

HIZ ÇELİĞİ TAKIMLAR İÇİN KESME PARAMETRELERİNİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİLERİNİN DENEYSSEL OLARAK İNCELENMESİ

Yahya IŞIK* ve M. Cemal ÇAKIR**

*Uludağ Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Bursa

**Uludağ Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Bursa

ÖZET

Talaşlı imalat işlemlerinde en önemli husus işlemin mümkün olan en düşük maliyetle, istenilen kalitede gerçekleşmesidir. Bu çalışmada talaş kaldırma işlemlerinde yüzey pürüzlülüğünün önceden tahmin edilebilmesi amacı ile ilerleme, kesme hızı ve talaş derinliğine bağlı olan bir model geliştirilmiştir. Takım çeliklerinin (sıcak iş, soğuk iş, kalıp) yüzey pürüzlülüğünün önceden tahmini için kurulan bu model ile belirli kesme parametreleri (V,f,a) için yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerini önceden tahmin etmek mümkün olabilmektedir. Teorik olarak bulunan yüzey pürüzlülüğü değerleri deneysel sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Teorik sonuçlar ve deneysel sonuçlar arasında uygunluk olduğu görülmüştür. Deneysel sonuçlarda, yüzey pürüzlülüğü üzerine, ilerleme ve talaş derinliğinin olumsuz, köşe radyüsünün artmasının ise olumlu etki yaptığı gözlenmiştir. Çalışma yüzey pürüzlülüğünün ancak ince tornalama işlemlerinde bir önem arzemesi nedeniyle ince tornalama için geçerli kesme parametreleri kullanılarak yapılmıştır. Çalışmada hız çeliği için geçerli kesme hızlarında çalışılması nedeniyle kesme hızının yüzey pürüzlülüğü üzerinde herhangi bir etkisi tespit edilememiştir.

Anahtar Kelimeler: Yüzey pürüzlülüğü, Kesme parametreleri, İlerleme oranı, uç radyüsü

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF CUTTING PARAMETERS ONTO THE SURFACE ROUGHNESS IN TURNING OPERATIONS FOR HSS TOOLS

ABSTRACT

The surface roughness has been identified as one of the most undesirable characteristic of the machining operations. The influence on the surface roughness, R_a , from a variation of the following three parameters was studied: the feed rate, the cutting speed and the depth of cut. The effects of these cutting parameters onto the surface roughness have been investigated by forming a mathematical model of the relation between the cutting parameters and the surface roughness. For the experiments three sets of tool material-workpiece material combinations were used. The mathematical model that describes the surface roughness equation has been established from experimental data. This technique allows the best set of machining parameters to be determined in order to estimate the coefficients of the surface roughness. The performance of the model has been tested for different cutting conditions. The experimental results showed that the model was successful in predicting of the surface roughness. The predicting values are very close to the actual measured ones for the cutting conditions. The roughness increased with an increasing feed rate and the depth of cut and decreasing tool radius. Since the cutting speed values for HSS tools are not high enough, the surface roughness seemed to be independent of the cutting speed for the given cutting conditions.

Key Words: surface roughness, cutting parameters, feed rate, tool radius

1. GİRİŞ

Üretilen bir makine elemanının fonksiyonunu yerine getirebilmesinde yüzey kalitesinin önemi büyüktür. Elemanın düz yüzeylilik veya yuvarlaklık gibi özelliklerinin yanı sıra işleme yöntemine bağlı olarak, yüzeyin mikro yapısına da dikkat edilmesi gerekir. Tornalama işleminde uygun kesme parametrelerinin seçimi sayesinde arzu edilen yüzey kalitesinin sağlanması mümkündür. Örneğin sert parçalarının tornalanmasında, CBN kesici takımlarla, yüksek kesme hızlarında taşlama işlemine yakın veya daha iyi yüzey kalitesi elde edilebilmektedir.

Talaşlı imalat işlemlerinde en önemli husus, işlemin mümkün olan en düşük maliyetle, arzu edilen kalitede gerçekleşmesidir. Makine sanayinde kullanılan parçaların büyük bir çoğunluğu tornalama işlemleri ile imal edilmiş parçalardır. Tornalama sonucu elde edilmiş parçaların kalitesi toplam ürün kalitesini etkileyen bir faktördür, dolayısıyla bu tür parçalarda kalite seviyesini yükseltmek zorunlu hale gelmiştir. İyi işlenebilir bir malzemenin kısa sürede, yüksek talaş hacmiyle işlenmesi ve yeni oluşan yüzeyin kaliteli olması beklenir. Aynı zamanda takım malzemesinin, işleme esnasında az aşınması ve böylece uzun ömürlü olması gerekir.

Talaşlı imalat alanında en ekonomik imalat ve en ideal takım ömrü için en uygun kesme parametrelerinin belirlenmesi amaçlanır. Tamamıyla takım-iş parçası malzemesi çiftine, kesme koşullarına, takım tezgahına, kesici takıma bağımlı olan bu işlem, son derece zordur. Son yıllarda, kesici takım teknolojilerindeki gelişmeler sonucunda, kaplamalı kesici takımlar talaşlı imalat işlemlerine gerek takım ömrü, gerek işleme zamanı, gerekse işlem kalitesi açısından önemli katkılarda bulunmuşlardır. Bu tip kaplamalarla ulaşılan yüksek sertlik, yüksek aşınma ve korozyon direnci nedeniyle kaplamalı takımlar çok geniş uygulama alanları bulmuşlardır.

1.1. Tornalama İşlemlerinde Yüzey Pürüzlülüğünün İncelenmesi

Modern talaş kaldırma yöntemlerinde teknolojinin gelişmesi ile birlikte boyutsal tamlığın yanı sıra yüzey kalitesi de önemli bir unsur olarak ortaya çıkmıştır. Birbirleriyle çalışan yüzeylerin, hatta birbirleriyle hiç ilişkisi olmayan yüzeylerin yüzey kalitelerinin değerlendirilmesine, yüzey pürüzlülüklerinin ölçülmesine ihtiyaç duyulmuştur. Yüzey kalitesine ilişkin özelliklerin tasarımcılar tarafından kolayca anlaşılır şekilde belirtilebilmesi için sayısal metodlar geliştirilmiştir.

Gülyaz, Abişev ve Kılıç [1] tarafından yapılan çalışmada, yüzey pürüzlülüğünün tahmini için "Cevap Yüzey Yöntemi" kullanılarak deneyler yapılmış ve deneylerin sonucuna göre yüzey pürüzlülüğünü yaklaşık olarak tahmin edecek model oluşturulmuştur. Rahman [2] tarafından yapılan bir çalışmada kesme kuvvetlerini, iş parçasının yatay ve düşey eğilmesi ile gürültü düzeyini göz önünde tutarak salgı başlangıcını tanımlayacak bir metod geliştirilmiştir. Salgı titreşimi, talaş kaldırma işleminde istenmeyen ve daima yüzey pürüzlülüğünü, ölçü hassasiyetini, kesici takım ve tezgah ömrünü etkileyen bir faktördür. Çalışmada yüzey pürüzlülüğü, kesme anında oluşan gürültü düzeyi ve iş parçasının yatay eğilmesi karşılaştırılmıştır.

Talaş kaldırma işleminde dik ve eğik talaş kaldırma işlemlerinde kesme kuvvetleri ve takım geometrisi ile elde edilen yüzey kalitesi arasındaki ilişkiler Montgomery ve Atlantis [3] tarafından incelenmiştir. Tornalama işlemlerinde farklı kesme hızı, ilerleme, takım geometrisi ve talaş derinliklerinde elde edilen yüzeyler, profilmetre ile ölçülmüş, elde edilen veriler bilgisayara aktarılmıştır. Oluşturulan veri tabanında, her 0,01mm için 1000 ölçüm alınmıştır. 10 mm uzunluğundaki yüzey profilinde, minimum ve maksimum değerlerin analizi yapılmıştır. Kesme kuvvetlerinin yüzey profili üzerine etkileri K. S. Moon [4] tarafından incelenmiştir. Yüzey pürüzlülüğü normalde ilerleme ve takım köşe radyüsünün bir fonksiyonudur. Diğer kesme parametreleri (ilerleme, talaş derinliği, köşe radyüsü) sabit tutulduğunda, kesme hızının artması ile birlikte yüzey pürüzlülüğünde iyileşmeler gözlenmektedir.

Özçatalbaş [5] tarafından yapılan bir çalışmada, SAE 8620 çeliğinin tornalanması sırasındaki talaş oluşum mekanizması ve oluşan talaş morfolojisinin yüzey pürüzlülüğü, kesme kuvvetleri gibi işleme özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Sıcak haddelenmiş çeliğin normalleştirilme ve tavlama ısıl işlemleri ile mekanik özellikleri değiştirilmiştir. Değişik mekanik özelliklere sahip numunelerin düşük ve yüksek kesme hızlarında tornalanması sırasında bir ani durdurma aparatı kullanılarak talaş kökü numuneleri çıkartılmıştır. Bu numunelerin metalografik muayeneleri yapılmış ve talaş morfolojileri incelenmiştir. Malzemenin artan sertlik ve çekme dayanımının, talaş yığılması (BUE) oluşumunu azalttığı gözlenmiştir. Buna bağlı olarak yığma talaş boyutlarındaki değişimin yüzey pürüzlülüğünü ve kesme kuvvetlerini önemli bir şekilde etkilediği tespit edilmiştir.

Nalbant ve Korkut [6] tarafından gerçekleştirilen diğer bir çalışmada ise Ç1030, Ç1060 ve bu malzemelerin normalizasyon işlemine tabi tutulmuş olanları (NÇ1030 ve NÇ1060) üzerinde kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğüne olan etkileri araştırılmıştır. Deneysel olarak ilerleme sabit tutularak kesme hızı, takım-iş parçası malzemesi değişken parametre olarak alınmış ve bu parametrelerin yüzey pürüzlülüğüne olan etkileri tespit edilmeye çalışılmıştır.

2. YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ

Talaş kaldırma işleminin amacı, parçalara sadece bir şekil vermek değil, bunları geometri, boyut ve yüzey bakımından parça resminde gösterilen belirli bir doğruluk derecesine göre imal etmektir. Buna işlem kalitesi denilmektedir. Parçanın geometri, boyut ve yüzey doğruluğunu kapsayan işleme kalitesi, günümüzde talaş kaldırma işleminin en önemli özelliğidir. Boyut kalitesi, parçanın gerçek boyutları arasında müsaade edilen sapmalardır. Bu sapmalar boyut toleransları ile ifade edilirler. Boyut toleransları imalat kalitesine ve boyutun büyüklüğüne göre tayin edilir. Geometri kalitesi, müsaade edilen şekil ve konum sapmalarını içerir. Bunlar ideal silindirik şekle göre sapmalar, ideal yüzeye göre sapmalar ve eksenel sapmalar olmak üzere üç gruba ayrılır.

2.1. Tornalama İşleminde Kesme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkileri

İşleme kalitesini etkileyen faktörler dört grupta incelenir.

- Takım tezgahına ait sapmalar; tezgahın kinematik mekanizmasındaki mevcut olan hataların etkisinden, ana mil ile kızak yüzeylerinin paralel olmamasından, tezgahın tüm mekanizmaları ve yataklama sistemlerindeki mevcut olan sapmalar ve boşlukların etkisinden, gövde ve ana milin yeterince rijit olmamasından dolayı oluşur.
- Takım sistemine ait hatalar; ana elemanların imalat hatalarından, tertibatın yeteri kadar rijit olmamasından, ana elemanlarda oluşan aşınmalardan kaynaklanır.
- Takım sistemine ait hatalar; takımın konum bakımından hatalı bir şekilde tutturulmasından, kesme kuvvetlerinin etkisi altında şekil değiştirilmelerinin oluşması ve takımın aşınmasından kaynaklanır.
- Ortamın etkisi altında meydana gelen hatalar; sıcaklığın oluşturduğu şekil değiştirmeleri ve diğer tezgahlardan gelen titreşimlerden kaynaklanır.

Yüzey pürüzlülüğüne etki eden faktörler;

- İlerleme, kesme hızı, talaş derinliği
- Kesici takım geometrisi
- Kesici uç üzerine talaşın yapışması
- Takım ve iş parçasının elastik deformasyonu
- Takım ve iş parçası arasındaki titreşim
- Kesme kenarının pürüzlülüğü, birinci ve ikinci kesme kenarında oluşan izler ve aşınma
- İş parçasının talaş kaldırılan yüzeyinden, 100 µm'lık derinlikteki fiziksel ve kimyasal özellikler.
- Talaşın plastik akışı.

2.2. İlerleme ve Köşe Radyüsünün Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Teorik maksimum yüzey pürüzlülüğü değeri (R_t) daha yüksek kesme hızları ve daha pozitif bir kesme geometrisi kullanılarak azaltılabilir. Şekil 2'de teorik yüzey pürüzlülüğü (R_t) değerinin ilerleme hızı (f) ve köşe radyüsüne bağlı (r_ϵ) (veya kesici uç çapına) değişimi görülmektedir. R_t yüzey pürüzlülüğü aşağıdaki gibi ifade edilmektedir [7,8,9].

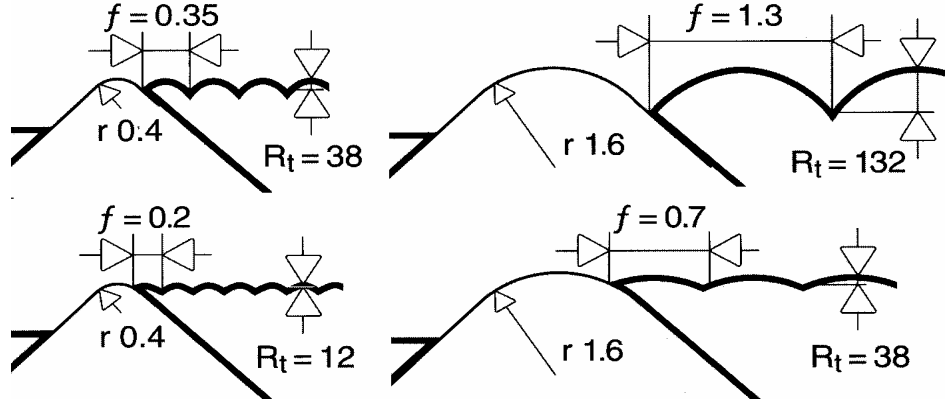
$$R_t = \frac{f^2}{8 * r_\epsilon} * 1000 \quad (1)$$

Şekil 2 ve formül (1)'de görüldüğü gibi daha büyük bir köşe radyüsü, aynı yüzey pürüzlülüğü değeri için daha büyük ilerleme değeriyle çalışma olanağı sağlar. İlerleme ve köşe radyüsüne bağlı olarak yüzey pürüzlülüğünün aritmetik ortalaması olarak adlandırılan (R_a) değeri ise

$$R_a = \frac{0,321 * f^2}{r_E} \quad (2)$$

olarak ifade edilebilir [10].

Yukarıda belirtildiği gibi kesme hızı, ilerleme ve köşe radyüsü yüzey kalitesine etki eden ana faktörleri oluşturmaktadır. Kesme hızının artırılmasının talaşın yapışmasına, titreşime ve aşınmaya olan etkisinden dolayı ikinci dereceden bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir [11].



Şekil 2. İlerleme ve köşe radyüsünün yüzey kalitesi üzerindeki etkileri

2.3. Kesici Takım Aşınmasının Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Talaş kaldırma işleminde takım aşınması izlenmesi gereken parametrelerden biridir. Serbest yüzey aşınması üretilen parçanın çapını ve yüzey kalitesini doğrudan etkiler. Takım aşınmasının belirlenmesinde en belli başlı amaç, üretime ara verilmeden aşınmanın tespit edilebilmesidir. Bu amaçla modern üretim tezgahlarında adaptif denetim mekanizmaları geliştirilmiştir. Otomatik talaş kaldırma işlemlerinde kesici takımın ömrünü tamamlamadan önce değiştirilmesi gerekir. Aksi takdirde üretim devam etmesine rağmen, üretilen parçaların tolerans değerleri uygun olmayacaktır. Kesici uçta ve serbest yüzeyde oluşan aşınmalar yüzey kalitesinde bozulmalara neden olacağı gibi, üretimin kesici takım değiştirilmeden devam ettirilmesi üretim ve takım maliyetlerini artıracaktır [12].

2.4. Kesme Kuvvetlerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkileri

Talaş kaldırma sırasında meydana gelen dirençleri yenmek için gerekli talaş kaldırma kuvveti; F_s kesme kuvveti, F_r radyal kuvvet ve F_v ilerleme kuvveti olmak üzere üç bileşene ayrılır. Talaş kaldırma sırasında kesme kuvvetleri gerek takım, gerekse parça üzerinde bir takım şekil değiştirmelere neden olarak takım-parça konumunu değiştirirler ve işleme kalitesini etkilerler. Esasen parça-takım-tezgah zinciri esnek bir sistemdir. Dolayısıyla talaş kaldırma sırasında kesme kuvvetinin değişken olmasından dolayı titreşimler meydana gelebilir. Bu titreşimlerin şiddetli olması durumunda kötü bir yüzey kalitesine neden olan tırlama olayı oluşur.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Matematiksel Model

Kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri konusunda birçok teorik formül geliştirilmiştir. Ancak bu gibi teorik bağıntılar ile yalnızca oluşması düşünülen ideal geometriye göre yüzey pürüzlülüğü hesapları yapılabilmektedir [13]. Bu formüllerle işlem öncesi verilen kesme faktörlerine göre tahmin yapılamamaktadır. Bu nedenle tahmin için araştırmaların büyük bir çoğunluğu, deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen modellerin kullanımının daha uygun olduğu görüşündedir. Bu çalışmada; kesme faktörleri ilerleme, kesme hızı ve pasoya bağlı olarak bir model oluşturulmaya çalışılmıştır. Yüzey pürüzlülüğünü etkileyen kesme faktörlerine bağlı denklem aşağıda belirtilmiştir [14].

$$R_a = c_1 * f^{c_2} * V^{c_3} * a^{c_4} \quad (3)$$

Bu eşitlikte;

R_a : Yüzey pürüzlülük değeri [μm],

V : Kesme hızı [m/dak.],
 f : İlerleme [mm/dak.],
 a : Talaş derinliği [mm],
 C_2, C_3, C_4 : Faktör üsleri,
 C_1 : Diğer parametrelerin sisteme etkiye sabitesidir.

Matematiksel ifade, nonlinear formdadır. Bu denklemi lineer formda ifade edebilmek için denklemin her iki tarafının logaritması alınır. Deneysel hataların (ϵ) hesaplanması çok güç olduğundan, hatalar dikkate alınmadan logaritması alınmış denklem aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$\ln R_a = \ln c_1 * \ln f^{c_2} * \ln V^{c_3} * \ln a^{c_4} \quad (4)$$

$$\ln R_a = \ln c_1 + c_2 * \ln f + c_3 * \ln V + c_4 * \ln a$$

Denklemleri matris formuna dönüştürecek olursak;

$$\begin{bmatrix} \ln R_1 \\ \ln R_2 \\ \ln R_3 \\ \ln R_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \ln f_1 & \ln V_1 & \ln a_1 \\ 1 & \ln f_2 & \ln V_2 & \ln a_2 \\ 1 & \ln f_3 & \ln V_3 & \ln a_3 \\ 1 & \ln f_4 & \ln V_4 & \ln a_4 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \ln c_1 \\ c_2 \\ c_3 \\ c_4 \end{bmatrix}$$

$$Y = X * B, \quad B = (X^T * X)^{-1} * X^T * Y \quad \text{ve}$$

$$B = [X * X^T]^{-1} * [X]^T * [Y]$$

Denklemlerinin çözümü ile bulunan katsayı (C_1) ve üs (C_2, C_3, C_4) değerleri, Tablo.1'de görülmektedir.

3.2. Yüzey Pürüzlülüğü Deneyleri

Yüzey pürüzlülüğünün matematiksel ifadesinde deneylerden elde edilen veriler kullanılmıştır. Bu çalışmada kesme faktörleri, ilerleme, kesme hızı ve pasoya bağlı bir model oluşturulmuştur. Genelde operatörlerin kontrolündeki bu faktörler matematiksel modeller aracılığı ile imalat mühendisleri tarafından daha optimum olarak belirlenir. Bunun sonucunda üretimde zaman ve ekonomik olarak azalmalar oluşacaktır [15,16].

Talaş kaldırma işlemleri sırasında deneylerin özelliğine göre belirli aralıklarla kesme işlemi durdurulmuş ve 20 mm uzunluğunda kesilen numuneler ile yüzey pürüzlülüğü ölçümü yapılmıştır. Yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesinde Surtonic 3+ ölçme cihazı kullanılmıştır. Deney numunelerinde 5 farklı noktadan ölçülen değerlerin ortalaması R_a olarak belirlenmiştir [17].

3.2.1. İş Parçası Malzemesinin Özellikleri

İş parçası malzemesi olarak endüstride pres kalıpları, pafta, kılavuz, rayba, makas, plastik kalıpları, ölçü ve kontrol aletleri, masterlar vb. makine elemanlarının üretiminde yaygın olarak kullanılan ve soğuk iş takım çeliklerinden biri olan AISI O2 (1.2842), civata ve somun üretiminde kullanılan ve sıcak iş takım çeliklerinden biri olan ve kalıp çeliklerinden biri olan AISI 420 (1.2083) kullanılmıştır. İş parçaları $\varnothing 60 \times 340$ mm uzunluğunda olup ayna-punta arasına bağlanmıştır. Deneylerde kullanılan torna tezgahında güç: 5,5 KW, devir sayısı aralığı: 90-2500 d/dk., ilerleme: 0,03-0,25 mm/dev. dir. Soğutma sıvısı kullanılmamıştır.

3.2.2. Deney Sonuçları

Yüzey pürüzlülüğü deneyleri üç değişik iş parçası malzemesi için (sıcak iş, soğuk iş ve kalıp çelikleri) yapılmıştır. Deneylerde farklı kesme parametrelerinin kullanılmasına özen gösterilmiştir. Matematiksel ifade ile katsayı ve üs değerlerinin bulunmasında aşağıdaki yol izlenmiştir :

1. Belirlenen f, V, a değerlerinde iş parçası işlenmiştir ve elde edilen R_a değeri ölçülmüştür.
2. Aynı iş parçası farklı f, V, a değerlerinde işlenmiş ve işlemler sonunda R_a değerleri ölçülmüştür. C_1, C_2, C_3, C_4 'e bağlı 4 denklem elde edilmiştir.
3. Denklem takımı çözülüp C_1, C_2, C_3, C_4 katsayı ve üs değerleri bulunmuştur.
4. Yüzey pürüzlülüğünün önceden tahmini için kurulan bu modelin doğruluğunun kontrolü için aynı (v, f, a) kesme parametrelerinde elde edilen R_a değerleri karşılaştırılmıştır.
5. Bu yöntem ile belirli kesme parametrelerinin (V, f, a) kullanılması ile elde edilebilecek yüzey pürüzlülüğü (R_a) önceden tahmin edilebilmektedir.

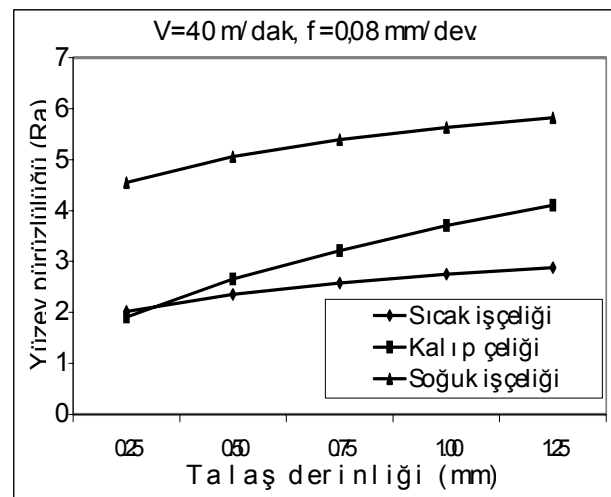
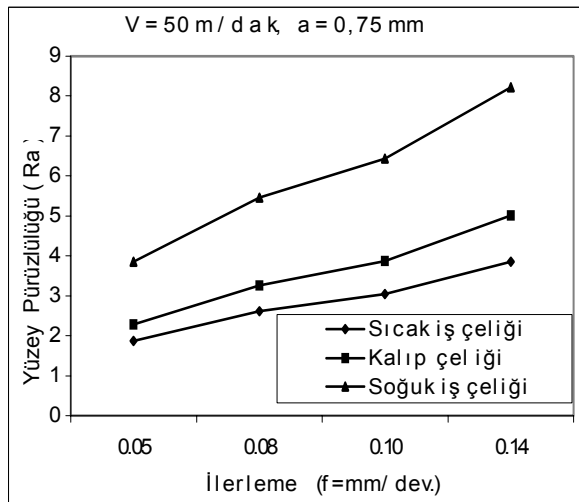
HSS takım kullanılarak sıcak iş, soğuk iş ve kalıp çelikleri ile yapılan deneylerde elde edilen katsayı ve üs değerleri Tablo 1'de görülmektedir. Matematiksel ifade sonucu bulunan katsayılar belirli takım-iş parçası çiftinde optimum yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesinde veya tahmini üretim analizlerinin yapılabilmesi amacıyla kullanılabilirler. Deneylerde elde edilen katsayı ve üs değerlerinin doğruluğunu kontrol etmek amacıyla teorik olarak bulunan yüzey pürüzlülüğü, belirli kesme hızı, ilerleme ve talaş derinliği için deneysel olarak elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır (Tablo 2). Farklı iş parçası malzemeleri için Şekil 3'de ilerleme ve kesme hızının, Şekil 4'de talaş derinliğinin yüzey pürüzlülüğüne etkileri gösterilmiştir. Şekil 5 ve Şekil 6'da ise kesme parametrelerine göre yüzey pürüzlülüğünün değişimi tek bir grafik üzerinde gösterilmiştir.

Tablo. 1. Farklı gereçler için katsayı ve üs değerleri

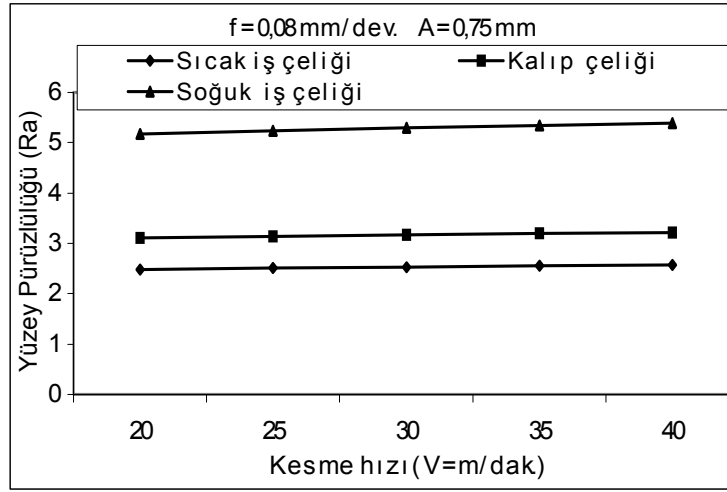
ADI	GEREÇ	TAKIM	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
Sıcak iş takım çeliği	AISI H10 (1.2365)	HSS	13	0,6998	0,0576	0,2240
Soğuk iş takım çeliği	AISI O2 (1.2842)	HSS	29	0,7347	0,0587	0,1542
Kalıp çeliği	AISI 420 (1.2083)	HSS	21	0,7658	0,0534	0,4756

Tablo. 2. Farklı kesme parametrelerinde deneysel ve teorik (R_a) Yüzey Pürüzlülüğü

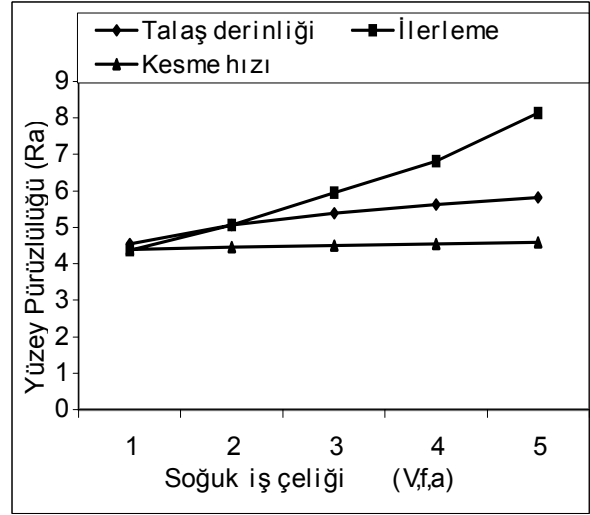
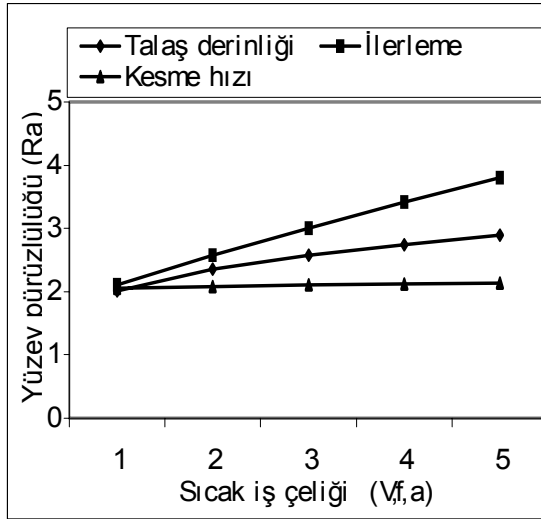
Deney No	GEREÇ	Kesme hızı (V) m/dk.	İlerleme (f) mm/d	Talaş derinliği (a) mm	R _a (µm)	
					Deneysel	Teorik
01	Sıcak iş çeliği	74,00	0,12	0,35	3,80	2,98
02		48,00	0,08	0,55	2,80	2,42
03		44,00	0,20	0,85	4,80	5,05
04		30,00	0,25	1,00	5,20	5,99
05	Soğuk iş çeliği	41,00	0,10	0,25	5,30	5,38
06		28,00	0,08	0,55	5,00	5,03
07		27,00	0,20	0,95	11,00	10,70
08		60,00	0,05	1,25	4,20	4,23
09	Kalıp çeliği	60,00	0,05	0,35	1,60	1,60
10		42,00	0,08	1,10	3,80	3,88
11		41,00	0,10	0,20	2,00	2,04
12		30,00	0,16	0,60	4,80	4,85



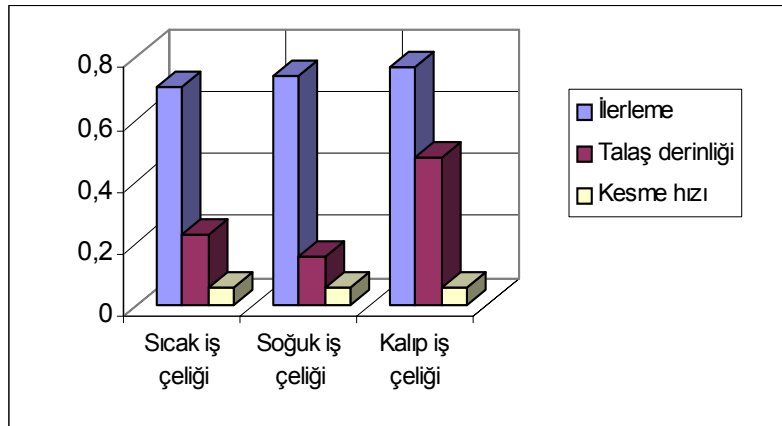
Şekil 3. Farklı ilerleme ve talaş derinliklerinde yüzey pürüzlülüğünün değişimi (takım:HSS)



Şekil 4. Farklı kesme hızlarında yüzey pürüzlülüğünün değişimi (takım: HSS)



Şekil 5. Kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğüne etkileri (takım: HSS)



Şekil 6. Kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğüne etkileri

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Talaş kaldırma işlemlerinde yüzey pürüzlülüğü ile kesme parametreleri arasındaki mevcut bağıntıların kullanılması ile katsayı ve üs değerlerinin elde edildiği bir model oluşturulmuştur. Takım çeliklerinin HSS takımlar ile talaşlı imalatında yüzey pürüzlülüğünün önceden tahmini için kurulan bu model sayesinde belirli kesme parametreleri için (V,f,a) elde edilen yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerini önceden tahmin etmek mümkün olabilmektedir. Bu yöntemde farklı kesici takımlar ve malzemeler için katsayı ve üs değerleri bulunmuştur. Deneysel olarak elde edilen katsayı ve üs değerlerinin doğruluğunu kontrol etmek amacıyla teorik olarak bulunan yüzey pürüzlülüğü, belirli kesme hızı, ilerleme ve talaş derinliği için deneysel olarak elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Teorik ve deneysel verilerin analizinden elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir:

- Tornalama işlemlerinde yüzey pürüzlülüğü üzerinde en büyük etkiyi ilerleme hızı (f), sonra talaş derinliği (a) ve en az etkiyi kesme hızı (V) yapmaktadır. İlerleme ve talaş derinliğinin artması yüzey pürüzlülüğünü olumsuz yönde etkilemektedir. Kesme hızının etkisi hız çelikleri için geçerli kesme hızı aralığında çalışılması nedeniyle diğer parametrelere göre ihmal edilebilecek düzeydedir.
- Oluşturulan matematiksel model sayesinde istenilen yüzey kalitesini sağlayacak optimum kesme parametrelerini önceden tahmin etmek mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Gülyaz, H. A., Abişev, Kılıç, S. E., "60HRC Sertliğindeki Karbonlu Çeliklerin CBN ile Taşlama Kalitesinde İnce Tornalanmasında Oluşan Yüzey Pürüzlülüğünün Tahminin İçin Model Oluşturulması", 7. Uluslararası Makine Tasarımı ve İmalat Kongresi, Sayfa 213, ODTÜ, ANKARA, 1996.
2. Rahman, M., "In- Process Detection of Chatter Threshold ", Journal of Engineering for Industry, Vol. 110, pp. 44-50, 1988.
3. Montgomery, D., Altıntaş, Y. "Mechanism of Cutting Force and Surface Generation in Dynamic end Milling", ASME, Journal of Engineering for Industry, Vol, 113.
4. Moon, K., S., Sutherland, J., W., "The Origin and Interpretation of Spatial Frequencies in a Turned Surface Profile", ASME, Journal of Engineering for Industry, Vol, 116., pp.340-346.
5. Özçatalbaş, Y., "Düşük Alaşımli Çelikte Yığıntı Talaş Oluşumunun İşleme Özelliklerine etkisi", 8. Uluslararası Makine Tasarım ve İmalat Kongresi, Sayfa 25, ODTÜ, ANKARA, 1998.
6. Korucu, S., Nalbant, M., Korkut, İ., "Ç1030 ve Ç1060 Malzemelerin Hidrolik Kopya Aparatı İle İşlenerek Yüzey Pürüzlülüğünün İncelenmesi", 7. Uluslararası Makine Tasarım ve İmalat Kongresi, Sayfa 1999, ODTÜ, ANKARA,1996.
7. Akkurt, M., "Talaş Kaldırma Yöntemleri ve Takım Tezgahları" Birsen Yayınevi, İstanbul, 1998.
8. Gerling, H., Laengenprüftechnik in der Fertigung, Georg Westermann Verlag, Braunschweig, 1969.
9. Umdurck zum Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik, Universitaet Karlsruhe, 1981.
10. Boothroyd, G., Fundamentals of Metal Machining and Machine Tools, Mc Graw-Hill, International Edition, 1987.
11. Kandemir, K., Özdemir, A., "Seramik kesici Uçlarla Tornalamada Taşlama Kalitesinde Yüzey Elde Edilme Şartları", Teknoloji, s.125, 1999.
12. Choudhury, S. K., Appa Rao, I. V. K., "Optimization of Cutting Parameters for Maximizing Tool Life", Machine Tools & Manufacture, pp.343-353, 1998.
13. Boothroyd, G., Fundamentals of Metal Matching and Machine Tools, McGraw-Hill Book Comp., Tokyo, 1975.
14. Ünüvar, A., "Sıcak Talaşlı İşlemede Yüzey Pürüzlülüğü Denkleminin Matematik Modelle Tayini", 3.Ulusal Makine Tasarım ve İmalat Kongresi Bilidiri Kitabı", Ankara, s.389-396, 21-23 Eylül 1988.
15. Yao, Y., Fang, X.D., "Modeling of Multi variate Time Series for Tool Wear Estimation in Finish-Turning", International Journal Machining Tool Manufacturing, Cilt 4, Sayı 32, s.495-414, 1992.
16. Karabay, M., Yavuz, M., "CNC'li Tornalamada, Yüzey Pürüzlülüğü Bağıntıları İçin Bir Çalışma", 5. Ulusal Makine Tasarım ve İmalat Kongresi Bilidiri Kitabı, Ankara, s.163-169, 16-18 Eylül 1992.
17. Işık, Y., "Takım Ömrü Süresince Kesici Takım Davranışlarının İncelenmesi ve Kırılma Anının Önceden Tahmini İçin Bir Erken Uyarı Modelinin Geliştirilmesi", U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 2001.