

**T.C.  
SAKARYA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**KESİCİ TAKIMLARIN ISI POMPASI TEKNİĞİ İLE  
SOĞUTULMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ozan ULAŞ**

**Enstitü Anabilim Dalı : İMALAT MÜHENDİSLİĞİ**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Mehmet ÇALIŞKAN**

**Mayıs 2019**

T.C.  
SAKARYA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

KESİCİ TAKIMLARIN ISI POMPASI TEKNİĞİ İLE  
SOĞUTULMASI

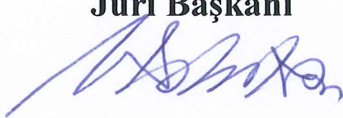
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ozan ULAŞ

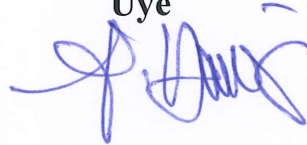
Enstitü Anabilim Dalı : İMALAT MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 28/05/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından  
oybirliği/ ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr.  
Mehmet ÇALIŞKAN  
Jüri Başkanı



Prof. Dr.  
Adem DEMİR  
Üye



Doç. Dr.  
Murat ÖZSOY  
Üye



## BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Ozan ULAŞ

08/05/2019

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Doç. Dr. Mehmet ÇALIŞKAN' a teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar olanakları konusunda anlayış ve yardımlarını esirgemeyen ASAŞ Alüminyum Sanayi ve Ticaret A.Ş Proje Koordinasyon Müdürü Sn. Zafer ZORLU' ya ve bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım Kalıp İmalat ve Destek Müdürü Sn. Mehmet AYAN' a teşekkür ederim.

Ayrıca bu çalışmanın maddi açıdan desteklenmesine olanak sağlayan ASAŞ Alüminyum Sanayi ve Ticaret A.Ş ARGE Müdürlüğüne (Proje No: AG-18-EL0181) teşekkür ederim.

# İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR .....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ .....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	v
TABLolar LİSTESİ .....	vi
ÖZET .....	vii
SUMMARY .....	vii
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ .....	1
BÖLÜM 2.	
KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	2
2.1. Talaşlı İmalat.....	2
2.2. Kesici Takım .....	4
2.3. Kesici Takım Aşınması ve Kesici Takım Ömrü.....	4
2.3.1. Kesici takımların aşınmasını etkileyen unsurlar .....	7
2.3.1.1. Mekanik yük unsurları .....	8
2.3.1.2. Isıl ( termal ) yük unsurları .....	8
2.3.1.3. Kimyasal yük unsurları.....	8
2.3.1.4. Aşındırıcı unsurlar.....	8
2.4 Enerji, Isı ve Sıcaklık. ....	8
2.4.1. Isı geçişi .....	9
2.4.2. İletim (kondüksiyon).....	10
2.4.3. Taşınım (konveksiyon).....	10
2.4.4. Işınım (radyasyon).....	11

2.4.5. Takımlarda ısı oluşumu.....	11
2.4.6. Takım sıcaklığının ölçülmesi.....	16
2.5 Isı Pompası. ....	21
2.5.1. Isı pompası çalışma prensibi.....	24
<b>BÖLÜM 3.</b>	
<b>MATERYALLER VE YÖNTEM .....</b>	<b>25</b>
3.1. Materyal .....	25
3.2. Yöntem .....	25
3.2.1. Kullanılan araç-gereçler .....	25
3.2.2. Kullanılan programlar .....	26
3.3. Analizler .....	27
3.3.1. Deney süreç şeması (detayları).....	27
3.3.2. Deney parametreleri .....	29
<b>BÖLÜM 4.</b>	
<b>ARAŞTIRMA VE BULGULAR .....</b>	<b>30</b>
4.1. Mevcut Durumun İncelenmesi .....	30
4.2. Önerilmiş İyileştirme Çalışması Sonucu .....	33
<b>BÖLÜM 5.</b>	
<b>TARTIŞMA VE SONUÇ .....</b>	<b>35</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>37</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>39</b>

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

CNC : Computer Numerical Control

COP : Coefficient Of Performance

EMK : Elektromotor Kuvveti

MSDS : Material Safety Data Sheet

Ra : Aritmetik Ortalama Pürüzlülük

TDK : Türk Dil Kurumu

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Kesici takımın serbest yüzeyindeki aşınma .....	7
Şekil 2.2. Kesme esnasında oluşan sıcaklıklar (Ceviz, 2015) .....	12
Şekil 2.3. Talaş kaldırma işleminde ısı oluşumu .....	13
Şekil 2.4. Kesme prosesinde ısı dağılımı .....	14
Şekil 2.5. Talaşlı imalatta kesme hızı ve ilerlemenin sıcaklıkla ilişkisi .....	15
Şekil 2.6. Talaş ve iş parçası arasındaki sıcaklık dağılımı .....	16
Şekil 2.7. Kesme hızı ve sıcaklık ilişkisi .....	16
Şekil 2.8. Kesici kenarın perdelenmesi .....	19
Şekil 2.9. Çevrim şeması .....	23
Şekil 3.1. Flir ThermoCam E45 termal kamera .....	25
Şekil 3.2. Isı pompası prensibi ile çalışan VimaxX R-30 soğutucu .....	26
Şekil 3.3. TaeguTec Ø20 parmak freze .....	26
Şekil 3.4. Talaş kaldırma işleminde oluşan sıcaklık için balık kılıçığı çalışması ..	27
Şekil 3.5. Deney düzeneği .....	28
Şekil 4.1. Tablo 1'de belirtilen parametreler doğrultusunda tezgâhın "Z" ekseninde zorlanması .....	30
Şekil 4.2. Bor yağı ve kuru işleme aşamasında takım aşınmasının makro incelenmesi .....	31
Şekil 4.3. Bor yağı ve kuru işleme aşamasında kesici takımların sıcaklık değerleri..	31
Şekil 4.4. Bor yağı ve kuru işlem ile işleme yapılmış olan iş parçalarının yüzey pürüzlülüklerinin incelenmesi .....	32
Şekil 4.5. Bor yağı ve kuru işlem ile işleme yapılmış takım ve iş parçalarının sıcaklıklarının incelenmesi .....	32
Şekil 4.6. Soğutma nozulu yardımı ile işleme düzeneği .....	33
Şekil 4.7. Şartlandırılmış hava kullanılarak işleme sonucu takım aşınmasının makro resmi (a), takım sıcaklığı (b), yüzey pürüzlülüğü (c) .....	33



## TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. Sıcaklık ölçüm metotları .....	17
Tablo 3.1. CNC Kesme Prosesi SIPOC Çalışması .....	27
Tablo 3.2. Deney işleme parametreleri .....	29
Tablo 3.3. Kesici takımın mekanik, fiziksel ve kimyasal özellikleri .....	29



# KESİCİ TAKIMLARIN ISI POMPASI TEKNİĞİ İLE SOĞUTULMASI

## ÖZET

Bu çalışmada hedeflenen, talaş kaldırma prosesinin verimliliği incelenerek, verimliliğin artırılmasıdır. Kapsam olarak, uygun görülen iş çeliği ile tek işleme prosesi sonucu meydana gelen ısının takım ve iş parçası üzerindeki etkilerini gözlemlemektir.

Araştırmanın çıkış noktası, kesici takımlardaki takım ömrü ve ısınan takımın soğutulması için kullanılan endüstriyel kesme sıvılarının iş sağlığı ve güvenliği risklerinin önüne geçilmesi gerektiği fikridir. Yani maliyet ve iş sağlığı açısından öncelik verilmiştir. Kalıpcılık sektöründe yaygın olarak kullanılan 2344 iş çeliğine Ø20 çapında 1600 Hv30 sertliğinde, 4 ağızlı parmak freze ile kesme işlemi yapılmıştır. Kesme işleminde meydana gelen ısının, soğutma şekline göre incelenip; iş parçasının yüzey kalitesi, kesici takım aşınma oranları, meydana gelen ısının kıyaslamaları yapılmıştır. Takımı zorlayabilecek parametreler seçilmiştir. Öncelikle herzmanki soğutma yöntemiyle iş parçası işlenmiş ve çıktılar incelenmiştir. Kullanılan bor yağının etkisini analiz edebilmek için aynı şartlarda iş parçası işleme yapılmıştır. Kesici takımın, ısıya maruz kalma süresi ile kullanılan soğutma yöntemi arasında büyük bir ilişki olduğu görülmüştür. Sürecin iyileştirilebilmesi için bor yağı yerine şartlandırılmış hava kullanımının etkili olacağı öngörülmüştür. Etkili bir ısı pompası düzeneği ile bor yağı kullanılarak işlemede elde edilen ısıya düşürülmesi hedeflendi. Üçüncü deney, aynı koşullar altında, ısı pompası prensibinde çalışan bir nozül yardımıyla gerçekleştirildi. Çıkan sonuçlar, bor yağı ile işlemede oluşan kesici takım aşınmasına ulaşamadı. İş parçasındaki yüzey kalitesi, kuru işlemeye göre alternatif işleme olabileceği ön görülmüştür.

Araştırmada elde edilen bulgulara göre; Kesme aşamasında oluşan ısı, kesici takımdaki aşınma oranına ve iş parçası kalitesine etkisinin olduğu sonucuna varılmıştır. Deneyler incelendiğinde şartlandırılmış hava ile işleme prosesi kayıpları kontrol altına alınabileceği, daha etkin sonuçların elde edilebileceği görüşünü ortaya çıkarmaktadır. Kuru işlemeye kesin olarak alternatif düşünülmesi gereken şartlandırılmış hava kullanılarak yapılan işleme, deney tasarımı yapılarak verimli sonuçlar elde edilebilir.

Anahtar kelimeler: Kesici takım, ısı pompası, hava, bor yağı, iş parçası, CNC, talaş, talaş kaldırma, takımların soğuması

# COOLING OF CUTTING TOOLS WITH HEAT PUMP TECHNIQUE

## SUMMARY

The target of this study is to increase productivity by examining the efficiency of the chip removal process. The scope of the study is to observe the effects of heat treatment as a result of a single machining process on the tool and workpiece.

The starting point of the study is the idea that the tool life in the cutting tools and the occupational health and safety risks of the industrial cutting fluids used for the cooling of the heated tool should be avoided. In other words, priority had given to cost and occupational health. The 2344 work steel, which is widely used in the mold industry, had machining with Ø20 diameter 1600 Hv30 hardness and 4-ring end milling. The heat occurring in the cutting process is examined according to the type of cooling; The surface quality of the workpiece, cutting tool wear rates and the heat generated are compared. The parameters that can force the cutting tool had been selected. First of all, with the usual cooling method workpiece has been processed and the outputs has been examined. In order to analyze the effect of the boron oil used, workpieces has been processed under the same conditions. It was observed that the cutting tool has a major degree of relationship the heat exposure time with the cooling method used. In order to improve the process, the use of conditioned air instead of boron oil is predicted to be effective. It was aimed to reduce the heat obtained in processing using boron oil with an effective heat pump assembly. The third experiment was carried out with the same conditions with the help of a nozzle working in the principle of heat pump. The results did not reach the cutting tool wear in processing with boron oil. The surface quality of the workpiece is predicted to be alternative to dry machining.

According to the findings of the research; Heat generated during the cutting phase, has been concluded that the wear rate in the cutting stage and the workpiece quality effect. When the experiments are examined, it is thought that losses in conditioned air treatment can be kept under control and it is thought that more effective results can be obtained. The processing by using conditioned air, which must be considered as an alternative to dry processing, It can be designed by experimental design and yielding efficient results.

Keywords: Cutting tool, Heat pump, Air, Boron oil, Workpiece, CNC, Sawdust, Chip removal, Cooling of tool

## **BÖLÜM 1. GİRİŞ**

Firmaların pazar payını arttırabilmesi ve mevcut müşterilerini kaybedememeleri için Arge çalışmalarında bulunması ve değişim süreçlerini takip etmesi gerekmektedir. Firma maliyetlerini azaltamayan ve kaynakların en etkili kullanamayan firmaların gelecek yüzyılda var olabilmesi öngörülmemektedir. Firmaların kanunlar çerçevesin de denetime tabi olduğu iş sağlığı ve güvenliği konularında, verimlilik dışında iş yapış şekilleri üzerine odaklanılması gereken konular haline gelmiştir. Bu bağlamda ürün proseslerinde talaşlı imalatın bulunduğu firmalar için en büyük maliyet kalemlerinden biri kesici takım ve cevrim maliyetleridir. Ayrı bir uzmanlık alanı isteyen kesici takımlar üzerine uluslararası firmalar ve yerli firmalar, pazar payını kaybetmemek ve yeni alanlarda var olduğunu gösterebilmek için Ar-Ge faaliyetleri ile takımın ömrünü arttırmak için çalışmaktadır.

Kesici takımları kullanan firmalar veya kesici takım üretici firmalar bu rekabetin içinde kendilerine yer buldukları alanlara da takım kullanım şekli, takım malzemesi, kaplaması ve formu üzerine birçok çeşitlilik sunarak çözüm yöntemleri aramaktadır. Talaş kaldırma işleminde önemli bir rol oynayan kesme hızı, kesme zamanı ve dolayısıyla işlemin maliyetini belirler. Bununla beraber akma hızı, takım ve talaş arasında sürtünmeyi meydana getirerek enerji kaybına, sıcaklığın artmasına ve takım aşınmasına neden olur (Akkurt, 2010, s. 33).

Bu çalışma, problem çözme teknikleri ile kesme prosesinde oluşan ısı artışı problemi için potansiyel kök nedenler tespit edilmiştir. Deneysel çalışmalarda iş parçası, kesici takım ve kesme prosesini sabit tutarak, kesici takımının soğutulabilme performansı üzerinde çalışma yapılmıştır. Mevcut soğutma metotları kıyaslanıp, ön görülen iyileştirme soğutma faaliyeti üzerine çalışma yapılmıştır. Kıyaslama parametreleri olarak işleme sonu takım sıcaklığı, takım aşınmasının makro incelenmesi, iş parçası yüzey kalitesi değişkenleri kendi içlerinde test edilmiştir.

## **BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI**

### **2.1. Talaşlı İmalat**

İmalat işlemleri; Bütünsel açıdan talaşlı ve talaşsız üretim olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Her iki üretim tekniğinin de ürün imalatında önemli yerleri bulunmaktadır. Talaşlı üretim, yaygın olarak yıllarca her alanda kullanılmış ve günümüzde de etkisi artarak devam etmektedir. Talaş işlemlerde kesici takım ile iş parçasının devamlı birbirleriyle temasta olarak, takım aşınmaya maruz kalmaktadır. Buna ek takımın aşınması iş parçasının boyutsal toleranslarında sürekli değişmesine yol açmaktadır. Takımdaki aşınma miktarının boyutu düşük bir oran olarak görülmesine rağmen endüstride hassas talaş kaldırma işlemlerine talebin artması sonucunda hurda atık parça sayının da artışa nede olmaktadır (Salimiasl, 2017).

Talaş, Türk Dil Kurumu sitesinde de belirtildiği üzere testere yardımı ile kesilen ya da matkap, rende vb. araçlar yardımı ile işlenen bir parçadan dökülen kırıntılar şeklinde nitelendirilmektedir (TDK, 2006). Talaşlı imalat ise bu terimin imalat alanında karşılığıdır yani eğer bir ürünü üzerinden döküntü kaldırarak işliyor ve istediğimiz forma getiriyorsak bunu talaşlı imalat olarak nitelendirmek pek mümkündür.

Talaşlı işleme parçadan istenmeyen metali talaş halinde kaldırarak istenilen şekli ve ölçüde ürün elde etme işlemlerinden biridir. Planyalama, vargelleme, frezeleme, testere ile kesme, taşlama, broşlama, tornalama, delme, delik işleme ve raybalama gibi işlemlerdir talaşlı işlemler (Kınıkoğlu, 2013).

Bilimsel bir şekilde aktarmak gerekirse; Talaşlı imalat, daha önceden tasarladığımız makina parçalarının bir araya getirilmek üzere üretildiği aşamada devreye giren ve kütük,

plaka şeklinde ve başka şekillerde bulunan metal parçaların, üzerlerinden talaş kaldırarak yani kesici bir takım ile yüzeyleri işlenerek yapılan bir operasyondur.

Kesme sıvısı metal kesmede bitimi iyileştirmek, takım ömrünü ya da boyut hassasiyetini arttırmak için kullanılan akışkandır. İş parçası ve takım üzerine akan sıvı, sürtünmeyi, ısıyı, takım aşınmasını azaltır, kaynamayı önler, ısıyı ve talaşı uzağa atar.

Talaş kaldırma olayını teorik açıdan ilk olarak ele alan ve aynı zamanda plastisite teorisinin kurucu Treasca değinmiştir. Treasca, talaş kaldırmayı etkileyen iki önemli olayı açığa çıkarmıştır. Bunlardan birisi plastik şekil değiştirme ve diğeri talaş ile takım arasındaki sürtünmedir. Üçüncü bir olay olan ısıyı sezmiş, ancak bu hususta incelemelerini dövme alanında yoğunlaştırmıştır (C.Shaw, 2018).

Chao ve Trigger iki boyutlu modelleyebildiği ve oluşturulmuş kararlı bir hal geliştirerek kesme esnasında ortalama sıcaklıkları hesaplayabilmişlerdir (Trigger, 1950). Yapmış oldukları hesaplar da araştırmacılar talaş yüzeyi ve kayma düzlemi olmak üzere iki ısı kaynağının olabildiğini ileri sürmüşlerdir. Bir başka önemli konu ise ısı paylaşımıdır, kesme aşamasında üretilen ısının % 90'nının talaşa aktarıldığı % 10 nun ise iş parçasına geçtiği gözlemlenmiştir. Shaw ve Loewen benzer bir bakış açısı getirerek talaş-takım ara yüzeyindeki sıcaklıkları benzer varsayımlar yaparak bulmuşlardır. Araştırmacılar iş parçası ve talaşın kayma düzleminde birbirine göre hareket eden iki bağımsız unsur bazında düşünmüşlerdir (Loewen, 1954). Modelde talaş kayma düzleminde sabit olarak düşünülmüştür, parça kayma hızı gibi hareket edebilen bir unsur olarak hesaba katılmıştır. Böylelikle talaş ve parça için ayrı ayrı sıcaklık çözüm yöntemi de elde edilmiştir. Weiner başka bir analitik model geliştirmeyi denemiş olup takım-talaş ara yüzeyindeki yaklaşık sıcaklıkları hesaplanmıştır (Weiner, 1955). Bu modelde problem basitleştirilmeye çalışılmış olup kayma düzlemi kesme hızında hareket eden eğik bir düzlem olarak kabul edilmiştir. Weiner başka bir bakış açısı ile talaşın akış yönünü kayma düzlemi dik olarak kabulünü düşünmüş ve takımın hareket yönünde oluşan ısı iletimini yok saymıştır.

## 2.2. Kesici Takım

Kesici takımlar, kullanılmak istenen bir takım tezgâhına bağlanarak endüstriyel bir ürüne şekil veren ekipmanlardır. Buradaki şekil verme adımında genellikle malzemeden talaş kaldırılarak gerçekleşmektedir. Kesici takımlar makine ve makine parçalarının imalatını sağlamak için kullanılabilir. Proses sonucunda talaş kaldırmada meydana gelen yüksek zorlamaları karşılaması gerekmektedir. En ideal kesici Takım malzemesi (kalite) ve kesici takım geometrisi ile işlenecek iş parçası malzemesini seçebilmek, sorunsuz ve verimli bir talaş kaldırma işlemi demektir. Kesme değerleri, takım yolu vb. gibi diğer değişkenler de iyi kesme yapabilmek bir sonuç için çok önemlidir.

Endüstride ticari açıdan bugün mevcut takım malzemelerinin farklı uygulamalarındaki performansları; takım ömrü, talaş kaldırma oranı, yüzey hassasiyetlerine ve takım maliyetine bağlı olarak değişebilmektedir.

Kesici takımda kalite ve malzeme seçimi, başarılı bir talaşlı imalat işlemi için detaylı hesaplanarak dikkate alınması gereken önemli bir faktördür. Tüm kesici takımla işleme parametreleri, talaşlı imalat tecrübesi, malzeme kalitesi ve performansı hakkında temel bir bilgi birikimi dolayısıyla belirtilen her adımın doğru seçiminin yapılabilmesi açısından dikkatle hesaplanması gerekir. Dikkate alınacak bu alanlar, her operasyon için gereken işlenecek iş parçası kalitesini, parça şeklini ve tipini, işleme koşullarını ve yüzey kalitesinin seviyesini belirlerler. Kesme işleminde mekanik darbelere dayanmak için yüksek derecede tokluk özelliğine sahip olmalıdır. Kesme proseslerinde hızlı ısınma ve soğumalar olduğu için yüksek termal şok direncine dayanıklı olmalıdır. Kesme işleminde kaldırılan talaşla kesici uç arasında reaksiyonlar yani tepkimeler oluşmamalıdır (F.Üniversitesi, 2012).

## 2.3. Kesici Takım Aşınması ve Kesici Takım Ömrü

Talaşlı imalatta işlenecek malzeme-kesici takım ve kesici takım-oluşan talaş arasındaki yüzeylerde sürtünmeden kaynaklanan sıcaklık kesici ucun kısa sürede aşınmasına ve plastik deformasyonuna neden olur. Kalıcı şekil değiştirme işlemi ve sürtünme

neticesinde ortaya çıkan enerjinin büyük bir kısmı ısıya dönüşür. Meydana gelen ısının neredeyse tamamı malzeme yüzeyinden kaldırılan talaşla taşınsa da kesici takım yüzeyinde kalan kısmı kesme koşullarına, işlenecek numune veya takıma bağlı olarak aşırı sıcaklık meydana getirir. Takım uç geometrisinde oluşan bu aşırı sıcaklık ve gerilmeler nedeniyle kesici uç zamanla ve aniden malzeme kaybına uğrar. Kesici uç malzemesinin işlenecek malzemesiyle temas ettiği yüzeylerde zamanla kaybolması takım aşınması olarak tanımlanır.

İş parçasının işlenmesi esnasında meydana gelen sürtünme ve ısı aşınmalara sebep olur. Bu durumun ana nedeni sürtünmedir. Isı malzemenin aşınma direncini kırması nedeniyle aşınma olayını hızlandırır. Genel olarak aşınma kesici takım ucunu malzeme kaybetmesiyle meydana gelen şekil kesme işleminden önceki haline göre oluşan farktır. Kesici takım yüzeyine veya kenarına etki eden kuvvet bileşiminin etkisi de takım aşınmasını açıklar. Kesici ucun ömrü, takım kenar şeklini değiştirmeye zorlayan bu unsurlar neticesinde belirlenir.

Kesici takımların işlevini etkileyen önemli üç önemli malzeme özelliği; kırılma direnci, kalıcı şekil değiştirme direnci ve aşınma direncidir. Kesici takımların kaplanmasında kullanılan esas malzemenin kompozisyonu ve mekanik özellikleri üretilen kesici takım malzemesine kırılma ve deformasyon direncini tayin eder. Kaplama malzemelerinin özelliklerine bağlı olarak kaplamalar, takım aşınma direncini yükseltirler ve kesici uç kenarındaki ısı artışını azaltmakla birlikte tesir eden kesme kuvvetlerini de düşürebilirler. Bu şekilde en direkt biçimde kesici takımın deformasyona uğramasına ve kırılma özelliklerine etkide bulunurlar. Bununla birlikte iş parçasının işlenmesi esnasında yani parça üzerinden talaş kaldırılma sırasında sert kaplama malzemesi gitgide zayıflar ve işlevini kaybeder (J.T.Black, 1997).

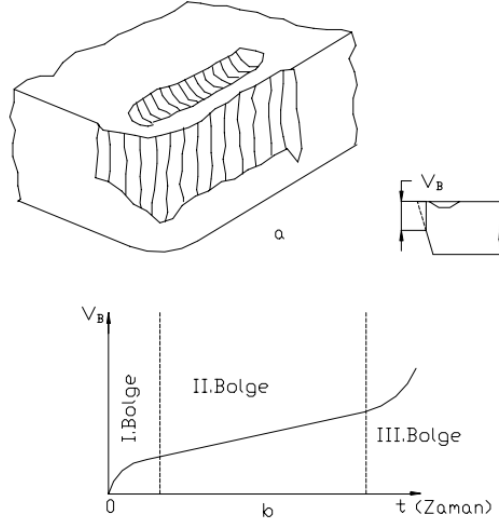
Kaplama malzemesinin takım yüzeyinden aşınmasıyla birlikte kesici uç ana malzemesi gitgide ortaya çıkar ve bu durum takım ucundaki ısının ve kesme kuvvetlerinin hızlı bir şekilde artışına neden olur. Malzeme üzerinden kesme işlemi 16 başladığı durumdan itibaren kesme hızının en yüksek olduğu konumda kaplama malzemesinde aşınma oluşmaktadır. Bugüne kadar yapılan deneylerde bütün takımlarda aşınma mekanizması



serbest yüzeyde ortaya çıkmıştır. Aşınmalarda ilk esnada meydana gelen hızlı artıştan sonra aşınma hızı düşmekte ve doğru orantılı olarak artışını sürdürmektedir. Kesici takım ucunun ömrü bitmesine yakın aşınma mekanizması tekrar hızlanmakta ve kesme işleminin sürmesi durumunda kesici takım ömrünü tamamlamaktadır. Takım ömrünün fazla olması için aşınma doğrusal eğimi olabildiğince az olmalıdır. Bu sebeptendir ki kesici takım malzemesinin sertliğinin artışı aşınma doğrusunun eğimini azaltmaktadır. Kesici takım ömrü, istenilen boyutta ve yüzey hassasiyetinde iş parçası elde etme işlemi sırasında kesici ucun kesme kabiliyetini yitirmesidir. Diğer bir deyişle kesici takımın kesmeye ilk hazırlanışı ile tekrar bilenmesi arasındaki süre takım ömrü olarak isimlendirilir. Bununla birlikte her bir kesici takımın ömrü kesme koşullarına bağlı olarak farklılık gösterir.

Kesici takım performansında önemli rollerden biride talaş kaldırma işleminde kesici takımda meydana gelen ısıdır. Takımın ömrü aşınmadan dolayı kesme alanındaki ısı ile doğrudan etkilenmektedir. Bir kesme işleminde takımın kullanılmayacak duruma gelmesinde kesme işleminde artan sıcaklığın etkisi oldukça büyüktür (Kıyak, Tornalamada Kesici Takım Aşınmasını İşlem Esnasında Sıcaklık ölçümü İle Saptama, 1999).

Talaşlı imalatta oluşan sıcaklık, talaş kaldırma şartları ile ilişkisidir. Sıcaklığı, kesme hızı en fazla etkileyen değişkenlerdendir. Takımın serbest yüzeyinde meydana gelen aşınma zamanlar artar (Şekil 1). Bu işlemler; artan sürtünme, meydana gelen sıcaklık etkisi ile doğrudan değişen ısı iletim katsayıları ve kesme temas boyundaki değişimi ile kesme sıcaklığının değişmesine neden olacaktır. Zamana göre takımın yüzeyindeki aşınma çizildiği zaman karakteristik eğrişi, özellikle sünek olan malzemelerin işlenmesinde, üç bölge göstermektedir.



Şekil 2.1. Kesici takımın serbest yüzeyindeki aşınma

- a. Kesici takımda meydana gelen aşınma
- b. Yüzey aşınmasının karakteristiği ve bölgeleri
  1. Bölge Kesme işlemindeki, talaş kaldırma operasyonunun ilk başlangıcında ani bir aşınmanın olduğu bölgedir
  2. Bölge aşınmanın olduğu lineer bir yapı sergilediği yani yavaş bir aşınmanın olduğu bölgedir.
  3. Bölge ise devam eden kesme işleminde takım aşınmasının yeniden artış sergilediği, büyük bir oranda takımın ömrünün bittiği kabul gören bölgedir.

### 2.3.1. Kesici takımların aşınmasını etkileyen unsurlar

Aşınmaya neden olan ana yük unsurları:

1. Mekanik unsurlar,
2. Isıl unsurlar,
3. Kimyasal unsurlar,
4. Aşındırıcı unsurlar.

### **2.3.1.1. Mekanik yük unsurları**

Kesme yükleri, dinamik titreşimler ve buna benzer mekanik unsurlar talaşın meydana gelmesi esnasında oluşan kuvvetlerin etkisinde ortaya çıkan aşınmalar olarak tanımlanır. Bu unsurların başta gelenleri sabit olmayan talaş derinliğinden, süreksiz işlemeden ileri gelenler ve frezeleme işlemi sırasında ortaya çıkanlardır.

### **2.3.1.2. Isıl ( termal ) yük unsurları**

Talaşlı imalat işlemi kesici yan yüzeyi ve talaş yüzeyinde aşırı ısınmalara neden olur. Isıl kuvvetin önemli bir bölümü kesici takım ucun yüzeyindedir. Ve frezelemedekine benzer bir şekilde kesici takım kenarları iş parçası yüzeyinden uzaklaşırken ve tekrar iş parçası yüzeyine teması esnasında dinamik etkenler sebebiyle ısı açığa çıkmaktadır.

### **2.3.1.3. Kimyasal yük unsurları**

Her bir talaş kaldırma işlemi devamlı bir şekilde işlenen malzeme üzerinde ara yüzeyler oluşması demektir. Talaşın meydana gelmesi esnasında kesici uç ve işlenen malzeme arasındaki yüzey boyunca aşırı derecede fazla sıcaklık ve basınçta yük oluşmaktadır. Ortaya çıkan kesici uç – kopartılan talaş arasındaki yüzeyler metallerin birbirleriyle kimyasal reaksiyonu ve difüzyonun oluşumu için oldukça elverişli bir ortam oluşturur. Bunun yanı sıra kesici ucun malzemesi ile işlenecek parça malzemesinin birbiriyle kimyasal etkileşimi de aşınmaya etki edebilir. Örnek verecek olursak talaş kaldırma sırasında farklı malzemelerin birbirleriyle hızlı bir şekilde ya da güç bir şekilde kaynak olma kabiliyetleri diyebiliriz.

### **2.3.1.4. Aşındırıcı unsurlar**

Karşılaşılan en yaygın aşınma tipidir. Çoğunlukla işlenecek parça malzemesinde bulunan sert parçacıklar sebebiyle meydana gelir. Taşlama işleminde işlenen parça yüzeyi ile taş arasına giren parçacıkların sebep olduğu durum buna örnek olarak gösterilebilir. Birçok iş parçası malzemesinin işlenmesi esnasında rijitlikleri kesici uç malzemesiyle kıyaslanabilecek kadar sert parçacıklara rastlanmaktadır. Bu parçacıklar iş parçasının

büyük bir kısmını meydana getirmeseler de talaş kaldırma esnasında bütün işlem görecektir parçanın kesici yüzeylerinden geçmesiyle farklılaşan aşındırıcı etki oluşturmaktadırlar. Bu aşınma şekli takımın serbest yüzeyinin aşınmasına imkân sağlar. Kesici uç kenarlarının abrazif aşınmaya direnme yeteneği büyük ölçüde ucun sertliğine bağlıdır (Habalı, 2016).

Bu unsurlardan ötürü kesme işlemi esnasında meydana gelen ana aşınma mekanizmaları aşağıda verilmiştir.

1. Yapışma aşınması.
2. Yorulma aşınması.
3. Difüzyon aşınması.
4. Sürtünme aşınması.

## **2.4. Enerji, Isı ve Sıcaklık**

Bir sistemin ya da maddenin iş yapabilme yeteneğinin göstergesi enerjisidir. Bir sistemden alındığı zaman ya da eklendiğinde enerji sistemin özelliklerinde bir değişiklik meydana getirir. Enerji madde üzerinde ya da sistemde çeşitli şekillerde bulunabilir; Potansiyel enerji, mekanik enerji, kimyasal enerji, termal enerji vs. Bu enerji şekillerinden birinin kullanılması onun yok edileceği anlamına gelmemektedir. Enerjinin korunumu kanununa göre, enerjiyi yoktan var edemeyiz ve var olan enerjide yok edilemez. Bu enerji bir başka tür enerjiye dönüşebilir. Isı, bir sistem çevresinde yalnızca sıcaklık farkı olduğu zaman akan bir enerji türüdür. Maddenin ısı durumunu sıcaklık ile ifade edebiliriz. Sıcaklık , “ ısı geçişine neden olan bir etken “ olarak tanımlanabilir (P.Incropera, 2001).

### **2.4.1. Isı geçişi**

Isı geçişi; sistemin bulunduğu çevresi ile ya da maddeler arasında oluşacak sıcaklık farklarından dolayı meydana gelecek enerji akışını tanımlar. Herhangi bir ortam içinde ya da ortamların kendileri ile arasında, sıcaklık farkı oluşacak her durumda ısı geçişi olması beklenir. Ortamlar arasında madde alış veriş olmaksızın yalnızca sıcaklığın farklı

olmasından dolayı meydana gelebilecek bu enerji geçişine ısı geçişi denir. Termodinamiğin 2. Kanununa göre; ısı sıcak bir sistemden kendisinden daha soğuk olan bir sisteme doğru akması üzerinedir. Termodinamik, bu ısı geçişinin detaylarını açıklamaz. Isı geçişi doğrudan gözlemleneme ve ölçülemez, fakat bu geçiş sırasında oluşturduğu tesirler gözlemlenebilir ve ölçümleri sağlanabilir. Isı geçişinin türleri olarak ısı geçişinin meydana gelmesine yol açan farklı mekanizmalar vardır. Durgun ortamdaki akışkan veya katı, sıcaklık farkı olması durumunda, gerçekleşen ısı geçişine ısı transferinde iletim (kondüksiyon) terimi ile adlandırılır. Bir yüzey ve durgun olmayan akışkanın farklı sıcaklıkları var ise, aralarında gerçekleşecek ısı geçişine taşınım (konveksiyon) denir. Bunlara ilave olarak üçüncü tür olarak cismin yapısı ile ilişkisi olmadan, malzemeyi oluşturan atomlar ve moleküllerin elektron düzeyinde yapmış olduğu ısı geçişine ısı ışınım (Radyasyon) denir (P.Incropera, 2001).

#### **2.4.2. İletim (kondüksiyon)**

Atomik ve moleküler düzeyde gerçekleşen ısı geçişinin bir türüdür. İletim, bir cismin daha yüksek enerji bulunduran parçacıklarından daha düşük enerjili parçalarına aralarındaki etkileşimi sonucunda enerjinin geçişi olarak tanımlanabilir. Daha yüksek enerjiye sahip moleküller, maddeler daha yüksek sıcaklık barındırırlar. Komşu moleküller sürekli çarpışırken yüksek enerjili moleküllerden az enerjili moleküllere enerji akışının gerçekleştiğine rastlarız. Böyle bir durumda, bir sıcaklık farkında, sıcaklığın azaldığı yöne doğru iletim yöntemi ile enerji akımı gerçekleşir. Bilim enerji aktarım olayını atomik düzeyde hareketlerin tahmin ettiği kafes dalgaları ile açıklamaktadır. Herhangi bir iletkende ise, serbest elektronların öteleme hareketi ile ilişkilendirir.

#### **2.4.3. Taşınım (konveksiyon)**

Rastgele moleküler yayılım ardında enerji aktarımı buna ek akışkanın kitle veya makroskobik hareketli ile de enerji aktarımı yaparak taşınım ısı geçişi iki mekanizmada açıklanmaktadır. Herhangi bir akışkanın bir anda, ya da çok sayıda topluca hareket etmesi ile ilgilidir. Böylesine bir hareket sıcaklık gradyanı ile karşılaşılması durumunda ısı geçişine yardım eder. Kümelenmiş moleküllerin rastgele hareketleri toplam ısı geçişi ve

akışkanın kitle hareketi ile oluşan enerji aktarımlarının toplamıdır. Toplam aktarım yaşandığı zaman taşınım (konveksiyon) terimi; akışkan kitle hareketi ile oluşan var ise adveksiyon olarak açıklanır.

#### **2.4.4. Işınım (radyasyon)**

Isıl ışınım, kısaca sonlu bir sıcaklığı barındıran bir cismin etrafına yaydığı enerji olarak tanımlanabilir. Katı, sıvı ve gazlar ışınım vasıtası ile ısıyayabilirler. Işınım yayma işlemi cisimden bağımsız olarak, cismi, maddeyi meydana getiren atomlar veya moleküllerin elektron düzeylerinde meydana gelen değişimlerdir. Taşınım ya da iletim yardımı ile enerji aktarımı, bir ortamın varlığını zorunlu kılarken, ışınım için bu gerekli değildir. Hatta boşlukta ışınım yardımı ile aktarım daha etkilidir.

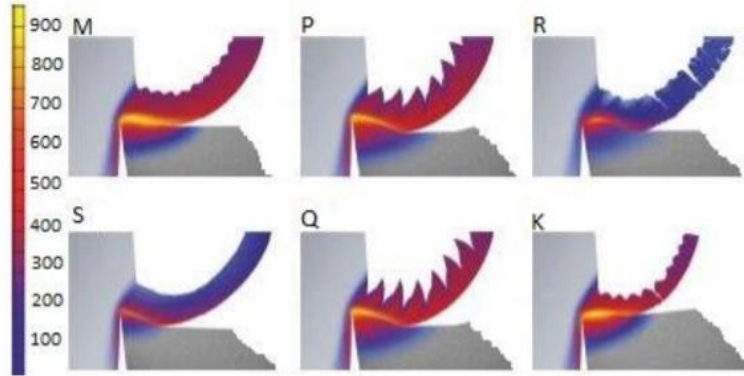
#### **2.4.5. Takımlarda ısı oluşumu**

Aşağıda belirtilecek konular talaş oluşumunu etkileyen fiziksel olayları yani plastik şekil değiştirme, sürtünme dışında ısı alanına odaklanılmış detaylardır. Tam gerçekçi bir çözüm için bu olayların hepsi birlikte alınmalıdır. Ancak şimdiye kadar teorik açıdan ulaşılan çözümlerde, yalnızca plastik şekil değiştirme ve sürtünme olayı dikkate alınabilmektedir. Bir malzemede plastik olarak deformasyon meydana geldiği zaman, uygulanmış kuvvetlerden olan mekanik enerjinin hemen hepsi ısıya dönüşür.

Kesme işleminde malzeme, yüklenilmiş gerilme altında olur. Gerinim için harcanan enerji bir başka elastik gerinim için harcanacak enerjiden oldukça fazla olacaktır. Bu yüzden kesme işleminde dikkate alınması gereken en önemli faktörlerden ısı oluşumu ve kesme bölgesindeki sıcaklıktır. Bu nedenle kesme alanındaki ısı, takımın performansı ve malzeme kalitesi büyük ölçüde etkilemektedir. Ekonomik açıdan en az hurda, minimum aşınmış takım ve düşük güç sarfiyatları kullanılması hedeflenmelidir. Kesme işleminde çevrim süresini azaltmak iyi kesme parametreleri ile elde edilebilir. Bu parametrelerin istenilen seviyelerde olması yüksek sıcaklık oluşumuna neden olabilmektedir. Kesme işleminde en önemli etken kesme hızı ve paso derinlikleridir. Kesme hızının sınırlandırılmasında en önemli neden yüksek sıcaklığın çıkabileceğini düşünerek parametrelerin sınırlandırılmasıdır. Kesme aşamasında en önemli kuvvetlerden teğet

kesme kuvveti talaş oluşturmak için deformasyon ve kesme işinde harcanır. Bir başka deyişle kullanılan enerji miktarı talaş yüzeyinde ve talaş kırıcı karşısında talaşın biçimlendirilmesi içinde kullanılır (Kıyak, Tornalamada Kesici Takım Aşınmasını İşlem Esnasında Sıcaklık Ölçümü İle Saptama, 1999).

Talaş kaldırma teorisinin esası talaşın meydana gelmesidir. Talaş, iş numunesinden plastik şekil değiştirmenin neticesinde ortaya çıkmaktadır. Keskin ve 5 sivri uç malzemeye temas ederek ilerlediğinde, malzeme ile değme noktasında malzemenin plastik şekil değiştirmesine sebep olan büyük gerilmeler ve yüksek ısılar ortaya çıkmaktadır. Gerilmeler işlenecek numunenin akma sınırını geçtiğinde talaş olarak isimlendirilen belirli yüzey tabakası, numune boyunca kesici ucun kesme kenarından kayarak numuneden uzaklaşır. Oluşan talaşın kesici uç kesme kenarından uzaklaşması aşırı basınçlar etkisinde ortaya çıkar ve meydana gelen sürtünmeden dolayı kesici takım kesme kenarında yüksek sıcaklıklar meydana gelir.

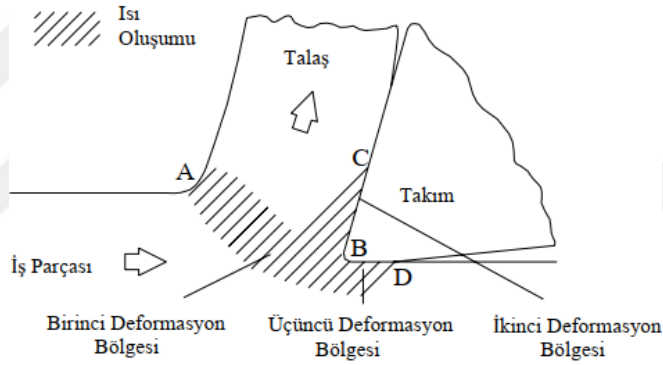


Şekil 2.2.Kesme esnasında oluşan sıcaklıklar (Ceviz, 2015).

Talaş kaldırma daha önceden hazırlanan belirlenmiş ölçü, biçim ve yüzey hassasiyetine sahip bir ürün ortaya çıkarmak için ucu keskin kesici takım ile ve belirli güç uygulayarak, işlenecek numune, ham madde, yarı mamul üzerinden tabakalar halinde malzeme kopartma işlemidir. Parçadan uzaklaştırılan malzeme tabakasına talaş adı verilir. Fiziksel olarak talaş kaldırma durumu, elastik şekil değiştirme ve plastik şekil değiştirme işlemine dayanan, iş numunesi ve takım yüzeyinde sürtünme, ısı artışı, talaşın büzülerek kırılması, işlenen numunenin yüzeyinde oluşan sertleşme, kesici ucun aşınması v.b olayların ortaya çıktığı çok yönlü fiziksel bir durumdur. Hazırlanan bir iş parçası yüzeyinden belirli bir

miktar malzeme katmanının kaldırılması için, kesici ucun işlenecek olan malzemeye değerek nüfuz etmesi gerekir. Bu durum, sadece kesici takıma verilen kuvvetlerin yeterli ve kesici uç malzemesinin işlenecek parça malzemesinden daha rijit olması durumunda oluşur. Böyle bir işlemde kolaylık açısından kesici takım ucunun kama biçiminde olması önemli bir etkidir (Ceviz, 2015).

Kesme aşamasında meydana gelen ısı oluşumu, Şekil 2.3'de belirtildiği gibi üç bölgede oluşmaktadır. 1.Deformasyon bölgesinde iş parçası aşını derecede gerinmeye tabi olur. Gerinim için harcanan enerji, kesmedeki elastik gerinim için harcanması gereken enerjiden bir hayli yüksektir. Bu yüzden, mekanik enerjinin tamamına yakını ısıya dönüştüğü varsayımı yapılır. Bu sebeple kesme alanında oluşan ısı, takım performansı ve iş parçası kalitesini doğrudan etkilediği için en önemli faktör olarak kabul görülür (Boothroyd, 1981).



Şekil 2.3. Talaş kaldırma işleminde ısı oluşumu

Talaş kaldırma işleminde meydana gelen ısı bölgeleri aşağıdaki gibi sıralanabilir;

1. Birinci deformasyon (AB) bölgesi, plastik deformasyon sonucunda meydana gelen asıl ısı kaynağı. Bu kesme alanında ısının büyük bir kısmı talaş içinde kacaktır. Kesme işlemi süresince kesme bölgesinden uzaklaştırılacaktır.
2. İkinci deformasyon (takım-talaş ara yüzeyi (BC)) bölgesi, Talaşta ilave plastik deformasyonların olduğu ve sürekli akış halinde olan yeni talaş malzemesinden



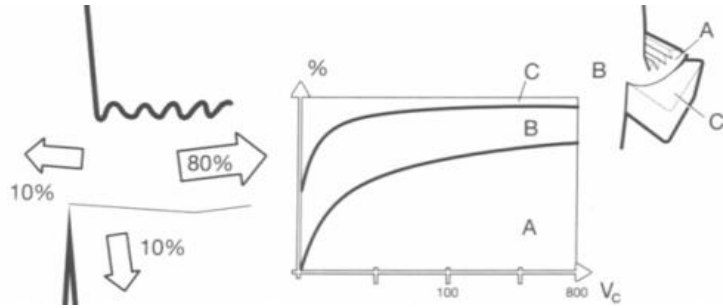
dolayı sürtünme oluşarak meydana gelen ısının, bir kısmı talaşla atılırken bir kısmı ise takıma geçerek kesme bölgesinden uzaklaşmaktadır.

3. Üçüncü ısı kaynağı, iş parçasının işlenmiş yüzeyi ve takım arasında (BD'de) oluşur. Meydana gelen ısının bir kısmı talaş, bir kısımda iş parçasına geçer. Burada oluşan ısının oluşmaması istenildiği zaman kesici takım olarak ön boşluk acılı takım kullanılması yeterli olacaktır. Talaş kaldırma prosesinin kayma bölgesinde (birinci deformasyon bölgesinde) en büyük ısı oluşur.

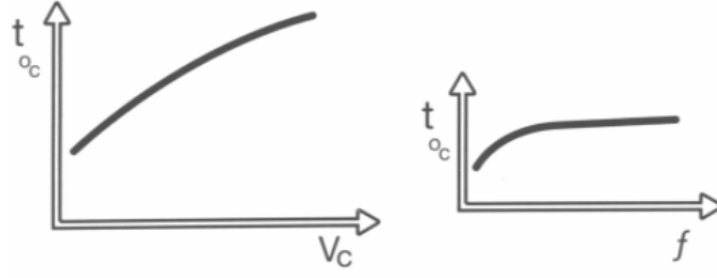
Bu nedenden dolayı, talaş ve takım arasındaki temas miktarı performansı etkilemektedir (Şahin, 2000).

Talaş kaldırma aşamasında oluşan talaştaki ısı, kesici takım ile talaşın temasta olduğu yüzey boyunca takımı da etkileyecektir. Şekil 2'de grafik olarak takım, talaş ve iş parçası üzerinde oluşan ısının dağılımı verilmiştir. A talaştaki, B işlenen iş parçasındaki ve C kesici takımda meydana gelen sıcaklık dağılımını gösterilmiştir (C.Shaw, 2018).

Kesme kuvvetleri ve iş parçası malzemesine göre talaş kaldırmada meydana gelen ısı farklılık gösterecektir. Kesme işleminde seçilmiş parametreler ilerleme ve kesme hızı ısının oluşumunda önemli bir etkidir. Kesme hızı ilerlemeye göre daha etkili olduğu belirlidir. Kesme hızı ile ilerleme arasındaki ilişki Şekil 3'de gösterilmiştir (C.Shaw, 2018).



Şekil 2.4. Kesme prosesinde ısı dağılımı



Şekil 2.5. Talaşlı imalatta kesme hızı ve ilerlemenin sıcaklıkla ilişkisi

Talaş kaldırma esnasında meydana gelen ısının büyük bir kısmı talaşla uzaklaştırılacağından bahsedilmiştir. Kesme aşamasında talaş ve iş parçasında oluşan sonuçlar deneysel olarak incelenmiş dağılım Şekil 2.6'da belirtilmiştir. Malzemedeki X noktası kesici takıma doğru hareket eder ve 1. Deformasyon bölgesinden geçer. X noktası bu noktadan ayrılana kadar ısıtılır ve talaş içine doğru iletilir. Y noktasında ise he iki deformasyon olmuş bölgeden geçer ve 2. Deformasyon bölgesinden uzaklaşana kadar ısıtılır. Talaş gövdesi ısı iletimi yardımı ile soğur ve talaşta homojen olmuş bir sıcaklık dağılımı meydana gelir. Yani, kesici kenardan belirli mesafe de maksimum sıcaklığa rastlanır. Z noktası iş parçası içinde kalır 1. Deformasyon bölgesinden ısı iletimi yardımı ile ısıtılır.

Sıcaklık dağılımı Şekil 4'te aşağıda belirtilmiştir;

$$\theta_{\text{maksimum}} = Q_c + Q_w + Q_t \quad (2.1)$$

$Q_{\text{maksimum}}$ : Toplam oluşan ısı (W)

$Q_c$ : Talaşla atılan ısı (W)

$Q_w$ : Takıma geçen ısı (W)

$Q_t$ : İş parçasına geçen ısı (W)

Kesme işleminde hedeflediğimiz hız, talaş kaldırma işlemini doğrudan etkilemektedir.

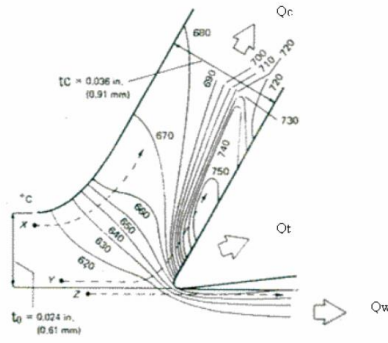
Kesme hızının ısı üzerindeki etkisi, Şekil 5'de verilmiştir. Talaş içine aktarılan maksimum sıcaklık, 2. Deformasyon bölgesinde meydana gelir, aşağıda ifade edilmiştir:

$$Q_{\text{maksimum}} = Q_m + Q_s + Q_o \quad (2.2)$$

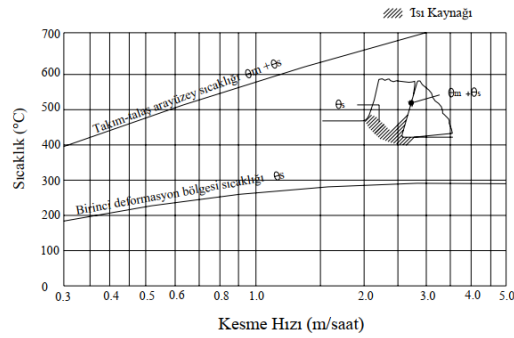
$Q_{\text{maksimum}}$ : 2. deformasyon alanı boyunca sürtünmeyle oluşan sıcaklık (°C)

$Q_s$ : 1. deformasyon alanı boyunca geçen malzemedeki sıcaklık artışı (°C)

$Q_o$ : İş parçasındaki başlangıçtaki sıcaklığı (°C)



Şekil 2.6. Talaş ve iş parçası arasındaki sıcaklık dağılımı



Şekil 2.7. Kesme hızı ve sıcaklık ilişkisi

Birinci kesme bölgesinde kesme hızı ile sıcaklıkta hafif bir artışı oluşmakta ve sonra sabit kalmaktadır.

Kesme aşamasında talaşın kaldırılması için kullanılmış mekanik enerjinin neredeyse tamamı ısı enerjisine dönüşmektedir. Oluşan ısı üç yol yardımı ile kesme bölgesinden atılmaktadır (iş parçası, takım, talaş). İş parçasının fazla ısı alması, malzemedeki çarpımlar ve tolerans dışı üretime neden olur. Kesici takım fazla ısınması durumunda kesici takım aniden deformasyona uğrayabilir, takım ömrü ve yine hurda ürünler oluşturabilir (Tosun, 2010).

#### 2.4.6. Takım sıcaklığının ölçülmesi

Akademisyenler ve konu üzerinde detaylı çalışan araştırmacılar kayma bölgesinde meydana gelen ısıyı ölçmek yerine sıcaklığı ölçecek yöntemler geliştirmişlerdir. Kesme

bölgesin meydana gelen sıcaklığı ölçmek için aşağıda Tablo.1’de ki tabloda yer alan yöntemler kullanılmaktadır (Gökkaya, 2004).

Tablo 2.1. Sıcaklık ölçüm metotları

İletim Teknikleri		Işınım	
Termoelektrik Etkisi	Bileşim Etkisiyle	Noktasal Ölçüm	Alan Ölçümü
1.Doğrudan; a. Takım-İş Parçası Isıl Çifti b. İkiz Takım Isıl Çift c. Kombine Isıl Çift	1. Kesici takım malzemesi-iş parçasındaki metalürjik değişimler	1. Infrared Pirometre	1. Infrared Termografi
2.Dolaylı; a. Minyatür b. Tek Telli Isıl Çift	2. Isıl Çiftler	2. Kamera	

Yöntemleri kısaca değinerek deney aşamasında tercih ettiğimiz Termal Kamera ölçümünü neden tercih ettiğimiz olduğunu anlamamıza fayda sağlayacaktır:

**Isıl Çift Yöntemi:** Bu yöntemde mantık olarak, iki farklı kalite metalin ara yüzeyinde sıcaklığın değiştirildiği durumlarda elektro motor kuvveti (emk) oluşmasıdır. Elektrik iletkenliği bulunan iki farklı malzeme bir arada bulundurulup elektrik iletir duruma getirilmesidir. Değişken sıcaklıklarda kullanılmak üzere hazırlanan ısıl çift, termo elektrik potansiyel, farklı her ısıl çift elamanında farklı olarak elektron yayılım dereceleri olarak kullanılabilir.

İş Parçası ile takım arasında uygulanacak ısıl çift uygulaması basit bir sistem olup, kısıtlamaların bulunmamaktadır. Elde edilecek değerler, kesici takım ile talaş arasındaki bütün temas yüzeylerinin sıcaklığıdır. Ayrıca Built Up Edge(BUE) önemli bir parametredir. Çünkü yığıntı kenar (BUE) var ise sıcaklık değeri gerçek olan değerden farklı olduğu sonucunu çıkarmaktadır. Kesici takım ve iş parçası ısıl çift metodu, Kesici takım-talaşın ara yüzeyindeki sıcaklığın ölçümü için kullanılan basit ve kurulumu kolay bir yöntem olduğundan bahsedilmiştir. Fakat yeterli doğru sonuçları elde edebilmek için ısıl çift uygulamasının kalibrasyonu önemlidir. Kalibrasyon prensip olarak statik şartlarda elde edilecek sonucun uygun olmasına rağmen, dinamik talaş kaldırma proseslerin dede yeterli olabileceği varsayımı yapılmaktadır.

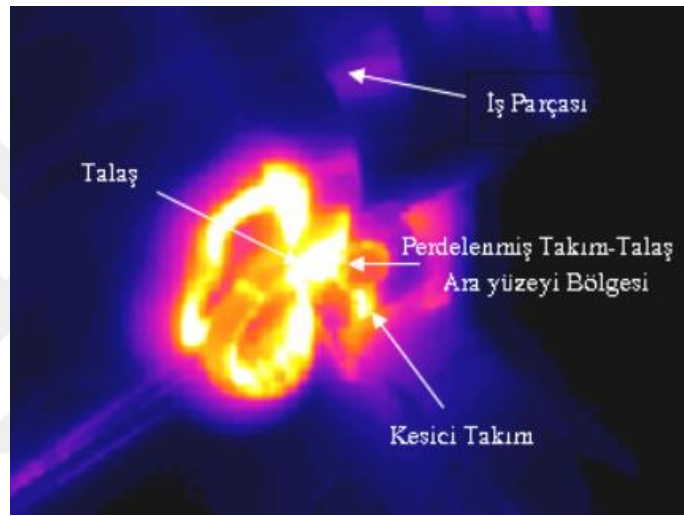
Kesici takım ile iş parçasına yerleştirilen standart gömme tip ısı çiftler, noktasal bölgede sıcaklık değerinin ölçülmesine veya farklı alanlara yerleştirilerek, kesici takıma ait sıcaklık dağılımını ölçmek için kullanılabilir. Gömülmüş tip ısı çiftlerin temas ettiği noktalardaki değişimden kaynaklı, sürtünme sonucu ortaya çıkan ısıda özellikle geçici değişimlerinin daha iyi bir şekilde sergilendiği fark edilmiştir. İş parçasına, talaş kırıcı altına veya kesici takıma yerleştirilerek ölçme işlemi yapılabilmektedir. İş parçasına delinen delik içine konumlandırılan ısı çift ile iş parçası-takım arasında oluşan sıcaklık değeri ölçümü yapılabilmektedir. Aynı şekilde iş parçası üzerine delinen delikler içerisine ısı çift yerleştirilirse sıcaklık dağılımına ulaşılabilir.

Talaş kaldırma anında iş parçası üzerinde meydana gelen talaşın, takım üst yüzeyi ile sürtünmesi ve talaşın kesici takıma uyguladığı baskı kuvveti sonucunda, kesici takım üst yüzeylerinde meydana gelen maksimum ve minimum sıcaklığın yerinin tam olarak belirlenmesi çok zordur. Bundan dolayı delinmiş olan deliğin merkezi varsayım sonucu belirlenebilir veya farklı noktalara yerleştirilen ısı çift yardımı ile maksimum sıcaklığa ve minimum sıcaklığa nerede ulaştığı bulunabilir. Bu yöntemde, ısı çiftlerin yerleştirilmesi düşünülen deliklerin delinmesinin zor olması kesin olarak hesaplanması zor olan sıcaklık gradyanları çok sıkışık ve zaman alıcı olması metotun olumsuz yönleridir

Işınım yardımı ile sıcaklık ölçme yöntemleri; Üç farklı yöntemi vardır. Bu yöntemler fotosel yöntemi, radyasyon pirometresi ve radyasyon esaslı fotoğrafik yöntemlerdir. Radyasyon pirometre yöntemi, temelde iş parçası, takım ve talaşta meydana gelen yüzey sıcaklıklarının tespit edilmesine dayanmaktadır. İş parçası, kesici takım ve talaş yüzey sıcaklıklarının tespit edilmesine ek kayma düzlemindeki sıcaklıklara da ulaşılabilir.

Kesici takımın serbest yüzeyindeki sıcaklık durumu, fotosel kullanılarak sıcaklığın ölçümü yapılan metot ile de tespit edilebilir. Bu metotla elde edilebilecek dağılım için kurşun sülfat (PbS) radyasyon algılayıcısı kullanılır. Kurşun sülfat hücre, her bir saniyede 10.000 çevrim ile frekansa cevap verebilmesine ek radyasyon ışınına maruz kaldığı zaman direncinde az değişiklikler yaşanmaktadır. Bu hücrelerdeki direnç değişikliği osiloskop yardımı ile izlenmektedir. Nokta ışık kaynağından etkilenebilecek bir alana

yerleştirilen radyasyon hücresi, iş parçasına açılan delik yardımı ile ışık gönderilmektedir. Takımın ilerlemesi ile kayma düzlemine ulaşıldığında delik yüzeyi kapanır ve devamında ışık kesilir. Bu işlemler sonucunda radyasyon hücresinde voltaj değişikliği görülmektedir. Kesmeye devam ettiğinde, hücre takım serbest yüzeyini ve daha sonra kayma düzleminin değişik noktalarını görmektedir. Böylelikle, takımdaki yer alan serbest yüzey üzerindeki sıcaklık durumu elde edilebilmektedir. Serbest yüzeyde elde edilen sıcaklık, yüzey aşınmasına bağlıdır. Genel olarak serbest yüzey sıcaklığı ile yüzeydeki aşınmanın artması ile sürekli artacaktır (Gökkaya, 2004).



Şekil 2.8. Kesici kenarın perdelenmesi

Termal kamera yöntemi ile sıcaklık ölçüm prensibi talaş, takım ve iş parçasının işleme boyunca yan yüzeylerinde fotoğraf çekilmesi prensibine dayanır. Fotoğrafın sonradan kalibresi sıcaklık dağılımı içindir. Bu teknik ile talaş ve kesici takım arasında oluşan ara yüzey sıcaklığına ulaşılamamaktadır. Bunun sebebi olarak ara yüzey kesme işlemi esnasında kaldırılan talaşın kesme işlemi yapan kesici takım kenarının üzerini örtmektedir. Kameranın kesici takım ile talaşın temas ettiği ara yüzeyi görememesi metottun en olumsuz yönüdür. Bu metot ile talaş, iş parçası ve takım üzerinde oluşacak sıcaklığın ölçülmesinde kullanılacak elverişli bir yöntem sayılabilir.

Yukarıda ele alınan yöntemler ve bu çalışma kapsamı olan talaş, takım ve iş parçası sıcaklığının ölçülmesinde kullanılan yöntem belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırılmış bu

yöntemler detaylı analiz edilip incelendiği zaman aşağıdaki sonuçların çıkarımı yapılabilmektedir;

1. Kullanılan yöntemlerin hemen hemen hepsinde sıcaklık değerleri yaklaşık olarak ölçülebilmektedir.
2. Kesici takım ile talaş arasındaki ara yüzeyde oluşan sıcaklığın ölçümünde ısınım esaslı yöntemler daha kullanışlıdır. Fakat bu yöntemler çok karmaşık olup deney düzeneklerinin sadece laboratuvar alanlarında kullanılabileceği anlaşılmıştır.
3. Sıcaklıkların belirlenmesinde genel olarak analitik bir yaklaşım kullanılarak sonuçlar elde edilmiştir.
4. Mevcut yöntemler ile talaş kaldırma esnasında, kayma bölgesi ve talaş-takım sıcaklıklarının gerçek değerlerinde ölçüldüğü sonucuna varmamız pek mümkün görülmemektedir.
5. Yaklaşık ölçümlere ek iş parçası ve takım üzerinde noktasal sıcaklık da ölçülebilmektedir. Bu sonuçlar için en uygun yöntem ısıl çift yöntemidir.
6. İş parçası-takım ısıl çift yöntemi ile kesici takım talaş ara yüzey sıcaklığı ölçümünde her iki parçanın da tezgâhtan izolasyonuna gerek olmadığı, asıl önemli olan ısıl çiftlerin kalibrasyonlarının olduğu ve soğuk noktalarda oluşacak sıcaklık değişimlerinin önüne geçilmesi gerektiği vurgulanmaktadır.
7. Termal kamera yöntemi uygulanan birçok çok deney çalışması sonucunda kesme aşamasında oluşan talaşların kesme kenarını gölgelemesi sonucunda da sonuçlar açıklıyor ki takım-talaş ara yüzeyinde oluşan sıcaklığının ölçümü için en sağlıklı yöntemin termal kamera olmadığı oluşabilecek takım ve iş parçası sıcaklığı ölçümünde en efektif metot olabileceği sonucunu sergilemektedir.

Talaş kaldırma süresince kesici takım ile iş parçası ara yüzeyinde, iki parçanın bir birine sürtünmesi kaynaklı yüksek sıcaklıklar oluşmakta olup kesim prosesini direkt etkilemektedir. Oluşan sıcaklıklar; takım ömrünü ve çalışmasındaki performansını etkilemektedir. Sıcaklık Kesici takımda çatlama, kırılma, aşınma ve deformasyon oluşturmaktadır. Talaş kesici takım arasında sürtünme kaynaklı oluşan ısınma, izlenebilirlikte karar vermenin temel kriteri olup kesici takımın görevini tam olarak yerine getirmemesine yol açmaktadır. Bu nedenlerden dolayı talaş kaldırma işleminde, termal özellik önemli bir kıstastır. Termal özellik sonuçları kesici takım ve iş parçası arasında gerçekleşecek sıcaklık alış verişleri için önemli analiz değerleri oluşturulacaktır. İş

parçasını kesme sırasında meydana gelecek sıcaklığı doğru bir şekilde ölçüm cihazları ile belirlemek oldukça zor olduğundan bahsetmiştik. Örnek vermek gerekirse iş parçası ve kesici takım arasında oluşan ara yüzeye kesme anında ısı çift yerleştirilemez. Problemleri çözümlenebilmek için ya da farklı bir bakış açısı getirebilmek amacıyla sıcaklığın doğru şekilde belirlenmesinde nümerik çözümlene tekniği tercih edilmektedir. Böyle bir çalışmada amaç talaş kaldırma işlemini sonlu farklar metodu kullanılarak sıcaklık dağılımını tespit etmektedir. Takım-talaş ara yüzeyinde oluşan ısı büyük oranda aşınma oranına neden olduğunu gözlemleyebiliriz. Sıcaklık, nikel ve titanyum altyapılı alaşımlar gibi gelişmiş düzeylerde malzemelerin üretilmesi ve takip edilebilirliğinde, kararlılık ve ilerleme oranı gibi çeşitli parametrelerin seçimine en önemli unsur olduğunu göstermektedir. Bu malzemelerin ısı iletimi düşük olması nedeniyle, kesme aşamasında ortaya çıkan ısının %10-20'lik kısmı takıma geçer bu nedenlerden dolayı takım üzerinde gerçekleşen mekanik gerilime ek şiddetli ısı gerilimler yaşanmaktadır. Isıl gerilimler; takım yorgunluğu, aşınma, ısı kırılma ya da ortaya çıkacak hatalara bağlı olarak katlanarak artar. Bir diğer acıdan ısı, kesici takım yapısının bağlanma sınırlarını geçerse takım malzemesinde kristal yapıları bağlayan bağların hızlı kopmasına ve takımda aşırı aşınma ve kopmalara neden olur.

Kesme hızındaki artışın takım ömrünün azaldığını Taylor 1900'lü yılların başında kesme ısı üzerine yapmış olduğu deneysel çalışmalar sonucu ispat etmişti. Kesme hızını analitik olarak ilk sefer değerlendiren kişiler Chae ve Trigger'dir (Trigger, 1950). Süreçlerinde talaş kaldırma aşamasında meydana gelen ısı üretimini dikkate alarak talaş-takım arasında oluşan ısıyı hesaplamışlardır. Meydana gelen ısı iki unsurdan oluşmaktadır;

1. Kesici takım ve iş parçası arasındaki temas bölgesi boyunca oluşan sürtünme
2. Plastik deformasyon

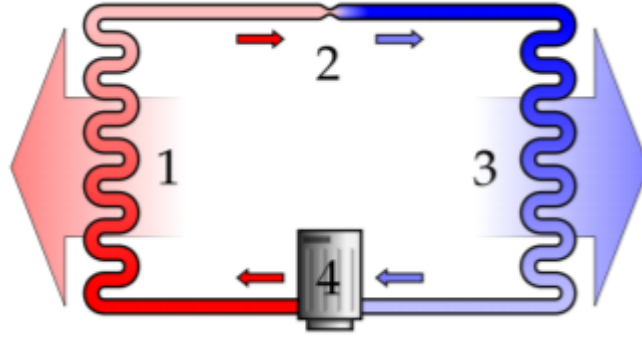
## **2.5 Isı Pompası**

Carnot tarafından 1824 yılında soğutma makinesi sistemi ile termodinamik çevrime göre çalışan ısı pompasının temelleri atılmıştır. Bulunan bir sistemin hayata geçirilmesi 1850 yıllarını bulmuştur. Lord Kelvin öneri olarak soğutma sistemlerinin ısıtma amacıyla



kullanabilmeyi savunmuştur (K.Ünlü, 2005). Kelvin havayı kullanılabilir bir akışkan olarak görmüş, dış ortamda bulunan havayı bir silindire çekip devamında burada genişletme yaparak hem sıcaklığın hem de basıncını düşürebilmeyi sağlamıştır. Proses devamında havayı dış ortamda yerleştirilmiş olan bir ısı değiştirgecine gönderip genişletir, soğumuş havanın dış ortamdan ısıyı alması sağlanır. Isınmış olan hava tekrar atmosferik hava basıncına sıkıştırılıp odaya verilir. Fakat sıkıştırıldığı için havanın sıcaklığı normal atmosferde bulunan sıcaklığından daha yüksek olacaktır. Lord Kelvin bu sisteme “ısı yükselticisi” adını vermiştir. Enerjinin %3’ü ile ısı üretebildiğini belirtmiştir. Kelvin den sonra pek çok bilim adamı yaklaşık 80 yıl süredir yapmış oldukları araştırmalar ışığında, ısı pompası olarak konfor ortamının ısıtılmasında kullanılmaktadır. Isı pompasının amacı ısıyı üretmek değildir, mevcut ısıyı taşımaya amaçlar ve ısının temin edileceği bir ısı kaynağına ihtiyacı vardır. Ülkemizde yaygın olarak kullanılan ısı pompaları hepsi ısı kaynağı olarak havayı kullanır. Günümüzde bu ısı pompalarına Split klima demir. Isı pompalarında hava kaynaklı cihazlardaki verimler, hava sıcaklıklarının değişmesinde farklı değerlere ulaşır. Verim değerleri sabit kalmaması nedeniyle, işletme maliyetleri açısından beklenmeyecek artışlar meydana getirebilmektedir. Böyle verim değişimlerini önleyebilecek sıcaklığı sabit kabul edebilecek ısı kaynakları da vardır. Bu kaynaklar toprak ve sudur.

Yeryüzünün belirli bir derinliğinde sıcaklık yıl içinde sabit kaldığı varsayımını referans alan ısı pompası çeşidi Toprak-Su kaynaklı ısı pompası teknolojisidir. Referans alınan derinlikte kışın yeryüzünün altında ya da yer altı sularında depolanmış ısıyı binalara, yaz mevsiminde bina içlerindeki ısıyı yer altına aktararak doğadan faydalanılmaktadır. Kısacası toprak; kışın bir ısı kaynağı gibi davranmakta olup, yaz aylarında ise ısı çukuru görevi görmektedir.



Şekil 2.9.Çevrim şeması

Resim 3 de Isı pompasına ait çevrim şeması paylaşılmış olup bulunması gereken ekipmanlar aşağıdaki gibidir:

1. Yoğuşturucu (Kondansör)
2. Genişleme vanası
3. Buharlaştırıcı (Evaporatör)
4. Kompresör

Günümüzde kullanılan enerji kaynaklarının azalması ve bununla beraber enerji maliyetlerinin artışı, insanları daha ekonomik yollarla enerji üretimini gerçekleştirme arayışına itmiştir. Bu amaçla, ısı pompaları üzerine çeşitli çalışmalar yapılmış ve çok farklı alanlarda kullanılmaya başlanmıştır. Ülkelerde enerji önemli bir krizi olmasına rağmen, henüz çoğu ülkelerde ısı pompası yaygın olarak kullanılmamaktadır. Oysa ısı pompalarıyla, başlangıçta kullanılmayan düşük sıcaklıktaki enerji kaynakları değerlendirilerek, diğer sistemlere göre daha ekonomik kullanılabilir enerji üretilmektedir (Bakırcı, 2016).

Paylaşılmış olan ısı kaynağı devresinde, toprak, hava ve yer altı suyunda depolanmış güneşin enerjisi alınarak ısı pompası denilen cihazlara geçirilmesidir. Isı pompası cihazı ile alınan çevre enerjisi, ısıtma sistemlerinde kullanılabilir sıcaklık seviyesi yani istenilen sıcaklık seviyelerine çıkarabilmektedir. Isı pompası yardımı ile iyi verim seviyelerine ulaşmak mümkündür.

Yapılar ya da işletmelerde kullanılması düşünülen ısı pompaları için beklenen ısı kaynağı özellikleri aşağıdakiler gibi olmalıdır:

1. Yüksek kararlı sıcaklık ihtiva etmelidir,
2. Kolay bulunabilmelidir,
3. Korozif veya kirletici etkileri bulunmamalıdır,
4. Sisteme uygun termofiziksel özellikleri olmalı,
5. Maliyetler açısından yatırım maliyeti ve çalışması için işletme maliyetleri düşük olmalıdır.

### **2.5.1. Isı pompası çalışma prensibi**

Binayı veya sıcak suyu ısıtmak amacı ile temelde çevrede depolanan ısıdan faydalanılması prensibine dayanır ısı pompası sistemi. Bu enerji toprakta, yer altı suyunda yada havada depolanmaktadır. Proses sırası ile depo edilmiş enerjiyi çekiyoruz, yani çevre soğumaktadır ve ısı pompasında bulunan soğutma cevrimi ile enerjimiz soğutucu akışkanın (R 410a) sıcaklığı değiştirilir. Çevrede bulunan enerji kaynağı, toprak, su ile bir bina veya tesisler çok ekonomik ısıtılabilir (Durmaz, 2012).

## BÖLÜM 3. MATERYALLER VE YÖNTEM

### 3.1. Materyal

Araştırmada, ASAŞ Alüminyum Ekstrüzyon Profil Fabrikası'nda (Sakarya) Kalıp İmalat ve kalite bölümlerinden mevcut imalatları ve kontroller için temin etmiş oldukları ekipmanlar kullanılmıştır.

### 3.2. Yöntem

#### 3.2.1. Kullanılan araçlar ve gereçler

Çalışmada kullanılan başlıca ekipmanlar, işleme merkezi , Flir ThermaCAM E45 model termal kamera , 2344 Sıcak iş takım çeliği, TaeguTec Ø20 parmak freze, Pürüzlülük ölçme cihazı, makro ölçme cihazlarıdır.



Şekil 3.1.Flir ThermaCam E45 termal kamera



Şekil 3.2.İsı pompası prensibi ile çalışan VimaxX R-30 soğutucu



Şekil 3.3.TaeguTec Ø20 parmak freze

### 3.2.2. Kullanılan programlar

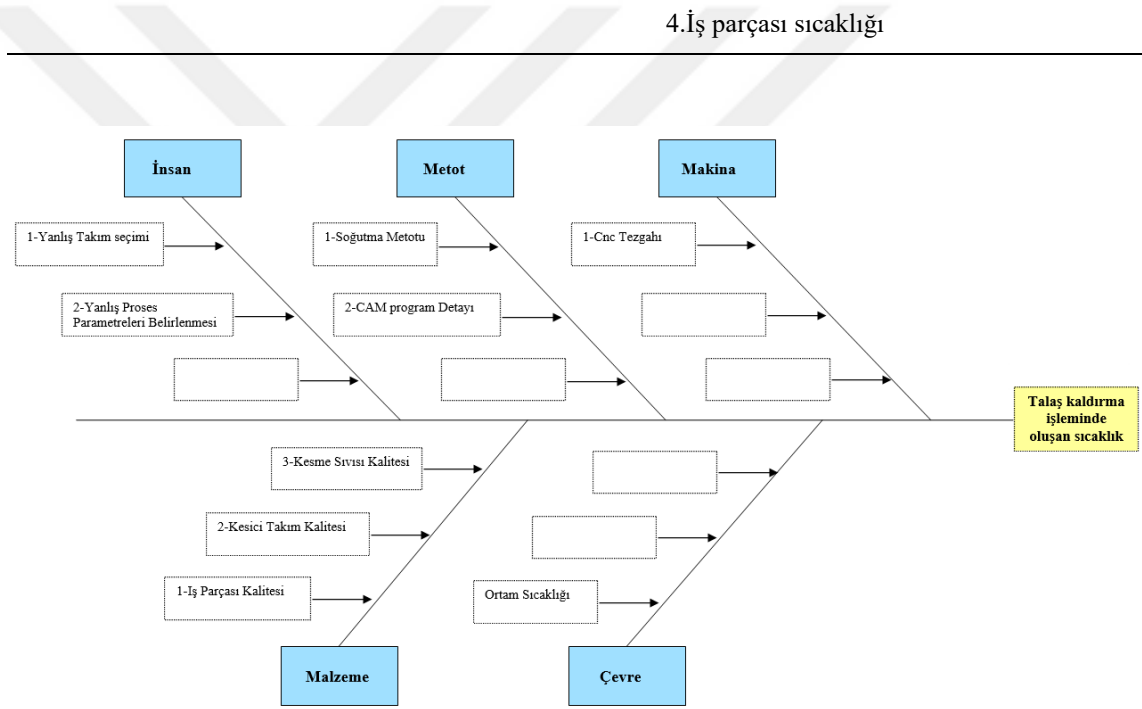
Proje Kapsamında işlenecek parçanın modellenmesi ve işlenebilmesi için Solidworks ve Solidcam programları kullanılmıştır.

### 3.3. Analizler

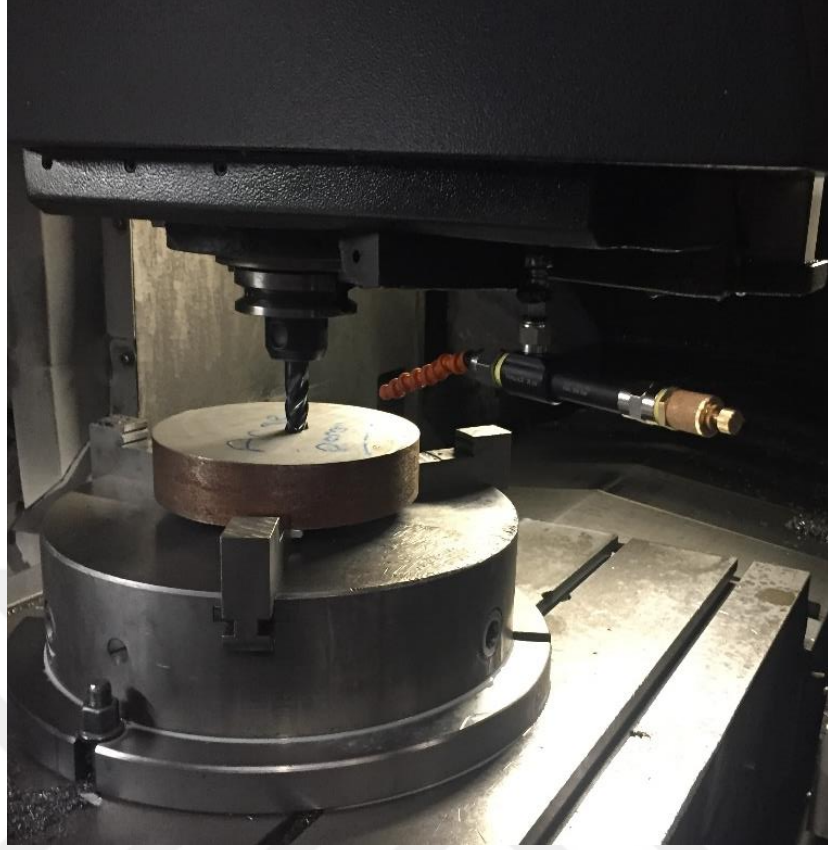
#### 3.3.1. Deneş süreç Şeması (detayları)

Tablo 3.1. CNC Kesme Prosesi SIPOC alıŐmas

Suppliers	Inputs	Process	Outputs	Customers
1.Asaş Kalite Kontrol Birimi,	1.Kesici Takım Kalitesi	CNC işleme	1.İŞlenmiş parça yzey kalitesi	1.Asaş Kalite Kontrol Birimi,
2.Bor yağı MSDS,	2.İŞleme Prosesi		2.Kesici takım yzey kalitesi	
3.İŞ Parçası Tedarikcisi	3.Bor Yağı		3.Kesici takım işleme sonucu yzey sıcaklığı	
	4-İŞ Parçası		4.İŞ parçası sıcaklığı	
	5-Kesici Takım			



Şekil 3.4.Talaş kaldırma işleminde oluşan sıcaklık için balık kılığı alıŐması



Şekil 3.5.Deney düzeneği

Deney belirli bir literatür taramasından sonra, testere ile  $\text{Ø}200\text{mm}$  çapında 50mm boyunda iki adet 2344 sıcak iş takım çeliği kesilmiştir. Deney düzeneği ortamı yaratılmak amacı ile Tezgah temizlenip,  $\text{Ø}20\text{mm}$  çapındaki parmak frezeminin bağlantısı yapılarak hazır duruma getirilmiştir. Eş zamanlı olarak  $\text{Ø}200\text{mm}$  çapında 50mm boyunda kesilen parça tablaya yerleştirilmiştir.

Deneyimiz iki aşamadan oluşmakta olup öncelikle; Sırası ile Bor yağı ile sonra kuru kesme yöntemi ile parçalar işlenmiştir. Çalışmada öncesi ve sonrasını sergileyebilmek adına proses başlamadan ve bittikten sonra termal kamera ile takım iş parçası ortam sıcaklığı ölçümü alınmıştır. İşlem gören parçalar üzerinde yüzey pürüzlülük değerleri alınması amacı ile Asaş bünyesinde yer alan pürüzlülük cihazı kullanılmıştır. Ayrıca Kesici takımların makro yapıları incelenmiştir.

### 3.3.2. Deneş parametreleri

Tablo3.2. Deneş işleme parametreleri

Parametreler	Birim	Değer
Devir	d/dk	2000
İlerleme	m/dk	400
Paso Miktarı	mm	2
Ortam Sıcaklığı	C	22
Bor Yağı Sıcaklığı	C	15

Tablo.3.3. Kesici takımın mekanik, fiziksel ve kimyasal özellikleri

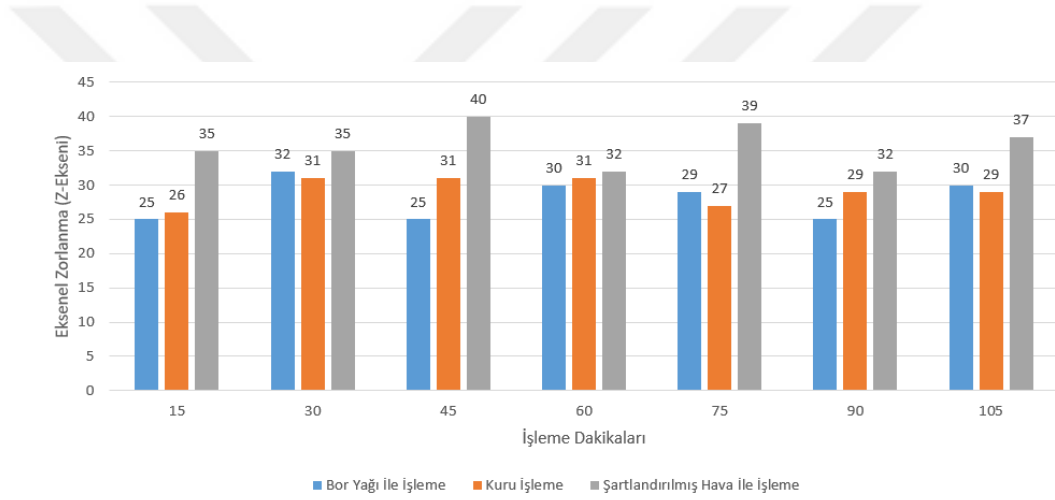
Parametreler	Birim	Değer
Kaplama Kalınlığı	Mm	0,002-0,004
Sertlik	Hv30	1600
Cap	Ø	20
Boy	mm	60
Ağız sayısı	Adet	4



## BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

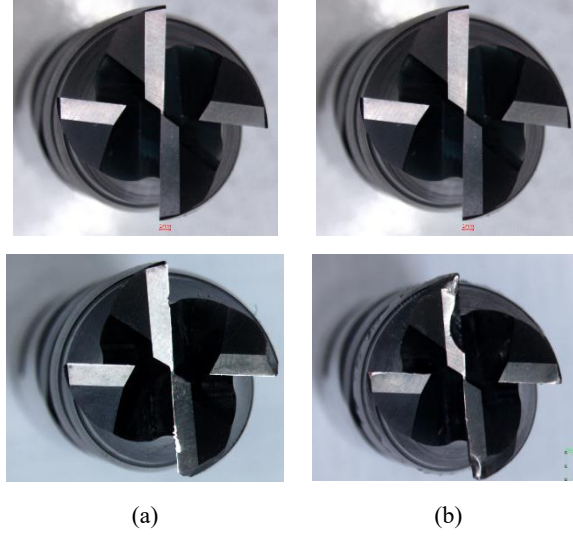
### 4.1. Mevcut Durumun İncelenmesi

Aşağıda mevcut işleme metotları olan kuru ve bor yağı ile işleme durumlarındaki tezgâhın Z ekseninde zorlanmalar paylaşılmıştır. İşleme süresi 15 dklık frekanslar dilimi sonucunda bor yağı ve kuru işleme prosesinin tezgâh zorlanmasına düzenli bir etkisi olmadığı görülmüştür.



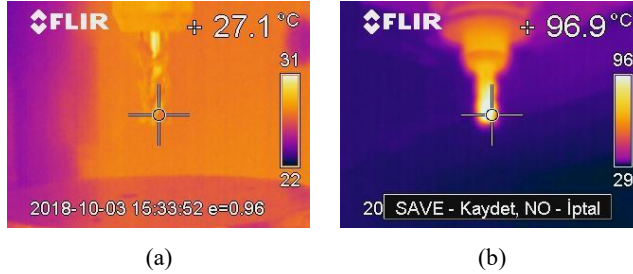
Şekil 4.1. Tablo 3.2'de belirtilen parametreler doğrultusunda tezgâhın "Z" ekseninde zorlanması

Takımda meydana gelen aşınmayı gözlemleyebilmek için makro inceleme metodu kullanılmıştır. Sıcaklık sonucunda takımda oluşacak mikro yapı değişimleri takımda oluşturulacak tahribatlı muayeneler sonucunda ulaşılabileceği ve proseslerinin zorluğundan dolayı incelenmemiştir. Çalışma kapsamındaki incelemede kuru işleme yapılarak işleme sonucunda, bor yağı kullanılan prosesden daha fazla aşınmaların meydana geldiği gözlemlenmiştir. Takım ucu ve yan yüzeylerinde de aynı oranda aşınma farkları mevcuttur.



Şekil 4.2. Bor yağı ve kuru işleme aşamasında takım aşınmasının makro incelenmesi

Talaşlı imalat prosesinde en önemli faktör olan ve çalışmamızda öncelikli kıyaslama parametremiz takım ısınması bor yağı kullanılan deneyimizde ortam sıcaklığına yakın olduğu, bor yağı ile soğutma procesten çıkarıldığı zaman takımında 3 katı sıcaklıklar meydana getirmiştir. Geleneksel işleme metotlarının kullanılması takım aşınması ve aşırı sıcaklık oluşumunu engellemektedir.



Şekil 4.3. Bor yağı ve kuru işleme aşamasında kesici takımların sıcaklık değerleri

Talaşlı imalatta istenilen toleransları elde etmek ve yüzey kalitesi önemli bir parametredir. İstenilen soğutmanın yada takım aşınmasının elde edilmesi fakat yüzey kalitesi istenilen özellikte olmaması işleme prosesindeki asıl amaca ulaşamaman dolayı sonuç başarısız olacaktır. İki deney sonucunda yüzey pürüzlülüğü bir birine yakın olmasına karşın, takım aşınmalarının da göz önüne alırsak kuru işlemede elde edilen yüzey kalitesinin Bor yağı ile işlemeden iyi olması beklenmedik bir sonuçtur.



Ra:1.103 µm

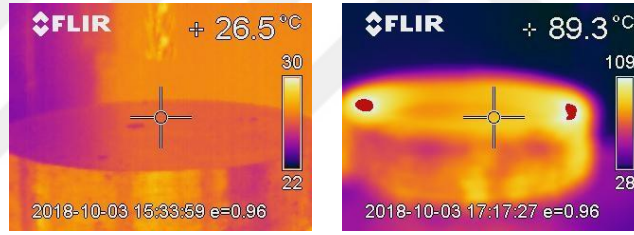
(a)

Ra:0.999 µm

(b)

Şekil 4.4. Bor yağı ve kuru işlem ile işleme yapılmış olan iş parçalarının yüzey pürüzlülüklerinin incelenmesi

Takım-iş parçası arasındaki sürtünme kaynaklı iş parçasında meydana gelen sıcaklık kuru işlemede yüksek sıcaklıklar olduğu görülmüştür. Bor yağı kullanıldığında proses gereği iş parçasında biriken bor yağı parçanın takım ile aynı sıcaklıklarda kalmasını sağlamıştır. Kuru işlemede iş parçasının bu kadar ısınması malzemede çarpılma ve ölçüsel toleransları sağlayamama ile karşı karşıya kalabilir.



(a)

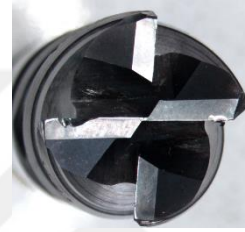
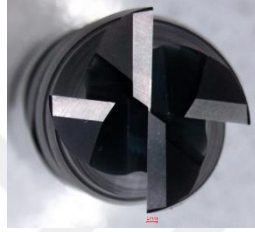
(b)

Şekil 4.5. Bor yağı ve kuru işlem ile işleme yapılmış takım ve iş parçalarının sıcaklıklarının incelenmesi

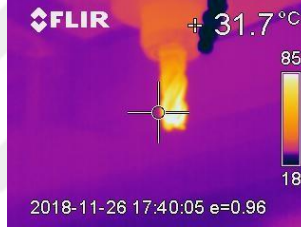
## 4.2. Önerilmiş İyileştirme Çalışması Sonucu



Şekil 4.6. Soğutma nozulu yardımı ile işleme düzeneği



(a)



(b)



(c)

Ra:0.297 µm

Şekil 4.7. Şartlandırılmış hava kullanılarak işleme sonucu takım aşınmasının makro resmi (a), takım sıcaklığı (b), yüzey pürüzlülüğü (c)

Şekil 4.7’de de görüldüğü gibi takımın soğutulması, oluşturmuş olduğumuz deney düzeneği bor yağı ile işlemede ulaşılan soğutma derecelerine ulaşamamıştır. Takım soğutması için kurulan düzenek te oluşturulan minimum Soğuk hava debisi ve basıncı yeterli olmamaktadır. Havayı soğutarak debiyi arttırmamız gerekmektedir.

Takım Aşınması, kıyaslamasına bakıldığı zaman bor yağı ile işleme de oluşan aşınmadan fazla takımda aşınma olmuştur. Fakat kuru işlemeden daha iyi takım sonucu elde edilmiştir. En büyük nedeni sıcaklık olmasından dolayı ve sıcaklığı istediğimiz değerlere düşüremediğimizden bu farklı aşınma yapısı ulaşılabilecektir.

Deneylerin en önemli çıktısı olarak düşündüğümüz kalite kıyaslamasına göre, Ra:0,237  $\mu\text{m}$  değeri üç farklı işlemede aynı noktadan alınan işleme kaliteleri kıyaslamasına göre Hava ile soğutmanın diğer işlemlere göre daha iyi yüzey kalitesi elde ettiği görülmektedir.



## BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışmada 2344 kalite iş parçası üzerinde, tek tip işleme prosesi ile meydana gelen sıcaklığın takım ve iş parçası üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu etkiler direk olarak sanayide maliyet ve kalite açısından, müşterinin sürekliliği ve yeni pazarlar için üzerinde çalışılması gereken konu olması gerektiğini ortaya koymak istenmiştir. Akademik çalışmalar ve talaşlı imalat takım firmaları takımlarını ısıya karşı dayanımını arttırmak amacı ile çeşitli kaplamalar ile her geçen gün yeni teknolojilerini piyasaya sürmektedir. Buna paralel Cnc firmaları kesme aşamasında oluşan ısının ortamdan uzaklaştırılabilmesi için farklı yağlama prosesi ve yağ çeşitleri ile takım ömrü ve iş parçası kalitesi konularında iyileştirmelerini sunmaktadır. Mevcut uygulamalarda bir akışkanın, havaya göre ısı transfer katsayısının yaklaşık 23 katı ( $Su=0,607 \text{ W/m.C}$  ,  $Hava=0,026 \text{ W/m.C}$  ) olması direk hava kullanımının dan kaçınmaya itmiştir. Sanayinin önceliği üretim olmak dışında iş güvenliği, çevre konularında kanun ve yönetmeliklerin baskıları proseslerinde iyileştirme yapma, alternatifleri araştırmaya itmektedir.

Araştırmamızda TaeguTec –UF10 marka Ø20 Parmak frezenin sıcaklık karşısında göstermiş olduğu tepkiler incelenmiştir. Üç farklı deney yapılmış olup tüm parametreler aynı tutulup takımın soğutulması sırası ile bor yağı, kuru işleme ve şartlandırılmış hava kullanılarak yapılmıştır. Hiçbir soğutma düzeneği kullanılmayan kuru işlemede belirlenmiş devir, ilerleme ve paso derinliğine göre oluşabilecek takım aşınması ve ısı oluşumu yaşanmıştır. Aşınma ve ısı oluşumunun önüne geçebilmek adına mevcutta kullanılan bor yağı ile işleme sonucunda takım aşınmasında iyileşme ve malzeme ile takım ortam sıcaklığında tutulması başarılı sonuçları çalışmanın içeriğinde paylaşılmıştır. Bu aşamada ısı oluşumunun takıma ve iş parçasında oluşturmuş olduğu olumsuzluklar gözlemlendiğinde soğutma prosesinin talaş kaldırma işlemlerindeki önemi sergilenmiştir.

Projede iyileştirme önerisi olarak sunmak istediğimiz bir sistem vasıtası ile soğutulması düşünülen havanın istenilen şart ve metot ile soğutma prosesinde kullanılması takım ömrünü arttırarak takım maliyetlerini azaltması, istenilen sıcaklıklarda takımın tutulabilmesi durumunda işleme parametrelerinde artış sağlayarak cevrim süresinin azalması ve üretkenliğin artması, İş sağlığı ve güvenliği açısından kimyasal ve bakteri oluşturmayacak bir metodolojinin uygulanabilirliği üzerinde çalışma yapılmıştır. Deney sonucunda kuru işlemeye kıyasla takım ömründe ve sıcaklık oluşumunda olumlu yönde kazanımlar olduğu fakat bor yağı kullanılarak yapılan deneye kıyasla kesme sıvısı kullanılan çıktılara ulaşılammıştır. İstenilen parametrelere çıkılamaması şartlandırılmış havanın istenilen soğutma sıcaklığına inememesi ve basıncın yeterli olmaması olduğu düşünülmektedir. Isı pompası düzeneği kullanılmadan aynı cevrimi kullanan hava nozulu yeterli beslemeye maruz kalmamıştır. Piyasada kullanılan havadan havaya ya da sudan havaya kullanılan ısı pompaları arasında sudan-havaya kullanılan ısı pompasının etkinliği daha iyi olduğu bu sistemin kurulmasının maliyet teşkil ettiğinden proje kapsamında ısı pompasının alternatifleri olabilecek düzenek kullanılmıştır. Ayrıca önemli sonuç olarak görülen deney sonucunda şartlandırılmış hava ile yapılan yüzey işlemede yüzey kalitesinin daha iyi olduğu sonucu çıkmıştır.

Sonuç olarak, talaş kaldırma prosesinde soğutma prosesinin etkisi net şekilde ortaya konmuştur. Deney düzeneğinde oluşturulmuş şartlandırılmış hava sisteminde kayıpların ortada kaldırılabileme imkanı bulunmaktadır. Deney sayısı ve uygulama performansı arttırılarak önemli sonuçlar elde edilebilir. Kazanılmış dersler olarak havanın, sıvıya göre kontrolünün zor olması etkinliğini sınırlamaktadır. Deney düzeneğinde kullanılan transfer hortumu uygulama yönü, basıncı, debisi vb. konular üzerine detaylı çalışmalar yapılmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Akkurt, M. (2010). *Talaş Kaldırma Bilimi ve Teknolojisi Cnc Takım Tezgahları Ve Üretim Otamasyonu*.
- Bakırcı, K. (2016). Su Kaynaklı Isı Pompası Sisteminin Deneysel İncelenmesi. *Tesisat Mühendisliği*.
- Boothroyd, G. (1981). *Fundamentals of Metal Machining and Machine Tools*. New York.
- C.Shaw, M. (2018). *Metal Cutting Principles*. New York: Oxford University Press; 2 edition.
- Ceviz, M. (2015). Kesici Takım, Kesme Hızı ve Malzeme Cinsinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkilerinin Araştırılması. *Tekirdağ Üniversitesi-Yüksek Lisans Tezi*. Tekirdağ Üniversitesi.
- Durmaz, Ş. (2012). Isı Pompası Sistemleri. *TTMD*, 28.
- F.Üniversitesi. (2012). İmalat Mühendisliği Ders Notları.
- Gökkaya, H. (2004). Talaş Kaldırma Sırasında Açığa Çıkan Isının Kesme Bölgesinde Oluşturduğu Sıcaklıkların Ölçülmesinde Kullanılan Yöntemler. *Politeknik Dergisi*, 298.
- Habalı, K. (2016). Kesici Takım Kaplama Malzemesi ve Kesme Parametrelerinin AISI 1040 Çeliğinin İşlenmesinde Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi. *Politeknik Dergisi*.
- Huzur Makina ve İmalat Sanayi*. (2018). 2019 tarihinde Huzur Makina ve İmalat Sanayi: <https://huzurmakinasanayi.com/makaleler/talasli-imalat-ve-yontemleri> adresinden alındı
- J.T.Black. (1997). *Materials and Processes in Manufacturing (Prentice Hall International Editions)*.
- K.Ünlü. (2005). Hava ve Toprak Kaynaklı Isı Pompalarına Etki Eden Parametrelerin İncelenmesi. *Doktora Tezi*.
- Kınıkoğlu, N. G. (2013). *Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Terimleri*.
- Kıyak, M. (1999). Tornalamada Kesici Takım Aşınmasını İşlem Esnasında Sıcaklık ölçümü İle Saptama. s. 894.
- Kıyak, M. (1999). Tornalamada Kesici Takım Aşınmasını İşlem Esnasında Sıcaklık Ölçümü İle Saptama. *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 894.



- Loewen, E. (1954). "On the Analysis of Cutting Tool Temperatures"; In: Transactions of the ASME.
- P.Incropera, F. (2001). *Isı ve Kütle Geçişinin Temelleri*. İstanbul: Literatür Yayıncılık.
- Salimiasl, A. (2017). Talaş Kaldırma İşlemlerinde Takım Durumunun İzlemesi İçin Son Gelişmelerin İncelenmesi . *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 314.
- Sarı, B. (2014). *Isı Pompası Sistemleri Genel Bilgiler*. Ankara.
- Şahin, Y. (2000). *Talaş Kaldırma Prensipleri*. Ankara: Nobel.
- TDK. (2006). *Türk Dil Kurumu*. 2019 tarihinde [http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com\\_gts&arama=gts&kelime=Talas&uid=91503&guid=TDK.GTS.5cc9dcbbb98409.29349690](http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&kelime=Talas&uid=91503&guid=TDK.GTS.5cc9dcbbb98409.29349690) adresinden alındı
- Tosun, N. (2010). Hava Ve Geleneksel Soğutma Yöntemi İle Frezelemede Yüzey Pürüzlülüğünün İncelenmesi. *Gazi Üniv.Müh.Mim.Fak. Dergisi*.
- Trigger. (1950). *An analytical evaluation of metal-cutting temperatures*. New York: New York, N.Y. : ASME.
- Weiner, J. H. (1955). Shear-plane temperature distribution in orthogonal cutting. *Trans. ASME*,.

## ÖZGEÇMİŞ

Ozan ULAŞ, 21/09/1990'da Malatya'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Malatya'da tamamladı. 2007 yılında Malatya Lisesi'nden mezun oldu. 2009 yılında başladığı Fırat Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nü 2015 yılında bitirdi. 2016 yılında Sakarya Üniversitesi İmalat Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine başladı. 2015-2017 yılları arasında DETSA Trafo Şirketi'nde İmalat Mühendisi olarak çalıştı. Akabinde 2017 yılından beri ASAŞ Alüminyum firmasında Proses Geliştirme Mühendisi pozisyonunda görev yapmaktadır.