzeyin herhangi bir kısmına yaklaşık %50 tekrarlanabilir ve çözümü 0,3-0,4 maliyeti yaklaşık 1000 £ olarak bulunmuştur [Belluco ve Chiffre, 2000].

Dhar ve arkadaşları metal kesmede minimum kesme sıvısı kullanımının sıcaklık üzerindeki etkisini araştırmışlardır. İşçilerin sağlığı ve çevresel kirlilik yüzünden metal endüstrisindeki kesme sıvısı kullanımı birçok problemleri oluşturduğunu fakat kesme sıvısı kullanımının genelde takımın ekonomisini ve hassas toleransları işlemede kolaylık sağladığını ve iş parçası yüzeyini koruduğunu açıklamışlardır. Birçok avantajları yüzünden kesme sıvısını en aza indirmeyi ya da üretimde kesme sıvısından kurtulmak için kesme sıvısının kullanımı araştırmışlardır. Bazı alternatifler kuru kesme ve işlemede en az miktarda yağlamanın miktarı olduğunu öne sürmüşlerdir (MQL=Minimum Quality of Lubrication). Bu makale kesme sıcaklığı üzerinde MQL etkisini, talaş oluşumunu ve karbür kaplamalı takımla tornalamada AISI 1040 çeliği değişik hız ve ilerleme kombinasyonu ile üretim kalitesini deneysel araştırmayı planlamışlardır. Kuru kesme ile soğutma amaçlı çözülebilir yağla kesme işlemini mukayese etmişlerdir. Deneyler göstermiştir ki MQL kesme sıcaklığında tatmin edici bir azaltmaya, kesme hızının seviyesini ve kesme derinliğinin boyutsal hatasına güvenilir imkân vermiştir. Ayrıca talaş oluşumunu ve talaş- takım etkileşimini MQL ile uygun hale getirmiştir. Bu nedenle MQL eğer düzgün bir şekilde çalıştırılırsa sadece çevreye dostluğunu sağlamaz aynı zamanda işlemin karakteristik özelliklerini de iyileştirdiğini göstermiştir [Dhar ve ark., 2005].

Khan ve Dhar'ın yaptığı çalışmada takım aşınmasının doğal bir olgu olduğunu ve bu aşınma takım hatalarını bulmada yol göstereceği fikrinden hareket etmişlerdir. Yüksek kesme hızlarında ve ilerleme oranlarında yüksek verimlilik istenildiğini,

makine işlemlerinde yüksek kesme sıcaklığı takım ömrünü azaltacağını ve üretimin kalitesini de düşürdüğünü belirtmişlerdir. Metal kesme sıvısının yağlama, basınçlı su ile soğutma özelliği nedeniyle makine operasyonlarının performansını değiştirdiğini, fakat metal kesme sıvısının kullanımının insan sağlığı ve çevre kirliliği gibi birçok problemi de beraberinde getirdiğini söylemişlerdir. Minimum kesme sıvısı kullanımı yağlama fiyatını korumada ve makine, iş parçası, takım temizliğinde ekonomik olduğunu, fabrika zemininde havadan gelen kesme sıvısı parçacıklarını 10 yıl önce keşfetmeleri nedeniyle ve mesleki zorlamalar sonucunda minimum yağlama miktarı (MQL) fikri akla geldiğini söylemişlerdir. Kesme sıcaklığı, takım aşınması, yüzey kalitesi (pürüzlülüğü) üzerinde MQL bitkisel yağlamanın rolü ve karbür kaplamalı AISI-1060 çeliğinin tornalamada boyutsal sapmasını bulmayı amaçlamışlardır [Khan ve Dhar, 2006].

Zeilmann ve Weingaertner'in yaptığı çalışmada minimum kesme sıvısı (MQL) kullanılarak farklı kaplanmış takımlarda sıcaklık değerlendirilmesi yapmışlardır. Matkap içinden ve dışından minimum kesme sıvısı(MQL) vermişlerdir. Deney sonucunda MQL matkap içinden verilmesinin daha iyi olduğunu gözlemlemişlerdir [Zeilmann ve Weingaertner, 2006].

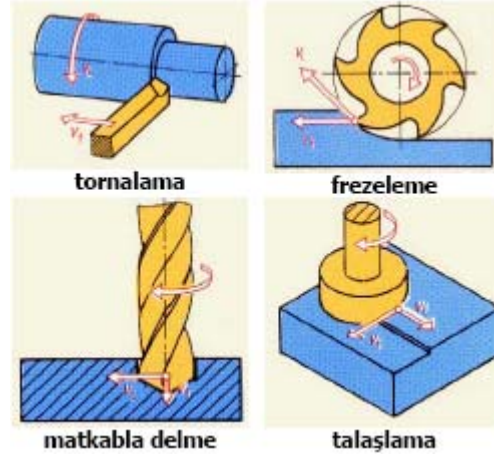
Özçelik ve Bağcı'nın yaptığı deneysel çalışmalarda Al 2014 alaşım malzemesi ve TiN/TiAlN kaplamalı karbür matkaplar kullanılarak dıştan soğutma, içten soğutma ve kuru delme deneylerinin matkap ucunda oluşan sıcaklığa etkileri araştırılmıştır. Araştırmalarının sonucunda matkap ucu sıcaklığının soğutma sıvılarının kullanımına ve uygulanan kesme parametrelerine göre farklı etkilendiğini tespit etmişlerdir. Dıştan soğutmada kesme parametrelerinin ve soğutma sıvısının basıncı matkap ucu sıcaklığını etkilediğini deneysel olarak gözlemlemişlerdir [Özçelik ve Bağcı, 2006].

BÖLÜM 3

Bu bölümde talaşlı şekillendirme ve ısı transferi, kesme sıvıları ve özellikleri, termokupllar ile ilgili bilgi verilmiştir.

3.1. Talaşlı Şekillendirme

Talaşlı şekillendirme, malzemenin şekillendirilmesi ve istenilen ebatlarda olması için yapılan işlemlerde malzemeden talaş kaldırılma işlemidir. Talaşlı imalat yöntemlerinde iş parçası ile takım birbirlerine karşı hareket ederler (Şekil 3.1) [Metin, 2001].



Şekil 3. 1., Talaşlı imalatta kullanılan teknikler [Metin, 2001].

Takım hareketi doğrusal ya da dairesel olmak üzere herhangi bir hat üzerinden sağlanarak bir kesme kuvveti oluşturur. Kesme kuvveti ve ilerleme hareketi ile de talaş kaldırılır [Akün, 1965 ve 1973; Metin, 2001; Yumurtacı, 2004].

3.1.1. Talaşlı Şekillendirmede Oluşan Talaş Tipleri

İşlenen malzemenin cinsi ve kesme hızı, ilerleme derinliği gibi kesme şartlarına göre talaş formları değişir. Genelde üç grup altında toparlayabiliriz [Yumurtacı, 2004].

- ❖ Akma Talaş; Yumuşak Malzemede ve yüksek hızlarda yapılan işlemlerde görülen talaş türüdür. Devamlı bir şekilde talaş takımdan

ayrılır. Takım ömrü bakımından en uygun talaş tipidir. Deneyde kullanılan alüminyum malzemede bu tip talaş çıktığı gözlenmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3. 2., Akma talaş [Yumurtacı, 2004].

- ❖ Kesintili Talaş; Gevrek Malzemelerde yüksek kesme hızlarında veya sünek malzemelerde düşük hızlarda yapılan işlemlerde görülen talaş türüdür. Parça parça olarak takım ağzından çıkar (Şekil 3.3).



Şekil 3. 3., Kesintili talaş [Yumurtacı, 2004].

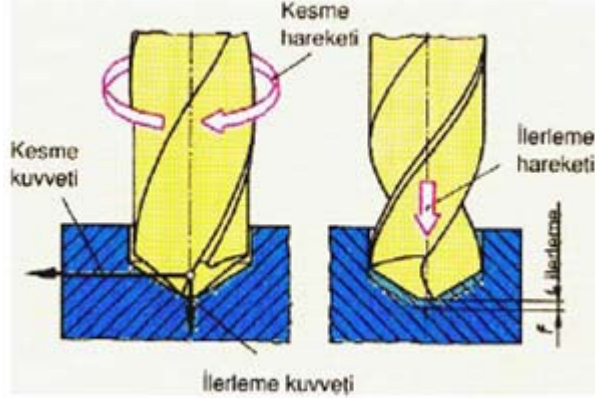
- ❖ Yapışık Kenarlı Talaş; Sünek malzemelerde ve orta hızlarda yapılan işlemlerde görülen talaş türüdür. Takıma yapışarak kesme kenarını bozan bu talaş türü akma talaş türüne benzer (Şekil 3.4).



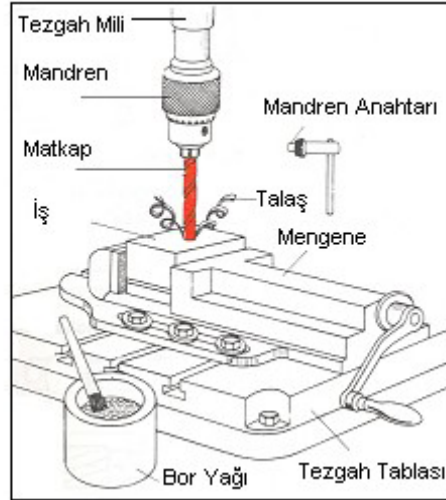
Şekil 3. 4., Yapışık kenarlı talaş [Yumurtacı, 2004].

3.1.2. Matkapla Talaşlı Şekillendirme (Dik Kesme)

Çoğunlukla iş parçası sabit, kesme takımı hareketlidir. Ancak çok derin deliklerde iş parçası döner ve takım tezgâhı sabit kalır. Şekil 3.5'te görüldüğü gibi parça ile takım 90° yapacak şekildedir. Takım hem kendi ekseninde döner ve hem de iş parçası içerisinde ilerlemeye başlar. “Bu esnada iş parçasından kopan malzemeye *talaş* denir ve bu işleme *Matkapla Delme* ya da *Dik Kesme* denir.” Şekil 3.6'da matkap tezgahı gösterilmektedir [Akün, 1965 ve 1973].



Şekil 3. 5., Matkapla delme [Metin, 2001].



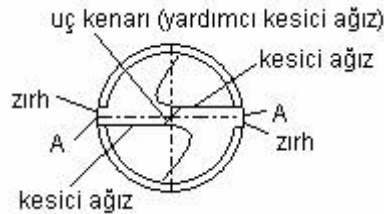
Şekil 3. 6., Matkap tezgâhının şematik gösterimi [MEB, 2005]

3.1.2.1. Matkapla Delmede Kesme Parametreleri

İlerleme devir esnasında takımın aldığı yola denir. Yani matkabın bir devirde delik boyunca ilerlediği mesafeye denir. Kesme hızına etki eden faktörlere ve kesme hızına bağlı olarak değişir [Özcan ve Bulut, 1991].

Kesme derinliği veya kesme talaş derinliği takımın kesme derinliğidir. Matkapla delmede matkap yarıçapına karşılık gelir [Metin, 2001].

Kesme hızı dönerek ilerlediği için çevresel hız olarak da ifade edilir yalnız ortada bir de kesme kuvveti olduğundan dolayı kesme hızı olarak ifade edilir [Web1, 2008].



Şekil 3. 7., Matkabın tezgâha bağlanmış alttan görünümü [Web1, 2008].

Şekil 3.7'deki A noktası matkabın en uç noktasıdır. A noktasının bir dönüşte aldığı yol;

$V_c = \pi \cdot d$ mm olur. Matkabın 1 dakikadaki devir sayısına n denirse;

$V_c = \pi.d.n$ mm/dak ya da $V_c = \pi.d.n/1000$ m/dak kesme hızının formülü olur.

Burada V_c kesme hızı, d matkap yarıçapı, n devir sayısı, π sabittir.

Uygun kesme hızını bulmak için uygulamalarda genelde formül yerine tablolar kullanılır. Tablo 3.1’de malzemenin ve takımın cinsine göre seçilmesi gereken kesme hızları ve kesme sınırları gösterilmektedir.

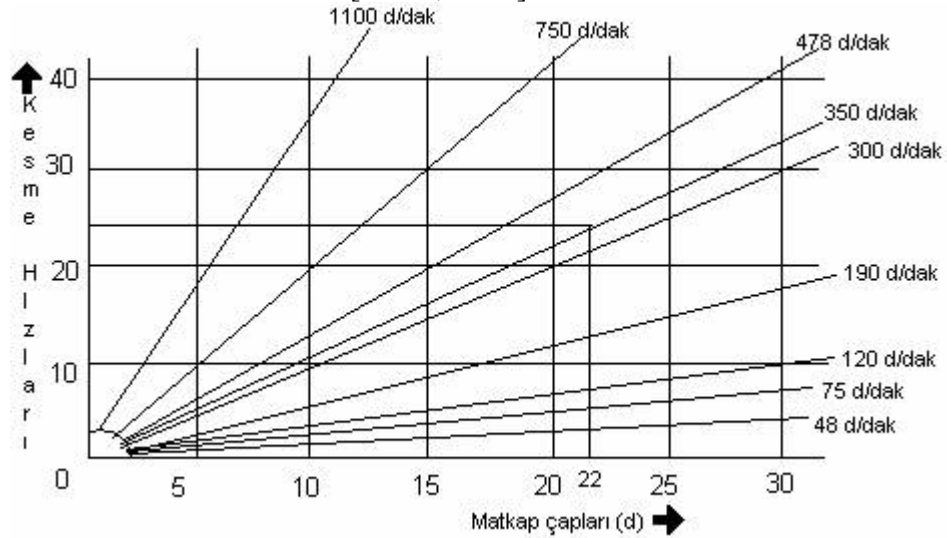
Kesme hızı ve ilerleme hızı malzemenin ve takımın cinsine, istenen yüzey kalitesine göre belirlenir. Kesme hızına etki eden faktörler kısaca;

- ❖ **Malzeme Cinsi;** Malzemelerin talaş kaldırma sırasında göstereceği direnç farklıdır. Bir malzeme ne kadar çok dirençliyse o kadar düşük kesme hızına sahip olur.
- ❖ **Takımın Cinsi;** Talaş kaldırma sırasında kesme kuvvetlerine maruz kalan kesici takım, kesme kabiliyetini kaybetmeden bu kuvveti karşılayabilecek dayanıklılıkta olmalıdır.
- ❖ **Yüzey kalitesi;** Kaba talaş çıkarılarak yapılan imalatta yüzey pürüzlü, ince talaş çıkarılıp yapılan imalatta ise düzgün yüzeyli iş parçaları elde edilir ve istenilen yüzey düzgünlüğüne göre de kesme hızı seçilir.

Tablo 3. 1., Matkap ve malzemeye göre uygun kesme sıvıları ve hızları [Web1, 2008].

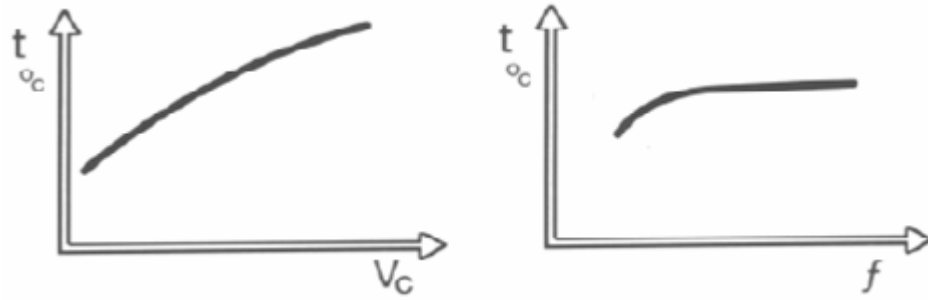
Malzeme cinsi	Kesme hızları $V=m/dak$		Kesme sıvısı
	HSS Matkap	HM Matkap	
Döküm malzemeler	15-25	40-70	Kuru
Çekme dayanımı 500-700 N/mm ² ye kadar olan makine imalat çelikleri	20-30	70-100	Bor yağı
Çekme dayanımı 700-1000 N/mm ² olan makine imalat çelikleri	15-20	40-70	Bor yağı
İslah çelikleri (900 N/mm ² üzeri)	5-8	20-30	Bor yağı, kesme yağı
Bakır ve alaşımları (pirinç)	30-80	60-125	Bor yağı
Alüminyum ve alaşımları	35-100	100-200	Bor yağı

Tablo 3. 2., Matkap çapları ve kesme hızı devir sayısı arasındaki bağıntı [Web1, 2008].



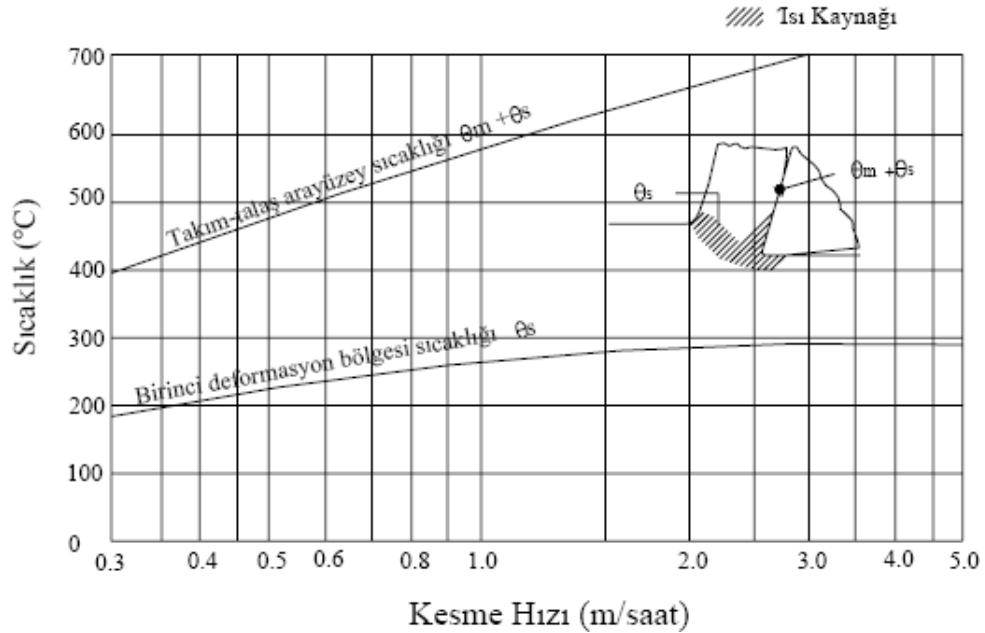
Küçük matkap çaplarında devir sayısı büyük, büyük delik çaplarında küçük seçilmelidir. Tablo 3.2’de matkap çapları, kesme hızı ve devir sayıları arasındaki ilişki gösterilmiştir. Kesme hızı ile takım ömrü arasında Taylor tarafından yapılan deneyler sonucunda, kesme hızının artırılması takım ömrünü azalttığı sonucuna varmıştır. Kesme sıcaklığındaki düşüş takım ömründe artışa neden olur [Avuncan, 1998; Motorcu, 2006].

Kesme hızının artırılması talaş oluşumunu zorlaştırır. Kesme hızının yüzey pürüzlülüğüne de etkisi vardır. Yüzey pürüzlülüğünü iyileştirmek için kesme hızının artırılması gerekmektedir [Gökkaya ve ark., 2006]. Redulescu ve Kapoor çalışmaları sonucu, kesme hızının ısıyla bir ilişkisi olduğunu, takım-talaş ara yüzeyinde oluşan ıslığı arttırdığını ortaya çıkarmışlardır [Şahin ve Acır, 2003].



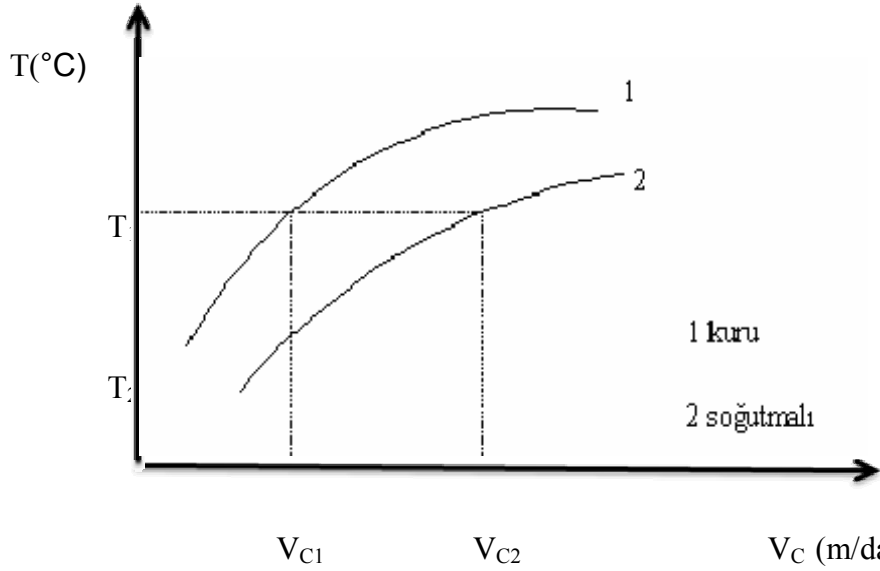
Şekil 3. 8., Kesme hızı ve ilerleme oranının sıcaklıkla değişimi [Gökkaya ve Nalbant, 2006].

Şekil 3.8’de görüldüğü gibi kesme hızının artması sıcaklığın artmasına neden olur [Akkurt, 2004]. Isının oluşumunda kesme hızının etkisi ilerleme hızına oranla daha etkilidir [Şahin ve Acır, 2003].



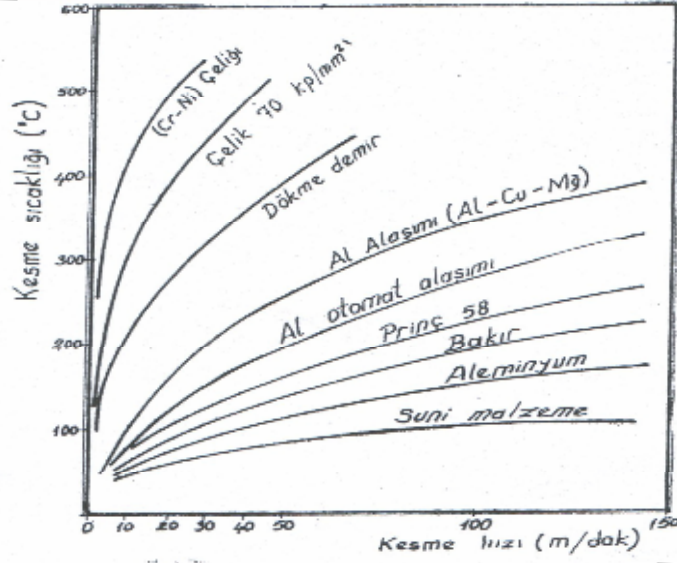
Şekil 3. 9., Kesme hızı ile sıcaklık arasındaki ilişki [Gökkaya ve Nalbant, 2006].

Kesme hızının artmasıyla takım-talaş ara yüzeyi sıcaklığı ve birinci deformasyon bölgesi sıcaklıkları Şekil 3.9'da gösterilmiştir. Kesme sıvılarının kullanımı ile oluşan bu sıcaklık bir ölçüde azaltılabilir. Böylece yüksek kesme hızlarında çalışma yapılabilir [Akkurt, 2004].



Şekil 3. 10., Kuru ve soğutmalı kesmedeki kesme hızı sıcaklık değişimi [Akkurt, 2004].

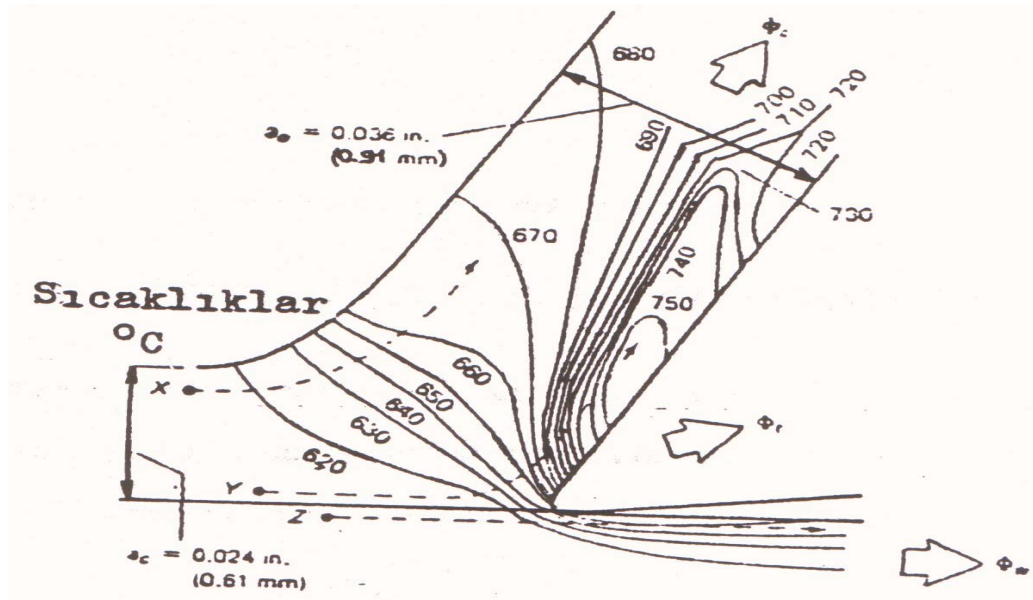
Şekil 3.10'da görüleceği üzere aynı kesme hızlarında düşük sıcaklıklar kesme sıvısının kullanımında gözlenmiştir. Kullanılan malzeme cinsine göre kesme hızının kesme sıcaklığı üzerindeki etkisi Şekil 3.11'de gösterilmiştir. Genelde bakır, alüminyum gibi yumuşak ve gevrek malzemelerde kesme sıcaklığı düşük, çelik gibi sert malzemelerde yüksektir.



Şekil 3. 11., Çeşitli malzemelerde kesme hızı ve sıcaklığı [Kavuncu, 1975].

3.1.3. Talaşlı Şekillendirmede Sıcaklık ve Isı Oluşumu

Metal kesme sırasında Şekil 3.12’de görüldüğü gibi talaş –takım ara yüzeyi bölgesinde ve iş-takım yüzeyinde sıcaklıklar oluşur. Bu sıcaklık talaş takım arasındaki sürtünmede ve takımın aşınmasında etkilidir.



Şekil 3. 12., Metal kesmede oluşan sıcaklıklar [Eraslan, 1994].

Talaşlı şekillendirmede malzeme gerilmelere maruz kalır ve parça üzerine yüklenen enerjinin çoğu ısıya dönüşür. Bu ısı kesici takım, iş parçası, talaş ve kesme

sıvısına dağılmaktadır. Kesici takımın talaşla temas ettiği yüzeyde, takım ile iş parçasının sürtündüğü takım yüzeyinde ve iş parçasında talaşın ayrıldığı yerde ısı açığa çıkar. Oluşan ısı miktarı; malzemenin cinsi ve kesme dayanımına, talaş tipine, takımın cinsi ve özelliklerine, kesme şartlarına, kesme hızı gibi birtakım faktörlere bağlıdır. Genelde kolay şekil verilebilen malzemelerde kesme sıcaklığı düşük, sert malzemelerde ise yüksektir. Malzemenin ısıyı kolay iletmesi de yani malzemenin ısı iletim katsayısı da ayrıca etkilidir. Takımın keskin olması aşınmayı geciktirir ve sürtünmeyi azaltır. Böylece ısı miktarı düşer [Eraslan, 1994].

Takım-talaş yüzeyinde ve kayma yüzeyinde en büyük ısı oluşur. İş-takım yüzeyindeki ısı miktarı takımın kalitesine bağlıdır ve genellikle hesaplamalarda ihmal edilir [Eraslan, 1994; Şahin ve Acır, 2003; Gökkaya ve ark., 2004].

Takım-talaş ara yüzeyinde oluşan ısı; kayma bölgesinde talaş oluşumu ile meydana gelen plastik deformasyon ve takımla talaş arasında oluşan sürtünmeden meydana gelir, kesme hızıyla bağıntılıdır. Kesici takım kenarında da yüksek sıcaklıklar oluşmaktadır. Kesme ve ilerleme hızı, kesme derinliği, işlenen malzemenin cinsi takım malzemesi ve geometrisine bağlıdır. Genel olarak ısı artışı talaş –takım yüzeyinde ve talaş kayma bölgesinde oluşur. Bu ısı aşınmayı artırır ve takımın ömrünü azaltır [Eraslan, 1994; Şahin ve Acır, 2003; Gökkaya ve ark., 2004].

Talaşlı şekillendirmede oluşan ısıнын çoğu talaşla iş parçasından uzaklaşmaktadır ve talaş sayesinde düzenli bir sıcaklık dağılımı olmaktadır. Takım yüzeyinde ve iş parçasında oluşan sıcaklık farkı ile iş parçasının yüzeyi ısı iletimi ile ısınmakta, bir parça ısı da takımın gövdesi içersine iletilmektedir.

Toplam ısı oluşumu oranına P dersek;

$$P = \theta_S + \theta_M + \theta_T$$

θ_S = Talaşla iletilen ısı

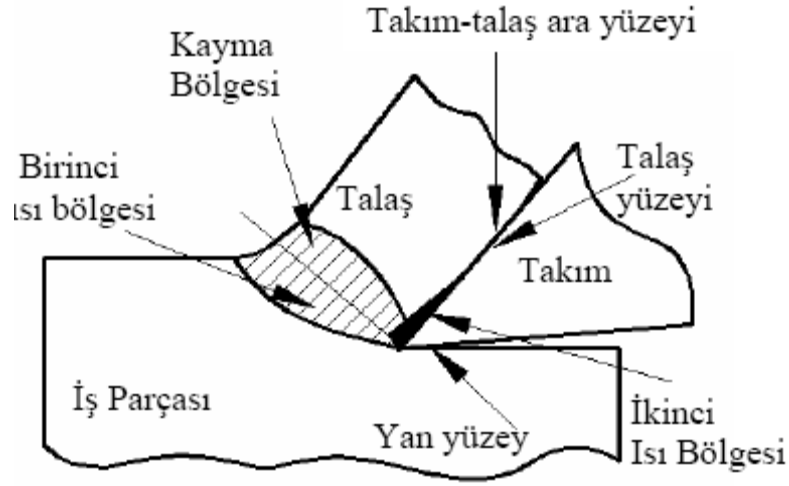
θ_M = İş parçasına iletilen ısı

θ_T = Takımın içine iletilen ısı

Matematiksel olarak yazılabilir [Eraslan, 1994].

3.1.4. Oluşan Deformasyon Bölgeleri

Talaş kaldırma sırasında ısı oluşumu, Şekil 3.13’de görüldüğü kayma bölgesi birincil deformasyon bölgesi, takım-talaş ara yüzeyi ikincil deformasyon bölgesi, takım-iş parçası yüzeyi üçüncül deformasyon bölgesi olmak üzere toplam üç bölgede oluşur.



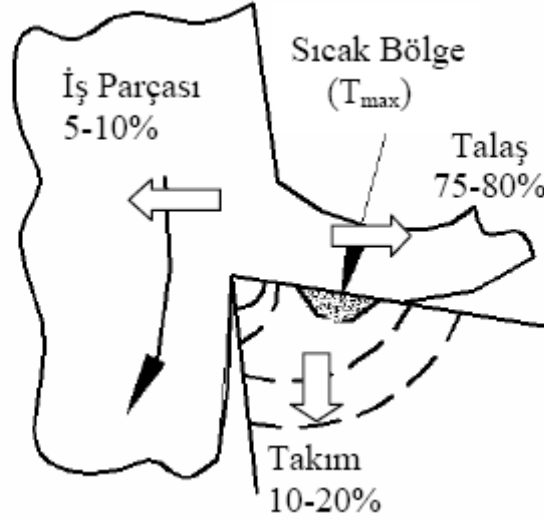
Şekil 3. 13., Talaşlı şekillendirmede oluşan deformasyon bölgeleri [Şahin ve Acır, 2003].

3.1.4.1. Birincil Deformasyon Bölgesi

Şekil 3.13’te ki kayma bölgesine birincil deformasyon bölgesi denilir. En fazla ısı bu bölgede oluşur ve bu ısının büyük bir bölümü talaşla iletilir, ihmal edilebilir bir kısmı ise iş parçasına iletilir. Talaş kesiti ne kadar geniş olursa bu bölgedeki ortalama sıcaklıkta o kadar azalır. Kayma bölgesinde sürtünmeden dolayı, işlenen malzemenin mekanik özellikleri etkilenir [Eraslan, 1994].

3.1.4.2. İkincil Deformasyon Bölgesi

Talaş-takım ara yüzeyinde oluşan bölgedir. Takımla talaş arasında ve kesici kenarla işlenen yüzey arasında sürtünmeler meydana gelir, bu sürtünme ısıyı oluşturur, kesme hızı arttıkça da ısı artar [Gökkaya ve Nalbant, 2006].



Şekil 3. 14., Metal kesme sırasında oluşan ısı dağılımı yüzdesi [Şahin ve Acır, 2003].

Kesici takım ile talaş arasında sıcaklık maksimum değerine ulaşır (T_{max}). Bu sebeple, takım ve talaş arasındaki oluşan ısı, takımın performansını ve işlenen malzemenin yüzey kalitesini etkilemektedir. Şekil 3.14'te görüleceği üzere ısıнын çoğu talaşla birlikte dışarı atılır. %10'luk kısmı iş parçasına, % 20'lik kısmı ise takıma geçmektedir [Şahin ve Acır, 2003].

3.1.4.3. Üçüncül Deformasyon Bölgesi

Takım ve iş parçası işlenmiş yüzeyinde oluşur. Bu bölge Şekil 3.13'te gösterilmiştir. En az ısı oluşumu bu bölgededir ve ihmal edilebilir [Gökkaya ve Nalbant, 2006].

3.2. Isı Transferi

'Isı geçişi, sıcaklık farkından kaynaklanan enerji aktarımıdır' [DeWitt ve Incropera, 2006]. Eğer iki cisim arasında sıcaklık farkı varsa termodinamiğin ikinci kanuna göre ısı yüksek sıcaklıklardan düşük sıcaklıklara doğru akar. İletim, taşınım ve ışıınım olmak üzere üç türlü ısı geçişi mevcuttur [Dağsöz, 1995; Kakaç, 1998; Yılmaz, 1999; Altınışık, 2003; DeWitt ve Incropera, 2006].

3.2.1. İletim

Termodinamiğin 2.Kanununa göre ısı yüksek sıcaklıklardan düşük sıcaklıklara doğru hareket eder. Yani iletim bir maddenin daha yüksek enerjili parçacıklar ile yakınındaki diğer düşük enerjili parçacıklar arasındaki etkileşimler sonucu enerji aktarılması olayıdır [Dağsöz, 1995; Kakaç, 1998; Yılmaz, 1999; Altınışık, 2003; DeWitt ve Incropera, 2006].

3.2.2. Taşınım

Taşınım akışkan bir ortam ve onu çevreleyen yüzey arasında akışkanın kitlesel hareketi ile moleküler hareketinin toplamıdır. İletimin ve kitle hareketinin bileşik etkileri ile oluşan enerji aktarımıdır. Akışkanın türüne göre taşınım ile ısı geçişi sınıflandırılabilir [Dağsöz, 1995; Kakaç, 1998; Yılmaz, 1999; Altınışık, 2003; DeWitt ve Incropera, 2006].

3.2.3. Işınım

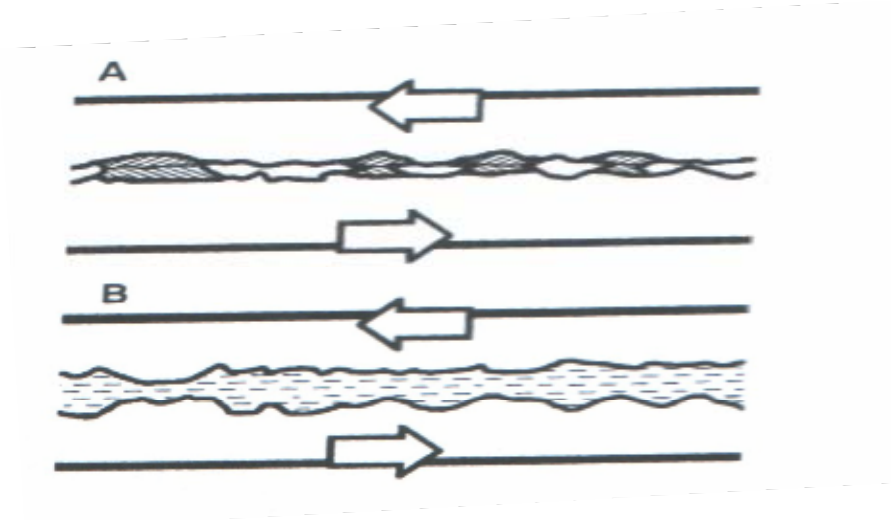
Işınım elektromagnetik dalgalar yayılımı ile yayılan enerji şeklidir ve bu enerji çok küçük olduğundan ihmal edilebilir [Dağsöz, 1995; Kakaç, 1998; Yılmaz, 1999; Altınışık, 2003; DeWitt ve Incropera, 2006].

3.3. Kesme Sıvıları

F.W.Taylor yalnızca su kullanarak kesme hızını %30–40 arttırabileceğini kanıtladıktan sonra kesme sıvısının önemi anlaşılmış olup; mineral, hayvansal, bitkisel yağlarla ve bunların karışımı ile elde edilen kesme sıvıları günümüze kadar çok gelişmeler göstermiştir [Kavuncu, 1975; Avuncan, 1998; Çakır, 2000].

Talaş kaldırma sırasında oluşan ısıyı çabucak ortamdan uzaklaştırmak, talaşın takıma kaynamaması için talaşlı imalatla kullanılan kesme yağlarının soğutma ve yağlama kabiliyetinin olması gerekmektedir. Böylelikle takım ve iş parçası arasında sürtünme azalarak takım ömrü uzar, sıcaklıktan meydana gelen deformasyon azalır ve talaşın iş parçasından kolaylıkla uzaklaşması sağlanır, talaş akışı kolaylaştırır ve korozyonu önleyerek işlem sırasında talaşı çalışma ortamından uzaklaştırır [Kavuncu, 1975; Avuncan, 1998; Çakır, 2000].

Kesme sıvısı takım sıcaklığını 510°C 'den 482°C 'ye düşürdüğünde, takım ömrü 19,5 dakikadan 110 dakikaya çıkarılabilir [Şahin, 2003]. Bu bilgiler dikkate alınıp, kaba bir hesap yapılırsa 28°C 'lik bir azalma takım ömrünü yaklaşık 90 dakika uzatmaktadır. Yani her 1°C 'lik azalmada takım ömrü yaklaşık 3,2 dakika artmaktadır.



Şekil 3. 15., Kesme sıvısının yüzeydeki sürtünmelere etkisi [Çakır, 2000].

Şekil 3.15'te görüldüğü gibi kesme sıvısının kullanımı ile yüzeyde meydana gelen sürtünme azalmıştır.

Takım aşınmasında sıcaklık birebir etkilidir. Bu sıcaklığı mümkün olan en kısa sürede ortamdan uzaklaştırmak ya da ortamın sıcaklığını düşürmek için uygun kesme sıvısı kullanılmalıdır. Talaşın kesme sırasında oluşan basınçla işlenmiş yüzeye ve takıma yapışma riski vardır. Kesme sıvısı talaşın kırılmasını sağlar ve kenara yığılmasını (yığılma kenar oluşumu) önler [Kavuncu, 1975; Avuncan, 1998; Çakır, 2000].

Kesme sıvısının iyi bir yağlama ve soğutma özelliğine ve insan sağlığına zarar vermeyecek özelliklere sahip olması beklenir. Pis kokulu olmaması, deriyle temas halinde herhangi bir yan etkisinin bulunmaması gerekmektedir. Ayrıca iş parçasında korozyona neden olup yüzeyi bozmamalı ve kullanılan tezgâhlara zarar

vermemelidir. Yüksek basınçlarda köpük oluşturmamalı, işlenen parçaya uygun bir kesme sıvısı seçilmelidir. Özellikle kolay işlenebilen malzemelerde korozyon tehlikesi olduğundan buna uygun bir kesme sıvısı seçilmelidir. Uzun ömürlü olması, saydam bir yapıya sahip olması, kolay ateş almaması ve düşük viskoziteye sahip olması beklenir. Isı iletim kabiliyetleri ve özgül ısıları yüksek değerlerde olmalıdır. Yağlama iyi olmalı ve iş parçasına ince bir film şeridi gibi yapışma özelliğine sahip olması beklenmektedir [Kavuncu, 1975; Avuncan, 1998; Çakır, 2000].

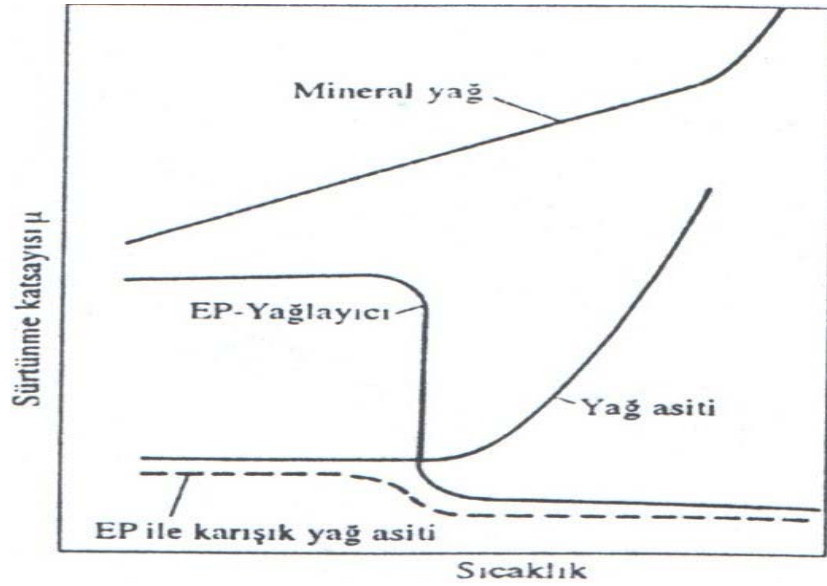


Şekil 3. 16. Yüzey gerilimi yüksek ve düşük iki damla yağ [Kavuncu 1975].

Şekil 3.16'daki açı ne kadar küçük olursa yağ yüzeye o kadar iyi yayılır ve ıslatma kabiliyeti (yağın yüzey gerilimi düşük) yüksek olur. Kesici takım ve iş parçası arasındaki sürtünme azalır, talaşın kaynamasını önler [Kavuncu, 1975; Avuncan, 1998; Çakır, 2000].

Talaş kesiti ne kadar düşük olursa sürtünme katsayısı o kadar düşük olacaktır. Böylece talaş ile takım arasındaki temas az olacağı için kesme yağının ince bir film tabakası oluşturması kolay olur [Kavuncu, 1975; Avuncan, 1998].

Tüm sıvıların yapışma kabiliyeti yoktur. Yalnızca yağların bu özelliği vardır. Bu özelliklere sahip olmayan sıvılara ilave maddeler katılarak yapışma kabiliyetleri artırılır. Yağda bulunmayan veya belli bir miktarda bulunan, yağlara istenen bazı özellikleri kazandırmak, mevcut özelliklerini geliştirmek, istenmeyen bazı özelliklerini yok etmek veya minimuma indirmek amacıyla ilave edilen maddelere katık denir [Kavuncu, 1975; Avuncan, 1998; Çakır, 2000].



Şekil 3. 17., Farklı kesme sıvılarının sürtünme katsayısının sıcaklık ile değişimi [Avuncan, 1998].

Şekil 3.17’de görüldüğü gibi farklı katıklar eklenerek elde edilen kesme sıvılarının sürtünme katsayısı gösterilmiştir. Katkı maddelerinin ilavesiyle sürtünmeye karşı mukavemet artırılır. Geniş bir sıcaklık aralığında iyi bir sürtünme davranışı ortaya çıkar. Sürtünme katsayısının düşüklüğü de talaş kaldırma kabiliyetini artırır. Yalnız içerdikleri su miktarı az olduğundan soğutma kabiliyeti yok denecek kadar azdır [Kavuncu, 1975; Avuncan, 1998; Çakır, 2000].

Tek bir kesme sıvısında istediğimiz tüm özellikleri bulmak mümkün değildir. Bilinen en iyi ve en ekonomik soğutucu sudur. Yalnız suyun korozyon etkisi vardır. Soğutması iyidir ancak yağlayıcı özelliği yoktur. Bu yüzden de suyun içersine yağlayıcı özelliğe sahip yağlar ilave edilir [Kavuncu, 1975; Avuncan, 1998; Çakır, 2000].

Ayrıca su ile karıştırılmayan ve direkt kullanılan kesme yağları da vardır. Kesme yağlarının birçok çeşidi vardır. Madeni, hayvani iç yağlar, bitkisel yağlar. v.s. genel olarak suyu temel alarak gruplandırma yaparsak iki ana gruba ayırabiliriz

- ❖ Saf kesme yağları
- ❖ Suda çözünen kesme yağları [Kavuncu, 1975; Avuncan, 1998; Çakır, 2000].

3.3.1. Saf Kesme Yağları

Su ile karıştırılmadan kullanılan kesme yağlarıdır. Normal bir soğutma ve iyi bir yağlama gerektiren imalatlarda kullanılır. Yağlama fonksiyonun önemli olduğu, soğutmanın göz ardı edilebileceği yerlerde bu tip kesme yağları kullanılır. Örneğin; dişli çark açılması, yüzey düzgünlüğü istenen işlemlerde ve hassas imalatlarda kullanılmaktadır. Bu yağlara çeşitli katkıları ilave edilerek değişik özelliklere sahip kesme yağları da elde edilebilir. Bunlar;

- ❖ Saf madeni kesme yağları
- ❖ Saf organik kesme yağları
- ❖ Madeni organik kesme yağları
- ❖ EP (yüksek basınç) kesme yağları
- ❖ Çok maksatlı kesme yağları

Şeklinde gruplandırılabilir [Kavuncu, 1975; Avuncan, 1998; Çakır, 2000].

3.3.2. Suda Çözünen Kesme Yağları

Su ile karıştırılmayan yağlar ekonomik olarak dezavantajlıdır. Talaşlı imalatla kesme sıvılarının soğutma kabiliyetine sahip olmaları daha çok istenen bir özelliktir. Soğutucu özelliği bakımından en ekonomik ve en iyi soğutucu sudur. Yalnız su demir alaşımlı malzemelerde pas tehlikesi yaratacağından suyun içersine katkıları ilave edilir. Su ile karıştırılarak oluşturulan bu kesme sıvıları hem iyi bir soğutma, hem de yağlama ve korozyon önleyici etkilere sahip olacaktır. Su içerisinde karışma prensibine göre bu kesme sıvıları ikiye ayrılır.

- ❖ Su ile emülsiyon halinde karışan kesme yağları (bor yağları)
- ❖ Su ile solüsyon halinde karışan kesme yağları [Kavuncu, 1975].

3.3.2.1. Su ile Emülsiyon Halinde Karışan Kesme Yağları

Bu tür yağlara bor yağları da denir. Madeni yağın içersine ilave edilerek çok küçük damlalar halinde dağılarak elde edilen yağlar su ile karıştırılır. Yağ ile su karıştırıldığı zaman damlaların ince taneli olması için ara bir katkıya ihtiyaç vardır. Bu madeni yağa sıvı sabun ya da sabunun yerini alan maddeler karıştırılır. Böylece bor yağları elde edilmiş olur. Bor yağları suda erimezler, suyun içersinde damlacıklar halinde dağılmış olarak bulunurlar. Bu damlacıklar ne kadar küçükse yağ ve su birbirinden o kadar kolayca ayrılmaz ve uzun süre özelliklerini korur. Yağ damlalarının su içersindeki küçüklüğü yağın cinsine ve imal metoduna, su cinsine ve emülsiyonun hazırlanış tarzına bağlıdır. Madeni yağ damlacıklarının 0,0001 mm'den büyük tutulmamalıdır. 0,0005 mm'nin üzerinde kaba işlemlerde kullanılabilir [Kavuncu, 1975; Avuncan, 1998].

Bor yağı emülsiyonları yüksek soğutma ve normal yağlama kabiliyetlerine sahiptirler. Su içersindeki dağılmış olan yağ damlacıkları hem korozyonu önler, hem de yüzeylere yapışarak yağlanmayı sağlamış olur. %60'dan daha fazla mineral yağ içerirler, hayvansal ve bitkisel kaynaklı yağların ya da esterlerin ilavesi emülsiyonların yağlayıcılığını artırır. Genelde hafif ve orta talaş kaldırma işlemlerinde kullanılırlar [Kavuncu, 1975; Avuncan, 1998].

Bor yağları su ile karıştırıldığında rengi süt gibi olur. Açık mavi ya da buna benzer bir renk gibi olduğunda bor yağı bozulmuş demektir. Rahatsız edici bir koku meydana gelir. Yağ ve su birbirinden ayrılır. Özelliklerini (korozyon önleyici özelliği vs.) kaybeder. Bozulmaya bor yağlarının içersinde bulunan bakteriler sebep olmaktadır. Havasız ortamda yaşayan bu bakterilerin gelişmesine ve bor yağının bozulmasına neden olan hususlar şunlardır;

- ❖ Bor yağının içersine karışan talaş parçacıkları ile emülsiyon arasında kimyasal reaksiyonlar sonucu hidrojen açığa çıkar ve bu hidrojen bakterilerin gelişmesini hızlandırır.
- ❖ Emülsiyonun pH değeri azaldıkça bakteriler artar.

Emülsiyondaki pH değeri bor yağı miktarına bağlıdır. pH değeri azaldıkça asitlik derecesi artar ve korozyon tehlikesi açığa çıkar. pH değeri çok yüksek olan emülsiyonlar ise cilde zarar verebilir [Kavuncu, 1975; Avuncan, 1998].

Tablo 3. 3., Emülsiyonların konsantrasyonuna göre pH dereceleri [Kavuncu, 1975].

			pH
Bor yağı	% 10	Konsantrasyonlu	8
Bor yağı	% 15	Konsantrasyonlu	8,5
Bor yağı	% 20	Konsantrasyonlu	9
Bor yağı	% 25	Konsantrasyonlu	9,5
Taşlama yağı	% 1	Konsantrasyonlu	7,5
Taşlama yağı	% 2	Konsantrasyonlu	8,5
Üniversal soğutma macunu	% 5	Konsantrasyonlu	8

Tablo 3.3'te su içersindeki bor yağının miktarına göre pH dereceleri gösterilmiştir. Bor yağlarının bozulmasını önlemek için bor yağları sık sık hava ile temas ettirilmeli, içerisine nemlendirici, köpük önleyici, bakteri oluşumunu engelleyici maddeler ilave edilmeli, pH değeri 9,5 üstünde tutulmalı, tezgâh temizliğine dikkat edilmeli, talaşları filtre ile emülsiyonlardan ayırmalı, kullanılan suyun kükürt miktarına dikkat edilmelidir. Bakterilerin 26–38°C ortamda en fazla arttığı, 18°C'nin altında ve 71°C'nin üstünde bakterilerin gelişmesinin yavaşladığı tespit edilmiştir. Bu nedenle soğutma özelliklerini iyileştirmek için 18°C'nin altında tutulmalı ve sterilizasyon için 70–80°C ısıtılmalıdır. Bor yağlarının saf yağlara kıyasla soğutma özellikleri çok yüksektir ve bu yüzden yüksek kesme hızlarında tercih edilir. Daha ekonomik olduğundan ve sağlık yönünden daha az zararsız oldukları için genelde piyasada bu tip kesme sıvıları kullanılmaktadır [Kavuncu, 1975; Avuncan, 1998].

3.3.2.2. Su ile Solüsyon Halinde Karışan Kesme Yağları

Su ile karıştırıldığında homojen bir hal alan kesme yağlarıdır. Potasyum karbonat, soda, boraks, suda eriyebilen deterjanlar, inorganik tuzlar, ..v.s. gibi bazı kimyasal maddelerin suda erimeleriyle elde edilirler. İyi bir ıslatma ve soğutma özellikleri vardır. Bakteri oluşumuna karşı daha dayanıklı ve daha saydamdırlar. Yüksek hızlarda kullanılabilirler [Kavuncu, 1975].

Fakat yağlama özellikleri düşüktür ve bu yüzden de işlenen parçanın yüzey kalitesi kötüdür. Dezavantajlarını gidermek için bu solüsyonlara organik yağlar, sabun veya yağ emülsiyonu eklenebilir [Kavuncu, 1975].

3.3.3. Kesme Sıvılarının Seçimi

İşlenen malzemenin ve takımın cinsi, aşınması, talaş kaldırma şekline göre en ekonomik bir kesme sıvısı seçilir [Kavuncu, 1975; Avuncan, 1998].

Uygun bir kesme sıvısı seçilerek birtakım avantajlar sağlayabiliriz. Bu avantajlar kısaca şöyle özetlenebilir;

Takım aşınmasını azalttığı için takımın ömrünü uzatır ve takım maliyetini düşürür. Ayrıca takım değiştirme zamanlarının azalması nedeniyle de hem işçilik maliyetini düşürür hem de ısı kesme sıvısı ile kontrol altına alınabildiğinden yüksek hızlarda daha rahat çalışılabilir ve bu da üretim hızını artırır [Kavuncu, 1975; Avuncan, 1998].

Tablo 3. 4., Kesme yağlarının karşılaştırılması [Kavuncu, 1975].

Özellikler	Susuz kesme yağları	Emülsiyon veya solüsyon sıvılar
Soğutma	Orta	Çok iyi
Yağlayıcılık	Çok iyi	Orta
Kimyasal aktivite	Çok iyi	Çok iyi
Makinenin yağlanması üzerindeki tesiri	Cinsine uygun	Bir mahsur teşkil etmez

Tablo 3.4'te kısaca su ile karışmış ve susuz kesme yağlarının talaş kaldırma işlemlerindeki etkilerini göstermektedir.

Genel olarak zor işlenen bir malzemede EP katkılı kesme yağları kullanılmalı, yüksek hızlarda, işlenmesi kolay malzemelerde, kolay talaş kaldırma işlemlerinde, yığılma kenar oluşumu olan imalatlarda soğutma gücü yüksek, tam tersi durumlarda

ise yağlama kapasitesi yüksek kesme sıvıları kullanılmalıdır. Talaşların süpürülmesini istenildiği durumlarda emülsiyonlar ya da ince yağlar tercih edilmelidir [Kavuncu, 1975; Avuncan, 1998].

Bor yağları iyi bir soğutucu ve diğer kesme yağlarına göre daha ekonomik olduğundan dolayı yüksek sıcaklıklarda, ince paso derinliği ve yüksek hızlarda kesme işlemlerinin %75'inde su ile karıştırılan bor yağları tercih edilir [Kavuncu, 1975; Avuncan, 1998].

Bazı malzemelerde kullanılan yağların korozyon ve leke oluşturmalarını önlemek için bu malzemelerin korozyona karşı durumu göz önünde bulundurulmalıdır. Nikel miktarı yüksek çeliklerde çok zengin kesme yağları kullanılsa da işlemten hemen sonra temizlenmelidir [Kavuncu, 1975; Avuncan, 1998].

Mg alaşımları yangın tehlikesinden ötürü sulu yağlarla işlenmemeli, yağlayıcılık özelliği olan aktif olmayan (kimyasal reaksiyona girmeyen) yağlar kullanılmalıdır. Kesme takımı çabuk aşınıyorsa belli oranda kükürt ve klor içeren yağlar kullanılmalıdır. Bakır ve alaşımlarının işlenmesinde yüzeyde lekeler bırakacağından kükürt içeren yağ kullanılmamalıdır [Kavuncu, 1975; Avuncan, 1998].

3.3.3.1. İşlenen Malzemeye Göre

Dökme demirler yapısal olarak kırılıgandır ve işlendiklerinde ufak talaş oluşur. Takımla talaş sürtünmesi az olduğundan genelde kuru işlenirler. Demir olmayan malzemelerde ve bakır alaşımlarında korozyon riski vardır. Bu riski ortadan kaldırmak için yağlama özelliği iyi olan kesme yağı seçilmelidir [Kavuncu, 1975; Avuncan, 1998].

Çeliklerde ise %5–10 yağ içeren yağ emülsiyonu, eğer çelik çok sert ise kükürt ve klorlu yağlar kullanılır [Kavuncu, 1975; Avuncan, 1998].

Pirinç, alüminyum, bakır, bronz gibi kolay işlenebilen malzemelerde genellikle %90 sulu yağ emülsiyon kullanılır. Silikon içeren alüminyum alaşımlarında klorür içeren emülsiyonlar kullanılmalı, magnezyumun yangın tehlikesi riski fazla olduğundan düşük alevli yağlar ya da madeni yağ kullanılmamalıdır. En uygun kesme yağları düşük viskoziteli kesme yağlarıdır [Kavuncu, 1975; Avuncan, 1998].

Titan ve alaşımlarında kesme işlemi sırasında oluşan ısı yüksek olduğundan ve titanyum yüksek ısıda takıma yapışacağından bu tür alaşımlarda EP katkılı saf kesme sıvısı kullanılmalıdır [Kavuncu, 1975; Avuncan, 1998].

Tablo 3. 5., Demir ve demir olmayan metallerde bazı kesme yağlarının kullanımı [Kavuncu 1975].

Kesme Yağı Tipleri	Demir Olmayan Metallerde	Demir Olan Metallerde
EP emülsiyonu	x	x
Klasik emülsiyon		x
EP akıcı solüsyonu	x	x
Aktif olmayan yağ	x	x
Aktif EP yağı		x
Aktivitesi kontrollü EP yağı	x	x

Tablo 3.5'te görüldüğü gibi demir ve demir olmayan metallerde kullanılması gereken kesme yağları verilmiştir.

Bir metalin sürekli ve uzun talaş çıkarma kabiliyeti kesme sıvısının seçiminde önemli bir etkidir. Bu tür malzemelerde takımın aşınması göz önünde bulundurularak kesici ağzın bozulmasını önleyecek kesme yağı kullanılması gerekmektedir. Kırık talaş çıkaran metallerde ise kullanılacak kesme sıvısı metal kaynamalarını önleyebilecek katkıları içeren kesme yağı olmalıdır [Kavuncu, 1975; Avuncan, 1998].

Malzeme Cinsi ve Kesme Yağlarından istenilen özellikler Tablo 3.6'da özetlenmiştir.

Tablo 3. 6., Malzeme özelliklerine göre kesme yağından beklenen özellikler
[Kavuncu, 1975]

Malzeme Cinsi	Kesme Yağından İstenen Özellik
Yumuşak veya gevrek	Kuru veya soğutuculuk
Sert ve gevrek	Normal Soğutuculuk Normal yağlayıcılık Normal basınç mukavemeti
Sert ve mukavim	Yüksek Soğutuculuk Yüksek yağlayıcılık Yüksek basınç mukavemeti

Tablo 3. 7., Matkapla delmede kesme sıvılarının malzemeye göre seçimi
[Kavuncu, 1975]

Malzeme Cinsi	Matkap Ucu Malzemesi	
	Takım çeliği, hız çeliği	Sert Metal
Alaşımlı çelik	Kükürtlü ve organik yağ karışımı susuz kesme yağları	%5-15 konsantrasyonlu bor yağı emülsiyonu ile veya kuru olarak işlenebilir.
Alaşımsız çelik		
Dökme çelik		
Temper döküm	Genellikle %5-10'luk bor yağı emülsiyonu, yüksek hızlarda ise kükürtlü ve organik katıklı kesme yağları	
Dökme demir		
Bronz, pirinç Al alaşımları		
Mg alaşımları	Kuru veya hava emişli çalışabileceği gibi, susuz ince yağ ve %4 sulu sodyum florit eriyiği	
Bütün derin delme işlemlerinde ise özel katıklı yağlar seçilir		

Delmede genellikle kesme sıvıları malzemenin cinsine göre seçilir. Tablo 3.7'de delme işlemlerinde tercih edilmesi uygun görülen kesme sıvılarının seçimi vardır.

3.3.3.2. Kullanılan Kesme Takımlarına Göre

Kesici takımın kalitesi ne kadar iyiye o kadar az soğutmaya ihtiyaç duyacaktır. Bu nedenle kaliteli bir malzemeden yapılmış kesici takımlarda soğutmadan çok işlenen malzemenin yüzey kalitesinin iyi olması ve talaşın işlenecek malzemeden çabucak uzaklaştırılması için yağlama özelliği iyi olan kesme sıvıları kullanılmalıdır [Kavuncu, 1975; Avuncan 1998; Özdemir ve ark., 2000].

Hız çelikleri 650°C'ye kadar özelliklerini kaybetmemeleri, darbe ve titreşimlere karşı dayanımlı olmaları nedeniyle en çok kullanılan kesme takımlarıdır. Soğutma bu takımlarda çok önemli olup, sulu kesme yağları çoğunlukla kullanılır. Ancak yüzey kalitesinin ve ölçü hassasiyetinin arandığı durumlarda susuz kesme yağları da kullanılabilir [Kavuncu, 1975; Avuncan, 1998; Özdemir ve ark., 2000].

3.3.3.3. Talaş Kaldırma Şekline Göre

Genelde hafif talaşlı imalatta bor yağı, ağır delme şartlarında ise kükürt ilave edilen susuz kesme sıvıları tercih edilir [Kavuncu, 1975; Avuncan, 1998].

Tablo 3. 8., Kesme faktörlerinde kesme yağları özellikleri [Kavuncu, 1975].

Kesme Faktörleri Değişimi	Kesme Yağından Beklenen
Düşük kesme hızları ve küçük paso derinliğinde	Az soğutma ve az yağlama
Düşük kesme hızları ve büyük paso derinliğinde	Az soğutma ve fazla yağlama
Yüksek kesme hızları ve küçük paso derinliğinde	Fazla soğutma ve az yağlama
Yüksek kesme hızları ve büyük paso derinliğinde	Fazla soğutma ve fazla yağlama

Tablo 3.8'de görüldüğü gibi yüksek kesme hızlarında ısı artacağından etkili bir soğutma olması gerekmektedir. Düşük viskoziteli susuz kesme yağları, bor yağı ya da sulu bir kesme yağı seçilmelidir. Paso derinliği arttıkça takımdeki kuvvetler artacağından talaşın takım üzerine kaymasını önlemek için EP katkılı yağlar kullanılmalıdır [Kavuncu, 1975; Avuncan, 1998].

3.3.4. Kesme Sıvılarının İnsan Sağlığına Etkisi

Kesme sıvılarının avantajları olduğu gibi dezavantajları da vardır. İnsan sağlığına ve çevreye zarar verdiği deneylerle kanıtlanmıştır [Anaç ve Ay, 2004].

Kesme sıvılarına deri teması, ağız yoluyla yutulması, solukla içine çekilmesi ve göze teması ile maruz kalınabilir. Kesme sıvıları en çok cilt hastalığına (dermatitis) neden olmaktadır. Kesme sıvılarıyla temas süresinin uzaması ve kesme sıvılarının

içerisindeki kimyasal maddelerin konsantrasyonuna bağlı olarak görülen bir cilt hastalığıdır. Temas edilen deri kuru ve pullu, iltihaplı bir cilt oluşumu meydana getirir. Derinin dış katmanındaki proteinlere zarar vererek, koruyucu yağ katmanını kaldırır [Anaç ve Ay, 2004].

Bazı kesme sıvıları solunduğu zaman gırtlak, burun, gözler ve akciğer rahatsızlığına da neden olur. İleri vakalarda gırtlak ve deri kanserine yol açtığı ispatlanmıştır [Anaç ve Ay, 2004].

Kesme sıvılarının tehlikelerini minimuma indirmek için birtakım önlemler alınmalıdır. Deriyle temasını önlemek için eldiven kullanılabilir, koruyucu kremler kullanılmalı, işlemten sonra eller bol su ve sabunla yıkanarak temizlenmelidir. Operatörün çalışma esnasında tezgâha çok yakın olmaması, kesme sıvılarına eklenen maddelerin belirli bir seviyede tutulması, ortamın havalandırılmasının yapılması, koruyucu ekipmanların kullanılması, çalışma ortamının temiz tutulması, kesme sıvılarının pH değerlerinin ve yoğunluklarının çalışılabilir nitelikte olması alınacak önlemlerden başlıcalarıdır [Anaç ve Ay, 2004].

3.4. Termofiziksel Özellikler

Termofiziksel özellikler aktarım ve termodinamik özellikler olmak üzere ikiye ayrılır.

3.4.1. Aktarım Özellikleri

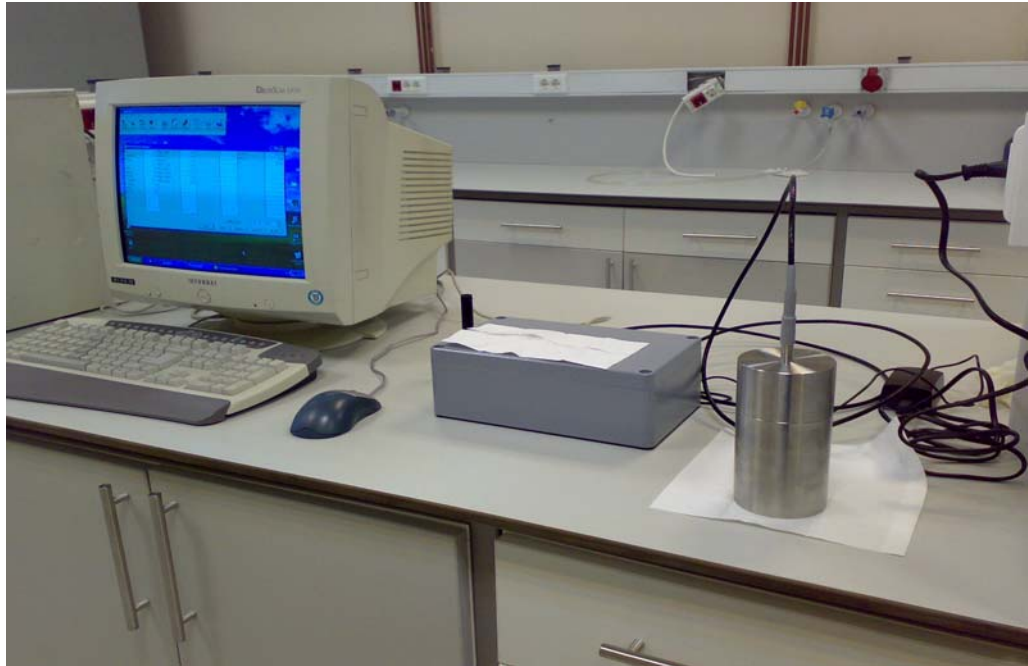
Aktarım özellikleri ısı iletim katsayısı ve kinematik viskozite ile ilgilidir [DeWitt ve Incropera, 2006].

3.4.1.1. Isı İletim Katsayısı

‘Isı Transferi (iletimi) katsayısı malzemenin fiziki bir özelliği olup, ısı iletme kabiliyetini gösterir’[Kakaç, 1998]. Her madde için farklıdır. Genel olarak sıcaklık, basınç, nem ve maddenin yapısına bağlıdır. Bir katının ısı iletim katsayısı gaz veya sıvınınkinden daha fazladır. Çünkü sıvıdaki moleküller arası uzaklık daha fazla ve

hareketler rastgele olduğundan ısı enerjide daha azdır. Isı iletim katsayısını deneysel olarak belirlemek mümkündür [Kakaç, 1998].

Şekil 3.18’de kesme sıvılarının ısı iletim katsayısı tayini için kullanılan Hukseflux TP08 V0607 cihazı gösterilmiştir.



Şekil 3.18., Isı iletim katsayısını ölçen Hukseflux TP08 V0607 cihazı

3.4.1.2. Viskozite

Viskozite, bir sıvının akmaya karşı gösterdiği dirençtir, iç sürtünmedir. Bir sıvının sıcaklığı arttıkça viskozitesi düşer. Birimi kg.sn/cm^2 (100 cP)’dir. Dinamik viskozite katsayısının yoğunluğa bölümü kinematik viskoziteyi verir. Birimi cm^2/sn (100 cSt)’dir [Akün, 1965].



Şekil 3.19., Viskozite tayini ölçüm cihazı Brookfield DV-E Viscometer

Şekil 3.19’da kesme sıvılarının viskozitesini bulmak kullanılan Brookfield DV-E Viscometer (Spindle 18) cihazı gösterilmiştir.

3.4.2. Termodinamik Özellikler

Yoğunluk (ρ) ve Özgül ısı (C_p) termodinamik özellikler arasına girer. ‘Genellikle hacimsel ısı kapasitesi olarak adlandırılan $\rho.C_p$ (J/m³ K) ısııl enerji depolama yeteneğini ölçer’[DeWitt, Incropera, 2006]. Genelde yüksek yoğunluklu maddeler küçük özgül ısılara sahiptir. Isı iletim katsayısının ısııl enerji depolama yeteneğine oranı ısı yayılım katsayısını (α) verir. Birimi m²/sn’dir [DeWitt ve Incropera, 2006]. Kinematik viskozitenin ısı yayılım katsayısına bölümü ise prandtl sayısını (Pr) verir. Akışkanın ısı geçişi özelliğini gösterir. Birimi yoktur.

3.4.2.1. Özgül Isı

‘Bir cismin birim kütlesinin sıcaklığını birim derece değiştirmek için gerekli olan ısı ise özgül ısı sığası ya da özgül ısı olarak adlandırılır’ [Web2, 2008]. Birimi joule/gram Kelvin’dir.

‘Bir maddenin sıcaklığını değiştirmek için gerekli olan ısı miktarına ısı kapasitesi denir’[Web2, 2008]. Birimi Joule / Kelvin’dir.

Özgöl ısı kapasitesi ise bir santigrat derecede bir maddenin ne kadar enerji aldığı veya verdiğini belirleyen önemli fiziksel özelliklerden birisidir. Madde birim kütle ise özgül ısı, ısı kapasitesine eşit olur [Web2, 2008].



Şekil 3. 20., Isı kapasitesi ölçüm cihazı

Şekil 3.20’de kesme sıvılarının ısı kapasitesi tayini için kullanılan Tetratek Jade DSC (Diferansiyel taramalı kalorimetre) cihazı gösterilmiştir.

3.4.2.2. Yoğunluk

Bir maddenin kütesinin birim hacme bölünmesi yoęunluğu verir [Web3, 2008].

Deneyde kesme sıvıları, 100 ml’lik kaba konularak, hassas terazide tartılıp yoğunlukları hesaplanmıştır.

3.5. Kesme Sıcaklığının Ölçülmesi ve Kontrolü

“Sıcaklık bir cismin sıcaklık veya soğukluk derecesi olarak ” tanımlanır [Childs, 2005].

Termodinamiğin ikinci kanununa göre sıcaklıkla ısı orantılıdır. Isı akışı yüksek sıcaklıktan alçak sıcaklığa doğru akar ve ısı akışını kullanarak sıcaklığı ölçmek mümkündür. Sıcaklık ölçümünde ısı transferi, ölçüm süreci, ölçümleme ve izlenebilirliğin dikkate alınması gerekmektedir [Childs, 2005].

Talaş kaldırma işlemlerinde imalatı kontrol edebilmek için kesme kuvvetleri, sıcaklık, güç sarfıyatı gibi bazı değişken faktörlerin ölçülmesi gerekmektedir. Önemli etkenlerden biri olan sıcaklığın ölçülmesinde çeşitli metotlar vardır. Termokupllar ile sıcaklığın ölçülmesi metodu talaş kaldırma sırasında en çok tercih edilen metottur [Şahin ve Acır, 2003; Gökkaya ve ark., 2004b;2004a].

3.5.1. Isıl Çift (Termokupllar)

Düşük maliyetli, geniş sıcaklık aralığında ölçüm yapabilme ve kendi enerjilerini sağlaması nedeniyle elektriksel sıcaklık ölçme yöntemlerinden en sık kullanılan termoelemanlardır. —272 °C ile +2000 °C sıcaklık aralığını ölçebilme kabiliyetleri vardır. Piyasada çeşitleri çoktur. Genelde üç kategoriye ayrılır [Childs, 2005].

- ❖ Nadir bulunan elementlerle yapılan ısı çiftler (B, R, J tipleri)
- ❖ Nikelli ısı çiftler (K ve N tipleri)
- ❖ Konstantan negatif ısı çiftler (E, J, T tipleri) [Childs, 2005].

Eğer ölçüm yeriyle gösterge ekipmanı arasında mesafe çoksa ısı çiftlere uzatma teli bağlanarak da ölçüm yapılabilir. Uzatma kabloları daha ucuz malzemedan olabileceği ısı çiftlerle aynı malzemedan de olanları da vardır [Childs, 2005].

Isıl çift seçiminde çalışma sıcaklığı ve sıcaklık aralığı, ömür, maliyet, kurulum, uyumluluk, vb. gibi etkenlere dikkat etmek gerekmektedir [Childs, 2005].

3.6. Taguchi Metodu ve ANOVA Analizi

Taguchi Metodu deneysel tasarım tekniğidir. Deney sayısını azaltma ve deneylerin değerlendirilmesinde verimliliği arttıracak bir metottur. Yapılan çalışmada zaman ve ekonomik kısıtlılık nedeniyle taguchi metodu kullanılarak deney sayısı en aza indirilmiştir.

Taguchi Metodunda deneye başlamadan önce parametreleri seçerek ve parametrelerin kendi aralarındaki etkileşimlerini değerlendirerek deney sayısını azaltmak mümkündür. Önemli olan uygun parametrelerin seçilmesidir. Parametreler işlem üzerinde en büyük etkiye sahip olmalı ve işlem parametrelerdeki değişimlerden etkilenmeyecek şekilde tasarım yapılmalıdır. Parametrelerin etkilerini tespit etmek için iki deneysel düzen birleştirilerek ortogonal düzen denilen plan oluşturulur. Parametreleri birbirinden bağımsız olarak değerlendirdiği için eşit sayıda örnekleme yaparak dengeli bir tasarım sağlanmış olur. Böylece her bir parametrenin etkisi bulunmuş olunur. Varyans analizi ile parametrelerin işlem üzerinde önem derecesi istatistiksel olarak belirlenir. Böylece yapılması gereken işlemde uygun değer performansı sağlayacak birleşim seçilmiş olur. Taguchi Deney Tasarımı tekniğine göre yapılması gereken adımlar kısaca şöyle özetlenebilir.

- ❖ Parametrelerin seçimi, planlama yapılması, parametrelerin birbiri ile ilişkilerinin değerlendirilmesi
- ❖ Deneylerin tasarımı
- ❖ Deneylerin çalıştırılması
- ❖ Sonuçların analizi
- ❖ En uygun deney tasarımını oluşturmak

Maliyet ve zaman yönünden büyük bir tasarruf sağlayan bu metot deney sonuçlarını doğru yorumlayabildiği içinde tercih edilen bir metottur [Canıyılmaz ve Kutay, 2003; Savaşkan ve ark., 2004].

BÖLÜM 4

Bu bölümde deneyde kullanılan malzemelerin ve cihazların özellikleri ile deney parametreleri anlatılmıştır.

4.1. Deneyde Kullanılan Cihazlar, Malzemeler, Kesme Sıvıları

Deneyde Heltos marka sütunlu matkap tezgâhı, kesici takım 10mm yüksek hız çeliği, malzemeler Al6063 ve AISI1040, kesme sıcaklığı ölçümünde kullanılan cihaz PICO, termokupllar K tipi, kesme sıvıları su ile karıştırılan Ersal Endüstriyel marka bor yağlarıdır.

4.1.1. Matkap Tezgâhı ve Kesici Takımın Özellikleri

Dikey hareket edebilen ve sütun etrafında dönebilen iş mili başlığı, iş mili devir aralığı 56-2240 dev/dak, maksimum delme kapasitesi (St 50 çelikte): 32mm'dir [Web4, 2008]. Şekil 4.1'de deneyde kullanılan matkap tezgahı görülmektedir.



Şekil 4. 1., Matkap tezgahı

Tablo 4. 1., Kesici takımın teknik özellikleri [Eroğlu, 2007].

	Matkap özellikleri
Matkap Çapı	10mm
Tam Boy	133mm
Helis Boyu	87mm
Uç Açısı	118°
Malzeme	HSS
Kaplama	yok
Tip	Silindirik

Tablo 4.1’de özellikleri ve resmi Şekil 4.2’de gösterilen kesici takım 10 mm çapında yüksek hız çeliğidir.



Şekil 4. 2., Kesici takım

4.1.2. Kullanılan Malzeme ve Özellikleri

Deneyde şekil 4.3’de resimleri olan Al6063 ve AISI1040 malzemeleri kullanılmıştır.



Şekil 4. 3., Al6063 ve Ç1040 malzemeleri

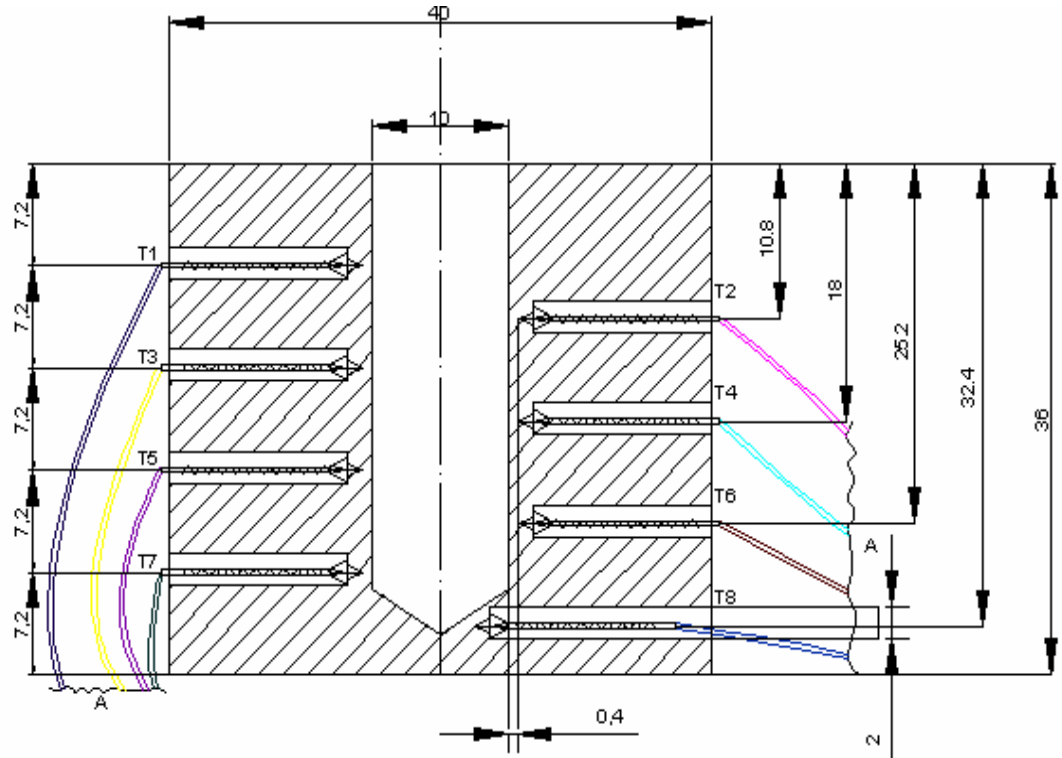
Bu malzemelerin fiziksel ve kimyasal analizleri Tablo 4.2 ve tablo 4.3’de belirtilmiştir.

Tablo 4. 2., Malzemelerin Kimyasal Analizleri [Eroğlu, 2007].

AISI 1040 Çelik									
C	Mn	Fe	Si	Cr	S	P	Al	Cu	Ni
0.45	0.88	98.2	0.20	0.03	0.02	0.0053	0.0059	0.074	0.081
Al 6063									
Zn	Si	Fe	Mn	Mg	Cr	Ti	Al	Cu	
0.0010	0.53	0.22	0.014	0.49	0.013	0.0075	98.7	0.021	

Tablo 4. 3., Malzemelerin Fiziksel Özellikleri [Eroğlu, 2007].

AISI 1040 Çelik			
UTS(Mpa)	YS(Mpa)	Yoğunluk(kg/m3)	%Uzama
515	350	7845	25
Al 6063			
UTS(Mpa)	YS(Mpa)	Yoğunluk(kg/m3)	%Uzama
190	110	2710	11



Şekil 4. 4., Malzemenin imalat resmi

Şekil 4.4'te deneyde kullanılan malzemenin imalat resmi vardır. Malzemelere Şekil 4.4'te gösterildiği gibi her iki yanına 4 adet olmak üzere 2mm çapında delik delinmiştir. Bu deliklerin birbirine uzaklıkları, malzemenin uzunluğu Şekil 4.4'te gösterildiği gibidir. Deliklerin içersine termokupllar yerleştirilmiş farklı 4 adet kesme sıvısı kullanılarak delme sırasında takımda oluşacak sıcaklık değişimleri gözlemlenmiştir.

4.1.3. Kesme Sıcaklığı Ölçümünde Kullanılan Cihazın Özellikleri

Deneyde şekil 4.5'te resmi olan Pico TCO8 cihazı kullanılmıştır. K tipi termokupl için ölçme sıcaklığı -270°C ile 1370°C arasındadır. Pico cihazının teknik özellikleri tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4. 4., Pico TC08 cihazının teknik özellikleri [Pico TC08 Kullanma kılavuzu, 2005]

Termokupl tipleri	B,E,J,K,N,R,S,T
Kanal giriş sayısı	8
Dönüştürme zamanı - her bir aktif kanal için	100 ms
Hata payı	$\pm 0,2$ ve $\pm 0,5$ ° C
Tüm ölçü girdileri	± 70 m V
Çok kullanılan ölçü aralığı	$\pm 7,5$ V
Voltaj üstü koruması	± 30 V
Bağlantı girdileri	8 x minyatür termokupl
Bağlantı çıkışı	USB



Şekil 4. 5., Pico TC08

4.1.4. Termokupl Özellikleri

Deneyde 8 adet K tipi termokupl kullanılmıştır. Tablo 4.5'te deneyde kullanılan termokuplların özellikleri verilmiştir.

Tablo 4. 5., Termokuplların özellikleri [Eroğlu, 2007].

Tip	Kablo Çapı (mm)	Yalıtım Kalınlığı (mm)	Kılıf kalınlığı (mm)	Dış Çap (mm)	Net Ağırlık (kg/km)	İzolasyon ve Kılıf	Kılıf	Sıcaklık Ölçümü (C)
K	0.51	0.13	0.15	1.1*1.8	4,90	Naylon Poliamid Reçine	Naylon Poliamid Reçine	-65 ile + 120 arasında
K	0.25	0.11	0.15	0.8*1.2	1,90	Örgülü Fiberglas	Örgülü Fiberglas	510°C'ye kadar

4.1.5. Kesme Sıvılarının Özellikleri

Deneyde 4 farklı kesme sıvısı kullanılmıştır. Her kesme sıvı %95 su, %5 kesme yağı ilavesi ile oluşturulmuştur. BİO CF 150, BİO CF 170 AL, BİO CF 235, BİO CF 245 EP deneyde kullanılan kesme sıvılarıdır. Kesme sıvılarının özellikleri aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

BİO CF 150 (1. Kesme sıvısı) su ile karıştırıldığı zaman opak bir görünüm halini alan metal işleme sıvısıdır. Mükemmel uç yağlama özelliği, kullanılan tezgâhı temizleme özelliği, birçok talaşlı imalat tezgâhında kullanım kolaylığı, metal ve metal olmayan malzemelerde kullanım uygunluğu, uzun tank ömrü, mükemmel pas koruma özelliği vardır. Tablo 4.6'da 1.kesme sıvısının özellikleri gösterilmektedir [Ersa Endüstriyel Yağlar, 2007].

Tablo 4. 6., Bio CF 150 (1. Kesme sıvısı) özellikleri [Ersa Endüstriyel Yağlar, 2007].

Görünüş	Yeşil sıvı
Yoğunluk (20°C)	0,930
pH (%5 karışım)	9,0(tipik)
Anti korozyon IP 287 (200 ppm serlikte)	%2 kırılma noktası
Anti korozyon IP 125 (200 ppm serlikte)	%2 karışım:0/0-0 (korozyon yok)
Ürün kararlılığı (0/20/ 50°C)	
IP 312 Köpürme testi (%5 karışım 50ppm suda)	7 saniye sonra köpürme yok
Refractometre faktörü	1.,0
Emülsiyon kararlılığı (%5 karışım)	
200 ppm suda	Kararlı "opaque" emülsiyon
500 ppm suda	Kararlı "opaque" emülsiyon

BİO CF 170 AL (2. Kesme sıvısı) genelde alüminyum ve alaşımları için yüksek performanslı uzun ömürlü kesme sıvısıdır. Sertleştirilmiş çeliklerde de kullanılabilir. Yüksek yağlayıcılık ve uzun tank ömrü vardır. Mükemmel yüzey bitiş özelliği ve korozyon koruması vardır. Tablo 4.7’de 2.kesme sıvısının özellikleri gösterilmektedir [Ersa Endüstriyel Yağlar, 2007].

Tablo 4. 7., BİO CF 170 AL (2. Kesme sıvısı) özellikleri [Ersa Endüstriyel Yağlar, 2007].

Görünüş	Amber Sıvı
Yoğunluk (20°C)	0,960
pH (%5 karışım)	9,1(tipik)
Anti korozyon IP 287 (200 ppm serlikte)	%2,0 kırılma noktası
Anti korozyon IP 125 (200 ppm serlikte)	%1.5 karışım:0/0-0(korozyon yok)
Ürün kararlılığı (0/20/ 50°C)	
IP 312 Köpürme testi (%5 karışım 50ppm suda)	5 saniye sonra köpürme yok
Refractometre faktörü	1.,1
Emülsiyon kararlılığı	
200 ppm suda	Kararlı "opaquel" emülsiyon
500 ppm suda	Kararlı "opaque" emülsiyon

BİO CF 235 (3. Kesme sıvısı) yarı sentetik kesme sıvısıdır. Alaşımlı ve alaşımsız tüm metallerin orta kesme işlemlerinde yüksek performans göstermektedir. Su ile emülsiyonunda şeffaflığı sayesinde işlenen parçayı gösterebilen özelliğe sahiptir. Önceden tahmin edilebilen tank ömrü, talaşlı imalat tezgâhında kullanım kolaylığı, metal ve metal olmayan malzemelerde kullanılması, mükemmel pas

koruma özelliği vardır. Tablo 4.8’de 3.kesme sıvısının özellikleri gösterilmektedir [Ersa Endüstriyel Yağlar, 2007].

Tablo 4. 8., BİO CF 235 (3. Kesme sıvısı) özellikleri [Ersa Endüstriyel Yağlar, 2007].

Görünüş	Yeşil sıvı
Yoğunluk (20°C)	1.010
pH (%5 karışım)	9,5(tipik)
Anti korozyon IP 287 (200 ppm serlikte)	%1.5 kırılma noktası
Anti korozyon IP 125 (200 ppm serlikte)	%1.5 karışım:0/0-0(korozyon yok)
Ürün kararlılığı(0/20/ 50°C)	Kararlı
IP 312 Köpürme testi (%5 karışım 50ppm suda)	7 saniye sonra köpürme yok
Refractometre faktörü	1.,1
Emülsiyon kararlılığı	
200 ppm suda	Kararlı "fulorasan yeşil" emülsiyon
500 ppm suda	Kararlı "fulorasan yeşil" emülsiyon

BİO CF 245 EP (4. Kesme Sıvısı) yarı sentetik, alaşımlı ve alaşımsız tüm metallerin orta kesim operasyonlarında yüksek performans özelliğine sahip kesme sıvısıdır. Sert sularda çalışma ve yumuşak sularda köpürmeme özelliği, antikorozyon özelliği, uzun ve tahmin edilebilir tank ömrüne sahiptir. Genelde taşlama ve hidrodinamik yağlama işlemlerinde tercih edilir. Tablo 4.9’da 4.kesme sıvısının özellikleri gösterilmektedir [Ersa Endüstriyel Yağlar, 2007].

Tablo 4. 9., BİO CF 245 EP (4. Kesme Sıvısı) özellikleri [Ersa Endüstriyel Yağlar, 2007].

Görünüş	Açık Florosan
Yoğunluk (20°C)	1.007
pH (%5 karışım)	9,1(tipik)
Anti korozyon IP 125 (200 ppm serlikte)	%2 karışım:0/0-0(korozyon yok)
IP 312 Köpürme testi (%5 karışım 50ppm suda)	10 saniye sonra köpürme yok
Refractometre faktörü	1.,6
Reicher Yağlama Testi (%10 karışım)	Ses azaltma: 41 metre
Yük taşıma kapasitesi	1,89kg/mm2

4.1.5.1. Kesme Sıvılarının Termofiziksel Özellikleri

Deneylerle bulunan kesme sıvılarının termofiziksel özellikleri tablo 4.10’da gösterilmiştir.

Tablo 4. 10., Kesme sıvılarının deneylerle bulunan termofiziksel özellikleri

	1. Kesme Sıvısı	2. Kesme Sıvısı	3. Kesme Sıvısı	4. Kesme Sıvısı	5. Kesme Sıvısı (1.ve 2.kesme sıvısı karışımı)
Yoğunluk ρ (gr/lt)	972,700	972,81	972,19	973,060	973,060
Viskozite μ (cP) 40°C	1,10	1,00	1,10	1,20	1
Isıl İletkenlik k (W/m°K)	1,93	0,30	0,66	0,65	0,74
Özgül ısı C_p (J/gC)	3,865	0,902	1,387	0,997	1,726

4.2. Deney Sayısının belirlenmesi ve Kesme Parametreleri

Deneyde kullanılan parametreler; ilerleme hızı, devir sayısı, metalin cinsi ve kesme sıvısı şeklinde belirlendi. Tüm deneylerde derinlik 33mm, ölçüm süresi 200 sn'dir. Tablo 4.11'de deneyde kullanılan parametreler ve bunların seviyeleri gösterilmiştir.

Tablo 4. 11., Parametrelerin seviyeleri

	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3	Seviye 4
Metalin cinsi	Al6063	AISI 1040		
İlerleme oranı (mm/dev)	0,11	0,18		
Devir sayısı(dev/dak)	475	750		
Kesme sıvısı	BİO CF - 150	BİO CF - 170 AL	BİO CF - 235	BİO CF - 245 EP

Taguchi Metoduna göre 8 adet deney şartı belirlendi. Tablo 4.12’de deney şartları gösterilmektedir.

Tablo 4. 12., Deney şartları

Deney Sayısı	Kesme Sıvısı	Metal Cinsi	Devir Sayısı (dev/dak)	İlerleme Oranı (mm/dev)
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	2	1	1	2
4	2	2	2	1
5	3	1	2	1
6	3	2	1	2
7	4	1	2	2
8	4	2	1	1

Sekiz deney yapıldıktan sonra birinci ve ikinci kesme sıvısı karıştırılarak farklı bir karışım olan kesme sıvısı ile iki adet deney daha yapıldı. Deney 9 ve deney 10 olarak adlandırılan bu iki deneyde deney 1 ve deney 2’deki koşullar kullanıldı.

BÖLÜM 5

Bu bölümde deney sonuçları, kuru kesme ile sonuçların karşılaştırılması sunulmuştur.

5.1. Deney Sonuçları

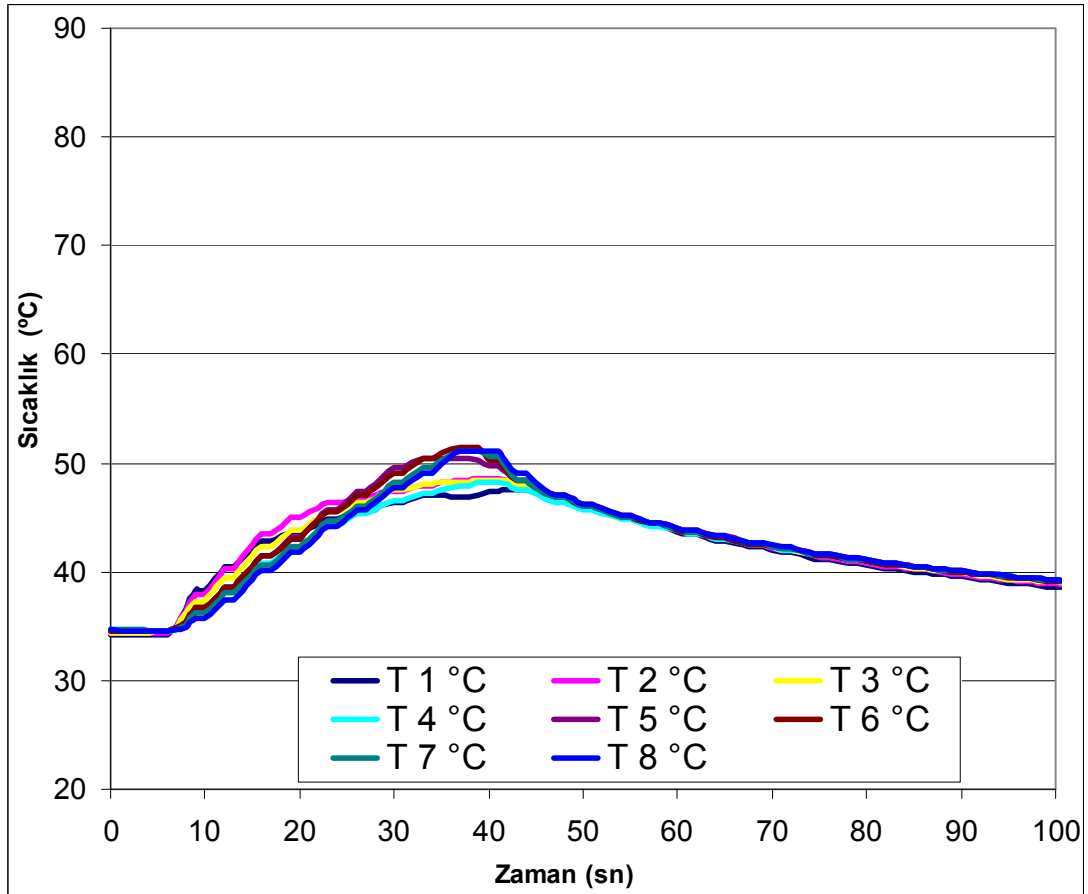
Yapılan deneylerin sonucunda karışım 1.kesme ile karışım kesme sıvısı alüminyum ve çelik malzemeleri için en iyi soğutma, en kötü soğutma ise 3.kesme sıvısının olduğu görülmüştür.

5.1.1. Birinci Deney İçin Sonuçlar

Ortam sıcaklığı 34,5°C'dir. Bütün termokupl değerleri dikkate alınmıştır. Kesme süresi yaklaşık 30,1 sn sürmüştür. Maksimum 51°C'ye ulaşılmıştır. 475 dev/dak ve 0.11 mm/dev kesme parametrelerinde kullanılan birinci kesme sıvısı ve Al6063 malzemesiyle birinci delikteki sıcaklık artışı %39, ikinci ve üçüncü delikteki sıcaklık artışı %41, dördüncü delikteki sıcaklık artışı %40, beşinci delikteki sıcaklık artışı % 46, altıncı delikteki sıcaklık artışı %49, yedinci ve sekizinci delikteki sıcaklık artışı % 48 olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca birinci delikten sekizinci delik arasındaki maksimum sıcaklıklardaki artış %8'dir.

Tablo 5. 1., 1. Deney için kesme parametreleri ve sonuçları

1. DENEY		
Kesme Sıvısı		1.Kesme sıvısı BiO CF - 150
Kesme Sıvısı özellikleri		
Yoğunluk	ρ (gr/lt)	972,7
Viskozite	μ (cP)	1,10
Isıl İletkenlik	k (W/m $^{\circ}$ K)	1,93
Özgül Isı	C_p (J/g $^{\circ}$ C)	3,87
Malzeme Cinsi		Al6063
Devir sayısı (dev/dak)		475
İlerleme oranı (mm/dev)		0,11
$T_{max}(^{\circ}\text{C})$		51



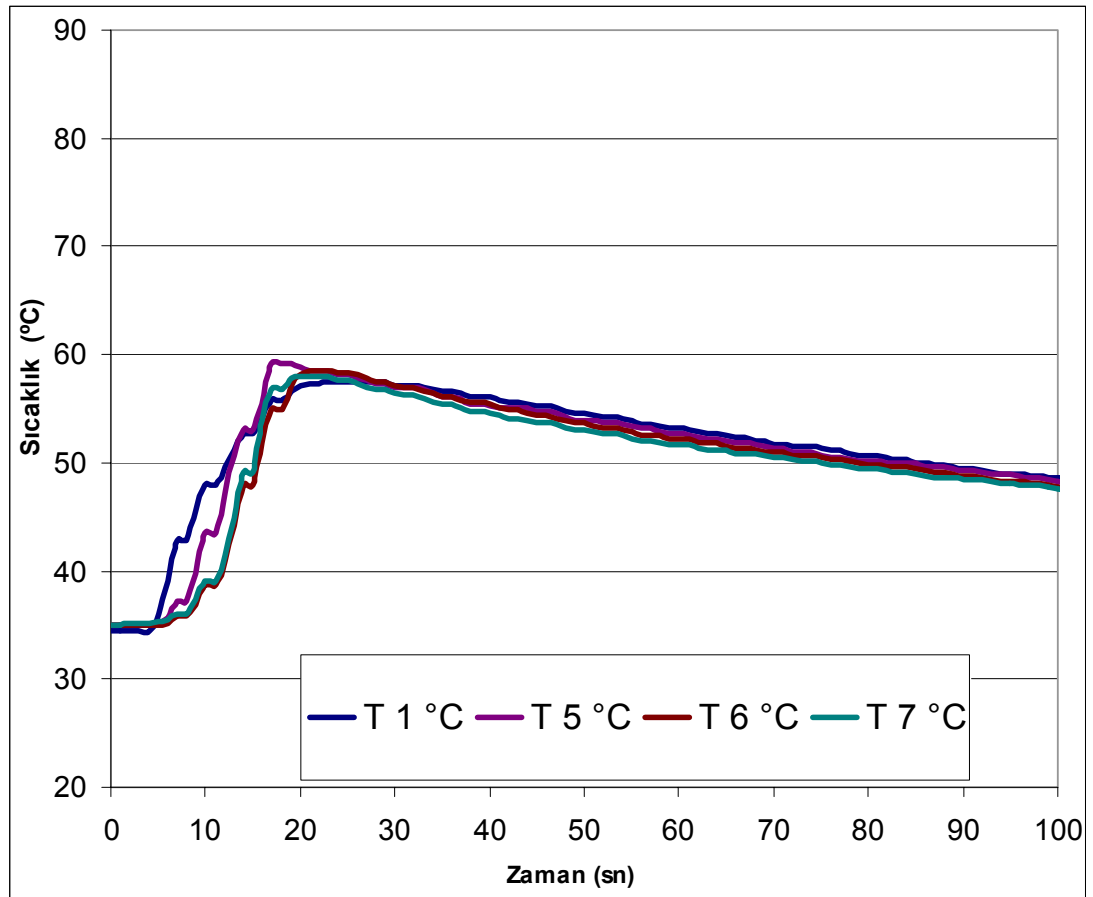
Şekil 5. 1., Birinci deney sonuçları

5.1.2. İkinci Deney İçin Sonuçlar

Ortam sıcaklığı 35,5°C'dir. T2, T3, T4, T8 değerleri iyi sonuç vermediğinden değerlendirmeye alınmamıştır. Kesme süresi yaklaşık 16,5 sn sürmüştür. Maksimum 59°C'ye ulaşılmıştır. 750 dev/dak ve 0.18 mm/dev kesme parametrelerinde kullanılan birinci kesme sıvısı ve AISI 1040 malzemesiyle birinci delikteki sıcaklık artışı %66, beşinci delikteki sıcaklık artışı % 69, altıncı delikteki sıcaklık artışı %67, yedinci delikteki sıcaklık artışı % 66 olduğu gözlemlenmiştir. Sekizinci delikteki termokupl iyi sonuç vermemiş olduğundan birinci delikle beşinci delik arasında maksimum sıcaklıklardaki artış %3 bulunmuştur. Bu deneyde en yüksek sıcaklık 5. Termokupl'da ölçülmüştür. Bunun nedeni ise hesaba katılan diğer termokuplların deney sırasında yerinden oynamasıdır.

Tablo 5. 2., 2. Deney için kesme parametreleri ve sonuçları

2. DENEY		
Kesme Sıvısı		1.Kesme sıvısı BİO CF - 150
<i>Kesme Sıvısı özellikleri</i>		
<i>Yoğunluk</i>	ρ (gr/lt)	972,7
<i>Viskozite</i>	μ (cP)	1,10
<i>Isıl İletkenlik</i>	k (W/m°C)	1,93
<i>Özgül Isı</i>	C_p (J/g°C)	3,87
Malzeme Cinsi		AISI 1040
Devir sayısı (dev/dak)		750
İlerleme oranı (mm/dev)		0,18
T_{max}(°C)		59



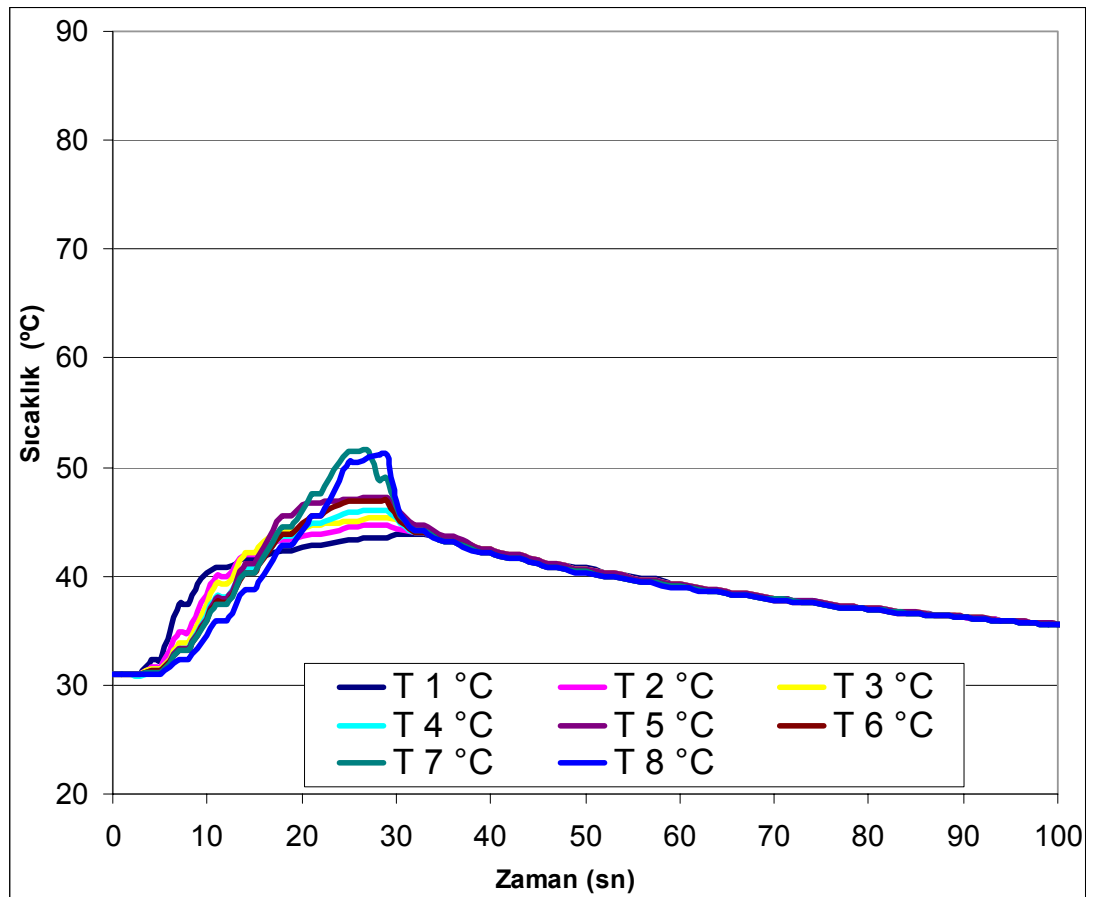
Şekil 5. 2., İkinci deney sonuçları

5.1.3. Üçüncü Deney İçin Sonuçlar

Ortam sıcaklığı 30,9°C'dir. Bütün termokupl değerleri dikkate alınmıştır. Kesme süresi yaklaşık 22 sn sürmüştür. Maksimum 51°C'ye ulaşılmıştır. 475 dev/dak ve 0.18 mm/dev kesme parametrelerinde kullanılan ikinci kesme sıvısı ve Al6063 malzemesiyle birinci delikteki sıcaklık artışı %42, ikinci delikteki sıcaklık artışı %44, üçüncü delikteki sıcaklık artışı %46, dördüncü delikteki sıcaklık artışı %49, beşinci delikteki sıcaklık artışı % 53, altıncı delikteki sıcaklık artışı %52, yedinci delikteki sıcaklık artışı %66, sekizinci delikteki sıcaklık artışı %65 olduğu gözlemlenmiştir. Birinci delikten sekizinci delik arasındaki maksimum sıcaklıklardaki artış %16'dır.

Tablo 5. 3., 3. Deney için kesme parametreleri ve sonuçları

3. DENEY		
Kesme Sıvısı		2.Kesme sıvısı BİO CF - 170
Kesme Sıvısı özellikleri		
Yoğunluk	ρ (gr/lt)	972,81
Viskozite	μ (cP)	1,00
Isıl İletkenlik	k (W/m ^{°K})	0,30
Özgül Isı	C_p (J/g ^{°C})	0,90
Malzeme Cinsi		Al6063
Devir sayısı (dev/dak)		475
İlerleme oranı (mm/dev)		0,18
T _{max} (°C)		51



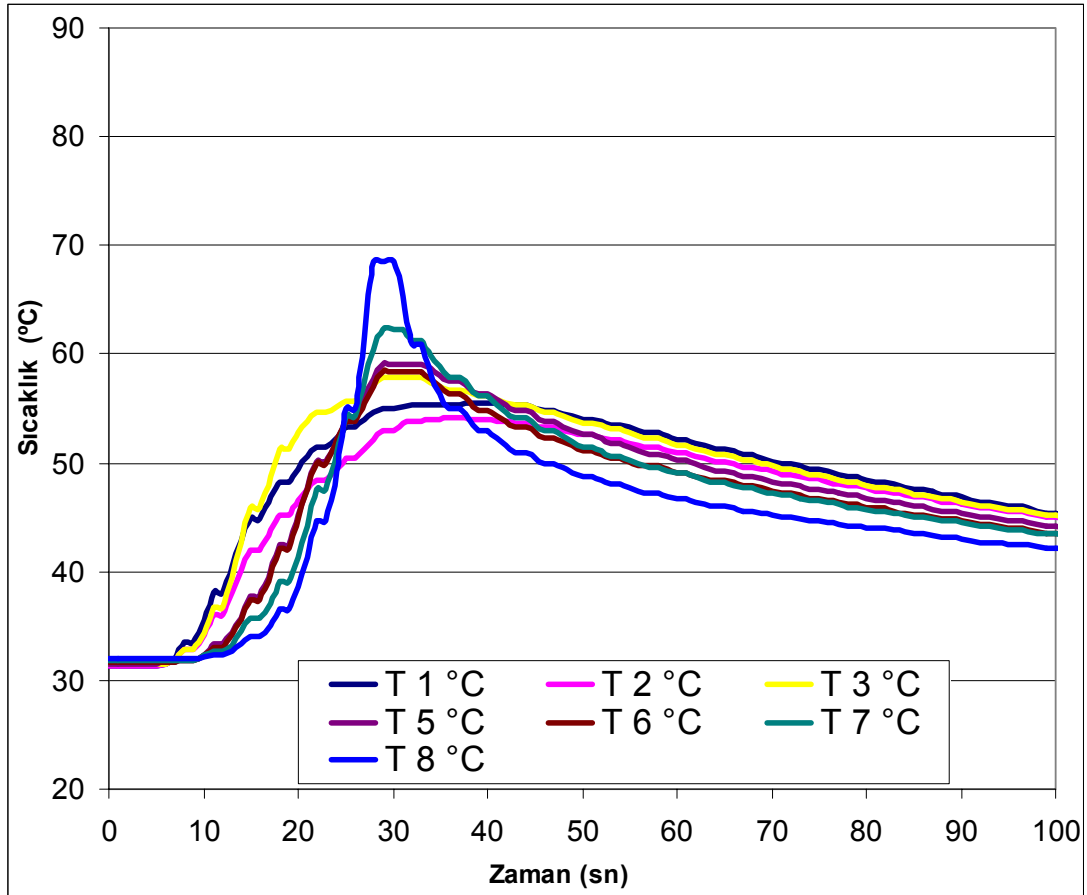
Şekil 5. 3., Üçüncü deney sonuçları

5.1.4. Dördüncü Deney İçin Sonuçlar

Ortam sıcaklığı 31,8°C'dir. T4 dışındaki bütün termokupl değerleri dikkate alınmıştır. Kesme süresi yaklaşık 23 sn sürmüştür. Maksimum 69°C'ye ulaşılmıştır. 750 dev/dak ve 0.11 mm/dev kesme parametrelerinde kullanılan ikinci kesme sıvısı ve AISI 1040 malzemesiyle birinci delikteki sıcaklık artışı %77, ikinci delikteki sıcaklık artışı %73, üçüncü delikteki sıcaklık artışı %84, beşinci delikteki sıcaklık artışı %87, altıncı delikteki sıcaklık artışı %84, yedinci delikteki sıcaklık artışı %96, sekizinci delikteki sıcaklık artışı %115 olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca birinci delikten sekizinci delik arasındaki maksimum sıcaklıklardaki artış %23'dir.

Tablo 5. 4., 4. Deney için kesme parametreleri ve sonuçları

4. DENEY		
Kesme Sıvısı		2.Kesme sıvısı BİO CF - 170
<i>Kesme Sıvısı özellikleri</i>		
<i>Yoğunluk</i>	ρ (gr/lt)	972,81
<i>Viskozite</i>	μ (cP)	1,00
<i>Isıl İletkenlik</i>	k (W/m ^{°K})	0,30
<i>Özgül Isı</i>	C_p (J/g ^{°C})	0,90
Malzeme Cinsi		AISI 1040
Devir sayısı (dev/dak)		750
İlerleme oranı (mm/dev)		0,11
T_{max}(°C)		69



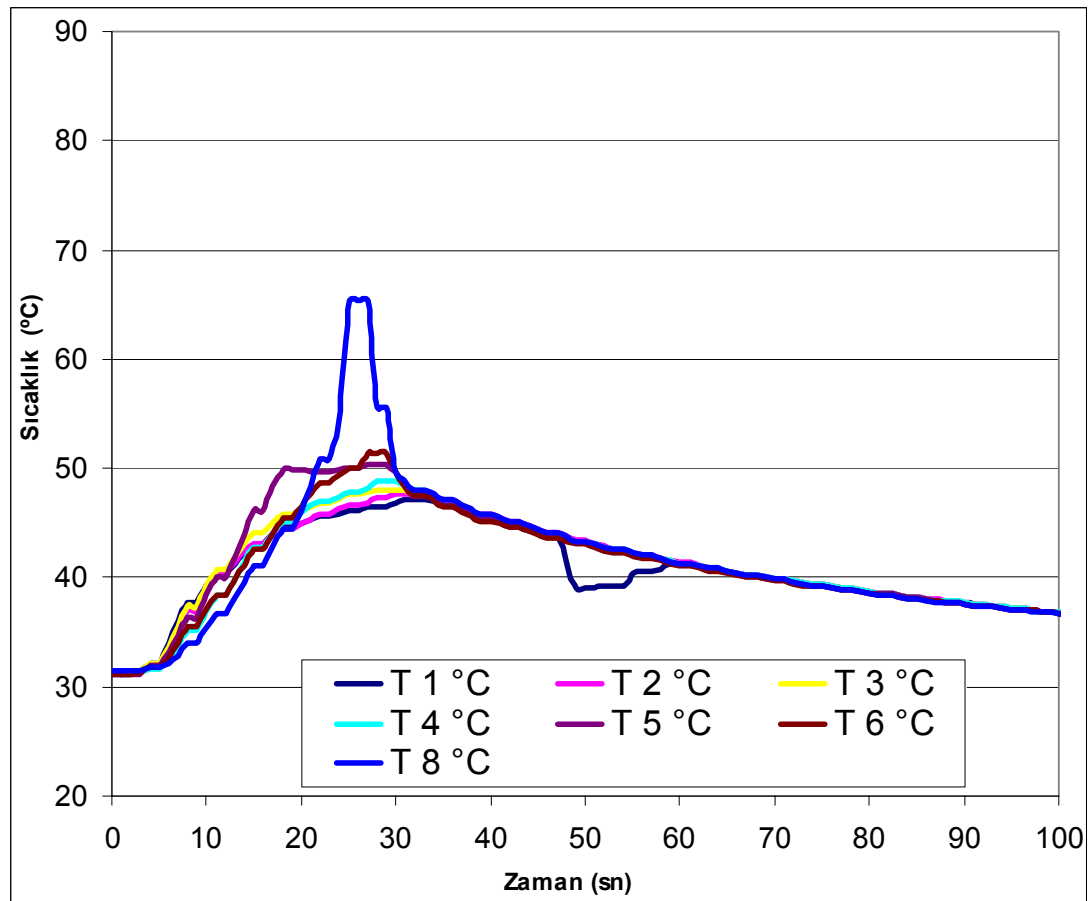
Şekil 5. 4., Dördüncü deney sonuçları

5.1.5. Beşinci Deney İçin Sonuçlar

Ortam sıcaklığı 31°C'dir. T7 dışındaki bütün termokupl değerleri dikkate alınmıştır. Kesme süresi yaklaşık 20 sn sürmüştür. Maksimum 65°C'ye ulaşılmıştır. 750 dev/dak ve 0.11 mm/dev kesme parametrelerinde kullanılan üçüncü kesme sıvısı ve Al6063 malzemesiyle birinci delikteki sıcaklık artışı %51, ikinci delikteki sıcaklık artışı %52, üçüncü delikteki sıcaklık artışı %54, dördüncü delikteki sıcaklık artışı %57, beşinci delikteki sıcaklık artışı % 61, altıncı delikteki sıcaklık artışı %65, sekizinci delikteki sıcaklık artışı %108 olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca birinci delikten sekizinci delik arasındaki maksimum sıcaklıklardaki artış %39'dur.

Tablo 5. 5., 5. Deney için kesme parametreleri ve sonuçları

5. DENEY		
Kesme Sıvısı		3. Kesme sıvısı BİO CF - 235
Kesme Sıvısı özellikleri		
Yoğunluk	ρ (gr/lt)	972,19
Viskozite	μ (cP)	1,10
Isıl İletkenlik	k (W/m ^{°K})	0,66
Özgül Isı	C_p (J/g ^{°C})	1,39
Malzeme Cinsi		Al6063
Devir sayısı (dev/dak)		750
İlerleme oranı (mm/dev)		0,11
$T_{max}(^{\circ}C)$		65



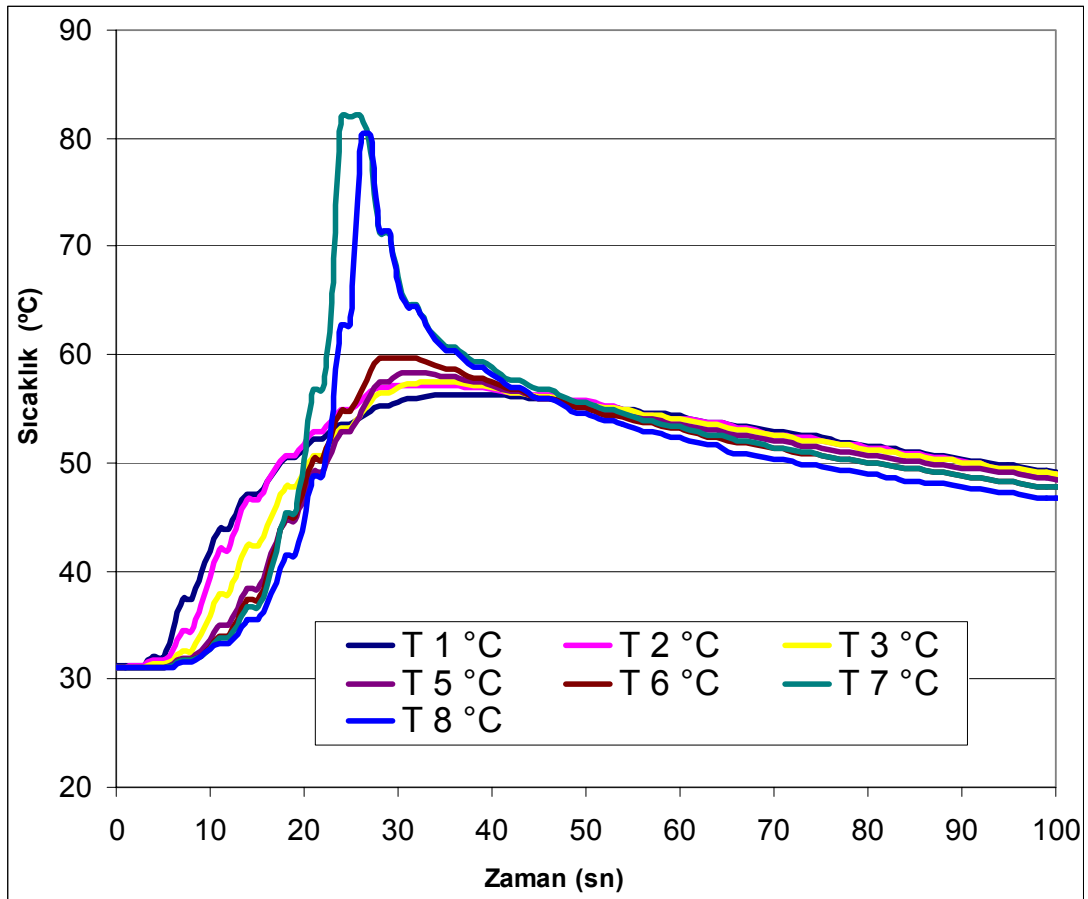
Şekil 5. 5., Beşinci deney sonuçları

5.1.6. Altıncı Deney İçin Sonuçlar

Ortam sıcaklığı 32,5°C'dir. T4 dışındaki bütün termokupl değerleri dikkate alınmıştır. Kesme süresi yaklaşık 23 sn sürmüştür. Maksimum 82°C'ye ulaşılmıştır. 475 dev/dak ve 0.18 mm/dak kesme parametrelerinde kullanılan üçüncü kesme sıvısı ve AISI 1040 malzemesiyle birinci delikteki sıcaklık artışı %81, ikinci delikteki sıcaklık artışı %84, üçüncü delikteki sıcaklık artışı %85, beşinci delikteki sıcaklık artışı % 88, altıncı delikteki sıcaklık artışı %92, yedinci delikteki sıcaklık artışı %164, sekizinci delikteki sıcaklık artışı %159 olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca birinci delikten sekizinci delik arasındaki maksimum sıcaklıklardaki artış %43'tür.

Tablo 5. 6., 6. Deney için kesme parametreleri ve sonuçları

6. DENEY		
Kesme Sıvısı		3.Kesme sıvısı BİO CF - 235
<i>Kesme Sıvısı özellikleri</i>		
<i>Yoğunluk</i>	ρ (gr/lt)	972,19
<i>Viskozite</i>	μ (cP)	1,10
<i>Isıl İletkenlik</i>	k (W/m°K)	0,66
<i>Özgül Isı</i>	C_p (J/g°C)	1,39
Malzeme Cinsi		AISI 1040
Devir sayısı (dev/dak)		475
İlerleme oranı (mm/dev)		0,18
T_{max}(°C)		82



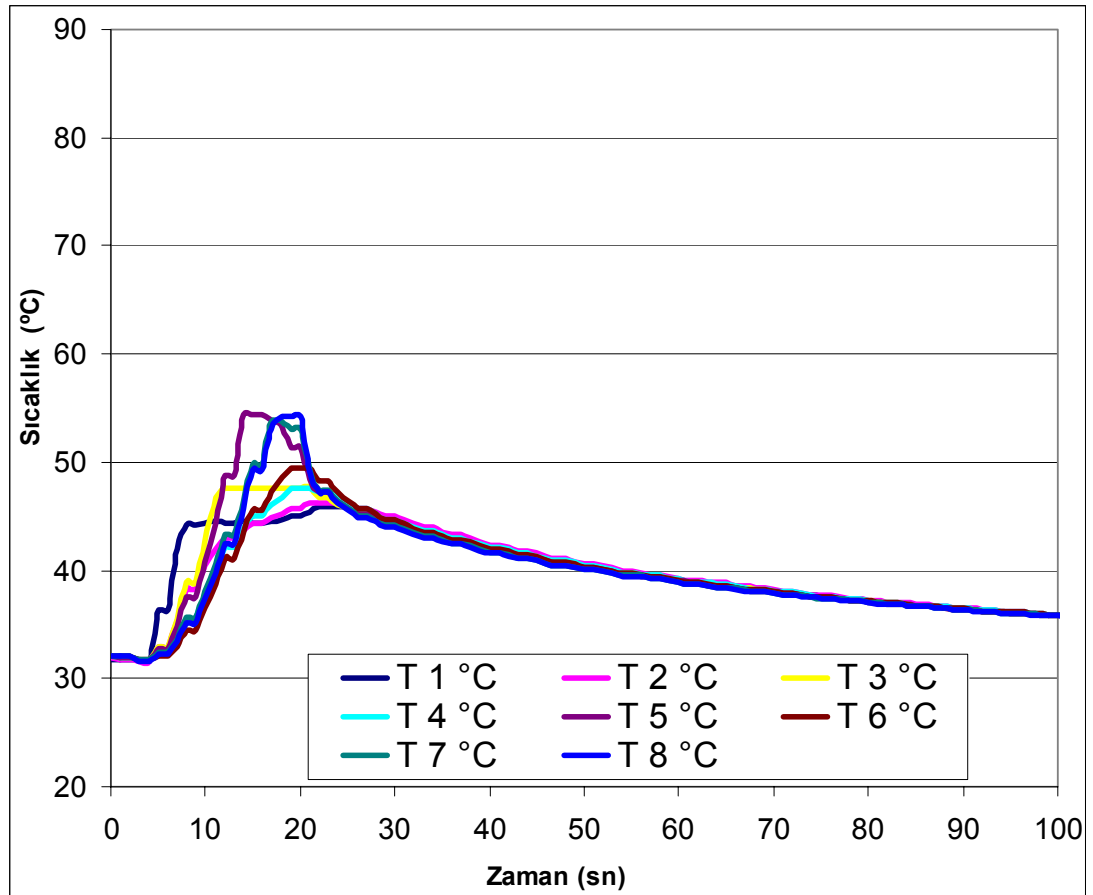
Şekil 5. 6., Altıncı deney sonuçları

5.1.7. Yedinci Deney İçin Sonuçlar

Ortam sıcaklığı 32°C'dir. Bütün termokupl değerleri dikkate alınmıştır. Kesme süresi yaklaşık 16 sn sürmüştür. Maksimum 54°C'ye ulaşılmıştır. 750 dev/dak ve 0.18 mm/dev kesme parametrelerinde kullanılan dördüncü kesme sıvısı ve Al6063 malzemesiyle birinci delikteki sıcaklık artışı %44, ikinci delikteki sıcaklık artışı %45, üçüncü ve dördüncü delikteki sıcaklık artışı %49, beşinci delikteki sıcaklık artışı % 70, altıncı delikteki sıcaklık artışı %54, yedinci delikteki sıcaklık artışı %67, sekizinci delikteki sıcaklık artışı %69 olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca birinci delikten sekizinci delik arasındaki maksimum sıcaklıklardaki artış %18'dir.

Tablo 5. 7., 7. Deney için kesme parametreleri ve sonuçları

7. DENEY		
Kesme Sıvısı		4.kesme sıvısı BİO CF - 245 EP
Kesme Sıvısı özellikleri		
Yoğunluk	ρ (gr/lt)	973,06
Viskozite	μ (cP)	1,20
Isıl İletkenlik	k (W/m ^{°K})	0,65
Özgül Isı	C_p (J/g ^{°C})	0,997
Malzeme Cinsi		Al6063
Devir sayısı (dev/dak)		750
İlerleme oranı (mm/dev)		0,18
$T_{max}(^{\circ}C)$		54



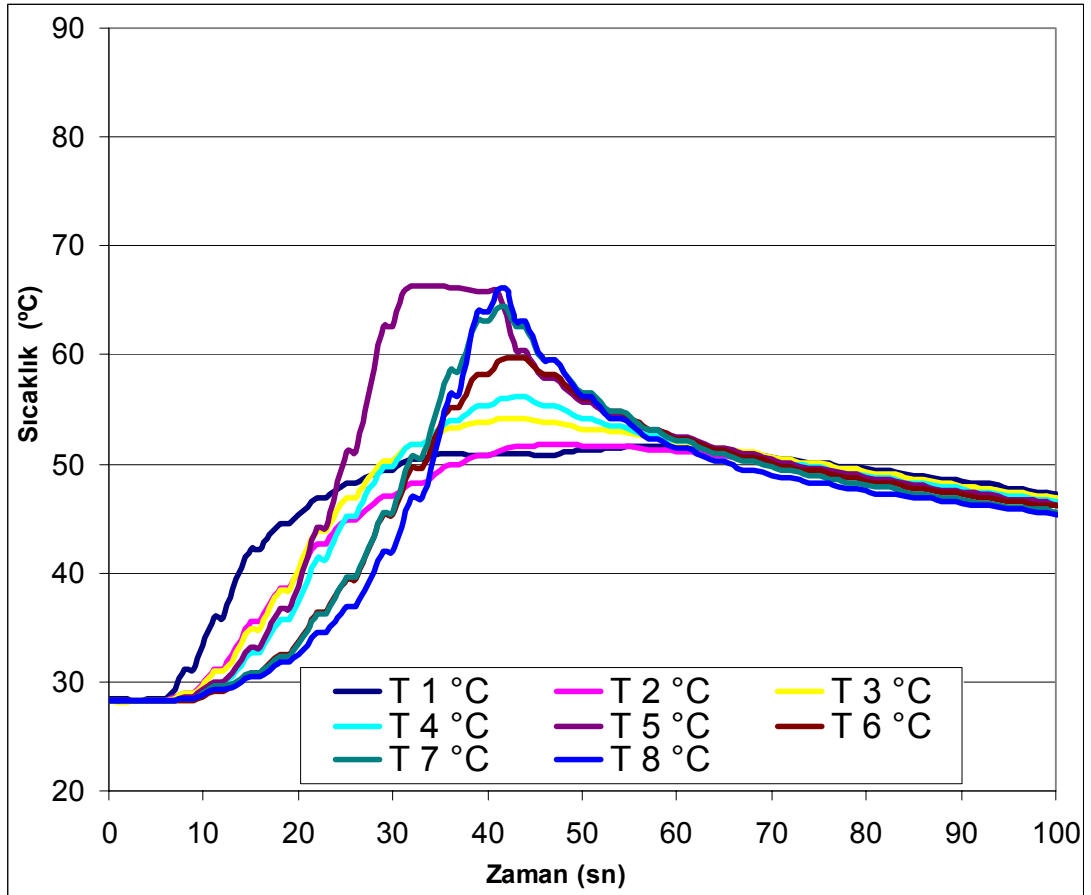
Şekil 5. 7., Yedinci deney sonuçları

5.1.8. Sekizinci Deney İçin Sonuçlar

Ortamsıcaklığı 28°C’dir. Bütün termokupl değerleri dikkate alınmıştır. Kesme süresi yaklaşık 33 sn sürmüştür. Maksimum 66°C’ye ulaşılmıştır. 475 dev/dak ve 0.11 mm/dev kesme parametrelerinde kullanılan dördüncü kesme sıvısı ve AISI 1040 malzemesiyle birinci delikteki sıcaklık artışı %82, ikinci delikteki sıcaklık artışı %83, üçüncü delikteki sıcaklık artışı %92, dördüncü delikteki sıcaklık artışı % 98, beşinci delikteki sıcaklık artışı % 134, altıncı delikteki sıcaklık artışı %112, yedinci delikteki sıcaklık artışı %127, sekizinci delikteki sıcaklık artışı %134 olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca birinci delikten sekizinci delik arasındaki maksimum sıcaklıklardaki artış %28’dir.

Tablo 5. 8., 8. Deney için kesme parametreleri ve sonuçları

8. DENEY		
Kesme Sıvısı		4.Kesme sıvısı BİO CF - 245 EP
<i>Kesme Sıvısı özellikleri</i>		
<i>Yoğunluk</i>	ρ (gr/lit)	973,06
<i>Viskozite</i>	μ (cP)	1,20
<i>Isıl İletkenlik</i>	k (W/m°C)	0,65
<i>Özgül Isı</i>	C_p (J/g°C)	0,997
Malzeme Cinsi		AISI 1040
Devir sayısı (dev/dak)		475
İlerleme oranı (mm/dev)		0,11
T_{max}(°C)		66



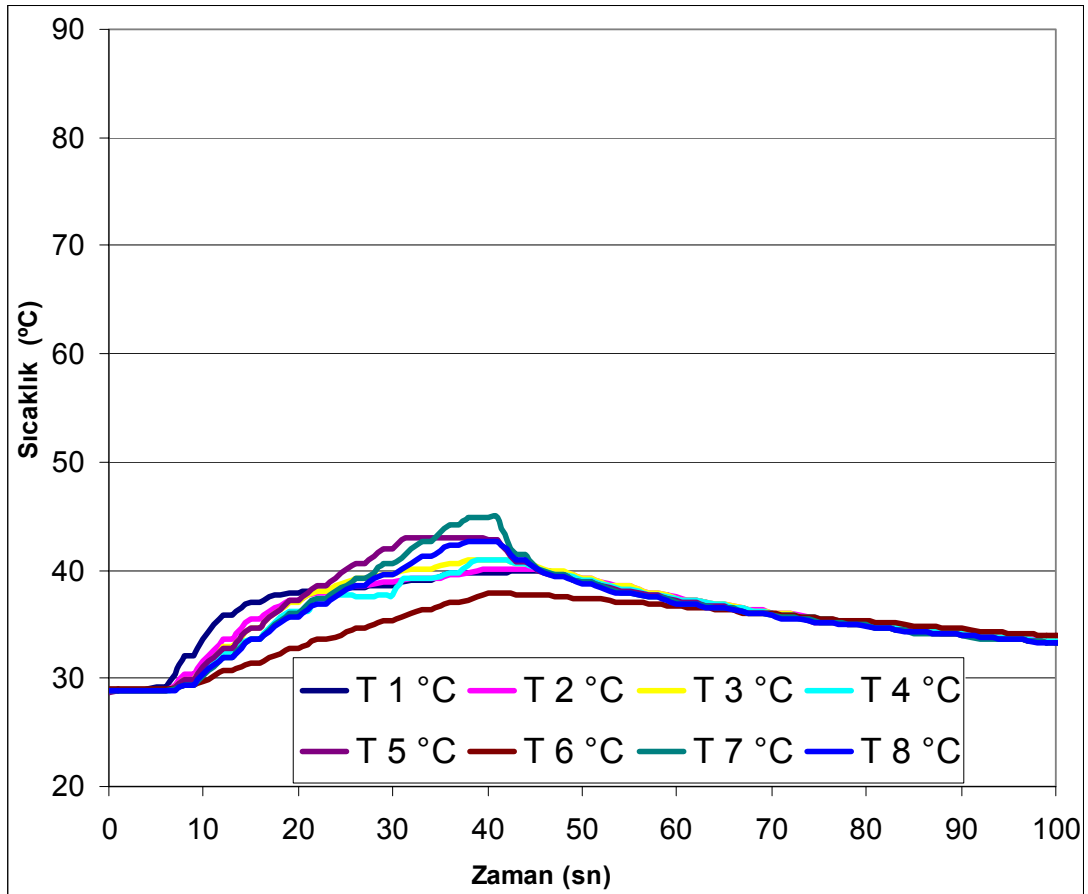
Şekil 5. 8., Sekizinci deney sonuçları

5.1.9. Dokuzuncu Deney İçin Sonuçlar

Ortam sıcaklığı 31°C'dir. Bütün termokupl değerleri dikkate alınmıştır. Kesme süresi yaklaşık 33 sn sürmüştür. Maksimum 45°C'ye ulaşılmıştır. 475 dev/dak ve 0.11 mm/dev kesme parametrelerinde kullanılan karışım kesme sıvısı ve Al6063 malzemesiyle birinci delikteki sıcaklık artışı %38, ikinci delikteki sıcaklık artışı %39, üçüncü delikteki sıcaklık artışı %42, dördüncü delikteki sıcaklık artışı % 43, beşinci delikteki sıcaklık artışı % 50, altıncı delikteki sıcaklık artışı %30, yedinci delikteki sıcaklık artışı %56, sekizinci delikteki sıcaklık artışı %48 olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca birinci delikten sekizinci delik arasındaki maksimum sıcaklıklardaki artış %7'dir. Tüm deneyler içinde en düşük maksimum sıcaklık bu deneyde gözlemlenmiştir.

Tablo 5. 9., 9. Deney için kesme parametreleri ve sonuçları

9. DENEY		
Kesme Sıvısı		Karışım kesme sıvısı (1. ve 2. kesme sıvıları karışımı)
<i>Kesme Sıvısı özellikleri</i>		
Yoğunluk	ρ (gr/lt)	975,68
Viskozite	μ (cP)	1,00
Isıl İletkenlik	k (W/m ^{°K})	0,74
Özgül Isı	C_p (J/g ^{°C})	1,726
Malzeme Cinsi		Al6063
Devir sayısı (dev/dak)		475
İlerleme oranı (mm/dev)		0,11
T _{max} (°C)		45



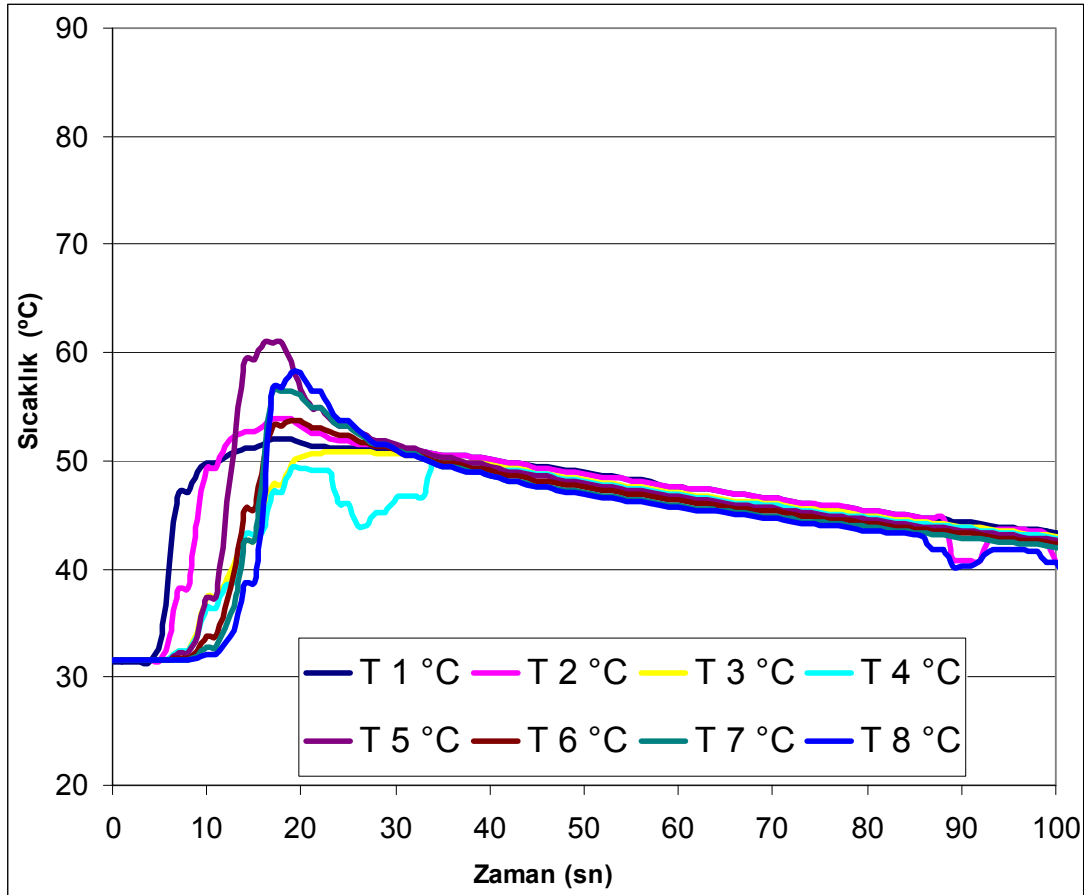
Şekil 5. 9., Dokuzuncu deney sonuçları

5.1.10. Onuncu Deney İçin Sonuçlar

Ortam sıcaklığı 33°C’dir. Bütün termokupl değerleri dikkate alınmıştır. Kesme süresi yaklaşık 13 sn sürmüştür. Maksimum 61°C’ye ulaşılmıştır. 750 dev/dak ve 0.18 mm/dev kesme parametrelerinde kullanılan karışım kesme sıvısı ve AISI 1040 malzemesiyle birinci delikteki sıcaklık artışı %66, ikinci delikteki sıcaklık artışı %71, üçüncü delikteki sıcaklık artışı %61, dördüncü delikteki sıcaklık artışı % 59, beşinci delikteki sıcaklık artışı % 93, altıncı delikteki sıcaklık artışı %70, yedinci delikteki sıcaklık artışı %79, sekizinci delikteki sıcaklık artışı %84 olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca birinci delikten sekizinci delik arasındaki maksimum sıcaklıklardaki artış %12’dir.

Tablo 5. 10., 10. Deney için kesme parametreleri ve sonuçları

10. DENEY		
Kesme Sıvısı		Karışım kesme sıvısı (1. ve 2. kesme sıvıları karışımı)
<i>Kesme Sıvısı özellikleri</i>		
<i>Yoğunluk</i>	ρ (gr/lt)	975,68
<i>Viskozite</i>	μ (cP)	1,00
<i>Isıl İletkenlik</i>	k (W/m°K)	0,74
<i>Özgül Isı</i>	C_p (J/g°C)	1,726
Malzeme Cinsi		AISI 1040
Devir sayısı (dev/dak)		750
İlerleme oranı (mm/dev)		0,18
T_{max}(°C)		61



Şekil 5. 10., Onuncu deney sonuçları

5.2. Kuru Kesme ile Karşılaştırılması

Birinci Deney İle Kuru Kesmenin Karşılaştırılması;

475 devir/dak, 0.11 mm/dev ilerleme oranında Al6063 malzemesi ile kuru kesme deney çalışmaları yapılmıştır [Eroğlu, 2007]. Bu deney çalışmasında maksimum sıcaklık 64°C olarak gözlemlenmiştir (Deney tasarımı 3; 10., 11. ve 12.deneyler). Aynı kesme parametrelerinde 1. kesme sıvısı ile kullanılarak yapılan deneylerde maksimum sıcaklık 51°C olarak gözlemlenmiştir. 1. kesme sıvısı ile maksimum sıcaklık yaklaşık 13°C azalmıştır. Maksimum sıcaklıktaki toplam düşüş %20 olmuştur. 1°C'lik azalmada takım ömrü yaklaşık 3.2 dakika artar ise takım ömründe yaklaşık 42 dakika artış olacaktır.

Tablo 5. 11., Kuru kesme ile 1.deneyin karşılaştırılması

	Kuru Kesme Deneyi	1.Deney
Kullanılan malzeme	Al6063	Al6063
Kullanılan matkap ucu çapı(mm)	10	10
Devir sayısı (dev/dak)	475	475
İlerleme oranı (mm/dev)	0,11	0,11
Kesme sıvısı	-	1.Kesme sıvısı BİO CF - 150
Ulaşılan maksimum sıcaklık(°C)	64	51

İkinci Deney İle Kuru Kesmenin Karşılaştırılması:

750 devir/dak, 0.18 mm/dak ilerleme oranında AISI 1040 malzemesi ile kuru kesme çalışmaları yapılmıştır [Eroğlu, 2007]. Bu deney çalışmasında maksimum sıcaklık 79°C olarak gözlemlenmiştir (Deney tasarımı 1; 1., 2. ve 3.deneyler). Aynı kesme parametrelerinde 1. kesme sıvısı ile maksimum sıcaklık 59°C olarak gözlemlenmiştir. 1. kesme sıvısı ile maksimum sıcaklık yaklaşık 20°C azalmıştır. Maksimum sıcaklıktaki toplam düşüş %25 olmuştur. Takım ömründe ise yaklaşık 64 dakika artış olacaktır.

Tablo 5. 12., Kuru kesme ile 2.deneyin karşılaştırılması

	Kuru Kesme Deneyi	2.Deney
Kullanılan malzeme	AISI 1040	AISI 1040
Kullanılan matkap ucu çapı(mm)	10	10
Devir sayısı (dev/dak)	750	750
İlerleme oranı (mm/dev)	0,18	0,18
Kesme sıvısı	-	BİO CF - 150
Ulaşılan maksimum sıcaklık(°C)	79	59

Üçüncü Deney İle Kuru Kesmenin Karşılaştırılması:

475 devir/dak, 0.18 mm/dev ilerleme oranında Al6063 malzemesi ile kuru kesme çalışmaları yapılmıştır [Eroğlu, 2007]. Bu deney çalışmasında maksimum sıcaklık 68°C olarak gözlemlenmiştir (Deney tasarımı 3; 4., 5. ve 6.deneyler). Aynı kesme parametrelerinde 2. kesme sıvısı ile maksimum sıcaklık 51°C olarak gözlemlenmiştir. 2. kesme sıvısı ile maksimum sıcaklık yaklaşık 17°C azalmıştır. Maksimum sıcaklıktaki toplam düşüş %25 olmuştur. Takım ömründe ise yaklaşık 55 dakika artış olacaktır.

Tablo 5. 13., Kuru kesme ile 3.deneyin karşılaştırılması

	Kuru Kesme Deneyi	3.Deney
Kullanılan malzeme	Al6063	Al6063
Kullanılan matkap ucu çapı(mm)	10	10
Devir sayısı (dev/dak)	475	475
İlerleme oranı (mm/dev)	0,18	0,18
Kesme sıvısı	-	BİO CF - 170
Ulaşılan maksimum sıcaklık(°C)	68	51

Dördüncü Deney İle Kuru Kesmenin Karşılaştırılması:

750 devir/dak, 0.11 mm/dev ilerleme oranında AISI 1040 malzemesi ile kuru kesme çalışmaları yapılmıştır [Eroğlu, 2007]. Bu deney çalışmasında maksimum sıcaklık 110° C olarak gözlemlenmiştir (Deney tasarımı 1; 4., 5. ve 6.deneyler). Aynı kesme parametrelerinde 2. kesme sıvısı ile maksimum sıcaklık 69°C olarak gözlemlenmiştir. 2. kesme sıvısı ile maksimum sıcaklık yaklaşık 41°C azalmıştır. Maksimum sıcaklıktaki toplam düşüş %37 olmuştur. Takım ömründe ise yaklaşık 132 dakika artış olacaktır.

Tablo 5. 14., Kuru kesme ile 4.deneyin karşılaştırılması

	Kuru Kesme Deneyi	4.Deney
Kullanılan malzeme	AISI 1040	AISI 1040
Kullanılan matkap ucu çapı(mm)	10	10
Devir sayısı (dev/dak)	750	750
İlerleme oranı (mm/dev)	0,11	0,11
Kesme sıvısı	-	BİO CF - 170
Ulaşılan maksimum sıcaklık(°C)	110	69

Beşinci Deney İle Kuru Kesmenin Karşılaştırılması:

750 devir/dak, 0.11 mm/dak ilerleme oranında Al6063 malzemesi ile kuru kesme çalışmaları yapılmıştır [Eroğlu, 2007]. Bu deney çalışmasında maksimum sıcaklık 73°C olarak gözlemlenmiştir (Deney tasarımı 3; 7., 8. ve 9.deneyler). Aynı kesme parametrelerinde 3. kesme sıvısı ile maksimum sıcaklık 65°C olarak gözlemlenmiştir. 3. kesme sıvısı ile maksimum sıcaklık yaklaşık 8°C azalmıştır. Maksimum sıcaklıktaki toplam düşüş %11 olmuştur. Takım ömründe ise yaklaşık 26 dakika artış olacaktır.

Tablo 5. 15., Kuru kesme ile 5.deneyin karşılaştırılması

	Kuru Kesme Deneyi	5.Deney
Kullanılan malzeme	Al6063	Al6063
Kullanılan matkap ucu çapı(mm)	10	10
Devir sayısı (dev/dak)	750	750
İlerleme oranı (mm/dev)	0,11	0,11
Kesme sıvısı	-	BİO CF - 235
Ulaşılan maksimum sıcaklık(°C)	73	65

Altıncı Deney İle Kuru Kesmenin Karşılaştırılması;

475 devir/dak, 0.18 mm/dev ilerleme oranında AISI 1040 malzemesi ile kuru kesme çalışmaları yapılmıştır [Eroğlu, 2007]. Bu deney çalışmasında maksimum sıcaklık 88°C olarak gözlemlenmiştir (Deney tasarımı 1; 7., 8. ve 9.deneyler). Aynı kesme parametrelerinde 3. kesme sıvısı ile maksimum sıcaklık 82°C olarak gözlemlenmiştir. 3. kesme sıvısı ile maksimum sıcaklık yaklaşık 6°C azalmıştır. Maksimum sıcaklıktaki toplam düşüş %7 olmuştur. Takım ömründe ise yaklaşık 19 dakika artış olacaktır.

Tablo 5. 16., Kuru kesme ile 6.deneyin karşılaştırılması

	Kuru Kesme Deneyi	6.Deney
Kullanılan malzeme	AISI 1040	AISI 1040
Kullanılan matkap ucu çapı(mm)	10	10
Devir sayısı (dev/dak)	475	475
İlerleme oranı (mm/dev)	0,18	0,18
Kesme sıvısı	-	BİO CF - 235
Ulaşılan maksimum sıcaklık(°C)	88	82

Yedinci Deney İle Kuru Kesmenin Karşılaştırılması;

750 devir/dak, 0.18 mm/dev ilerleme oranında Al6063 malzemesi ile kuru kesme çalışmaları yapılmıştır [Eroğlu, 2007]. Bu deney çalışmasında maksimum sıcaklık 70°C olarak gözlemlenmiştir (Deney tasarımı 3; 1., 2. ve 3.deneyler). Aynı kesme parametrelerinde 4. kesme sıvısı ile maksimum sıcaklık 54°C olarak gözlemlenmiştir. 4. kesme sıvısı ile maksimum sıcaklık yaklaşık 16°C azalmıştır. Maksimum sıcaklıktaki toplam düşüş %23 olmuştur. Takım ömründe ise yaklaşık 51 dakika artış olacaktır.

Tablo 5. 17., Kuru kesme ile 7.deneyin karşılaştırılması

	Kuru Kesme Deneyi	7.Deney
Kullanılan malzeme	Al6063	Al6063
Kullanılan matkap ucu çapı(mm)	10	10
Devir sayısı (dev/dak)	750	750
İlerleme oranı (mm/dev)	0,18	0,18
Kesme sıvısı	-	BİO CF - 245 EP
Ulaşılan maksimum sıcaklık(°C)	70	54

Sekizinci Deney İle Kuru Kesmenin Karşılaştırılması:

475 devir/dak, 0.11 mm/dak ilerleme oranında AISI 1040 malzemesi ile kuru kesme çalışmaları yapılmıştır [Eroğlu, 2007]. Bu deney çalışmasında maksimum sıcaklık 112°C olarak gözlemlenmiştir. (Deney tasarımı 1; 10., 11. ve 12.deneyler). Aynı kesme parametrelerinde 4. kesme sıvısı ile maksimum sıcaklık 66°C olarak gözlemlenmiştir. 4. kesme sıvısı ile maksimum sıcaklık yaklaşık 46°C azalmıştır. Maksimum sıcaklıktaki toplam düşüş %41 olmuştur. Takım ömründe ise yaklaşık 148 dakika artış olacaktır.

Tablo 5. 18., Kuru kesme ile 8.deneyin karşılaştırılması

	Kuru Kesme Deneyi	8.Deney
Kullanılan malzeme	AISI 1040	AISI 1040
Kullanılan matkap ucu çapı(mm)	10	10
Devir sayısı (dev/dak)	475	475
İlerleme oranı (mm/dev)	0,11	0,11
Kesme sıvısı	-	BİO CF - 235
Ulaşılan maksimum sıcaklık(°C)	112	66

Dokuzuncu Deney İle Kuru Kesmenin Karşılaştırılması:

475 devir/dak, 0.11 mm/dev ilerleme oranında Al6063 malzemesi ile kuru kesme deney çalışmaları yapılmıştır [Eroğlu, 2007]. Bu deney çalışmasında maksimum sıcaklık 64°C olarak gözlemlenmiştir (Deney tasarımı 3; 10., 11. ve 12.deneyler). Aynı kesme parametrelerinde karışım kesme sıvısı ile kullanılarak yapılan deneylerde maksimum sıcaklık 45°C olarak gözlemlenmiştir. Karışım kesme sıvısı ile maksimum sıcaklık yaklaşık 19°C azalmıştır. Maksimum sıcaklıktaki toplam düşüş %30 olmuştur. 1°C'lik azalmada takım ömrü yaklaşık 3.2 dakika artar ise takım ömründe yaklaşık 61 dakika artış olacaktır.

Tablo 5. 19., Kuru kesme ile 9.deneyin karşılaştırılması

	Kuru Kesme Deneyi	9.Deney
Kullanılan malzeme	Al6063	Al6063
Kullanılan matkap ucu çapı(mm)	10	10
Devir sayısı (dev/dak)	475	475
İlerleme oranı (mm/dev)	0,11	0,11
Kesme sıvısı	-	Karışım kesme sıvısı
Ulaşılan maksimum sıcaklık(°C)	64	45

Onuncu Deney İle Kuru Kesmenin Karşılaştırılması:

750 devir/dak, 0.18 mm/dev ilerleme oranında AISI 1040 malzemesi ile kuru kesme çalışmaları yapılmıştır [Eroğlu, 2007]. Bu deney çalışmasında maksimum sıcaklık 79°C olarak gözlemlenmiştir (Deney tasarımı 1; 1., 2. ve 3.deneyler). Aynı kesme parametrelerinde karışım kesme sıvısı ile maksimum sıcaklık 61°C olarak gözlemlenmiştir. Karışım kesme sıvısı ile maksimum sıcaklık yaklaşık 18°C azalmıştır. Maksimum sıcaklıktaki toplam düşüş %23 olmuştur. Takım ömründe ise yaklaşık 58 dakika artış olacaktır.

Tablo 5. 20., Kuru kesme ile 10.deneyin karşılaştırılması

	Kuru Kesme Deneyi	10.Deney
Kullanılan malzeme	AISI 1040	AISI 1040
Kullanılan matkap ucu çapı(mm)	10	10
Devir sayısı (dev/dak)	750	750
İlerleme oranı (mm/dev)	0,18	0,18
Kesme sıvısı	-	Karışım kesme sıvısı
Ulaşılan maksimum sıcaklık(°C)	79	61

BÖLÜM 6

Bu bölümde deney sonuçları ve öneriler yer almaktadır.

6.1. Sonuç ve Öneriler

Deneyler sonucunda ısı iletim katsayısı yüksek kesme sıvılarının daha iyi soğutma sağladığı görülmüştür. Karışım ve 1.kesme sıvısının her iki malzemede de iyi bir soğutma sağladığı, 3.kesme sıvısının ise en kötü soğutma kabiliyetine sahip olduğu görüldü. Malzemeye uygun seçilen kesme sıvılarının iyiye yakın soğutma performansına sahip olduğu ayrıca içerisine ilave edilen katkılarında soğutma özelliğini iyileştirdiği görüldü. Termofiziksel özellikler dışında da kesme sıvılarının başka özelliklerinin takım ucu sıcaklığına etkili olduğu gözlemlendi. İleride yapılacak çalışmalarda bu özelliklerin araştırılması ve takım ucu maksimum sıcaklığa etkisi saptanabilir.

Yapılan deneylerde elde edilen veriler göstermiştir ki kesme sıvısının kullanımı ile takım ucunda oluşacak maksimum sıcaklık yaklaşık %40 azalmıştır. Kesme işlemlerinde her 1°C’de takım ömrünün yaklaşık 3,2 dakika uzadığını dikkate alırsak kesme sıvısının kullanımının ekonomik getirisi olduğu açıkça görülmektedir.

Yapılan ANOVA analizleri neticesinde kesme işlemindeki sıcaklığı düşürücü en önemli parametreler kesme sıvısı ve malzeme cinsi olduğu görülmüştür.

Metal kesme işlemlerinde kesme sıvısının özellikleri de verimlilik için önemli bir etkidir. Talaşlı imalatın gerek mamül kalitesini ve gerekse kesici uç ömrünü etkileyen en önemli etmenlerinden birisi kesme işlemi sırasında kullanılan kesme sıvısının özellikleridir. Bu konularda gerçekleştirilecek küçük ilerlemelerin, dünya çapında büyük üretim kapasitesine sahip bu sektörün verimliliği açısından önemi büyüktür.

İleride yapılacak çalışmalarda kesme sıvılarının termofiziksel özelliklerinin yanısıra kimyasal özellikleri de dikkate alınıp, takım ucu maksimum sıcaklığa etkisi araştırılabilir. Farklı malzemelerle, farklı kesme parametreleriyle deney sayısı artırılarak kesme sıvısı özellikleri belirlenebilir. Ayrıca kesme sıvısının kesme işlemine getirdiği maliyet analiz edilerek optimum kesme şartları belirlenebilir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- 1) Akkurt M., *Talaş Kaldırma Yöntemleri ve Takım Tezgahları*, Birsen Yayınevi,2004
- 2) Akün, F., *Takım Tezgahları*,Cilt 1, 1965
- 3) Akün, F., *Takım Tezgahları*,Cilt 1, 1973
- 4) Altınışik, K., *Uygulamalarla Isı Transferi*, Nobel Yayın Dağıtım, 1. Baskı, 2003
- 5) Anaç, N., Ay, İ., “Soğutma Sıvılarının İnsan Sağlığına Etkileri”, Metal Makine, Yıl :17, Sayı: 149, Eylül-Ekim, 2004
- 6) Avuncan G., *Talaş kaldırma ekonomisi ve kesici takımlar*, 1998
- 7) Belluco, W., Chiffre L. De, “Comparison of Methods for Cutting Fluid Performance Testing”, Dept. of Manufacturing Engineering, Technical University of Denmark,Lyngby, Denmark Received on January 7, 2000
- 8) Belluco, W., Chiffre L. De, “Performance evaluation of vegetable-based oils in drilling austenitic stainless steel”, Journal of Materials Processing Technology 148 171–176, 2004
- 9) Canıylmaz, E., Kutay, F., “Taguchi Metodunda Varyans Analizine Alternatif Bir Yaklaşım”, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, Cilt 18, No 3, 51–63, 2003
- 10) Childs, P., *Endüstriye Dönük Uygulamalı: Sıcaklık Ölçme Uygulamaları, Bileşim Yayınları*, Ekim, 2005
- 11) Çakır, C., M., *Modern Talaşlı İmalat Yöntemleri*, Bursa, 2000
- 12) Dağsöz, A., K., *Isı Geçişi/Transfери Isıtma, Soğutma, Kurutma Teknikleri, Kazan ve Isı Değiştiricileri için Tablo ve İfadeler* , Beta Yayınları, 5. Baskı, 1995
- 13) DeWitt David P., Incropera Frank P., *Isı Geçişi ve Kütle Geçişinin Temelleri*, Mart ,2006
- 14) Dhar, N.,R., Islam, M.,W., Islam, S., Mithu, M.,A.,H., “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, 2004
- 15) Eraslan M., Kesici Takımda Aşınmaya Bağlı Sıcaklık Dağılımının Sonlu Elemanlar Yöntemi İle Analizi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ, İstanbul 1994

- 16) Eroğlu M., Matkaplarda Talaş Kaldırma Esnasında Oluşan Sıcaklık Değişiminin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Gebze, 2007
- 17) Ersan Endüstriyel Yağları ile mektuplaşma, 2007
- 18) Gökkaya, H. , Nalbant , M. , “Talaş Kaldırma Sırasında Isı Oluşumu Ve Dağılımı ”, Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, (2) 33-43, 2006
- 19) Gökkaya, H., Habalı, K., Özçatalbaş, Y., “Kaplama malzemesinin takım-talaş ara yüzey sıcaklığı üzerindeki etkisinin deneysel olarak araştırılması”, Politeknik Dergisi, Cilt: 7, Sayı: 1, S. 23-30, 2004(a)
- 20) Gökkaya, H., Nalbant, M., Şeker, U., “Talaş Kaldırma Sırasında Açığa Çıkan Isının Kesme Bölgesinde Oluşturduğu Sıcaklıkların Ölçülmesinde Kullanılan Yöntemler”, Politeknik Dergisi, Cilt :7, Sayı : 4, S.297-305, 2004(b)
- 21) Gökkaya, H., Sur G., Dilipak H., “Kaplamaless sementit karbür kesici takım ve kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisinin deneysel olarak incelenmesi ”Pamukkale üniversitesi mühendislik fakültesi, Mühendislik bilimleri dergisi, Cilt : 12, Sayı :1, S. 59-64, 2006
- 22) Kakaç, S., *Isı Transferine Giriş-I Isı İletimi*, Tıp Teknik Yayıncılık, 6. Baskı, Ekim 1998
- 23) Kavuncu, İ., *Metal İşlemede Kesme Yağları*, T.M.M.O.B. Makine Mühendisleri Odası Yayın No:96, 1975
- 24) Khan, Dhar, “Performance evaluation of minimum quantity lubrication by vegetable oil in terms of cutting force, cutting zone temperature, tool wear, job dimension and surface finish in turning AISI-1060 steel”, Khan et al. / J 1790 Zhejiang Univ SCIENCE A 2006 7(11):1790-1799, 2006
- 25) MEB (Millî Eğitim Bakanlığı), Megep (Meslekî eğitim ve öğretim sisteminin güçlendirilmesi projesi) Temel talaşlı üretim 2, Ankara, 2005
- 26) Metin, M., “Entwicklung von Curricula für den berufsbezogenen Fachunterricht in türkischer Sprache in ausgewählten Berufsfeldern auf der Grundlage der binationalen deutsch türkischen Ausbildungsprojekte”, November, 2001
- 27) Motorcu, A., Rıza, “Isıl işlemle sertliği 53 HRC’ye çıkarılmış AISI 1050 Çeliğinin kaplamalı karbür takımla İşlenmesinde takım aşınmasının Değerlendirilmesi”, Pamukkale Üniversitesi mühendislik fakültesi, Mühendislik bilimleri dergisi, Cilt: 12 , Sayı : 3, S : 379-388, 2006
- 28) Özcan, Ş., Bulut H., *Atelye ve Teknoloji 1*, Ünite 25, Ankara, 1991

- 29) Özçatalbaş, Y., Baş, A., “Tornalamada hava püskürtme ile soğutmanın kesme kuvvetleri ve takım ömrüne etkilerinin araştırılması”, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, Cilt 21, No 3, S. 451–455, 2006
- 30) Özçelik B., Bağcı E., “Effects of different cooling conditions on twist drill temperature”, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Volume 34, Numbers 9-10, October, 2007
- 31) Özdemir, Ö., İpek, M., Zeytin, S., “Kesici Takım Malzemeleri”, Mühendis ve Makine, Sayı 487, Cilt 41, Sayfa 40, Ağustos 2000
- 32) Pico TC08 Kullanma Kılavuzu, 2005
- 33) Savaşkan, M., Taptık, Y., Ürgen, M., “Deney tasarımı yöntemi ile matkap uçlarında performans”, itüdergisi/d mühendislik Cilt:3, Sayı:6, 117-128, Aralık 2004
- 34) Şahin, H., M., Acır, A., “Talaş kaldırma işlemlerinde kesici takım ve talaş arasında oluşan sıcaklık dağılımının sonlu farklar metodu ile analizi”, Politeknik Dergisi, Cilt: 6, Sayı: 3, S. 541–549, 2003
- 35) Web1, Özyurt, A., http://www.geocities.com/ktf_aliozyurt/matkap/matkap.htm, 01-30, 2008
- 36) Web2, Zor, Lale, ‘Kimya Deneyleri II’, Anadolu Üniversitesi Yayınları No: 1079, Açıköğretim Fakültesi Yayınları No: 595, Fen Bilgisi Öğretmenliği, Laboratuvar Uygulamaları ve Fen Öğretiminde Güvenlik, Ünite 14, <http://www.aof.edu.tr/kitap/IOLTP/2282/unite14.pdf>, 01–30, 2008
- 37) Web3, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Temel Fizik, ‘Maddenin Fiziksel Özellikleri’, Ünite 5, <http://www.aof.anadolu.edu.tr/kitap/EHSM/1221/unite05.pdf>, 01-30, 2008
- 38) Web4, http://www.katalogtr.com/details.php?image_id=343&sessionid=d7fe9dff7649f892907dcf2b3a70384f, 01-30, 2008
- 39) Yılmaz, T., *Teorik ve Uygulamalı Isı Transferi*, Papatya Yayıncılık, 1. Baskı, 1999
- 40) Yumurtacı, S., “Spiral Talaş Oluşumu Mekanizması ve Talaş Kaldırma İşlemindeki Önemi”, Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi (4) 17–23, 2004
- 41) Zeilmann, Weingaertner, “Analysis of temperature during drilling of Ti6Al4V with minimal quantity of lubricant”, Journal of Materials Processing Technology 179 (2006) 124–127, 2006

ÖZGEÇMİŞ

1975 tarihinde İstanbul’da doğmuştur. Yıldız Üniversitesi Kocaeli Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü’nden 1996 yılında mezun olmuştur. 1997 yılının Ekim ayında Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü’nde Yüksek Lisans eğitime başlamıştır.

EKLER

EK-1 Taguchi Analizi

Taguchi experiment Setup Orthogonal Arrays

#	SOĞUTUCU	METAL	DEVİR	İLERLEME	TMAX
1	1	1	1	1	51
2	1	2	2	2	58
3	2	1	1	2	51
4	2	2	2	1	68
5	3	1	2	1	65
6	3	2	1	2	82
7	4	1	2	2	54
8	4	2	1	1	66

Taguchi Analysis: TMAX versus SOĞUTUCU; METAL; DEVİR; İLERLEME

HIZI

Response Table for Signal to Noise Ratios

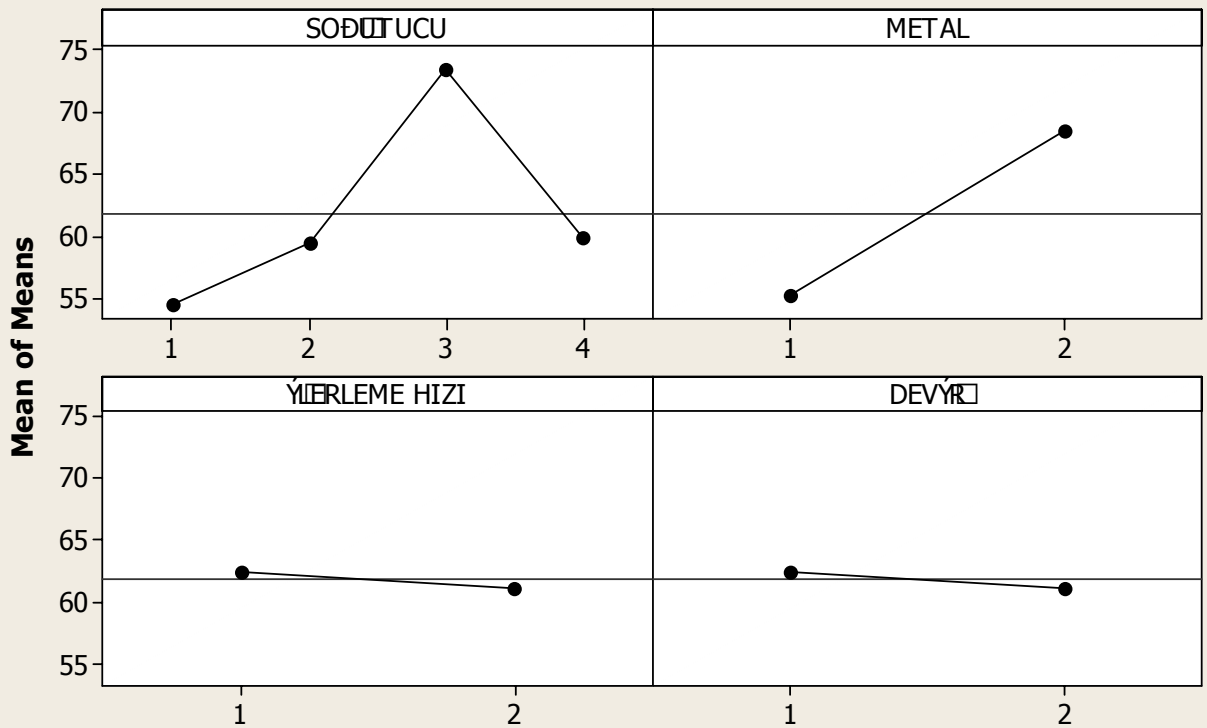
Smaller is better

Level	SOĞUTUCU	METAL	DEVİR	İLERLEME HIZI
1	-34.71	-34.80	-35.74	-35.86
2	-35.40	-36.65	-35.71	-35.59
3	-37.27			
4	-35.52			
Delta	2.56	1.84	0.04	0.28
Rank	1	2	4	3

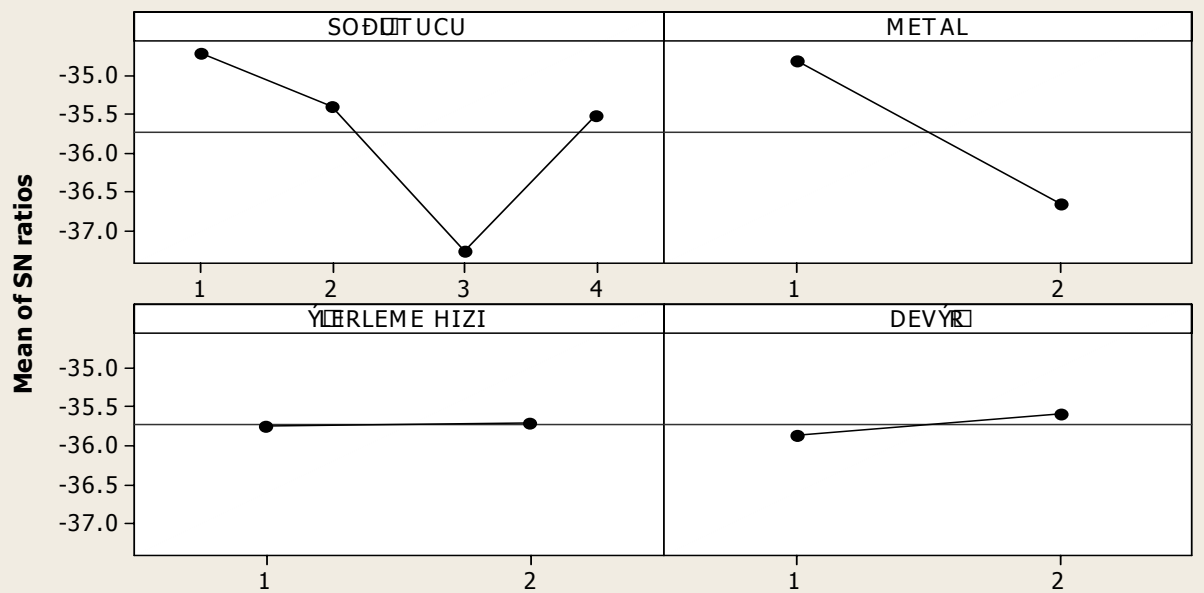
Response Table for Means

Level	SOĞUTUCU	METAL	DEVİR	İLERLEME HIZI
1	54.50	55.25	62.50	62.50
2	59.50	68.50	61.25	61.25
3	73.50			
4	60.00			
Delta	19.00	13.25	1.25	1.25
Rank	1	2	3.5	3.5

Main Effects Plot (data means) for Means



Main Effects Plot (data means) for SN ratios



Signal-to-noise: Smaller is better

EK-2 Tüm Deneyler İçin Kesme Sıvısı Özellikleri ve Ölçülen Sıcaklıklar

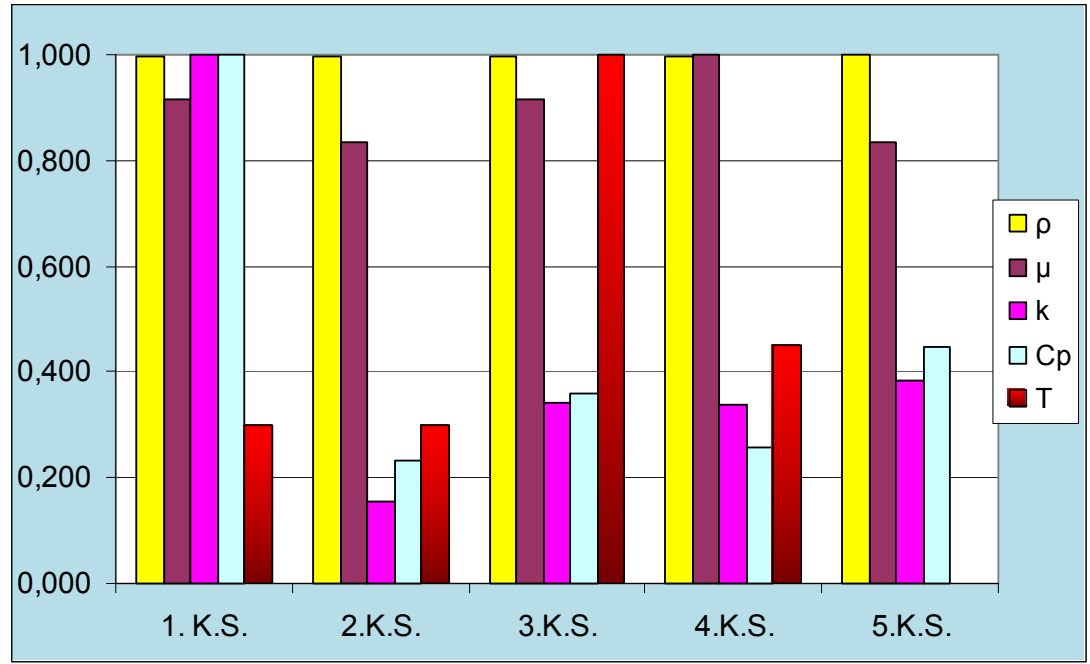
	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY	4. DENEY	5. DENEY	6. DENEY	7. DENEY	8. DENEY	9. DENEY	10. DENEY
Yoğunluk ρ (gr/lt)	972,7	972,7	972,81	972,81	972,19	972,19	973,06	973,06	975,68	975,68
Viskozite μ (cP)	1,1	1,1	1	1	1,1	1,1	1,2	1,2	1	1
Isıl İletkenlik k (W/m°K)	1,93	1,93	0,3	0,3	0,66	0,66	0,65	0,65	0,74	0,74
Özgül Isı C_p (J/gC)	3,865	3,865	0,902	0,902	1,387	1,387	0,997	0,997	1,726	1,726
$T_{\max}$	51	59	51	69	65	82	54	66	45	61

Tüm değerler boyutsuzlaştırılırsa;

$$\bar{\rho} = \frac{\rho}{\rho_{\max}} \quad \bar{\mu} = \frac{\mu}{\mu_{\max}} \quad \bar{k} = \frac{k}{k_{\max}} \quad \bar{C}_p = \frac{C_p}{C_{p_{\max}}} \quad \bar{T} = \frac{T - T_{\min}}{T_{\max} - T_{\min}}$$

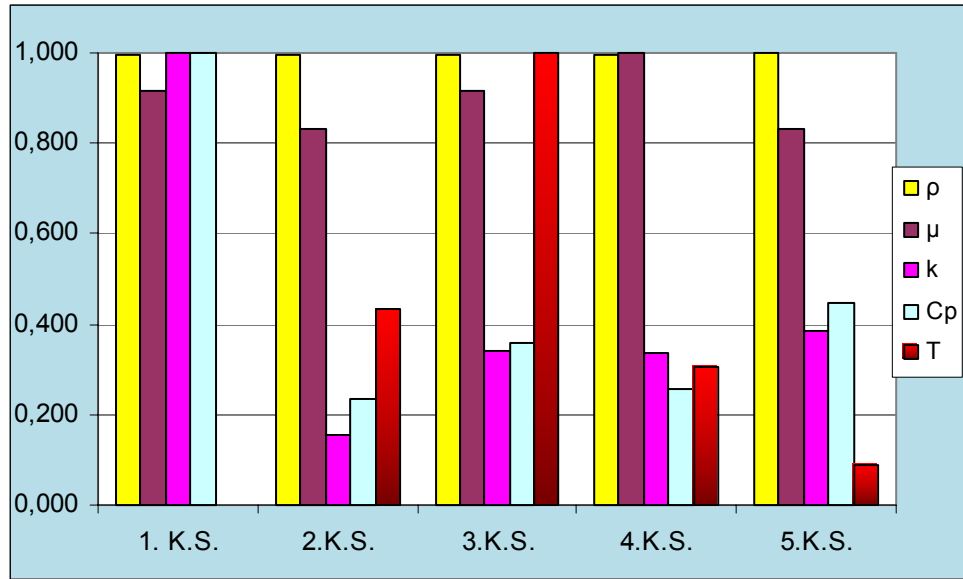
AL6063 için tüm değerlerin karşılaştırılması

	1. K.S.	2.K.S.	3.K.S.	4.K.S.	5.K.S.
ρ	0,997	0,997	0,996	0,997	1,000
μ	0,917	0,833	0,917	1,000	0,833
k	1,000	0,155	0,342	0,337	0,383
C_p	1,000	0,233	0,359	0,258	0,447
T	0,300	0,300	1,000	0,450	0,000



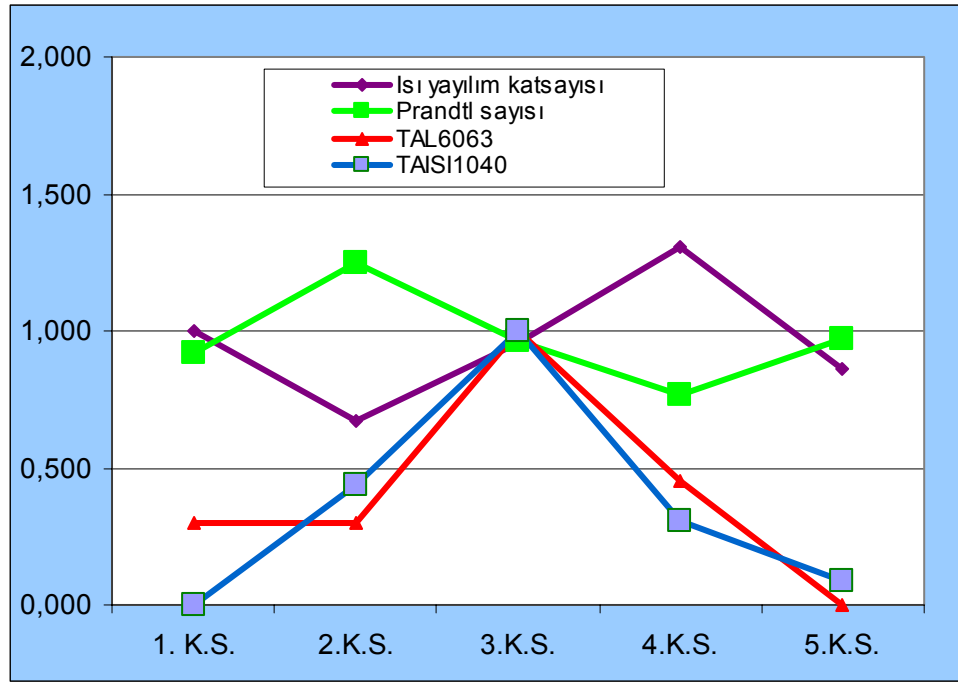
AISI1040 için tüm değerlerin karşılaştırılması

	1. K.S.	2.K.S.	3.K.S.	4.K.S.	5.K.S.
ρ	0,997	0,997	0,996	0,997	1,000
μ	0,917	0,833	0,917	1,000	0,833
k	1,000	0,155	0,342	0,337	0,383
C _p	1,000	0,233	0,359	0,258	0,447
T	0,000	0,435	1,000	0,304	0,087



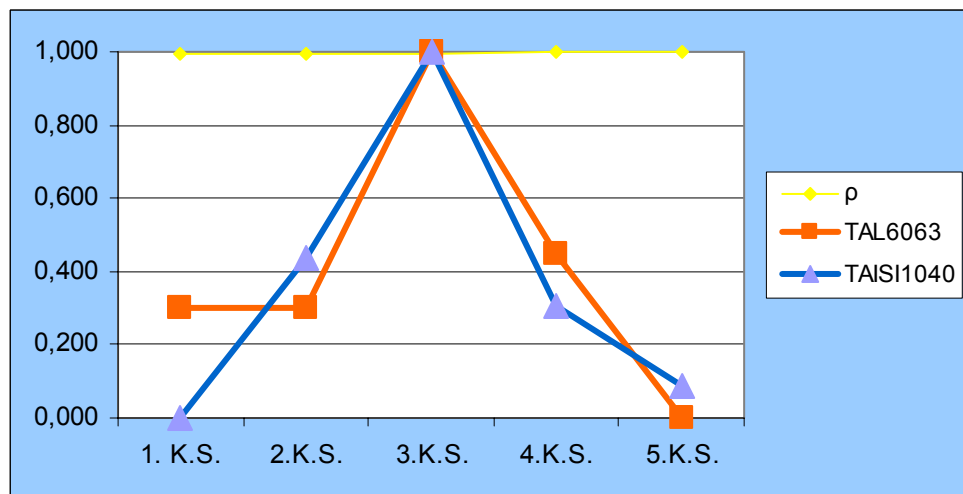
AL6063 ve AISI1040 Malzemeleri İçin Isı Yayılm Katsayısı ve Prandtl Sayısı Karşılaştırılması

	1. K.S.	2.K.S.	3.K.S.	4.K.S.	5.K.S.
Isı yayılım katsayısı	1,003	0,668	0,956	1,309	0,859
Prandtl sayısı	0,917	1,251	0,962	0,766	0,971
T_{AL6063}	0,300	0,300	1,000	0,450	0,000
$T_{AISI1040}$	0,000	0,435	1,000	0,304	0,087



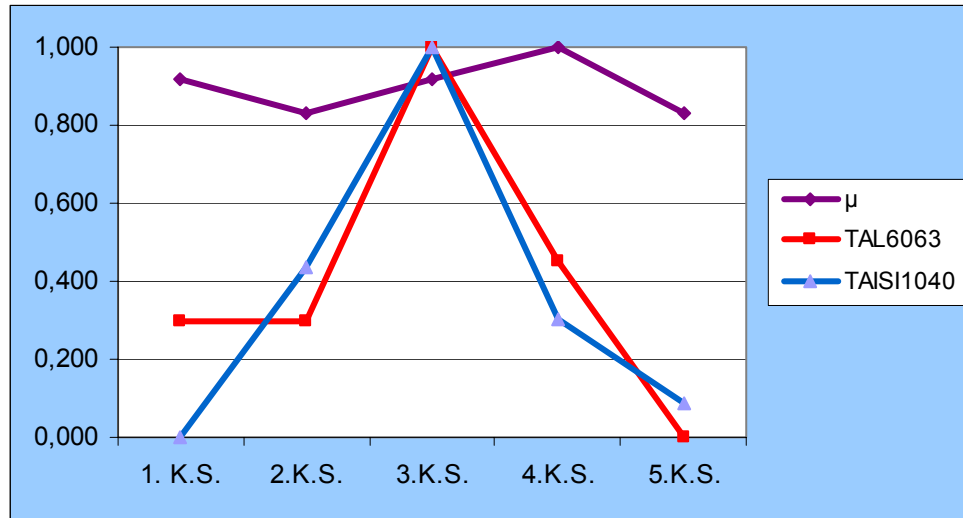
AL6063 ve AISI1040 için yoğunluk karşılaştırılması

	1. K.S.	2.K.S.	3.K.S.	4.K.S.	5.K.S.
ρ	0,997	0,997	0,996	0,997	1,000
T_{AL6063}	0,300	0,300	1,000	0,450	0,000
$T_{AISI1040}$	0,000	0,435	1,000	0,304	0,087



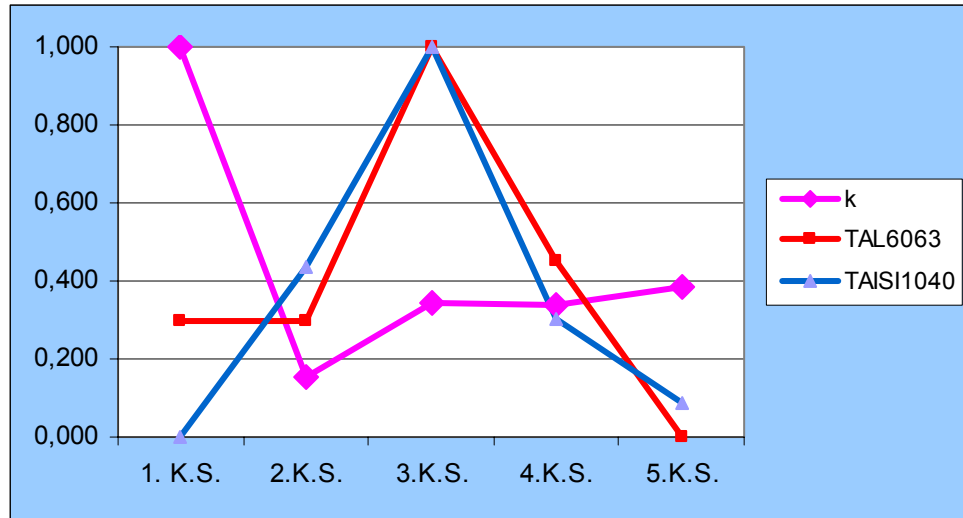
AL6063 ve AISI1040 için viskozite karşılaştırılması

	1. K.S.	2.K.S.	3.K.S.	4.K.S.	5.K.S.
μ	0,917	0,833	0,917	1,000	0,833
T_{AL6063}	0,300	0,300	1,000	0,450	0,000
$T_{AISI1040}$	0,000	0,435	1,000	0,304	0,087



AL6063 ve AISI1040 için ısı iletim katsayısı karşılaştırılması

	1. K.S.	2.K.S.	3.K.S.	4.K.S.	5.K.S.
k	1,000	0,155	0,342	0,337	0,383
T_{AL6063}	0,300	0,300	1,000	0,450	0,000
$T_{AISI1040}$	0,000	0,435	1,000	0,304	0,087



AL6063 ve AISI1040 için özgül ısı karşılaştırılması

	1. K.S.	2.K.S.	3.K.S.	4.K.S.	5.K.S.
Cp	1,000	0,233	0,359	0,258	0,447
T _{AL6063}	0,300	0,300	1,000	0,450	0,000
T _{AISI1040}	0,000	0,435	1,000	0,304	0,087

