

# RADÜSLÜ VE PAHLI KESİCİ KENAR MİKRO GEOMETRİLERİNİN KESME KUVVETİ TAKIM SICAKLIĞI VE TAKIM AŞINMASINA ETKİSİ

Sakıp KÖKSAL<sup>a,\*</sup>, Ergün NART<sup>b</sup> ve Fatih BATMAN<sup>c</sup>

<sup>a,\*</sup> Sakarya Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü  
Tel: 0-264- 295 64 21 [skoksal@sakarya.edu.tr](mailto:skoksal@sakarya.edu.tr) Sakarya/TÜRKİYE

<sup>b,\*</sup> Sakarya Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü  
Tel: 0-264- 295 64 21 [enart@sakarya.edu.tr](mailto:enart@sakarya.edu.tr) Sakarya/TÜRKİYE

<sup>c,\*</sup> Sakarya Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü  
Tel: 0-264- 295 64 21 [fatih\\_batman84@yahoo.com](mailto:fatih_batman84@yahoo.com) Sakarya/TÜRKİYE

## Özet

Bu çalışmada, beş farklı kesici kenar mikro geometrisinin takım aşınmasına, kesme kuvvetine ve takım sıcaklığına etkisi deneysel olarak incelenmiştir. Dik (ortogonal) tornalama işlemi uygulanan deneylerde keskin kenarlı, 55 µm, 155 µm radüslü ve 50 µm, 150 µm pahlı kesici kenara sahip 5 farklı takım kullanılmıştır. Tüm kesici takımlar aynı özellikte HSS malzemeden üretilmiştir. İş parçası olarak AISI 1020 çelik malzeme kullanılmış olup kesme deneyleri farklı kesme ve ilerleme hızlarında kuru ortamda yapılmıştır. Dinamometre ve ısı çift yöntemiyle elde edilen kuvvet ve sıcaklık verileri deney esnasında eş zamanlı olarak bilgisayara kaydedilmiştir.

Aynı kesme şartlarında en yüksek kesme kuvveti 155 µm radüslü takımla, en düşük kesme kuvveti ise keskin kenarlı takımla elde edilmiştir. Keskin kenarlı takım ile 55 µm radüslü takım da % 0.4, 50 µm pahlı takım da % 2.6, 150 µm pahlı takım arasında kesme kuvveti açısından % 8.6 oranında bir fark olduğu belirlenmiştir. Diğer takımlara kıyasla, en yüksek takım sıcaklığı 50 µm pahlı takımla elde edilmiştir. En düşük takım sıcaklığı ise 155 µm radüslü takımda elde edilmiştir. 50 µm pahlı takım en düşük serbest yüzey aşınmasıyla diğer takımlara üstünlük sağlamıştır. Aşınma miktarının 55 µm radüslü takımda 1.2, keskin kenarlı takımda 2, 155 µm pahlı takımda 2.6, 155 µm radüslü takımda ise 4.8 kat daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Mikro geometri, Kesme kuvveti, Takım sıcaklığı, Takım aşınması

## 1.Giriş

Kesme kuvvetleri, talaş kaldırılma esnasında malzemenin birincil ve ikincil deformasyon bölgelerinde meydana gelen plastik şekil değiştirme ve takım-talaş ve takım-iş parçası ara yüzeylerinde oluşan sürtünmelerden kaynaklanır. İşlem esnasında meydana gelen plastik deformasyon ve sürtünmeler aynı zamanda ısı oluşumuna da neden olmaktadır.

Talaş kaldırma deneylerinde, dik ve eğik kesme olmak üzere iki farklı yöntem uygulanmaktadır. Eğik kesme yöntemi üç boyutlu olduğundan parametre sayısı dik kesme işlemine kıyasla daha fazladır. Bu nedenle deneysel çalışmalarda işlem kontrolünün daha kolay ve etkin olarak yapıldığı, parametre sayısı az olan ve mekanik davranışın iki boyutta incelenebildiği dik kesme (ortogonal) yöntemi daha çok tercih edilmektedir [1,2].

Talaş kaldırma sırasında kesme kuvvetini etkileyen değişik faktörler söz konusudur. Kesme hızı, ilerleme hızı, takım geometrisi, işlem türü, iş parçası ve takım malzemesi kesme hızını etkileyen önemli faktörler arasındadır [3,4].

Bu faktörlerden kesici takım geometrisi kesme kuvvetleri üzerindeki etkisinin yanında, talaş oluşumu, yüzey pürüzlüğü ve takım aşınması gibi hususların hepsini birden etkileyen önemli bir unsurdur.

Talaş kaldırma işlemlerinde, malzeme plastik olarak deforme edildiği için, uygulanan kuvvetlerin oluşturduğu mekanik enerjinin tamamına yakın bir kısmı ısıya dönüştür ve bu durum kesme bölgesinde takım, talaş ve iş parçası sıcaklığının yükselmesine sebep olur [5]. Dolayısıyla, kesme bölgesinde oluşan ısı; takım ömrü, kesme kuvvetleri, talaş oluşumu ve yüzey kalitesi üzerinde önemli etkiye sahiptir [4].

İş parçasının işlenmesi sırasında oluşan yüksek sıcaklık, kesici takımın performansını sınırlayan önemli bir faktördür. Bu durum, yüksek sıcaklıklara dayanabilen kesici takım malzemelerinin yanında farklı takım geometrilerinin de geliştirilmesine yol açmıştır [6].

Kesme hızı ve ilerleme hızı ısı oluşumunu etkileyen en önemli işlem parametreleridir. Bununla birlikte, iş parçası malzemesi, talaşın takım yüzeyindeki akma davranışı, yığıntı kenar oluşumu ve malzeme sıvanması gibi durumlar talaş kaldırma esnasında ısı oluşumuna katkıda bulunan önemli faktörler arasındadır [7].

Talaş kaldırma sırasında deformasyon bölgelerinde oluşan sıcaklığı belirlemek için 1930'lu yıllardan bu yana farklı teknikler geliştirilmiştir [5]. Genel olarak, takım-talaş ara yüzey sıcaklık ölçümleri 3 farklı metotla yapılabilmektedir; (a) ısı çift (termokopul) yöntemi (b) takım-talaş ara yüzeyinde oluşan termal elektromotor kuvvetin (EMK) ölçümü ve (c) kızıl ötesi ışınla ölçüm. Bu metotlardan ısı çift yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır.

Saoubi ve Chandrasekaran, keskin kenarlı, 25µm radüslü (honed) ve 150µm pahlı (chamfered) olmak üzere 3 farklı kesici kenar mikro geometrisine sahip takımla SAE4337 çelik malzemenin dik kesme yöntemiyle işlenmesinin, kesme kuvvetleri ve takım-talaş ara yüzeyi sıcaklığına etkisini araştırmışlardır. Keskin kenarlı ve pahlı takımın meydana getirdiği kesme kuvvetleri arasında %20, takım sıcaklığında ise %9 oranında bir fark olduğunu tespit etmişlerdir. Keskin kenarlı ve radüslü takım kıyaslandığında, kesme kuvvetleri ve takım sıcaklığı arasında sırasıyla %8 ve %2 oranında bir farkın meydana geldiğini belirtmişlerdir [8]. Bu sonuçlar takım geometrisinin kesme kuvveti ve takım sıcaklığına etkisi arasında doğrusal bir etkileşimin olmadığını ortaya koymaktadır. Diğer bir deyişle, kesme kuvveti ve takım sıcaklığındaki değişim aynı oranda gerçekleşmemektedir.

Yung-Chang, Anurag ve Taylan, dik kesme işlemiyle pahlı (100µm-15°, 200µm-25°) ve radüslü (10-50-100µm) olmak üzere iki farklı mikro geometriye sahip kesici takımı AISI 1020 çeliği üzerinde deneyerek kesme kuvvetlerine etkisini incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlar pah genişliği, pah açısı ve radüs arttıkça kesme ve ilerleme kuvvetlerinin arttığını göstermiştir [9].

Fang ve Wu, radüslü (58µm) ve pahlı (220µm) kesici kenar mikro geometrilerine sahip takımların çeşitli alüminyum alaşımlarının (7075-T6, 6061-T6, 2024-T351) işlenmesi esnasında kesme ve ilerleme kuvvetine olan etkisini incelemişlerdir [10]. Pahlı kesici kenarın radüslü kesici kenara göre daha büyük kesme ve ilerleme kuvveti oluşturduğu ve ilerleme miktarı arttıkça kesme ve ilerleme kuvvetlerinin de arttığı sonucuna varmışlardır.

Jiang, Domenico ve Rajiv keskin kenarlı, radüslü (100 ve 150µm) ve pahlı (100µm-20°) kesici kenar mikro geometrilerine sahip takımlarla işlenen AISI 52100 çelik malzemenin yüzeyinde oluşan kalıcı gerilmeleri incelemişlerdir. En düşük gerilme keskin kenarlı takımla, en yüksek gerilme ise radüslü

kenara sahip takımla elde edilmiştir. Özellikle talaş kaldırma sonucu malzeme yüzeyinde oluşan kalıcı basma gerilmesinin parça ömrüne olumlu yönde etki eden bir faktör olduğunu belirtmişlerdir [11]. Benzer takımların kullanıldığı ve AISI 316L paslanmaz çeliğin işlendiği bir başka çalışmada da yüzeyde oluşan kalıcı gerilmelerle ilgili paralel sonuçlar elde edilmiştir [12].

Santosh, Albert ve Daniel, farklı ölçülerde radüslü (15-26-57-72 $\mu$ m) kesici kenar mikro geometrisine sahip takımların dökme demir malzemenin dik kesme yöntemiyle işlenmesi esnasında, kesme kuvvetlerine olan etkisini incelemişlerdir [13]. Elde edilen sonuçlara göre, kesici kenara verilen radüs miktarı artıkça kesme kuvvetlerinin de arttığı belirtilmiştir.

Jeffrey D. Thiele, Shreyes N. Melkote, AISI 52100 çelik malzeme üzerinde, pahlı (25 $\mu$ m) ve radüslü (22-93-121 $\mu$ m) kesici kenar mikro geometrisine sahip takımları denemişlerdir. Radüslü takımlarda radüs miktarı artıkça kesme kuvvetlerinin arttığını gözlemlemişlerdir. En düşük kesme kuvvetinin 22 $\mu$ m radüslü takımla, ikinci olarak da 25 $\mu$ m pahlı takımla elde edildiğini rapor etmişlerdir [14].

Choudhury, See, Mohd Zukhairi, pahlı (100-140-200-280-400 $\mu$ m, 45°) kesici kenarlı mikro geometriye sahip takımların, ASSAB 760 (HV 221) çelik malzemenin işlenmesinde, kesme kuvvetine etkisini incelemişlerdir. Pah genişliği artıkça kesme kuvvetinin arttığını gözlemlemişlerdir [15].

Bu çalışmada, dik kesme (ortogonal) yöntemi kullanılarak, AISI 1020 çelik malzemenin, farklı kesici kenar mikro geometrilerine sahip HSS kesici takımlarla işlenmesi esnasında, kesici kenar mikro geometrisinin kesme kuvvetine, takım sıcaklığına ve takım aşınmasına etkisi deneysel olarak incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. İş Parçası Malzemesi

Deneylerde iş parçası olarak AISI 1020 çelik malzeme kullanılmıştır. AISI 1020 çelik malzemenin kimyasal birleşimi ve önemli mekanik özellikleri sırasıyla Çizelge 1 ve Çizelge 2 de verilmiştir.

Çizelge 1. AISI 1020 malzemenin kimyasal bileşimi

%C	% Si	%Mn	%P	%S	%Cr	%Fe
0.19	0.2	0.4	0.01	0.012	0.096	Kalan

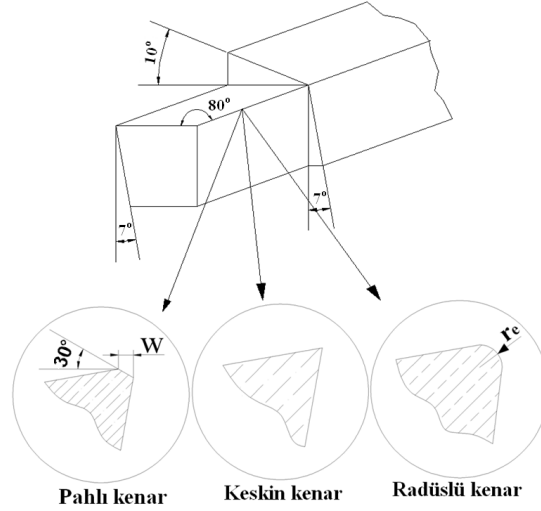
Çizelge 2. AISI 1020 malzemenin önemli mekanik özellikleri

Çekme dayanımı (N/mm <sup>2</sup> )	Akma dayanımı (N/mm <sup>2</sup> )	% uzamada
424	291	34-40

İş parçası başlangıç malzemesi 150 mm boyunda, 45 mm çapında ve 3.5 mm et kalınlığında bir boru olup, ön işleme yapılarak dış çapı 43 mm, iç çapı 40 mm ölçülerine getirilmiş ve 1.5 mm et kalınlığı elde edilmiştir. Her deney için, iş parçası boydan 5 mm uzunluğunda işlenerek takım sıcaklığı ölçümü gerçekleştirilmiştir. Muhtemel takım aşınmasının toplanan veriler üzerindeki etkisini en aza indirmek için işleme mesafesi kısa tutulmuştur. Ön işleme sayesinde parçanın salgılı dönmesi engellenerek veri toplamada meydana gelebilecek muhtemel hata ve dalgalanmaların önüne geçilmiştir.

## 2.2. Kesici Takım ve İşlem Parametreleri

Deneylerde 5 farklı takım geometrisi kullanılmıştır. Bu takımların 2'ser tanesi farklı ölçülerde radüslü ve pahlı kesici kenar (Çizelge 3), diğer takım ise keskin kenarlı geometriye sahiptir. DIN 4964 normuna uygun HSS kare kesitli kesici takım malzemesi kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Kesici takım genel geometrisi ve kesici kenar mikro geometri modelleri

10x10x100 mm ölçüsünde temin edilen HSS kesici takımlar alet bileme tezgahında bilerek Şekil 1' de belirtilen geometriler verilmiştir. Radüslü ve pahlı kesici kenar mikro geometrilerinin elde edilmesinde 1200 gritli aşındırıcı kullanılmıştır. Elde edilen kesici kenar radüs ölçüleri Çizelge 3' de verilmektedir. Her bir farklı kesici kenar geometrisi için birer adet takım üretilmiştir. Belirli geometriye sahip bir kesici takım tüm deney şartları için kullanılmıştır. Böylece, aynı geometrik kategoride de olsa, farklı takım kullanılması durumunda karşılaşılabilecek veri tutarsızlıklarının önüne geçilmiştir. Yapılan ön çalışmalarda, takım üzerinde (özellikle serbest yüzeyde) sonuçların tutarlılığını etkileyebilecek herhangi bir aşınmanın meydana gelmediği belirlenmiştir. Kesme deneyleri kuru çalışma şartlarında gerçekleştirilmiştir ve 2 defa tekrar edilmiştir.

Çizelge 3. Kesici kenar özellikleri

Kesici kenar özellikleri		
Takım	Kesici kenar	Radüs veya
1	Keskin kenarlı	0
2	Radüslü kenar	55 $\mu\text{m}$
3	Radüslü kenar	155 $\mu\text{m}$
4	Pahlı kenar	50 $\mu\text{m}$
5	Pahlı kenar	150 $\mu\text{m}$

Çizelge 4. Deneylerde kullanılan işlem parametreleri

Kesme hızı (v) m/dk	İlerleme (s) mm/devir
17, 24, 33	0.08, 0.11, 0.14

Deneylerde kullanılan HSS kesici takım malzemesinin kimyasal birleşimi ve fiziksel özellikleri Çizelge 5 ve 6' da verilmiştir.

Çizelge 5. HSS kesici takımın kimyasal bileşimi

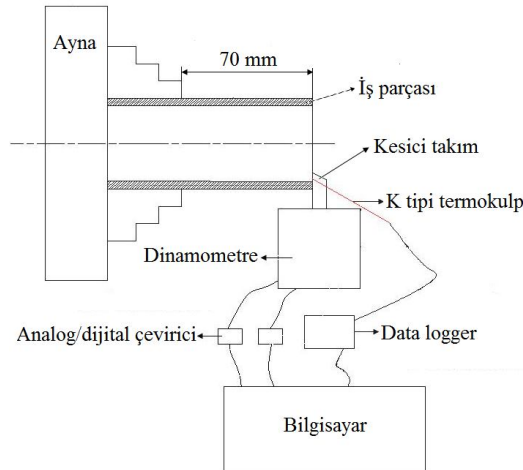
%C	%Si	%Mn	%Cr	%Mo	%V	%W	%Co	%Fe
1.2 – 6	0.2 – 5	0.3 – 0	4	3.6	3.2	9.3	10	Kalan

Çizelge 6. HSS kesici takımın fiziksel özellikleri

Malzeme normu (DIN)	1.3207
Yoğunluk (kg/dm <sup>3</sup> )	8.3
Isıl iletkenlik W/(m.K)	19
Özgül ısı J/(kg.K)	46
Isıl genleşme katsayısı 10 <sup>-6</sup>	9.6
Elastikiyet modülü (GPa)	217

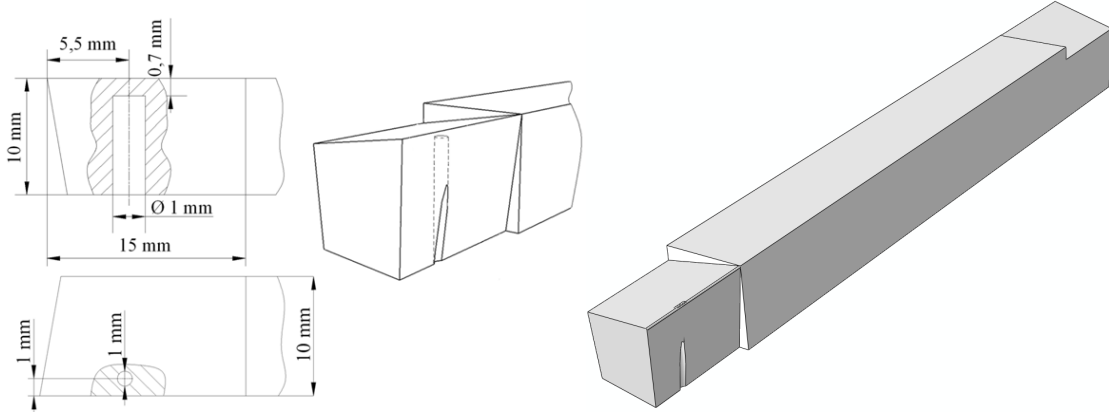
### 2.3. Deney Düzenegi

Talaş kaldırma işleminde, takım–talaş ara yüzeyinde meydana gelen ısı kesici takıma geçmekte ve takım sıcaklığının artmasına neden olmaktadır. Bu sıcaklığın belirlenmesi, takım performansının değerlendirilmesi açısından çok önemlidir. Bu çalışmada kullanılan sıcaklık ve kuvvet ölçüm düzeneği Şekil 2'de şematik olarak görülmektedir. Deneyler 7kW motor gücüne sahip universal torna tezgahında yapılmıştır.



Şekil 2. Deney düzeneginin şematik resmi

Takım-talaş ara yüzey sıcaklığını fiziksel şartlardan ötürü doğrudan ölçmek mümkün değildir. Bu nedenle, kesici takım gövdesine takım-talaş ara yüzeyine 0.7 mm yakınlıkta bir delik açılmıştır (Şekil 3). Takım üzerine açılan deliğin konum bilgileri Şekil 3'te verilmektedir. Açılan bu delik içerisine yerleştirilen K tipi ısı çift (termokopul) yardımıyla takım üzerinde meydana gelen sıcaklık ölçülmüştür. Sıcaklık verileri HP 34970A tipi (Benchlink Data Logger) veri toplama cihazı kullanılarak kaydedilmiş ve bilgisayara aktarılmıştır.



Şekil 3. Kesici takım üzerine açılan ısı çift yuvası

Kesme kuvvetleri, torna tezgahına monte edilmiş bir dinamometre vasıtasıyla ölçülmüştür. Kuvvet ölçüm düzeneği Şekil 2’de şematik olarak gösterilmektedir. Deneylere başlamadan önce dinamometre kalibre edilmiştir. Dinamometreden alınan veriler işlem anında doğrudan bilgisayara aktarılarak kaydedilmiştir.

### 2.3.1. Deney Düzenekinin Kalibrasyonu

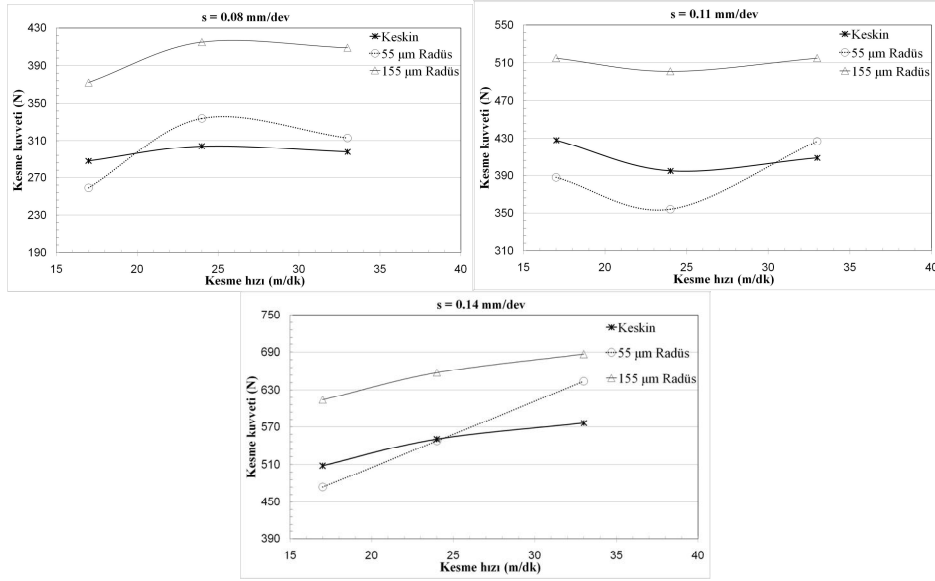
Deneylerde kuvvet ölçümünde kullanılan dinamometre bilinen ağırlıklar yöntemine göre kalibre edilmiştir. Bu yöntemde yük hücreleri üzerine yerleştirilen bilinen ağırlık ile A/D çevirici ekranında okunan değer mukayese edilerek eşitlenmesi sağlanır. Dinamometre içerisinde Sartorius tipi (PR 6211/31 D1) 500 kg kapasiteli ve sapma hassasiyeti % 0.05 olan basma yük hücreleri kullanılmıştır.

Takım sıcaklığını ölçmek için K tipi ısı çift kullanılmıştır. K tipi ısı çift ve kayıt cihazı, kaynatılmış saf su referans alınarak kalibre edilmiştir.

Isıl çifti yerleştirmek için takım üzerine açılan delikler dalma erozyon işlemiyle gerçekleştirilmiştir. Dalma erozyon yöntemiyle elde edilen nispeten pürüzlü yüzeyden yapılan sıcaklık ölçümü ile daha iyi yüzey kalitesine sahip taşlanmış takım yüzeyinden alınan sıcaklık ölçümü karşılaştırılarak aralarında önemli bir fark olup olmadığı belirlenmiştir. Bunun için her iki yüzey örneğini üzerinde taşıyan ve kesme deneylerinde kullanılan takım malzemesi bir numune fırın içinde 300 ila 500 °C arasında değişen sıcaklıklarda ısıtılmıştır. Her iki farklı yüzeyden ısı çifti yardımıyla sıcaklık ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler sonucunda iki farklı yüzeyden alınan sıcaklık değerleri arasında ortalama 2 °C lik sapma olduğu tespit edilmiştir. Bu fark küçük olduğundan dalma erozyonla açılan delik içerisinde alınan sıcaklık verilerinin doğruluğunu etkilemeyeceği kabul edilmiştir.

## 3. Deneyel Sonuçlar ve Değerlendirme

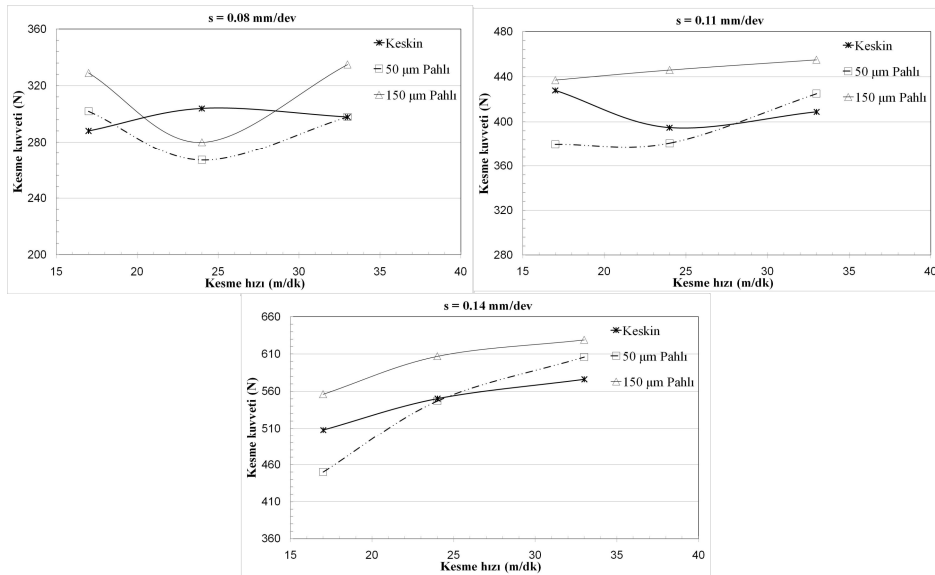
Deneylerde farklı kesici kenar mikro geometrilerinin kesme kuvveti ve takım sıcaklığına etkisi incelenmiş ve sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Kuvvet verileri, kesici takımın tam olarak yüklendiği kararlı bölgedeki değerlerin ortalaması alınarak belirlenmiştir. Sıcaklık verileri, saniyede dört veri alınmak suretiyle, 5 mm boyunda sabit bir mesafenin işlenmesi esnasında elde edilmiştir.



Şekil 4. Radüslü, keskin kenarlı takımların ve kesme şartlarına göre elde edilen kesme kuvveti verilerinin karşılaştırılması

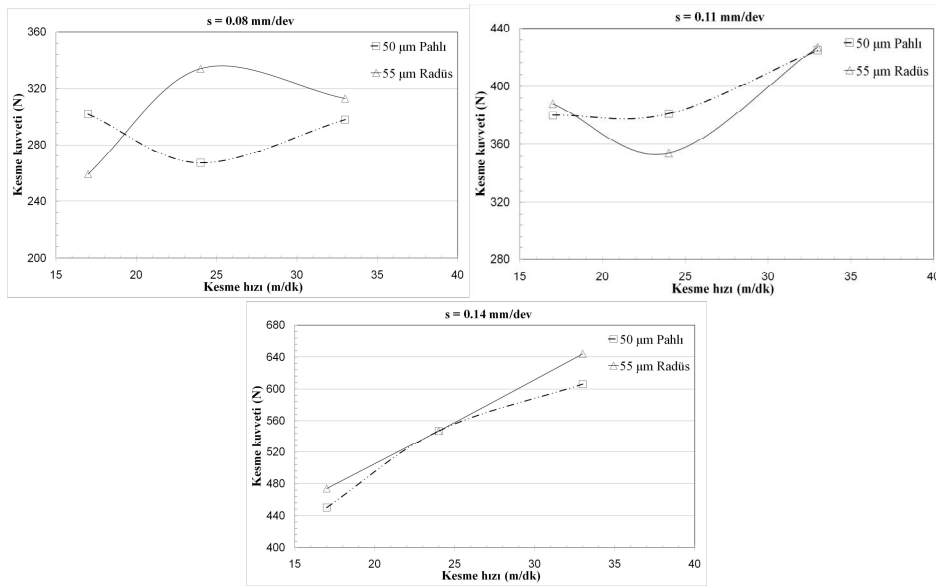
Şekil 4'de dokuz farklı kesme deneyi sonucunda elde edilen kesme kuvveti verileri sunulmaktadır. Bu sonuçlara göre 155 µm radüslü takımla tüm kesme şartlarında daha yüksek kesme kuvveti elde edilmiştir. Yine tüm kesme şartları göz önüne alındığında, 155 µm radüslü takımla 55 µm radüslü takım arasında ortalama % 20.1, keskin kenarlı takım arasında ise % 19.7 oranında bir fark olduğu belirlenmiştir.

Diğer yandan, 55 µm radüslü takımla keskin kenarlı takım kıyaslandığında, kesme kuvveti açısından aralarında ortalama % 0.4 oranında önemsiz bir fark olduğu belirlenmiştir. 0.08 ve 0.11 mm/dev ilerleme değerlerinde kesme hızı arttıkça, tüm takımlar için kesme kuvveti değişimi dalgalı bir trend sergilemiştir. Bu durum genellikle düşük kesme hızlarında karşılaşılabilen yığıntı kenar veya durağan kütle oluşumuyla açıklanabilir. İlerlemenin 0.14 mm/dev çıkarılması, kesme kuvvetlerinde daha kararlı bir değişime neden olmuştur. Bu durum, kesme kuvvetindeki kararsızlığı önlemek için, ilerleme veya kesme hızının artırılması gerektiği sonucuyla paralellik göstermektedir [6].



Şekil 5. Pahlı, keskin kenarlı takımların ve kesme şartlarına göre elde edilen kesme kuvvet verilerinin karşılaştırılması

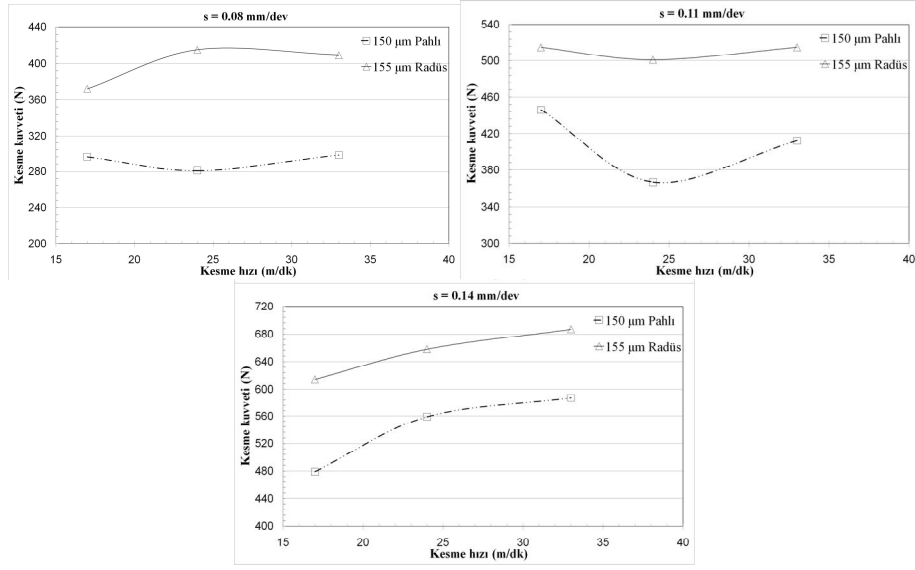
Şekil 5'de pahlı ve keskin kenarlı kesici takımlara elde edilen kesme kuvvet verileri sunulmaktadır. Bu sonuçlara göre 150 µm pahlı takım ile tüm kesme şartlarında daha yüksek kesme kuvveti elde edilmiştir. Yine tüm kesme şartları göz önüne alındığında, 150 µm pahlı takım ile 50 µm pahlı takım arasında ortalama % 10.3, keskin kenarlı takım arasında ise % 7.9 oranında bir fark olduğu tespit edilmiştir. Diğer yandan, 50 µm pahlı takım ile keskin kenarlı takım arasında, kesme kuvveti açısından ortalama % 2.4 oranında nispeten küçük bir fark olduğu belirlenmiştir. 0.08 ve 0.14 mm/dev ilerleme değerlerinde kesme hızı arttıkça, tüm takımlar için düzensiz bir kesme kuvveti değişimi meydana gelmiştir. Yukarıda da açıklandığı gibi, bu durum genellikle düşük kesme hızlarında karşılaşılabilen yığıntı kenar veya durağan kütle oluşumuyla açıklanabilir. Fakat ilerlemenin 0.14 mm/dev değerine çıkarılması, kesme kuvvetlerinde daha kararlı bir değişime neden olmuştur.



Şekil 6. Pahlı (50 µm), radüslü (55 µm) kenarlı takımların ve kesme şartlarına göre elde edilen kesme kuvvet verilerinin karşılaştırılması

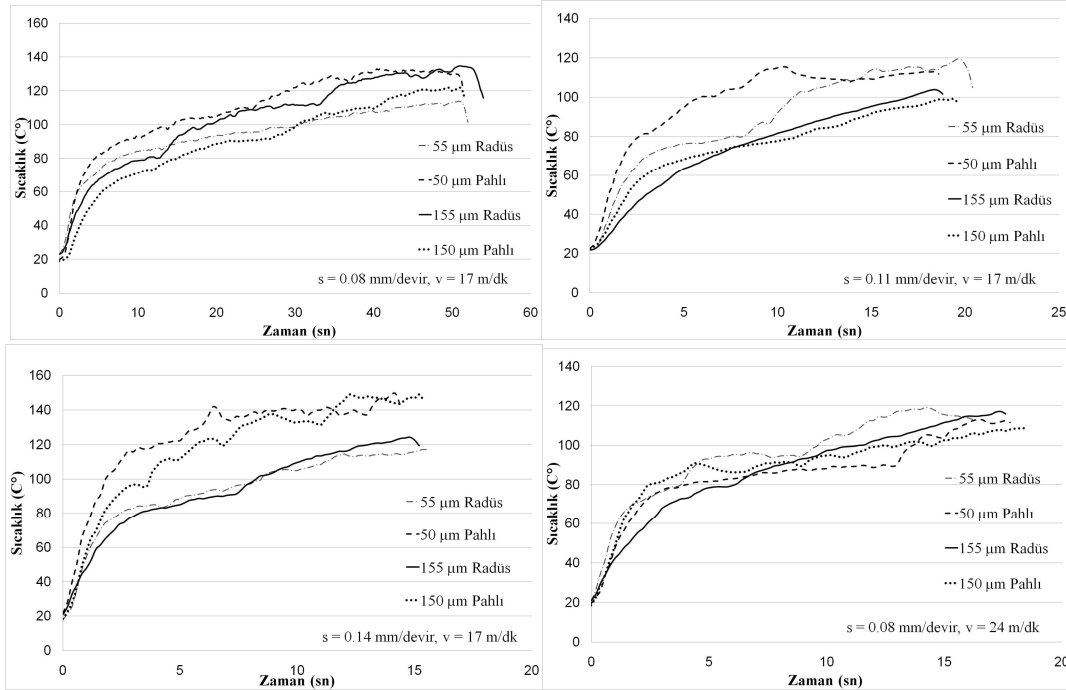
Şekil 6'da 50 µm pahlı ve 55 µm radüslü takım ile kesme kuvveti verileri sunulmuştur. Tüm kesme şartları dikkate alındığında, bu iki takım arasında % 2.6 oranında küçük bir fark olduğu belirlenmiştir. 0.08 mm/dev ilerleme ve 24 m/dk kesme şartı hariç diğer tüm şartlarda her iki takım için birbirine yakın kesme kuvveti değerleri elde edilmiştir. İstisna edilen kesme şartındaki büyük farkın deneysel belirsizlikten kaynaklandığı düşünülmektedir.

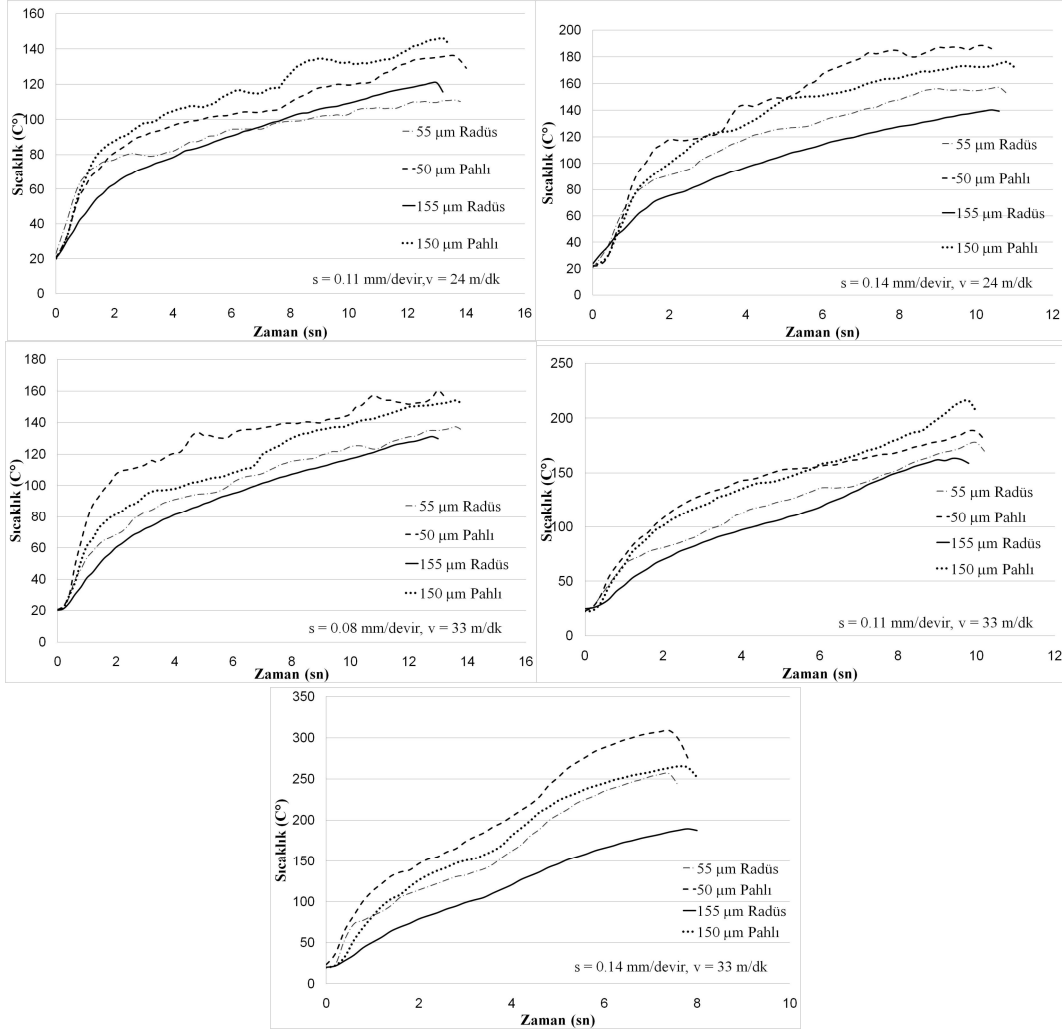




Şekil 7. Pahlı (150 µm), radüslü (155 µm) kenarlı takımların ve kesme şartlarına göre elde edilen kesme kuvvet verilerinin karşılaştırılması

Şekil 7'de sunulan kesme kuvvet verilerine göre, 150 µm pahlı kenara sahip takıma kıyasla 155 µm radüslü takım tüm kesme şartlarında daha yüksek sonuç verdiği görülmektedir. Eldeki verilere göre, bu iki takım arasında, ortalama % 21 oranında önemli bir farkın olduğu belirlenmiştir.





Şekil 8. Pahlı ve radüslü kenara sahip takımlara ait sıcaklık verilerinin karşılaştırılması

Şekil 8 de pahlı ve radüslü kenara sahip takımlara ait deneysel sıcaklık verileri sunulmaktadır. Bu sonuçlara göre, pahlı kenara sahip takımlarda, radüslü takımlara kıyasla, genel olarak daha yüksek sıcaklık değerleri elde edilmiştir. Sıcaklık verileri arasındaki farkın genel olarak ilerleme miktarına bağlı olarak arttığı ve en yüksek ilerleme değerinde (0.14 mm/dev) bu farkın daha fazla olduğu görülmektedir. Aynı şekilde, kesme hızı ve ilerleme miktarı arttıkça takım sıcaklığının da arttığı görülmektedir.

Şekil 8 de verilen grafiker incelendiğinde, özellikle 24 ve 33 m/dk kesme hızlarında en düşük sıcaklığın 155 µm radüslü takımında elde edildiği görülmektedir. Fakat aynı takım için kesme kuvveti verilerinin diğer takımlardan daha yüksek olduğu yukarıda kaydedilmişti. Bu durum normal şartlar altında tezat teşkil etmektedir. Çünkü yüksek kesme kuvveti, yüksek ısı oluşumunun ve buna bağlı yüksek takım sıcaklığının bir göstergesi kabul edilmektedir [6]. Takım sıcaklığının düşük, kesme kuvvetinin yüksek olması, talaş oluşumu esnasında kesici takım üzerinde yığıntı kenar veya durağan kütle oluşumuyla açıklanabilir. Yığıntı kenar oluşumu düşük kesme hızlarında sık karşılaşılan bir olgu olduğu yaygın olarak bilinmektedir. Diğer yandan dayanım artırmak için kesici kenar verilen radüs miktarının fazla olması durumunda takım üzerinde durağan kütle (ölü metal) oluşacağı daha önce yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur [16-17]. Hem yığıntı kenar hem de durağan kütle oluşumu kesme işleminde en yüksek sıcaklığın meydana geldiği akma bölgesinin (flow zone) takım-talaş ara

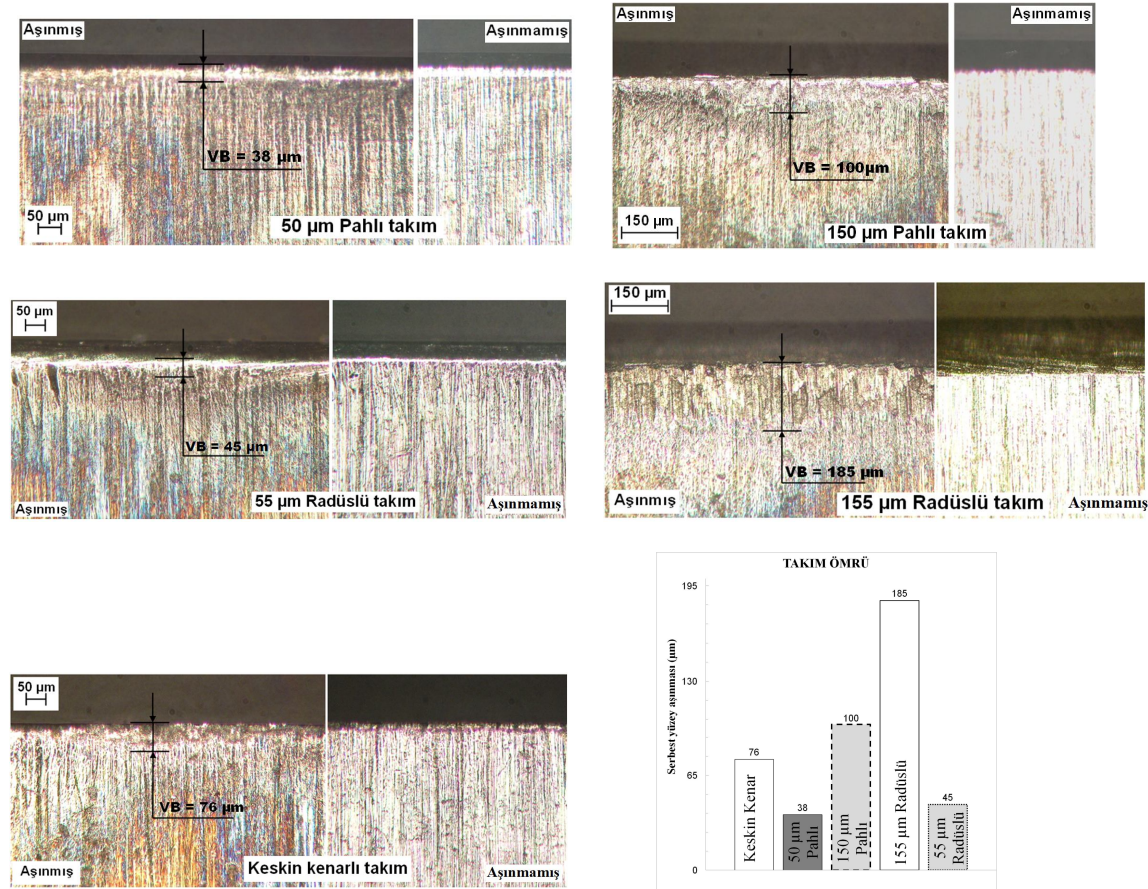
yüzeyinden daha yukarı bir bölgeye 'yığıntı kenar-talaş veya durağan kütle-talaş ara yüzeyine' çıkmasını sağlayacaktır. Sonuçta sıcak bölgenin takımın talaş yüzeyinden uzaklaşması takım sıcaklığının düşmesine neden olacaktır. Sıcaklıktaki bu düşüş, yığıntı kenar veya durağan kütle yüksekliğine göre değişim gösterecektir.

155  $\mu\text{m}$  radüslü takıma kıyasla, 150  $\mu\text{m}$  pahlı takımla elde edilen sıcaklık verilerinin genelde daha yüksek olması ve kesme kuvvetinin de daha düşük olması (Şekil 7) dikkate alındığında, pahlı takımlarda yığıntı kenar veya durağan kütle oluşumunun daha az veya yok olduğu öne sürülebilir. Kuvvet verilerinde dalgalanma olsa da sıcaklık verileri bu öngörünün 50  $\mu\text{m}$  pahlı takım için de geçerli olduğu söylenebilir.

### 3.1. Takım Aşınması

Kesici takımların aşınma davranışını belirlemek aynı geometrik özelliklere sahip St 42 çelik malzeme kullanılmıştır. Deneylerde dik (ortogonal) tornalama yöntemi uygulanmış olup soğutma sıvısı kullanılmamıştır.

Şekil 9'da radüslü, pahlı ve keskin kenarlı takımlar üzerinde meydana gelen serbest yüzey aşınması (VB) görülmektedir. Yapılan ölçümden, en az aşınmanın 38  $\mu\text{m}$  ile 50  $\mu\text{m}$  pahlı takımda, en çok aşınma ise 185  $\mu\text{m}$  ile 155  $\mu\text{m}$  radüslü takımda meydana geldiği görülmektedir. Keskin kenarlı takımda ise serbest yüzey aşınmasının 76  $\mu\text{m}$  olduğu belirlenmiştir.



Şekil 9. Kesici takımlarda meydana gelen serbest yüzey aşınması ve aynı türden aşınmamış takımla karşılaştırılması (iş parçası St 42 çelik, 50 mm işleme boyu, ilerleme 0.11 mm/devir, kesme hızı 67 m/dk)

Takım dayanımı açısından değerlendirildiğinde, pahlı ve radüslü kenara sahip takımların keskin kenarlı takıma kıyasla önemli ölçüde üstünlük sağlayabilir. Nitekim yukarıda verilen aşınma değerleri dikkate alındığında, 50 µm pahlı takıma kıyasla, keskin kenarlı, 150 µm pahlı, 155 µm radüslü takımlar sırasıyla 2, 2.6, 1.2, 4.8 kat daha fazla aşınmıştır. Bu sonuca göre kesici kenara verilen radüs ve pah miktarının yüksek olması aşınma direncini olumsuz yönde etkilemektedir. Diğer yandan en düşük aşınma değerinin 50 µm pahlı takımında elde edilmesi, kesici kenara verilen pah miktarının ve ikinci en düşük aşınma 55 µm radüslü takımında olması radüs miktarının önemini ortaya koymaktadır. Bu durumda takım aşınmasını azaltan kritik bir radüs ve pah değerinin veya değer aralığının bulunduğu belirtmek mümkündür.

#### 4. Sonuçlar

Tüm takımlar için düşük ilerleme değerlerinde (0.08 ve 0.11 mm/dev), kesme kuvveti değişimi dalgalı bir trend sergilemiştir. İlerlemenin 0.14 mm/dev çıkarılması, kesme kuvvetlerinde daha kararlı bir değişime neden olmuştur.

55 µm radüslü takım ile keskin kenarlı takım kıyaslandığında, kesme kuvveti açısından aralarında ortalama % 0.4 oranında önemsiz bir fark olduğu belirlenmiştir. 50 µm pahlı takım ile keskin kenarlı takım arasında bu farkın ortalama % 2.4 oranında olduğu belirlenmiştir.

Takım sıcaklığının düşük, kesme kuvvetinin yüksek olması, talaş oluşumu esnasında kesici takım üzerinde yıgıntı kenar veya durağan kütle oluşumuyla açıklanabilir.

Radüslü takımlara kıyasla, pahlı takımlarla elde edilen sıcaklık verilerinin genelde daha yüksek olması ve kesme kuvvetinin de daha düşük olması, pahlı takımlarda yıgıntı kenar veya durağan kütle oluşumunun daha az olduğuna işaret etmektedir.

Takım aşınma değerleri dikkate alındığında, en az aşınma 50 µm pahlı takımında elde edilmiştir. Buna kıyasla, keskin kenarlı, 150 µm pahlı, 155 µm radüslü takımlar sırasıyla 2, 2.6, 1.2, 4.8 kat daha fazla aşınmıştır.

Aşınma deneyleri, takım aşınmasını azaltan kritik bir radüs ve pah değerinin veya değer aralığının bulunduğunu göstermektedir.

Kesici kenara verilen radüs ve pah miktarının çok yüksek olması aşınma direncini olumsuz yönde etkilemekte ve kesme kuvvetinin önemli oranda artmasına sebep olmaktadır.

#### Kaynaklar

Sandvik Coromant, Modern Metal Cutting, Practical Handbook, 1994.

Şahin, Y., Talaş Kaldırma Prensipleri, Cilt 1, Gazi Kitapevi, Ankara, 2003.

KURT, A., Talaş Kaldırma Sırasında Oluşan Kesme Kuvvetleri ve Mekanik Gerilmelerin Deneysel Olarak İncelenmesi ve Matematiksel Modellerinin Oluşturulması, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006.

ÖZÇATALBAŞ, Y., AYDIN, B., "Mekanik Özellik Ve Kesme Geometrisinin AA2014 Alaşımının İşlenebilirlik Özelliklerine Etkisi", Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 21, N1, 21-27, 2006.

GÖKKAYA, H., Takım-Talaş Ara Yüzey Sıcaklığının Isıl Çift Yöntemiyle Ölçülmesi ve Kesici Takım ile Takım Tutucu Üzerindeki Etkilerinin Sonlu Elemanlarla İncelenmesi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2004.

TRENT, E. M., Metal Cutting, Second Edition, Butterwoths, London, 1989.

SİĞİRTMAÇ, T., Kalıp Çeliklerinin Ortogonal Tornalanması İşlemlerinde Kesme Kuvvetlerinin Modellenmesi ve Kesici Uç Kaplama Malzemelerinin Etkilerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2000.

SAOUBİ M. R., CHANDRASEKARAN H., "Investigation of The Effects of Tool Micro-Geometry and Coating on Tool Temperature During Orthogonal Turning of Quenched and Tempered Steel", International Journal of Machine Tools and Manufacture, 44 (2004) 213–224.

YUNG-CHANG Y., ANURAG J., TAYLAN A., "A Finite Element Analysis Of Orthogonal Machining Using Different Tool Edge Geometries", Journal of Materials Processing Technology, 146 (2004) 72–81.

FANG, N., WU, Q., "The Effects of Chamfered and Honed Tool Edge Geometry in Machining of Three Aluminum Alloys", International Journal of Machine Tools and Manufacture, 45 (2005) 1178–1187.

Jiang H., Domenico U., Rajiv S., "Investigation of Cutting Conditions and Cutting Edge Preparations For Enhanced Compressive Subsurface Residual Stress in The Hard Turning of Bearing Steel", Journal of Materials Processing Technology, 171 (2006) 180–187.

MOHAMED N.A. N., E.-G. Ng, ELBESTAWİ M.A., "Modelling The Effects of Tool Edge Radius on Residual Stresses When Orthogonal Cutting AISI 316L", International Journal of Machine Tools and Manufacture, 47 (2007) 401–411.

SANTOSH R., ALBERT B. C., DANİEL W. G., "A Model To Calibrate and Predict Forces in Machining with Honed Cutting Tools or Inserts", International Journal of Machine Tools and Manufacture, 47 (2007) 820–840.

Jeffrey D. Thiele, Shreyes N. Melkote, "Effect of Cutting Edge Geometry and Workpiece Hardness on Surface Generation in The Finish Hard Turning of AISI 52100 Steel", Journal of Materials Processing Technology, 94 (1999) 216-226.

I.A. Choudhury, N.L. See, Mohd Zukhairi, "Machining With Chamfered Tools", Journal of Materials Processing Technology, 170 (2005) 115–120.

Ohbuchi, Y., Obikawa, T., "Adiabatic Shear in Chip Formation with Negative Rake Angle", International Journal of Mechanical Sciences, 47, 91377-1392, 2005.

Karpat, Y., Özel, T., "Mechanics of High Speed Cutting with Curvilinear Edge Tools", International Journal of Machine Tools and Manufacture, 48, 195–208, 2008.