

## AISI 304 ÖSTENİTİK PASLANMAZ ÇELİĞİN KURU TORNALANABİLMESİNE KESME PARAMETRELERİNİN ETKİSİ

**Mehmet AYDIN\***, **Mehmet UÇAR\*\***, **Abdulkadir CENGİZ\*\*\***

\*[mehmet.aydin@bilecik.edu.tr](mailto:mehmet.aydin@bilecik.edu.tr) Bilecik Üniversitesi, Makine Programı, 11210-Bilecik

\*\*[ucarm@kocaeli.edu.tr](mailto:ucarm@kocaeli.edu.tr) Kocaeli Üniversitesi, Makine Teknolojileri Bölümü, 41380-Kocaeli

\*\*\*[akcengiz@kocaeli.edu.tr](mailto:akcengiz@kocaeli.edu.tr) Kocaeli Üniversitesi, Makine Teknolojileri Bölümü, 41380-Kocaeli

### ÖZET

Östenitik paslanmaz çeliklerin sünek yapısından dolayı talaşlı imalat ile şekillendirilmesi zordur. Bu nedenle talaş kaldırma esnasında oluşan ısının atılması ve kesici takımın kolayca yüzeyde kayabilmesi için ya soğutma sıvısı kullanmak ya da soğutma sıvısı kullanmadan kesme parametrelerinin ve kesici takımın uygun seçimi gereklidir. Bu çalışmada HC-35 kaplamalı sert metal (HM) kesici takım ile AISI 304 östenitik paslanmaz çeliklerin universal torna tezgahında silindirik tornalama metoduyla işlenebilirlik deneyleri yapılmıştır. Soğutma sıvısı kullanılmadan kuru olarak farklı kesme parametrelerinin etkisi incelenmiştir. Talaş kaldırma esnasında kesme kuvveti, talaş kaldırılan bölgenin ve talaşın ayrılma anındaki sıcaklığı ölçülmüştür. Ayrıca talaşın ayrılma anındaki formunun fotoğraf görüntüsü alınmıştır. Takımın kesme kenarındaki aşınma miktarı görüntülenmiştir. Talaş formu belirlenmiştir. Yapılan çalışmada, 70-90 m/dak kesme hızı aralığı, 0.5-0.7 mm talaş derinliği ve 0.08-0.11mm/dev ilerleme hızları uygun kesme şartları olarak görülmüştür.

**Anahtar Sözcükler:** Östenitik paslanmaz çelik, talaşlı üretim, tornalama, işlenebilirlik

### ABSTRACT

Austenitic stainless steels are difficult to machining due to their ductile structure. Thus, Either using coolant or selecting suitable cutting parameters and tool without coolant is necessary to distribute heat emerging and to be easily go on surface cutting tool during machining. In this study, machinability of AISI 304 austenitic stainless steels in cylindrical turning operations was experimentally investigated. HC-M35 coated hard metal cutting tool was used in experiments. The effect of different cutting parameters was investigated as cutting operation dry. For this purpose, the specimens were machined on universal lathe machine. Cutting forces, temperature of machined region, and temperature of chip form in deflection are measured during machining. Wearing rate at cutting edge of the tool was taken a picture. Chip form was determined. As a result, 70-90m/min. cutting speed, 0.5-0.7mm chip deep and 0.08- 0.11mm/rev feed rate can be accepted for convenient cutting parameters.

**Keywords:** Austenitic stainless steel, metal cutting, turning, machinability

## 1. GİRİŞ

Talaş kaldırarak işleme tekniği; şekli, boyutları ve yüzey kalitesi önceden belirlenmiş parçaların metal işleme makinelerinde kesme operasyonu ile şekillendirilmelerini kapsar [1]. Talaşlı imalat, kesici takım ve iş parçasının nispi hareketleri ile iş parçasının belirli bir kısmında, gerilim oluşturarak gerçekleştirilir. Talaşlı imalat işlemlerinde mekanik enerji kullanılır. İşleme esnasında mekanik enerji hemen hemen ısı enerjisine dönüşür [2].

Paslanmaz çelikler; içerisinde en az % 10.5 oranında (ağırlıkça) krom içeren demir esaslı alaşım olarak tanımlanırlar. İçerdikleri diğer katkı elementlerine göre değişen ve tamamen östenitik ile tamamen ferritik özellikler aralığında sıralanan beş farklı çeşit paslanmaz çelik türü vardır. Bunlar sırası ile östenitik paslanmaz çelikler, ferritik paslanmaz çelikler, martenzitik paslanmaz çelikler, çift bazlı paslanmaz çelikler ve çökelme yoluyla sertleşebilen paslanmaz çeliklerdir. Östenitik paslanmaz çelikler 200 ve 300 serilerini içerirler ve 304 bunların içinde en yoğun olarak kullanılanıdır. Temel alaşım elemanı krom ve niktendir. Bu alaşımlar, geniş bir sıcaklık aralığında sahip oldukları yüksek tokluk ve yüksek dayanım değerleri ile ön plana çıkarlar ve 540 °C'a kadar ki sıcaklıklarda oksidasyona karşı dayanım gösterirler. Bu grupta yer alan malzemelerin başında 302, 304, 310, 316, 321 ve 347 gelmektedir [3].

Metallerin verimli işlenmesi için, sadece işlenen malzeme hakkında verilere sahip olmak yeterli olmamakta, işlenecek malzemeye uygun kesici takımın doğru seçimi de gerekmektedir [4]. İşlenebilirlik; iş parçası sertliği ve dayanımı, deformasyon sertleşmesi kapasitesi, kesici takım ile iş parçası arasındaki sürtünme katsayısı gibi mekanik özelliklerin yanı sıra ısıl özellikler ve mikro yapıya da bağlıdır [5].

Çiftçi [6], iki farklı kalitede östenitik paslanmaz çeliğin (AISI 304 ve AISI 316) işlenmesinde, kesici takım kaplamasının, kesme hızının ve iş parçası malzemesinin, kesme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkilerini incelemiştir. 120, 150, 180 ve 210 m/dak kesme hızlarında, 0.16 mm/dev sabit ilerleme hızı ve 1.6 mm sabit talaş derinliğinde gerçekleştirdiği çalışmalar sonucunda kesme hızının kesme kuvvetlerinde önemli derecede bir değişikliğe neden olmadığını görmüştür. Ancak, yüzey pürüzlülüğünü önemli derecede etkilediği sonucuna ulaşmıştır.

Korkut ve arkadaşları [7], sementit karbür kesici uçlarla 120, 150 ve 180 m/dak kesme hızlarında östenitik paslanmaz çeliğin optimum işleme koşullarını araştırmışlardır. Kesme hızının 180 m/dak'a kadar artışıyla takım aşınmasının azaldığı sonucunu ortaya koymuşlardır. Aynı zaman da kesme hızının artışıyla yüzey pürüzlülüğünün azaldığı sonucuna ulaşmışlardır.

Yapılan çalışmalarda göstermektedir ki; kesme parametreleri içerisinde kesme hızı talaş kaldırma işlemlerini etkileyen en önemli parametredir. Ancak, ilerleme miktarı ve talaş derinliğide talaş kaldırma işlemlerini önemli derecede etkilemektedir. Kesme parametrelerinin uygun seçilmesi takım ömrü ve yüzey kalitesi bakımından oldukça önemlidir. Bu çalışmada, AISI 304 östenitik paslanmaz çeliğin silindirik tornalama operasyonlarında işlenebilirliğine kesme parametrelerinin etkisi incelenmiştir. Deneyler, hem sabit talaş derinliğinde hem de sabit ilerleme miktarında HC-M35 kaplamalı sert metal kesici takımla soğutma sıvısı kullanılmadan kuru olarak gerçekleştirilmiştir. Sabit talaş derinliğinde; üç farklı ilerleme hızı ve altı farklı kesme hızı ve sabit ilerleme miktarında; dört farklı talaş derinliği ve altı farklı kesme hızı kullanılmıştır.

## 2. MALZEME VE METOT

### 2.1 Deney Numuneleri

Bu çalışmada AISI 304 östenitik paslanmaz çelik deney malzemesi olarak seçilmiştir. Deneyler sırasında 60, 70 ve 80 mm çap ölçüsüne sahip parçalar 50mm uzunluğunda silindirik tornalama işlemine tabi tutulmuştur. Östenitik paslanmaz çeliğin nominal kimyasal analiz değerleri paslanmaz çelik sanayicileri ve iş adamları derneği tarafından Tablo 1’de olduğu gibi verilmiştir [8].

Tablo 1. AISI 304 östenitik paslanmaz çeliğin nominal kimyasal analiz değerleri [8]

C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S
0.08	2	1	18-20	8-10.5	0.045	0.03

### 2.2 Kesici Takım, Takım Tutucu ve Takım Tezgahı

Talaş kaldırma işlemlerinde tungsten karbür kesici uçlar kullanılmıştır. Kesici ucun en üstü TiN ile kaplanmıştır. TiN altındaki kaplamalar ise; sırasıyla TiCN, TiC ve TiCN olarak sıralanmıştır. Bu kesici takım ISO HC-M35 koduna sahiptir. Tablo 2’de HC-M35 sert metal kesici ucun kimyasal bileşimi ve fiziksel özellikleri verilmiştir. HC-M35, taşlanmış kaplama yüzeyine, darbelere karşı dayanıklı geometri ve kesme kenarına sahiptir. Bu teknolojik avantajları sayesinde; östenitik paslanmaz çeliğin tornalanmasında talaş birikmesini önler ve kesme sırasında oluşan ısının iletim yoluyla önce altlığa, sonra katere geçişi ile iş parçasının daha az ısınmasına sağlar [9]. CNMG 120408 geometrisindeki bu kesici uçlar ISO PCLNR/L 2525 M12 kodlu takım tutucuya mekanik olarak rijit bir şekilde bağlanmıştır. Talaş kaldırma işlemleri 1000 dev/dak devir sayısına ve 6.40 mm/dev ilerleme hızına kadar çıkabilen TEZSAN(TOS) marka SN50C X 2000 model universal torna tezgâhında yapılmıştır.

Tablo 2. HC-M35 sert metal kesici ucun kimyasal bileşimi ve fiziksel özellikleri [10]

Kimyasal Bileşim (%)			Sertlik (HV 30)	Basınç Dayanımı (N/mm <sup>2</sup> )	Kopma Dayanımı (N/mm <sup>2</sup> )	Elastisite Modülü (kN/mm <sup>2</sup> )
WC	TiC+TaNbC	Co				
79.5	10	10.5	1400	5100	2500	560

### 2.3 Ölçme Cihazları

#### 2.3.1 Kesme Kuvvetlerinin Ölçümü

Kesme kuvvetlerinin ölçümleri için Kistler 9257A tipi piezoelektrik dinamometre kullanılmıştır. Bu amaçla; deneyler sırasında dinamometreden alınan analog sinyaller A/D kartı ile dijital sinyallere dönüştürerek LabVIEW programında kaydedilmiştir. İşleme sırasında esas kesme kuvveti (Fc) olarak adlandırılan Fz kuvvet bileşeni ölçülmüştür.

#### 2.3.2 Kesme Sıcaklıklarının Ölçümü

Sıcaklık ölçümleri için ThermaCAM™ E45 model kızılötesi kamera kullanılmıştır. Bu amaçla; talaş kaldırma işlemleri sırasında kesme bölgesinin fotoğrafı çekilmiştir. Talaş

kaldırma işlemleri sonrasında FLIR SYSTEMS QuickReport 1.2 programıyla fotoğraflar kalibre edilerek kesme bölgesi sıcaklığı tespit edilmiştir.

## 2.4 Kesme Parametreleri

Deneyle, Tablo 3’de verilen kesme parametrelerinde kuru olarak sabit talaş derinliğinde ve sabit ilerleme hızında gerçekleştirilmiştir.

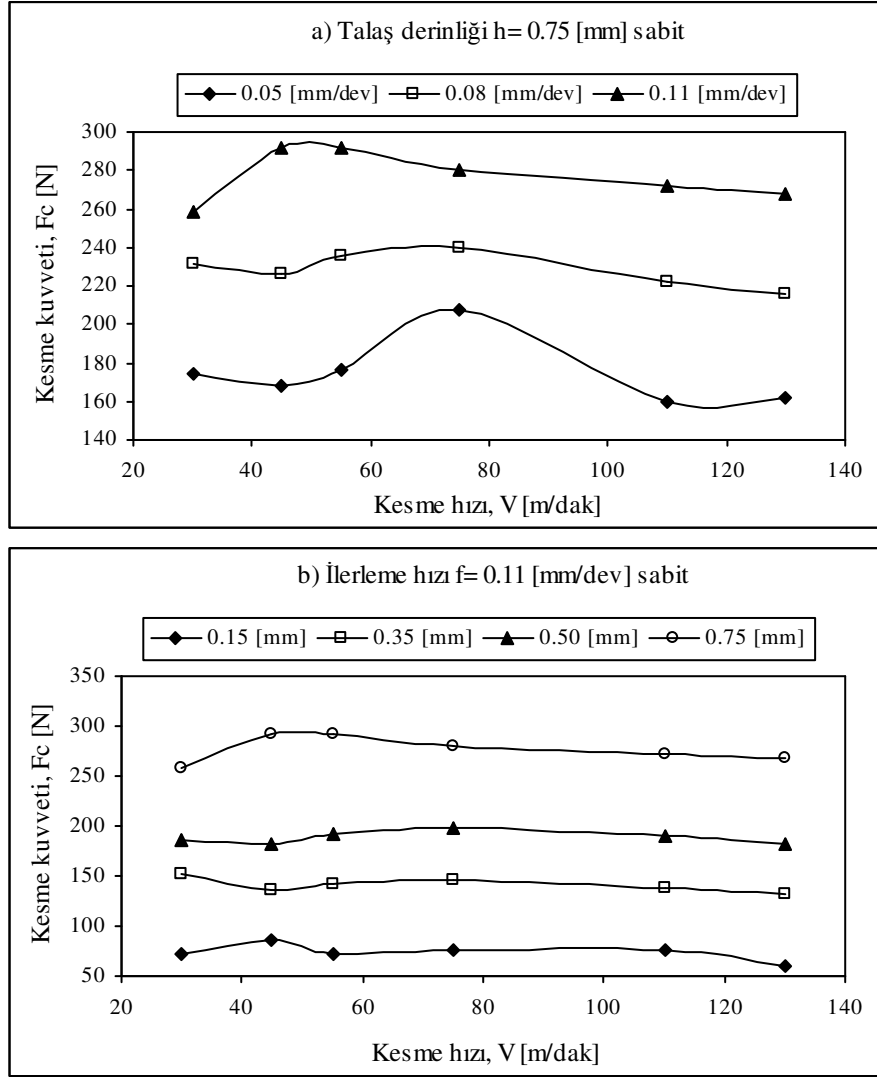
Tablo 3. Kesme parametreleri

	Kesme hızı, V [m/dak]	İlerleme hızı, f [mm/dev]	Talaş derinliği, h [mm]
0.75mm talaş derinliği, h [mm]	30, 45, 55,	0.05, 0.08, 0.11	---
0.11mm/dev ilerleme hızı, f [mm/dev]	75, 110, 130	---	0.15, 0.35, 0.50, 0.75

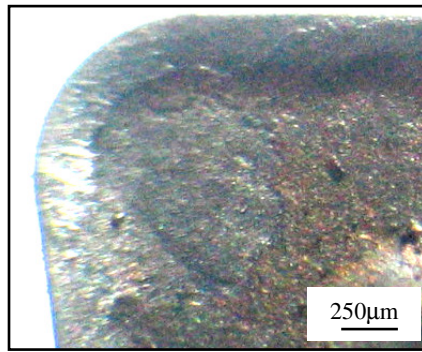
## 3. DENEY SONUÇLARI VE TARTIŞMA

### 3.1 Kesme Hızının Kesme Kuvvetine Etkisi

Kesme hızına göre kesme kuvvetindeki değişim Şekil 1’de verilmiştir. Şekil 1a’da 0.75 mm sabit talaş derinliğinde ve Şekil 1b’de 0.11 mm/dev sabit ilerleme hızında oluşan kesme kuvvetinin kesme hızına göre değişimi gösterilmiştir. Genel olarak; düşük-orta kesme hızlarında BUE (Built Up Edge) oluşur. Kesme hızı artarsa takım-talaş arayüzey sıcaklığıyla BUE’nin ölçüsü azalır ve takım uç noktasında yüksek sürtünme gerilmesi oluşur [1,11]. Bu durum, kesme hızı arttıkça kesme kuvvetinin artmasına yol açar [11]. Şekil 2’de kesici uç üzerinde oluşan BUE gösterilmiştir. Talaş kaldırma işlemleri sırasında 30 m/dak’dan 45 m/dak’lık kesme hızına geçildiği bölge hariç yaklaşık 75 m/dak kesme hızına kadar ki düşük hızlarda BUE ölçüsünün azalmasıyla kesme hızı arttıkça kesme kuvvetinin arttığı görülmüştür. Bu noktadan sonraki orta kesme hızlarında ise; kesme hızı arttıkça kesme kuvvetinin azalmaya başladığı görülmüştür. Kesme hızının artmasıyla kesme kuvvetinin düşüşü kesme hızıyla birlikte malzemenin talaş kaldırma bölgesindeki sıcaklığın artmasıyla takım-talaş yüzeyindeki akma bölgesinde yapışan malzemenin kayma (akma) dayanımının azalmasıyla açıklanabilir [12]. Ayrıca, azalan sürtünme kuvvetleri de kesme kuvvetinin azalmasına sebep olur [13,14]. 0.75 mm sabit talaş derinliğinde 75 m/dak kesme hızından sonraki kuvvet değişimi değerlendirildiğinde; kesme hızının yaklaşık % 50 artışına karşılık, kesme kuvvetinin değerinde 0.05 mm/dev ilerleme hızında % 23.55 azalma olmuştur. İlerleme hızı 0.08 ve 0.11 mm/dev’e çıkarıldığında, yani ilerlemenin % 60 artışıyla kesme kuvvetinde sırasıyla % 7.5 ve % 3.20 azalma olmuştur. Kesme kuvvetinin yaklaşık % 20 artışına karşılık, 0.05, 0.08 ve 0.11 mm/dev ilerleme hızlarında kesme kuvvetinde sırasıyla % 1.88 artış, % 2.70 azalma ve % 1.47 azalma olmuştur. 0.11 mm/dev sabit ilerleme hızında 75 m/dak kesme hızından sonraki kuvvet değişimi değerlendirildiğinde ise; 0.15 mm talaş derinliğinde kesme hızının önce yaklaşık % 50 ve sonra yaklaşık % 20 artışına karşılık, kesme kuvvetinin sabit kaldığı ve kesme kuvvetinin % 22.07 azaldığı görülmüştür. 0.35, 0.50 ve 0.75 mm talaş derinliklerinde kesme hızının yaklaşık % 50 artışına karşılık, kuvvetde sırasıyla % 4.13, % 5.02 ve % 3.20 azalma olmuştur. Kesme hızının % 20 artışına karşılık ise, kesme kuvvetinde sırasıyla % 5.03, % 4.23 ve % 1.47 azalma olmuştur. En düşük kesme kuvveti 130 m/dak kesme hızında, 0.11 mm/dev ilerleme hızında ve 0.15 mm talaş derinliğinde görülmüştür.



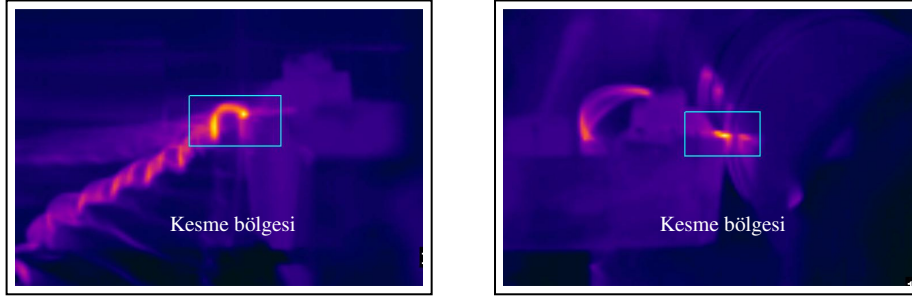
Şekil 1. Kesme hızına bağlı kesme kuvvetleri



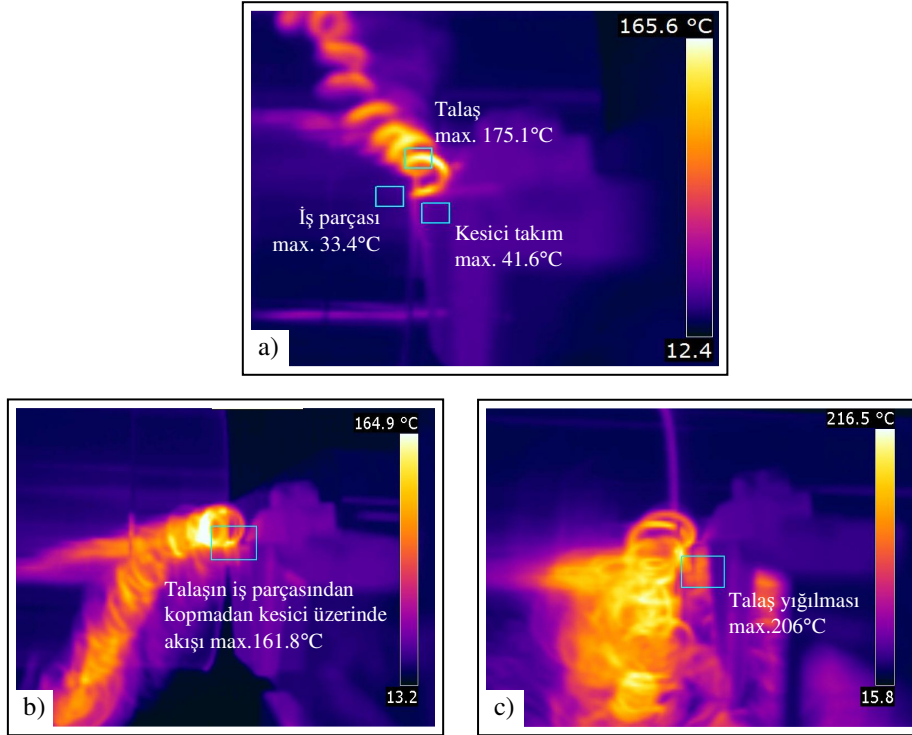
Şekil 2. Kesici uç üzerinde ağız birikintisi (BUE)

### 3.2 Kesme Sıcaklığı

Kesme parametrelerinin yüksek olması kesme bölgesinde yüksek sıcaklık oluşmasına neden olmaktadır [15]. İşleme esnasında termal kamera ile kesme bölgesinin sıcaklık görüntüsü elde edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Kesme bölgesinin farklı bakış noktalarından çekilen sıcaklık görüntüleri



Şekil 4. İşleme sırasında talaş-iş parçası-kesici takım, talaş akışı ve yığılması görüntüsü  
a) Talaş, iş parçası ve kesici takım sıcaklığı, b) Talaş akışı, c) Talaş yığılması

Talaş kaldırma sırasında oluşan sıcaklığın talaş, iş parçası ve kesici takıma dağıldığı görülmüştür (Şekil 4a). Maksimum sıcaklık talaş üzerindedir. Talaş iş parçası ile bağımlı koparmadan kesici üzerinde akmaya devam ettiği sürece ısı talaş vasıtasıyla kesici uca aktarılmaktadır. Bu durumun kesici ucun sıcaklığının artmasına neden olduğu görülmüştür (Şekil 4b). Talaşın kesici takım üzerine yığılma yaptığı durumlarda ise sıcaklık artışının daha fazla olduğu görülmüştür (Şekil 4c).

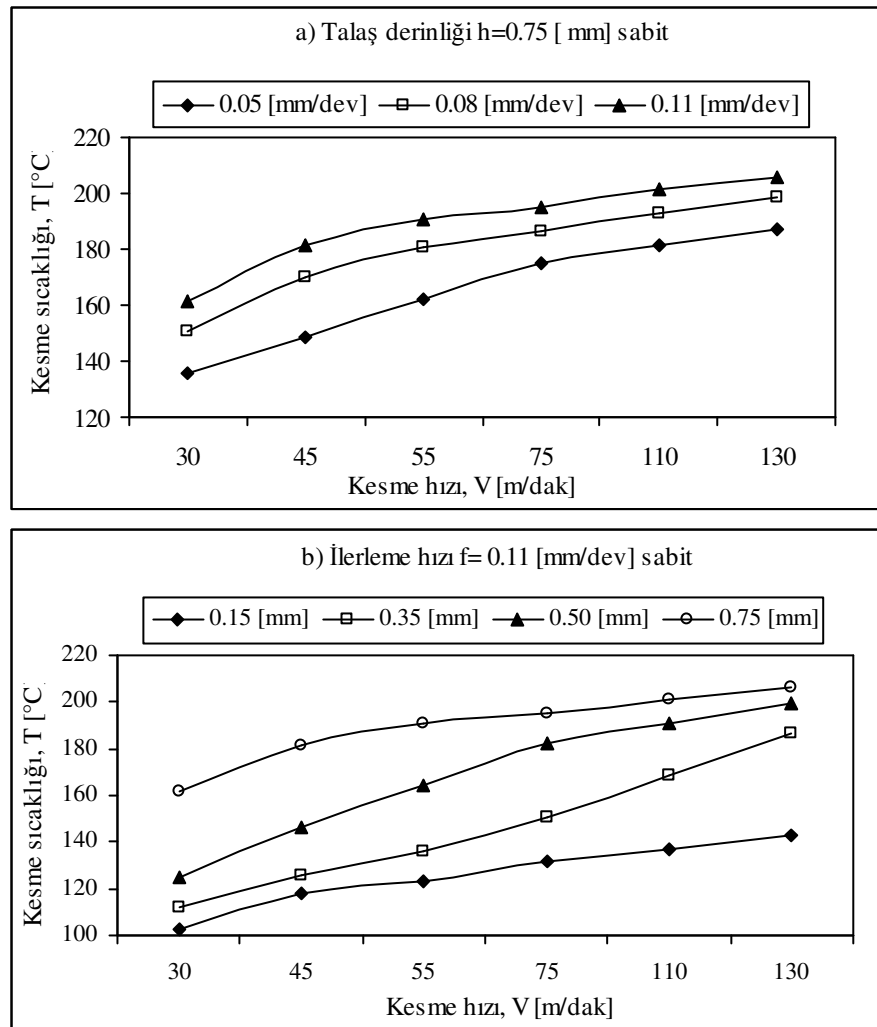
Kesme bölgesinde oluşan en yüksek sıcaklık esas alınarak kesme hızına göre kesme bölgesi sıcaklığındaki değişim Şekil 5'de verilmiştir. Şekil 5a'da 0.75 mm sabit talaş derinliğinde ve Şekil 5b'de 0.11 mm/dev sabit ilerleme hızında oluşan kesme sıcaklığının kesme hızına göre değişimi gösterilmiştir.

0.75 mm sabit talaş derinliğinde 75 m/dak kesme hızından sonraki sıcaklık değişimi değerlendirildiğinde; kesme hızının yaklaşık % 50 artışına karşılık, kesme bölgesi sıcaklığı değerinde 0.05 mm/dev ilerleme hızında % 3.65 artış olmuştur. İlerleme hızı 0.08 ve 0.11 mm/dev'e çıkarıldığında, yani ilerlemenin % 60 artışıyla sıcaklık da sırasıyla % 3.49 ve % 3.12 artış olmuştur. Kesme hızının yaklaşık % 20 artışına karşılık, 0.05, 0.08 ve

0.11 mm/dev ilerleme hızlarında sıcaklık da sırasıyla % 3.19, % 3.06 ve % 2.33 artış olmuştur. Kesme hızı ve ilerleme hızı arttıkça kesme bölgesi sıcaklığının arttığı görülmüştür.

0.11 mm/dev sabit ilerleme hızında 75 m/dak kesme hızından sonraki sıcaklık değişimi değerlendirildiğinde; kesme hızının yaklaşık % 50 artışına karşılık, 0.15, 0.35, 0.50 ve 0.75 mm talaş derinliklerinde kesme bölgesi sıcaklığında sırasıyla % 3.96, % 11.81, % 4.77 ve % 3.12 artış olmuştur. Kesme hızının yaklaşık % 20 artışına karşılık, sıcaklık da sırasıyla % 4.90, % 10.97, % 4.34 ve % 2.33 artış olmuştur. Kesme hızı ve talaş derinliği arttıkça kesme bölgesinde oluşan sıcaklığın arttığı görülmüştür.

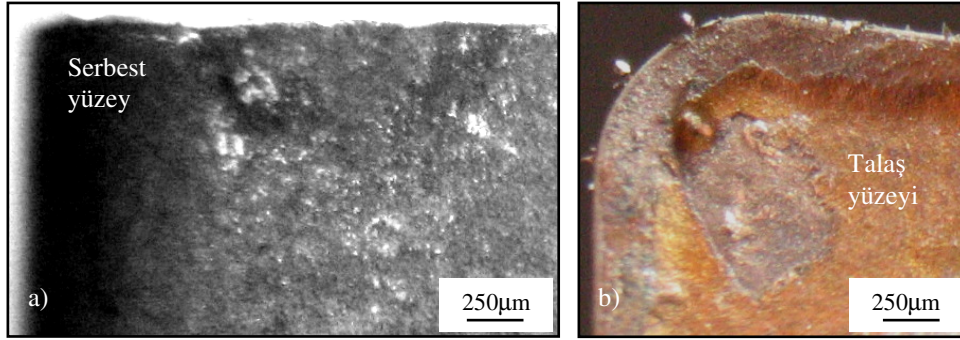
Kesme parametreleri içerisinde sıcaklık üzerinde en etkili parametre kesme hızıdır [16]. Şekil 5a ve 5b’de görüldüğü gibi kesme hızının artışı ile birlikte kesme bölgesi sıcaklığı artmıştır. Genelde 75 m/dak kesme hızının altındaki düşük hızlarda BUE’den dolayı kesme bölgesi sıcaklığında düzensiz artışlar görülürken, bu kesme hızı değerinin üstündeki hızlarda ise kesme bölgesi sıcaklığında düzgün artışlar görülmüştür. En yüksek kesme bölgesi sıcaklığı 130 m/dak kesme hızında, 0.11 mm/dev ilerleme hızında ve 0.75 mm talaş derinliğinde görülmüştür.



Şekil 5. Kesme hızına bağlı kesme bölgesindeki sıcaklıklar

### 3.3 Kesici Takım Aşınması

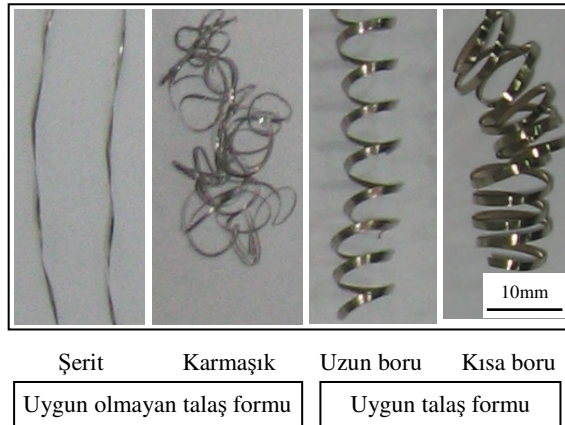
Kesicinin aşınma direncini ve kimyasal kararlılığını arttırmak, sürtünme katsayısını düşürmek için çok katlı kaplama uygulamaları gündeme gelmiştir. Özellikle, en üstte TiN kaplama uygulaması, yüksek aşınma direncinin yanı sıra düşük sürtünme katsayısı sebebi ile talaş yüzeyinde sürtünme kuvvetlerini azaltmayı hedeflemektedir [15]. İşleme sırasında TiN kaplamalı tungsten karbür kesici ucun sıcaklığın artması sonucu yıprandığı görülmüştür. Kesme sonrası takımların aşınan yüzeylerinin fotoğrafları Şekil 6'da gösterilmiştir. Kesici kenarın özellikle burun kısmında hem talaş yüzeyinde hem de serbest yüzeyinde aşınma meydana geldiği ve kaplama malzemesinin ayrıldığı görülmektedir. Aşınmış bir kesici takımında, kesici takımın kesici ucunda keskin bir kenardan farklı olarak sürtünen bir bölge oluşacağı için bu bölgenin iş parçası ile sürtünmesi sonucu daha fazla ısı enerjisi açığa çıkarak, kesme bölgesinde kesici takım ve iş parçasının sıcaklığı artar. Artan sıcaklıkla, kesici takımın aşınma direnci ve dayanımı azalır [17].



Şekil 6. Kesici ucun yüzeyinde meydana gelen aşınma fotoğrafları

### 3.4 Talaş Şekli

Talaşın şeklini etkileyen temel faktörler; iş parçasının malzemesi, kesici takım geometrisi, kesme sıvısı, takım tezgahının dinamik özellikleri ve kesme koşullarıdır [18]. Östenitik paslanmaz çeliğin HC-M35 sert metal kesici takım ile farklı kesme koşullarında işlenmesi sonucu oluşan tipik talaş şekilleri Şekil 7'de gösterilmiştir. Talaşlar sınıflandırıldığında, talaşların genelde uzun veya kısa boru şeklinde olduğu görülmüştür. Bu tip talaş formu östenitik paslanmaz çeliklerin yüksek süneklikleri ile açıklanabilir. Ancak, 0.05 mm/dev ilerleme hızında ve 0.15 mm talaş derinliğinde şerit talaş ve dolaşık veya karmaşık talaş formları elde edilmiştir. İşlenebilirlik açısından uzun veya kısa talaş formları uygun olup, şerit ve dolaşık veya karmaşık talaş formları uygun değildir.



Şekil 7. Talaş formları



#### 4. SONUÇLAR

HC-M35 kaplamalı sert metal kesici takımla AISI 304 östenitik paslanmaz çeliğin düşük ve orta kesme hızlarında silindirik tornalama operasyonlarında işlenebilirliğini değerlendirmek için yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

- i. Düşük kesme hızlarında kesme hızı arttıkça kesme kuvvetinin arttığı, orta kesme hızlarında ise; kesme hızı arttıkça kesme kuvvetinin azalmaya başladığı görülmüştür.
- ii. En yüksek sıcaklıklar esas alınarak kesme hızına göre kesme bölgesi sıcaklığındaki değişim incelendiğinde; kesme hızının artışıyla kesme bölgesinde sıcaklığın arttığı görülmüştür. Düşük hızlarda kesme sıcaklığında düzensiz artışlar görülürken, orta kesme hızlarında kesme bölgesi sıcaklığında düzgün artışlar görülmüştür.
- iii. Sabit talaş derinliğinde; 75 m/dak kesme hızından sonra kesme hızının yaklaşık % 50 artışına karşılık, kesme kuvvetinin değerinde 0.05 mm/dev ilerleme hızında % 23.55 azalma olmuştur. İlerlemenin % 60 artışıyla kesme kuvvetinde % 7.5 ve % 3.20 azalma olmuştur. Kesme hızının yaklaşık % 20 artışıyla kesme kuvvetlerinde önemli değişimler olmadığı görülmüştür. Sıcaklık değişimi değerlendirildiğinde; kesme hızının önce yaklaşık % 50 artışına sonra yaklaşık % 20 artışına karşılık, 0.05, 0.08 ve 0.11 mm/dev ilerleme hızlarında kesme bölgesi sıcaklığında artışın % 3~% 4 arasında kararlı kaldığı görülmüştür.
- iv. Sabit ilerleme hızında; 75 m/dak kesme hızından sonra 0.15 mm talaş derinliğinde kesme hızının önce yaklaşık % 50 artışına karşılık, kesme kuvvetinin sabit kaldığı ve sonra kesme hızının yaklaşık % 20 artışına karşılık, kesme kuvvetinin % 22.07 azaldığı görülmüştür. 0.35, 0.50 ve 0.75 mm talaş derinliklerinde ise; kesme kuvvetindeki azalma % 1.47~% 5.03 arasında olmuştur. Sıcaklık değişimi değerlendirildiğinde; 0.35 mm talaş derinliğinde kesme hızında önce yaklaşık %50 ve sonra yaklaşık % 20 artışa karşılık, kesme sıcaklığındaki artış % 10'lara çıkarken, 0.15, 0.50 ve 0.75 mm talaş derinliklerinde sıcaklıkdaki artışın % 2.33~% 4.90 arasında kararlı kaldığı görülmüştür.
- v. TiN kaplamalı tungsten karbür takımın sıcaklığının artması sonucu; kesici kenarın özellikle burun kısmında hem talaş yüzeyinde hem de serbest yüzeyinde aşınma meydana geldiği ve kaplama malzemesinin kesme yüzeyinden ayrıldığı görülmüştür.
- vi. Talaşlar sınıflandırıldığında, talaşların genelde uzun veya kısa boru şeklinde olduğu görülmüştür. Ancak, ilerleme hızı ve talaş derinliğine göre şerit talaş ve dolaşık veya karmaşık talaş formları elde edilmiştir.

#### 5. KAYNAKÇA

- [1] ŞAHİN, Y., **Talaş Kaldırma Prensipleri I**, Nobel Yayınevi, Ankara, (2000).
- [2] ŞAHİN, Y., **Talaş Kaldırma Prensipleri II**, Nobel Yayınevi, Ankara, (2001).
- [3] ODABAŞ, C., **Paslanmaz Çelikler**, Kaynak Tekniği Sanayi ve Ticaret A.Ş., İstanbul, (2004).
- [4] ÖZÇATALBAŞ, Y. ve ERCAN, F., Talaşlı imalatta işlenebilirlik ve işlenebilirliğin ölçülmesi, Standart, Mayıs, 84-89, (1996).

- [5] ÇAKIR, M. C., Zor malzemelerin işlenebilirliği, **Denizli Malzeme Sempozyumu**, 162-169, Denizli, (1997).
- [6] ÇİFTÇİ, İ., Östenitik paslanmaz çeliklerin işlenmesinde kesici takım kaplamasının ve kesme hızının kesme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülüğüne etkisi, **J. Fac. Eng. Arch. Gazi Univ.**, Vol 20, No 2, 205-209, (2005).
- [7] KORKUT, İ., KASAP, M., ÇİFTÇİ, İ. VE ŞEKER, U., Determination of optimum cutting parameters during machining of AISI 304 austenitic stainless steel, **Materials and Design**, 25, 303–305, (2004).
- [8] <http://www.pasiad.org.tr> (Erişim tarihi: 26.07.2010).
- [9] Böhler Sert Maden Takım Sanayi ve Ticaret A. Ş., **Tornalama için mekanik sıklımlı uçlar ve takımlar**, İstanbul, Türkiye.
- [10] Boehlerit GmbH & Co. KG, **Tungsten carbide finished and semifinished products**, Kapfenberg, Australia.
- [11] ÖZCATALBAŞ, Y. ve ERCAN, F., The effects of heat treatment on the machinability of mild steels, **Journal of Materials Processing Technology**, 136, 227–238, (2003).
- [12] Trent, E.M., **Metal Cutting**, Tanner Ltd, London (1998).
- [13] AYDIN, B. ve ÖZCATALBAŞ, Y., AA2014 Alaşımının işlenebilirliğine yaşlanma süresinin etkisi, **11. Uluslararası Metalurji ve Malzeme Kongresi**, 405-412, İstanbul, (2002).
- [14] LIEW, W.Y.H., HUTCHINGSAND, I.M. AND WILLIAMS, J.A., The interaction between tool material environment and process conditions in the machining of aluminum alloys, **Machining Technology**, 3 (2), 286-373, (1999).
- [15] **Modern Metal Cutting**, Practical Handbook, Sandvik, (1994).
- [16] CHEN, W.C., TSAO, C.C. AND LIANG, P.W., Determination of temperature distributions on the rake face of cutting tools using a remote method, **International Communications in Heat and Mass Transfer**, Vol. 24, No. 2, pp. 161-170, (1997).
- [17] DEMİR, H., VE ÖZLÜ, B., Sertleştirilmiş 30MnVS6 mikroalaşımli çeliğin kesme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülüğü açısından işlenebilirliğinin araştırılması, **Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 25 (1-2) 262 – 271, (2009)
- [18] ALTINTAŞ, Y., **Manufacturing Automation: Metal Cutting Mechanics, Machine Tool Vibrations, and CNC Desing**, Cambridge University Press, (2000).