

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DEĞİŞKEN İLERLEMELİ TORNALAMADA TALAŞ
KIRILMASI VE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN
İNCELENMESİ**

Mak.Müh. Yalçın ÖZSOY

**F.B.E. Makina Mühendisliği Anabilim Dalı İmal Usulleri Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Prof.Dr. Erhan ALTAN

İSTANBUL, 2008

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DEĞİŞKEN İLERLEMELİ TORNALAMADA TALAŞ
KIRILMASI VE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN
İNCELENMESİ**

Mak.Müh. Yalçın ÖZSOY

**F.B.E. Makina Mühendisliği Anabilim Dalı İmal Usulleri Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Prof.Dr. Erhan ALTAN

İSTANBUL, 2008

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
ÖNSÖZ	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ	1
2. TALAŞ OLUŞUMU	3
2.1 Araştırmacılar Tarafından Ortaya Atılan Değişik Talaş Oluşum Modelleri	11
2.1.1 Katastrofi Teori Model Talaş Oluşumu	11
2.1.2 Talaş Kompresyon Teorisine Göre Talaş Oluşumu	12
2.2. Talaş Oluşumuna Etki Eden Faktörler	16
2.2.1 Takım Geometrisinin Talaş Oluşumu Üzerine Etkileri	17
2.2.2 Takım Malzemesinin Talaş Oluşumu Üzerine Etkileri	18
2.2.3 İş Parçası Malzemesinin Talaş Oluşumu Üzerine Etkileri	18
2.2.4 Talaş Kontrol Teçhizatının Talaş Oluşumu Üzerine Etkileri	19
2.2.5 Tezgah ve Donanım Özelliklerinin Talaş Oluşumu Üzerine Etkileri	20
2.2.6 Kesme Şartlarının Talaş Oluşumu Üzerine Etkileri	21
2.2.7 Kullanılan Soğutucuların Kesme Sıvılarının Talaş Oluşumu Üzerine Etkileri	21
3. TALAŞ TİPLERİNİN SINIFLANDIRILMASI	23
3.1. Talaş Tipleri	24
3.1.1 Kesintili Talaş Tipi	24
3.1.2 Yığma Ağzı Oluşumu Görülmeksizin Sürekli Talaş Tipi	26
3.1.3 Yığma Ağzı Oluşumu ile Sürekli Talaş Tipi	27
3.1.4 Parçalı (Kısmen Devamlı) Talaş Tipi	28
3.1.5 Tek Parça (Element) Talaş Tipi	29
3.1.6 Dalgalı Talaş Tipi	29
3.1.7 Katastrofi Kayma Model Talaş Tipi	30
3.1.8 Talaş Kaldırma Performansı Yönünden Talaş Tipleri	30
3.1.8.1 Kabul edilebilir Özellikte Talaş Tipleri	30
3.1.8.2 Kabul Edilemez Özellikte Talaş Tipleri	31

4.	TALAŞ KIRILMASI.....	32
4.1	Kesici Bir Takımın Talaş Kırma Kabiliyetinin Grafiks İfadesi.....	34
4.2	Talaş Kırılma Mekanizması.....	35
4.2.1	Değişik Kesme Bölgeleri İçin Talaş Kaldırma Mekanizmaları.....	36
5.	TORNALAMA.....	39
5.1	İşleme Parametreleri	40
5.1.1	Kesme Hızı	40
5.1.2	İlerleme Hızı	42
5.1.3	Talaş Derinliği	42
5.2	Takım Geometrisi	42
6.	İŞLENEBİLİRLİK	49
6.1	Alüminyum	50
6.1.1	Alüminyum Döküm Alaşımları	50
6.1.2	Alüminyum İşlem Alaşımları	51
6.2	Çelik.....	53
6.2.1	Karbon çelikleri / Alaşımsız Çelikler	53
6.2.2	Alaşımlı Çelikler.....	54
6.2.3	Paslanmaz Çelikler	55
7.	DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	56
7.1	Deney Malzemesi	56
7.2	Deneyde Kullanılan Kesici Uçlar	56
7.3	Deneyde Kullanılan Tezgah ve Cihazlar	58
7.4	Ön Deneyler.....	60
7.4.1	Alüminyum Malzeme İçin Yapılan Ön Deneyler.....	61
7.4.1.1	Kaba Tornalama	61
7.4.1.2	Hassas Tornalama.....	63
7.4.2	Çelik Malzeme İçin Yapılan Ön Deneyler	66
7.4.2.1	Kaba Tornalama	66
7.4.2.2	Hassas Tornalama.....	69
7.5	Değişken İlerlemeli Tornalamada Talaş Kırılmasına Ait Deneyler	71
7.5.1	AISI4140 Çelik Malzeme İçin Yapılan Deneyler	71
7.5.1.1	Kaba Tornalama	71
7.5.1.2	Hassas Tornalama.....	73
7.5.2	Al7175 Alüminyum Malzeme İçin Yapılan Deneyler.....	75
7.5.2.1	Kaba Tornalama	75
7.5.2.2	Hassas Tornalama.....	78
7.6	Genel Sonuçlar	81
7.6.1	Yüzey Pürüzlülük Değerlerine Göre Sonuçlar	81
7.6.2	Talaş Kırılmasına Göre Sonuçlar	82
7.6.3	Talaş Kırıcı Kesici Takım ile Yapılan Tornalama İşleminde Talaş Kırılması ve Yüzey Pürüzlülük Değerinin İncelenmesi	86

7.6.4	Kesici Takım Maliyetine Göre Sonuçlar	87
8.	SONUÇLAR.....	89
	KAYNAKLAR.....	95
	ÖZGEÇMİŞ.....	97

SİMGE LİSTESİ

f	İlerleme
V_c	Kesme hızı
a	Kesme derinliği
n	Devir sayısı
d	İşlenen parçanın çapı (mm)
V_f	İlerleme hızı
κ	Yaklaşma açısı
l_a	Talaş genişliği
h	Talaş kalınlığı
r_ϵ	Kesici uç yarıçapı
α	Boşluk açısı
γ	Talaş açısı
λ	Eğim açısı

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Plastik deformasyon bölgesi.....	4
Şekil 2.2 Piinspanen'in talaş oluşum modeli.....	5
Şekil 2.3 Kayma Düzlemi ve Talaş Oluşumu.....	6
Şekil 2.4 Akış Bölgesi.....	7
Şekil 2.5 Yığma Ağzı Oluşumu.....	8
Şekil 2.6 Talaş kırma alanı.....	10
Şekil 2.7 Farklı ilerlemeler / Talaş derinlikleri için talaş tipleri.....	10
Şekil 2.8 Klamecki'nin ortogonal kesme modeli.....	12
Şekil 2.9 Ortogonal kesme için basit, yukarı doğru talaş oluşumu.....	13
Şekil 2.10 Talaş kıvrımları ile gerilme dağılımları arasındaki ilişki.....	14
Şekil 2.11 Kesici takım talaş yüzeyi üzerindeki gerilim dağılımları.....	15
Şekil 2.12 Talaş açısının fonksiyonu olarak spesifik kesme kuvvetlerinin dağılımı.....	15
Şekil 2.13 Henriksen tarafından düzenlenmiş basamak tip bir talaş kırıcının şematik gösterimi.....	20
Şekil 2.14 Henriksen'in ortaya atmış olduğu talaş kırıcı dizaynına sahip kesici takım.....	20
Şekil 3.1 Kesintili talaş oluşumunun şematik gösterimi.....	25
Şekil 3.2 Field ve Merchant'ın kesintili talaş oluşumu için ortaya attıkları çevrim modelleri.....	25
Şekil 3.3 Kesintili talaş oluşumu esnasında kayma gerilmesindeki artışın şematik gösterimi.....	26
Şekil 3.4 Piinspanen'in talaş oluşumu için ortaya koyduğu ideal akış modeli.....	27
Şekil 3.5 Yığma ağzı ile beraber talaş oluşum modeli.....	28
Şekil 3.6 Talaşların geometrik özellikleri doğrultusunda sınıflandırılması.....	31
Şekil 4.1 Talaş kırılması için yöntemler.....	33
Şekil 4.2 Kesici bir takımın talaş kırma kabiliyetinin grafik olarak ifadesi.....	35
Şekil 4.3 Talaş kaldırma işlemlerinde ana kesme bölgeleri.....	36
Şekil 4.4 Talaş mekanizmasının sistematik gösterimi.....	37
Şekil 5.1 Tornalama işleminin gösterimi.....	39
Şekil 5.2 Kesme hızının ifadesi ve formül olarak gösterilmesi.....	41
Şekil 5.3 Kesme hızının farklı çaplardaki değişiminin gösterilmesi.....	41
Şekil 5.4 Uçlarda talaş yüzeyi.....	43
Şekil 5.5 Efektif talaş açısı.....	43
Şekil 5.6 Talaş ve eğim açıları.....	44
Şekil 5.7 60–90°'lik yanaşma açıları.....	44
Şekil 5.8 Pozitif ve negatif eğim açıları.....	45
Şekil 5.9 Uç açıları.....	46
Şekil 5.10 Uç yarıçapı.....	46
Şekil 5.11 Uç yarıçapının yüzey pürüzlülüğüne etkisi.....	47
Şekil 5.12 Kesici kenarın hazırlanması.....	48
Şekil 7.1 Deneylerde kullanılan Al7175 ve AISI4140 malzemenin geometrik özellikleri.....	56
Şekil 7.2 Sandvik DNMA kesici uç.....	57
Şekil 7.3 Kintek PDNMR 15-145 kater.....	58
Şekil 7.4 Okuma Macturn tornalama tezgahının genel görünümü.....	59
Şekil 7.5 Heinbuch marka içten sıkma aparatı.....	60
Şekil 7.6 Al7175 malzemede kaba talaş kaldırma işlemi ile elde edilen sürekli talaş.....	61
Şekil 7.7 Al7175 malzemede kaba talaş kaldırma işlemi ile elde edilen sürekli talaş.....	62
Şekil 7.8 Al7175 malzemenin kaba talaş kaldırılmasında kırılan talaşlar.....	63
Şekil 7.9 Al7175 malzemenin kaba talaş kaldırılmasında kırılan talaşlar.....	63

Şekil 7.10	Al7175 malzemende hassas tornalanma işlemi ile elde edilen sürekli talaş	64
Şekil 7.11	Al7175 malzemende hassas tornalanma işlemi ile elde edilen sürekli talaş	65
Şekil 7.12	Al7175 malzemenin hassas tornalanmasında kırılan talaşlar	65
Şekil 7.13	Al7175 malzemenin hassas tornalanmasında kırılan talaşlar	66
Şekil 7.14	AISI4140 malzemede kaba talaş kaldırma işlemi ile elde edilen sürekli talaş.....	67
Şekil 7.15	AISI4140 malzemede kaba talaş kaldırma işlemi ile elde edilen sürekli talaş.....	67
Şekil 7.16	AISI4140 malzemenin kaba tornalanmasında kırılan talaşlar	68
Şekil 7.17	AISI4140 malzemenin kaba tornalanmasında kırılan talaşlar	68
Şekil 7.18	AISI4140 malzemede kaba talaş kaldırma işlemi ile elde edilen sürekli talaş.....	69
Şekil 7.19	AISI4140 malzemede kaba talaş kaldırma işlemi ile elde edilen sürekli talaş.....	70
Şekil 7.20	AISI4140 malzemenin hassas tornalanmasında kırılan talaşlar	70
Şekil 7.21	AISI4140 malzemenin hassas tornalanmasında kırılan talaşlar	71
Şekil 7.22	AISI4140 kaba tornalama çevrimi ile elde edilen talaşlar	72
Şekil 7.23	AISI4140 kaba tornalama çevriminin grafik olarak gösterilmesi.....	73
Şekil 7.24	AISI4140 hassas tornalama çevrimi ile elde edilen talaşlar	74
Şekil 7.25	AISI4140 hassas tornalama çevriminin grafik olarak gösterilmesi	75
Şekil 7.26	Al7175 kaba tornalama çevrimi ile elde edilen talaşlar.....	76
Şekil 7.27	Al7175 kaba tornalama çevriminin grafik olarak gösterilmesi	77
Şekil 7.28	Al7175 kaba tornalama çevrimi ile elde edilen talaşlar.....	77
Şekil 7.29	Al7175 kaba tornalama çevriminin grafik olarak gösterilmesi	78
Şekil 7.30	Al7175 hassas tornalama çevrimi ile elde edilen talaşlar.....	79
Şekil 7.31	Al7175 hassas tornalama çevriminin grafik olarak gösterilmesi.....	80
Şekil 7.32	Sandvik DNMA 150608 kesici takım için a-s diyagramının gösterilmesi.....	86

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 Ortogonal kesme için basit, yukarı doğru talaş oluşumu	13
Çizelge 6.1 Alüminyum döküm alaşımları	51
Çizelge 6.2 Alüminyum işlem alaşımları	52
Çizelge 7.1 Sandvik DNMA tip kesici takıma ait geometrik özellikler	57
Çizelge 7.2 Al7175 alüminyum malzeme için ön deneylerde kullanılan talaş kaldırma parametrelerine göre elde edilen yüzey pürüzlülük değerlerinin gösterimi.....	81
Çizelge 7.3 AISI4140 çelik malzeme için ön deneylerde kullanılan talaş kaldırma parametrelerine göre elde edilen yüzey pürüzlülük değerlerinin gösterimi.....	82
Çizelge 7.4 Al7175 alüminyum malzeme için ön deney sonuçlarının gösterimi	83
Çizelge 7.5 AISI4140 çelik malzeme için ön deney sonuçlarının gösterimi	84
Çizelge 7.6 Al7175 alüminyum malzeme için talaş kırma çevrimleri ile elde edilen yüzey pürüzlülük sonuçları.....	85
Çizelge 7.7 AISI4140 çelik malzeme için talaş kırma çevrimleri ile elde edilen yüzey pürüzlülük sonuçları.....	85
Çizelge 7.8 Sandvik DNMG 150608 kesici takımın için gerçekleştirilen tornalama işlemlerinde kullanılan işleme parametrelerini ve yüzey pürüzlülük değerleri 87	
Çizelge 8.1 Al7175 alüminyum malzemede ana ve ön deneylerde kullanılan işleme parametrelerinin gösterilmesi.....	91
Çizelge 8.2 AISI4140 çelik malzemede ana ve ön deneylerde kullanılan işleme parametrelerinin gösterilmesi.....	92
Çizelge 8.3 Al7175 alüminyum malzeme için talaş kırıcısız ve talaş kırıcılı takımda kullanılan işleme parametrelerinin gösterilmesi	93
Çizelge 8.4 AISI4140 çelik malzeme için talaş kırıcısız ve talaş kırıcılı takımda kullanılan işleme parametrelerinin gösterilmesi	93

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın her adımında beni yönlendiren ve gelişimimi sağlayan ve çalışmamın verimli bir şekilde ilerlemesi için benden desteğini esirgemeyen değerli danışmanım Prof.Dr. Erhan ALTAN’a sonsuz teşekkürlerimi sunmak isterim.

Ayrıca yardımlarından dolayı aileme ve Ali Güler’e çok teşekkür ederim.

ÖZET

Modern talaşlı şekillendirme işlemlerinde, talaş kaldırma prosesi geçmişten günümüze karşılaşılan problemler ile araştırmacı ve uygulamacılar için büyük bir çalışma alanı olmuştur. İmalatı daha verimli hale getirebilecek daha hızlı işleme yöntemleri ile daha iyi bir üretim kalitesi yakalayabilmek için yapılan araştırmalar ile imalat teknolojisi gün geçtikçe gelişen bir hal almıştır.

Talaş kaldırma işleminin kalitesini belirleyen önemli faktörler deformasyon, sıcaklık, kuvvetler ve bunlara bağlı kalınarak işleme parametrelerinin belirlenmesidir. Tornalama işleminde, üretim kalitesini, verimliliği ve işlemin ekonomik olma durumunu doğrudan etkilediği için ‘değişken ilerleme’ uygun donanımın seçilmesinde ve işleme parametrelerinin belirlenmesinde önemli bir rol almaktadır.

Bu tezde, değişken ilerlemeli tornalama işleminde talaş kırılması ve yüzey pürüzlülüğünü incelenmiştir. Bu konuda, farklı kesme şartları kullanılarak deneyler yapılmıştır.

Konunun daha iyi anlaşılabilmesi için birinci bölümde; talaş kaldırma operasyonlarında karşılaşılan problemlerin karmaşıklıkları belirtilmiştir. İkinci bölümde; basit anlamda talaş oluşumu ve araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar açıklanmıştır. Üçüncü bölümde; araştırmacılar tarafından ortaya konulan talaş tipleri incelenmiştir. Dördüncü bölümde; talaş kırılması ve talaş kırma mekanizması incelenmiş, beşinci bölümde; tornalama işlemi, işlemi etkileyen faktörler açıklanmıştır. Altıncı bölümde; işlenebilirlik kavramı açıklanmış, yapılan deneysel çalışmalarda kullanılan alüminyum ve çelik iş parçası malzemelerin işlenebilirliği incelenmiştir. Yedinci bölümde; değişken ilerlemeli tornalama ile talaş kırılması ve yüzey pürüzlülüğünün incelenmesi için deneysel çalışmalar yapılmıştır. Sekizinci bölümde ise genel sonuçlar açıklanmıştır.

ABSTRACT

In modern manufacturing methods, machining, because of its having problems in a widespread area, has become a major study for researchers for along time. Researches, which have been done to be able to use manufacturing in a more efficient way and to find faster machining methods to get better quality, have been in a way improved day by day.

Factors which define the quality of machining processes are deformation, heat and forces, due to those factors detection of machining parameters are also important. Variable feed rate, which affects the quality of operations directly, is an important parameter defining machining efficiency and has a major role in selection of appropriate equipments.

In this thesis, chip breaking and surface roughness with a variable feed rate in turning operations is studied.

To be able to comprehend the topic, in the first chapter complexity and variability of problems which head away in machining are concerned. In the second chapter; chip formation and studies done by researches are defined in an easy way. In the third chapter, chips are written down by researches are concerned. In the fourth chapter, chip breaking and chip breaking mechanism are studied. In the fifth chapter; turning operation in general way is concerned. In the sixth chapter; machinability and machinability of materials which were used in experiments done for this thesis are studied. In the seventh chapter; experimental results are performed. As the last chapter of this thesis, in the eighth chapter; general conclusions are concerned.

1. GİRİŞ

Günümüzde teknolojik gelişmelerle birlikte rekabet ortamı içerisinde en kaliteli imalatı, en ucuza ve en kısa sürede oluşturmak gerekmektedir. Bu nedenle imalat hızları artmakta, işleme teknolojileri gelişmektedir. Otomotiv endüstrisinden havacılık sanayine, cerrahi malzemelerden iletişim teknolojilerine kadar her alanda karşımıza çıkan çeşitli cihaz ve makine parçalarının imali için farklı üretim yöntemleri geliştirilmektedir.

Talaşlı şekillendirme, endüstride yaygın şekilde uygulama alanı bulan imalat yöntemlerindendir. Endüstriyel alanda, talaşlı şekillendirme ile imalat, tüm imalat yöntemleri göz önüne alındığında bu yöntemlerin hemen hemen %70'ini oluşturmaktadır.

Talaşlı imalat işlemin amacı metali belirli bir şekil ve boyuta getirmekse de bu işlemin uygun talaş oluşumu ile yapılması zorunludur. Modern talaşlı imalat işlemlerinde yapılan işlem ve kaldırılan talaş hacmi ne olursa olsun kontrollü bir talaş oluşumu şarttır.

Metal malzemelerin talaş kaldırma yöntemi ile şekillendirilmesi esnasında karmaşıklıkları ve çeşitlilikleri ile yüz yıla yakın bir süredir araştırmacı ve teorisyenlerin çalışmalarına konu olmuş birçok problem ile karşılaşilmektedir. Bu problemlerin en önemli özelliği gelişen işleme teknolojilerine bağlı olarak değişim göstermeleridir. Örneğin Taylor'un çalışmaları ile metal işleme literatüründe yer alan takım ömrü, işlenebilirlik, kesme şartları, kesme sıvıları gibi problemlere günümüzde yüksek talaş oluşum oranları, talaş kontrolü, kabul edilebilir özellikte talaş eldesi ve talaş kırılması gibi talaş kaldırma prosesinin verimliliği üzerine doğrudan etkili olan faktörler eklenmiştir.

Ana metal malzemedan, şekillendirme esnasında ayrılmış "Talaş" ismi verilen artık metal parçalarının en güvenilir ve en uygun biçimde ortamdan uzaklaştırılabilmesi, gerek konvansiyonel gerekse ileri işleme tekniklerinin önemli problemlerinden birisidir. Herhangi bir konvansiyonel talaş kaldırma yöntemi ile gerçekleştirilen operasyonlarda, operasyonu aksatan ve prosesin verimliliğini düşüren bu problem, ileri işleme metotları göz önüne alındığında prosesin ekonomikliğini de olumsuz şekilde etkilemektedir.

Talaş kaldırma işleminin anlaşılabilmesi değişik tipteki metallerin talaşa dönüşmeleri esnasındaki davranışlarının anlaşılmasına bağlıdır. Bu işlemin bir kısmı talaş kaldırma işleminin

kalitesini etkileyen en belli başlı faktörler olan deformasyon, sıcaklık, kuvvetler ve bunlara bağlı kalınarak işleme parametrelerinin belirlenmesidir.

Bir işleme parametresi olarak ‘değişken ilerleme’, tornalama işleminde üretim kalitesini, verimliliği ve işlemin ekonomik olma durumunu doğrudan etkilediği için bu çalışmanın en önemli noktası olarak ele alınacaktır.

Bu alanda yüksek verimli ve ekonomik bir talaş kaldırma işleminin gerçekleştirilebilmesi; talaş oluşumu, talaş kontrolü, talaş kırılması, işleme yöntemi ve işleme parametrelerinin tam ve doğru olarak anlaşılmasıyla mümkündür.

2. TALAŞ OLUŞUMU

Talaş kaldırma işlemi, iş parçası malzemesinden bir parçanın veya parçacıkların koparak ayrılması şeklinde tanımlanabilir. Fakat metallerin işlenmesi açısından göz önüne alınırsa talaş kaldırma işlemi; elastik ve plastik şekil değişimine dayanan, sürtünme, ısı oluşumu, talaşın deformasyonu, kırılması, işlenen parçanın yüzeyinin sertleşmesi ve kesici takım aşınmasını kapsayan, takım performansı üzerine önemli etkileri olan karmaşık bir işlemdir (Karahasan,1995).

Talaş kaldırma işleminin amacı bir metalden bir parçanın koparak ayrılması olayı olduğundan, öncelikle bir çatlağın oluşması ve bunun büyüyüp ilerlemesi olarak düşünülebilir. Yapılan ilk çalışmalar sonucunda böyle olduğu zannedilmiş fakat daha sonra bunun bir çatlak oluşumu olup olmadığı hakkında şüpheye düşülmüştür.

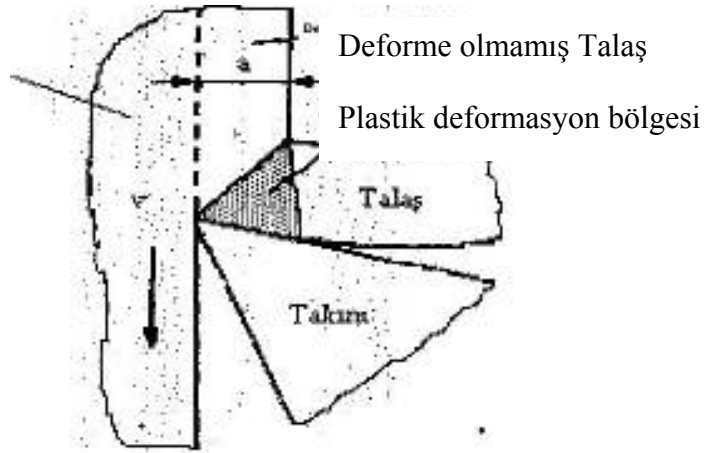
Mattock ve Reuleaux, talaş oluşumunun ilk mikro fotoğraflarını çekmişler, bu durumun bir çatlak oluşumuna dayandığı fikrini ortaya atmışlardır. Kick ise bu görüşe karşı çıkarak talaş kaldırmanın plastik akış temeline dayandığını ortaya atmıştır. Gelişen mikro fotoğraf teknikleri yardımı ile Kick'in ortaya attığı fikri desteleyen bir şekilde talaş kaldırmanın plastik bir akış esasına dayandığı anlaşılmıştır (Karahasan,1995).

Bir kesici takım yardımı ile talaş kaldırma işlemi gerçekleştirilirken deforme olmamış talaş bölgesi, önce elastik daha sonra plastik deformasyona uğrar. Plastik deformasyon sonucunda, kesici takım önünde ana metal malzemeden talaş şeklinde ayrılmalara görülür. Bunun yanı sıra görülen deformasyon dağılımının tek bir noktada yoğunlaştığı veya düzgün bir hat şeklinde olduğunu söylemek mümkün değildir. Talaş kaldırma, şartlarına göre değişmekle birlikte genellikle metal malzemelerin talaş kaldırılmasında Şekil 2.1'de görüldüğü gibi iş parçası malzemesi ve kesici takım ile sınırlandırılmış bir plastik deformasyon bölgesi görülür (Kıyak, 2000).

Shaw (1991), sürekli talaş oluşurken bir takımın ucunda oluşan çatlakların varlığı ile ilgili çalışmalar gerçekleştirmiştir. Araştırmalarında, çok keskin bir takım kullanıldığında göz ile fark edilemeyecek kadar küçük mikro çatlakların oluştuğu görülmüştür. Homojen olmayan bir sünek malzeme, kesme işlemi tamamlandıktan sonra mikroskop altında incelendiğinde nadiren meydana gelen çatlak, takımın önünde kısa bir mesafede ilerler. Takım önündeki çatlakların oluşumunun gözlenebilmesi takım ucundaki yarıçap arttıkça artar. Sürekli talaş üretildiğinde

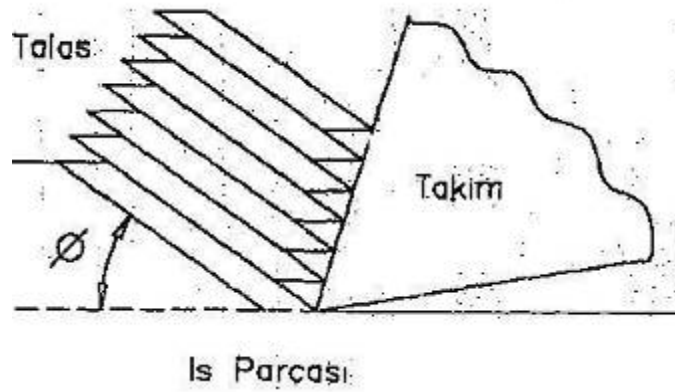
keskin bir kesici takımın ucundaki çatlakların varlığı, yeni oluşan yüzeyin üzerinde etkilidir (Selvi, 1997).

Sünek malzemelerin işlenmesi sırasında oluşan plastik deformasyon bölgesi kesici ucun ön tarafındadır. Deformasyon sonucu oluşan talaş kalınlığı genellikle deforme olmamış talaş bölgesi kalınlığından daha fazladır. Talaş kaldırma sırasında oluşan deformasyonun kesici takım ön tarafına doğru ilerlemesine bağlı olarak talaş ve iş parçası arasında 'kayma bölgesi' veya "birincil deformasyon bölgesi" adı verilen özel bir kayma alanı oluşur.



Şekil 2.1 Plastik deformasyon bölgesi (Kıyak, 2000)

Kayma düzleminde görülen deformasyonlar kesici takımın ön tarafına doğru artış göstererek dağılır ve takımın ön tarafında maksimum değerine ulaşır. Böylesine yoğun bir deformasyon oluşumu görülen kayma bölgesi genişliği aksine çok küçüktür. Bu şartlar altında meydana gelen deformasyon "bölgesel bir kayma" karakterine sahiptir. Bu bölgesel kayma, Piispanen tarafından Şekil 2.2'de görüldüğü gibi modellenmiştir (Kıyak, 2000).



Şekil 2.2 Piinspanen'in talaş oluşum modeli (Kıyak, 2000)

Bu açıklamalardan talaş oluşumu; kesmeye uğramış tabakaların birbiri üzerinden akması sonucu gerçekleşen bir kayma hareketi olarak tanımlanabilir.

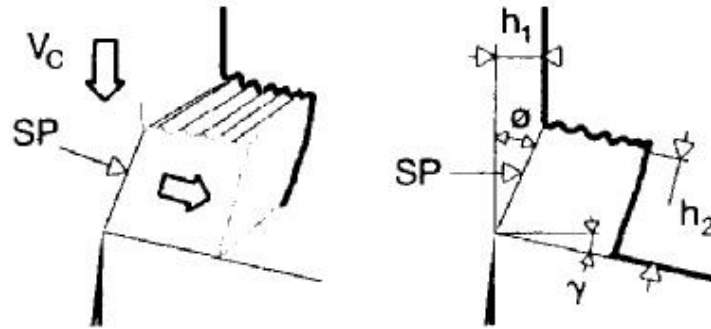
Metallerin talaş kaldırma ile işlenmesi esnasında talaş oluşumu ile ilgili sistematik çalışmaların ortaya konulduğu günden bugüne araştırmacılar, talaş oluşum prosesi üzerine çalışmalar yapmışlar, çeşitli etkenlerin talaş oluşumu üzerinde etkilerini çeşitli yönlerden ortaya koymuşlardır. Bu konuda varılan en önemli ortak sonuç; talaş oluşumunun, birbiriyle etkileşim içinde bulunan bir faktörler bütününe yönlendirmeleri doğrultusunda gerçekleşen bir işlem olduğudur (Kıyak, 2000).

Nakayama ve Pekelharing talaş oluşumu üzerine yapmış oldukları çalışmalarda işleme etki eden faktörleri ve etki derecelerini ortaya koymaya çalışmışlardır. Bu çalışmalar sonucunda belirlenen talaş oluşumuna etki eden önemli etkenler şu şekilde verilmektedir;

- Takım geometrisi; talaş açısı, yerleştirme açısı, takım uç yarıçapı, eğim açısı
- Takım malzemesi; aşınma, takım yüzeyinde sürtünme şartları
- İş parçası malzemesi; kimyasal bileşim, mekanik özellikler
- Talaş kontrol sistemi; talaş tipi, talaş kırıcı uzaklığı, talaş kırıcı yüksekliği, talaş kırıcı açısı, talaş kırıcı tipi, talaş kırıcının kama açısı
- Tezgah ve donanım; statik ve dinamik özellikleri
- Kesme şartları; ilerleme, kesme derinliği, kesme hızı
- Kesme sıvıları

Talaş oluşumu ilk kıvrılma ile başlar ve kesme verileri (özellikle ilerleme ve talaş derinliği), talaş açısı, iş parçası malzemesinin tipi ve koşulları, uç yarıçapı büyüklüğü gibi faktörlerden etkilenir. Bir takımın kesici kenar ile bir metalden talaş kaldırma işleminde, kesici takım iş parçası malzemesinin bir bölümü deforme eder ve talaşı ayırır. Talaş olarak ayrılacak malzeme tabakası üzerindeki gerilmeler bu tabaka kesici kenara yaklaştıkça artar. Bu artan gerilmeler malzeme akma sınırına ulaştığı anda metal içerisinde elastik ve plastik deformasyonlar meydana gelir. Oluşan talaşlar iş parçası malzemesine bağlı olarak farklılık gösterir.

Deforme olmuş ya da olmamış metali birbirinden ayıran, talaş ile iş parçası arasındaki sınır hat kayma düzlemi olarak tanımlanır. Bu düzlem iş parçası ile kayma açısı (Φ) olarak adlandırılan bir açı yapar. Bu düzlemin sağındaki kısım h_2 kalınlığındaki deforme olmuş talaş, solundaki kısım ise h_1 kalınlığındaki deforme olmamış talaştır. Talaş oluşumu deforme olmamış talaş kalınlığına, talaş yüzeyi ile iş parçası yüzeyinin normali arasında kalan talaş açısına (γ) ve iş parçası malzemesinin mekanik özelliklerine bağlıdır. Bu faktörler aynı zamanda kayma açısını ve talaş kaldırma işleminde ortaya çıkan kesme kuvvetlerini etkiler, işleme parametrelerini belirler (Şekil 2.3). Ana kesme işlemi kayma düzleminde meydana gelmekte ve önemli ölçüde deforme olmuş ve deforme olmamış talaş kalınlıklarının bir oranı olan kesme oranınca belirlenmektedir.

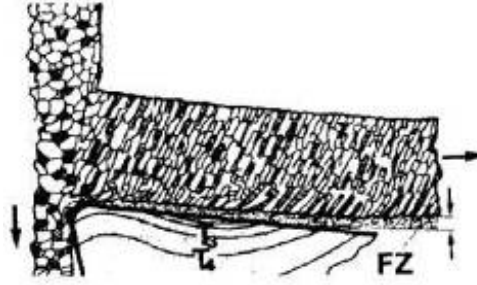


Şekil 2.3 Kayma düzlemi ve talaş oluşumu (Çakır, 2000)

Metal malzemenin çok yüksek bir basınçla ve yüksek bir sıcaklıkta zorlanması nedeniyle sürtünme de işlemin bir parçası haline gelir. Bu alanda yapılan bazı araştırmacıların çalışmalarına göre takım ve talaş yüzeyi temas ettiğinde metalin kayması durmaktadır; iki yüzeyde hareket

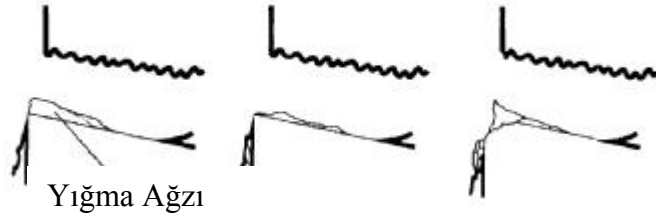
durmakta, ara kesitte bir akış bölgesi oluşmaktadır. Bu teori talaş kaldırma işlemlerinin birçoğuna uygulansa da bazı durumlarda kayma etkisi görülmez.

Akış bölgesi, talaş ile takım arasındaki hareketin devamı halinde oluşan bölgedir. Ara bölgelerde takımın hızı sıfırdan, talaş takımdan uzaklaştıkça yüksek değerlere ulaşır. Hız yüksek değerlere ulaştıkça bu bölgede daha fazla ısı oluşur. Talaşın hareketinin kesme verilerine olduğu kadar önemli ölçüde iş parçası malzemesine de bağlı olduğu anlaşılmaktadır. Akış bölgesi, yüksek sıcaklıkların söz konusu olduğu, erimiş metalin bulunduğu bir bölge olarak tanımlanır. Talaş kaldırma işleminde kaymanın oluşacağı gerilme seviyeleri malzeme tiplerine bağlı olarak farklılık gösterir. İnce bir tabaka olan akış bölgesi talaşlı imalatta önemli bir rol oynar (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 Akış bölgesi (Çakır, 2000)

Belirli koşullarda ve malzemelerde akış bölgesindeki malzeme tabakalar halinde birbirine üzerine birikir, takım yüzeyinde katılaşır. Bundan dolayı katılaşan malzemeler ile birlikte basıncın etkisiyle yığılma ağız oluşur. Metal yüksek basıncın etkisiyle sürekli olarak takım yüzeyine kaynak olur. Yığılma ağız oluşumunda kaynak olan parçalar sistemin talaş açısını değiştirir. Belirli bir süre sonra ise yığılma oluşan kenar kararsız bir hal alır ve kırılır. Bu durum işlemin çeşitli safhalarında farklı şekillerde ortaya çıkabilen ve işleme negatif etkisi olan bir durumun ortaya çıkmasına neden olur. Bu oluşum, işleme koşullarının değiştirilmesi ile düzeltilebilir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 Yığma ağzı oluşumu (Çakır, 2000)

Yığma ağzı oluşumunun söz konusu olduğu belirli bir sıcaklık-kesme aralığı vardır. Yüksek kesme hızları kullanıldığında oluşan tabaka yumuşar ve bu tabaka akış bölgesinin yerini alır. Bazı durumlarda kesici kenar görevi görece kadar da sert olan yığma ağız, kırıldığı zaman kesici kenarın bir kısmını da beraberinde kırar. Yığma ağzının formu özellikle talaş açısını ve talaş kalınlığını etkiler. Yığma ağzın formu kesici kenarın daha fazla yuvarlatılması ile artar. Daha büyük pozitif talaş açılarıyla azalır. Yığma ağzın mukavemeti sıcaklık arttıkça düşer.

Belirli bir uzunluğa kadar dairesel şekilli veya helisel talaşlar en uygun talaş kesitleridir ve ancak çok iyi tasarlanmış bir kesici geometrisi ya da işleme parametreleri ile elde edilirler. Daha büyük ilerleme değerlerinde daha büyük pozitif talaş açıları talaşın kıvrıldığı anda sıkışmamasını sağlamaları açısından avantajlıdır.

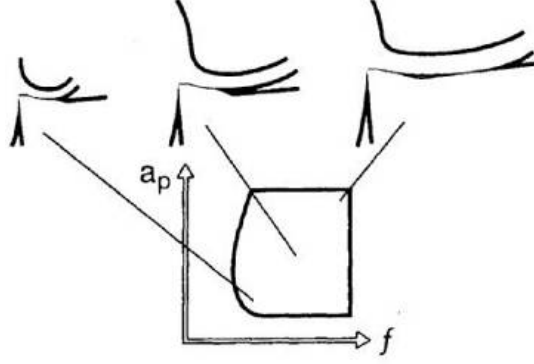
Her bir kesici uç belirli bir ilerleme-talaş derinliği aralığında ve belirli malzeme tipleri için arzu edilen talaş oluşumunu sağlayacak şekilde tasarlanır. Modern talaşlı imalatın çeşitli alanlarında talaş oluşumunun kontrolü şarttır. Birçok kesici uç iyi bir talaş oluşumu ve pozitif talaş kaldırma koşullarını sağlamak amacıyla katede oluşturulmuş negatif bir eğim ve pozitif talaş açısına sahiptir. Kesici kenarı güçlendirmek amacı ile kesici takım geometrisi üzerinde değişen uzunluklarda negatif yüzeyler oluşturulmuştur. Birçok durumda küçük talaş derinlikleri için işleme katılan sadece uç yarıçapıdır. Sadece uç yarıçapının işleme katılması halinde dairesel kesitli bir talaş oluşur ve talaşın ana kesici kenara göre küçük bir açı yapacak şekilde akışı sağlanır.

Talaş kontrolü özellikle tornalama ve delme işlemlerinde en önemli faktörlerden biridir. Delme ve delik işlemede işlenen delik içerisindeki hacmin sınırlı olması nedeniyle talaş kontrolü son derece önemlidir. Bunun yanı sıra modern delik delme işlemlerinde talaşların kesme bölgesinden herhangi bir probleme neden olmaksızın uzaklaştırılabilmesi için belirli uzunlukta olmaları gerekir. En ufak bir sıkışma takımın kırılmasına yol açar.

İş parçası malzemesinin tipi, mukavemeti, sertliği, yapısı, iş parçasının şekli ve boyutları talaş oluşumunu etkiler. Kesme verilerinin özellikle ilerleme ve talaş derinliğinin talaşın boyutları ve şekli üzerine doğrudan etkisi vardır. Soğutma sıvısı ve takım geometrisi de talaş oluşumunu etkiler. Yerleştirme açısının talaşın uzunluğu, genişliği ve akış yönü üzerindeki etkisi büyüktür. Kesici takım uç yarıçapının talaş üzerindeki etkisi talaş derinliğine bağlıdır. Bunların yanı sıra talaş yüzeyi üzerindeki kesme geometrisinin talaş oluşumunu önemli ölçüde etkilediği gözlenmiştir. Bu yüzeyin uygun tasarımı sayesinde kesici kenarın talaş kontrolü sağlanır. Talaş açısı ve oluşturulan negatif yüzeylerin uzunluğu tasarım sırasında ilk ele alınacak unsurlardır. Bu unsurlar işleme esnasında oluşan talaşın deformasyon miktarı ve eğriliği üzerinde etkide bulunurlar.

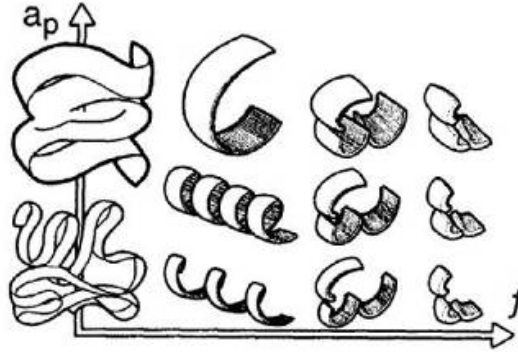
Talaş oluşumunu belirleyen pah, talaş açısı ve talaş kırıncının çeşitli kombinasyonları ile çok değişik kesici kenar tasarımları gerçekleştirilebilir. Ancak bu tasarımların geniş uygulama alanlarında uygun talaş oluşumuna, özellikle temas alanı boyunca optimize edilmiş bir talaş kaldırma işlemine olanak sağlamaları gerekir. İşleme esnasında ortaya çıkan kuvvetler ve basınçlar kesici kenar geometrisinden etkilenirler. Pratikte kesici kenar geometrisinin performans, takım ömrü, güvenilirlik, güç gereksinimi ve talaşın şekli üzerinde büyük etkisi vardır. Kesici ucun üst yüzeyinde bulunan açılar, düzlem yüzeylerin ve uç yarıçaplarının geometrik kombinasyonu bazı durumlarda son derece karmaşıktır. Bilgisayar destekli tasarım ve modern presleme teknikleri sayesinde talaşın oluşumu, yönlendirilmesi, kontrolü ve kırılması işlemlerini efektif bir şekilde gerçekleştirecek ve kesici kenar için uygun çalışma koşulları sağlayacak kesici uçların üretimi mümkün olmaktadır.

Talaş kırıncının tasarımı kesici kenarın değişik ilerleme ve talaş derinliklerinde talaş oluşturma kabiliyetini belirler. Bazı tasarımlar kesici kenarı küçük ilerlemeler ve talaş derinliklerinin söz konusu olduğu küçük bir çalışma alanı ile sınırlarken, bazıları talaş kırma işleminin uç kısımda ve tüm talaş yüzeyi boyunca gerçekleştirildiği daha büyük uygulama alanlarını içerirler (Şekil 2.6). En küçük talaş derinliklerinde talaşı köşe yarıçapı üzerindeki bir talaş kırıcı oluştururken ilerlemenin artırılması ile ana kesici kenar da talaş kaldırma işlemine katılır.



Şekil 2.6 Talaş kırma alanı (Çakır, 2000)

Bu yol ile kesici uç için uygun talaş oluşumunu sağlayan kesme verilerini içeren bir çalışma alanı belirlenir. Bu alanın dışındaki talaşlar genellikle uzun şeritler veya aşırı sıkıştırılmış, kalın talaşlardır (Şekil 2.7).



Şekil 2.7 Farklı ilerlemeler / Talaş derinlikleri için talaş tipleri (Çakır, 2000)

Uç yarıçapı üzerindeki geometri, farklı iş parçası malzemeleri ve farklı ilerlemelerde talaş kaldırma işlemi üzerinde farklı etkilerde bulunur. Belirli takım malzemeleri için hazırlanmış, işlem için uygun ilerleme, kesme hızı ve talaş derinliği değerlerini içeren talaş kırma diyagramları kesici uç uygulamalarının temel taşıdır.

Gerçekleştirilen farklı işlemlerin her biri için optimum bir geometri mevcuttur. Takım geometrisi/takım malzemesi kombinasyonunun doğru kurulması başarılı bir talaş kaldırma işlemi için son derece önemlidir. Takım geometrisi tok ancak yüksek aşınma direncine sahip bir

takım malzemesinin kullanımına olanak sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Doğru işlem için doğru takımın kullanılması şarttır.

2.1. Araştırmacılar Tarafından Ortaya Atılan Değişik Talaş Oluşum Modelleri

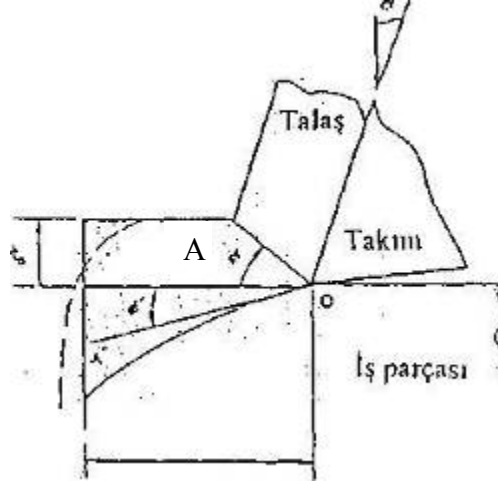
2.1. 1. Katastrofi Teori Model Talaş Oluşumu

Katastrofi teori model talaş oluşumu; B.E. Klamecki tarafından 1985 yılında gerçekleştirilmiş araştırmalar sonucunda ortaya atılmıştır. B.E Klamecki'nin talaş oluşum prosesine yaklaşımı ve ortaya koyduğu modelin özellikleri şu şekilde açıklanabilir; metallerin talaş kaldırma yolu ile şekillendirilmesi esnasında talaş içinde düzensiz bir deformasyon dağılımı olduğu bilinmektedir. Bu deformasyon düzensizlikleri ile beraber kesme işlemi büyük gerilim değerlerinin ortaya çıkmasına neden olur. Çok yüksek değerlere ulaşan gerilim değerleri ise sabit bir deformasyon bölgesi oluşumuna imkan tanımaz. Bu nedenle talaş oluşum prosesinin çok iyi anlaşılabilmesi için malzemelerin uç noktadaki deformasyon özellikleri çok iyi bilinmelidir (Karahasan, 1997).

Talaş oluşumu esnasında ortaya çıkan deformasyon değişimlerinin incelenmesinin bir diğer nedeni de; talaş kaldırma işleminde optimum kontrolün sağlanabilmesidir.

Talaş oluşumunda meydana gelen değişimlerin nedeni; oluşan deformasyonların birbirine olan etkilerine bağlanmaktadır. Von Turkovich, kesme esnasında görülen deformasyonların değişkenliğini, gerilim sertleşmelerin veya ısı dayanım düşüklüğünün bir sonucu olarak ifade etmiştir.

Klamecki (1985) "Minimum enerji" teoremini geliştirmiştir. Bu teoreme göre; talaş oluşum mekanizmasının iş parçası malzemesine bağlı değişkenlerin etkisi altında olduğunu belirtilmiştir. Klamecki problemi açıklığa kavuşturabilmek için Şekil 2.8'de görülen ortogonal kesme modelini göz önünde bulundurmıştır (Karahasan, 1997).



Şekil 2.8 Klamecki'nin ortogonal kesme modeli (Karahasan, 1997)

Yukarıdaki şekil dikkatle incelenecek olursa, takım, iş parçası sonuna doğru yaklaşırken oluşan diğer bir serbest yüzey rahatlıkla görülebilir. Bu esnada kayma ise; OA doğrusunun uç noktasına, yani kesme ucunun solundan uzağa (OA) yönelmektedir.

Bu açıklamalar sonunda talaş oluşumunun; kayma açısının minimum enerji ve deformasyon değişimleri ile ilişkili olduğu anlaşılmaktadır. Eğer kayma düzlemi boyunca etkin kuvvet (F), (d₁) uzaklığı kadar yer değiştirir ise ortaya çıkan enerji değişimi aşağıdaki gibidir;

$$E = Fd_1 = \tau A d_1$$

Burada ; τ = İş parçası kayma direnci

A = Kayma bölgesi alanıdır

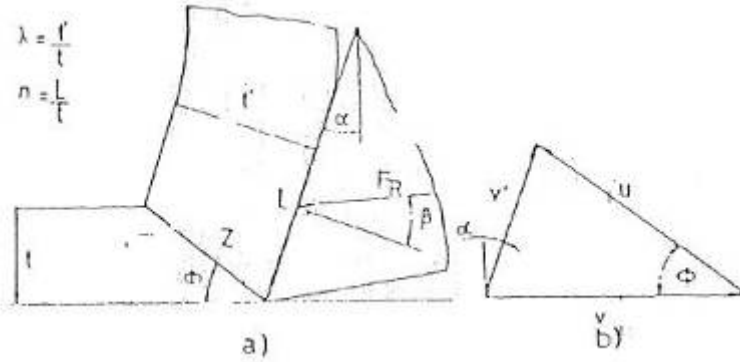
2.1.2. Talaş Kompresyon Teorisine Göre Talaş Oluşumu

“Basit kayma bölgesi” teoremi baz alınarak geliştirilen "Talaş Kompresyon" teoremi ve buna bağlı talaş oluşum mekanizması L.De Chiffre tarafından gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda 1985 yılında ortaya konmuştur. L.De Chiffre'in kayma bölgesi ile talaş kompresyonu arasında ilişkiler kuran, yer yer iki kavramı karşılaştıran talaş oluşum modelinin özellikleri şu şekilde açıklanabilir; günümüze değin sürdürülen "Talaş Kaldırma" işlemleri ile ilgili çalışmalar sonucunda ilk adım olarak Çizelge (2. 1)'de görülen kayma açısı bağıntılarına ulaşılmıştır. Tablo 2.1 incelenecek olursa kayma açısı bağıntılarının benzer oldukları açıkça görülmektedir. Bu

durumda "Talaş kompresyon bağıntılarının" kayma açısı bağıntıları yerine kullanılmasının büyük faydaları vardır. Talaş kompresyon/temas uzunluğu değerlerinin dikkate alınması ile değişik talaş oluşum mekanizmaları çok daha iyi bir şekilde açıklanabilmektedir. Ayrıca sınırlı temas prensibi ile çalışan takımlar ve sınırlı temas uzunluğu için yağlamanın talaş oluşumuna etkileri daha kolay belirlenebilmektedir. Talaş kompresyon ve temas uzunluğu faktörlerinin sağladığı en önemli avantajlardan biri de elde edilen basitlik ve açıklıktır. Bu sayede Şekil 2.9'da görülen talaş oluşum modeli matematiksel bir çözüme ulaştırılabilmektedir (Karahasan, 1997).

Çizelge 2.1 Ortogonal kesme için basit, yukarı doğru talaş oluşumu (Karahasan, 1997)

(1) $\phi = \frac{\pi}{4} - \frac{1}{2}(\beta - \alpha)$	(4) $m \sin^2 \phi = \frac{r}{x} \cdot \cos \alpha \cos(2\phi - \alpha)$
(2) $\phi = \frac{\pi}{4} - (\beta - \alpha)$	(5) $\lambda = \sqrt{1 + n \cos \alpha}$
(3) $\cot \phi = \frac{1 - \sin \alpha}{\cos \alpha} + K \frac{\Lambda}{\Lambda' \cos \alpha}$	(6) $\lambda = 1 + K_n$



Şekil 2.9 Ortogonal kesme için basit, yukarı doğru talaş oluşumu (Karahasan, 1997)

Yukarıdaki şekilde talaşın basit yukarı hareketi için; rijit-plastik bir iş parçası malzemesi ve talaş yüzeyi üzerinde görülen sürtünme şartları göz önünde bulundurulmaktadır.

Basit modellerin oluşturulmasında pek dikkate alınmayan fakat önemi hiç bir zaman göz ardı edilemeyen bir diğer faktör ise "Talaş eğrisi"(kıvrımı)'dır. Basit modeller göz önüne

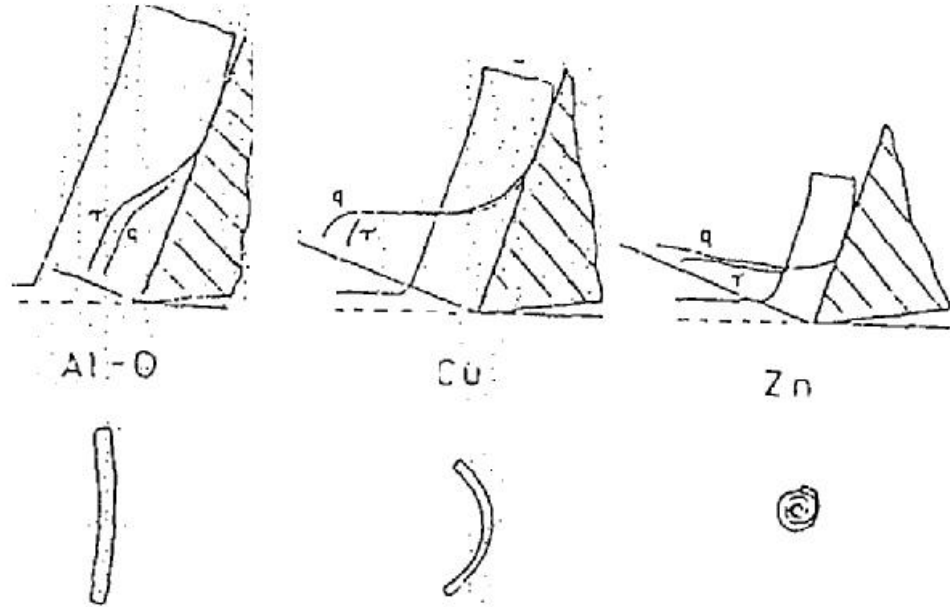
alındığında bile talaş yüzeyi üzerinde oluşan gerilme dağılımlarının düzenliliğinden bahsedilememektedir. Buna rağmen talaş kıvrımı ve takım talaş yüzeyi üzerindeki gerilim doğrularının etkileşim içinde olduğu ve basit modellerin oluşturulabilmesi için göz önünde bulundurulmaları gerekmektedir.

Talaş kıvrımı ve gerilme dağılımlarının proses üzerine etkileri şu şekilde sıralanabilir:

1- Tavlanmış malzemelere göre diğer malzemelerden elde edilen talaş kıvrımları daha sık bir geometriye sahiptir.

2- Deforme olmamış talaş kalınlığı değeri arttığında, talaş eğrisi düşme gösterecektir.

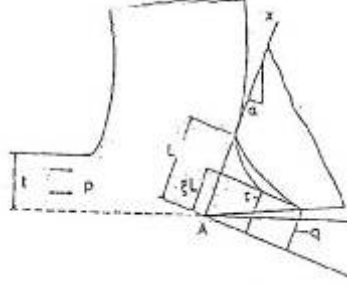
3- Şekil 2.10 göz önüne alınacak olursa; düzgün sürtünme gerilmeleri düz talaş oluşumuna neden olurken, daha dik gerilim dağılımları kıvrılmış talaş oluşumuna neden olmaktadır.



Şekil 2.10 Talaş kıvrımları ile gerilme dağılımları arasındaki ilişki (Karahasan, 1997)

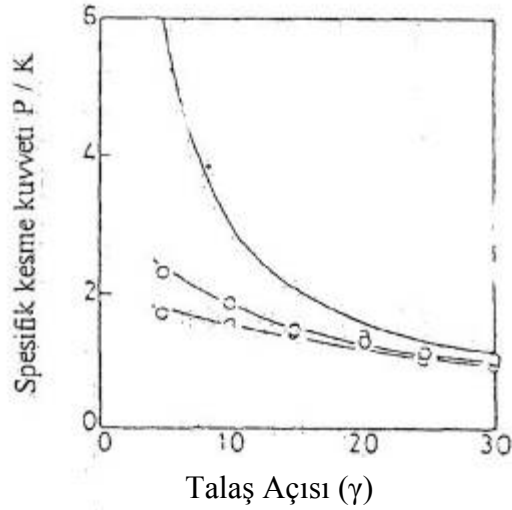
Ayrıca sınırlı kesme prensibi ile çalışan takımlar kullanıldığında takım yüzeyinde görülen düzgün gerilim dağılımları sonucunda düz geometrili talaş oluşumu görülmektedir. Kesme sıvıları kullanıldığında ise gerilim dağılımları daha dik bir konumda olacağı için kıvrılmış

geometride talaş oluşumu gerçekleşecektir. Şekil 2.11’de kesici takım talaş yüzeyi üzerindeki gerilim dağılımları görülmektedir.



Şekil 2.11 Kesici takım talaş yüzeyi üzerindeki gerilim dağılımları (Karahasan, 1997)

Sonuç olarak ‘değişik özellik gösteren gerilim dağılımları, farklı talaş açısı değerlerinin fonksiyonudur’ teorisi ortaya atılabilir (De Chiffre-1985). Şekil 2.12’de gerilim dağılımlarının talaş açısına (γ) bağlı ve iş parçası malzemesi ile ilişkili olduğu kabulüne göre belirlenen spesifik kesme kuvvetleri dağılımı görülmektedir.



Şekil 2.12 Talaş açısının fonksiyonu olarak spesifik kesme kuvvetlerinin dağılımı (Karahasan, 1997)

2.2. Talaş Oluşumuna Etki Eden Faktörler

Metallerin kesme yolu ile işlenmesi esnasında talaş oluşumu ile ilgili ilk sistematik çalışmaların ortaya konduğu günden bu güne hemen hemen bütün araştırmacılar talaş oluşum prosesi üzerine çalışmalar yapmışlar, çeşitli etmenlerin talaş oluşumu üzerine etkilerini çeşitli yönlerden ortaya koymuşlardır. Bu konuda araştırma yapan bilim adamlarının vardığı en önemli ortak sonuç; talaş oluşumunun birbiri ile etkileşim içinde bulunan bir faktörler bütünüdür. Nakayama ve B.J.Pekelharing talaş oluşumu üzerine yapmış oldukları çalışmaları sonucunda prosese etki eden faktörleri ve etki derecelerini ortaya koymaya çalışmışlardır. Bu çalışmalar sonucunda belirlenen önemli talaş oluşumu faktörleri şu şekilde sıralanabilir (Karahasan, 1997).

1- Takım Geometrisi

- a. Talaş açısı
- b. Uç açısı
- c. Uç yarıçapı
- d. Kesici uç eğrisi

2- Takım malzemesi

- a. Aşınma
- b. Takım yüzeyi aşınma şartları

3- İş parçası malzemesi

- a. Kimyasal bileşim
- b. Mekanik özellikler

4- Talaş kontrol teçhizatı

- a. Talaş şekillendirici uzaklığı
- b. Talaş şekillendirici yüksekliği
- c. Talaş şekillendirici açısı
- d. Talaş şekillendirici tipi
- e. Kama açısı

5 -Tezgah ve donanım

- a. Statik ve dinamik özellikler

6 –Kesme şartları

- a. İlerleme
- b. Kesme derinliği
- c. Kesme hızı

7 -Soğutucu

- a. Emülsiyon sıvıları
- b. Kesme yağları

Talaş oluşum prosesi üzerine önemli etkileri bulunan yukarıdaki faktörlerin incelenmesi ve tam anlamıyla açıklığa kavuşturulması prosesin daha iyi anlaşılabilmesine, dolayısıyla çok daha iyi bir talaş kontrolüne ve optimum talaş kırma şartlarına ulaşmaya imkan tanınması bakımından önemlidir. Bu nedenle yukarıdaki faktörlerin ve prosese etkilerinin açıklanması talaş kaldırma operasyonlarının verimlilik ve ekonomikliği açısından büyük yarar sağlayacaktır.

2.2.1. Takım Geometrisinin Talaş Oluşumu Üzerine Etkileri

Talaş kaldırma operasyonlarının en önemli elemanı takımdır. Bu nedenle takım geometrisini belirleyen talaş açısı, uç açısı, uç yarıçapı ve kesici uç eğimi gibi büyüklüklerin talaş oluşumuna etkileri bir araya geldiğinde, takım geometrisinin proses üzerinde ne derece etkili olduğu açığa çıkmaktadır. Tüm talaş oluşum faktörlerinin açıklanmasında izlenecek olan yol; daha önce yapılmış çalışmaların ve elde edilen sonuçların dikkatlice incelenmesi, bu sayede istenen neticelere ulaşılmasını içermektedir.

Y.Jiang ve Z.Zhang (1984) yapmış oldukları çalışmalar sonucunda takım geometrisi bileşenlerinden uç yarıçapı, kesici kenar eğimi ve normal talaş açısı değerlerinin talaş oluşumu için önem teşkil eden "talaş akış açısı" üzerine etkileri olduğunu fikrini ortaya atmışlardır.

Kesici uç eğimi ve normal talaş açısının talaş oluşum prosesi üzerine etkilerinin belirlenmesinin en basit yolu minimum enerji prensibinin uygulanmasıdır. Çünkü talaş her zaman direncin veya enerji tüketiminin az olduğu doğrultuda hareketini sürdürme isteğindedir.

Usui'nin ortaya attığı sonuçlara göre, kesici uç eğiminin artması ve normal talaş açısı değerinin azalması talaş akış açısının artmasına yol açar. G.R.Ponkshe (1967) ise talaş içerisindeki artık gerinimlerin incelenmesi yardımı ile talaş kıvrım prosesini ele aldığı çalışmada; çok yüksek kesme hızı değerlerinde büyük talaş açısı değerleri için nokta temas uzunluğunun kısaldığını, bu nedenle talaş içindeki artık gerinimlerin düşme gösterdiğini, bunun ise düzgün geometride talaş oluşumuna yol açtığını, diğer taraftan düşük kesme hızları, küçük veya negatif talaş açısı değerleri için temas uzunluğunun artış gösterdiğini, böylece kıvrımlı bir talaş oluşumuna yol açtığını ortaya koymuştur. B.E. Klamecki ise talaş oluşumu üzerine yapmış olduğu çalışmalar sonucunda; talaş açısı değerinde meydana gelen değişimlerin, talaşta bölgesel etkilere yol açtığını bunun sonucunda ise lamelli bir içyapı özelliği ile karşılaşıldığını savunmuştur (Karahasan, 1997).

K. Nakayama ve A.J Pekelharing talaş kontrolü üzerine yapmış oldukları çalışmalarında; kayma açısı değerinin talaş oluşum prosesinin en temel büyüklüklerinden biri olduğunu, talaş oluşumu esnasında görülen deformasyonlar ile etkileşim içinde bulunduğunu fakat kayma açısı değerinin de kesici takım talaş açısındaki artışa bağlı olarak değiştiğini ortaya koymuşlardır (Karahasan, 1997).

2.2.2. Takım Malzemesinin Talaş Oluşumu Üzerine Etkileri

Takım geometrisinin talaş oluşumu üzerine etkileri kadar takımın yapıldığı malzemenin de proses üzerine göz ardı edilemez etkileri bulunmaktadır.

N.Gane (1977) talaş oluşumu ve talaş kırılması üzerine yapmış olduğu çalışmalarda iki farklı sürtünme özelliğine sahip takım malzemesi ile deneyler gerçekleştirmiştir. Bahsedilen kesici takımlar, sadece talaş yüzeyi kaplanmış, titanyum nitrit kaplı sert metal malzeme (WC-TiN) ve (M2) yüksek hız çeliği (HSS)'dir. Bu deneyler sonucunda, seçilen takım malzemesinin oluşan talaş tipi üzerine önemli etkileri olduğu ve bu etkilerin çeliğin işlenmesi esnasında belirgin bir şekilde ortaya çıktığı belirlenmiştir (Karahasan, 1997).

2.2.3. İş Parçası Malzemesinin Talaş Oluşumu Üzerine Etkileri

Metallerin kesme yolu ile işlenmesi bakımından talaş oluşumu, elastik ve plastik şekil değişimine dayanan deformasyonların bir fonksiyonu olarak belirlendiğine göre

işlenen malzemenin, sertlik, süneklik, gerinim özelliklerinin talaş oluşumu üzerine çok önemli etkileri bulunmaktadır.

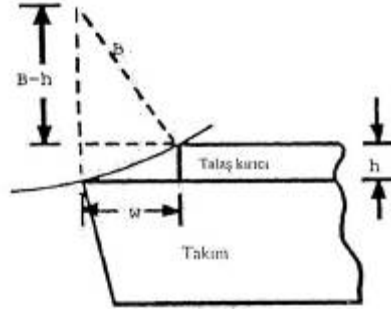
D.Lee (1985) kesme hızı ve iş parçası malzemesinin talaş oluşumuna etkileri üzerine gerçekleştirmiş olduğu çalışmalarında üç farklı iş parçası malzemesini göz önüne almıştır. Yapılan deneyler sonucunda; 6061-TG bileşimine sahip Al alaşımının düşük gerinim özelliği dolayısıyla sürekli talaş oluşum modeline uyum gösterdiği, AISI 4340 çeliğin kabul edilebilir değerlerdeki gerinim özelliği ve kesme şartlarına bağlı olarak devamlı talaş oluşum modeline uygun olduğu görülmüştür. Ti-6Al-4V bileşimine sahip titanyum alaşımının yüksek gerinim özelliği nedeniyle parçalı (kesikli) talaş oluşum modeline uyum gösterdiği belirlenmiştir (Karahasan, 1997).

Yukarıdaki açıklamalara bağlı olarak parçalı talaş oluşumunun, malzemenin düşük gerinim sertleşmesi özelliğine bağlı olduğu ortaya konmaktadır. Diğer taraftan N.Gane (1977) çelik ve pirinç malzeme ile (VC) içerikli sert metal plakeler ile gerçekleştirdiği deneyler sonucunda, çelik malzemede sürekli talaş oluşumu görülür iken pirinç malzeme ile gerçekleştirilen operasyonlarda kırılmaya neden olan talaş kıvrılması nedeniyle kesikli talaş oluştuğunu savunmuştur (Karahasan, 1997).

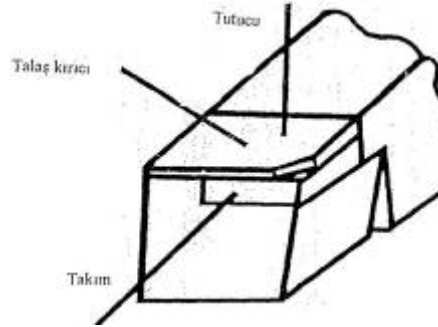
2.2.4. Talaş Kontrol Teçhizatının Talaş Oluşumu Üzerine Etkileri

Talaş kaldırma operasyonlarında çok büyük önem taşıyan olaylardan biri de belirli kesme şartları altında oluşacak talaşın uygulanacak bir yöntem ile kontrol edilerek optimum verimliliğe ulaşılabilmesidir. Ancak, bu esnada talaşa doğrudan etki eden talaş kontrol donanımlarının oluşacak talaş kontrolü üzerine önemli etkileri bulunmaktadır. Talaş kontrolünü şart kılan olaylardan birisi de kötü derecede sarmal hale gelen karışık talaş kümelerinin, iş parçası yüzey kalitesinin bazen istenmeyecek derecede düşmesine neden olmasıdır.

Talaş kontrol donanımları ve talaş oluşumu üzerine en verimli çalışmaları gerçekleştiren araştırmacılardan biri Henriksen'dir (1953). Henriksen yapmış olduğu ilk çalışmalarda karışık hale gelen talaş kümelerinin, talaş oluşumu esnasında önüne yerleştirilecek basamak tip bir talaş şekillendirici yardımı ile bu hale gelmelerinin engellenebileceğini ortaya atmıştır. Şekil 2.13'de Henriksen'in ortaya koymuş olduğu basamak tip bir talaş kontrol teçhizatı görülmektedir (Karahasan, 1997).



Şekil 2.13 Henriksen tarafından düzenlenmiş basamak tip bir talaş kırıcının şematik gösterimi (Karahasan, 1997)



Şekil 2.14 Henriksen'in ortaya atmış olduğu talaş kırıcı dizaynına sahip kesici takım (Karahasan, 1997)

Bazı araştırmacılar, kanal tip talaş şekillendiriciler ve talaş oluşumuna etkileri hakkında çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Buna göre; talaşın istenen şartlarda akışını sağlamak için takım kesici kenarı ile talaş şekillendirici kanal arasındaki uzaklık, şekillendirici kanalın çalışma özelliğini bozma ihtimaline imkan vermeyecek derecede kısa olmalıdır. Bu sayede yönlendirilmiş ve istenen modelde talaş oluşumuna ulaşılabilir.

2.2.5. Tezgah ve Donanım Özelliklerinin Talaş Oluşumu Üzerine Etkileri

Metallerin kesme yolu ile şekillendirilmesi, bir kesici takım ve üzerinde bulunduğu tezgah-donanım yardımı ile gerçekleştirildiğine göre takım tezgahı olarak adlandırılan makinelerin tüm dinamik, statik ve mekanik özellikleri talaş oluşumu üzerinde belirli etkilere sahiptir. Bu konuda çalışma yapan araştırmacılardan bir kısmı talaş oluşumunda doğal titreşimlerin önemli rol oynadığını, diğer bir kısmı ise takım tezgah sisteminin dinamik özelliklerinin talaş oluşumuna doğrudan etki ettiğini savunmaktadırlar.

R.Komanduri ve R.H Brown (1981) iş parçası destek sisteminin talaş oluşumu ve parçalanması üzerine yapmış oldukları çalışmalarda çeşitli deneyler gerçekleştirmişlerdir. Eğer iş parçası destek tertibatının dinamik özellikleri talaş parçalanma maksimum frekansını sınırlıyor ise, iş parçası destek sistemlerinin kendi doğal frekanslarının yanı sıra parçalanma frekansını da azalttığı sonucuna varmışlardır (Karahasan, 1997).

2.2.6. Kesme Şartlarının Talaş Oluşumu Üzerine Etkileri

Kesme şartları denildiğinde akla, kesme hızı, ilerleme, kesme derinliği gibi talaş kaldırma olayına doğrudan ve göz ardı edilemez etkileri bulunan büyüklüklerin yanı sıra, kesme işleminin yapıldığı çevre şartları ve etkileri, kesme sıvıları, operatörün fonksiyonu gibi ikinci derece de olsa talaş oluşumuna etki eden faktörler gelmektedir.

Araştırmacıların çoğu talaş kaldırma prosesi üzerine önemli etkileri olan kesme hızı, ilerleme, kesme derinliği ile ilgili çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Örneğin; D.Lee (1985) farklı malzemeler ve kesme hızı değerlerinin talaş oluşumuna etkilerini incelediği çalışması sonucunda, kesme hızı değerinde görülen artış ile beraber iş parçası malzemesine de bağlı olmak kaydı ile talaş morfolojisinin de değişim gösterdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca deneylerde oluşan talaşların yüksek hızda elde edilenlerinin, düşük hızda elde edilen talaşlara göre daha pürüzsüz ve daha sürekli olduğu da belirlenmiştir. D.Lee yapmış olduğu deneylerde kesme hızının talaş oluşumuna etkilerini en açık olarak Ti6.Al-4V bileşimli titanyum alaşımında gözlemlene imkanı bulmuştur. Çünkü düşük kesme hızı değerlerinde kenar çatlakları ile beraber kesikli talaş oluşumu gösteren titanyum bileşimi, yüksek hız kademelerine çıkıldığında oluşan talaş modelleri sürekli bir talaş modeli yapısına dönüşmüşlerdir (Karahasan, 1997).

2.2.7 Kullanılan Soğutucuların Kesme Sıvılarının Talaş Oluşumu Üzerine Etkileri

Talaşlı işlemede talaş ve takım arasında oluşan sürtünmenin azaltılması çok önemlidir. Bunun en önemli nedenleri arasında kinetik sürtünme katsayısında oluşan azalmanın sürtünme işini azaltması ve aynı zamanda da kayma açısındaki artışın sonucu olarak kayma işinin de azalma göstermesi sayılabilir. Bundan dolayı talaş kaldırma esnasında ortama bir kesme sıvısının dahil edilmesi büyük fayda sağlamaktadır. Fakat seçilecek olan kesme sıvısının ara temas yüzeyinde düşük mukavemete sahip sıvı bir yağlayıcı madde oluşturacak şekilde etki göstermesi gerekmektedir.

İşleme teknolojisinin gelişmesi ile kullanılan soğutucular üzerinde de bir çok araştırma gerçekleştirilmiştir. 1940'larda talaşlı imalat işlemlerinde mineral yağı kullanılıyordu. Günümüzde ise parafin vb. gibi çok farklı tipte katkı maddelerinin de kullanımı ile yağın özellikleri geliştirildi. Su bazlı emülsiyonların kullanılmasında korozyona karşı önlem almak için çeşitli katkılar da katıldı (Wanigarathne, 2006).

Seçilen sıvının talaş ve takımın ara temas yüzeyindeki pürüzlerin arasında kendi yolunu bularak kesici kenarın çok yakınına kadar ulaşabilmesi ve aşağıdaki koşullara uygun olması beklenmektedir;

- 1 - Uç noktalarda oluşan yüksek sıcaklıklara dayanımının olması,
- 2 - Sertleşmeye sebebiyet veren yerel yüksek basınçlara dayanımının olması,
- 3- Temas noktasında oluşan sıcaklığın azaltılması
- 4- Kullanılan ekipmanlarda, iş parçasında korozyona sebebiyet vermemesi
- 5- Ekonomik olması (Wanigarathne, 2006).

Bu koşullar altında kesme sıvısı, talaşla birlikte düşük kayma mukavemetine sahip yağlayıcı madde oluşturacak şekilde hareket eder. Bu ince tabaka talaş ve takım arasında herhangi bir kaynak oluşumuna engel olur. Bununla beraber düşük hızlarda kesme sıvısının görevi kimyasal bir etki göstererek sürtünmenin azaltılmasıdır. Burada kesme oranı artarak kesme kuvvetlerinin indirgenmesini sağlar. Yüksek hızlarda ise kesme sıvılarının esas görevi soğutucu etkisi ile talaşın sıcaklığının düşürülmesidir.

3. TALAŞ TIPLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Talaş kaldırma işleminin anlaşılabilmesi değişik tipteki metallerin talaşa dönüşmeleri esnasındaki davranışlarının anlaşılmasına bağlıdır. Bir kesici kenar ile bir metalden talaş kaldırma işleminde kesici takım iş parçası malzemesinin bir bölümünü deforme eder ve talaşı ayırır. Talaş olarak ayrılacak malzeme tabakası üzerindeki gerilmeler bu tabaka kesici kenara yaklaştıkça artma gösterir. Bu artan gerilmeler malzeme akma sınırına ulaştığı anda metal içerisinde elastik ve plastik deformasyonlar meydana gelir. Oluşan talaşlar iş parçası malzemesine bağlı olarak farklılık gösterir.

Metallerin kesme yoluyla şekillendirilmesi esnasında fazlalık olan metal malzemenin "Talaş" adı verilen metal kümeleri şeklinde ana malzemeden ayrıldığı, kesme esnasında elde edilen talaşların, kesme şartları, iş parçası malzemesi, takım geometrisi, tezgah donanım v.b. etmenler nedeniyle farklı karakteristik özelliklere sahip olduğu bilinmektedir. Burada esas önemli nokta çok iyi düzenlenmiş ve belirlenmiş farklı tipteki talaş oluşum modellerinin çok iyi anlaşılması yardımı ile talaş kontrolü bakımından elde edilecek avantajlarının göz ardı edilmemesidir. Çünkü tam bir talaş kontrolü, uygulanan talaş kaldırma operasyonunun en optimum verimliliğe ulaşmasını sağlayacak olan faktörlerin başında gelmektedir (Kıyak, 2000).

Talaş kaldırma işlemleri üzerinde çeşitli araştırmacılar tarafından günümüze değin gerçekleştirilen çalışmalar incelenecek olursa her araştırmacının dikkate aldığı kesme parametrelerine bağlı kalarak bir talaş sınıflandırması yaptığı rahatlıkla görülebilir. Örneğin; Ernst (1941) çalışmaları sonucunda aşağıdaki 3 farklı talaş tipini ortaya atmıştır;

- Kesintili talaş tipi
- Sürekli talaş tipi
- Yığma ağzı oluşumu görülen talaş tipi

Loladze ise Ernst'en farklı olarak kendi kriterlerine göre aşağıda belirtilen talaş tiplerini sunmuştur (Kıyak, 2000). Bunlar;

- Düzensiz şekle sahip talaş tipi,
- Devamlı talaş tipi olup, devamlı talaş tipi yığma ağzı görülmeksizin oluşan talaş tipi ve parçalı ve birleşik talaş tipi olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Bununla beraber R.Kamanduri ve R.H.Brow (1981) talaş oluşumu ve parçalanması üzerine yapmış oldukları çalışma sonucunda talaş tiplerini aşağıdaki gibi sınıflandırmışlardır;

- Dalgalı formda talaş tipi
- Katastrofik kayma talaş tipi
- Parçalı talaş tipi
- Kesintili talaş tipi

Nakayama, Kaldor ve Kluft (1979) adlı araştırmacılar yapmış oldukları ortak çalışmada ise talaş oluşum modellerini, imalat operasyonları üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileri dikkate alınarak bir sınıflandırma yapmışlar ve oluşan talaş tiplerini iki temel gruba ayırmışlardır. Bu gruplama daha yaygın şekilde benimsenmiştir (Kıyak, 2000).

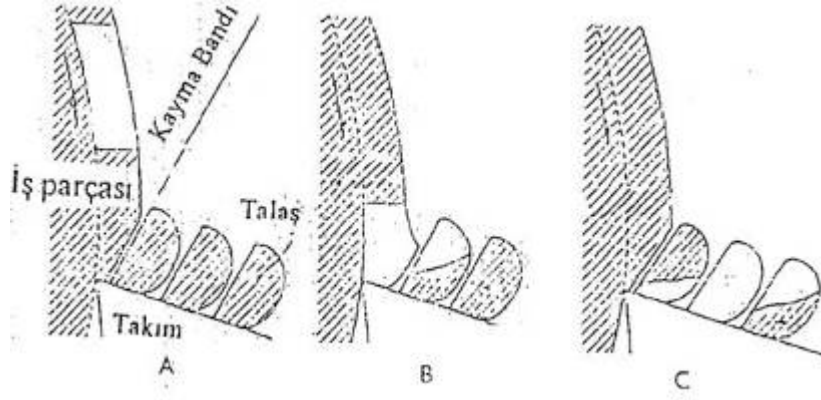
- Kabul edilebilir nitelikteki talaş tipleri
- Kabul edilemez nitelikteki talaş tipleri

3.1 Talaş Tipleri

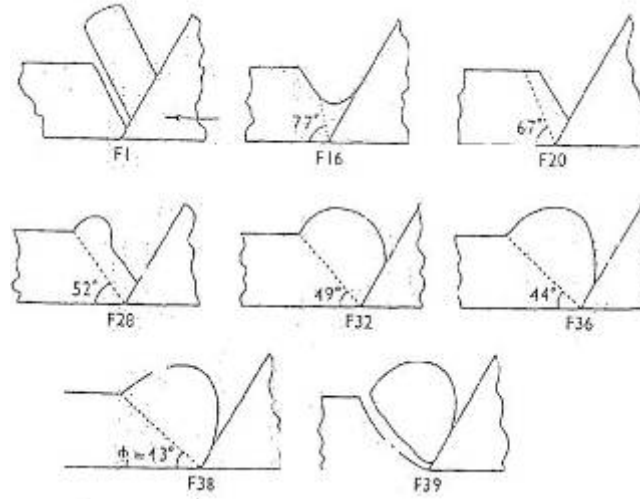
3.1.1. Kesintili Talaş Tipi

G.Sen ve A.Bhattacharya (1969) yapmış oldukları çalışmalar sonucunda kesintili talaş oluşum mekanizması ve karakteristik özellikleri üzerine bazı açıklamalar yapmışlardır. Kesme işlemlerinde kesintili talaş oluşumu, dökme demir gibi kırılğan yapıya sahip malzemelerin veya sünek metallerin kesme sıvıları kullanılmadığı, takım-talaş ara temas yüzeyindeki sürtünme değerinin çok yüksek olduğu durumlarda gerçekleşmektedir.

Devamlı ve kesintili talaş oluşum mekanizmalarının en belirgin farklılığı, devamlı talaş oluşumunda kesici takım boyunca görülen kaymanın yerini kesikli talaş oluşumunda kırılmaya bağlı aralıklı kopmalara bırakmasıdır (Şekil3.1).



Şekil 3.1 Kesintili talaş oluşumunun şematik gösterimi (Karahasan, 1997)

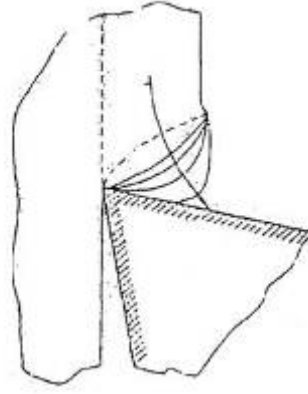


Şekil 3.2 Field ve Merchant'ın kesintili talaş oluşumu için ortaya attıkları çevrim modelleri (Karahasan, 1997)

Şekil 3.2'de Field ve Merchant'ın kesintili talaş oluşumu bakımından ortaya attıkları çevrim modelleri görülmektedir. Şekil 3.2 dikkatle incelenirse; F1 No.lu gösterimde kesici takım daha henüz iş parçasına yönelmiş durumdadır. F16 No.lu gösterimde ise metal distorsiyonu; kayma gerilmesinin, görece hızla artan ve kırılma ile sonuçlanan diğer modellerden daha düşük bir değerde olduğunu göstermektedir.

Diğer taraftan Shaw yapmış olduğu çalışmalar sonucunda ortaya şu iddiayı atmıştır; talaş kaldırma işlemi esnasında takımın ileri doğru hareketi, kesilmemiş malzeme tabakasını Şekil 3.3'te görüldüğü gibi takım ve serbest yüzey arasında parabolik forma sahip bir malzeme birikimine zorlamaktadır. Bu yığılma esnasında oluşan talaş, takım yüzeyi üzerinden kayma hareketi gerçekleştirememekte fakat talaş yüzeyini yuvarlanma hareketi ile terk etmektedir. Şekil 3.3'te

nokta-nokta belirlenen hat ise, plastik akış bölgesinde kayma gerilmesinin kırılmaya yol açacak bir değere doğru artışını ifade etmektedir (Karahasan, 1997).



Şekil 3.3 Kesintili talaş oluşumu esnasında kayma gerilmesindeki artışın şematik gösterimi (Karahasan, 1997)

Ayrıca Field ve Merchant'ın (1945) ortaya koydukları teoriye göre, kayma gerinimi müsaade edilen değeri aşar veya bu değere çok yaklaşır ise kırılma gerçekleşmektedir. Kayma geriniminde görülen böyle bir değişim ise talaş oluşumunda ortaya çıkan sürtünme direncine ve ona olan etkilerinden dolayı kayma açısına bağlıdır (Karahasan, 1997).

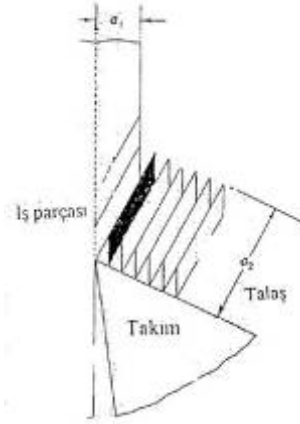
3.1.2. Yığma Ağzı Oluşumu Görülmeksizin Sürekli Talaş Tipi

Kesici takım ucunda yığma ağzı görülmeksizin oluşan devamlı talaş tipi incelendiğinde; iş parçası malzemesinin kesme esnasında takım uç noktasına doğru, plastik şekil değişim bölgesi dahilinde sıkışmaya zorlandığı görülür. Bu esnada takım talaş yüzeyi serbest alan içinde yukarı doğru akma yörüngeleri oluşturduğu varsayılan bir plastik akış başlar.

Kristalli içyapı özelliği gösteren sünek malzemelerin işlenmesinde, malzeme akışı esnasında iş parçasının gerinim sertleşmesi değeri artana kadar kayma bölgesi dar bir alan içinde sınırlı kalmaktadır.

Şekil 3.4'te Piispane'nin düzenli sıralar halindeki talaş akışı ve devamlı talaş oluşumuna ait ideal modeli görülmektedir. Bu talaş oluşum modelinin temeli; dar bir bölge olarak açığa çıkan kayma alanı dahilinde talaş dizisinin kayma hareketini bir yanındakine iletmesi ile bir akış meydana gelmesine dayanmaktadır.

Metal kesme işlemlerinde karşılaşılan önemli çelişkilerden biri de; devamlı talaş oluşumu esnasında kesici takım ön yüzeyinde küçük çatlakların görülmesidir. Shaw bu mikro çatlakların gelişimi üzerinde durmuştur. Çünkü Shaw'a göre yeni bir yüzeyin oluşumunu sağlamak için bahsedilen mikro çatlakların gelişmesi gerekmektedir (Karahasan, 1997).



Şekil 3.4 Piispanen'in talaş oluşumu için ortaya koyduğu ideal akış modeli (Karahasan, 1997)

Şekil 3.4 dikkat ile incelenecek olursa aşağıdaki sonuçlar elde edilir; kırılma olayı gerilmelerin bir sonucudur. Eğer şekil değişimine uğramayan malzeme tabakalar halinde akmaya çalışır ise bazı tabakaların uzunluğu, göz önüne alınan bir noktaya göre oluşacak kayma açısı değerlerine bağlı değişecektir. Talaş oluşumu esnasında, kaldırılan malzemenin ana metalden ayrılması birçok durumda gerçekleşmemektedir. Bu nedenle kesici uç etrafında oluşan talaş, gerilme değerine bağlı olarak plastik şekil değişimine zorlanmaktadır.

3.1.3. Yığma Ağzı Oluşumu ile Sürekli Talaş Tipi

Devamlı talaş oluşumu esnasında kesici takım ucunda yığma ağzı oluşumu geçici bir durumdur. Takım uç noktasında plastik deformasyona uğramış aktif durumdaki metal parçacıkların meydana getirdiği bu oluşum hakkında Loladze, Heginbotham ve Gogia gibi araştırmacılar çalışmalar yapmışlar, yığma ağzı adı verilen bu malzeme birikiminin yapısını incelemişlerdir. Oluşan yığma ağzının geometrisi kesme şartlarına bağlı olarak 4 şekilde oluşur (Karahasan, 1997).

- 1- Pozitif kama
- 2- Negatif kama

Shaw yapmış olduğu çalışmlar sonucunda; mikro çatlakların yeni bir yüzey oluşumunu sağlayacak boyutlara ulaşamamasının yeterli derecede elastik enerjinin ortamda depo edilemeyeşine bağlamıştır (Karahasan, 1997).

Parçalı sürekli talaş oluşumu aynı zamanda eklemeli talaş tipi şeklinde de isimlendirilir. Bu tür talaş oluşumunun en önemli geometrik özelliğı: tabakaların belli derecede kırılmaya uğramış, fakat dış yüzeyleri itibari ile bir arada bulunmasıdır.

3.1.5.Tek Parça (Element) Talaş Tipi

Tek parça talaş oluşumu, kısmi sürekli talaş tipi gibi iki temel talaş tipi olan sürekli ve kesintili talaş modellerinin arasında yer almaktadır.

Tek parça talaş tipi; ikincil gerilmelerin kırılmaya neden olduğu, sünek malzemelerin sabit sürtünme şartları altında işlenmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Devamlı talaş tipinin tersine, tek parça talaş tipi küçük ve birbirine benzer ayrı talaş parçalarının oluşumunu içermektedir. Tek parça talaş oluşumunun esasları şu şekilde açıklanabilir; kayma alanı içinde gerçekleşen şekil değışimi çerçevesinde talaş akışı takım talaş yüzeyine doğru yönlenir fakat bu esnada devreye giren ikincil plastik deformasyon gerilmeleri takım uç noktasına göre çok az bir ilerleme gösteren talaşın bu uzaklıkta kırılmasına yol açar. Bu şekilde parçalı (element) tip talaşın oluşumunu aynı kurallar doğrultusunda diğlerleri takip eder. Sürekli ve tek parçalı talaş oluşum mekanizmalarının en belirgin farkı; sürekli talaş oluşumu iç ve dış direnç kuvvetlerinin dengelenmesi sonucu oluşmakta ve talaş akışı bir denge ortamında gerçekleşmektedir. Buna rağmen tek parçalı talaş oluşumunda ise kırılma, direnç kuvvetlerinin birbirini dengelemesine imkan tanımayacak kadar kısa sürede gerçekleşmektedir.

3.1.6 Dalgalı Talaş Tipi

Çevrimsel titreşimlerin, deforme olmamış talaş kalınlığına, talaş açısına ve serbest açısı değeri üzerine etkileri dalgalı tip talaş oluşumuna neden olmaktadır.

Hemen hemen oluşan her talaş parçacığının dalga geometrisi harmonik veya sinüzoidal dalgalar şeklinde ve birbirine benzer durumdadır. Dalgalı talaş oluşum modeli üzerine yapılan çalışmlar sonucunda ortaya çıkan bir diğ önemli sonuç; takım iş parçası sisteminde görülen düşük rijitlik özelliğinin bu tür talaş oluşumunun başlıca nedenlerinden biri olduğudur (Karahasan, 1997).

3.1.7 Katastrofi Kayma Model Talaş Tipi

Katastrofik kayma talaş tipi titanyum alaşımları gibi düşük ısıl özelliklere sahip, sıcaklığa bağlı faz dönüşümleri ve kristal yapısındaki değişimlere bağlı çok kolay plastik deformasyona uğrayan malzemelerde görülen özel bir talaş tipidir.

Diğer malzeme türlerinde ise bu tür bir talaş ortaya çıkan "Katastrofik kayma" sonucunda görülmektedir. Ayrıca bu tip talaş oluşumu kayma yüzeyinde "Katastrofik kayma" eksikliklerine neden olan birincil kayma düzlemindeki plastik dengesizliklerin sonucunda ortaya çıkmaktadır.

Shaw'a göre ise proses esnasında görülen 'kayma bant'larının bir noktada yoğunlaşması, malzemenin düşük ısıl özelliklerin veya bu noktalarda görülen ısıl enerji birikimlerine bağlıdır. Ayrıca bu tür talaş tipinin oluşum nedenlerinde önemli olan bir tanesi de: 'plastik eksen' vazifesi gören 'kayma bant'larıdır (Karahasan, 1997).

3.1.8 Talaş Kaldırma Performansı Yönünden Talaş Tipleri

Göz önünde bulundurulması gereken bir diğer talaş tipi sınıflandırılması da, oluşan talaş tiplerinin takım performansı üzerine olumlu veya olumsuz etkilerinin göz önünde bulundurulması yardımı ile gerçekleştirilebilir. Çeşitli bilim adamlarınca da desteklenen bu tür sınıflandırma dikkate alınacak olur ise talaş tipleri aşağıda özellikleri açıklanan iki temel gruba ayrılmaktadır.

3.1.8.1. Kabul edilebilir Özellikte Talaş Tipleri

S.Kaldor, A.Ber, E.Lenz. gibi araştırmacıların yapmış oldukları çalışmalar sonucunda ortaya çıkan verilere göre bu tür talaş tipleri; üretim operasyonlarını olumsuz etkilemeyen, ana metal malzemedan uzaklaştırılan talaş kısmının uzaklaştırılmasında büyük sorunlara yol açmayan, düzenli üretim aşamalarının sık sık kesilmesine neden olmayan, iş parçası yüzey kalitesini düşürecek etkiler göstermeyen, operatör için hiç bir tehlike oluşturmeyen talaş oluşum modellerini kapsar (Karahasan, 1997).

Talaşın kabul edilebilir özelliklere sahip olup olmadığının bir diğer kontrol parametresi de "Talaş Hacmi"dir. Lang bu konu üzerine gerçekleştirmiş olduğu çalışmalar sonucunda kendi adı ile anılan Lang Parametresini (R) ortaya atmıştır. Bu parametrenin belirlenmesinde Lang tarafından göz önüne alınan karşılaştırma, aynı ağırlıktaki talaş hacmi ile blok malzeme hacmi arasındaki oran olmuştur.

Buna göre kabul edilebilir nitelikteki talaş aşağıdaki Lang parametresi şartlarına uygun olmalıdır;

$$3 < R < 10$$

Bu konuda çalışmalar yapan bir diğer araştırmacı Minota ise yapmış olduğu deneyler sonucunda $R \approx 3,7$ değerinin ideal talaş tipinin sahip olması gereken Lang parametresi olduğunu belirlemiştir.

3.1.8.2. Kabul Edilemez Özellikte Talaş Tipleri

Talaş oluşumu ve kontrolü üzerine çalışmalar yapan çeşitli araştırmacıların ortaya koymuş olduğu sonuçlara göre kabul edilemez nitelikteki talaş tipleri, uzun, dolaşmış, üretim operasyonlarına ara verilmesine neden olan uzun ve sarmal yapıları nedeniyle, iş parçasının takıma dolanarak operatör ve iş parçası için tehlike oluşturan çok kötü yüzey kalitelerinin oluşumuna sebebiyet veren, belli aralıklarda manuel olarak ortamdan uzaklaştırılmaları gereken talaş kümelerini kapsamaktadır (Karahasan, 1997).

Şekil 3.6'da Kluff (1979) tarafından oluşturulan talaş tiplerinin sınıflandırılması verilmiştir.

Talaş Tipleri									
					Uygun				
					Kabul Edilebilir				
					Kabul Edilemez				

Şekil 3.6 Talaşların geometrik özellikleri doğrultusunda sınıflandırılması (Kıyak, 2000)

4. TALAŞ KIRILMASI

Metallerin talaş kaldırma yöntemleri ile şekillendirilmeleri esnasında karşılaşılan problemler; karmaşıklıkları ve çok çeşitlilikleri ile uzun yıllar boyunca çeşitli araştırmacıların çalışmalarına konu olmuşlardır. Talaş kaldırma yöntemlerinde karşılaşılan problemlerin en önemli özelliği teknolojik gelişmelere bağlı olarak değişim göstermesidir.

Tüm işleme yöntemleri içinde talaş kaldırma problemlerinin en önemlilerinden birisi ana metal malzemeden şekillendirme esnasında ayrılmış "talaş" adı verilen artık metal parçacıkların en güvenilir ve en uygun biçimde ortamdan uzaklaştırılabilmesidir. Talaşın iş parçasından ayrılması mekanik bir kopmadır; kopma kesme şeklinde gerçekleşmektedir. Kopma, sünek ve gevrek olmak üzere iki çeşittir. Sünek kopmada malzeme kopmadan önce büyük plastik şekil değişimi gösterir. Gevrek kopmada kopmadan önce çok az veya hiç bir plastik şekil değiştirme meydana gelmez.

Konvansiyonel işleme tekniklerinde belirli bir dereceye kadar operasyonu aksatan, prosesin verimliliğini düşüren bu durum, ileri işlem tekniklerinde yol açtığı olumsuz etkiler nedeniyle kesinlikle göz ardı edilemez. İleri işleme tekniğine sahip bir üretim ünitesinde, tezgahta meydana gelecek herhangi bir aksaklık diğer tüm birimlerin de verimliliğini kötü yönde etkileyecek ve buna bağlı olarak tüm sistemin ekonomikliğı düşme gösterecektir.

Metallerin talaşlı imalat ile işlenmesi ile ilgili araştırmacılar tarafından ortaya atılan önemli bir nokta ise; metal kesme işlemlerinin uygulandığı her endüstri çeşidinin verimliliğini etkileyen önemli faktörlerden birisinin de "Talaş Geometrisi" olduğudur (Karahasan, 1997). Bu durumda araştırmacılara ve uygulamacılara talaş kaldırma işlemlerinin verimlilik ve ekonomikliğinin iyileştirilmesi açısından düşen en önemli görev, uygulanan tüm talaş kaldırma operasyonlarında proses üzerine olumsuz etkilerde bulunmayacak talaş geometrilerinin eldesini sağlamaktır. Bu görüldüğü kadar kolay olmayan bir sistemdir. Talaşın değişik geometri ve modelde oluşumu; takım geometrisi, takım malzemesi, iş parçası malzemesi, tezgah ve donanımın statik ve dinamik özellikleri, kesme şartları gibi temel değişkenlerin yanı sıra kesme işleminin gerçekleştirildiği çevre şartları, operatör v.b bağıl etkenlere göre değişmektedir.

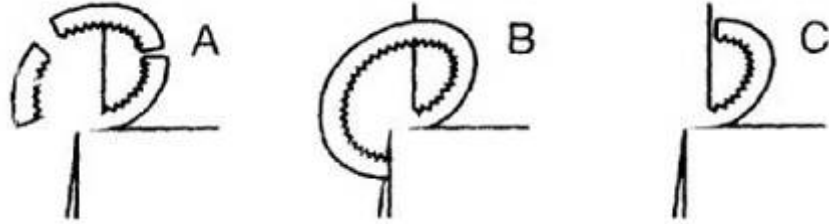
Talaş kaldırma işlemlerinde ortaya çıkan uzun, dolanmış, operatör için tehlike oluşturan, operasyonun belli kesintilere uğramasına neden olan, en önemlisi üretilen iş parçası ve takım ömrü üzerinde onarılması çok güç sorunlara yol açan "kabul edilemez

özellikteki" talaş modellerinin ortadan kaldırılabilmesi için ilk aşamada talaş geometrisini etkileyen tüm değişkenler ve talaş kontrolü bilgisi çok iyi algılanmalıdır. Gerçekleştirilen kesme operasyonlarının titiz bir şekilde üzerinde durulmalıdır. Buna rağmen, oluşumu engellenemeyen kabul edilemez özellikteki talaş modelinin önüne geçilebilmesi için bilim adamları ve araştırmacılar tarafından ortaya atılan çözüm; belirli bir doğrultuda akışa zorlanan uzun talaş şeridinin kırılmaya zorlanması yardımı ile istenen kabul edilebilir özellikteki küçük talaş parçacıklarının elde edilebilmesidir.

Modern talaş kaldırma işlemlerinde talaş kırma işlemi, talaş kaldırma işleminin performansı ve güvenilirliği açısından olduğu kadar, talaşın takımdan, tezgahtan ve iş parçasından uzaklaştırılması açısından da son derece büyük önem taşımaktadır.

Talaş kırılması için üç farklı yol vardır (Şekil 4.1).

- a. Kendi kendine kırılma (A)
- b. Talaş takım tarafından durdurulduğunda kırılma (B)
- c. Talaş iş parçası tarafından durdurulduğunda kırılma (C)
- d.



Şekil 4.1 Talaş kırılması için yöntemler (Çakır, 1999)

Bu alternatiflerin birbirlerine göre üstünlükleri ve zayıflıkları mevcuttur. Kendi kendine kırılma işleminde (A) en önemli faktör talaşın uygun bir yöne akışının sağlanmasıdır. Talaşın takıma dayanarak kırılması halinde (B) talaşın kesici kenar üzerine yaptığı darbe olumsuz bir etkidir. Talaşın iş parçasına dayanarak (C) kırılmasının ise talaşın iş parçasının yüzey kalitesini etkilemesi veya tekrar kesme bölgesine düşmesi halinde olumsuz bir etkisi vardır. Kontrol edilemeyen talaş takımının ani kırılmasına, tezgahın durmasına ve işçinin yaralanmasına neden olacaktır. Bu nedenle prosesin kontrolü sağlanmalı ve uygun donanım, işleme parametreleri seçilmelidir.

Kısa talaş oluşturan malzemeler talaş kırıcıya gereksinim göstermezler. Bazı uzun talaş oluşturan malzemelerin işlenmesinde ise kesici uç geometrisi üzerindeki talaş kırıcılar talaşı deforme ederek kırarlar. Talaşın ilk kıvrımı birçok durumda talaşın arzu edilen uzunlukta kırılması için yeterli değildir. Bir talaş kırıcı en basit haliyle talaş akışını engellemek için kenar üzerinde oluşturulmuş bir engeldir. Bu şekildeki bir kaba profilin çok fazla dezavantajı ve birçok durumda talaş kaldırma işleminin performansı üzerine olumsuz etkisi vardır. Modern değiştirilebilir kesici uçlar kesme işlemi boyunca talaş oluşumunun, temas uzunluğunun, talaş kırma işleminin optimize edilmesini sağlayacak açıları, düzlem yüzeyleri ve yarıçapları içeren karmaşık bir geometriye sahiptirler.

4.1 Kesici Bir Takımın Talaş Kırma Kabiliyetinin Grafikselleştirilmesi

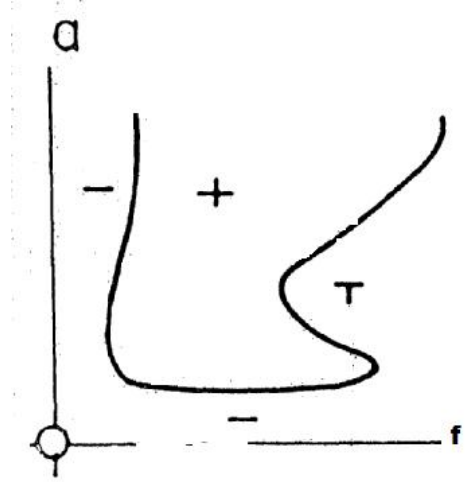
Talaş kaldırma teknolojisinde işleme testleri ile talaş kırıcılık özelliğinin belirlenebilmesinin değişik metodları vardır, fakat en çok kullanılan yöntem talaşın kesme koşullarına bağlı olarak her adımda fotoğraflık olarak tespit edilmesidir. Bu belirleme esnasında göz önünde bulundurulacak kesme değerleri;

(a) : Kesme derinliği

(f) : İlerleme

(Vc): Kesme hızı 'dır.

Yukarıdaki değişkenler; takım iş parçası, kesme hızı, kesme geometrisi ve soğutma şekline bağlı olarak; kesme derinliği(a) - ilerleme(f) diyagramı üzerinde işaretlenerek ifade edilebilir. Şekil 4.2’de görülen (a) - (f) diyagramı üzerinde göze alınan her nokta kesinlikle işleme parametrelerinin bir fonksiyonudur.



Şekil 4.2 Kesici bir takımın talaş kırma kabiliyetinin grafik olarak ifadesi
(Karahasan, 1997)

4.2 Talaş Kırılma Mekanizması

Aralarında Henriksen, Fine, Ortwald, Kieselev, Gane gibi araştırmacıların bulunduğu birçok bilim adamı talaş kontrolü ve talaşın kırılması ile ilgili birçok çalışmalar yapmışlar, bu konuda birçok değişik sonuçlar elde etmişlerdir. Örneğin; S.Kaldor, A.Ber ve E.Lenz (1979) yapmış oldukları araştırmalar sonucunda talaş kırılma prosesi hakkında bazı bilgileri ortaya atmışlardır. Bunlar; kesme esnasında oluşan uzun talaş şeridinin kırılabilmesinin iki temel mekanizma doğrultusunda gerçekleştiği;

— Kesme şartları, takım geometrisi, takım malzemesi v.b. değişkenlerin dikkatlice seçilerek, oluşan talaşın kırılmaya zorlanması şeklinde; bu tür bir "talaş kırma" mekanizması sabitlik özelliğine sahip değildir. Çünkü kesici takımda görülen aşınma değerine bağlı olarak talaş kırma prosesinin de verimi düşüş gösterecektir.

—‘Talaş kırılması’ için en geçerli yöntem; uzun şerit halindeki talaş türlerinin bir talaş kırıcı yardımı ile istenen kabul edilebilir özellikteki talaş geometrisine ulaştırılabilmesidir. Bu yöntem aşağıdaki iki değişik adımda gerçekleştirilebilir:

a. Talaş dış yüzeyinde yüksek eğilme gerilmelerinin oluşmasına yeterli olacak bir yarıçap doğrultusunda eğilmeye zorlamak,

b. Bükülmeye uğramış olan talaşı iş parçasına veya takım tutucuya yönlendirmek yolu ile kırılmasını sağlamaktır.

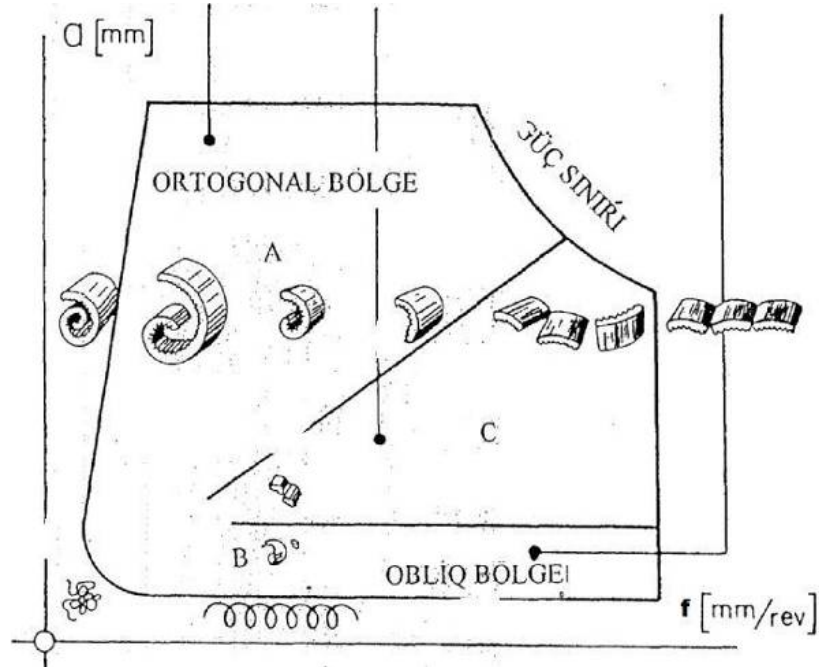
N.Gane (1977) gerçekleştirmiş olduğu araştırma ve deneyler sonucunda talaş kırılma mekanizmasını etkileyen üç önemli faktörü şu şekilde sıralamıştır.

1. Talaş kıvrım yarıçapı
2. Talaş kalınlığı
3. Kırılmaya neden olan plastik gerinim değeri

Bununla beraber N.Gane tarafından ortaya konulan önemli bir diğer sonuç ise; en ideal talaş kırılma mekanizmasının süneklik özelliğini düşürücü etkileri olan serbest işleme bileşenlerini içeren malzemelerin işlenmesinde görüldüğüdür (Karahasan, 1997).

4.2.1. Değişik Kesme Bölgeleri İçin Talaş Kaldırma Mekanizmaları

Talaş kırma mekanizmaları üzerine yapılan çeşitli araştırma ve deneyler sonucunda bilim adamları tarafından çok çeşitli talaş kırıcı tipleri ile buna bağlı birçok talaş kırma yöntemi ortaya atılmıştır. S.Kaldor, A.Ber ve E.Lenz (1979) talaş kırma prosesi üzerine yapmış oldukları çalışmalar sonucunda talaş kırma işleminin Şekil 4.3'de görüleceği gibi üç ana bölgeyi içerdiğini ortaya koymuşlardır (Karahasan, 1997).



Şekil 4.3 Talaş kaldırma işlemlerinde ana kesme bölgeleri (Karahasan, 1997)

Şekil 4.3 dikkatle incelenecek olur ise, her bölgenin kendine özgü talaş kırma mekanizmasına sahip olduğu görülebilir. Bahsedilen bu üç mekanizma aşağıdaki özelliklere sahiptir.

Ortogonal kesme bölgesi için talaş kırma mekanizması; Şekil 4.3’de görülen a-f diyagramı üzerinde belirlenen alan üzerinde, sol üst köşedeki keskin kenarlı bölge ortogonal kesme bölgesidir. Bu bölge dahilindeki talaş tiplerinin en belirgin özelliği iki boyutlu geometriye sahip olmalarıdır. Ortogonal bölgeyi ifade eden (A) Mod'u için talaş kırma mekanizması şu şekilde gerçekleşir. Talaş akışı, talaş kırıcı formuna bağlı kalmaksızın, kesici kenara dik doğrultuda gerçekleşir. Bu akış esnasında talaş kıvrımlar oluşturmaya da zorlanır. Talaş kırma mekanizması, şekil 4.4’de görüleceği gibi kıvrımlar halinde akışa zorlanan talaşın yeni işlenen yüzeye çarpması ile tamamlanmış olur.



Şekil 4.4 Talaş mekanizmasının sistematik gösterimi (Çakır, 2000)

Oblig kesme bölgesi için talaş kırma mekanizması; Şekil 4.3’de görülen a-f diyagramı üzerinde, ilerleme (f) eksenine doğrultusunun altındaki dar bölge oblig kesme bölgesidir. Bu bölge dahilindeki talaş tiplerinin en belirgin özelliği; düşük kesme derinliği (a) ve büyük ilerleme değerine bağlı helisel ve üç boyutlu geometrileridir. Oblig bölgeyi ifade eden (B) modu için talaş kırma mekanizması ise şu şekilde gerçekleşir; helisel olarak kıvrımlara zorlanan talaş, takım veya takım tutucusu köşesine çarparak kırılma tamamlanmış olur.

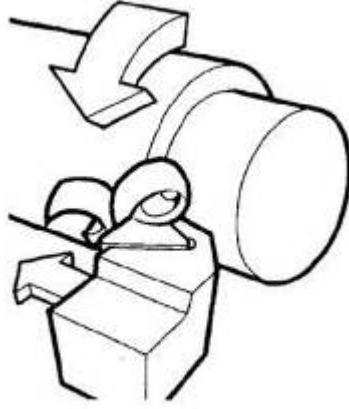
Karışık kesme bölgesi için talaş kırma mekanizması; Şekil 4.3’de görülen a-f diyagramı üzerinde belirlenen alan dahilinde (A) modunu ifade eden üst sol bölge ile (B) modunu ifade eden

alt dar bölgenin arasında kalan orta bölge karışık kesme bölgesini ifade eder. Her iki talaş kırma mekanizmasının da gerçekleştiği bölge dahilinde mekanizma şu şekilde tanımlanır; A ve C bölgeleri sınırında görülen yan helisel geometriye sahip talaş modeli, ortaya çıkan sürtünme kuvvetleri vasıtasıyla kayma yüzeyine doğru yönlendirilir. Bu hareket helisel bir yayın gerilme ile yüklenmesine benzer biçimde helisel geometriye sahip talaşın gerilmesine, talaş geçiş bölgesinde kayma gerilmelerinin artmasına yol açar. Bundan sonra yukarıda bahsedilen sınır bölgesinde gerilmeler limit değere ulaşır. C bölgesi sınırlar dahilindeki talaş çeşitleri "yarı kırılmış" talaş sınıfına girer. Bu tür talaşlar aynı zamanda "düğümlü talaş" olarak da ifade edilir. Daha önce de açıklandığı üzere bu tür talaş tipleri "kabul edilemez" özelliktedirler.

Tüm yukarıdaki açıklamalardan farklı olarak bazı durumlarda karışık geometrideki talaş kırıcıların kullanılması durumunda talaş kırma diyagramı üzerindeki sınır hatları, doğrusal karakterden değişiklik göstererek daha karmaşık yapıdaki eğrilere dönüşürler. Buna rağmen en çok rastlanan durum, A ve C bölgeleri sınırının genellikle doğrusal olmasıdır. Bu da kesme derinliği ile ilerleme veya talaş genişliği ile talaş kalınlığının ilişkisi sonucudur.

5. TORNALAMA

Tornalama tek uçlu bir takım ile gerçekleştirilen, silindirik parçalar üreten, bir çok durumda döner bir iş parçası ve sabit bir takımın kullanıldığı bir işlemdir (Şekil 5.1). Kesme hareketi, parçanın dönme hareketi ve takımın ilerleme hareketi ile gerçekleşen talaş kaldırma işlemidir. Birçok açıdan fazla karışık tanımlamalar gerektirmeyen, en bilinen talaşlı imalat yöntemidir. Öte yandan en yaygın kullanım alanına sahip, gelişmeye açık, uygulamalarda çeşitli faktörlerin büyük bir hassasiyetle belirlenmesini gerektiren, optimize edilmiş bir yöntemdir (Çakır, 2000).



Şekil 5.1 Tornalama işleminin gösterimi (Çakır, 2000)

Genellikle tek kesici kenarın talaşlı imalat işlemine katıldığı bir işlem olmasına karşın tornalama işlemleri iş parçasının şekli ve malzemesi, işlemin tipi, işleme koşulları, işleme maliyeti gibi faktörlere bağlı olarak farklılık gösterirler.

Tornalama çeşitli malzemelerden imal edilmiş, çok çeşitli boyuttaki, dönel simetriye sahip iş parçalarının işlenmesinde kullanılan bir imalat yöntemidir. Daha iyi bir performans için özel olarak tasarlanmış takımların kullanımını da gerektiren birçok temel işlem tipi mevcuttur. Takım uygulamalarını daha anlaşılır kılmak için tornalama işlemlerini aşağıdaki gruplarda toplamak mümkündür:

- a. Boyuna tornalama
- b. Alın tornalama

- c. Açılı kopya tornalama
- d. Yuvarlak profil işleme
- e. İç çap tornalama
- f. Kesme veya kanal açma
- g. Dış açma vb.

Tornalama iş parçasının dönme ve takımın ilerleme hareketi olmak üzere iki hareketin birleşimidir. Takım ilerleme hareketi iş parçası eksenini boyuncadır. Bu, parça çapının daha küçük bir çapa tornalanması demektir. Alternatif olarak takım iş parçasının sonunda, iş parçası merkezine doğru da ilerleyebilir ki bu işlem alın tornalama işlemidir.

Genellikle bu iki yönün kombinasyonu olan ilerlemeler sayesinde konik ve eğrisel yüzeyler elde edilir. Bugün torna tezgahlarının kontrol üniteleri düz veya profilli iş parçalarının tornalanması işlemlerinde ortaya çıkabilecek çok çeşitli olasılıkları gerçekleştirebilecek özelliktedirler. Sayısal denetim (NC) kesici kenarın çok verimli bir şekilde kontrolü demektir. Bu nedenle CNC tezgahlar günümüzde çeşitli modellerin kullanıldığı kopya tezgahlarının ve formlu takım kullanımının yerini almışlardır.

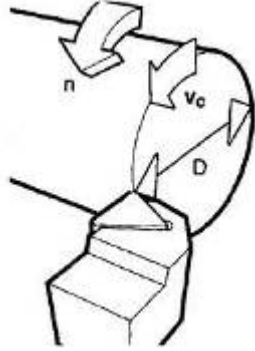
Talaşlı imalat ile elde edilmesi amaçlanan iş parçası geometrik özelliklerini arasında yüzey pürüzlülük değeri önemli parametrelerdendir. Kesme hızı, ilerleme, talaş derinliği, uç yarıçapı gibi talaşlı imalat işlemlerinin en önemli parametreleri, yüzey pürüzlülük değeri üzerine doğrudan etki eder. Talaş derinliği ve ilerleme arttığında yüzey pürüzlülük değeri artar. Uç yarıçapı arttıkça yüzey kalitesi yükselir. (Gökkaya, Nalbant, 2005). Tüm bu parametrelerin imalat işlemini etkileyen pozitif yönleri olduğu gibi negatif yönleri de bulunmaktadır. Parametrelerin kendi aralarında iyi bir kombinasyonu ile efektif bir imalat işlemi ve yüzey pürüzlülük değeri elde edilir.

5.1 İşleme Parametreleri

5.1.1. Kesme Hızı (m/dak)

Bir torna tezgahında iş parçası belirli bir ana mil hızıyla (n) döner. Bu dönme hızı iş parçasının işlendiği noktada, işlenen çapa bağlı olarak, bir kesme hızının (V_c) ortaya çıkmasına neden olur. Bu hız, kesici kenarın iş parçası yüzeyini işlediği hızdır. Diğer bir ifadeyle bu hız,

talaş kaldırılan çapta kesici kenardan geçen iş parçası çevresinin hızıdır. Gerçek kesme hızının hesaplanması için işlenen çaptaki iş parçasının çevresi ($D \times \pi$) ile ana mil hızının çarpılması gerekir. Ana mil hızı ile talaş kaldırılan iş parçası çevresindeki kesme hızı arasında bir bağlantı vardır (Şekil 5.2).



$$V_c = \frac{\pi \times d \times n}{1000} \rightarrow (m / dak)$$

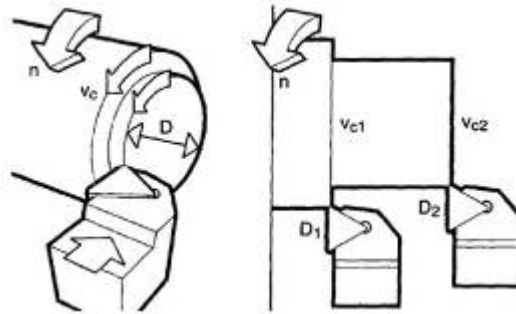
n (dev/dak)

Vc (m/dak)

d (mm)

Şekil 5.2 Kesme hızının ifadesi ve formül olarak gösterilmesi (Çakır, 2000)

Kesme hızı sadece ana mil hızı ve/veya işlenen çap değişmediği müddetçe sabittir. Sabit bir kesme hızında işlenen çap küçüldükçe devir artmaktadır. Takımın parça merkezine doğru ilerlediği alın tornalama işleminde, iş parçasının sabit bir ana mil hızıyla dönmesi halinde kesme hızı değişecektir (Şekil 5.3).



Şekil 5.3 Kesme hızının farklı çaplardaki değişiminin gösterilmesi (Çakır, 2000)

5.1.2.İlerleme hızı (V_f - m/dak)

Takımın çeşitli yönlerde hareketinde dakikadaki ilerleme miktarıdır. Devir başına ilerleme (f - mm/dev) ise takımın iş parçasının bir devrinde yaptığı ilerlemedir. İşlenen yüzeyin kalitesinin belirlenmesinde ve uygun talaş oluşumunun sağlanmasında temel faktör olan bu büyüklük sadece talaş kalınlığının üzerinde değil, talaş kırma işleminin üzerinde de etkide bulunur. İşlenen yüzeyin kalitesini belirleyen ve talaş oluşumunu takım geometrisine bağlı olmasını sağlayan temel bir değerdir.

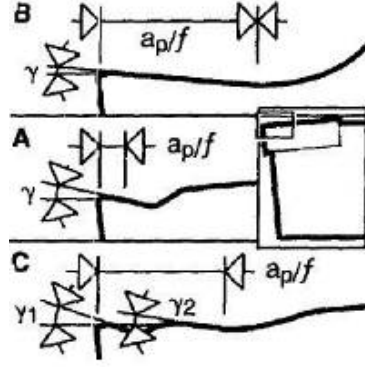
5.1.3.TalaşDerinliği (a)

İşlenmiş çap ile işlenmemiş çap arasındaki farkın yarısıdır. Talaş derinliği her zaman kesici kenara değil, takımın ilerleme yönüne dik açı yapacak şekilde ölçülür.

5.2. Takım Geometrisi

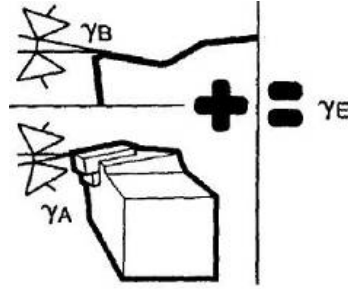
Modern değiştirilebilir kesici uçlarda kesici uç geometrisi son derece dikkatli bir şekilde tasarlanır. Bu geometri kanallardan, düzlem yüzeylerden, açılardan ve kenarın kesme kabiliyeti arttıracak eğrilerden oluşmuştur. Kenarın kesme kabiliyeti iş parçasının işlenmesi esnasında kesici kenarın talaşın oluşumuna ve talaşın kırılmasına olan etkisidir.

Talaş açısı (γ) kesici uç üzerine verilmiştir. Talaş açısının büyüklüğü kesici ucun kullanım alanına, malzemeye, talaş derinliğine ve ilerlemeye bağlıdır. Talaş yüzeyi kaba tornalamada kullanılan uçlarda olduğu gibi (B) uç kısmından itibaren belirli bir uzunluğa sahip olabilir veya ince tornalama işlemlerinde olduğu gibi (A) sadece uç kısmının üzerinde bulunabilir (Şekil 5.4). Bazı uygulamalarda her iki durum beraber kullanılır (C) ki bu uygulamalarda talaş derinliği ve ilerlemeler farklılık gösterir.



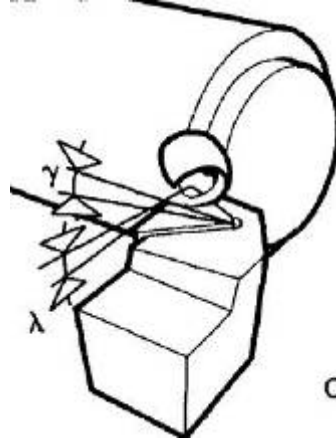
Şekil 5.4 Uçlarda talaş yüzeyi (Çakır, 2000)

Takım genelde negatif, ancak nötr ve pozitif de olabilen bir talaş açısına (γ_A) sahiptir, kesici uçta ise genellikle pozitif olan bir talaş açısı (γ_B) mevcuttur. Bu iki açı beraber efektif talaş açısını (γ_E) oluştururlar (Şekil 5.5).

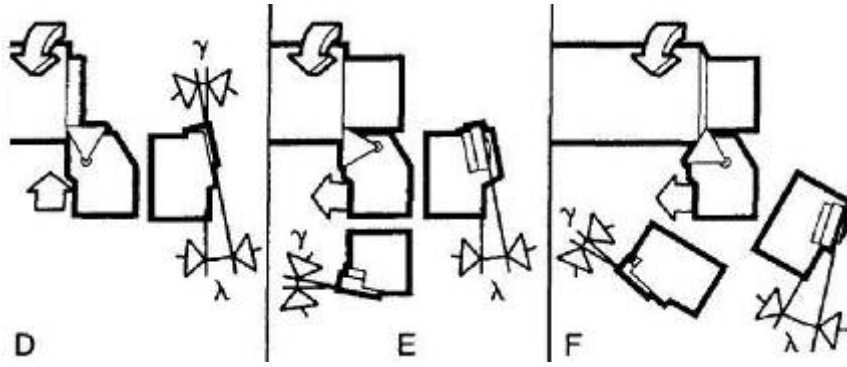


Şekil 5.5 Efektif talaş açısı (Çakır, 2000)

Tornalama işleminde kesici takımın en az iki yönden incelenmesine gerek vardır. Ana kesici uca paralel olan düzlem eğim açısını (λ), dik olan düzlem ise talaş açısını (γ) içerir (Şekil 5.6). Bu iki açı sadece, takım iş parçası dönme eksenine 90° olan bir hat boyunca hareket ettiğinde aynı yönlü açıdırlar ki bu durum, yanaşma açısının 0° olduğu alın tornalama, kanal açma ve kesme işlemlerinde söz konusudur (D). Bu açıların ölçüldüğü düzlemler birbirine dik ise işlem ortogonal talaş kaldırma işlemi olarak adlandırılır. Bu durumda ana kesici kenar dönme eksenine 90° 'lik bir yanaşma açısı yapacak şekilde konumlanmıştır (E). Genellikle yanaşma açısı 0° veya 90° değildir. Bu durumda talaş kaldırma işlemi eğik talaş kaldırma işlemidir (F). Bunun anlamı eğim açısı ve talaş açısının ölçüldüğü düzlemlerin birbirine göre 90° 'den daha küçük bir açıyla konumlandırılmış olmasıdır (Şekil 5.7).



Şekil 5.6 Talaş ve eğim açıları (Çakır, 2000)

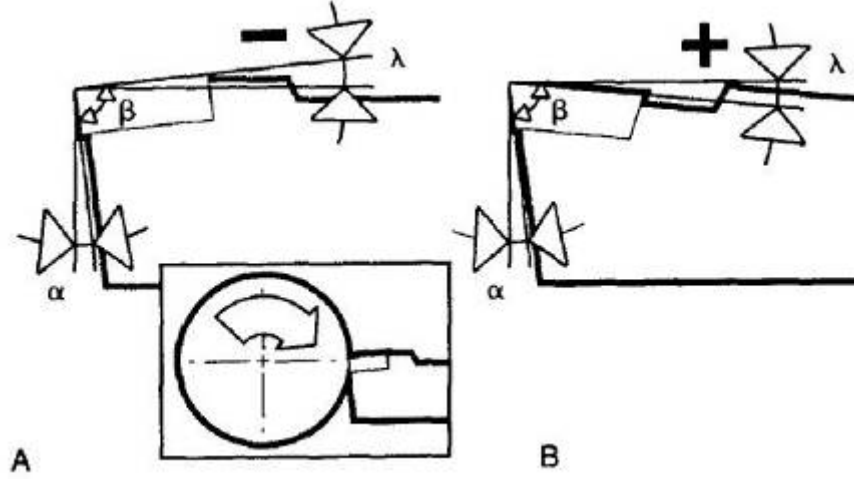


Şekil 5.7 60–90°'lik yanaşma açıları (Çakır, 2000)

Boşluk açısı (α), kesici kenarın herhangi bir sürtünme olmaksızın serbestçe çalışması için bırakılan açıdır. Bazı durumlarda, delik işleme ve alüminyum işleme gibi keskin bir kenarı gerektiren işlemlerde kama açısı 90° 'den küçüktür ve eğim açısı pozitifdir. Bu durumda kesici ucun üst yüzü alt yüzünden daha büyüktür (Şekil 5.8).

Kesme geometrisine bakış açısından iki temel seviye söz konusudur. Bunlar makro ve mikro seviyelerdir. Makro seviye kesici takımı daha geniş kapsamlı inceler ve kaba tornalama için daha uygundur (A). Diğer seviye ise kesici kenarın uç kısmına daha yakından bakar ve ince tornalama işlemleri için daha uygundur (B). Makro seviye incelendiğinde kesici ucun yatay düzlem ile belirli bir açı yaptığı görülür ki bu açı eğim açısıdır (λ). Negatif bir eğim açısı (A) şıkında pozitif bir eğim açısı ise (B) şıkında gösterilmiştir (Şekil 5.8). Bu açı kesici ucun oturduğu düzlemin yaptığı açıdır. Takıma yandan bakıldığı zaman görülen bir açı değeridir. Eğim açısı kama açısının (β) 90° olduğu, yüksek mukavemetli uçlarda negatif olmak zorundadır. Kama

açısı 90° olduğu halde belirli bir eğim yoksa kesici takım ile iş parçası arasındaki boşluk açısı 0° olacaktır.



Şekil 5.8 Pozitif ve negatif eğim açıları (Çakır, 2000)

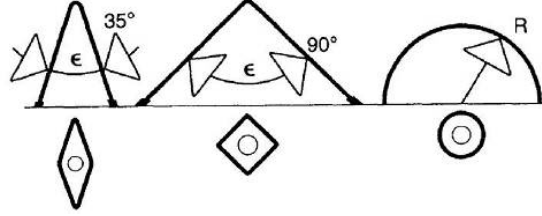
Yanaşma açısı (κ) kesici kenarın iş parçasına yaklaşma açısıdır. Bu açı kesici kenar ile ilerleme yönü arasındaki açıdır. Yanaşma açısı talaş oluşumunu etkilediği gibi kesme kuvvetlerinin yönünü, kesme işlemine katılan kesici kenar uzunluğunu, kesici kenar ile iş parçası arasındaki temas alanını ve işlemde kullanılacak takım ile gerçekleştirilecek talaş kaldırma işlemlerini de etkiler. Yanaşma açısı $45-90^\circ$ arasında değişir, ancak kopya tornalama işleminde ve çeşitli profillerin işlenmesinde 90° 'den büyük yanaşma açıları da kullanılabilir.

Yanaşma açısının değiştirilmesi ilerlemeyi ve bunun sonucunda talaş debisini etkiler ve aynı talaş derinliği ve talaş kalınlığı için daha büyük bir ilerleme değerinin kullanılması gerekir. Bu durum, genellikle basınç dağılımı ve kesici kenarın daha büyük bir kısmının kullanılması açısından avantajlıdır.

Kesici uç yarıçapı geometrik bir parametredir ve tornalamada işlemi üzerindeki etkileri çok uzun süredir incelenmektedir. Büyük uç yarıçapları yüzey kalitesini arttıran bir özellik olmasına karşın, takım aşınması ve tornalama sırasında harcanan enerjinin daha fazla olmasından dolayı dikkate alınması gereken bir araştırma konusu olmuştur (Chou, Song, 2003).

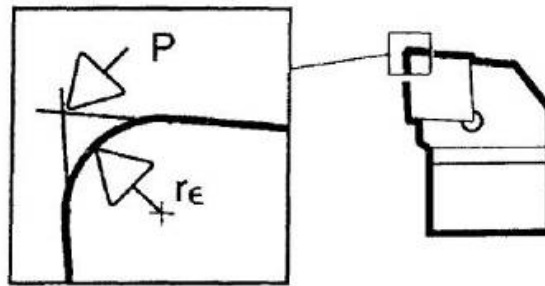
Köşe uç yarıçapı kesici uca ait uç açısı uzun mukavemetini belirler. Genellikle bu açı $35-90^\circ$ arasında değişir, ancak yuvarlak kesici uçlarda kesici kenar çok daha büyük bir kesit

alanına sahiptir (Şekil 5.9). Dolayısıyla yuvarlak kesici uçlarda kesici kenarın mukavemeti çok yüksektir.



Şekil 5.9 Uç açıları (Çakır, 2000)

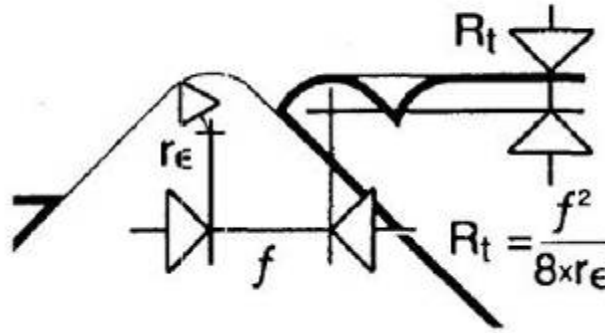
Uç yarıçapı (r_e) teorik bir P noktasında birleşen iki kesici kenara teğettir (Şekil 5.10). Fonksiyonel açıdan ucun yuvarlatılması keskinliği, dolayısıyla ucun zayıflığını azaltır. Köşe yarıçapının bir yararı uca mukavemet kazandırmaktır. Daha büyük kesit alanı, işleme esnasında daha büyük kuvvetlere mukavemet gösterir. Daha büyük bir köşe yarıçapı kesmeyi tüm uzun kenar boyunca dağıtır ve böylelikle daha iyi bir takım ömrü sağlar. Büyük köşe yarıçapıyla sıcaklığın sistemden uzaklaştırılması çok daha kolaydır, böylelikle ısıl gerilme nedeni ile ortaya çıkan tahribat çok daha azdır.



Şekil 5.10 Uç yarıçapı (Çakır, 2000)

Kaba tornalama işleminde verimliliği etkileyen en önemli faktör talaş derinliğidir. En büyük talaş derinliği değerinde çalışılması takım ömrünü olumsuz olarak etkileyecek olursa daha büyük bir uç boyutunun seçilmesine alternatif olarak daha büyük bir köşe yarıçapının seçilmesi de performansı arttıracaktır.

İş parçasının yüzey kalitesi köşe yarıçapının değerinden etkilenir. Yüzey kalitesi ilerleme ile köşe yarıçapının bir fonksiyonudur. Pratikte kesme hızı ve kesici kenarda oluşan aşınma da yüzey pürüzlülüğüne etkide bulunurlar. Büyük bir köşe yarıçapının kaba ve ince tornalama işlemlerinde birçok avantajı vardır. Bu avantajlar arasında birim kenar uzunluğu başına düşük basınç, düşük ısı oluşumu ve belirli bir ilerleme değeri için daha iyi yüzey kalitesi sayılabilir (Şekil 5.11). Daha büyük bir köşe yarıçapının ve daha düşük bir ilerleme değerinin seçimi ile yüzey kalitesi arttırılmaktadır.



Şekil 5.11 Uç yarıçapının yüzey pürüzlülüğüne etkisi (Çakır, 2000)

Uç yarıçapının azalması ile iş parçasına nüfuziyet artar, kesme kuvveti, tezgah gücü ve ucun mukavemeti azalır. Talaş derinliği ve köşe yarıçapı talaş kaldırma esnasında yanaşma açısının etkisine benzer etkilerde bulunurlar. Küçük bir talaş derinliğinin ve köşe yarıçapının talaş kaldırma işlemine etkisi küçük bir yanaşma açısının etkisine benzerdir. Daha büyük değerler büyük yanaşma açılarına ve talaşın küçük bir açıyla iş parçasından uzaklaşmasına eşdeğerdir.

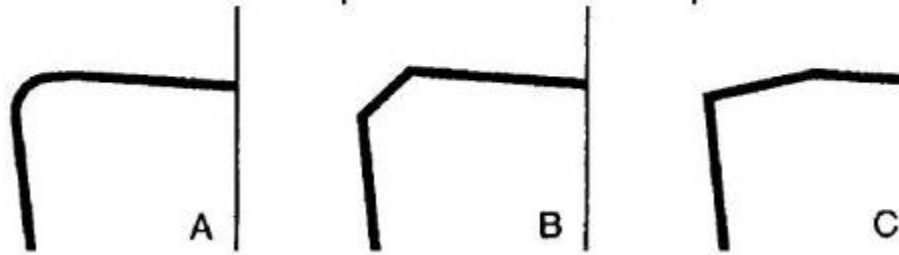
Uç yarıçapının artması titreşim eğilimini de artırır. Daha büyük bir temas uzunluğu daha yüksek bir rijitliğe gereksinim gösterir. Yuvarlak kesici uçların kesici kenarları yüksek mukavemete sahiptir. Ancak bu kesici uçların kullanıldığı işlemlerde takımın, bağlama elemanlarının, iş parçasının ve tezgahın rijitlik açısından test edilmesi gerekir. Tırlama riski olduğunda köşe yarıçapının seçiminde son derece dikkatli olunmalıdır. Bu durum yanaşma açısının, kesme geometrisinin ve köşe yarıçapının seçiminin son derece önemli olduğu delik işleme işlemlerinde çok daha büyük önem kazanır.

90°'lik bir uç açısına sahip bir kesici uç belirli bir mukavemete ve rijit bir kesici kenara sahiptir. Kesme geometrisi yakından incelendiğinde (kesici ucun kesitine yandan bakıldığında) kesici uç üzerinde presleme yoluyla oluşturulmuş bazı ek geometriler görülür. Keskin bir kenar zayıf bir kenardır, küçük bir kesit alanı vardır ve kolaylıkla kırılabilir. Makro açıdan bakıldığında kare kesitli bir uç en yüksek mukavemete sahip uçtur. Mikro açıdan bakıldığında ise kesici ucun en dış kenarının güçlendirilmesi ve serbest yüzey ile talaş yüzeyi arasındaki en uygun geçişin sağlanması amacıyla bir kenar hazırlama işlemine gereksinim vardır. Bu işlemler işleme kabiliyetine ve kesici kenarın kesme kabiliyetinin sürekliliğine etki ederler.

Kesici kenarın hazırlanmasında belli başlı üç yol vardır (Şekil 5.12):

- Kesici köşe üzerine radyüs verme (A)
- Köşede pah kırma (B)
- Negatif açılı yüzey oluşturma (C)

Genellikle bu üç tipin bir arada kullanılması da söz konusudur. Talaş açısının müsaade ettiği müddetçe oluşturulan negatif yüzeyler uca yüksek mukavemet sağlarlar. Bu durumda kuvvetler kesici ucun daha iyi desteklenmiş kısmına aktarılır. Ancak kesici kenarın güçlendirilmesi için yapılan bu işlemlerde aşırıya kaçılması daha yüksek kesme kuvvetlerinin oluşumuna, daha büyük güç gereksinimine ve kesici kenarda gerilmelere neden olur. Kesici kenarın mikro tasarımı gelişmeye açık, tecrübe ve ileri imalat teknikleri gerektiren bir alandır.



Şekil 5.12 Kesici kenarın hazırlanması (Çakır, 2000)

6. İŞLENEBİLİRLİK

İşlenebilirlik mühendislik ekonomisini ilgilendiren en önemli özelliklerden biridir. İşlenebilirlik, genellikle, kuvvetler, güç tüketimi ve takım aşınması olarak üç faktör ile tanımlanır. Dolayısıyla güç tüketiminin az olması, takım aşınmasının düşük miktarlarda olması ve iyi bir yüzey kalitesinin elde edilmesi işlenebilirlik olarak ifade edilebilir (Isık, 2006).

Yeni malzemelerin ve işleme teknolojilerinin gelişimi, imalat endüstrisi üzerinde yeni üretim stratejilerinin adaptasyonunda, yeni proseslerin varlığı pozitif ve negatif etkiler yaratmıştır. Bu etkiler, işlenebilirlik ve kullanılan parametreler üzerinde herhangi bir kolaylık sağlamamıştır. İşlenebilirliğin ve talaşlı imalat operasyonunun doğru parametreler kullanılarak yapılması şarttır.

İşlenebilirlik evrensel olarak tanımlanmış, standart bir özellik değildir. Genellikle iş parçasının işlenebilme kabiliyeti, iş parçasının kesici bir takım ile şekillendirilmesinin ne kadar kolay ve zor olduğu işlenebilirlik olarak adlandırılır. Kesici takımlardaki gelişmeler, değişen koşullar ve metodlar nedeniyle işlenebilirlik kavramı değerler cinsinden ifade edilmesi zor olan bir kavramdır.

İş parçası malzemelerinin metalürjisi, mekaniği, ısı işlemleri, katkı maddeleri, içerisindeki kalıntılar, yüzeyindeki sert tabakanın kalınlığı gibi özellikler işlenebilirliği etkiler. Bu etkilerin yanı sıra işlenebilirlik üzerinde kesici kenarın, takım tutucunun, takım tezgahının, işlemlerin ve işleme koşullarının da etkisi büyüktür. Bir talaş kaldırma işlemini verimli kılacak faktörlerin belirlenebilmesi için iş parçası malzemesinin bilinmesi şarttır. Ancak işlenebilirliğe temel teşkil edecek parça başına maliyet, üretim hızı, belirli bir yüzey kalitesini ve uç mukavemetini sağlayacak takım ömrünün tayini gibi birbirleriyle çelişen önceliklerin varlığı da söz konusudur.

En geniş anlamıyla işlenebilirlik kesici takım/iş parçasına ait aşağıdaki kriterlerce tanımlanan bir özellik olarak adlandırılabilir:

- . Takım ömrü
- . Talaş oluşumu
- . Yüzey kalitesi
- . Talaş debisi

. Kesme kuvveti / Güç

. Yığılma eğrisi eğilimi

Uygun iş parçası verileri ve gerçekleştirilen işlenebilirlik testleri sonucunda özel işlemlerde olduğu kadar çok daha geniş uygulama alanlarında da kullanılabilecek işlenebilirlik verilerinin belirlenmesi mümkündür. Ancak bir grup işlem için iyi olarak kabul edilen işlenebilirlik koşulları bir başka grup işlem için iyi olmayabilir.

6.1 Alüminyum

Talaşlı imalat alanında kullanılan alüminyum malzemelerin birçoğu alaşımlıdır. Saf alüminyumun oldukça zayıf ve sünek bir malzeme olmasından dolayı kullanım alanı sınırlıdır. Alüminyum ve alaşımlarının özellikleri önemli ölçüde nasıl bir ön işleme tabi tutulduğuna bağlıdır. Alüminyum alaşımları genellikle işlem ve döküm alaşımları olarak iki gruba ayrılırlar.

Ana alaşım elementleri bakır, mangan, silisyum, magnezyum, kurşun, çinko ve demirdir. Bu elementlerin alüminyum üzerinde çeşitli etkileri vardır. Bakır mukavemeti artırır, işlenebilirliği iyileştirir; mangan sünekliği ve dökülebilirliği iyileştirir; silisyum korozyon direncini ve dökülebilirliği iyileştirir; magnezyum mukavemet ve korozyon direncini; kurşun, mukavemeti ve dökülebilirliği; demir ise mukavemeti ve sertliği artırır (Çakır, 1999).

6.1.1. Alüminyum Döküm Alaşımları

Döküm alaşımları ısıtılabilir ve kalıp döküm veya kum dökümlerde olduğu gibi ısıtılabilir durumda da olabilir. Döküm işlemine ve arzu edilen özelliklere bağlı olarak alaşım çeşitli elementlere sahip olabilir.

Silisyum akıcılığı etkileyen en önemli elementtir. Bu veya buna yakın bileşimlerdeki alaşımlar hiçbir sıcaklık değişimi olmaksızın veya çok küçük sıcaklık değişimlerinde katılaşır. Alaşım içerisine bakır ilavesi alaşımı ısıtılabilir hale getirir. Diğer işlemler gerilme giderme tavlama, çözültü alma işlemleridir. Çizelge 6.1’de alüminyum döküm alaşımlarını hazırlanan seri numaralarına göre görülmektedir.

Çizelge 6.1 Alüminyum döküm alaşımları

Simge	Temel Alaşım Elementleri
1xx.x	Alüminyum – en az % 99
2xx.x	Bakır
3xx.x	Silisyum – Bakır ve/veya Magnezyum
4xx.x	Silisyum
5xx.x	Magnezyum
6xx.x	Kullanılmayan dizi
7xx.x	Çinko
8xx.x	Kalay
9xx.x	Diğer elementler

6.1.2. Alüminyum İşlem Alaşımları

İşlem alüminyum ve alaşımları için dünyada en yaygın kullanılan simgeleme dizgesi, Amerikan Standartlar Birliği tarafından belirlenen dizgedir. Dört rakamlı sayısal simgenin ilk rakamı, hangi temel alaşım elementini içeren alüminyum alaşımı olduğunu belirtmektedir. Çizelge 6.2’de alüminyum işlem alaşımlarının sıralaması görülmektedir.

Çizelge 6.1 Alüminyum işlem alaşımları

Simge	Temel Alaşım Elementi	Yapısı
1xxx	Arı Alüminyum	Tek fazlı
2xxx	Bakır	İki fazlı
3xxx	Mangan	Tek fazlı
4xxx	Silisyum	İki fazlı
5xxx	Magnezyum	Tek fazlı
6xxx	Magnezyum – Silisyum	İki fazlı
7xxx	Çinko	İki fazlı
8xxx	Diğer elementler	
9xxx	Kullanılmayan dizi	

Alüminyum alaşımları iyi bir işlenebilirliğe sahiptir. İşleme sıcaklıkları genelde düşüktür ve yüksek kesme hızlarının kullanımı söz konusudur. Bazı işlemlerde talaş kontrolü için özel önlemler gerekebilir. Kesme işlemi keskin, pozitif geometriler gerektirir ve genellikle alüminyum için özel geliştirilmiş takımlar ile gerçekleştirilir, ancak alüminyum alaşımlarının birçoğunun modern, genel amaçlı takımlarla uygun bir şekilde işlenebilmesi de mümkündür. Doğru bir kayma işleminin gerçekleştirilmesi ve yığma kenar oluşumunun önüne geçilebilmesi için büyük talaş açılarına gereksinim vardır.

Takım ömrü, yüzey kalitesi ve talaş oluşumuna bağlı olarak işlenebilirlik genellikle iyidir. Kesme kuvvetleri düşüktür. Dövme ve döküm alaşımlar temperlenmiş halde tavlanmış hale göre daha iyi işlenirler. Bazı alaşımlarda yığma kenar çok yüksek hızlarda bile oluşabilir ve özellikle alüminyum işleme için tasarlanmamış uçların kullanılması halinde kötü yüzey kalitesinin elde edilmesine neden olabilir.

Alüminyum işlemede dikkate alınması gereken en önemli problem talaş kontrolüdür. Bazı durumlarda talaş kolay kırılmaz ve yüksek hızlarda talaşın kesme bölgesinden uzaklaştırılması özel önlemler gerektirir.

Talaşı kesme bölgesinden uzaklaştırabilmenin en iyi yöntemi talaşı kırmaktır. Yapılan deneysel çalışmalarda özellikle alüminyum malzemelerde talaş kontrolü için kesme hızı ve ilerleme değerlerini belirleyebilme açısından önemli bir belirleyici özellik olmuştur.

Alüminyum malzemelerin işlenebilirliği seçilen işleme koşulları altında yüzey pürüzlülüğü oluşumu da etki etmektedir. Kesin bir yüzey pürüzlülük değerinin alınabilmesi için işleme yöntemi çok dikkatli ve hassas seçilmelidir, işlem çok rijit olmalıdır.

Ötektik ve otektik üstü bileşimlere sahip bazı silisyum içeren alaşımlarda aşırı serbest yüzey aşınması dikkat edilmesi gereken bir durumdur. Büyük ve sert silisyum parçacıkları yüksek aşınma hızlarına neden olurlar. Bu alaşımların işlenmesi için elmas uçlu kesiciler geliştirilmiştir. Çok yüksek kesme hızları ve yüksek ana mil devir sayılarına sahip tezgahlarda yüksek talaş debileri bu alanda efektif olarak kullanılabilir. Kesme hızları genellikle tezgah ile sınırlıdır. Birçok alüminyum işleme uygulamasında özel olarak geliştirilmiş keskin, kaplamasız sinterlenmiş karbür kaliteleri mükemmel bir performans sağlarlar.

6.2. Çelik

Demir esaslı alaşımlarda ana bileşen demirdir. Karbon yüzdesinin, alaşım elementlerinin ve ısıtma işlemlerinin değişimi ile çok farklı özelliklere sahip, çok çeşitli çeliklerin elde edilmesi mümkündür.

6.2.1. Karbon çelikleri / Alaşımsız Çelikler

Bu çelikler karbon yüzdelere göre sınıflandırılırlar:

- Düşük karbonlu çelik, %C 0,05 - 0,1
- Düşük karbonlu çelik, %C 0,1 - 0,25
- Orta karbonlu çelik, %C 0,25-0,55
- Yüksek karbonlu çelik, %C 0,55 - 0,8

Adi karbon çelikleri genellikle düşük karbonlu çeliklerdir. Yapı çeliği, çelik döküm ve bazı takım çelikleri bu çeliklere örnek olarak verilebilir. Bu çeliklere genellikle sıcak haddeme, normalizasyon, presleme ve gerilme giderme tavlama veya soğuk çekme işlemleri uygulanmıştır. Orta karbonlu çelikler bir talaş kaldırma işlemi gerektiren iş parçaları için

uygundurlar; kabuk sertleştirme, toklaştırma veya temperleme ile sertleştirme işlemleri bu çeliklere uygulanabilecek işlemlerdir. Sertleştirilebilen takım çelikleri yüksek karbonlu çeliklerdir.

Düşük karbonlu çeliklerin işlenebilirliği incelendiğinde düşük sertliğin ve yüksek sünekliğin talaş sıvanması ve yığma kenar oluşumu gibi olumsuz etkilere neden olduğu, bu etkilerin ise takım ömrünü azalttığı ve kötü bir yüzey kalitesinin elde edilmesini sağladığı görülür. Karbon yüzdesi arttıkça sertlik artar, süneklik düşer ve işlenebilirlik artar. Bu gurubu oluşturan malzemeler için işlenebilirlik işlenebilirliği kolaylaştırıcı katkı maddelerinin ilavesine, imalat yöntemine ve imalat sonrası işlemlere bağlı olarak değişim gösterir. Bu çeliklerin içerisinde biraz mangan da mevcuttur, ancak oranı % 2 'yi aşmadıkça mangan alaşım elementi olarak kabul edilmez.

6.2.2 Alaşımli Çelikler

Çelikler içerdikleri çeşitli alaşım elementlerinin oranı % 5 'e eşit veya küçük ise düşük alaşımli çelik, % 5 'in üzerinde ise yüksek alaşımli çelik olarak adlandırılırlar. Bu çelikler genellikle adi karbon çeliklerinden daha sert ve daha dayanıklıdır ve çeşitli alaşım elementlerinin oranı arttıkça artan mukavemet ve azalan işlenebilirlik nedeniyle daha zor işlenirler.

Alaşım elementleri genellikle çok düşük oranlardadır. Bu oran birçok durumda % 1 'den azdır. Alaşımlar çeşitli nedenlerden dolayı malzeme içerisine katılırlar. Alaşımın yapısı, otektoid nokta, faz dönüşümleri, sertlik, mukavemet, aşınma ve korozyon direnci üzerinde etkide bulunabilirler. En tipik alaşım elementleri nikel (N), krom (Cr) ve molibdendir (Mo). Ancak vanadyum (V), tungsten (W) ve kobalt (Co) da birçok çelikte mevcuttur. İşlenebilirlik kursun (Pb), silisyum (Si) ve mangan (Mn) gibi belirli alaşım elementlerinin ilavesi ile iyileştirilir. Alaşımli çeliklerin ısı işlemleri işlenebilirlik açısından önemli rol oynar.

Alaşımli çelik iş parçalarının işlenmesi birçok endüstride değişik şekilde gerçekleştirilir. Ürünün son şekline yakın, çok küçük işleme paylarına sahip bu işleme paylarının sağlanması için talaşın ve takım aşınma parametrelerinin çok iyi kontrolü gerekmektedir. İş parçaları çok hassas dövme ve döküm teknolojileriyle üretilirler. Daha sert takım malzemeleri sayesinde sertleştirilmiş çeliklerin talaşlı imalatı her geçen gün yaygınlaşmaktadır.

6.2.3 Paslanmaz Çelikler

Östenitik ve ferritik/östenitik birçok paslanmaz çelik için bir düşük, bir de yüksek kesme hızı aralığı mevcuttur (40 - 90 m/dak ve 180 -400 m/dak). Bu değerlerin arasındaki kesme hızı değerleri yığılma kenar oluşumunun gerçekleştiği değerlerdir.

Genellikle paslanmaz çelik içerisindeki alaşım miktarı arttıkça işleme de o derece zorlaşır ve işleme maliyeti o derece artar. Malzeme özellikleriyle ilgili (örneğin korozyon direnci) talepler bazı uygulamalarda işlenebilirliği arttıran katkı malzemelerinin (Si, Pb gibi) miktarını sınırlar.

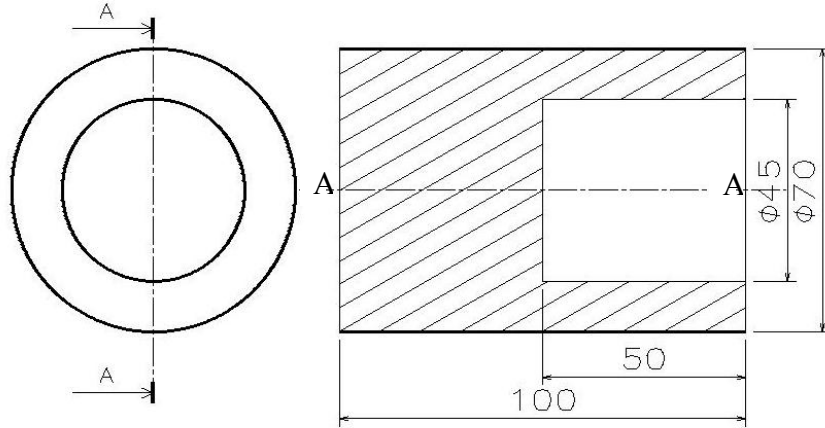
Paslanmaz çeliğin işlenebilirliğini kolaylaştırmak için takım, tezgah, rijitlik ve ortam bakımından bazı geliştirmeler yapmak gerekir. Takım ve iş parçası bağlama sistemi mümkün olduğunca rijit olmalıdır. Köşe radyüsü uygulamaya göre seçilmelidir. Radyüsün gereğinden büyük olması titreşime neden olacaktır, daha küçük ancak yeterince dayanıklı bir köşe radyüsü daha iyi bir talaş kontrolü ve daha düşük kesme kuvvetleri sağlayacaktır. Yeterince büyük bir pozitif talaş açısına ve büyük boşluk açısına sahip takımlar kullanılmalıdır. Kaba talaş kaldırma işlemlerinde kesici kenarın güçlendirilmesi amacıyla pah kırma işlemi yapılacaksa mümkün olan en küçük pah kırılmalıdır. Tornalama işleminde kesme bölgesinde oluşan ısının ortamdan uzaklaştırılması için doğru kesme sıvısı, bol miktarda kullanılmalıdır. Talaş yüzeyi ile talaş arasındaki sürtünmeyi, temas yüzeyini en aza indirecek bir kesici uç geometrisi seçilmelidir.

7. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Deneyisel çalışmanın amacı; tornalamada değişken ilerleme işlemi ile talaş kırılması ve yüzey pürüzlülüğünün incelenmesidir. Gerçekleştirilen farklı uygulamalarda kesme hızı (V_c) sabit tutularak kaba ve hassas tornalama işlemlerinde değişken ilerlemelerdeki talaş kırılması incelenmiştir. Kesici takım üzerinde herhangi bir talaş kırıcı formu bulunmamaktadır. Kaba ve hassas tornalama işlemleri için değişken ilerlemeler ile oluşturulan çevrimler ve bu çevrimler ile elde edilen talaş kırılması incelenmiştir.

7.1 Deney Malzemesi

Yapılan deneyler, Şekil 7.1'deki geometrik özelliklere sahip alüminyum Al7175 ve AISI4140 (36 HRC) çelik malzeme üzerinde gerçekleştirilmiştir. Parçalar 12 inch'lik aynada içten sıkma aparatı ile tezgaha bağlanmıştır.



Şekil 7.1 Deneylerde kullanılan Al7175 ve AISI4140 malzemenin geometrik özellikleri

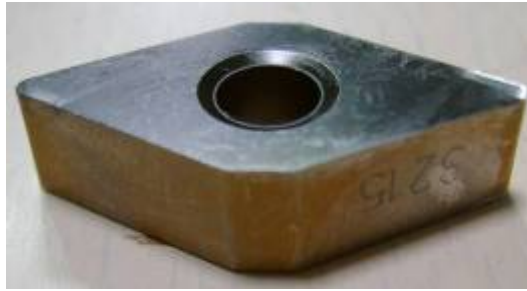
7.2 Deneyde Kullanılan Kesici Uçlar

Deney esnasında gerçekleştirilen torna operasyonlarında SANDVIK marka DNMA150608 tipinde, üzerinde talaş kırıcı formu bulunmayan kesici uç kullanılmıştır (Şekil 7.2). Şekil 7.3'de görüldüğü gibi Kintek PDNMR 15-145 marka kater kullanılmıştır, kater

HSK63A takım tutucu ile tezgaha bağlanmıştır. Kullanılan kesici takımın geometrik özellikleri Çizelge 7.1’de verilmiştir.

Çizelge 7.1 Sandvik DNMA 150608 tip kesici takıma ait geometrik özellikler

Kesici takım uç açısı	55°
Boşluk açısı	0°
Kesici uç kalınlığı	6.35 mm
Uç yarıçapı	0.8mm
Kesme kenarı	Çift negatif açılı
Kesici uç tipi	
Kalınlık ve Boy Toleransı	±0.1mm
Kesme kenarı uzunluğu	12.7mm



Şekil 7.2 Sandvik DNMA150608 kesici uç



Şekil 7.3 Kintek PDNMR 15-145 kater

7.3 Deneylerde Kullanılan Tezgah ve Cihazlar

Deneylerde, değişken ilerlemeli tornalama işlemleri yapılarak yüzey pürüzlük değerlerini ölçmek ve talaş kırılmasını incelemek için Okuma Macturn 350 9 eksenli tornalama merkezi, Heinbuch marka içten sıkma aparatı, Mitutoyo marka kumpas ve Mahr PGK 120 Perthometer yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı kullanılmıştır.

1. CNC Torna Tezgahı: Tüm torna operasyonları için kullanılmıştır (Şekil 7.4).

Marka : Okuma Macturn 350 Tornalama Merkezi

Maksimum devir = 3500 dev/dak

Motor gücü = 14 kW

Eksen sayısı = 9

Ayna sayısı = 2



Şekil 7.4 Okuma Macturn tornalama tezgahının genel görünümü

2. İçten sıkma aparatı: Parçaları aynada içten sıkmak için kullanılmıştır (Şekil 7.5).

Marka = Heinbuch

Bağlanabilir ayna çapı = 10 ve 12 inch

Maksimum kullanılabilir pens çapı = 54 mm

Deneylerde kullanılan pens çapı = 47 mm

Farklı pensler için sıkma aralığı = ± 1.5 mm

Maksimum devir = 2500 dev/dak



Şekil 7.5 Heinbuch marka içten sıkma aparatı

3. Kumpas : Uzunluk, iç çap, dış çap ve derinlik ölçmek için kullanılmıştır.

Özellikleri = Mitutoyo ABSOLUTE Digimatic Caliper Series 500

Toplam ölçüm aralığı= 0-200 mm

Minimum ölçme uzunluğu= 0.01mm

Tekrarlanabilirlik= 0.01mm

Ölçüm çeneleri malzemesi = Karbür

4. Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Cihazı : Tornalama işlemleri sonucu oluşan yüzeylerdeki pürüzlülük değerini ölçmek için kullanılmıştır.

Marka: Mahr PGK 120 Perthometer

Ölçme aralığı = 0.56mm, 1,75mm, 5,60mm, 17,50mm

Ölçme üst sınır değeri = 150 μ m

Ölçme parametreleri = Ra, Rz, Rc R_{pc}, R_{max} (DIN, ISO, SEP)

7.4 Ön Deneyler

Tornalamada değişken ilerleme ile talaş kırılmasının ve yüzey pürüzlülüğünün incelenebilmesi için ön deneyler yapılması gerekmektedir. Bu deneylerin amacı; seçtiğimiz malzemeler ve kesme ucun kullanımı ile farklı işlem parametreleri kullanarak tornalama işlemleri

gerçekleştirmek, oluşan talaşın kırıldığı talaş kaldırma parametrelerini belirlemektir. Talaşın kırılması esnasında oluşan yüzey pürüzlülüklerinin de belirlenmesi amaçlanmıştır.

7.4.1 Alüminyum Malzeme İçin Yapılan Ön Deneyler

Alüminyum malzeme için ön deneyler hem kaba hem hassas tornalama işlemi için ayrı ayrı yapılmıştır.

7.4.1.1. Kaba Tornalama

Al7175 malzemenin kaba tornalama işleminde; ön deneyler başlığı altında belirtilen amaca yönelik olarak, aşağıdaki talaş kaldırma parametreleri başlangıç değerleri olarak seçilmiştir.

1. Deney

Talaş derinliği (a_p) : 3 mm

Kesme hızı (V_c) : 140 m/dak

İlerleme (f) : 0.20 mm/dev

Şekil 7.6’da görüldüğü gibi yukarıdaki değerler kullanılarak istenen talaş kırılması sağlanamamıştır. Sabit kesme hızında ve talaş derinliğinde ilerleme hızının değiştirilmesi ile yeni ön denemeler yapılmalıdır.



Şekil 7.6 Al7175 malzemede kaba talaş kaldırma işlemi ile elde edilen sürekli talaş
($a=3$ mm, $V_c= 140$ m/dak , $f= 0,20$ mm/dev)

2. Denev

Talaş derinliği (a_p) : 3 mm

Kesme hızı (V_c) : 140 m/dak

İlerleme (f) : 0.25 mm/dev

Kesme hızı ve talaş derinliği sabit tutularak ilerleme değeri arttırılmış ve Şekil 7.7’de görüldüğü gibi yukarıdaki değerler kullanılarak istenen talaş kırılması sağlanamamıştır. Sabit kesme hızında ve talaş derinliğinde ilerleme hızının değıştirilmesi ile yeni ön denemeler yapılmalıdır.



Şekil 7.7 Al7175 malzemede kaba talaş kaldırma işlemi ile elde edilen sürekli talaş
($a=3$ mm, $V_c= 140$ m/dak , $f= 0,25$ mm/dev)

3. Denev

Talaş derinliği (a_p) : 3 mm

Kesme hızı (V_c) : 140 m/dak

İlerleme (f) : 0.30 mm/dev

Yukarıdaki talaş kaldırma değerleri kullanılarak Al7175 alüminyum malzemede sabit kesme hızı ve talaş derinliği için yapılan üçüncü deneyde talaşın kırıldığını görülmüştür (Şekil 7.8).



Şekil 7.8 Al7175 malzemenin kaba talaş kaldırılmasında kırılan talaşlar
($a=3$ mm, $V_c= 140$ m/dak , $f= 0,30$ mm/dev)

4. Deney

Talaş derinliği (a_p) : 3 mm

Kesme hızı (V_c) : 140 m/dak

İlerleme (f) : 0.35 mm/dev

Yukarıdaki talaş kaldırma değerleri kullanılarak Al7175 alüminyum malzemede sabit kesme hızı ve talaş derinliği için yapılan dördüncü deneyde talaşın kırıldığı görülmüştür (Şekil 7.9).



Şekil 7.9 Al7175 malzemenin kaba talaş kaldırılmasında kırılan talaşlar
($a=3$ mm, $V_c= 140$ m/dak , $f= 0,35$ mm/dev)

7.4.1.2 Hassas Tornalama

Al7175 malzemenin hassas tornalama işleminde, farklı işlem parametreleri kullanılarak oluşan talaşın incelenmesi ve talaşın kırıldığı talaş kaldırma parametrelerinin belirlenmesi için aşağıdaki talaş kaldırma parametreleri başlangıç değerleri olarak seçilmiştir.

5. Deney

Talaş derinliği (a_p) : 0.1 mm

Kesme hızı (V_c) : 300 m/dak

İlerleme (f) : 0.24 mm/dev

Şekil 7.10'da görüldüğü gibi yukarıdaki talaş kaldırma parametre değerleri kullanılarak istenen talaş kırılması sağlanamamıştır. Sabit kesme hızında ve talaş derinliğinde ilerleme hızının değiştirilmesi ile yeni ön denemeler yapılmalıdır.



Şekil 7.10 Al7175 malzemende hassas tornalanma işlemi ile elde edilen sürekli talaş
($a=0,1$ mm, $V_c= 300$ m/dak , $f= 0,24$ mm/dev)

6. Deney

Talaş derinliği (a_p) : 0.1 mm

Kesme hızı (V_c) : 300 m/dak

İlerleme (f) : 0.28 mm/dev

Kesme hızı ve talaş derinliği sabit tutularak ilerleme değeri arttırılmış ve Şekil 7.11'de görüldüğü gibi yukarıdaki talaş kaldırma parametre değerleri kullanılarak istenen talaş kırılması sağlanamamıştır. Sabit kesme hızında ve talaş derinliğinde ilerleme hızının değiştirilmesi ile yeni ön denemeler yapılmalıdır.



Şekil 7.11 Al7175 malzemende hassas tornalanma işlemi ile elde edilen sürekli talaş
($a=0,1$ mm, $V_c= 300$ m/dak , $f= 0,28$ mm/dev)

7. Deney

Talaş derinliği (a_p) : 0.1 mm

Kesme hızı (V_c) : 300 m/dak

İlerleme (f) : 0.32 mm/dev

Yukarıdaki talaş kaldırma değerler kullanılarak yapılan deneyde Al7175 alüminyum malzeme için talaşın kırıldığı görülmüştür (Şekil 7.12).



Şekil 7.12 Al7175 malzemenin hassas tornalanmasında kırılan talaşlar
($a=0,1$ mm, $V_c= 300$ m/dak , $f= 0,32$ mm/dev)

8. Deney

Talaş derinliği (a_p) : 0.1 mm

Kesme hızı (V_c) : 300 m/dak

İlerleme (f) : 0.36 mm/dev

Yukarıdaki talaş kaldırma değerler kullanılarak yapılan deneyde Al7175 alüminyum malzeme için talaşın kırıldığı görülmüştür (Şekil 7.13).



Şekil 7.13 Al7175 malzemenin hassas tornalanmasında kırılan talaşlar
($a=0,1$ mm, $V_c= 300$ m/dak , $f= 0,36$ mm/dev)

7.4.2 Çelik Malzeme İçin Yapılan Ön Deneyler

Ön deneyler hem kaba hem de hassas tornalama işlemi için ayrı ayrı yapılmıştır.

7.4.2.1 Kaba Tornalama

AISI4140 çelik malzemenin kaba tornalama işleminde; ön deneyler başlığı altında belirtilen amaca yönelik olarak, aşağıdaki talaş kaldırma parametreleri başlangıç değerleri olarak seçilmiştir.

9. Denev

Talaş derinliği (a_p) : 3 mm

Kesme hızı (V_c) : 120 m/dak

İlerleme (f) : 0.30 mm/dev

Şekil 7.14’de görüldüğü gibi yukarıdaki talaş kaldırma parametre değerleri kullanılarak istenen talaş kırılması sağlanamamıştır. Sabit kesme hızında ve talaş derinliğinde ilerleme hızının değiştirilmesi ile yeni ön denemeler yapılmalıdır.



Şekil 7.14 AISI4140 malzemede kaba talaş kaldırma işlemi ile elde edilen sürekli talaş
($a=3$ mm, $V_c= 120$ m/dak , $f= 0,30$ mm/dev)

10. Denev

Talaş derinliği (a_p) : 3 mm

Kesme hızı (V_c) : 120 m/dak

İlerleme (f) : 0.35 mm/dev

Kesme hızı ve talaş derinliği sabit tutularak ilerleme değeri arttırılmış ve Şekil 7.15’de görüldüğü gibi yukarıdaki talaş kaldırma parametre değerleri kullanılarak istenen talaş kırılması sağlanamamıştır. Sabit kesme hızında ve talaş derinliğinde ilerleme hızının değiştirilmesi ile yeni ön denemeler yapılmalıdır.



Şekil 7.15 AISI4140 malzemede kaba talaş kaldırma işlemi ile elde edilen sürekli talaş
($a=3$ mm, $V_c= 120$ m/dak , $f= 0,35$ mm/dev)

11. Denev

Talaş derinliği (a_p) : 3 mm

Kesme hızı (V_c) : 120 m/dak

İlerleme (f) : 0.40 mm/dev

Yukarıdaki talaş kaldırma değerler kullanılarak yapılan deneyde AISI4140 çelik malzeme için talaşın kırıldığı görülmüştür (Şekil 7.16).



Şekil 7.16 AISI4140 malzemenin kaba tornalanmasında kırılan talaşlar
($a=3$ mm, $V_c= 120$ m/dak , $f= 0,40$ mm/dev)

12. Deney

Talaş derinliği (a_p) : 3 mm

Kesme hızı (V_c) : 120 m/dak

İlerleme (f) : 0.45 mm/dev

Yukarıdaki talaş kaldırma değerler kullanılarak yapılan deneyde AISI4140 çelik malzeme için talaşın kırıldığı görülmüştür (Şekil 7.17).



Şekil 7.17 AISI4140 malzemenin kaba tornalanmasında kırılan talaşlar
($a=3$ mm, $V_c= 120$ m/dak , $f= 0,45$ mm/dev)

7.4.2.2 Hassas Tornalama

AISI4140 çelik malzemenin hassas tornalama işleminde, farklı işlem parametreleri kullanılarak oluşan talaşın incelenmesi ve talaşın kırıldığı talaş kaldırma parametrelerinin belirlenmesi için aşağıdaki talaş kaldırma parametreleri başlangıç değerleri olarak seçilmiştir.

13. Denev

Talaş derinliği (a_p) : 1 mm

Kesme hızı (V_c) : 320 m/dak

İlerleme (f) : 0.26 mm/dev

Şekil 7.18’de görüldüğü gibi yukarıdaki talaş kaldırma parametre değerleri kullanılarak istenen talaş kırılması sağlanamamıştır. Sabit kesme hızında ve talaş derinliğinde ilerleme hızının değiştirilmesi ile yeni ön denemeler yapılmalıdır.



Şekil 7.18 AISI4140 malzemede kaba talaş kaldırma işlemi ile elde edilen sürekli talaş
($a=1$ mm, $V_c= 320$ m/dak , $f= 0,26$ mm/dev)

14. Denev

Talaş derinliği (a_p) : 1 mm

Kesme hızı (V_c) : 320 m/dak

İlerleme (f) : 0.30 mm/dev

Kesme hızı ve talaş derinliği sabit tutularak ilerleme değeri arttırılmış ve Şekil 7.19’da görüldüğü gibi yukarıdaki talaş kaldırma parametre değerleri kullanılarak istenen talaş kırılması sağlanamamıştır. Sabit kesme hızında ve talaş derinliğinde ilerleme hızının değiştirilmesi ile yeni ön denemeler yapılmalıdır.



Şekil 7.19 AISI4140 malzemede kaba talaş kaldırma işlemi ile elde edilen sürekli talaş
($a=1$ mm, $V_c=320$ m/dak , $f=0,30$ mm/dev)

15. Denev

Talaş derinliği (a_p) : 1 mm

Kesme hızı (V_c) : 320 m/dak

İlerleme (f) : 0.34 mm/dev

Yukarıdaki talaş kaldırma değerler kullanılarak yapılan deneyde talaşın kırıldığı görülmüştür (Şekil 7.20).



Şekil 7.20 AISI4140 malzemenin hassas tornalanmasında kırılan talaşlar
($a=1$ mm, $V_c=320$ m/dak , $f=0,34$ mm/dev)

16. Denev

Talaş derinliği (a_p) : 1 mm

Kesme hızı (V_c) : 320 m/dak

İlerleme (f) : 0.38 mm/dev

Yukarıdaki talaş kaldırma değerler kullanılarak yapılan deneyde talaşın kırıldığı görülmüştür (Şekil 7.21).



Şekil 7.21 AISI4140 malzemenin hassas tornalanmasında kırılan talaşlar
($a=1$ mm, $V_c= 320$ m/dak , $f= 0,38$ mm/dev)

Yapılan 16 ön deney çalışmasında Al7175 ve AISI4140 malzemelerin her birinde kaba ve hassas tornalama işlemleri için farklı işlem parametreleri kullanılıp, oluşan talaşın incelenerek talaşın kırıldığı talaş kaldırma parametrelerinin belirlenmesi sağlanmıştır. Bu değerlere göre ana deneylere geçilmiştir.

7.5 Değişken İlerlemeli Tornalamada Talaş Kırılmasına Ait Deneyler

Tornalamada değişken ilerleme ile talaş kırılması ve yüzey pürüzlülüğünün incelenmesi için ön deney çalışmalarından sonra ana deney çalışmalarına geçilmiştir. Yapılan ana deneylerde değişken ilerlemeler kullanılarak çevrimler oluşturulmuştur. Deneyler hem kaba hem hassas tornalama işlemi için ayrı ayrı yapılmıştır

7.5.1 AISI4140 Çelik Malzeme İçin Yapılan Deneyler

7.5.1.1 Kaba Tornalama

AISI4140 çelik malzeme için kaba tornalamada değişken ilerlemeler kullanılarak talaş kırılması için çevrim oluşturulmuştur. Bu çevrim; malzemenin işlenebilirlik koşulları göz önünde tutularak ilerleme değerlerinin belirli bir üst değere kadar düzenli aralıklarla arttırılması ve ilk ilerleme değerine aynı miktarda düzenli aralıklarla düşürülmesi ile oluşturulmuştur. Şekil 7.22’de çevrim sonucu oluşan talaşlar görülmektedir.

Talaş derinliği (a_p) : 3 mm

Kesme hızı (V_c) : 120 m/dak

İlerleme (f) : 0.30 -0.40 mm/dev



Şekil 7.22 AISI4140 kaba tornalama çevrimi ile elde edilen talaşlar
($a=3$ mm, $V_c= 120$ m/dak , $f= 0,30-0,40$ mm/dev $R_a= 1.557 \mu\text{m}$)

Oluşturulan çevrimin;

a. AISI4140 çelik malzemede kaba tornalamada oluşturulan çevrimin OSP kontrol sistemine göre NC kod olarak gösterimi;

G1 Z-5 F0.30

G1 Z-5.2 F0.32

G1 Z-5.4 F0.34

G1 Z-5.6 F0.36

G1 Z-5.8 F0.38

G1 Z-6.0 F0.40

G1 Z-6.2 F0.38

G1 Z-6.4 F0.36

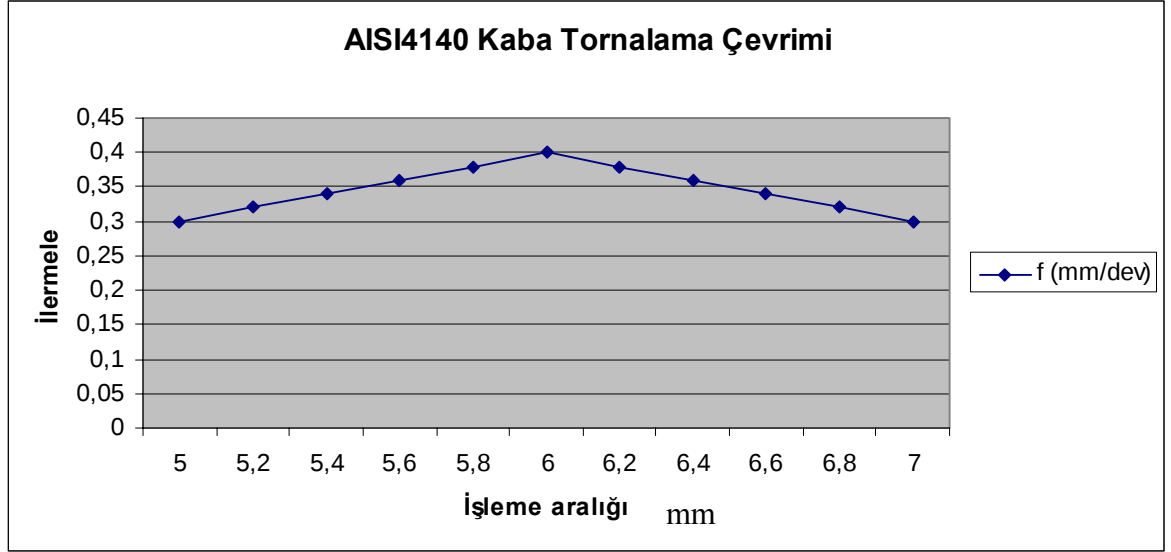
G1 Z-6.6 F0.34

G1 Z-6.8 F0.32

G1 Z-7.0 F0.30

b. AISI4140 çelik malzemede kaba tornalamada oluşturulan çevrimin grafik olarak gösterilmesi (Şekil 7.23);

c.



Şekil 7.23 AISI4140 kaba tornalama çevriminin grafik olarak gösterilmesi
($a=3$ mm, $V_c=120$ m/dak , $f=0,30-0,40$ mm/dev)

7.5.1.2 Hassas Tornalama

AISI4140 çelik malzeme için hassas tornalamada değişken ilerlemeler kullanılarak talaş kırılması için çevrim oluşturulmuştur. Bu çevrim; malzemenin işlenebilirlik koşulları göz önünde tutularak ilerleme değerlerinin belirli bir üst değere kadar düzenli arttırılması ve ilk ilerleme değerine aynı oranda düzenli azaltılması ile oluşturulmuştur (Şekil 7.24).

Talaş derinliği (a_p) : 1 mm

Kesme hızı (V_c) : 320 m/dak

İlerleme (f) : 0.26 -0.34 mm/dev



Şekil 7.24 AISI4140 hassas tornalama çevrimi ile elde edilen talaşlar
($a=1$ mm, $V_c= 320$ m/dak , $f= 0,26-0,34$ mm/dev $R_a= 1.341$ μ m)

Oluşturulan çevrimin;

a. AISI4140 çelik malzemedde hassas tornalamada oluşturulan çevrimin OSP kontrol sistemine göre NC kod olarak gösterimi;

G1 Z-5.0 F0.26

G1 Z-5.2 F0.28

G1 Z-5.4 F0.30

G1 Z-5.6 F0.32

G1 Z-5.8 F0.34

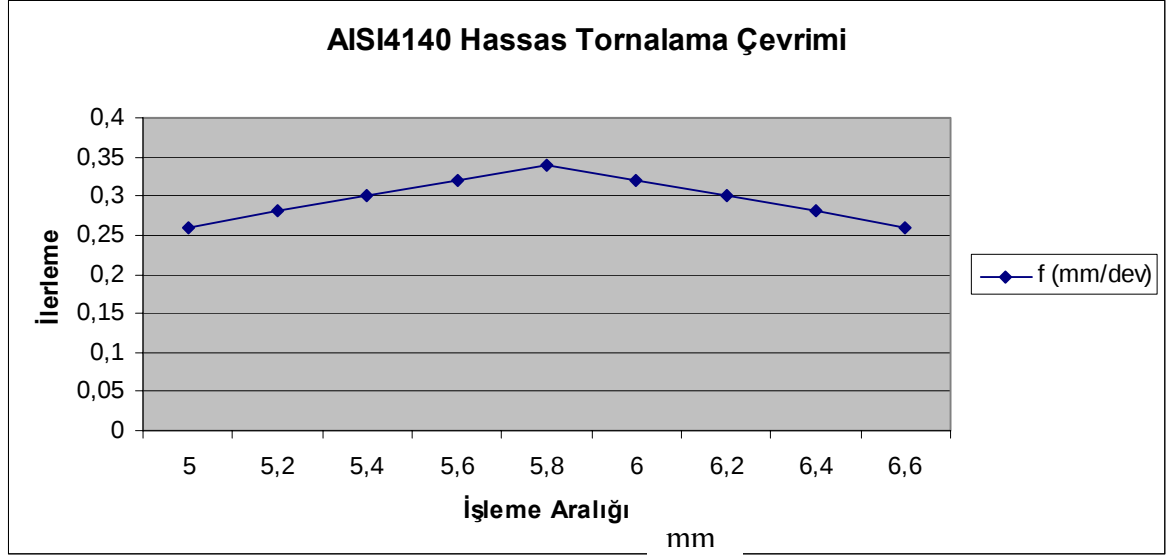
G1 Z-6.0 F0.32

G1 Z-6.2 F0.30

G1 Z-6.4 F0.28

G1 Z-6.6 F0.26

b. AISI4140 çelik malzemedde kaba tornalamada oluşturulan çevrimin grafik olarak gösterilmesi (Şekil 7.25);



Şekil 7.25 AISI4140 hassas tornalama çevriminin grafik olarak gösterilmesi
($a=1$ mm, $V_c=320$ m/dak , $f=0,26-0,34$ mm/dev)

7.5.2 Alüminyum Malzeme İçin Yapılan Deneyler

7.5.2.1 Kaba Tornalama

Al7175 alüminyum malzeme için kaba tornalamada değişken ilerlemeler kullanılarak talaş kırılması için iki çevrim oluşturulmuştur. Bu çevrimlerden ilkinde; malzeme işlenebilirliği göz önünde tutularak ilerleme değerlerinin belirli bir değere kadar düzenli arttırılması ve ilk ilerleme değerine aynı oranda düzenli olarak azaltılması uygulanmış, diğeri ise ilerleme değerinin üst değere ani olarak çıkarılması ve alt değere ani olarak indirilmesi ile oluşturulmuştur.

Al7175 alüminyum malzeme kaba tornalama için ilk çevrim; ilerleme değerinin üst değere düzenli arttırılması ve ilk değerine aynı oranda düzenli olarak azaltılması.

Talaş derinliği (a_p) : 3 mm

Kesme hızı (V_c) : 140 m/dak

İlerleme (f) : 0.20 -0.30 mm/dev

Yüzey Pürüzlülüğü : R_a 1.491 μ m, R_z 7.037 μ m, R_{max} 7.278 μ m



Şekil 7.26 Al7175 kaba tornalama çevrimi ile elde edilen talaşlar
($a=3$ mm, $V_c=140$ m/dak , $f=0,20-0,30$ mm/dev $R_a=1.491$ μm)

Oluşturulan çevrim:

a. Al7175 alüminyum malzemedeki kaba tornalamada oluşturulan çevrimin OSP kontrol sistemine göre NC kod olarak gösterimi;

G1 Z-5 F0.20

G1 Z-5.2 F0.22

G1 Z-5.4 F0.24

G1 Z-5.6 F0.26

G1 Z-5.8 F0.28

G1 Z-6.0 F0.30

G1 Z-6.2 F0.28

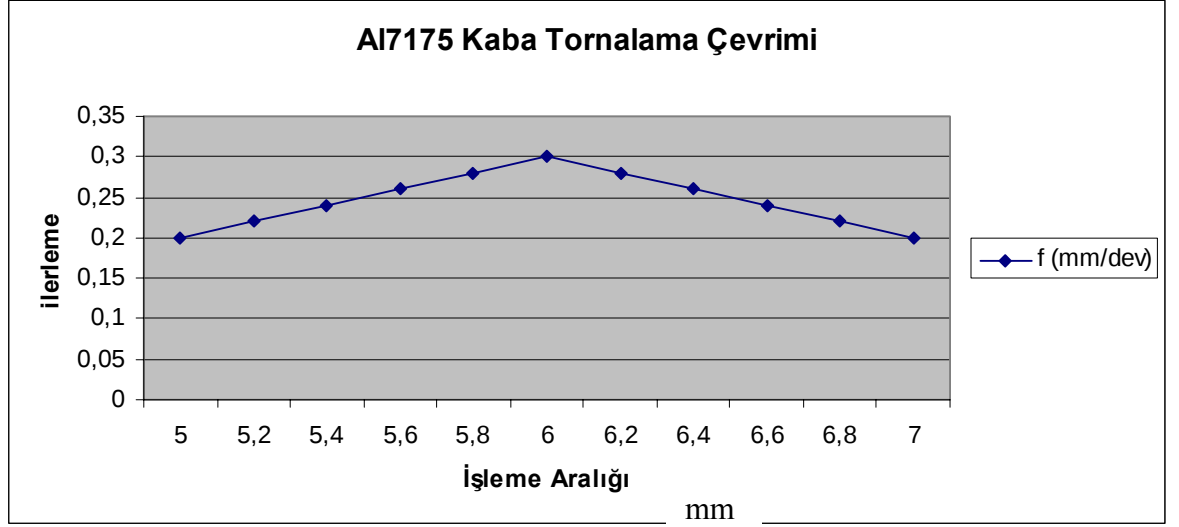
G1 Z-6.4 F0.26

G1 Z-6.6 F0.24

G1 Z-6.8 F0.22G1

Z-7.0 F0.20

b. Al7175 alüminyum malzemedeki kaba tornalamada oluşturulan çevrimin grafik olarak gösterilmesi (Şekil 7.27);



Şekil 7.27 Al7175 kaba tornalama çevriminin grafik olarak gösterilmesi
($a=3$ mm, $V_c=140$ m/dak , $f=0,20-0,30$ mm/dev)

Al7175 alüminyum malzeme kaba tornalama için ikinci çevrim; ilerleme değerinin üst değere ani olarak çıkarılması ve alt değere ani olarak indirilmesi.

Talaş derinliği (a_p) : 3 mm

Kesme hızı (V_c) : 140 m/dak

İlerleme (f) : 0.20 -0.30 mm/dev



Şekil 7.28 Al7175 kaba tornalama çevrimi ile elde edilen talaşlar
($a=3$ mm, $V_c=140$ m/dak , $f=0,20-0,30$ mm/dev $R_a=1.503$ μ m)

Oluşturulan çevrimin;

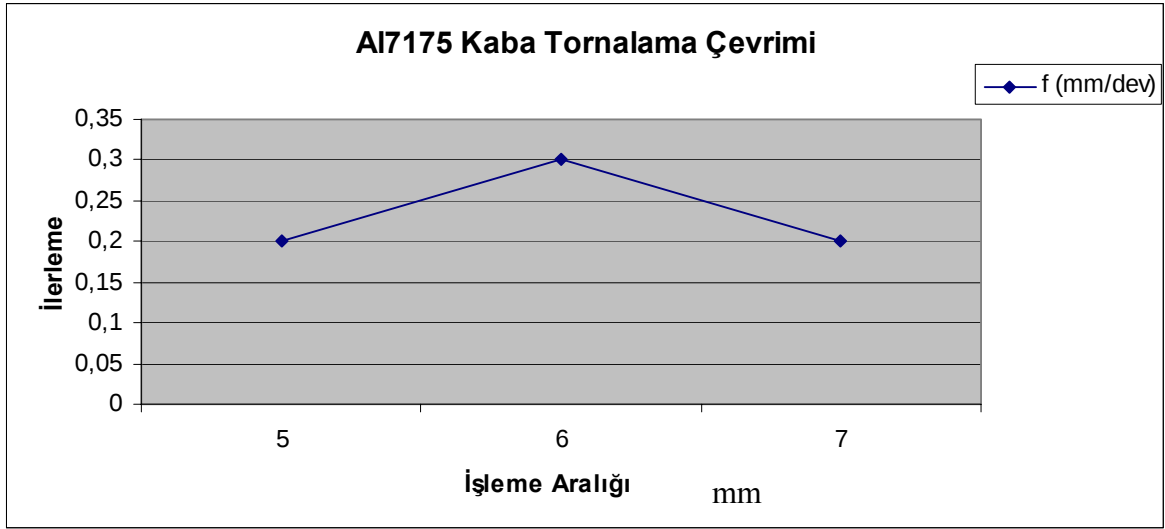
a. Al7175 alüminyum malzemede kaba tornalamada oluşturulan çevrimin OSP kontrol sistemine göre NC kod olarak gösterimi;

G1 Z-5 F0.20

G1 Z-6.0 F0.40

G1 Z-7.0 F0.20

b. Al7175 alüminyum malzemede kaba tornalamada oluşturulan çevrimin grafik olarak gösterilmesi (Şekil 7.29);



Şekil 7.29 Al7175 kaba tornalama çevriminin grafik olarak gösterilmesi
($a=3$ mm, $V_c=140$ m/dak, $f=0,20-0,30$ mm/dev)

AL7175 malzemesinin kaba tornalanmasında 2 çevrim gerçekleştirilmiştir. İki çevrimde de talaşa bakıldığında ön deneyler ile belirlenen ilerleme değerlerine ulaşılmca kırılma gerçekleştiği görülmüştür. İki çevrimde de değişken ilerleme ile talaş kırılabilir fakat yüzey pürüzlülükleri incelendiğinde oluşturulan 1. çevrimin daha iyi bir yüzey kalitesi verdiği görülmektedir.

7.5.2.2 Hassas Tornalama

Hassas tornalama işlemi için önemli olan değişken ilerlemelerin oluşturduğu yüzey kaliteleri arasında farkın çok olmaması ve bir kademe oluşturmamasıdır. Bundan dolayı çevrim, ilerleme değerinin üst değerine kadar düzenli artırılması ve alt değerine aynı oranda düzenli azaltılması şeklinde oluşturulmuştur.

Talaş derinliği (a_p) : 0.10 mm

Kesme hızı (V_c) : 300 m/dak

İlerleme (f) : 0.24 -0.32 mm/dev



Şekil 7.30 Al7175 hassas tornalama çevrimi ile elde edilen talaşlar
($a=0,10$ mm, $V_c= 300$ m/dak , $f= 0,24-0,32$ mm/dev $R_a= 1.096$ μm)

Oluşturulan çevrimin;

a. Al7175 alüminyum malzemede hassas tornalamada oluşturulan çevrimin OSP kontrol sistemine göre NC kod olarak gösterimi;

G1 Z-5.3 F0.24

G1 Z-5.4 F0.25

G1 Z-5.5 F0.26

G1 Z-5.6 F0.27

G1 Z-5.7 F0.28

G1 Z-5.8 F0.29

G1 Z-5.9 F0.30

G1 Z-6.0 F0.31

G1 Z-6.1 F0.32

G1 Z-6.2 F0.31

G1 Z-6.3 F0.30

G1 Z-6.4 F0.29

G1 Z-6.5 F0.28

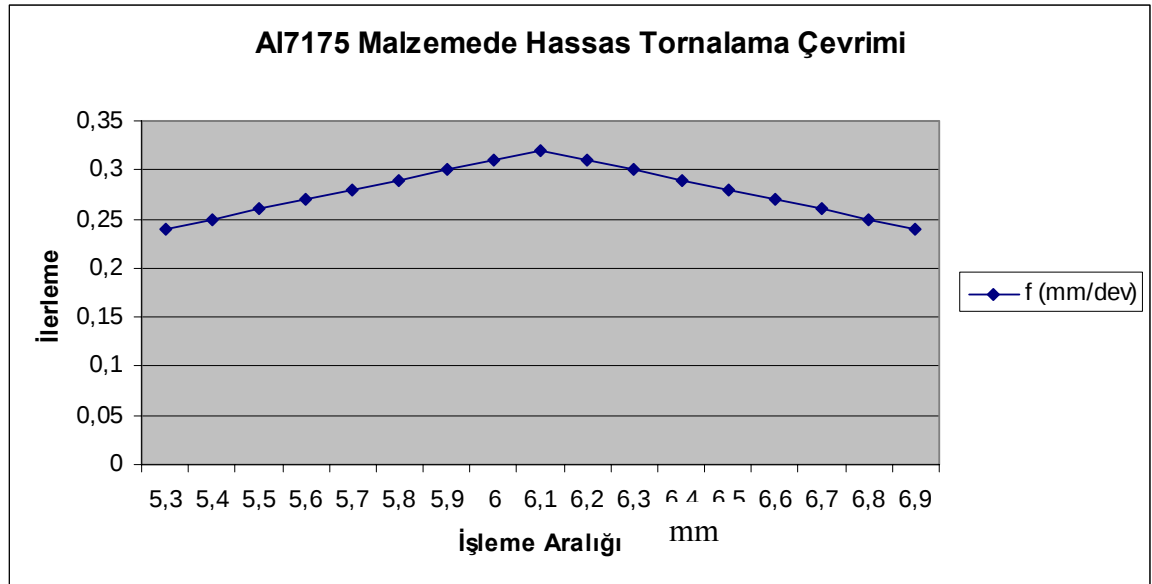
G1 Z-6.6 F0.27

G1 Z-6.7 F0.26

G1 Z-6.8 F0.25

G1 Z-6.9 F0.24

b. Al7175 alüminyum malzemede hassas tornalamada oluşturulan çevrimin grafik olarak gösterilmesi (Şekil 7.31);



Şekil 7.31 Al7175 hassas tornalama çevriminin grafik olarak gösterilmesi
($a=0,10$ mm, $V_c= 300$ m/dak , $f= 0,24-0,32$ mm/dev)

7.6 Genel Sonuçlar

7.6.1 Yüzey Pürüzlülük Değerlerine Göre Sonuçlar

Al7175 alüminyum malzeme için ön deneylerde kullanılan talaş kaldırma parametrelerinde elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri Çizelge 7.2’de verilmiştir.

Çizelge 7.2 Al7175 alüminyum malzeme için ön deneylerde kullanılan talaş kaldırma parametrelerine göre elde edilen yüzey pürüzlülük değerlerinin gösterimi

Al7175 alüminyum malzeme için ön deneylerde kullanılan talaş kaldırma parametrelerine göre yüzey pürüzlülük değerleri				
A. Kaba Tornalama				
Deney No	Kesme Hızı (m/dak)	Talaş Derinliği (a)	İlerleme (mm/dev)	Ra (µm)
1. deney	140	3	0,20	1.175
2. deney	140	3	0,25	1.447
3. deney	140	3	0,30	1.495
4. deney	140	3	0,35	1.632
B. Hassas Tornalama				
Deney No	Kesme Hızı (m/dak)	Talaş Derinliği (a)	İlerleme (mm/dev)	
5. deney	300	0,1	0,24	1.296
6. deney	300	0,1	0,28	1.401
7. deney	300	0,1	0,32	1.515
8. deney	300	0,1	0,36	1.654

AISI4140 çelik malzeme için ön deneylerde kullanılan talaş kaldırma parametrelerinde elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri Çizelge 7.3’de verilmiştir.

Çizelge 7.3 AISI4140 çelik malzeme için ön deneylerde kullanılan talaş kaldırma parametrelerine göre elde edilen yüzey pürüzlülük değerlerinin gösterimi

AISI4140 çelik malzeme için ön deneylerde kullanılan talaş kaldırma parametrelerine göre yüzey pürüzlülük değerleri				
A. Kaba Tornalama				
Deney No	Kesme Hızı (m/dak)	Talaş Derinliği (a)	İlerleme (mm/dev)	Ra (µm)
9. deney	120	3	0,30	1.348
10. deney	120	3	0,35	1.424
11. deney	120	3	0,40	1.480
12. deney	120	3	0,45	1.685
B. Hassas Tornalama				
Deney No	Kesme Hızı (m/dak)	Talaş Derinliği (a)	İlerleme (mm/dev)	
13. deney	320	1	0,26	1.406
14. deney	320	1	0,30	1.505
15. deney	320	1	0,34	1.590
16. deney	320	1	0,38	1.675

7.6.2 Talaş Kırılmasına Göre Sonuçlar

Tornalamada değişken ilerleme ve yüzey pürüzlülüğünün incelenmesi için ön ve ana deneyler olmak üzere farklı işleme parametrelerinde çeşitli deneysel uygulamalar yapılmıştır.

Ön deneylerin amacı; seçtiğimiz malzemeler ve kesme ucun kullanımı ile farklı işlem parametreleri kullanarak tornalama işlemleri gerçekleştirmek, oluşan talaşın kırıldığı talaş kaldırma parametrelerini belirlemektir. Talaşın kırılması esnasında oluşan yüzey pürüzlülüklerinin de belirlenmesi amaçlanmıştır.

Ön deneylerde kullanılan Al7175 alüminyum malzeme için yapılan deneyler Çizelge 7.4’de görülmektedir.

Çizelge 7.4 Al7175 alüminyum malzeme için ön deney sonuçlarının gösterimi

Al7175 alüminyum malzeme için ön deney sonuçları				
A. Kaba Tornalama				
Deney No	Kesme Hızı (m/dak)	Talaş Derinliği (a)	İlerleme (mm/dev)	Sonuç
1. deney	140	3	0,20	Talaş kırılmadı
2. deney	140	3	0,25	Talaş kırılmadı
3. deney	140	3	0,30	Talaş kırıldı
4. deney	140	3	0,35	Talaş kırıldı
B. Hassas Tornalama				
Deney No	Kesme Hızı (m/dak)	Talaş Derinliği (a)	İlerleme (mm/dev)	
5. deney	300	0,1	0,24	Talaş kırılmadı
6. deney	300	0,1	0,28	Talaş kırılmadı
7. deney	300	0,1	0,32	Talaş kırıldı
8. deney	300	0,1	0,36	Talaş kırıldı

Ön deneylerde kullanılan AISI4140 çelik malzeme için yapılan deneyler Çizelge 7.5’de görülmektedir.

Çizelge 7.5 AISI4140 çelik malzeme için ön deney sonuçlarının gösterimi

AISI4140 çelik malzeme için ön deney sonuçları				
A. Kaba Tornalama				
Deney No	Kesme Hızı (m/dak)	Talaş Derinliği (a)	İlerleme (mm/dev)	Sonuç
9. deney	120	3	0,30	Talaş kırılmadı
10. deney	120	3	0,35	Talaş kırılmadı
11. deney	120	3	0,40	Talaş kırıldı
12. deney	120	3	0,45	Talaş kırıldı
B. Hassas Tornalama				
Deney No	Kesme Hızı (m/dak)	Talaş Derinliği (a)	İlerleme (mm/dev)	
13. deney	320	1	0,26	Talaş kırılmadı
14. deney	320	1	0,30	Talaş kırılmadı
15. deney	320	1	0,34	Talaş kırıldı
16. deney	320	1	0,38	Talaş kırıldı

Ön deneylerde farklı işlem parametreleri kullanılarak çeşitli uygulamalar gerçekleştirilmiştir ve talaşın kırıldığı talaş kaldırma parametreleri belirlenmiştir.

Al7175 alüminyum malzeme için ön deney sonuçlarına göre ana deneyler gerçekleştirilmiştir. Al7175 alüminyum malzeme için talaş kırma çevrimleri ile elde edilen yüzey pürüzlülük sonuçları Çizelge 7.6’da görülmektedir.

Çizelge 7.6 Al7175 alüminyum malzeme için talaş kırma çevrimleri ile elde edilen yüzey pürüzlülük sonuçları

Al7175 alüminyum malzeme için talaş kırma çevrimleri ile elde edilen yüzey pürüzlülük sonuçları						
A. Değişken ilerlemeli kaba tornalama						
Çevrim No	Kesme Hızı (m/dak)	Talaş Derinliği (a)mm	İlerleme (mm/dev)	Ra (µm)	Rz (µm)	Rmax (µm)
1. Çevrim	140	3	0,20-0,30	1,491	7,037	7,278
2. Çevrim	140	3	0,20-0,30	1,503	7,088	7,560
B. Değişken ilerlemeli hassas tornalama						
1. Çevrim	300	0,1	0,24-0,32	1,445	5,704	6,923

AISI4140 çelik malzeme için ön deney sonuçlarına göre ana deneyler gerçekleştirilmiştir. AISI4140 çelik malzeme için talaş kırma çevrimleri ile elde edilen yüzey pürüzlülük sonuçları Çizelge 7.7’de görülmektedir.

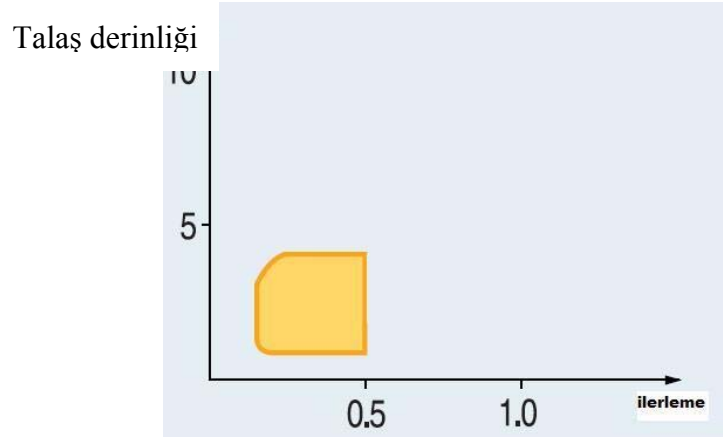
Çizelge 7.7 AISI4140 çelik malzeme için talaş kırma çevrimleri ile elde edilen yüzey pürüzlülük sonuçları

AISI4140 çelik malzeme için talaş kırma çevrimleri ile elde edilen yüzey pürüzlülük sonuçları						
A. Değişken ilerlemeli kaba tornalama						
Çevrim No	Kesme Hızı (m/dak)	Talaş Derinliği (a)mm	İlerleme (mm/dev)	Ra (µm)	Rz (µm)	Rmax (µm)
1. Çevrim	120	3	0,30-0,40	1,557	8,515	10,15
B. Değişken ilerlemeli hassas tornalama						
1. Çevrim	320	1	0,26-0.34	1,520	7,645	8,26

7.6.3 Talaş Kırıcılı Kesici Takım ile Yapılan Tornalama İşleminde Talaş Kırılması ve Yüzey Pürüzlülük Değerinin İncelenmesi

Ön ve ana deneylerde kullanılan Sandvik DNMA 150608 kesici takımında talaş kırıcı bulunmamaktadır.

Şekil 7.32’de talaş kırıcılı Sandvik DNMG 150608 kesici takımına ait a-s diyagramı görülmektedir. Bu diyagrama göre; Sandvik DNMA 150608 kesici takım ile yapılan ön deneylerden elde edilen talaşın kırıldığı farklı işleme parametreleri kullanılarak kaba ve hassas tornalama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Talaşın kırıldığı farklı işleme parametrelerinden kesme hızı ve talaş derinliği kullanılmış, ilerleme değerleri ise Sandvik DNMG 150608 kesici ucun a-s diyagramından seçilerek tornalama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Çizelge 7.8 kullanılan Sandvik DNMG 150608 kesici takımın için gerçekleştirilen tornalama işlemlerinde kullanılan işleme parametrelerini ve yüzey pürüzlülük değerlerini göstermektedir.



Şekil 7.32 Sandvik DNMA 150608 kesici takım için a-s diyagramının gösterilmesi

Çizelge 7.8 Sandvik DNMG 150608 kesici takımın için gerçekleştirilen tornalama işlemlerinde kullanılan işleme parametrelerini ve yüzey pürüzlülük değerleri

A. Al7175 Alüminyum Malzemenin Tornalanması				
Deney No	Kesme Hızı (m/dak)	Talaş Derinliği (a)	İlerleme (mm/dev)	Ra (µm)
Hassas Tornalama	140	3	0,25	1.545
Kaba Tornalama	300	0.1	0,25	1.477
A. AISI4140 Çelik Malzemenin Tornalanması				
Deney No	Kesme Hızı (m/dak)	Talaş Derinliği (a)	İlerleme (mm/dev)	
Hassas Tornalama	120	3	0,25	1.608
Kaba Tornalama	320	1	0,25	1.513

7.6.4 Kesici Takım Maliyetine Göre Sonuçlar

Talaş kaldırma işlemlerinde ekonomiklik önemli ölçüde üretim araçlarının en iyi kullanımına bağlıdır. Üretimde optimizasyon sayesinde en yüksek verim elde edilebilir. Bu durum bir yatırım planlanırken veya var olan bir üretim hattı yeniden, yeni parçalar için düzenlenirken kesici takım performansının dikkate alınmasını gerekli kılar.

Talaşlı imalatla kesici takım toplam maliyet üzerinde önemli bir etkisi bulunması nedeniyle önemlidir. Üretim maliyetleri genellikle kesici takım maliyetleri, sıkma tertibatlarının ve ölçme cihazlarının maliyeti, tezgah maliyeti, iş parçası malzemesi maliyeti, işçilik maliyeti ve genel giderlerden oluşur. Kesici takım maliyeti üretim maliyetlerinin ortalama %5-10'nunu oluşturmasına rağmen diğer maliyetlere etkide bulunması açısından önemlidir. Doğru takımın doğru uygulamada kullanılması toplam üretim maliyetini önemli ölçüde azaltır.

Yapılan tornalama işlemlerinde kullanılan Sandvik marka kesici takımların birim fiyatları aşağıdaki gibidir. Fiyatlar Sandvik Coromant firmasından 07.08.2008 tarihinde alınmıştır.

a. DNMA 150608 kesici uç 7 Euro/adet

b. DNMG 150608 kesici uç 7.9 Euro/adet

Tornalamada talaş kırıcısız takımın değişken ilerleme ile kullanımı, talaş kırıcılı takımın ise sabit ilerlemede kullanımı ile iki farklı kesici takım kullanılamaz hale gelinceye kadar deneme yapılmıştır. İki farklı kesici takım yaklaşık olarak aynı miktarda talaş kaldırılabilmektedir. Dolayısıyla DNMA 150608 talaş kırıcısız kesici takım ile yapılan değişken ilerlemeli tornalama işlemi daha ekonomik bir duruma gelmektedir.

Uçlar standart olarak her kutuda 10'ar adet olarak satılmaktadır. Dolayısıyla DNMA 150608 talaş kırıcısız kesici takım için 1 kutu uç 70 euro'ya, DNMG 150608 talaş kırıcılı kesici takım 79 euro'ya karşılık gelmektedir.

Alınan 10000 adetlik AISI4140 çelik malzemeden bir parça siparişinde bir adet talaş kırıcılı takım ile ortalama 14 parçanın tornalama işlemi yapılabilmektedir. Tornalama işleminde talaş kırıcısız takımın kullanılması ile

$\frac{10000}{15} \cong 714$ talaş kırıcılı takım kullanılmaktadır. Aynı miktarda talaş kırıcısız takımın kullanıldığı bir tornalama işleminde ise yapacağımız tasarruf ile

$714 \times 9 = 6426$ Euro tasarruf sağlanabilmektedir.

8. SONUÇLAR

Metallerin kesme yolu ile işlenmesini içeren endüstrilerde, talaş kaldırma prosesi geçmişten günümüze karşılaşılan problemler ile araştırmacı ve uygulamacılar için vazgeçilmez bir çalışma alanı olmuştur. İmalatı daha verimli hale getirebilecek daha hızlı işleme yöntemleri ile daha iyi bir üretim kalitesi yakalayabilmek için sürekli çalışılmaktadır. Buna bağlı olarak yapılan araştırmalar ile imalat teknolojisi gün geçtikçe gelişen bir hal almıştır.

Diğer taraftan modern imalat teknolojisi üzerinde çalışmalar devam ederken elimizde bulunan donanımları ne kadar verimli kullanabildiğimiz sorusu araştırılmalıdır.

Geçmişte yapılan araştırmaların çoğunda işleme teknoloji teorilerini geliştirmeye odaklanılmıştır. Çoğu zaman talaş kırılması ve kontrolü arka planda kalmıştır. Fakat yüksek hız ve rijitliklere sahip işleme merkezlerinin kullanılması ve en verimli şekilde çalışabilmesi için talaş kırılması ve kırılan talaşların şekli en önemli konulardan biri haline gelmiştir. CNC işleme merkezlerinde talaş kaldırma operasyonlarının verimliliği, talaş kaldırma işleminin sürekliliğine bağlıdır. Bu süreklilik ise istenen yüzey kalitesine göre yapılan işlemlerde oluşan talaşların tezgah içinden çıkarılabilmesi için operasyonun hangi aralıklarda durdurulduğuna bağlıdır.

Geçmişte talaş kaldırma işlemlerinde talaş kırılması ve kontrolü arka planda kaldığından talaş kırıcısız kesici takımlar kullanılmaktaydı. Günümüzde ise daha hızlı ve kontrollü bir imalat akışını sağlamak ve talaş kırılmasının oluşumu için genel olarak torna operasyonlarında kullanılan kesici uçlarda talaş kırıcı form bulunmaktadır. Dolayısıyla üzerinde kırıcı form olan ve olmayan uçlar arasında bir fiyat farkı oluşmaktadır.

Bu çalışmada talaşlı imalat torna operasyonlarında değişken ilerleme ile talaş kırılması ve yüzey pürüzlülüğünün incelenmesi için talaş kırıcısız kesici uçlar kullanılarak çeşitli uygulamalar yapılmıştır. Çalışmada ilk olarak talaş kırıcı formu olmayan kesici uçlar kullanılarak ön deneyler yapılmıştır. Ön deneylerde farklı işleme parametreleri kullanılarak talaşın kırıldığı talaş kaldırma parametreleri AISI4140 çelik ve Al7175 alüminyum malzeme için kaba ve hassas tornalama operasyonlarında belirlenmiştir.

Ön deneylerde; Al7175 alüminyum malzeme için yapılan kaba tornalama operasyonları için 3mm talaş derinliği, 140 m/dak kesme hızı ve 0.30 mm/dev ilerleme değerlerinde talaşın kırıldığı görülmüştür. Kaba tornalama işleminde, bu işleme parametreleri ile yüzey pürüzlülük

değeri 1.495 μ m olarak ölçülmüştür. Hassas tornalama operasyonlarında ise 0,1 mm talaş derinliği, 300m/dak kesme hızı ve 0,32 mm/dev ilerleme değerlerinde talaşın kırıldığı görülmüştür. Hassas tornalama işleminde, bu işleme parametreleri ile yüzey pürüzlülük değeri 1.515 μ m olarak ölçülmüştür.

Ön deneylerde; AISI4140 çelik malzeme için yapılan kaba tornalama operasyonları için 3mm talaş derinliği, 120 m/dak kesme hızı ve 0.40 mm/dev ilerleme değerlerinde talaşın kırıldığı görülmüştür. Kaba tornalama işleminde, bu işleme parametreleri ile yüzey pürüzlülük değeri 1.480 μ m olarak ölçülmüştür. Hassas tornalama operasyonlarında ise 1mm talaş derinliği, 320m/dak kesme hızı ve 0,34 mm/dev ilerleme değerlerinde talaşın kırıldığı görülmüştür. Hassas tornalama işleminde, bu işleme parametreleri ile yüzey pürüzlülük değeri 1.590 μ m olarak ölçülmüştür.

Ön deneylerde elde edilen talaşın kırıldığı talaş kaldırma parametreleri kullanılarak ana deneyler yapılmıştır. Ana deneylerde, ön deneyler ile elde edilen AISI4140 çelik malzeme ve Al7175 alüminyum malzeme için talaş kaldırma parametreleri kullanılarak talaş kırma çevrimleri oluşturulmuştur.

AISI4140 çelik malzeme için yapılan ana deneylerde kaba tornalama operasyonu için 3mm talaş derinliği, 120m/dak kesme hızı kullanılmış, 0,30-0,40mm/dev arasında değişken ilerleme ile çevrim oluşturulmuştur. AISI4140 çelik malzeme için değişken ilerleme ile oluşturulan çevrim sonucunda yüzey pürüzlülük değeri 1,557 μ m olarak ölçülmüştür. Yüzey pürüzlülük değerinin AISI4140 çelik malzeme için ön deneylerde elde edilen talaşın kırıldığı işleme parametrelerindeki yüzey pürüzlülük değerine yakın olduğu görülmektedir.

AISI4140 çelik malzeme için yapılan ana deneylerde hassas tornalama operasyonu için 1mm talaş derinliği, 320m/dak kesme hızı kullanılmış, 0,26-0,34mm/dev arasında değişken ilerleme ile çevrim oluşturulmuştur. AISI4140 çelik malzeme için değişken ilerleme ile oluşturulan çevrim sonucunda yüzey pürüzlülük değeri 1,520 μ m olarak ölçülmüştür. Yüzey pürüzlülük değerinin AISI4140 çelik malzeme için ön deneylerde elde edilen talaşın kırıldığı işleme parametrelerindeki yüzey pürüzlülük değerine yakın olduğu görülmektedir.

Al7175 alüminyum malzeme için yapılan ana deneylerde kaba tornalama operasyonu için 3mm talaş derinliği, 140m/dak kesme hızı kullanılmış, 0,20-0,30mm/dev arasında değişken ilerleme ile 2 adet çevrim oluşturulmuştur. Al7175 alüminyum malzeme için değişken ilerleme

ile oluşturulan çevrimler sonucunda yüzey pürüzlülük değerleri 1,491 μ m ve 1,503 μ m olarak ölçülmüştür. Yüzey pürüzlülük değerinin Al7175 alüminyum malzeme için ön deneylerde elde edilen talaşın kırıldığı işleme parametrelerindeki yüzey pürüzlülük değerine yakın olduğu görülmektedir.

Al7175 alüminyum malzeme için yapılan ana deneylerde hassas tornalama operasyonu için 0.1mm talaş derinliği, 300m/dak kesme hızı kullanılmış, 0,24-0,32mm/dev arasında değişken ilerleme ile çevrim oluşturulmuştur. Al7175 alüminyum malzeme için değişken ilerleme ile oluşturulan çevrimler sonucunda yüzey pürüzlülük değerleri 1,445 μ m olarak ölçülmüştür. Yüzey pürüzlülük değerinin Al7175 alüminyum malzeme için ön deneylerde elde edilen talaşın kırıldığı işleme parametrelerindeki yüzey pürüzlülük değerine yakın olduğu görülmektedir.

Yapılan ön ve ana deneylerde malzeme işlenebilirlik koşullarına göre çevrimler kullanılarak çeşitli uygulamalar yapılmıştır. Ön deneylerde talaşın kırıldığı işleme parametreleri kullanılarak elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri ile ana deneylerde çevrimler oluşturularak elde edilen yüzey pürüzlülük değerlerinin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Çizelge 8.1’de Al7175 alüminyum malzeme için ön deneylerde elde edilen talaşın kırıldığı işleme parametreleri ve yüzey pürüzlülük değerleri ile ana deneylerde kullanılan işleme parametreleri ve yüzey pürüzlülük değerlerinin karşılaştırılması gösterilmiştir.

Çizelge 8.1 Al7175 alüminyum malzemede ana ve ön deneylerde kullanılan işleme parametreleri ve yüzey pürüzlülük değerlerinin gösterilmesi

Yöntem	Al7175 alüminyum malzeme için ön deney sonuçları				Al7175 alüminyum malzeme için ana deney sonuçları			
	Kesme Hızı (m/dak)	İlerleme (dev/dak)	Talaş Derinliği (mm)	Ra (μ m)	Kesme Hızı (m/dak)	İlerleme (dev/dak)	Talaş Derinliği (mm)	Ra (μ m)
Kaba Tornalama	140	0.30	3	1.495	140	0.20-0.30	3	1.491 1.503
Hassas Tornalama	300	0.32	0.1	1.515	300	0.24-0.32	0.1	1.445

Çizelge 8.2’de AISI4140 çelik malzeme için talaşın kırıldığı işleme parametreleri ve yüzey pürüzlülük değerleri ile ana deneylerde kullanılan işleme parametreleri ve yüzey pürüzlülük değerlerinin karşılaştırılması gösterilmiştir.

Çizelge 8.2 AISI4140 çelik malzemede ana ve ön deneylerde kullanılan işleme parametrelerinin ve yüzey pürüzlülük değerlerinin gösterilmesi

Yöntem	AISI4140 çelik malzeme için ön deney sonuçları				AISI4140 çelik malzeme için ana deney sonuçları			
	Kesme Hızı (m/dak)	İlerleme (dev/dak)	Talaş Derinliği (mm)	Ra (µm)	Kesme Hızı (m/dak)	İlerleme (dev/dak)	Talaş Derinliği (mm)	Ra (µm)
Kaba Tornalama	120	0.40	3	1.480	120	0.30-0.40	3	1.557
Hassas Tornalama	320	0.34	1	1.590	320	0.26-0.34	1	1.520

Yapılan deneylerde talaş kırıcılı ve talaş kırıcısız takımalar arasında da karşılaştırma yapılmıştır. Çizelge 8.3’de Al7175 alüminyum malzeme için talaş kırıcısız takım ile ana deneylerde kullanılan işleme parametreleri ve talaş kırıcılı takım için kullanılan işleme parametrelerinde elde edilen yüzey pürüzlülük değerlerinin karşılaştırılması gösterilmiştir. Talaş kırıcılı takım için ana deneylerde kullanılan kesme hızı ve takım kataloğundan alınan a-f diyagramına göre ilerleme değeri seçilmiştir.

Çizelge 8.3 Al7175 alüminyum malzeme için talaş kırıcısız ve talaş kırıcılı takımda kullanılan işleme parametrelerinin gösterilmesi

Yöntem	Al7175 alüminyum malzeme için ana deney sonuçları (talaş kırıcısız)				Al7175 alüminyum malzeme için deney sonuçları (talaş kırıcılı)			
	Kesme Hızı (m/dak)	İlerleme (dev/dak)	Talaş Derinliği (mm)	Ra (µm)	Kesme Hızı (m/dak)	İlerleme (dev/dak)	Talaş Derinliği (mm)	Ra (µm)
Kaba Tornalama	140	0.20-0.30	3	1.491 1.503	140	0.25	3	1.545
Hassas Tornalama	300	0.24-0.32	0.1	1.445	300	0.25	0.1	1.477

Çizelge 8.4’de AISI4140 çelik malzeme için talaş kırıcısız takım ile ana deneylerde kullanılan işleme parametreleri ve talaş kırıcılı takım için kullanılan işleme parametrelerinde elde edilen yüzey pürüzlülük değerlerinin karşılaştırılması gösterilmiştir.

Çizelge 8.4 AISI4140 çelik malzeme için talaş kırıcısız ve talaş kırıcılı takımda kullanılan işleme parametrelerinin gösterilmesi

Yöntem	AISI4140 çelik malzeme için ana deney sonuçları (talaş kırıcısız)				AISI4140 çelik malzeme için deney sonuçları (talaş kırıcılı)			
	Kesme Hızı (m/dak)	İlerleme (dev/dak)	Talaş Derinliği (mm)	Ra (µm)	Kesme Hızı (m/dak)	İlerleme (dev/dak)	Talaş Derinliği (mm)	Ra (µm)
Kaba Tornalama	120	0.30-0.40	3	1.557	120	0.25	3	1.608
Hassas Tornalama	320	0.26-0.34	1	1.520	320	0.25	1	1.513

Çizelge 8.3 ve Çizelge 8.4’de kullanılan işleme parametrelerinde talaş kırıcılı ve talaş kırıcısız kesici takım arasında yüzey pürüzlülük değerlerinin birbirine yakın olduğu

görülmektedir. Dolayısıyla talaş kırıcısız kesici takım ile tornalama işleminde değişken ilerleme kullanılmasıyla daha efektif bir işleme yapıldığı görülmektedir.

Talaş kırıcılı takım ve talaş kırıcısız takım arasında yaklaşık 0.9 Euro/Adet fiyat farkı bulunmaktadır. Kesici uçlar standart olarak bir kutuda 10 adet satıldığından, fiyat farkı 9 Euro/kutu olmaktadır. Ana deney sonuçları ile ön deney sonuçları karşılaştırıldığında yüzey pürüzlülükleri arasında farkın çok az olduğu görülmüştür. Ana deney sonuçları ile talaş kırıcılı kesici takım ile elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri karşılaştırıldığında da farkın çok az olduğu görülmektedir. İki farklı kesici takım yaklaşık olarak aynı miktarda talaş kaldırılabilir. Bundan dolayı DNMA 150608 talaş kırıcısız kesici takım ile yapılan değişken ilerlemeli tornalama işlemi daha ekonomik bir duruma gelmektedir. Dolayısıyla değişken ilerlemeli tornalama işlemlerinde talaş kırıcısız takım kullanılması ile hem yüzey kalitesi hem de ekonomik olarak daha efektif sonuçlar alınmıştır.

KAYNAKLAR

Çakır, C., (1999), Modern Talaşlı İmalatın Esasları, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı YaYIN No: 140, Bursa.

Çakır, C., (2000), Modern Talaşlı İmalat Yöntemleri, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı YaYIN No: 158, Bursa.

Akkurt, M., (2004), Talaş Kaldırma Yöntemleri ve Takım Tezgahları, İTÜ Makine Fakültesi, İstanbul.

Karahasan, Ö., (1995), Kesici Takımlarda Takım Geometrisi ve Talaş Kırıcı formunun Takım Performansına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

Çiğdem, M., (1996), İmal Usulleri, Çağlayan Kitapevi, İstanbul.

Sandvik Coromant., (2005), Talaşlı İmalat Teknik Kılavuzu, AB Sandvik Coromant, İstanbul.

Zhou, L., (2001), Machining Chip-Breaking Prediction with Grooved Inserts in Steel Turning, Degree of Doctor of Philosophy in Manufacturing Engineering, Worcester Polytechnic Institute

Yang, J.A., (1992), A Predictive Model of Chip Breaking With Groove-Type Tools in Orthogonal Machining of AISI1020 Steel, Degree of Doctor of Philosophy in Department of Mechanical and Aerospace Engineering, North Carolina State University, Raleigh

Kıyak M., (2000), Tek Kesen Ağızlı Kesici Takımlarla Ortogonal Talaş Kaldırmada Sıcaklığın Talaş Kırılmasına Etkisinin İncelenmesi, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü

Selvi, A., (1997), Metallerde Talaş Kaldırmada Yığılma Ağız Oluşumu ve Takım Ömrü ile Yüzey Pürüzlülüğüne Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Chou, Y.K., Song,H., (2003), Tool Nose Radius Effect on Finish Hard Turning, Journal of Material Processing Technology Volume 148, Issue 2 Pages 259-268, The University of Alabama

Gökkaya,H, Nalbant,M., (2005), The Effects of Cutting Tool Geometry and Processing Parametres on The Surface Roughness of AISI1030 Steel, Materials and Desing 28(2007) 717-721, Ankara, Turkey

Isik,Y., (2006), Investigating The Machinability of Tool Steels in Turning Operations, , Materials and Desing 28(2007) 1417-1424, Uludag University, Bursa

Wanigarathne,P.C., (2006), Experimental and Analytical Modeling of Near-Dry Turning Operations with Coated Grooved Tools for Improved Sustainability, egree of Doctor of Philosophy in Department of Mechanical Engineering Univerysity of Kentucky, Kentucky

Sandvik Corokey (2001), Turning, Milling, Drilling, AB Sandvik Coromant, Sweden

Sandvik Coromant (2008), Sipariş Kılavuzu, AB Sandvik Coromant , İstanbul

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	30.09.1982	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	1996-2000	Nevzat Ayaz Süper Lisesi
Lisans	2000-2004	Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Mühendislik Fak. Makina Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	2006-Devam ediyor	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Müh. Anabilim Dalı, İmal Usulleri Programı

Çalıştığı kurumlar

2006-2007	Akkardan A.Ş.
2007-Devam ediyor	Kale Havacılık A.Ş.