

DIN 1.2344 sıcak iş takım çeliğinin testere freze çakılarıyla işlenebilirliğinin araştırılması

Hasan Basri ULAS^a, Fırğan MİHMAT^b, Halil DEMİR^c

^aGazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Beşevler, 06500, Ankara,

^bSoya Ltd. Şti., İvedik Org. San. Böl., Ankara,

^cKarabük Üniversitesi, Teknolojik Eğitim Fakültesi, 78050, Karabük,

Anahtar Kelimeler

Frezeleme, Kesme Kuvvetleri, Yüzey Pürüzlülüğü, Testere Freze Çakısı

ÖZET

Bu çalışmada, endüstride geniş bir kullanım alanına sahip olan DIN 1.2344 sıcak iş takım çeliği malzemesinden hazırlanan iş parçaları yüksek hız çeliği (HSS) testere freze çakıları kullanılarak frezeleme işlemine tabi tutulmuştur. Frezeleme deneyleri 5 farklı kesme hızı (20, 25, 30, 40 ve 50 m/dak) ve 5 farklı tabla ilerleme hızında (20, 40, 63, 80 ve 100 mm/dak) ve 1 mm sabit kesme derinliğinde soğutma sıvısı kullanılmadan yapılmıştır. Yapılan frezeleme işlemleri esnasında düşey ve yatay yönlerde oluşan kesme kuvveti bileşenleri ile yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) ölçülmüştür. Düşey yönde oluşan kesme kuvvetlerinin (Fz) yatay yönde oluşan kesme kuvvetlerinden (Fx) yaklaşık olarak % 50 daha fazla olduğu görülmüştür. Kesme hızı 20 m/dak olan deneylerde tabla ilerleme hızının artmasıyla yüzey pürüzlülük değerlerini önemli derecede artmıştır.

An investigation into the machinability of DIN 1.2344 hot work tool steel with circular saw blades

ABSTRACT

In this study, DIN 1.2344 hot work tool steel, which is widely used in industry, was subjected to milling operations using high speed steel (HSS) circular saw blades. Milling operations were performed at five different cutting speeds (20, 25, 30, 40 and 50 m/min), at five different table feed rates (20, 40, 63, 80 and 100 mm/min) and at a constant depth of cut of 1 mm without using coolant. Vertical and horizontal components of the cutting forces developed during milling operations and the surface roughness values were measured. Vertical cutting force components (Fz) were found to be almost 50 % higher than horizontal cutting force components. At 20 m/min cutting speeds, increasing table feed rate increased the surface roughness values significantly.

Keywords
Milling, Cutting forces,
Surface Roughness,
Circular Saw Blade

* Sorumlu yazar (Corresponding author) e-posta: hdemir@karabuk.edu.tr

1. GİRİŞ

Endüstride gereken imalatın yapılabilmesi için birçok iş tezgâhları ve kesici takımlar kullanılır. Bunlardan freze tezgâhlarında çeşitli frezeleme işlemlerini yapabilmek için birçok şekil ve profillerde freze çakıları kullanılır. Kalınlıkları 6 mm'den az olan testere frezeleri kesme işleminde oldukça sık kullanılmaktadır [1]. Birden fazla kesici uca sahip, büyük çaplı testere tipi frezeler uzun ve derin kanalların açılması gibi uygulamalarda önemli bir yere sahiptir. Özellikle kama kanalları, kapalı kanallar, cepler gibi daha kısa ve daha sık kanallar için ise parmak frezeler tercih edilmektedir [2]. Geçmişte yüksek hız çeliğinden (HSS) imal edilen testere frezeler birçok kanal açma uygulamaları için ilk tercih olmuşlardır. Genel olarak yüksek hız çeliğinden imal edilen takımlar, tormalama işlemlerinde kullanılan kesiciler dahil olmak üzere matkaplar, raybalar, kılavuzlar, paftalar, freze çakıları, testerele ve broşların yapımında kullanılmaktadır. Bu takımların performansları talaş derinliği, kesme hızı, ilerleme miktarı, kesme sıvısı gibi etkenlere bağlı olarak değişmektedir [2,3].

Yüksek hız çeliğinden imal edilmiş freze çakılarına göre kesme hızları ve ilerleme miktarları nispeten daha fazla alınan testere frezelere takım performansını artırmak için yüzey kaplama teknolojileri uygulanmaktadır [1,3,4]. Fakat Konuyla ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde bu teknolojilerin çok ağızlı kesici takımlara uygulanmasında ticari kalite ve maliyet açısından elde edilen faydaların tartışıldığı görülmüştür. Genelde çakı dışlarında üretim hatalarının olduğu saptanmış, bu hatalar elektron tarama mikroskopunda (SEM) incelenerek aşınma direnci ve performansa kötü etkisinin olduğu yapılan testlerle değerlendirilmiştir. Araştırmalar sonucunda, kesici kenar geometrisi davranışının iyileştirilebilmesi için kaplama uygulamasında, alt katman hazırlanabilmesinin doğru kaplamayla birlikte iyileşmeler meydana getirdiği ortaya konulmuştur. Gelişen yüzey kaplama teknolojisinin yararlı olması için üretim uygulamalarının iyileştirilmesi ve düzenli olması zorunludur [4-6]. Yüksek hız çeliği dairesel testere çakılarının talaşlı imalatta ölçü tamlığı ve iyi bir yüzey kalitesi kombinasyonu için endüstride geniş kullanıma sahip olduğu, bunun için de takımlar üzerinde yüzey kaplama teknolojisi işlemlerinin

uygulanmasının ömür karakteristikleri ve performans yükselişine olan etkisi önemlidir [7].

Li Qian ve Mohammad Robiul Hossan, yüksek hızlı dik (orthogonal) kesme işleminde kesme hızı, ilerleme, kesici geometrisi ve iş parçası sertliğinin fonksiyonu olarak ince tormalama işleminde numerik simülasyonu yapılmışlar. Çalışmada AISI 521000 rulman çeliği, AISI H13 sıcak iş takım çeliği, AISI D2 soğuk iş takım çeliği ve AISI 4340 düşük alaşımli çeliğin özelliklerine benzer özellikler alınmıştır. Kesici takım olarak da CBN seçilmiştir. Kesme kuvvetleri ve ilerleme kuvvetleri numerik çalışma ile belirlenmiştir. İşlem parametrelerinden, kesici geometrisi ve iş parçası sertliği ve ilerleme kesme ve ilerleme kuvvetleri üzerinde en fazla etkiye sahiptir. Aynı kesme şartlarında AISI 4340'ın tormalanması ile en yüksek kesme kuvveti elde edilirken AISI 52100'un tormalanması ile en yüksek ilerleme kuvveti ve AISI D2'nin tormalanması ile de en düşük kesme ve ilerleme kuvveti elde edilmiştir. İnce tormalama işleminde ilerleme kuvveti kesme kuvvetinden daha yüksek çıkmıştır. Kesme kuvveti ve ilerleme kuvveti, artan ilerleme, takım uç yarıçapı, negatif talaş açısı ve iş parçası sertliği ile artmıştır. Simülasyon sonuçları literatürde yayınlanan deneysel çalışmaların sonuçları ile karşılaştırılmıştır [8]. Bir başka çalışma ise, dört farklı sertleştirilmiş çeliklerin CBN takımla ince tormalanmasında kesici takım performansını ve aşınma davranışlarını incelemek için yapılmış. AISI D2 soğuk iş takım çeliği, AISI H11 sıcak iş takım çeliği, 35NiCrMo16 sıcak iş ve 100Cr6 rulman çeliği. Yan yüzey aşınmasında çok farkı oranlarda aşınma görülmüştür. Yan yüzey aşınma boşlukları ile bu çeliklerin mikroyapıları (içerisindeki karbürler) ilişkilendirilmiştir [9].

Gérard Poulachon ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, sertleştirilmiş soğuk iş AISI D2, AISI H11 sıcak iş takım çeliği, AISI 52100 rulman çeliğinin ince tormalanmasında CBN kesici takımların aşınma mekanizmaları incelenmiştir. Çok farklı oranlarda aşınma görülmüştür. Oluşan yan yüzey aşınma olukları iş parçalarının içerisindeki karbürler atfedilmiştir. Krater aşınması da incelenmiştir. Üç gövdeli adhesive aşınmadan kaynaklanan kimyasal aşınma görülmüştür [10]. Yahya Işık, takım çeliklerinin işlenebilirliklerini belirlemek için tormalama yöntemiyle bir seri deney yapmıştır. Takım malzemesi ve kesme

parametrelerine göre, AISI O2 sıcak iş takım çeliği, AISI H10 kalıp çeliği, HSS kaplamasız WC, farklı kaplamalara sahip WC kesici takımlar kullanmıştır. Deneyler esnasında kesme kuvvetleri, yan yüzey aşınması ve yüzey pürüzlülüğü ölçülmüştür. Takımların performansları karşılaştırılmıştır. Kesme hızı takım ömrü üzerinde en etkin parametre, ilerleme yüzey pürüzlülüğü üzerindeki en etkin parametre olarak belirlenmiştir [11].

Sert metal testere çakımlarla yüksek hız çeliği (HSS) testere çakımlarının performansları karşılaştırıldığında sert metal çakımlarla geniş parçaların kesilmesinde yüksek kesme hızlarının kullanılması büyük avantajlar göstermektedir. Ancak, Yüksek hız çeliği dairesel testere çakımları da, "TİN" ile kaplanmasıyla kayda değer faydalar meydana getirmektedir. Bunun yanında yüzey kaplama yöntemi ile yüksek hız çeliği (HSS) testere çakımları yüksek kesme hızlarında iyonlama yöntemine göre daha başarılı olmaktadır [12-14].

Bilimsel çalışmalar değerlendirildiğinde, testere frezelerle metalik malzemelerin kesilmesi ile ilgili olarak özellikle yüksek hız çeliği (HSS) testere freze çakımlarının kaplanması ve takım performansının değerlendirilmesi konusunda çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Sıcak iş takım çeliklerinin işlenmeleri üzerine yalpan çalışmaların genelde hepsi tornalama metoduyla yapılmıştır. Kaplamalı veya sert metal testere frezelerin maliyetlerinin daha yüksek olması

sebebiyle endüstride bazı imalat uygulamalarında yüksek hız çeliği (HSS) testere frezelerin kullanımı oldukça yaygındır.

Bu çalışmada, üniversal freze tezgâhında yüksek hız çeliği (HSS) testere frezelerle kesme sırasında oluşan kesme kuvveti bileşenleri ve yüzey pürüzlülük değerleri deneysel olarak incelenmiştir. Yapılan incelemenin sonucunda uygulanan kesme parametrelerine göre elde edilen kesme kuvveti bileşenleri ve yüzey pürüzlülük değerlerine etkileri araştırılmıştır.

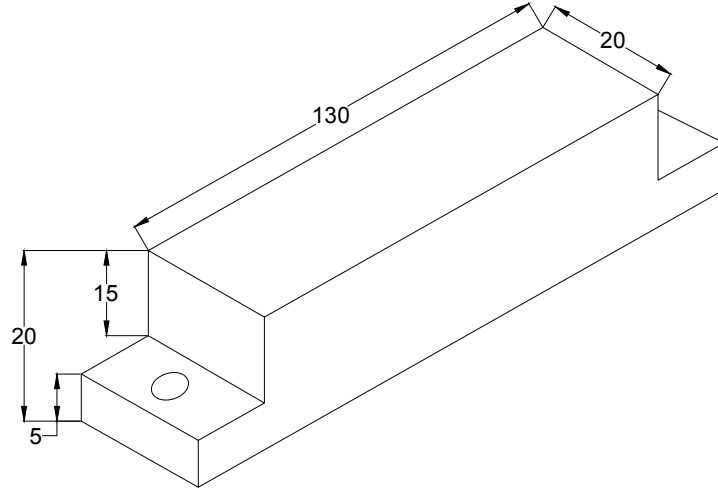
2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Deney numunesi

Yapılan deneysel çalışmalar için iş parçası malzemesi olarak endüstride sıkça kullanılan DIN 1.2344 sıcak iş takım çeliği malzemeler kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan DIN 1.2344 malzemesinin tedarikçi firması Bilim Çelik Kimya Sanayi tarafından verilen kimyasal bileşimleri ve Brinell cinsinden sertlik değerleri Tablo 1'de verilmektedir. Deney malzemesi 20x20x130 mm boyutlarında olup malzemenin kesilen üst yüzeyi, dış yüzey tabaka sertleşmesi ihtimaline karşılık 1 mm kesme derinliğinde üniversal freze tezgâhında yüzey frezeleme işlemine tabi tutulup dış yüzeydeki olumsuzluklar giderilmiştir. Deney numunelerinin boyutları bağlama kulaklarıyla birlikte Şekil 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Deney numunelerinin kimyasal bileşimi ve Brinell sertlik değerleri.

	Sertlik (HB)	Kimyasal bileşim % Ağırlık							
		C	Mn	P	S	Si	Cr	Mo	V
DIN 1.2344	213	0,405	0,31	0,021	0,002	0,87	4,90	1,25	0,89



Şekil 1. Deney numunesi boyutları

2.2. Kesici Takım, Takım Tutucu ve Takım Tezgâhı

Deneylerde DIN-1837A standardına uygun Gerlinger marka yüksek hız çeliği (HSS) testere freze ile universal tezgah ve malafa mili kullanılmış, kesici takım ve takım tutucu özellikleri Tablo 2’de verilmiştir. Deneyler, Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makina Eğitimi Bölümü, Talaşlı Üretim Anabilim Dalı, Freze Uygulama Atelyesi’nde bulunan universal freze tezgâhında yapılmıştır. Tezgâh iş mili 2000 dev/dak’ya ve tabla ilerleme hızı 630 mm/dak’ya kadar çıkabilmektedir.

Kesme parametreleri yüksek hız çeliği testere freze çakısı için DIN 1.2344 sıcak iş takım çeliği 5 kesme hızında (20, 25, 30, 40 ve 50 m/dak) ve 100 mm/dak sabit tabla ilerleme hızı ile 1 mm sabit kesme derinliği seçilerek belirlenmiş ve uygulanan kesme parametrelerine göre elde edilen değerler Tablo 3’de verilmiştir.


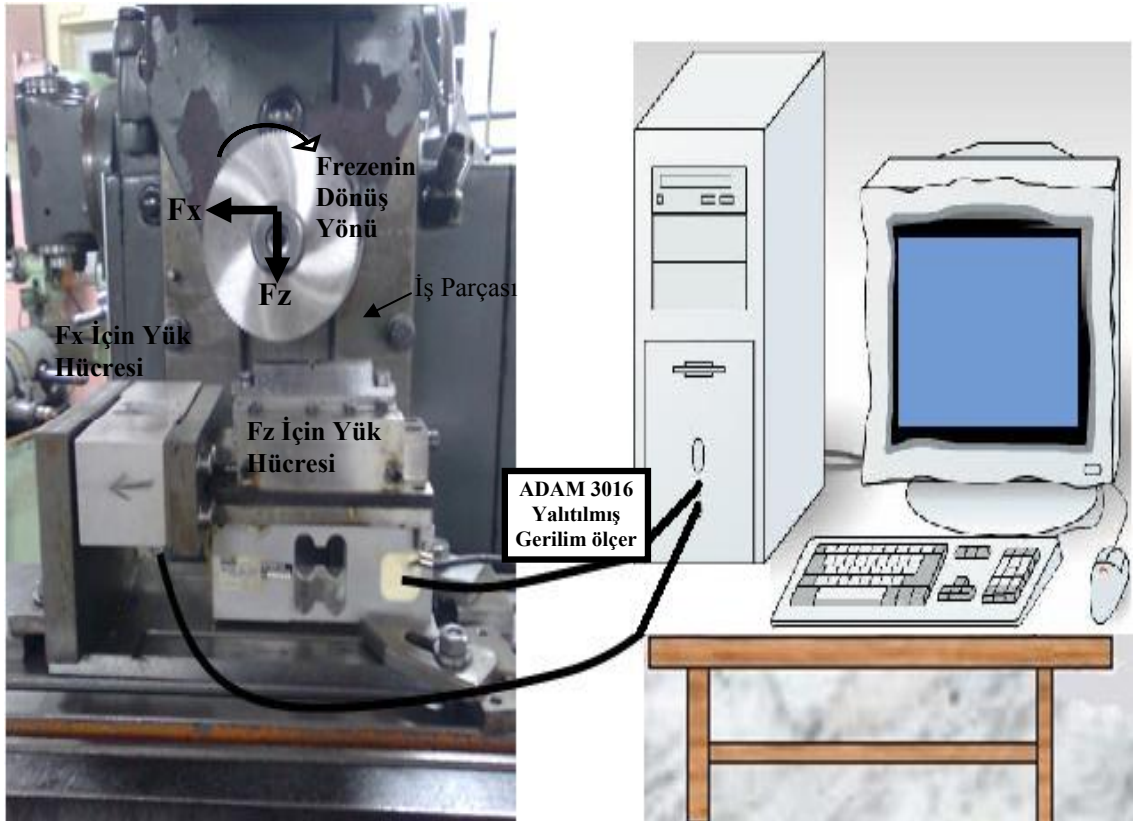
2.3. Kesme Kuvvetleri ve Yüzey Pürüzlülük Değerinin Ölçülmesi

Bu çalışmada, kanal frezeleme işlemi esnasında oluşan kesme kuvvetlerini belirlemek için bir dinamometre kullanılmıştır. Yapılan bu çalışmada, yük hücreleri Baykon firmasına ait olan 3000 N kapasiteli, dinamometre kullanılmıştır. Bu dinamometrenin seçimi iki ayrı aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada,

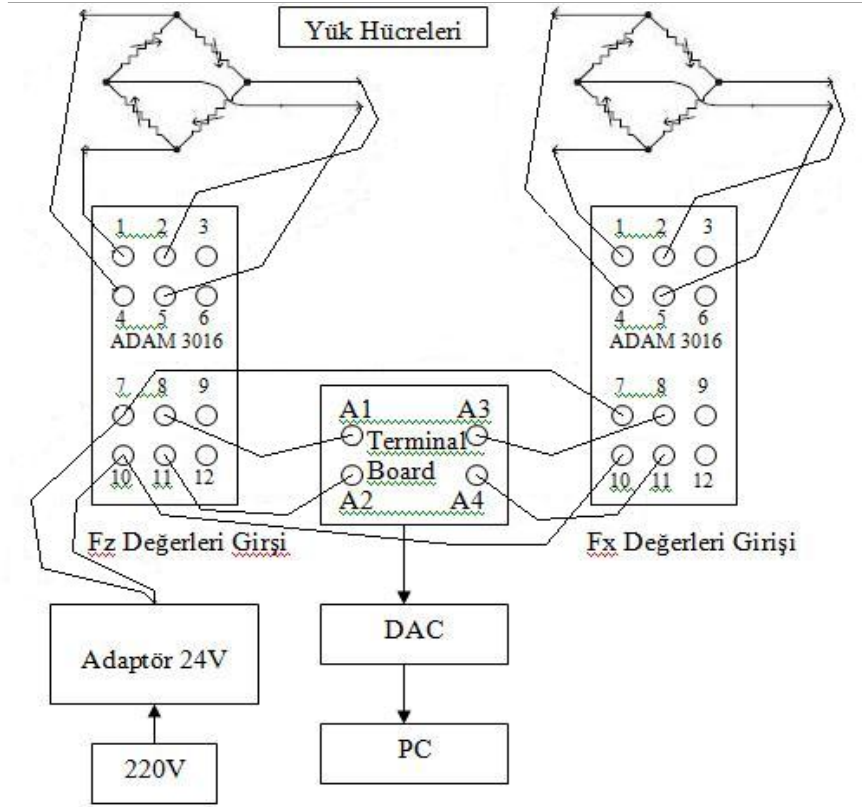
universal freze tezgâhında frezelenen iş parçasının rijit bir şekilde bağlanabilmesini sağlayan ve çalışma ortamından etkilenmeden çalışabilecek yük hücresi (Load Cell) seçimi yapılmıştır. İkinci aşamada ise, deney düzeneği universal freze tezgâhının tablasına paralel ve rijit olarak bağlanmıştır. Seçim yapılırken ilk önce kesme kuvvetlerinin yönleri (F_z ve F_x), sonra bu yönlere dik olarak yük hücrelerinin bağlantı konumları belirlenmiştir. Teğetsel kuvvetin (F_x) yük hücresine paralel şekilde bağlanan iş parçasında oluşan dik kuvvetten (F_z) etkilenmeden ölçülebilmesi için, iş parçasının bağlandığı parçanın tabanı ve üst kızakla arasındaki boşluk makaralı rulmanlarla yataklanarak oluşacak sürtünme kuvvetleri en aza düşürülmeye çalışılmıştır. Deneylerde kullanılan dinamometre ve deney düzeneği Şekil 2’de verilmiştir. Deney düzeneğinin temel çalışma mantığı, frezeleme işlemi esnasında meydana gelen kesme kuvvetlerini yük hücrelerindeki yer değiştirmeler yardımıyla belirlemektir. Bu işlem, uygulanan kuvvetin etkisiyle iş parçasının bağlandığı yük hücresinde oluşan yer değiştirmelerin oluşturduğu elektriksel gerilimin volt cinsinden bilgisayar ortamında ölçülmesi ile yapılmıştır. Bu ölçümün yapılması için hazırlanan veri akış şeması Şekil 3’de verilmiştir.

Tablo 2. Kesici takım ve takım tutucu özellikleri

Kesici Takım				Takım Tutucu		
Çap Ölçüsü (mm)	Genişlik (mm)	Diş Sayısı	Delik Çapı (mm)	Şaft Çapı (mm)	Şaft Boyu (mm)	Konik Ölçüsü (Mors)
125	3	100	22	22	200	7

Şekil 2. Deneş düzeneği



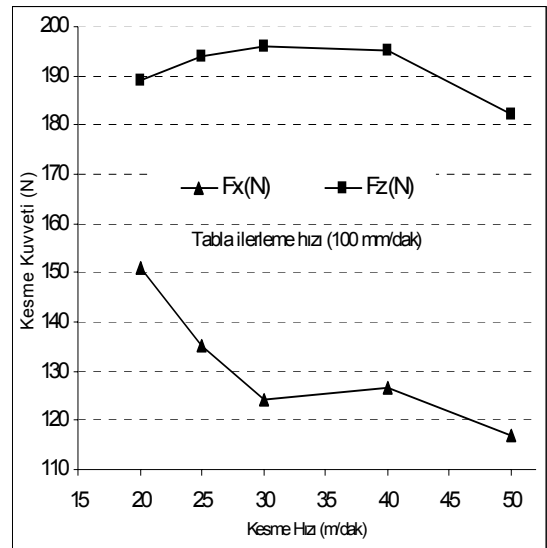
Şekil 3. Veri akış şeması

Yüzey pürüzlülük değerlerinin ölçümü için MAHR-Perthometer marka M1 model yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı kullanılmıştır. Her yeni deneyin başlangıcında kanal frezeleme işleminin yapıldığı yüzeyler üzerinde gerçekleştirilen yüzey pürüzlülük değeri (R_a) ölçümleri iş parçası üzerinde açılan kanal doğrultusuna paralel olacak şekilde ve her yüzeyde 3 ölçüme yapılmış ve bu değerlerin aritmetik ortalaması o deneyin ortalama yüzey pürüzlülük değeri (R_a) olarak kabul edilmiştir.

3. DENEYSEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA

3.1. Kesme Kuvvetleri

DIN 1.2344 sıcak iş takım çeliğinin, beş farklı kesme hızı (20, 25, 30, 40 ve 50 m/dak) ile beş farklı tabla ilerleme hızı (20, 40, 63, 80 ve 100 mm/dak) ve 1 mm talaş derinliğinde yapılan deneylerde elde edilen kesme kuvvetleri (F_x ve F_z) değişimi Şekil 4’de verilmiştir.



Şekil 4. Kesme hızı ve kesme kuvvetleri ilişkisi (Tabla hızı=100 mm/dak).

Kesme hızının artmasıyla F_x kesme kuvvetlerinde kesme hızına bağlı olarak düşme görülmüştür. En büyük F_x kesme kuvveti en düşük kesme hızında (20 mm/dak) 150 N, en düşük F_x kesme kuvveti 50 m/dak kesme hızında 117,6 N olmuştur. Kesme hızının artmasıyla kesme kuvvetlerinin düşüşü kısmen

kesici takım talaş yüzeyinde takım-talaş temas uzunluğunun azalması ve kısmen de artan kesme hızı sonucu kesme bölgesindeki sıcaklığın artmasıyla, takım talaş yüzeyindeki akma bölgesinde yapışan malzemenin kayma dayanımının azalmasıyla açıklanabilir [15].

Kesme hızının artmasıyla (25–40 m/dak) Fz kesme kuvvetlerinde 5-10 N artmış ancak kesme hızının daha da artırılmasıyla (50 m/dak) Fz kesme kuvvetinde 12 N'luk bir azalma görülmüştür.

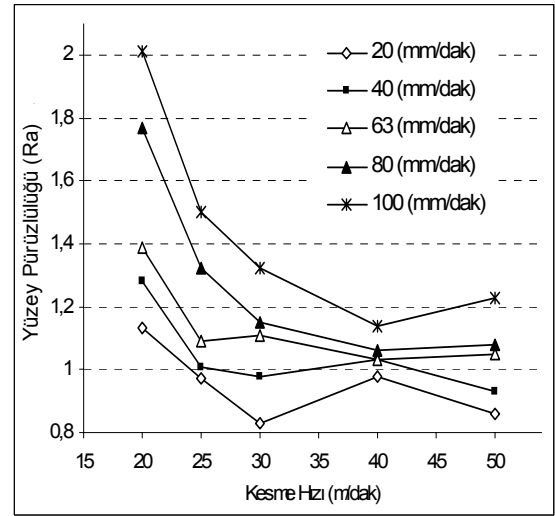
Düşey yöndeki oluşan kesme kuvvetleri (Fz), yatay yöndeki kesme kuvvetlere (Fx) göre daha yüksek olmuştur. Düşey yönde oluşan kesme kuvvetlerinin (Fz), yatay yöndeki oluşan kuvvetlere oranla yaklaşık %50 daha fazla olmuştur. Düşey yöne kesme kuvvetlerinin yüksek oluşmasının nedeni, frezeleme işleminin aynı yönlü frezeleme olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü zıt yönlü frezeleme işlemlerinde Fz kuvveti negatif (-) değerde çıktığı için deneyler aynı yönlü yapılmıştır. Aynı yönlü frezeleme işleminde, kesici takım işlenen iş parçasına batarken talaş kesiti en büyük değerdedir. Ayrıca aynı yönlü frezeleme işleminde, işlenen iş parçasının yüzeyinin sertliğinden (iş parçası yüzeyindeki oksit veya işleme esnasında oluşan deformasyonlarda kaynaklanan) dolayı kesici takım iş parçasına batmaktan zorlanacak ve kesme kuvvetini artmasına neden olacaktır.

3.2. Yüzey Pürüzlülüğü

DIN 1.2344 sıcak iş takım çeliğinin, beş farklı kesme hızı (20, 25, 30, 40 ve 50 m/dak) ile beş farklı tabla ilerleme hızı (20, 40, 63, 80 ve 100 mm/dak) ve 1 mm talaş derinliğinde yapılan deneylerde elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) Şekil 5 ve Şekil 6'da verilmiştir.

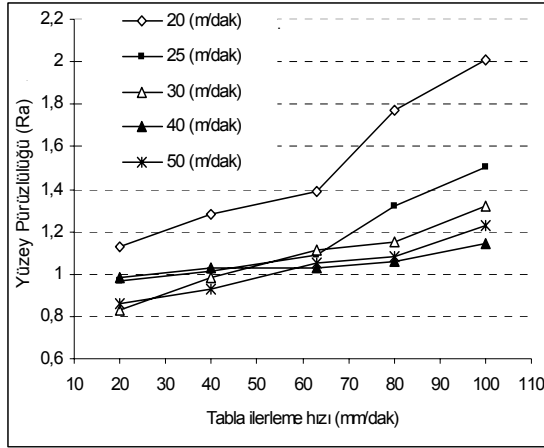
Beş farklı tabla ilerlemesinde (20, 40, 63, 80 ve 100 mm/dak) yapılan deneylerde, kesme hızının artmasıyla (30 m/dak kesme hızına kadar) yüzey pürüzlülük değerlerinde yaklaşık % 40-50 oranda düşme görülmüştür. Kesme hızının daha da artmasıyla (40 m/dak) yüzey pürüzlülük değerleri, tabla hızı 63 mm/dak, 80 mm/dak ve 100 mm/dak olan deneylerde yüzey pürüzlülük değerleri bir miktar daha düşmüştür. Ancak tabla hızı 20 mm/dak, 40 mm/dak olan deneylerde yüzey pürüzlülük değerleri bir miktar artmıştır.

En düşük yüzey pürüzlülük değeri (0.83 μm), 30 m/dak kesme hızında ve 20 mm/dak tabla ilerleme hızında elde edilmiştir. En büyük yüzey pürüzlülük değeri (2.01 μm) 20 m/dak kesme hızında ve 100 mm/dak tabla ilerleme hızında oluşmuştur. Yapılan tüm deneylerde en yüksek yüzey pürüzlülüğü değerleri en düşük kesme hızında (20 m/dak) oluşmuştur. Düşük kesme hızlarında yüzey pürüzlülüğünün yüksek çıkması BUE oluşumu ile açıklanabilir [12].



Şekil 5. Farlı tabla hızlarında, kesme hızı-yüzey pürüzlülüğü değeri ilişkisi

Yapılan deneylerde tabla ilerleme hızının yüzey pürüzlülüğü değerleri üzerinde büyük etkisinin olduğu görülmüştür (Şekil 6). Tabla hızı ilerleme hızı arttıkça yüzey pürüzlülük değerleri de artmıştır. En düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri, bütün deneylerde en düşük tabla hızında (20 mm/dak) oluşmuştur. En büyük yüzey pürüzlülük değerleri en yüksek tabla ilerleme hızında (100 mm/dak) oluşmuştur.



Şekil 6. Farlı kesme hızlarında, tabla hızı-yüzey pürüzlülüğü değeri ilişkisi.

Kesme hızı 20 m/dak olan deneylerde tabla ilerleme hızının artmasıyla yüzey pürüzlülük değerleri yaklaşık %100 artmıştır. Diğer kesme hızlarında (25, 30, ve 40 m/dak) tabla hızının artmasıyla yüzey pürüzlülük değerleri yaklaşık %50 artmıştır. Tabla hızının artmasıyla yüzey pürüzlülük değerindeki en düşük artış en yüksek kesme hızında %30 artmıştır.

Kesme işlemi için en uygun yüzey pürüzlülük değerleri 25, 30, 40 ve 50 m/dak kesme hızında ve 20, 40 ve 63 mm/dak tabla hızında olduğu düşünülmektedir (Şekil 6).

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada DIN 1.2344 sıcak iş takım çeliği, beş farklı kesme hızında, beş farklı tabla ilerleme hızında ve 1 mm talaş derinliğinde testere freze çakısıyla işlenmiştir. Kullanılan kesme parametrelerinin, oluşan kesme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülükleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Yapılan bu çalışmalardan aşağıdaki sonuçlar çıkarılmıştır.

- Kesme hızının artmasıyla F_x kesme kuvvetlerinde kesme hızına bağlı olarak düşmüştür.
- En büyük F_x kesme kuvveti en düşük kesme hızında (20 mm/dk) 150 N, en düşük F_x kesme kuvveti 50 m/dk kesme hızında 117,6 N olmuştur.
- Düşey yönde oluşan kesme kuvvetlerinin (F_z), yatay yöndeki oluşan kuvvetlerine (F_x) oranla yaklaşık %50 daha fazla oluşmuştur
- Kesme hızının artmasıyla (30 m/dak kesme hızına kadar) yüzey pürüzlülük değerlerinde yaklaşık % 40-50 miktarda düşme görülmüştür.

- En düşük yüzey pürüzlülük değeri ($0.83 \mu\text{m}$), 30 m/dak kesme hızında ve 20 mm/dak tabla ilerleme hızında elde edilmiştir.
- En büyük yüzey pürüzlülük değeri ($2.01 \mu\text{m}$) 20 m/dak kesme hızında ve 100 mm/dak tabla ilerleme hızında oluşmuştur.
- Yapılan tüm deneylerde en yüksek yüzey pürüzlülüğü değerleri en düşük kesme hızında (20 m/dak) oluşmuştur.
- Tabla ilerleme hızının yüzey pürüzlülüğü değerleri üzerinde büyük etkisinin olduğu görülmüştür.
- Kesme hızı 20 m/dak olan deneylerde tabla ilerleme hızının artmasıyla yüzey pürüzlülük değerleri yaklaşık %100 artmıştır.
- 25, 30, ve 40 m/dak tabla hızının artmasıyla yüzey pürüzlülük değerleri yaklaşık %50 artmıştır.

KAYNAKLAR

1. İpekçioğlu, N., Frezecilik, Devlet Kitapları Basımevi, 546 sayfa, Ankara, (1984).
2. Çakır, M.C., Modern Talaşlı İmalat Yöntemleri, Vipaş A.Ş., 535 sayfa, Bursa, (2000).
3. Şahin, Y., Talaş Kaldırma Prensipleri Cilt-1, Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti., 562 sayfa, Ankara, (2000).
4. Bradbury, S.R., Lewis, D.B., ve Sarwar, M., "The Effect Of Product Quality On The Integrity Of Advanced Surface Engineering Treatments Applied To High Speed Steel Circular Saw Blades", Journal of Surface and Coatings Technology, 85, 215-220, (1996).
5. Sarwar, M., Bradbury, S.R., ve Lewis, D.B., "Optimizing The Performance Of High Speed Steel Circular Saw Blades Machining Cupro 107, Inconel 600L And Nimonic PK31 Nickel Based Alloys", Journal of Materials Science, 31, 3613-3616, (1996).
6. Lewis, D.B., Bradbury, S.R., ve Sarwar, M., "Effect Of Substrate Surface Preparation On The Performance And Life Of Tin-Coated High Speed Steel Circular Saw Blades", Surface and Coatings Technology, 82, 187-192, (1996).
7. Bradbury, S.R., ve Lewis, D.B., "Comparison Of The Performance And Wear Characteristics Of High-Speed Steel Circular Saw Blades Machining Nimonic PK31, AISI O1 Tool Steel, Inconel 600L, And AISI 1018 Carbon Steel", Journal of Materials Science, 35, 1511-1524, (2000).

8. Qian, L., Robiul Hossan, M., "Effect on cutting force in turning hardened tool steels with cubic boron nitride inserts", *Journal of Materials Processing Technology*, 191, 274-278 (2007).
9. Gérard Poulachon, B. P., Bandyopadhyay, I. S., Pheulpin, S., "The influence of the microstructure of hardened tool steel workpiece on the wear of PCBN cutting tools", *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 43, 139-144, (2003).
10. Gérard Poulachon, B. P., Bandyopadhyay, I. S., Pheulpin, S., "Wear behavior of CBN tools while turning various hardened steels", *Wear*, 256, 302-310, (2004)
11. Isik Y., "Investigating the machinability of tool steels in turning operations", *Materials & Design*, 28, 1417-1424, (2007).
12. Badbury, S.R., ve Huyanan, T., "Challenges Facing Surface Engineering Technologies In The Cutting Tool Industry", *Vacuum*, 56, 173-177, (2000).
13. Bradbury, S.R., Lewis, D.B., ve Sarwar, M., "Assessment Of Enhancing The Performance And Wear Characteristics Of High Speed Steel Circular Saw Blades Through Ion Implantation", *Surface And Coatings Technology* , 82, 193-198 , (1996),
14. Bradbury, S.R., Lewis, D.B., ve Sarwar, M., "Analysis Of The Wear And Failure Mechanisms That Develop In High Speed Steel Circular Saw Blades When Machining Nickel-Based Alloys", *Wear*, 197, 74-81, (1996).
15. Trent EM., *Metal Cutting*, Butterworths Pres, London, (1989).