

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TORNALAMA İŞLEMİNDE TALAŞ KIRICI FORMLARININ VE
ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Yasin YILMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı
İmal Usulleri Programı

Danışman
Dr. Öğretim Üyesi Murat KIYAK

Şubat, 2020

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**Tornalama İşleminde Talaş Kırıcı Formlarının ve Etkisinin
İncelenmesi**

Yasin YILMAZ tarafından hazırlanan tez çalışması 11.02.2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Makine Mühendisliği Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Dr. Öğretim Üyesi Murat KIYAK
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

Jüri Üyeleri

Dr. Öğretim Üyesi Murat KIYAK, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç Dr. Orhan ÇAKIR, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Yusuf KAYNAK, Üye
Marmara Üniversitesi

Danışmanım Dr. Öğretim Üyesi Murat KIYAK sorumluluğunda tarafımca hazırlanan Tornalama İşleminde Talaş kırıcı Formlarının ve Etkisinin İncelenmesi başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Yasin YILMAZ

İmza

Canım Aileme

Ve

Danışmanıma

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde üç yıl boyunca değerli bilgilerini benimle paylaşan her konuda destek olan saygı değer danışman hocam; Dr. Öğretim Üyesi Murat KIYAK'a çalışmam boyunca desteklerinin esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yasin YILMAZ

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ	vi
KISALTMA LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
TABLO LİSTESİ	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xiii
1 Giriş	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	4
1.3 Hipotez	4
2 Method ve Uygulanan Deneyler	5
2.1 Method	1
2.2 Talaş Kırıcın Geometrisi	7
2.3 Talaş Kırma Limitleri	11
2.4 Talaş Kırıcı Formun Kesici Kuvvetler Açısından İncelenmesi	17
2.5 Literatürde Yapılan Çalışmalar	17
3 Deney	24
4 Sonuç ve Öneriler	38
Kaynakça	40
Tezden Üretilmiş Yayınlar	43

SİMGE LİSTESİ

a	İlerleme Hızı
K	Genişlik
O	Oluk
s	Kesme Derinliği
υ	Talaş Akış Açısı
α	Talaş Kırıcı Form Açısı
β	Talaş Kırıcı Form Açısı

KISALTMA LİSTESİ

FEM Sonlu Elemanlar Metodu

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Talaş kırıcı Forma Etki Eden Ampirik Formül [20]	6
Şekil 2.2 Talaş Tipleri [20]	6
Şekil 2.3 Talaş Kırıcı Geometrisi [23].....	7
Şekil 2.4 Talaş Kırıcı Geometrisinin Tasarımı [23].....	8
Şekil 2.5 Talaş Kırıcı Geometrisinin Etki Eden Faktörler [27]	8
Şekil 2.6 a) Düz Desici Kenar, b) Pahlı Kesici Kenar, c) Radyüslü Kesici Kenar	9
Şekil 2.7 Talaş Kırıcı Form Bulunmayan Takım.....	9
Şekil 2.8 Kesici Kenarlarında Bariyer Bulunan Takım	10
Şekil 2.9 İki Yivli Kesici Takım.....	10
Şekil 2.10 Üç Yivli Kesici Takım	10
Şekil 2.11 Endüstride Uygulanan Çeşitli Talaş Kırıcılara Ait Örnekler.....	10
Şekil 2.12 Örnek Bir Talaş Kırıcıya Ait Kesit ve Detay Görünüm [28]	11
Şekil 2.13 Örnek Talaş Tipleri Kritik İlerleme ve Kesme Hızına Göre	11
Şekil 2.14 Talaş Kırılabilirliğinin Kritik İlerleme ve Kritik Kesme Derinliği Açısından İlişkisi	12
Şekil 2.15 Örnek Bir Talaş Kırıcı Formun Ölçüleri [30]	12
Şekil 2.16 Örnek bir talaş kırıcı formun ölçüleri [30].....	13
Şekil 2.17 Örnek Bir Talaş Kırıcı Formun Ölçüleri [30]	13
Şekil 2.18 Örnek Bir Talaş Kırıcı Formun Ölçüleri [30]	13
Şekil 2.19 Örnek Bir Talaş Kırıcı Formun Ölçüleri [30]	14
Şekil 2.20 Örnek Bir Talaş Kırıcı Formun Ölçüleri [30]	14
Şekil 2.21 Örnek Bir Talaş Kırıcının İşleme Çeşitlerine Göre Belirli Ölçüleri [31].	15
Şekil 2.22 Örnek Bir Talaş Kırıcı Formun Ölçüleri [31]	15
Şekil 2.23 Örnek Bir Talaş Kırıcı Formun Ölçüleri [31]	16
Şekil 2.24 Örnek Bir Talaş Kırıcı Formun Ölçüleri [31]	16
Şekil 2.25 Örnek Bir Talaş Kırıcı Formun Ölçüleri.....	16
Şekil 2.26 Talaş Kırıcı Şekilleri	18
Şekil 2.27 Deney Sonuçları.....	20
Şekil 2.28 Deney Sonuçları.....	20
Şekil 2.29 Deney Sonuçları.....	21
Şekil 2.30 Deney Sonuçları.....	21

Şekil 2.31	6061 Alüminyumun Farklı Talaş Kırıcı İle Şeması a) Talaş Kırıcı Olmadan, b) Kare Talaş Kırıcı, c) Eliptik Talaş Kırıcı	22
Şekil 2.32	Farklı Talaş Kırıcıların Simülasyonu a) Talaş Kırıcı Olmadan, b) Kare Talaş Kırıcı, c) Eliptik Talaş Kırıcı	22
Şekil 2.33	Eliptik Talaş Kırıcı Takımdaki Anlık Sıcaklık	23
Şekil 3.1	Talaş Akış Yönü ve Açısı [29]	24
Şekil 3.2	TPUN160308'e Uygulanan Deney Parametreleri[29]	25
Şekil 3.3	TPUN160308'e Solidworks Programında Eklenen 1'nolu Talaş Kırıcı Form.....	26
Şekil 3.4	TPUN160308'e Solidworks Programında Eklenen 2'nolu Talaş Kırıcı Form.....	26
Şekil 3.5	TPUN160308'e Solidworks Programında Eklenen 3'nolu Talaş Kırıcı Form.....	27
Şekil 3.6	TPUN160308'e Solidworks Programında Eklenen 4'nolu Talaş Kırıcı Form.....	27
Şekil 3.7	TPUN160308'e Solidworks Programında Eklenen 5'nolu Talaş Kırıcı Form.....	28
Şekil 3.8	TPUN160308'e Solidworks Programında Eklenen 6'nolu Talaş Kırıcı Form.....	28
Şekil 3.9	TPUN160308'e Eklenen Talaş Kırıcı Form Derinliği (1,2mm)	29
Şekil 3.10	TPUN160308 Kaplamasız, Talaş Kırıcı Formsuz Kesici Takım.....	29
Şekil 3.11	Bakır Form Kaba İşleme.....	30
Şekil 3.12	Bakır Form Hassas İşleme.....	30
Şekil 3.13	Bakır Form Tutucu Saplama	31
Şekil 3.14	Takım Tutucu Aparatı	32
Şekil 3.15	Dalma Erozyon Tezgahı.....	32
Şekil 3.16	Trens SN 50 C Torna Tezgahı.....	33
Şekil 3.17	TPUN160308 Takıma 1, 2, 3' nolu Parametre Deney Sonuçları.....	33
Şekil 3.18	TPUN160308 Takıma 4, 5, 6' nolu Parametre Deney Sonuçları.....	34
Şekil 3.19	$a=0,75$, $s=0,4$, $\nu=50^\circ$ Sonucu Talaş Durumu	34
Şekil 3.20	$a=0,75$, $s=0,8$, $\nu=64^\circ$ Sonucu Talaş Durumu	35
Şekil 3.21	$a=0,5$, $s=0,4$, $\nu=60^\circ$ Sonucu Talaş Durumu	35
Şekil 3.22	$a=0,5$, $s=0,8$, $\nu=76^\circ$ Sonucu Talaş Durumu	36
Şekil 3.23	$a=0,25$, $s=0,2$, $\nu=65^\circ$ Sonucu Talaş Durumu.....	36
Şekil 3.24	$a=0,25$, $s=0,2$, $\nu=84^\circ$ Sonucu Talaş Durumu	37

TABLO LİSTESİ

Tablo2.1 Deney Koşulları	17
Tablo2.2 Örnek Talaş Kırıcıların Kullanım Alanları ve Özellikleri	19

Tornalama İşlemlerinde Talaş Kırıcı Formlarının ve Etkisinin İncelenmesi

Yasin YILMAZ

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Murat KIYAK

Talaş kırıcı formlar, talaşlı imalat sürecinde önemli bir role sahiptir. Talaş kırıcı formlar ve talaş kontrolü genel olarak uzun zamandır tornalama gibi talaşlı imalat işlemlerinde kullanılmaktadır. Geleneksel konvansiyonel talaşlı imalat işleminde, talaşları kırmak için talaş kırıcı formlar kullanılır. Talaşlı imalat yöntemlerinde, talaşların kontrolü, verimliliği ve operatör güvenliğini sağlamak için çok önemli bir konudur. Özellikle, bir CNC makinesi veya otomatik üretim sistemi için talaş kontrolü önemlidir, çünkü talaş kontrolündeki herhangi bir hata verimde düşüğe neden olabilir. Bu nedenle, güvenilir bir süreksiz talaş elde etmek için yivli bir talaş kırıcı yaygın olarak kullanılmaktadır. Genel olarak, talaş kırıcılı yeni bir kesici uç geliştirmek için, geniş zaman, araştırma ve bütçe gereklidir, çünkü ürünlerin oluşturulması, sinterlenmesi, öğütülmesi ve kaplanması gibi çeşitli işlemler ve farklı değerlendirme testleri gereklidir. Talaş büyüklüğünü kontrol etmenin yaygın bir yöntemi talaş kırıcı kullanılmasıdır. Yine de, düşük karbonlu çelik veya bitirme formlarında oluşturulan ince talaşlar gibi çok yumuşak malzemelerin talaşları geleneksel talaş kırıcılarla basitçe kırılmaz. Son zamanlarda, kesici takım

teknolojisindeki gelişmeler çok sayıda değişken talaş kırıcı konfigürasyonu ile sonuçlanmıştır. Bununla birlikte, çoğu uygulamada birincil etkili rol olan yiv oluk tasarımı, denemek ve metodolojiyi görmek için kullanılıyor. Talaş kontrolü için özel talaş kırıcı formlar geliştirildi ve uygulandı.

Anahtar Kelimeler: Talaş kırıcı, talaş kontrolü, talaş akış açısı

Investigation of Chip Breaker and Its Effect in Turning Operations

Yasin YILMAZ

Department of Mechanical Engineering

Master of Mechanical Engineering Thesis

Advisor: Asst. Prof. Murat KIYAK

Chip breaker has significant role in machining process. Chip breaker and chip control in general, have long been known in continual form operations like turning. In general machining process, chip breakers are used to cut chips forms. Control of continuous chips in machining operation is a very significant issue to carry out productivity and operator safety. Also in particular, efficient chip control is essential for a CNC machine or automatic production system because any failure in chip control can cause the lowering in productivity. Therefore, a grooved chip breaker has been widely used for obtaining reliable discontinuous chips. In general, in order to develop a new cutting insert with a chip breaker, extensive time, research, and expense are required because several processes such as forming, sintering, grinding, and coating of products as well as different evaluation tests are necessary. A famous method to control the chip size is utilization of chip breaker. Though, chips of highly of soft materials such as low carbon steel or thin chips created in finishing forms may not be cut simply with conventional chip breakers. Recently improvements in cutting tool technology have resulted in a major number of variable chip breaker configurations. However, in most applications chip-groove design which is primary

effective role, is being used try and see methodology. Special tool tips were developed and applied for chip control.

Keywords: Chip breaker, chip control, chip flow angle

1.1 Literatür Özeti

Tornalama geleneksel imalat yöntemlerinin kullanıldığı en yaygın yöntemlerden biridir. Tornalama işlemlerinde yüksek performanstaki karşılaşılan sorunlardan biri sürekli talaş oluşumudur. Sürekli talaş oluşumunu önlemek için talaş kırıcılar ve yivli talaş kırıcı formlar kullanılmaktadır. Tek bir noktadan uygulanan kesme işlemi ile, düşük yüzey kalitesi ve operatör için güvenlik riskleri gibi sorunlara yol açan sıkışık ve uzun talaşlar vardır. Bu nedenle sürekli oluşan talaşların kırılması büyük önem taşımaktadır [1].

Geleneksel imalat prosesinde şekil ve uzunluk bakımından değişen talaşlarda, kısa talaşlar istenmektedir. Geleneksel imalat proseslerini optimize etmek için istenilen talaş boyutu önemli faktörlerden bir tanesidir. Kırılmamış ve uzun talaş üretkenlikte ve tornalama işleminde büyük bir engeldir. Ayrıca sürekli talaş oluşumu düşük yüzey kalitesine, kesici takımların iş parçalarına, titreşimlerine, takım ömrüne ve imalat yöntemini ekipmanın performansına zarar verir [2].

Talaş kırıcının çalışma prensibi, talaşın yukarı doğru kıvrılarak takım üzerindeki engele veya formlara çarparak talaşı kırması esasına dayanır. Ancak düşük karbonlu çelikler ve ısıya dayanıklı sünek malzemelerde, bu yöntem etkili çalışmayabilir. Sürekli talaş oluşumunu önlemek için birçok yöntem ve deney geliştirildi ve uygulandı. Talaşın yukarı kıvrılmasını sağlayacak veya talaşın kırılma ve gerilme durumlarının incelenmesi gibi [3].

Nikel bazlı ve titanyum alaşımlı kompozit malzemeler havacılık ve enerji endüstrisinde kullanılmaktadır. Malzemeler yüksek sıcaklıklarda kullanılmak için tasarlanmışlardır. Korozyon dayanımları da oldukça yüksektir. Bu tarz malzemelerde talaşı kırmak “dene, gör” uygulaması kullanılarak genellikle kesme koşulları değiştirilerek uygulanmaktadır [4].

Sürekli talaş oluşumunun kontrol edilememesi iş parçalarının yüzey pürüzlülüğü ve takımın aşınması ile ilgilidir. Bu ilişkiyi açıklamak için birçok bilim adamı yaklaşım ve teoride bulundular. Günümüze farklı talaş kırıcı formu olan birçok kesici takım bulunmaktadır. Bununla birlikte ana talaş oluşum mekanizması ve talaş kırıcı formun tasarımını tahmin etmekte güçlük olduğundan, takım kırıcı tasarımı hala "dene ve gör" metodunu uygulamaktadır. Çünkü talaş kırıcı formun tam olarak analiz edilmesi uzun bir çaba gerektirdiği için takımın performansını etkiler [5, 6].

Sürekli talaş oluşumu tornalamada olduğu gibi otomasyonda da düşük verimliliğe sebep olmaktadır. Aynı zamanda kıvrılan ve biriken sürekli talaş depolamada ve takım ve operatör açısından da sorun teşkil etmektedir [7].

Talaş akış yönü ve sonlu elemanlar metodu kullanılarak takımdaki talaşın yönü, takım sıcaklığı, takımdaki gerilmeler analiz edilerek en etkin talaş kırıcı formun elde edilmesinde analiz yöntemlerde kullanılır. Bu yöntemler özellikle talaş akış yönünün belirlenmesinde ve takıma etki edecek kuvvetleri belirleme etkili bir şekilde kullanılmaktadır [8].

Talaş kırılmasında etkili olan bir diğer önemli faktör ise; kaplamadır. Kaplama ile takım ve talaşın temas süresi kısalmış takım ömrünün iyileştirilmesine yardımcı olur. Böylece takım ile iş parçası arasında doğrudan etki eden sürtünmeyi önleyerek takıma etki eden kuvvetler de azalma meydana gelir. Ek olarak yüzey kalitesinde de iyileşme görülür. Kaplama ile aynı takım sertliğinin artması ve talaşın kırılmasında etkili bir rol oynamaktadır [9, 10].

Talaş kırıcılar tornalama işlemine ek olarak plastik deformasyonun olduğu hemen hemen her talaşlı imalat için uygulanabilir. Özellikle matkapla delik delme işlemi sırasında sarmal kanallarda sıkışın biriken talaşlar takımın aşınmasına yol açmaktadır. Ek olarak sıkışan talaşlar takımdaki sıcaklığın artmasına ve takım ömrüne etki edecektir. Matkap işleminde talaş kırıcı uygulamak için takım üzerindeki helisel kanallara yiv şeklinde kanallar veya bariyer şeklinde engeller eklenebilir. Bu yivli formlar ve bariyerler sayesinde talaş kırılarak veya delikte sıkışması önlenerek takım kırılması önlenmiş olur. [11, 12].

İstenilen talaş formu sadece geleneksel imalat yöntemlerini etkilemediği gibi özellikle otomasyon yöntemiyle üretim yapan birçok işletme açısından da önemlidir. Çünkü kırılmış talaşlar otomasyon yöntemi ile hızlı bir şekilde üretimin dışına aktarılabilir ve depolanabilir. Bu şekilde üretimde de verimlilik artmış olur [13].

Doğru talaş şeklini elde etmek için en iyi talaş kontrol yöntemi talaş kırıcılarının kullanılmasıdır. İki çeşit talaş kırıcı vardır; bariyer tipi ve oluklu tip [14].

Oluklu tip talaş kırıcı tipleri de kendi içinde ayrılmaktadır. Bunlar ağır veya hassas işleme metoduna göre iki yivli, üç yivli olabilmektedir [15].

Talaş kırıcı performansına etki eden birçok önemli faktör vardır; ilerleme hızı, kesme hızı, kesme derinliği, talaş kırıcı açısı, malzeme, kaplama ve talaş kırıcı formu.

1.2 Tezin Amacı

Yapılan çalışmada literatürde çeşitli talaş kırıcı formlarının değerlendirilerek, belirli bir kesme hız ve belirli bir kesme derinliğinde standart takım(talaş kırıcı formu olmadan)ile kırılmayan talaşın, aynı takıma talaş kırıcı formlar ilave edilerek sürekli talaş oluşumunun engellenmesi amaçlanmaktadır.

1.3 Hipotez

- Referans alınan talaş kırıcı olmayan takım seçilir.
- Takıma talaş kırıcı form eklenir.
- Aynı ilerleme ve kesme hızında ve kesme derinliğinde talaşın kırılma durumu incelenir.
- Talaş kırılmadığı takdirde talaş kırıcı formun geometrisi değiştirilir.

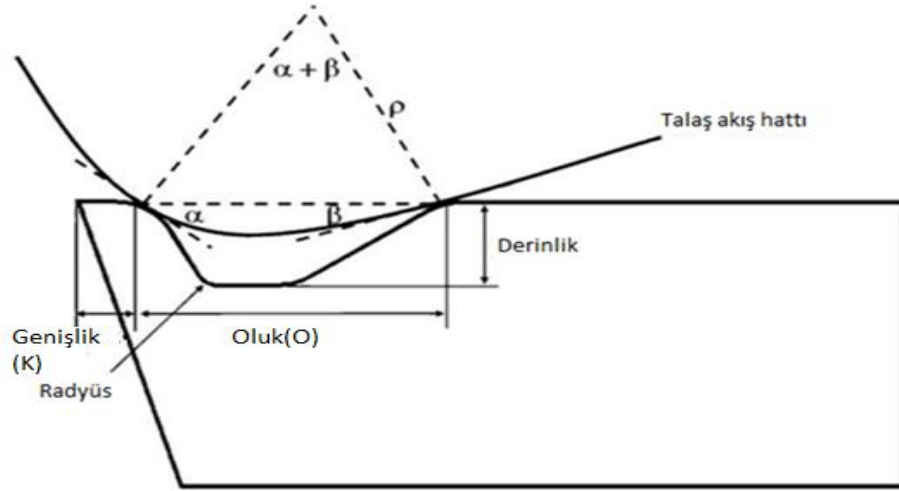
2.1 Method

Geleneksel imalat yöntemlerinde sürekli talaş oluşumunu engellemenin yolu talaş kırıcı form kullanmaktır. Talaş kırıcı form talaş akış açısını ve talaşın kıvrılmasını etkiler. Talaş kırıcı radyüsü ve talaş açısı kesici takımın imalat yöntemine göre seçilmelidir. Talaş kırıcı testi önemli bir zaman ve çaba gerektiriyor. Ayrıca yeni kesici uçların geliştirilmesi, şekillendirme, sinterleme, taşlama, kaplama, işlemlerine ihtiyaç duymakla beraber geliştirme süresini uzatmakta ve uzun süreli araştırmalar gerektirmektedir. Talaşlı işlem sırasında oluşan talaşlar kıvrımlar oluşturarak iş parçalarına ve takımlara çarparak talaşın kırılmasını sağlarlar. Kırık talaşların boyutları işleme yöntemine ve talaş kırıcı formun yapısına göre değişiklik göstermektedir [16, 17].

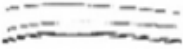
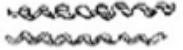
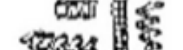
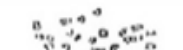
Talaş kırıcı, takımdaki eğimli bir yüzeye yerleştirilmiş bir form veya takım üzerindeki engele sahip formlardır. Talaş kırıcı, verimli talaş kontrolü ve üretim açısından verimliliği artırdığı için talaş kırmayı artırmak için kullanılır. Bununla beraber talaş kırıcı form sayesinde takım üzerindeki kesme kuvveti azalır, iş parçasının ve takımın ömrü artar, iş parçasının yüzey kalitesi iyileşir. Ayrıca talaş yarıçapının azalması talaş kırıcının etkisini artırır [18, 19].

Açı(α, β) ve genişlik artarsa oluklar azalır, fakat uygulamalarda bu genişlik dardır. Açı ise $15^\circ, 30^\circ$ olarak kullanılır. Talaş kırıcı formların geometrik yapısı daha çok optimize edilerek en uygun form elde edilir. Talaş kırıcı şekli talaşın kırılabilirliğini etkiler. Talaş kırıcı ve talaş kırılabilirliği için en önemli faktörler talaş kırıcı formu, talaş kırıcı derinliği, genişlik, kesici takım yarıçapı ve kesici kenara olan mesafedir.

$$\frac{1}{\rho} = \frac{2}{O} \sin(\alpha + \beta)$$



Şekil 2.1 Talaş kırıcı Forma Etki Eden Ampirik Formül [20]

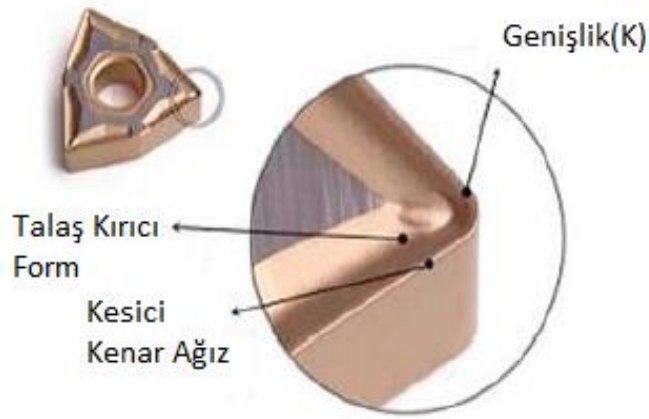
1		şerit talaş	kararsız
2		karışık talaş	
3		tirbuşon talaş	
4		helisel talaş	
5		uzun boru şeklindeki talaş	kararlı kullanılabilir
6		kısa boru şeklindeki talaş	
7		spiral boru şeklindeki talaş	
8		spiral talaş	
9		uzun virgül şeklindeki talaş	
10		kısa virgül şeklindeki talaş	

Şekil 2.2 Talaş Tipleri [20]

Malzemeler talaş kırıcı formlara sahip kesici uçların tasarımı için en önemli unsurdur. Kırılmış talaş tipi iş parçasındaki mekanik özelliklere bağlıdır. Çelik kesme işleminde olduğu gibi birçok sektörde yaygınca kullanılmaktadır [20].

2.2 Talaş Kırıcının Geometrisi

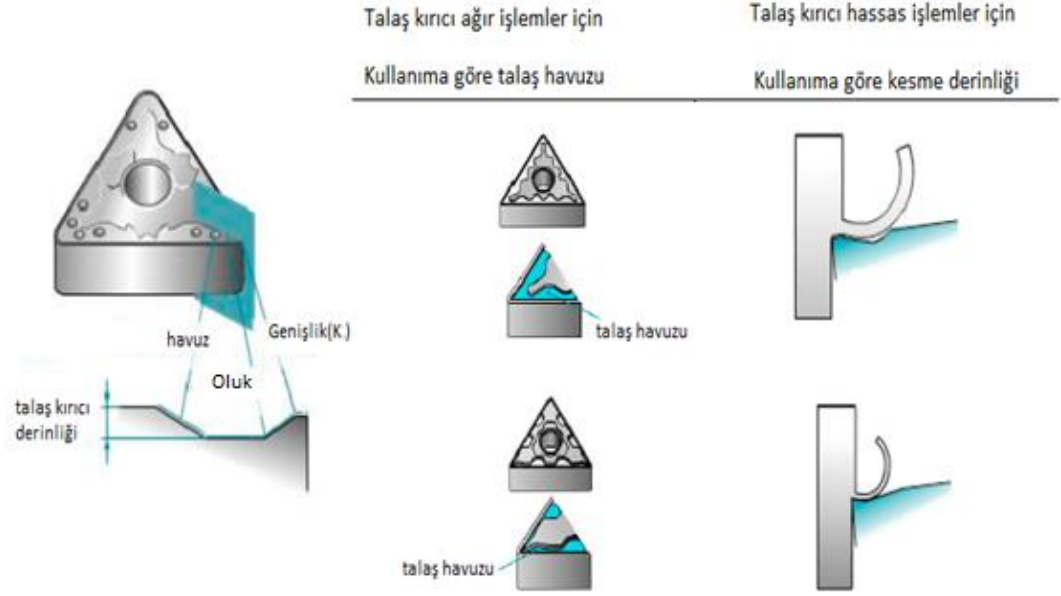
Kesici uç geometrisi bir kesici kenar, talaş kırıcı formu ve kesici kenar ile arada kalan bölümden oluşur. Bu parametreler kesme işlemi sırasında mekanik olarak kesme kuvvetlerine de etkisi vardır. Sert malzemelerin işlenmesi sırasında uzun ve sürekli talaşlar üretilir. Uzun ve sürekli oluşan talaşların varlığı kesme direncinin artmasına ve üretimde verim düşüklüğüne sebep olur. Sürekli ve uzun talaş oluşumunu engellemek için talaş kırıcı formunun takım üzerine eklenmesi olumsuz etkileri önleyecektir [21, 22].



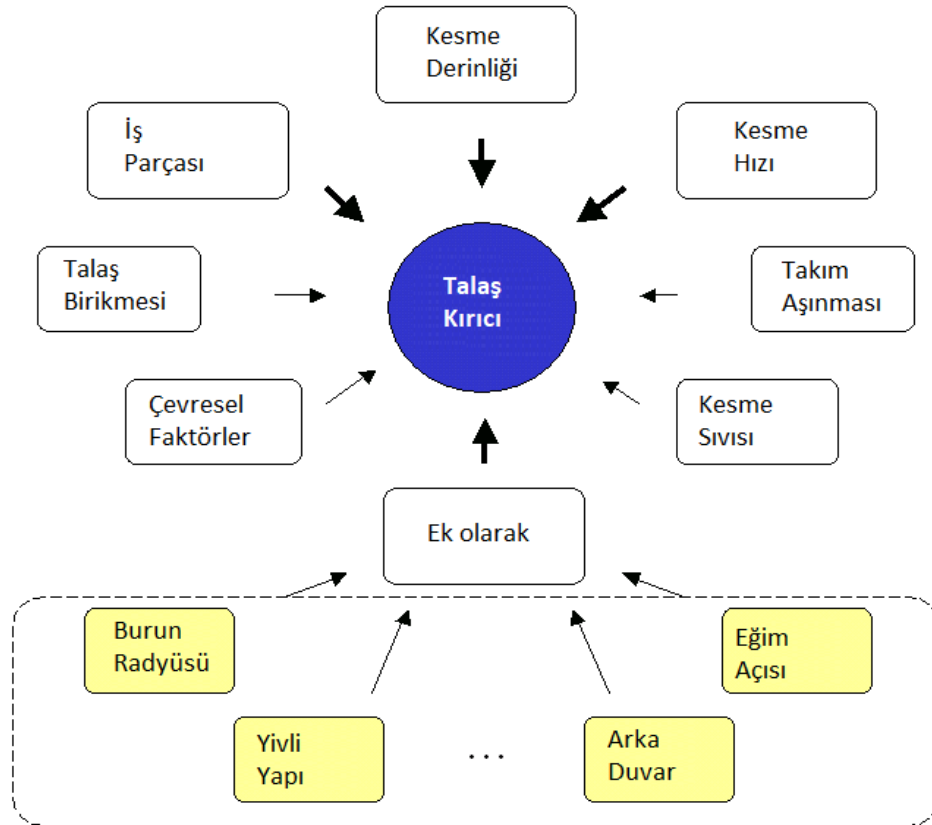
Şekil 2.3 Talaş Kırıcı Geometrisi [23]

Açık şekilli veya düz tabanlı talaş kırıcı geometrisi talaşı daha az deforme eder ve daha düşük kesme kuvvetleri oluşturur. Bu geometri talaş ve kesici takım arasındaki teması en üst düzeye çıkarmak için belirlenmiştir ve daha büyük alandaki kesme kuvvetleri ve kesici kenarın kırılma tehlikesi daha düşüktür [23, 24].

Şekilde 2.4'te ağır ve hassas işleme için talaş kırıcıların geometrisi görülmektedir. Talaş kırıcılar yivin genişlediği tasarımlar sert malzemelerin talaşın kırmak için kullanılır. Diğer hassas işlemede ise ağır işlemeye oranla talaş havuzun genişliği aynı oranda olmayıp daha dardır. Hassas işlemlerde talaşı kırmak için genelde kesici takım burun radyüsü küçük kullanılır [25, 26].



Şekil 2.4 Talaş Kırıcı Geometrisinin Tasarımı [23]



Şekil 2.5 Talaş Kırıcı Geometrisinin Etki Eden Faktörler [27]

Şekil 2.5'te talaş kırıcıya etki eden bir çok önemli faktör bulunmaktadır. Talaş kırma olarak iki ana method vardır [28].

- Takımın yan yüzeyi(kesici kenar) ile temas
- Talaş kırıcı form ile

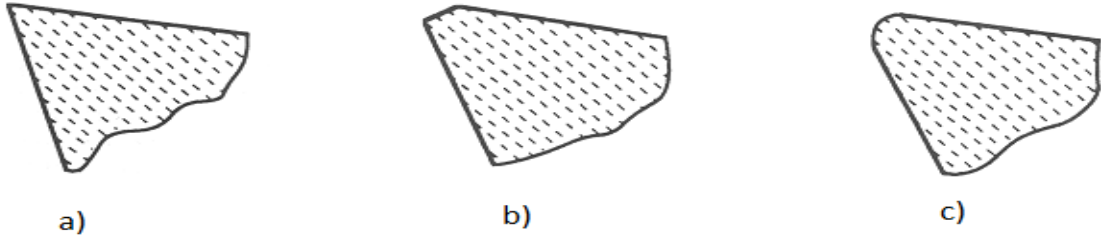
İlk yöntemde talaş kıvrılarak işlenen yüzeye temas ederek kırılır.

Talaş kırmak için üç yöntem vardır.

- Kesme koşullarını değiştirme
- Kesici takım geometrisini değiştirme
- Talaş kırıcı form ekleme

Kesme derinliğini ve ilerleme hızını artırmak talaşın kırılabilirlik derecesini önemli ölçüde artırabilir. Fakat endüstri de kısıtlamalardan dolayı pratik bir yol değildir. Bu nedenle kesici takım geometrisini optimize etmek ve talaş kırıcı form eklemek [28].

Talaş kırıcı form olmadan farklı tiplerde kullanılan uç tipleri.



Şekil 2.6 a) Düz Kesici Kenar, b) Pahlı Kesici Kenar, c) Radyüslü Kesici Kenar



Şekil 2.7 Talaş Kırıcı Form Bulunmayan Takım



Şekil 2.8 Kesici Kenarlarında Bariyer Bulunan Takım

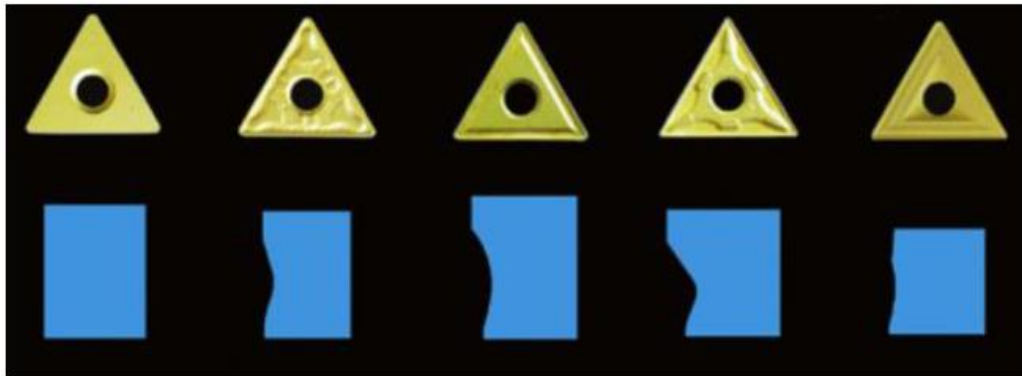


Şekil 2.9 İki Yivli Kesici Takım

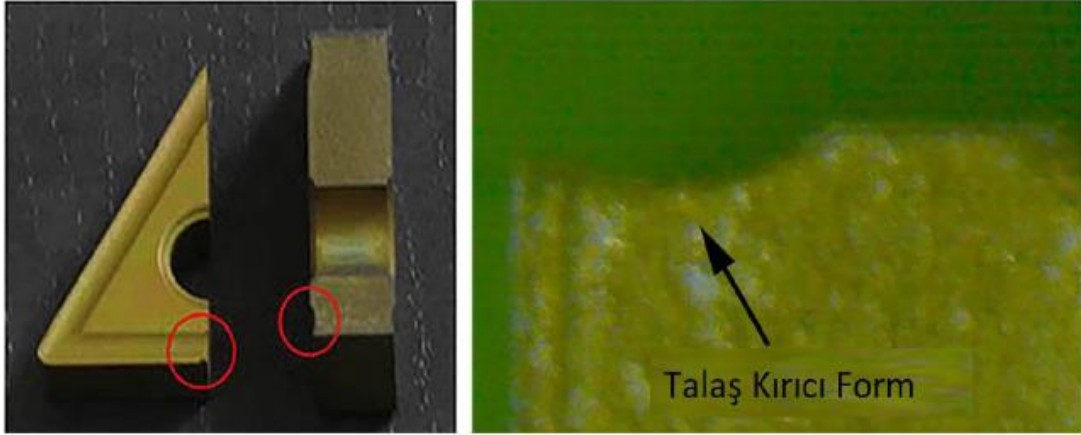


Şekil 2.10 Üç Yivli Kesici Takım

Talaş kırıcı formlarında yiv tipleri olarak endüstride uygulanan yöntemlerde daha çok genellikle üç yivli talaş kırıcılı kesici takımlar kullanılmaktadır [28].



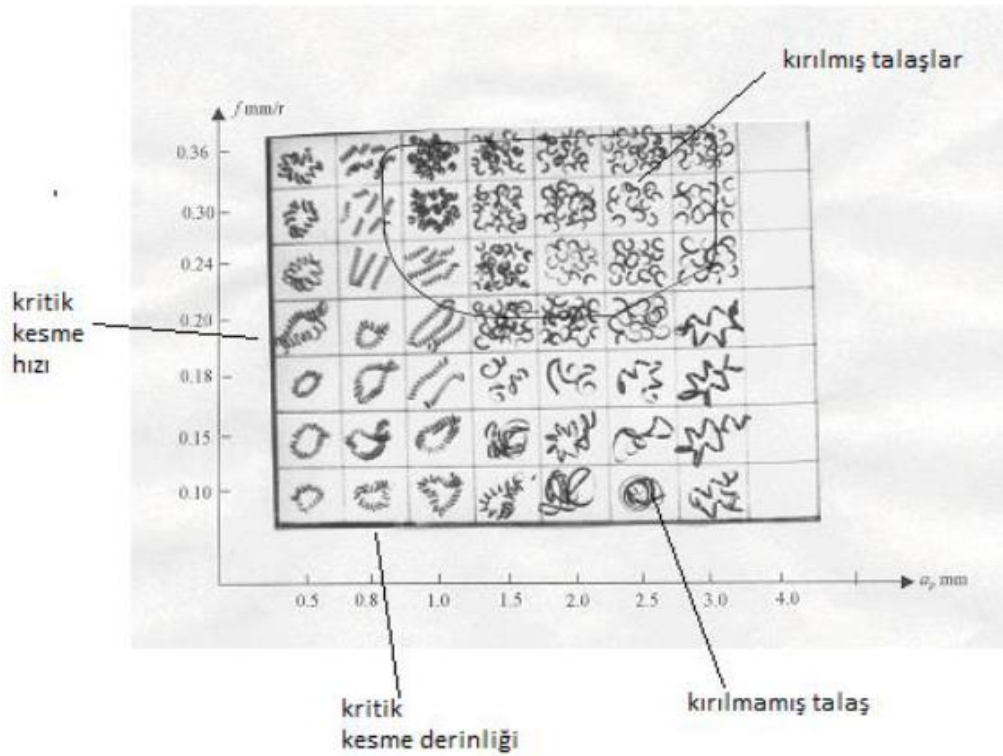
Şekil 2.11 Endüstride Uygulanan Çeşitli Talaş Kırıcılara Ait Örnekler



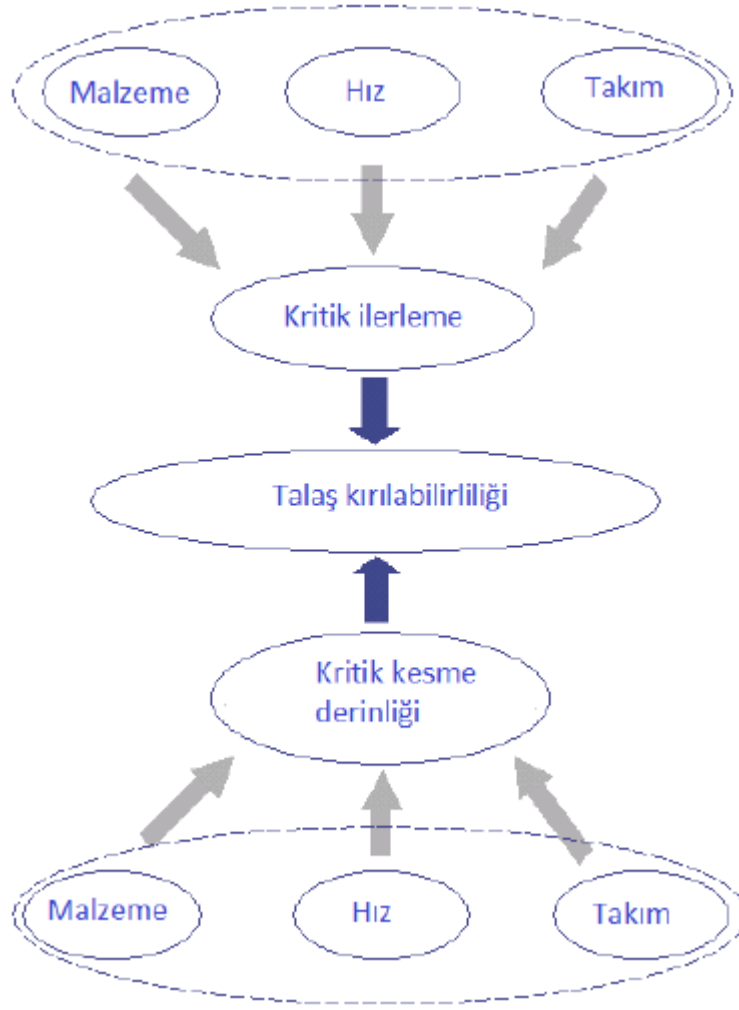
Şekil 2.12 Örnek Bir Talaş Kırıcıya Ait Kesit ve Detay Görünüm [28]

2.3 Talaş Kırma Limitleri

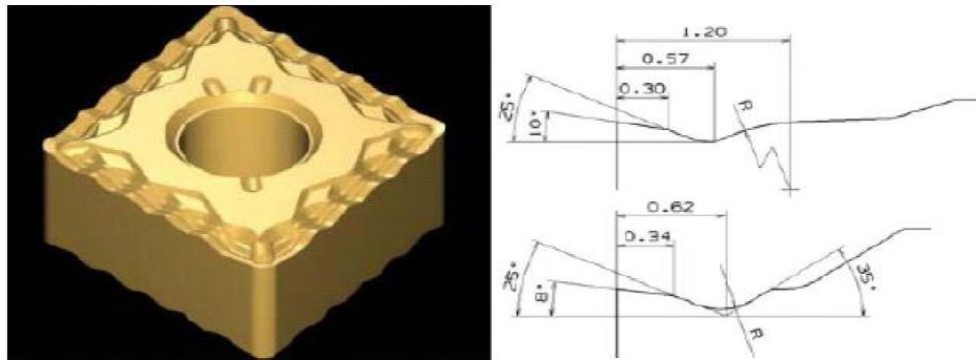
Talaş kırma sınırları kritik kesme derinliği ve kritik ilerleme hızıdır. İlerleme hızı kritik ilerleme hızından büyükse ve kesme derinliği kritik kesme derinliğinden büyükse talaş her zaman kırılır. Aksi takdirde talaş kırılmaz [29].



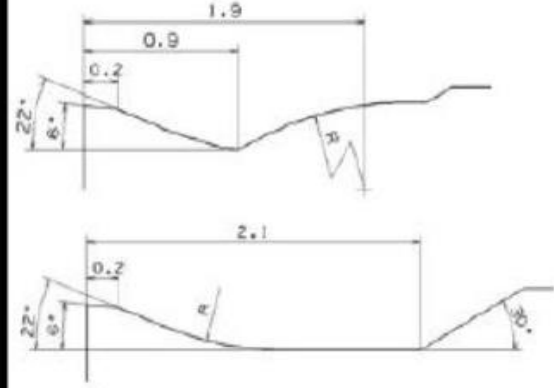
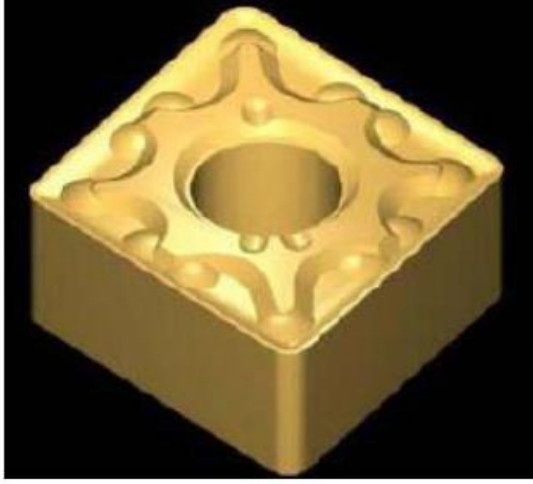
Şekil 2.13 Örnek Talaş Tipleri Kritik İlerleme ve Kesme Hızına Göre



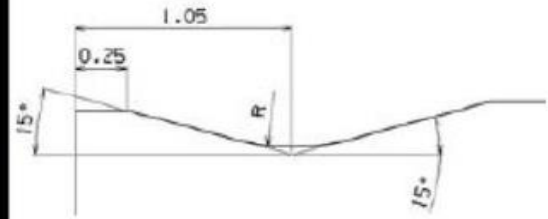
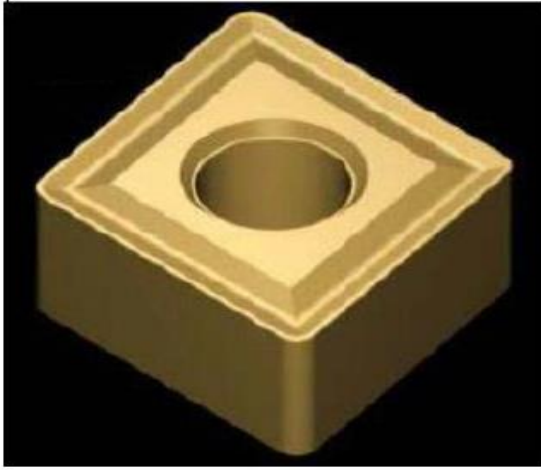
Şekil 2.14 Talaş Kırılabilirliliğin Kritik İlerleme ve Kritik Kesme Derinliği Açısından İlişkisi



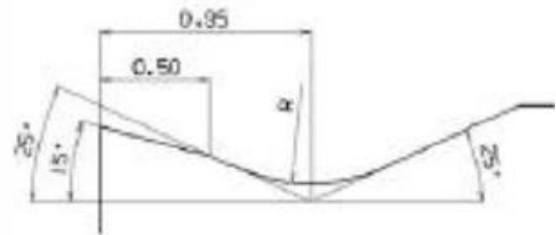
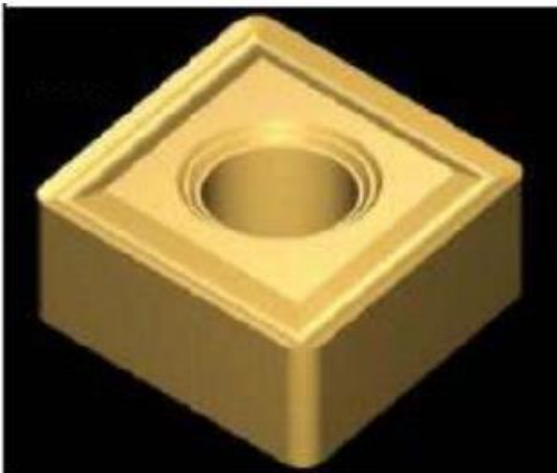
Şekil 2.15 Örnek Bir Talaş Kırıcı Formun Ölçüleri [30]



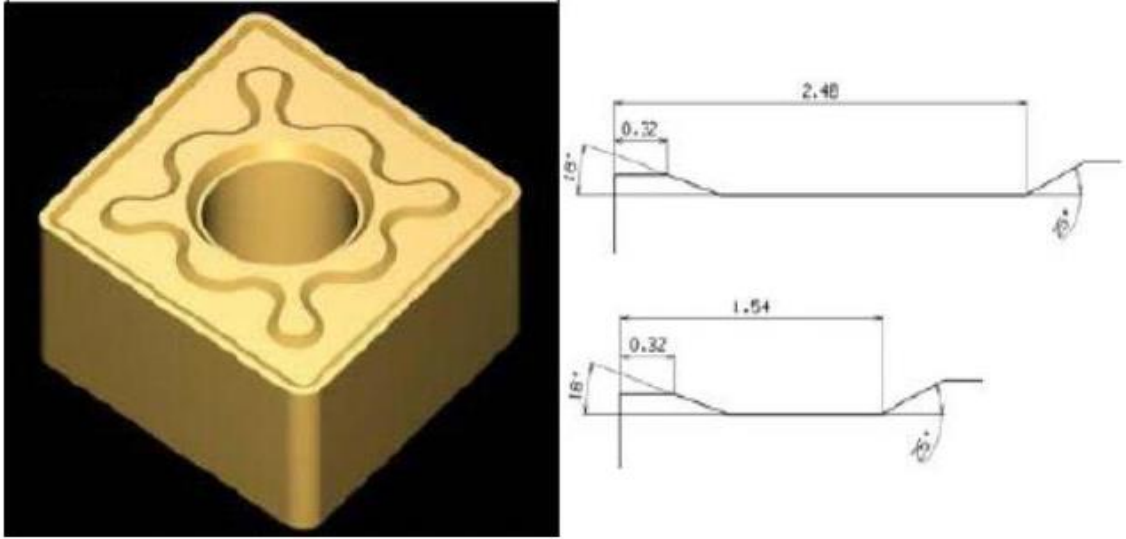
Şekil 2.16 Örnek bir talaş kırıcı formun ölçüleri [30]



Şekil 2.17 Örnek Bir Talaş Kırıcı Formun Ölçüleri [30]



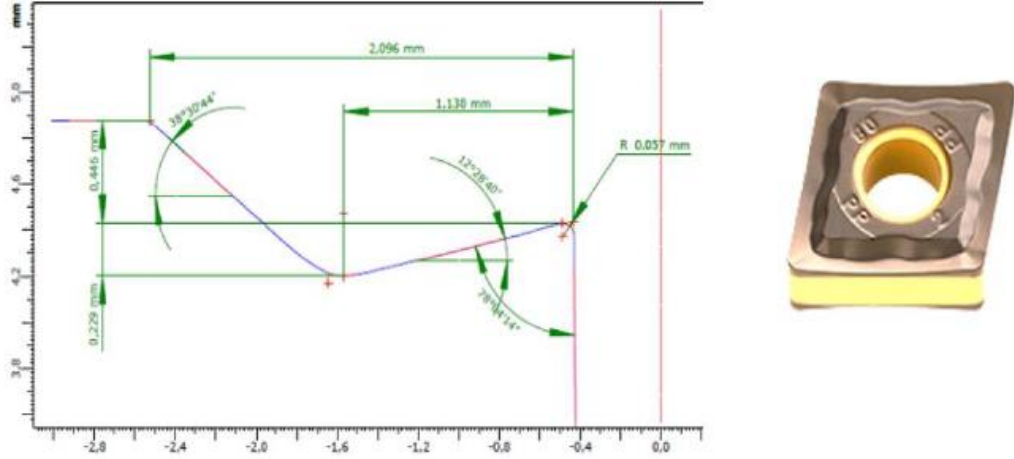
Şekil 2.18 Örnek Bir Talaş Kırıcı Formun Ölçüleri [30]



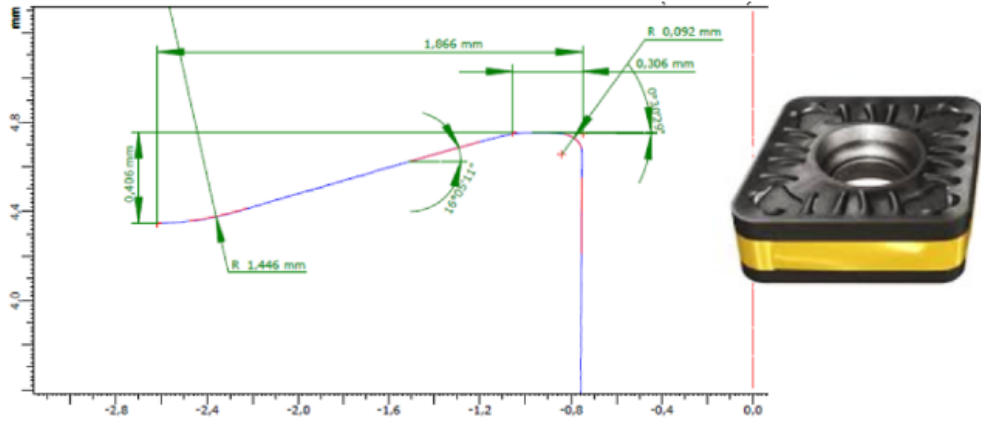
Şekil 2.19 Örnek Bir Talaş Kırıcı Formun Ölçüleri [30]



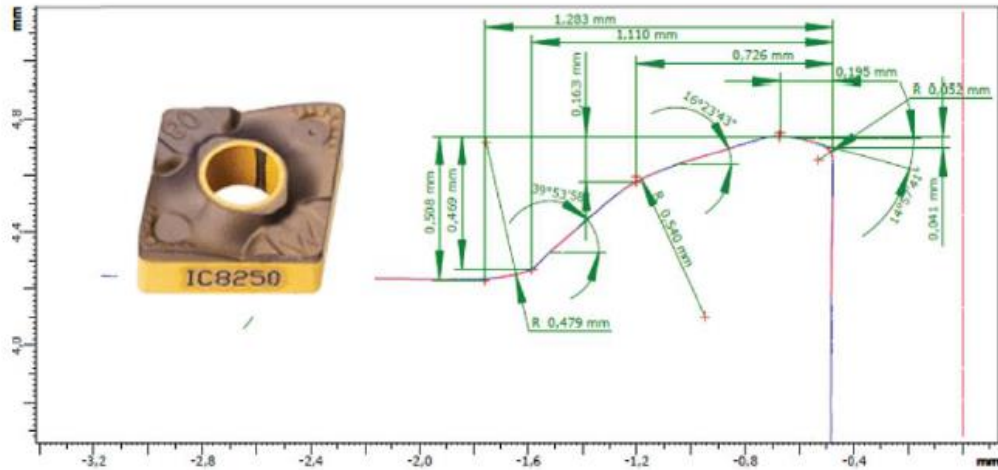
Şekil 2.20 Örnek Bir Talaş Kırıcı Formun Ölçüleri [30]



Şekil 2.23 Örnek Bir Talaş Kırıcı Formun Ölçüleri [31]



Şekil 2.24 Örnek Bir Talaş Kırıcı Formun Ölçüleri [31]



Şekil 2.25 Örnek Bir Talaş Kırıcı Formun Ölçüleri

2.4 Talaş Kırıcının Formun Kesici Kuvvetlerden Açısından İncelenmesi

Takım tezgahlarının geliştirilmesi sürekli ilerlemektedir. Takım tezgahları üreticileri sürekli olarak onları iyileştirmenin yollarını arar. Daha iyi takım malzemeleri, daha iyi kaplamalar veya yenilikçi takım geometrisi ile iyileştirmeler yapılabilir. Takım geometrisi hem nihai ürünün özelliklerini hem de takıma etki eden kuvveti, kesme gücünü ve dayanıklılığı etkiler [31].

2.5 Literatürde Yapılan Çalışmalar

Talaş oluşumu için ilerleme hızı, kesme derinliği ve kesme hızı en önemli faktörlerdir. Parametrelerin değişimine göre ilerleme hızını 0.15 mm/dev, 0,3 mm/dev, 0,4 mm/dev ayarladıktan sonra kesme derinliğini üç adımda 0,5 mm'den 5 mm'ye göre değiştirdikten sonra uygulanan örnek bir çalışmanın değerlendirilmesi [32].

Tablo2.1 Deney Koşulları

Durum	Birim	İçerikler
Kesme Hızı	m/min	100(tüm durumlar için)
Kesme Derinliği	mm	0,5-0,8-1,2-1.5-3,0-4.0, 5.0
İlerleme Hızı	mm/rev	0,15-0,30-0,40

Deney Koşulları kesme hızı sabit tutularak değişik kesme derinliklerinde farklı kesici takımlara uygulanmış olan çalışma.

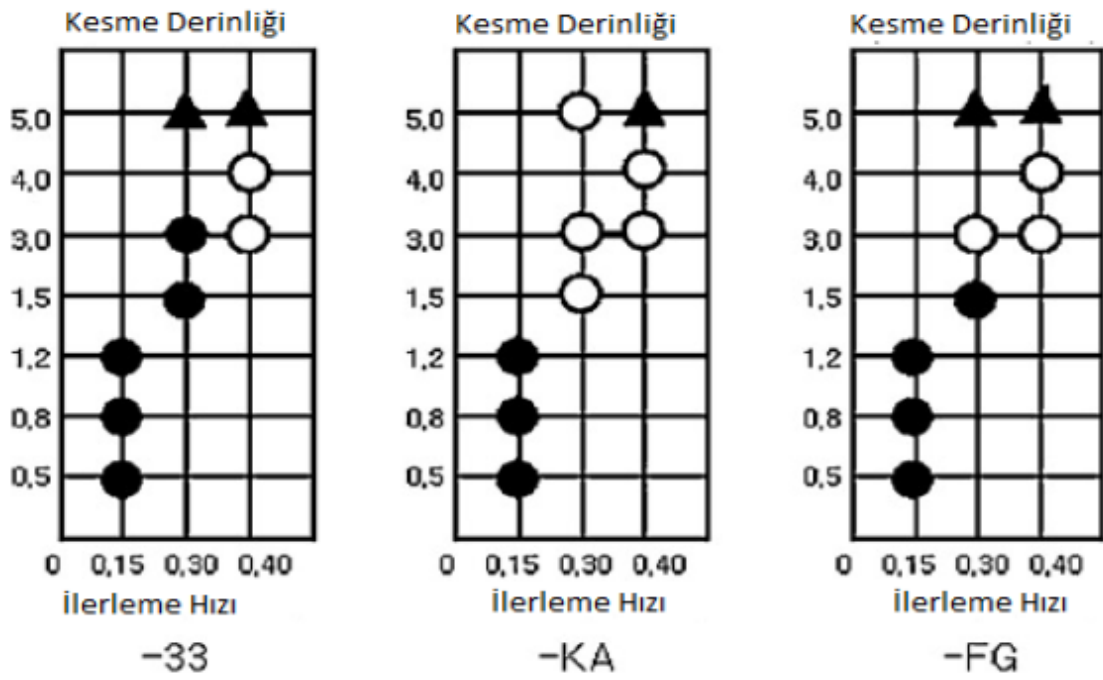
						
-33	-KA	-FG				
						
-A	-AC	-C	-MP			
						
-55	-KE	-KM	-KC			
				Takım Tipi; CNMG120408		
-MH	-RT					

Şekil 2.26 Talaş Kırıcı Şekilleri

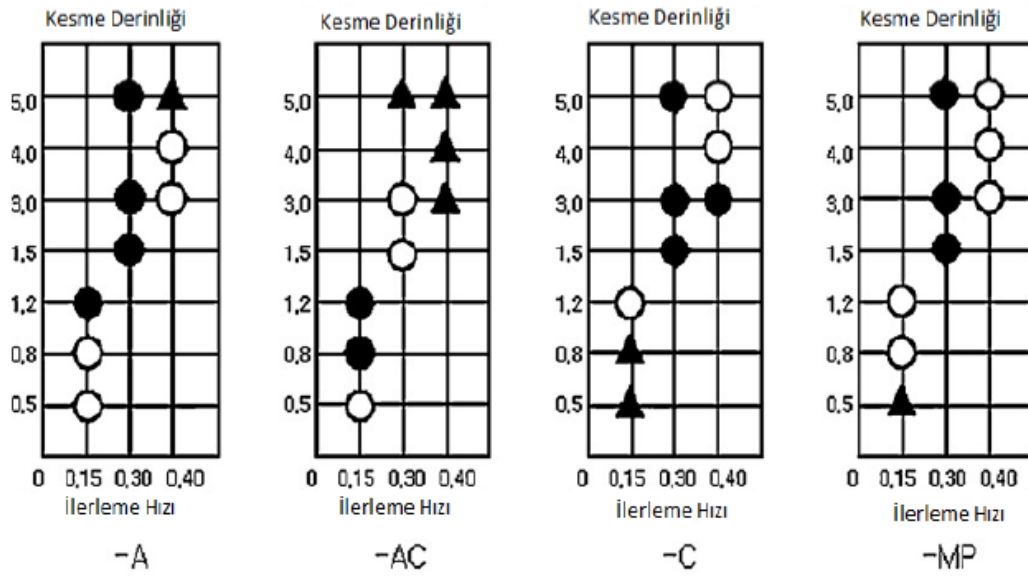
Endüstride kullanılan farklı tiplerdeki kesici takımlar ait farklı form yapıdaki talaş kırıcı formlar.

Tablo2.2 Örnek Talaş Kırıcıların Kullanım Alanları ve Özellikleri

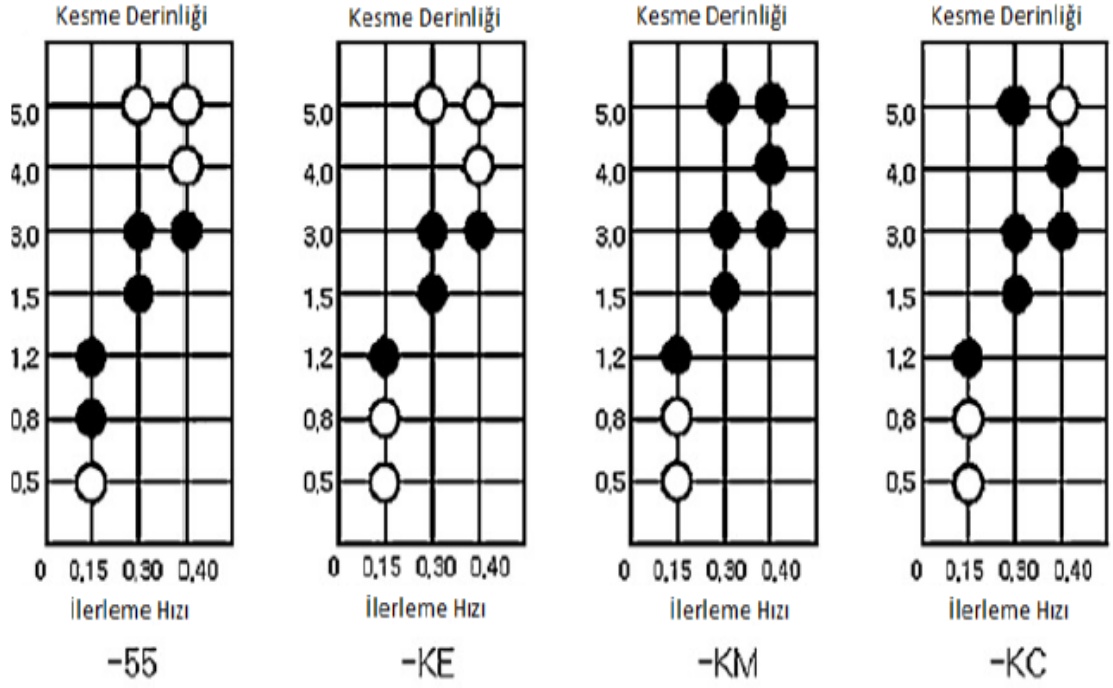
Tip	Derinlik	Genişlik (K)	Genişlik (O)	Radyüs	Kullanım Alanı
33	0,39	0,00	1,52	0,70	Son nihai talaş kaldırma
KA	0,21	0,04	1,41	2,00	
FG	0,18	0,00	1,40	3,00	
A	0,43	0,13	2,07	0,70	Hafif talaş kaldırma
AC	0,72	0,00	2,00	2,00	
C	0,24	0,22	1,90	1,08	Orta talaş kaldırma
MP	0,35	0,28	1,80	1,05	
55	0,45	0,18	1,61	1,07	Ağır talaş kaldırma
KE	0,27	0,20	1,85	1,50	
KM	0,31	0,11	2,67	2,60	
KC	0,27	0,35	2,12	0,80	
MH	0,19	0,30	2,15	0,00	Kaba talaş kaldırma
RT	0,17	0,32	2,50	0,00	



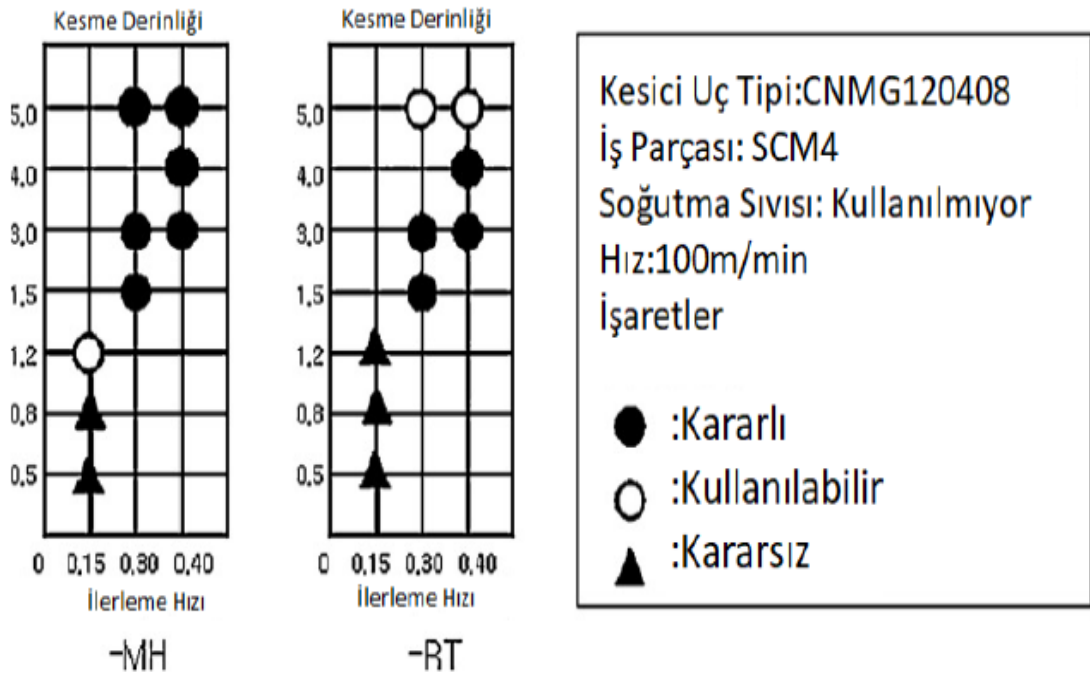
Şekil 2.27 Deney Sonuçları



Şekil 2.28 Deney Sonuçları



Şekil 2.29 Deney Sonuçları

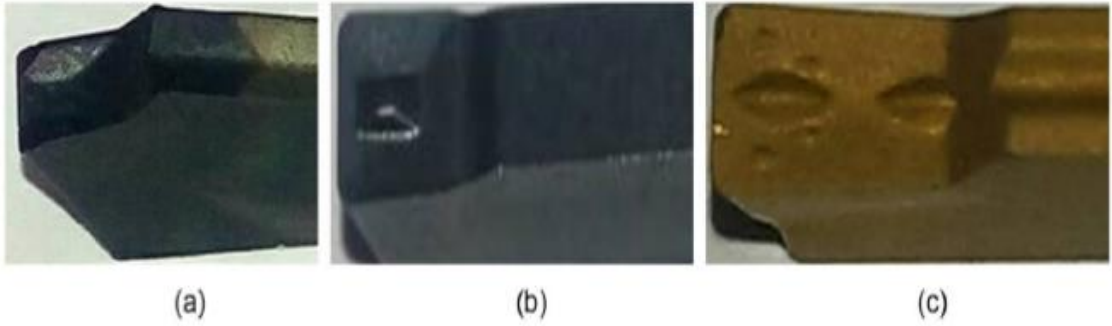


Şekil 2.30 Deney Sonuçları

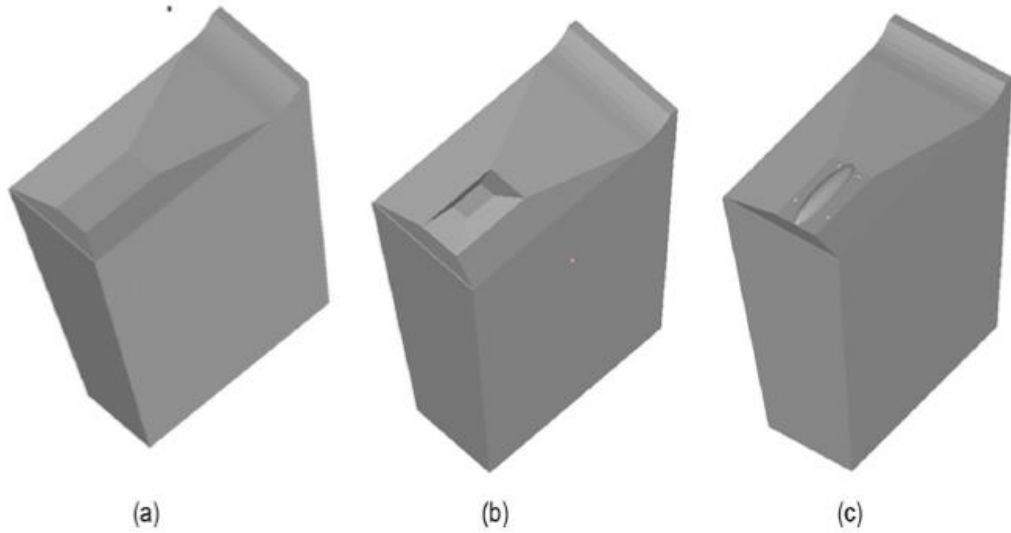
Kesici takım üreticileri talaş kırıcıları kesme derinliği ve ilerleme hızını dikkate alırlar. Yapılan örnek uygulama devir 100m/min sabit tutularak farklı kesici uçlarda farklı talaş kırıcı formlarının ilerleme ve kesme hızına göre talaşın durumları gözlemlenmiştir.

Örnek olarak -33 tipi için 0,4 mm/dak ilerleme hızında 0.5 kesme derinliğinde talaş tipi kararsızdır. İlerleme ve kesme hızına balı olarak talaş tipleri değişmektedir [32].

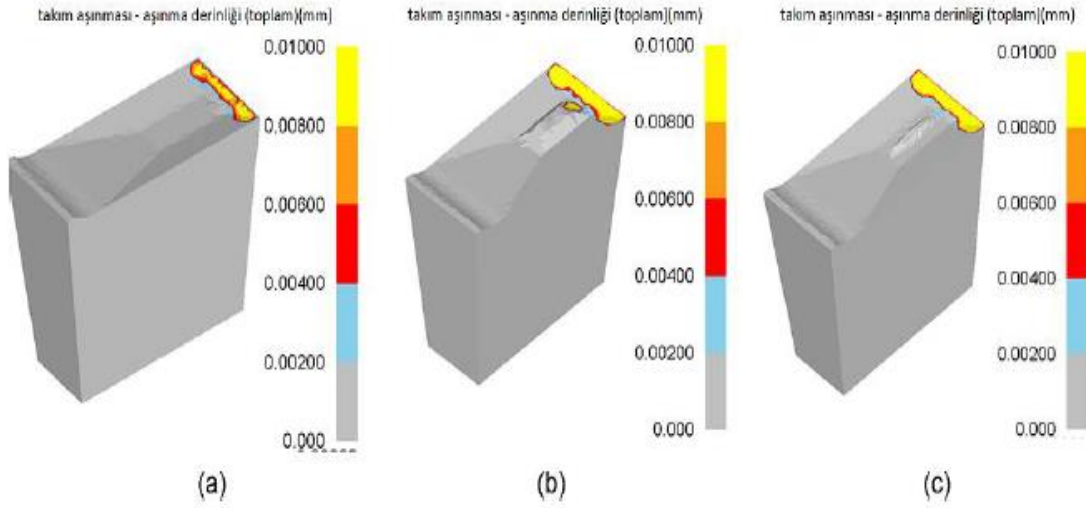
Talaş kırıcı formlarının tasarımını belirlemek oldukça uzun zaman ve uygulama ihtiyacı duymaktadır. Bu konuda sonlu elemanlar metodu (FEM) mühendislere yardımcı olmak için etkili bir rol oynamaktadır.



Şekil 2.31 6061 Alüminyumun Farklı Talaş Kırıcı İle Şeması a) Talaş Kırıcı Olmadan, b) Kare Talaş Kırıcı, c) Eliptik Talaş Kırıcı



Şekil 2.32 Farklı Talaş Kırıcıların Simülasyonu a) Talaş Kırıcı Olmadan, b) Kare Talaş Kırıcı, c) Eliptik Talaş Kırıcı



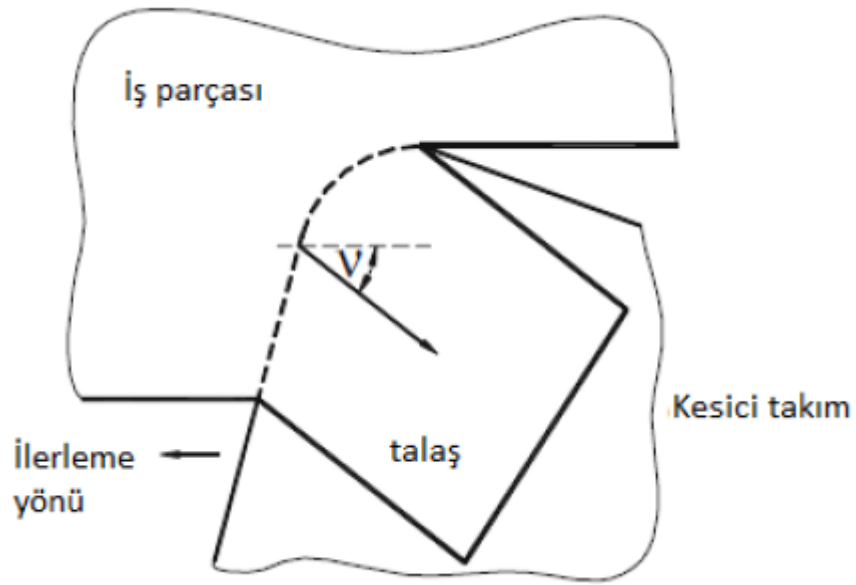
Şekil 2.33 Eliptik Talaş Kırıcı Takımdaki Anlık Sıcaklık

Sonlu elemanlar metodu ile yapılan analizler sonucunda talaş kırıcı olmayan, kare tipli talaş kırıcı ve eliptik talaş kırıcı form tüm şartlara göre gözlemlendiği zaman gerilim, gerinim ve sıcaklıkta iyileşme olduğu görülmüştür.

3

Deney

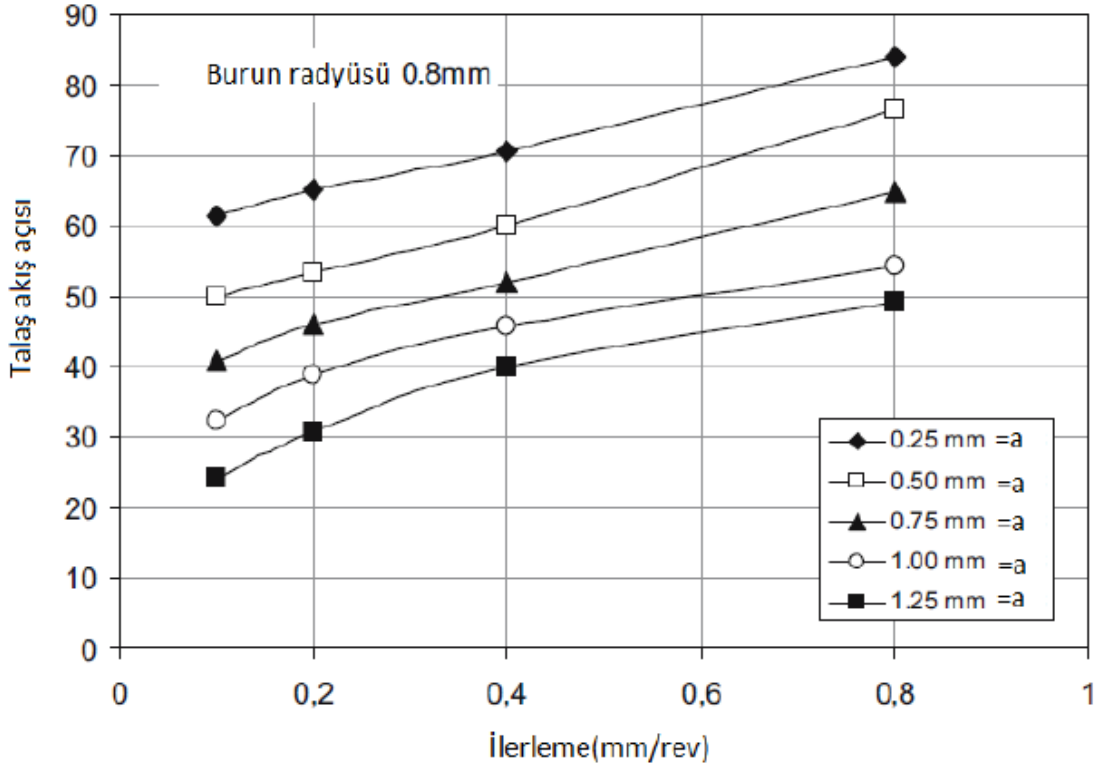
Otomatik işleme için istenilen talaş ve talaş kontrolü önemlidir. Talaş kontrolü talaş ile yakından ilgilidir: Talaşın kontrolü hem depolamada hem üretimde verimlilik açısından önemlidir. Bu çalışmada kaplamasız TPUN160308(P40) uç kullanılarak daha önce belirli kesme hızı ve ilerleme hızında uygulanan deney referans alınarak takıma talaş kırıcı formlar eklenerek talaşın kırılması amaçlanmaktadır.



Şekil 3.1 Talaş Akış Yönü ve Açısı [29]

Referans malzeme AISI1025(C0.24%, Si0.18%, Mn0.25%, P0.02%, S0.03%)

Deney malzemesi AISI1025(C0.20%, Si0.18%, Mn0.30%, P0.02%, S0.03%)



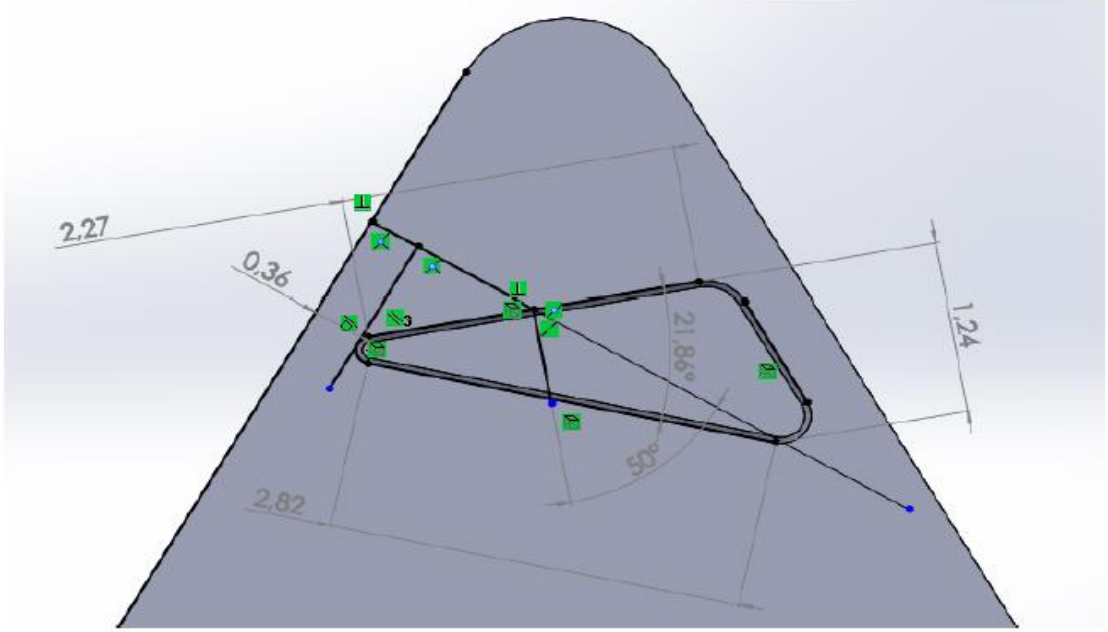
Şekil 3.2 TPUN160308'e Uygulanan Deney Parametreleri[29]

Kesme hızı 105 m/min sabit olarak uygulandı. Çünkü talaş akış açısı kesme hızından etkilenmez.

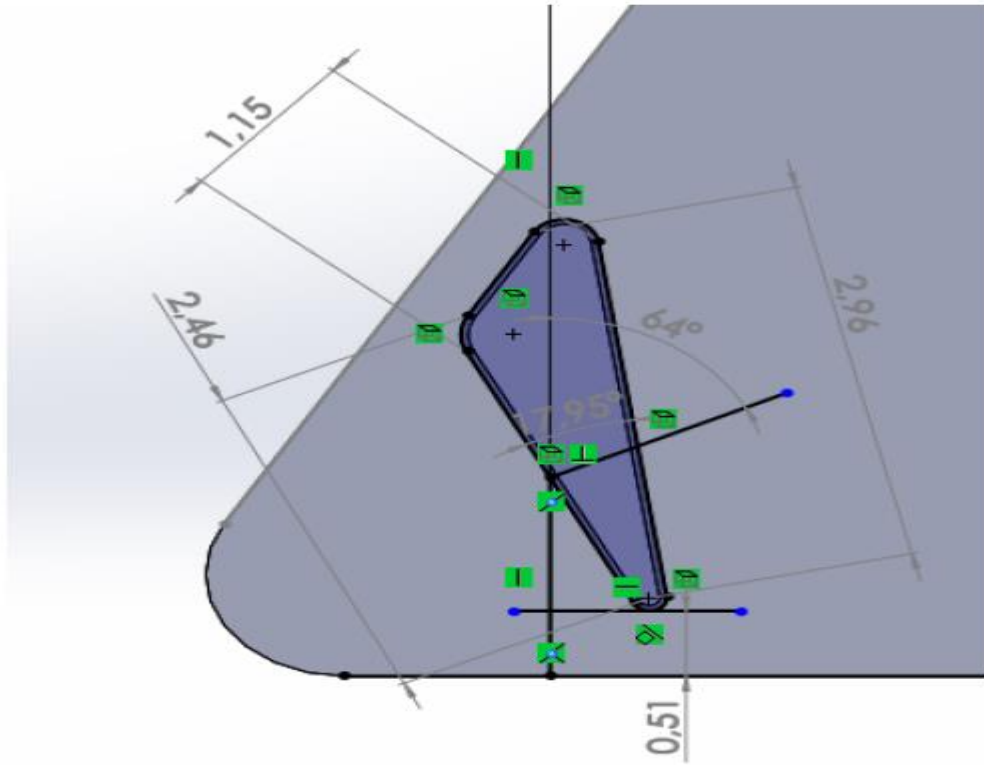
Uygulanan Deney Parametreleri;

- 1'nolu talaş kırıcı forma uygulanan parametreler; $a=0,75$, $s=0,4$, $v=50^\circ$
- 2'nolu talaş kırıcı forma uygulanan parametreler; $a=0,75$, $s=0,8$, $v=64^\circ$
- 3'nolu talaş kırıcı forma uygulanan parametreler; $a=0,5$, $s=0,4$, $v=60^\circ$
- 4'nolu talaş kırıcı forma uygulanan parametreler; $a=0,5$, $s=0,4$, $v=76^\circ$
- 5'nolu talaş kırıcı forma uygulanan parametreler; $a=0,25$, $s=0,2$, $v=65^\circ$
- 6'nolu talaş kırıcı forma uygulanan parametreler; $a=0,25$, $s=0,8$, $v=84^\circ$

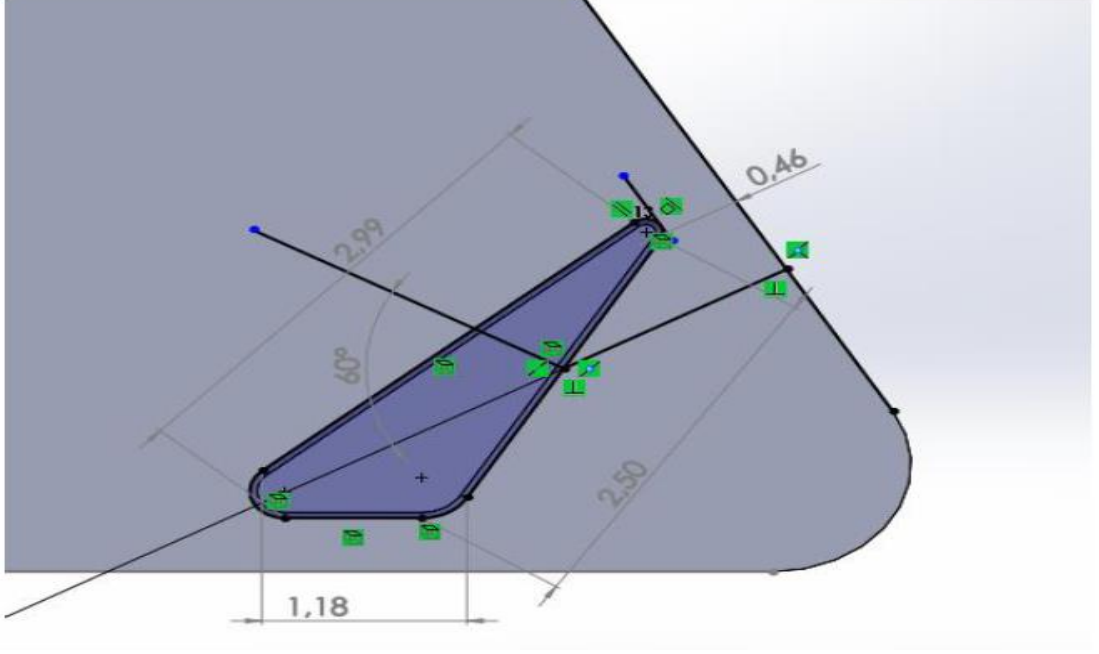
Yukarıda belirtilen kesme koşullarına göre TPUN160308 kaplamasız takıma 6 çeşit talaş kırıcı form eklenmiştir. Yapılan formlar Solidworks programında modellenmiştir. Eklenen formlar yapılan deney, araştırma, analiz sonuçlarına göre tasarım tahmini olarak öngörülmüştür. Eklenen tüm formlarda kesici kenara olan uzaklık(K) 0,4 ile 1,0 mm arasında değişmektedir. Form derinliği 1,2 mm'dir. Formlar talaş akış açısına göre 1'den 6'ya kadar eklenmiştir.



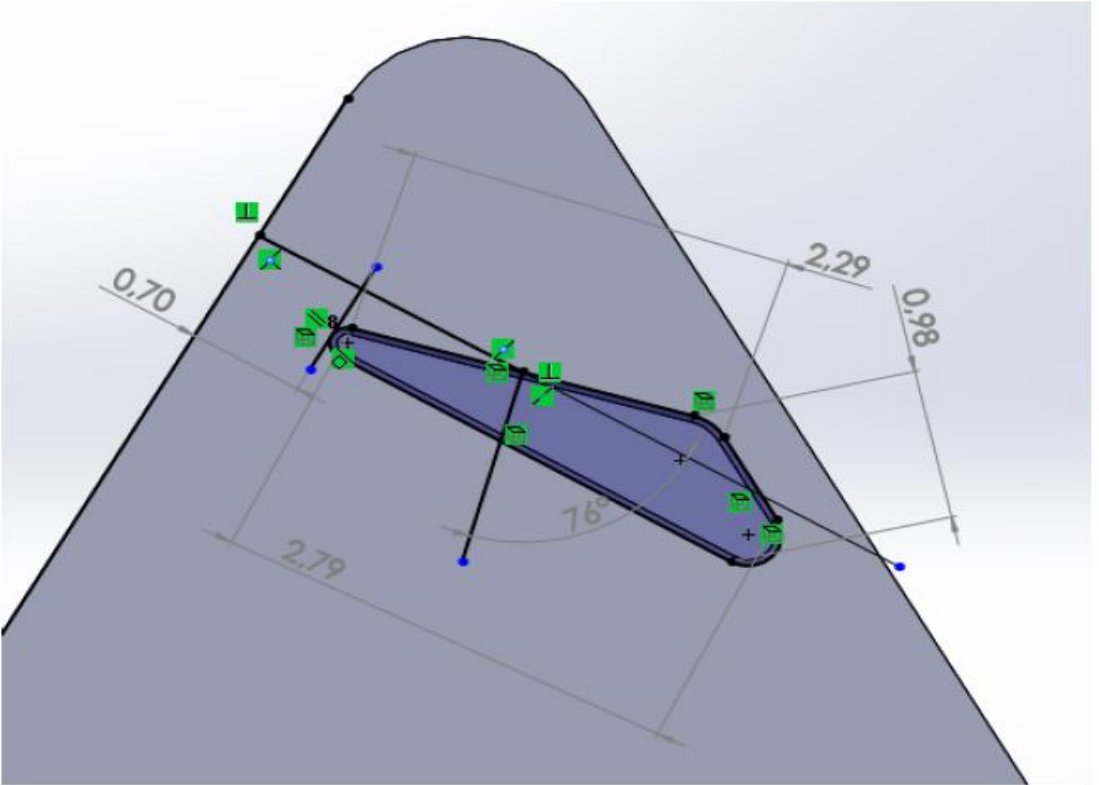
Şekil 3.3 TPUN160308'e Solidworks Programında Eklenen 1'nolu Talaş Kırıcı Form



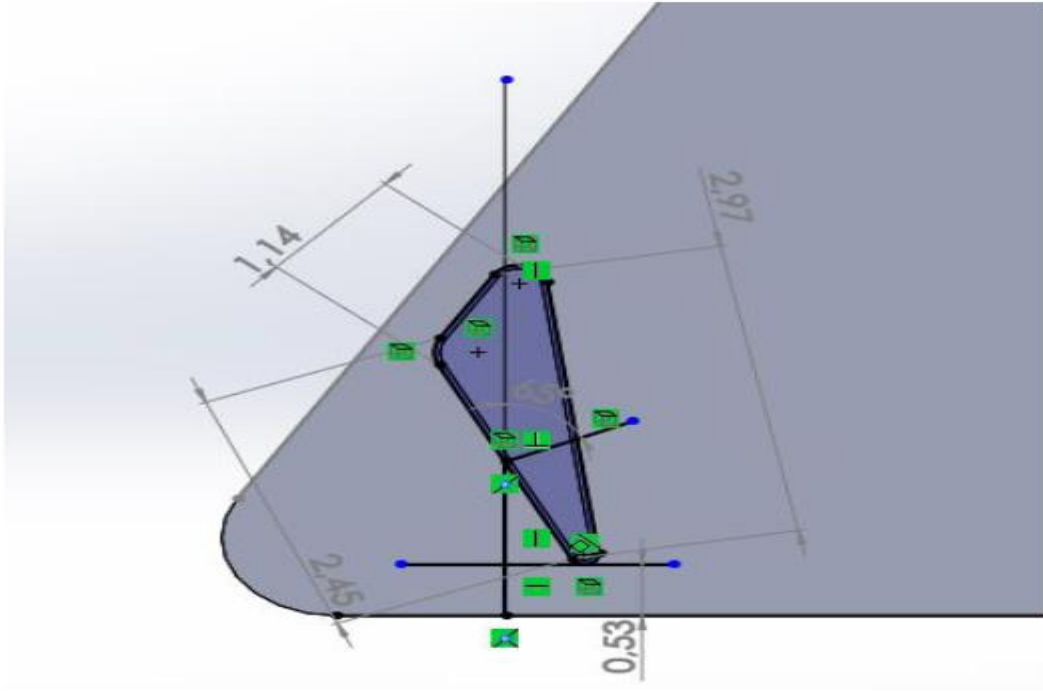
Şekil 3.4 TPUN160308'e Solidworks Programında Eklenen 2'nolu Talaş Kırıcı Form



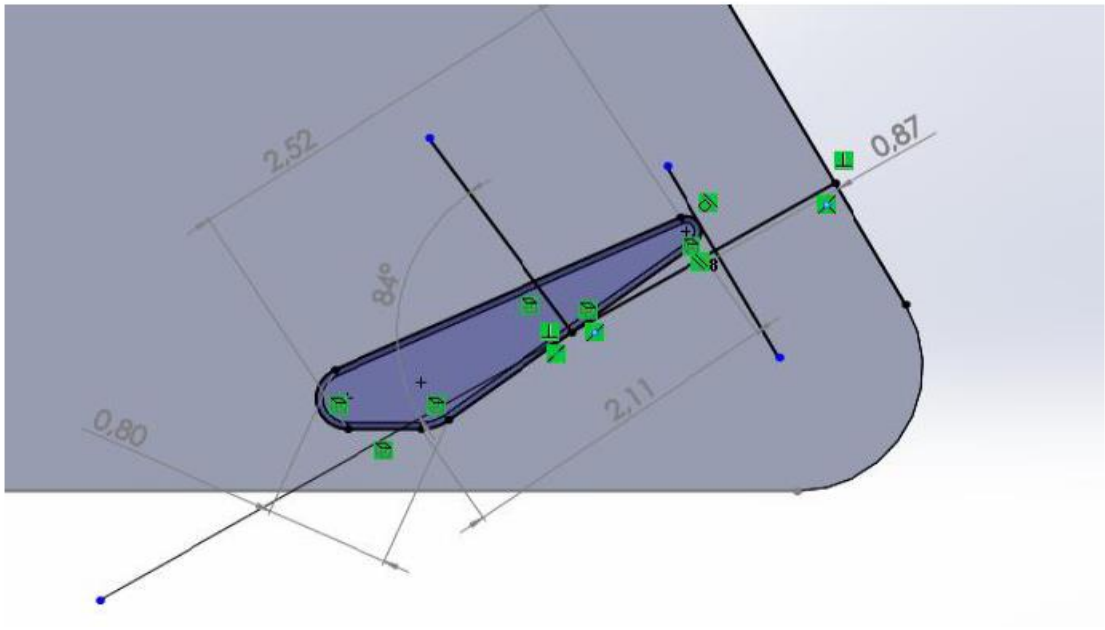
Şekil 3.5 TPUN160308'e Solidworks Programında Eklenen 3'nolu Talaş Kırıcı Form



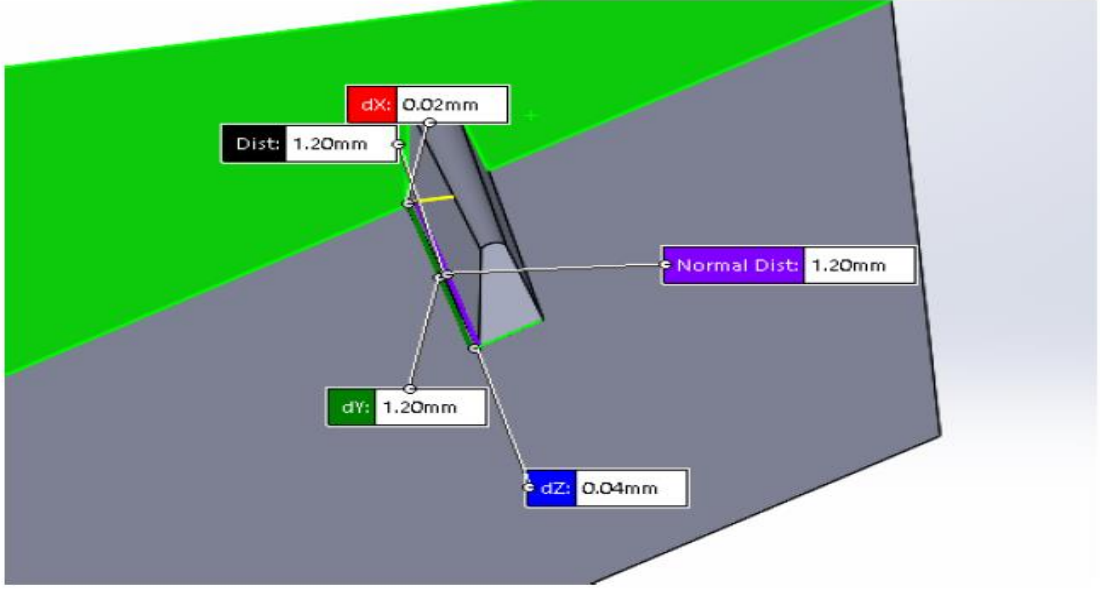
Şekil 3.6 TPUN160308'e Solidworks Programında Eklenen 4'nolu Talaş Kırıcı Form



Şekil 3.7 TPUN160308'e Solidworks Programında Eklenen 5' nolu Talaş Kırıcı Form



Şekil 3.8 TPUN160308'e Solidworks Programında Eklenen 6' nolu Talaş Kırıcı Form



Şekil 3.9 TPUN160308'e Eklenen Talaş Kırıcı Form Derinliği (1,2mm)

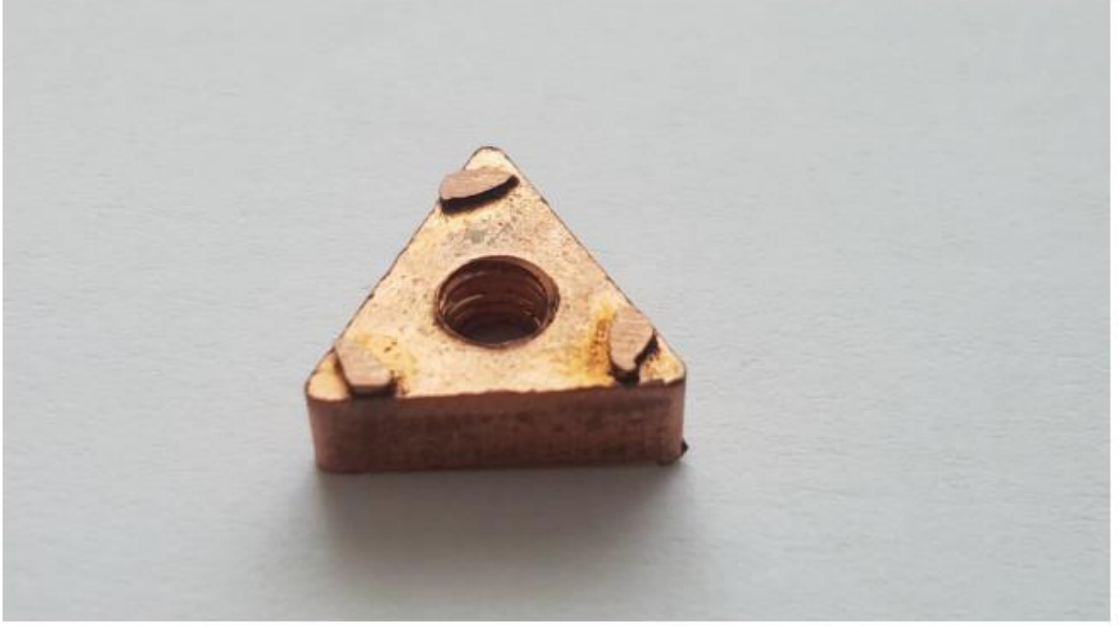
Kesici uçlar kaplamasız olarak SECO firmasından temin edilip dalma erozyonda tezgahında istenilen formlar eklenmiştir.



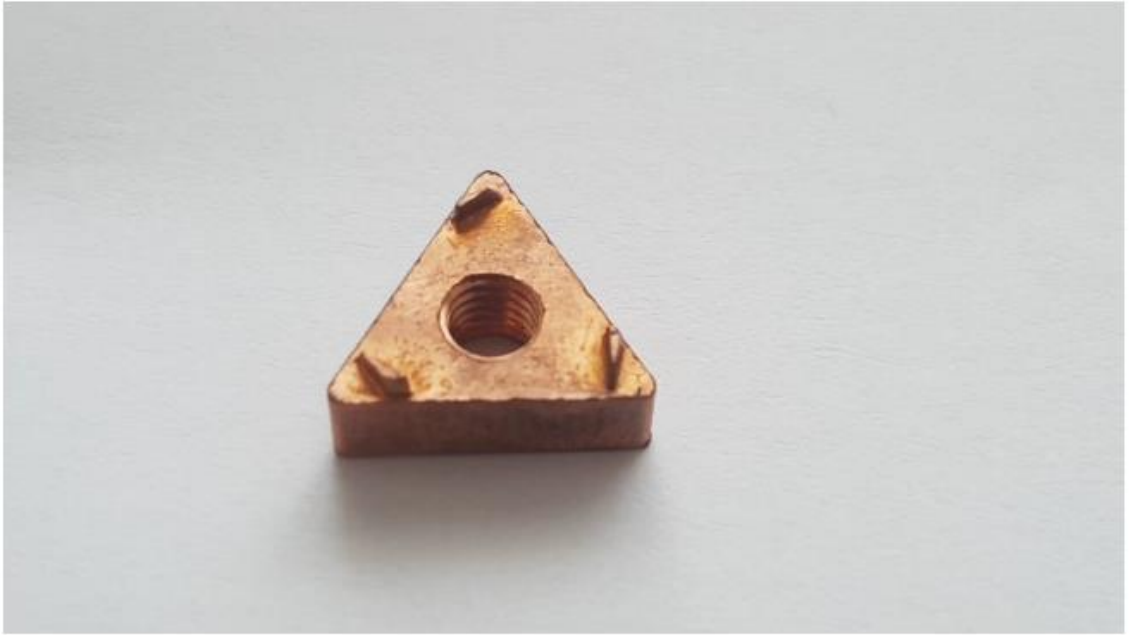
Şekil 3.10 TPUN160308 Kaplamasız, Talaş Kırıcı Formsuz Kesici Takım

Talaş kırıcı form olmayan takıma bakır elektrotlar yapılarak ve bir saplama yardımıyla dalma erozyon tezgahında işlemi yapılmıştır.

Bakır olarak iki tip yapılmış formun istenilen ölçülerde oluşması için iki tip bakır elektrot yapılmıştır. Kaba ve hassas olmak üzere.



Şekil 3.11 Bakır Form Kaba İşleme



Şekil 3.12 Bakır Form Hassas İşleme



Şekil 3.13 Bakır Form Tutucu Saplama

İşlenen bakır elektrotlar Şekil 3.13'teki gibi dalma erozyon tezgahında formları işleyebilmek için saplama yardımıyla sabitlenmiştir.



Şekil 3.14 Takım Tutucu Aparatı



Şekil 3.15 Dalma Erozyon Tezgahı



Şekil 3.16 Trens SN 50 C Torna Tezgahı



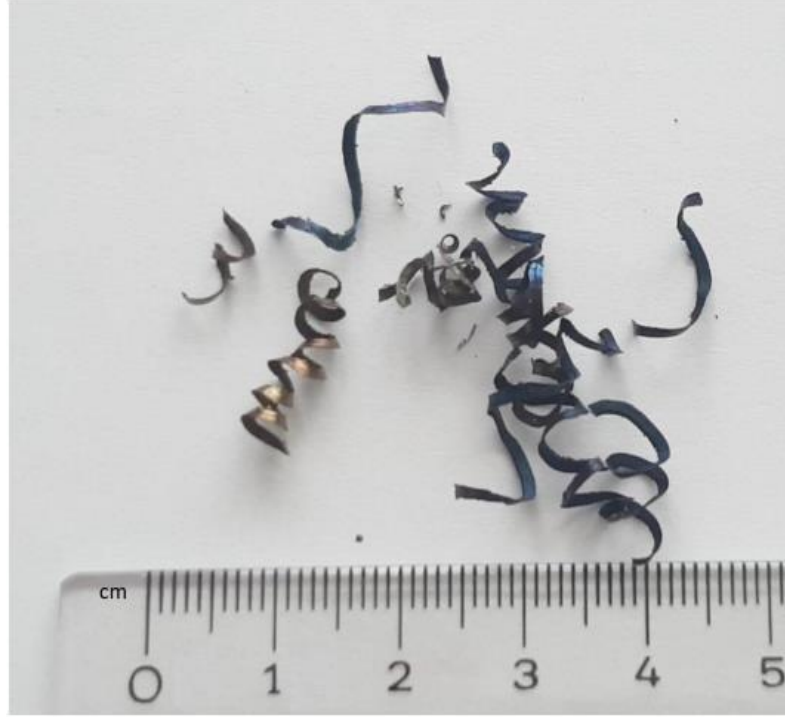
Şekil 3.17 TPUN160308 Takıma 1, 2, 3' nolu Parametre Deney Sonuçları



Şekil 3.18 TPUN160308 Takıma 4, 5, 6' nolu Parametre Deney Sonuçları
Dalma erozyon tezgahında bakır elektrot yardımıyla oluşturulan formların Şekil 3.17 ve 3.18'deki görüntüleri.



Şekil 3.19 $a=0,75$, $s=0,4$, $\nu=50^\circ$ Sonucu Talaş Durumu



Şekil 3.20 $a=0,75$, $s=0,8$, $v=64^\circ$ Sonucu Talaş Durumu



Şekil 3.21 $a=0,5$, $s=0,4$, $v=60^\circ$ Sonucu Talaş Durumu



Şekil 3.22 $a=0,5$, $s=0,8$, $\nu=76^\circ$ Sonucu Talaş Durumu



Şekil 3.23 $a=0,25$, $s=0,2$, $\nu=65^\circ$ Sonucu Talaş Durumu



Şekil 3.24 $a=0,25$, $s=0,2$, $\nu=84^\circ$ Sonucu Talaş Durumu

Tüm deney sonuçları altı kesme koşul için incelendiği zaman;

- $a=0,75$, $s=0,4$, $\nu=50^\circ$
- $a=0,75$, $s=0,8$, $\nu=64^\circ$
- $a=0,5$, $s=0,4$, $\nu=60^\circ$
- $a=0,5$, $s=0,4$, $\nu=76^\circ$
- $a=0,25$, $s=0,2$, $\nu=65^\circ$
- $a=0,25$, $s=0,8$, $\nu=84^\circ$

tüm deneylerde talaşların kırıldığı gözlemlenmiştir.

Kalite, verimlilik, maliyet ve çevre üretimi etkileyen ana faktörlerdir. Üretim prosesini optimize etmek için talaş kontrolü çok önemlidir. Endüstride uygulanan talaşın kontrolünün methodu talaşı kırmaktır. Endüstride genellikle kullanılan takımların çoğu 'dene ve gör' metoduyla üretilmiştir. Diğer methodlar yoğun çaba ve zaman gerektirmektedir. Bunun yanında 3D model sonlu elemanlar methodu kullanılarak talaşı kırabilmek için tahmini talaş kırıcı formlar eklenmektedir. Sonlu elemanlar methodu ile talaş kırıcı simülasyonu ile talaşın kırılması doğrulamak için deneysel testlerle uygulanan methodların sonlu elemanlar methodu ile kıyaslanarak modellemede tecrübe ve deneyim sağlamasına yardımcı olmaktadır. Yani talaş kırıcı geometrisindeki yiv denilen formun derinliği, kesici kenara olan uzaklığı, yivdeki bulunan açılarının derecesi vs. bu etmenlerin tasarlanmasında yardımcı olmaktadır.

Ayrıca sonlu elemanlar metodu ile doğru kesme kuvvetlerinin tahmini, minimum kesme hızı, maksimum kesme hızı tahmin edilebilir. Sonlu elemanlar simülasyonu ile talaş kırıcı formu karışık yapılarının deney sayısı azaltılabilir.

Talaş kırıcılar sadece talaşı kırmakla kalmayıp, bu formlar sayesinde takıma gelen kuvvetlerde azalma, takımdaki sıcaklığın azalması, iş parçasındaki yüzey kalitesinin artmasına ve talaşın kolay bir şekilde depolanmasına gibi birçok etkiye yardımcı olmaktadır. Kesici kenar ile talaş kırıcı arasındaki mesafe(K) arttıkça zaman talaş uzunluğu artar. Eğer azalırsa talaşın uzunluğu azalır. Özellikle bu mesafenin kullanım alanına göre optimize edilmesi çok önemlidir. Ayrıca Talaş kırıcının derinliği arttıkça ve genişliği azaldıkça talaşı kırma potansiyeli artar. Bu yöntem daha çok kaba talaş işlemede kullanılmaktadır. Ek olarak burun radyüsünün azalması talaşın kırılmasına yardımcı olmaktadır.

Bir diğer etken ise sadece talaş kırıcıda etkili olmamakla beraber takımın bütünlüğünü etkilemekte olan kaplamadır. Kaplamalı takım gelen kuvvetleri karşı dirençli olduğu için aynı pozitif etkiyi talaş kırıcı üzerinde de yansıtmaktadır.

Kaplamalı talaş kırıcı hem talaşın kırılmasına hem takım ömrüne yardım etmektedir. Düşük sürtünmeli kaplamalara ait takımlar yüksek kesme hızlarında kullanılmaktadır. Talaşın kırılabilirliğini ve bükümünü anlamak için sünek malzemeler kullanılmaktadır.

Kuvvetler açısından bakmak gerekirse, kesme hızının artması ana kesme kuvvetinin düşmesine sebep olur. İlerleme ve kesme derinliği artarsa ana kesme kuvveti de artar.

Yüzey pürüzlülüğü açısından bakarsak; tüm talaş kırıcı tipler için yüzey pürüzlülüğü R_a (μm) değeri, kesme hızı ve ilerleme hızı artıkça artar.

Talaş kırıcı kullanılmadığı zaman; çentik aşınması, kesici kenar kırılması ve talaş birikimi gözlenebilir. Talaş kırıcı ile bu gibi olumsuz etkiler önemli ölçüde ortadan kaldırıldı.

Ayrıca talaş kırıcı sadece tornalama işleminde değil birçok yöntemde kullanılmaktadır. Frezelemede, matkap işleminde. Matkap işleminde kesici kenarlara eklenen yivli formlar işlem sırasında talaşın kırılmasına yardımcı olur. Böylece daha derin delik delme işlemi yapılabilir ve talaşın birikmesi önlenerek takımın kırılması önlenmiş olur. Ek olarak takım ömrü de artmış olur.

Kısaca özetlemek gerekirse; bu çalışmada kaplamasız takıma talaş kırıcı formlar yapılan birçok uygulama, deney, analiz dikkate alınarak bütün bunların bir harmanlamasından doğan bir form eklenerek talaşın kırılması amaçlanmıştır.

- [1] I. S. Jawahir and X. D. Fang, "A knowledge-based approach for designing effective grooved chip breakers ? 2D and 3D chip flow, chip curl and chip breaking," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 10, no. 4, pp. 225–239, Jul. 1995.
- [2] E. Shamoto, T. Aoki, B. Sencer, N. Suzuki, R. Hino, and T. Koide, "CIRP Annals - Manufacturing Technology Control of chip flow with guide grooves for continuous chip disposal and chip-pulling turning," vol. 60, pp. 125–128, 2011.
- [3] T. Aoki, B. Sencer, E. Shamoto, N. Suzuki, and T. Koide, "Development of a high-performance chip-guiding turning process—tool design and chip flow control," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 85, no. 1–4, pp. 791–805, Jul. 2016.
- [4] A. Güllü and Ş. Karabulut, "Dynamic Chip Breaker Design for Inconel 718 Using Positive Angle Tool Holder," *Mater. Manuf. Process.*, vol. 23, no. 8, pp. 852–857, Oct. 2008.
- [5] J. P. Choi and S. J. Lee, "Efficient Chip Breaker Design by Predicting the Chip Breaking Performance," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 17, no. 7, pp. 489–497, Apr. 2001.
- [6] P. N. L. Pavani, C. L. V. R. S. V Prasad, and K. Ramji, "Experimental Study & Optimization of Machining Parameters in Turning of AISI 1040 Steel with Micro-grooved WC Cutting Tools," *Eng. J.*, vol. 21, no. 4, pp. 155–169, Jul. 2017.
- [7] A. D'Acunto, G. Le Coz, A. Moufki, and D. Dudzinski, "Effect of Cutting Edge Geometry on Chip Flow Direction – Analytical Modelling and Experimental Validation," *Procedia CIRP*, vol. 58, pp. 353–357, 2017.
- [8] D. Chen, C. You, and S. Kao, "Finite element analysis of chip breaker geometry in turning process," *Adv. Mech. Eng.*, vol. 8, no. 7, Jun. 2016.
- [9] J. H. Dautzenberg, S. P. F. C. Jaspers, and D. A. Taminiau, "The Workpiece Material in Machining," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 15, no. 6, pp. 383–386, Jun. 1999.
- [10] H. Gurbuz, A. Kurt, I. Ciftci, and U. Seker, "The Influence of Chip Breaker Geometry on Tool Stresses in Turning," *Strojniški Vestn. – J. Mech. Eng.*, vol. 57, no. 2, pp. 91–99, Feb. 2011.
- [11] B. dos Santos Siqueira, S. A. Freitas, R. B. D. Pereira, C. H. Lauro, and L. C. Brandão, "Influence of chip breaker and helix angle on cutting efforts in the internal threading process," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 102, no. 5–8, pp. 1537–1546, Jun. 2019.
- [12] C. Nath and T. Kurfess, "Obstruction-type Chip Breakers for Controllable Chips and Improved Cooling/Lubrication During Drilling – A Feasibility Study,"

Procedia Manuf., vol. 5, pp. 375–385, 2016.

- [13] T. Liao, F. Jiang, B. Guo, and F. Wang, "Optimization and influence of the geometrical parameters of chip breaker for finishing machining of Fe-Cr-Ni stainless steel," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 93, no. 9–12, pp. 3663–3675, Dec. 2017.
- [14] M. Pacella, "A new low-feed chip breaking tool and its effect on chip morphology," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 104, no. 1–4, pp. 1145–1157, Sep. 2019.
- [15] B. Yilmaz, Ş. Karabulut, and A. Güllü, "Performance analysis of new external chip breaker for efficient machining of Inconel 718 and optimization of the cutting parameters," *J. Manuf. Process.*, vol. 32, no. January, pp. 553–563, Apr. 2018.
- [16] J. A. Degenhardt, R. E. DeVor, and S. G. Kapoor, "Generalized groove-type chip breaker effects on drilling for different drill diameters and flute shapes," *Int. J. Mach. Tools Manuf.*, vol. 45, no. 14, pp. 1588–1597, Nov. 2005.
- [17] R. Joch, J. Pilc, I. Daniš, M. Drbúl, and S. Krajčoviech, "Analysis of surface roughness in turning process using rotating tool with chip breaker for specific shapes of automotive transmission shafts," *Transp. Res. Procedia*, vol. 40, pp. 295–301, 2019.
- [18] S. K. Sahu, O. Burak Ozdoganlar, R. E. DeVor, and S. G. Kapoor, "Effect of groove-type chip breakers on twist drill performance," *Int. J. Mach. Tools Manuf.*, vol. 43, no. 6, pp. 617–627, May 2003.
- [19] R. M. D. Mesquita, F. A. M. Soares, and M. J. M. Barata Marques, "An experimental study of the effect of cutting speed on chip breaking," *J. Mater. Process. Technol.*, vol. 56, no. 1–4, pp. 313–320, Jan. 1996.
- [20] H. Kim, J. Sim, and H. Kweon, "Performance evaluation of chip breaker utilizing neural network," vol. 9, pp. 647–656, 2008.
- [21] H. Miyazawa, S. Takeuchi, S. Miyake, and M. Murakawa, "Sintered diamond cutting inserts with chip breaker prepared by laser technique," *Surf. Coatings Technol.*, vol. 86–87, pp. 797–802, Dec. 1996.
- [22] I. S. Jawahir, R. Ghosh, X. D. Fang, and P. X. Li, "An investigation of the effects of chip flow on tool-wear in machining with complex grooved tools," *Wear*, vol. 184, no. 2, pp. 145–154, May 1995.
- [23] T. Zlamal, S. Malotova, T. Szotkowski, R. Cep, and I. D. Marinescu, "The geometry of grooving tool and its influence on dynamic load system for turning," *Transp. Res. Procedia*, vol. 40, pp. 602–609, 2019.
- [24] J. A. Arsecularatne, "Prediction of tool life for restricted contact and grooved tools based on equivalent feed," *Int. J. Mach. Tools Manuf.*, vol. 44, no. 12–13, pp. 1271–1282, Oct. 2004.
- [25] L. Deshayes, "Analysis of an equivalent tool face for the cutting speed range prediction of complex grooved tools," *J. Mater. Process. Technol.*, vol. 190, no. 1–3, pp. 251–262, Jul. 2007.

- [26] T. Takayama, T. Akai, Y. Simozyo, C. D. Tsai, and M. Kaneko, "Virtual vortex gear : Experimental study of 3D flow patterns," in 2017 IEEE International Conference on Cyborg and Bionic Systems (CBS), 2017, pp. 56–59.
- [27] L. Zhou, "Machining Chip-Breaking Prediction with Grooved Inserts in Steel Turning," 2001.
- [28] M. Lotfi, A. Akhavan Farid, and H. Soleimanimehr, "The effect of chip breaker geometry on chip shape, bending moment, and cutting force: FE analysis and experimental study," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 78, no. 5–8, pp. 917–925, May 2015.
- [29] M. Kiyak, M. Altan, and E. Altan, "Prediction of chip flow angle in orthogonal turning of mild steel by neural network approach," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 33, no. 3–4, pp. 251–259, Jul. 2007.
- [30] J. Kratochvíl, J. Petrů, M. Pagáč, J. Holubják, and J. Mrazík, "Effect Of Chip Breakers On The Cutting Force During The Machining Of Steel C45," *Adv. Sci. Technol. Res. J.*, vol. 11, no. 1, pp. 173–178, Mar. 2017.
- [31] H. Gürbüz, A. Sözen, and U. Şeker, "Modelling of Effects of Various Chip Breaker Forms on Surface Roughness in Turning Operations by Utilizing Artificial Neural Networks," vol. 19, no. 1, pp. 71–83, 2016.
- [32] W. Grzesik, "Advanced Machining Processes of Metallic Materials. Elsevier", 2008.

Tezden Üretilmiş Yayınlar

İletişim Bilgisi: yyasinn26@gmail.com

Konferans Bildirileri

1. Y. Yılmaz, M. Kıyak, " Investigation of chip breaker and its effect in turning operations," in Proceeding of the 5. International Conference On Advances In Mechanical Engineering, 2019, pp 494-503.