

XCrNi18-8 Paslanmaz çeliğin kimyasal işlenmesi

Orhan ÇAKIR*, **Mahsum BAL**, **Ekrem TÜZÜN**, **Veysi TOPRAK**, **Metin DİREK**,
Mehmet ARIĞTEKİN

Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, 21280, Diyarbakır

Özet

Geleneksel olmayan imalat yöntemlerinden bir tanesi olan kimyasal işleme yöntemi uygun kimyasal aşındırıcı içerisinde malzemenin kontrollü olarak aşındırılarak şekillendirilmesi olarak tanımlanabilir. Yöntem her türlü malzemenin işlenmesinde rahatlıkla uygulanmakta ve yaygın olarak uçak, elektronik ve medikal endüstrilerinde hassas ve karmaşık şekilli parçaların imalatında kullanılmaktadır. Mikro işleme yöntemi olarak da kullanılabilen kimyasal işleme yöntemi mikro elektro-mekanik sistemler için mikron boyutunda parçaların imalatında da kullanılabilir.

Bu çalışmada, X5CrNi18-8 paslanmaz çeliğinin kimyasal işlenmesi konusu deneysel olarak araştırılmıştır. Mühendislik uygulamalarında yaygın olarak kullanılan paslanmaz çeliğin kimyasal işlenmesi için demir klorür ($FeCl_3$) kimyasal aşındırıcısı kullanılmıştır. Daldırma metodu ile kimyasal işleme yönteminde belirlenen işleme parametreleri kimyasal aşındırıcının yoğunluğu ve kimyasal işleme sıcaklığıdır. Bu amaçla 28°Bé, 32°Bé ve 36°Bé kimyasal aşındırıcı yoğunlukları seçilmiş; kimyasal işleme sıcaklıkları olarak 30 °C, 50 °C ve 70 °C kabul edilmiştir. Kullanılan kimyasal işleme sıcaklıklarından 70 °C deneysel çalışmalarda ilk defa kullanılmıştır. Belirlenen işleme parametrelerinin aşındırma miktarı ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri araştırılmıştır.

Yapılan deneysel çalışma sonucunda 32°Bé yoğunluklu $FeCl_3$ çözeltisinin işleme derinliği ve yüzey pürüzlülüğü açısından uygun olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kimyasal işleme sırasında seçilen işleme sıcaklığının artması ile işleme derinliğinin arttığı görülmüştür. Yüzey kalitesi açısından kullanılan her üç aşındırıcı yoğunluğu da benzer sonuçlar vermiştir. Yüksek işleme sıcaklıklarında yüzey pürüzlülüğü değerlerinin azaldığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Kimyasal işleme, paslanmaz çelik, kimyasal aşındırıcı*

*Yazışmaların yapılacağı yazar: Orhan ÇAKIR. ocakir@dicle.edu.tr; Tel: (412) 248 84 02 (3545)

Chemical machining of XCrNi18-8 stainless steel

Extended abstract

Chemical machining is applied in many manufacturing industries such as electronics, aerospace, medical and automotive to etch, cut or engrave metal plates. The process relies on controlled corrosion of workpiece material in acidic or alkaline etchant. The process is also called in different names like chemical etching, etching, chemical milling, wet etching in literature. It can be used to shape steel titanium, nickel, copper and its alloy, aluminium and its alloys and every kind of materials to manufacture stencils, brake motor, fuel cell, printed circuit boards, plates, stamping dies, signs, jewelry, plaques, printing plates etc. The process is known with different names in literature such as chemical milling, etching, chemical etching, wet etching etc.

The history of chemical machining goes back to Ancient Egypt, it was used to produce jewelry from copper with citric acid solution. Development of electronics industry made the process more attractive, because high precision and small parts were heavily required. Main industrial application of chemical machining started in 1950's, the process was used to etch aluminium parts for aircrafts and rockets. Nowadays, chemical machining is used as micromachining in the production of micro electro-mechanic system part as well.

The major advantage of chemical machining is producing high precision parts in a short machining time with low production cost. The process does not require special tooling. Moreover, the product parts are burr free. However, chemical machining is not environmentally friendly machining process because of hazardous effects of etchants on environment. This problem is almost overcome by using regeneration of waste etchant and recovery of etched material. The most suitable system is combination of regeneration and recovery simultaneously.

The main parameter of chemical machining is the selection of suitable etchant for workpiece material. Various chemical etchants can be named for this purpose. Ferric chloride ($FeCl_3$) etchant is commonly used for iron based alloys, copper and aluminium. This etchant is called "universal

etchant" due to wide application in chemical machining. Copper chloride and alkaline etchants are widely used for copper etching in electronics industry.

Stainless steel is commonly etched with $FeCl_3$ etchant solution. Various studies have been carried out to investigate etching performance of this material. These studies concluded that $FeCl_3$ etchant is the most suitable etchant solution for chemical machining of stainless steel. The etchant concentration should be around 36-42°Bé at 50 °C etching temperature. The additions of some additives such as hydrochloric acid, also improves etching performance in chemical etching of stainless steel. However, there are still some problems about chemical machining of this material such as the real influence of etchant concentration and etching temperature on etch rate and surface roughness.

The purpose of this study is to investigate the chemical machining behaviour of XCrNi18-8 stainless steel with $FeCl_3$ etchant solution. Three etchant concentrations 28°Bé, 32°Bé ve 36°Bé of $FeCl_3$ were selected. The other parameter was etching temperature, values of 30°C, 50°C and 70°C were applied for experimental study. The effects of selected chemical machining parameters on etch rate and surface roughness were experimentally investigated.

The experimental study was carried out in a beaker as immersion etching method. The prepared etchant solution was placed on hot plate with magnetic stirrer and etching temperature was kept $\pm 2^\circ C$. The total etching time was 15 mins and each measurements of thickness and surface roughness were taken every 5 mins. It was concluded that etchant concentration is important factor on etch rate and surface roughness. 32°Bé of $FeCl_3$ etchant produced better etch rate in comparison to 28 and 36°Bé etchant concentrations. Moreover, etching temperature was effective parameter, lower etching temperature (30°C) provided high surface roughness. The use of higher etching temperature gave better surface quality.

Keywords: Chemical machining, Stainless steel, Etchant

Giriş

Geleneksel olmayan imalat yöntemlerinden bir tanesi olan kimyasal işleme yöntemi, kimyasal aşındırıcı olarak adlandırılan asidik veya alkalın çözelti ortamında işlenecek malzemenin kontrollü olarak korozyona uğratarak şekillendirilmesi olarak tanımlanabilir. Geleneksel imalat yöntemleri ile elde edilemeyen şekiller ve yüksek hassasiyet gerektiren parçaların imalatında ve geleneksel yöntemlerle işlenmesi zor veya ekonomik olmayan malzemelerin şekillendirilmesinde tercih edilir. Bu işleme yönteminde her türlü ince malzemenin şekillendirilmesi mümkündür. Kimyasal işleme yöntemi ile elde edilen parçalar uçak, elektronik, otomotiv ve medikal endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bazı parçaların imalatında vazgeçilmez yöntem olarak kullanılan kimyasal işleme yöntemi, ayrıca mikro işleme yöntemi olarak da kullanılmaktadır. Mikro elektro-mekanik sistem (MEMS) parçalarının imalatında da kullanılmaktadır. Kimyasal işleme, kimyasal frezeleme (chemical milling), ıslak aşındırma (wet etching), aşındırma (etching) gibi literatürde çeşitli isimlerle de adlandırılmaktadır [Van Deusen, 1958; Dini, 1984; Rajurkar 1992; Erden, 1996; Çakır, 2001; Çakır, vd. 2007].

Kimyasal işleme yönteminin tarihi çok eskilere gitmektedir. Eski Mısır'da, bakırdan imal edilen mücevherlerin yapımında kullanıldığı belirtilmektedir [Haris, 1976]. Bu tarih, yöntemi "en eski geleneksel olmayan imalat yöntemi" olarak tanımlanmasına neden olmaktadır. Benzer şekilde "en eski mikro işleme tekniği" olarak da tanımlanabilir. Yöntemin gelişimine özellikle 18. ve 19. yüzyılda kimya endüstrisindeki gelişmeler etki etmiş, yeni kimyasal aşındırıcıların kullanımı ile daha geniş malzeme grubu için uygulanmasına yol açmıştır. 1920-1930'lu yıllarda elektronik endüstrisinin ihtiyaç duyduğu parçaların imalatında kullanıldığı bilinen kimyasal işleme yöntemi üzerinde, 1950'li yıllarda endüstriyel kullanımı açısından daha büyük etkilerin olduğu gözlemlenmiştir. Kimyasal işleme yönteminin daha sonraki yıllardaki gelişimi, özellikle mikroişleme teknolojisindeki gelişimlerle

beraber olmuştur. Mikron boyutundaki parçaların imalatının söz konusu olduğu durumlarda, kimyasal işleme yönteminin de kullanıldığı bilinmektedir [Çakır, 2001; Çakır vd., 2007; Madou, 2002].

Günümüzde kimyasal işleme yönteminin yaygın olarak kullanılmasının nedenleri, yöntemin sunduğu avantajlardan kaynaklanmaktadır. Bu avantajlar aşağıda belirtildiği gibi sıralanabilir [Çakır 2001; Çakır vd., 2007]:

- a. İşlenen malzemenin mekanik ve kimyasal özellikleri önemli değildir.
- b. Karmaşık şekilli parçaların imalatı mümkündür.
- c. Çok ince parçaların işlenmesi mümkündür.
- d. Her türlü malzemenin şekillendirilmesi mümkündür.
- e. Çok dar toleranslarda parça imalatı mümkündür.
- f. İşlenen parçalarda dinamik veya ısı etkisi olmamaktadır.
- g. İşlenen yüzeylerde çapak oluşumu yoktur.
- h. Parçanın tasarımından imalatının sonuna kadar geçen süre, diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında daha kısadır.
- i. Toplam maliyet düşüktür.

Kimyasal işleme yönteminin avantajlarının yanında bazı olumsuz noktaları da vardır. Bunlar [Çakır 2001; Çakır vd., 2007]:

- a. İşlenen parçalarda keskin köşe elde etmek zordur.
- b. Kalın parçaların işlenmesi zordur. Bu değer çelik malzemeler için en fazla 2 mm parça kalınlığı, bakır için ise en fazla 6 mm olmaktadır.
- c. İşlenen parçadaki yüzey pürüzlülüğü değeri, malzemenin tane yapısı ile ilgilidir.
- d. Kullanılan kimyasal aşındırıcılar çalışanlar ve çevre için tehlikelidir. Kullanılmış kimyasal aşındırıcının kimyasal işlemler sonucunda başlangıçtaki durumuna getirilmesi, toplam maliyet üzerinde olumsuz etki yapmaktadır.
- e. İşleme maliyeti, istenen parça hassasiyeti ile birlikte artar.

f. Çok büyük boyutlu parçaların işlenmesi zordur.

Herhangi bir malzemenin kimyasal olarak işlenmesinde en etkili parametre uygun kimyasal aşındırıcının belirlenmesidir.

Kimyasal işleme yönteminin kullanımının hızlı bir şekilde artması nedeniyle bu konuda yapılan çalışmalar da artmaktadır. Bu çalışmanın amaçlarından bir tanesi de kimyasal işleme konusunda yapılan Türkçe kaynaklı çalışmaların azlığından kaynaklanan bilgi eksikliğinin giderilmesidir.

DeneySEL olarak yapılan bu çalışmada malzeme olarak XCrNi18-8 paslanmaz çelik seçilmiştir ve FeCl₃ kimyasal aşındırıcısı kullanılarak kimyasal işleme yöntemi ile işlenmiştir. Seçilen kimyasal aşındırıcının farklı yoğunluk ve aşındırma sıcaklıkları işlem parametreleri olarak ele alınmıştır. Özellikle işleme sıcaklıkları açısından bu çalışmanın önemi; daha yüksek aşındırma sıcaklığının malzemenin kimyasal işlenmesi üzerindeki etkisi de ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Paslanmaz Çeliğin Kimyasal İşlenmesi

Paslanmaz çelikler çok çeşitli özelliklere sahip, kullanım alanı yaygın olan mühendislik malzemeleridir. Bu malzemelerin kimyasal işlenmesi de bazı çalışmalar konu olmuştur. Sınırlı sayıda bu çalışmalar püskürtme tipi kimyasal aşındırma işlemi ile yapılmıştır. Bununla birlikte son yıllarda daldırma yöntemi ile yapılan çalışmalar da söz konusudur [Allen ve Li, 1988; Allen vd., 1981; Ueda, 1988; Visser, 1987; Tehrani ve İmanian, 2004; Çakır vd., 2005; Çakır 2008]:

Bu çalışmaların ortak özelliği, kimyasal aşındırıcı olarak FeCl₃ çözeltisinin kullanılmasıdır. FeCl₃ kimyasal aşındırıcısı, demir kökenli malzemelerin kimyasal işlenmesinde kullanılan en yaygın kimyasal çözeltilerdir. Bu aşındırıcı kimyasal işleme yönteminde "üniversal aşındırıcı" olarak tanımlanır ve birçok malzemenin işlenmesinde kullanılabilir. FeCl₃ Kimyasal aşındırıcının

yoğunluk değeri olarak 42-48°Be' olması önerilmektedir. Bu değerlerin kullanılması durumunda istenen veya belirlenen aşındırma miktarına ulaşmak mümkündür.

Kimyasal aşındırıcının yoğunluğunun artması ile birlikte işleme derinliği artar fakat yüzey pürüzlülüğü değerleri olumsuz etkilenmektedir. Yüksek yüzey kalitesi isteniyorsa, bu durum özellikle mikro işleme yönteminde önemlidir, kullanılan kimyasal çözeltinin düşük yoğunlukta olması önerilmektedir.

Paslanmaz çeliğin kimyasal işlenmesinde 50 °C' de fazla bir aşındırma sıcaklığı kullanılmamıştır. Bu sınır aslında kimyasal işleme yönteminin kullanıldığı püskürtme tipi aşındırma tezgahındaki parçaların, kimyasal aşındırıcıdan olumsuz etkilenmesinden kaynaklanmaktadır. Eğer kimyasal işleme yönteminin asit banyosunda yapılması durumunda, daha yüksek sıcaklıkların kullanılması bir problem oluşturmaz.

Ayrıca kimyasal işlemede kullanılan kimyasal aşındırıcı için eklenecek bir madde ve/veya çözeltiler işleme performansının olumlu etkilemektedir. Böyle bir sonuç FeCl₃ + HCl kimyasal aşındırıcı kullanım sonucunda ortaya çıkan değerle belirlenmiştir.

Paslanmaz çeliklerin kimyasal işlenmesi konusunda yapılan çalışmalarla yeni problemlerin ortaya çıktığı ve bu problemlerin çözümüne ilişkin çalışmaların yapılmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Örneğin düşük yoğunluktaki FeCl₃ kimyasal aşındırıcının performansı tam olarak bilinmemektedir. Ayrıca aşındırma sıcaklığının yüksek seçilmesi durumunda, işleme derinliği ve yüzey kalitesinin ne olacağı konusunda da bir bilgi yoktur. Bu çalışmada, yukarıda belirtilen konuların deneysel çalışması ve ortaya çıkan sonuçların değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Deneysel çalışma

X5CrNi18-8 paslanmaz çeliğin kimyasal işlenmesinin deneysel olarak incelenmesinde 1 mm kalınlığında ve 20x45 mm boyutlarında

malzemeler kesilmiştir. Deneysel çalışmada kullanılan malzemenin kimyasal içeriği % olarak 0.08 C, 2.0 Mn, 0.045 P, 0.03 S, 0.75 Si, 18-20 Cr, 8-10.5 Ni ve geri kalan Fe olarak belirtilmektedir. Malzemenin sertlik değeri 92 Rockwell (HB), akma dayanımı 210 MPa ve Kopma dayanımı 520 MPa şeklindedir.

Malzeme yüzeylerindeki kir, pas ve yağ tabakalarının temizlenmesi işlemi ultrasonik temizleyici cihazında yapılmış ve bu amaçla %1 yoğunlukta hidroklorik asit (HCl) çözeltisi hazırlanmıştır. Ultrasonik temizleme cihazına konan HCl çözeltisi 40°C sıcaklığa getirilmiş ve deney malzemeleri yaklaşık 30 dakika temizleme cihazının içinde tutulmuştur.

Kimyasal aşındırma işlemi daldırma metodu kullanılarak uygulanmış ve ısıtma cihazının kontrolü ile kimyasal aşındırıcının sıcaklığı ± 2 °C değerlerinde tutulmuştur. Her bir deney için 200 mL çözelti uygun yoğunlukta hazırlanmış ve cam kavanoz içine konarak istenen sıcaklığa getirilmiştir. Sıcaklık kaybını önlemek için cam kavanoz, su dolu daha büyük bir kavanoz içine konmuş ve sıcaklık kontrolünün daha iyi olması sağlanmıştır. Paslanmaz çeliğin kimyasal işlenmesinde kullanılan daldırma metodu deney düzeneği Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Daldırma yöntemi ile kimyasal işleme deney düzeneği

Kimyasal aşındırıcı olarak seçilen FeCl₃ aşındırıcısının yoğunluk değerleri Baumé olarak dikkate alınmıştır. Bu değer kimyasal aşındırıcısının özgül yoğunluğu ile ilgilidir. Kimyasal aşındırıcısının Baumé değeri hesaplanırken aşağıdaki denklem kullanılır:

$$^{\circ}\text{Bé} = 145 \frac{(\text{Özgül yoğunluk} - 1)}{\text{Özgül yoğunluk}}$$

Kimyasal aşındırıcının Baumé ve molarite olarak değerleri Tablo 1.’de verilmiştir.

Tablo 1. FeCl₃ kimyasal aşındırıcısının Baumé, molarite ve özgül yoğunluk değerleri

Baumé (°Bé)	Molarite (Mol)	Özgül yoğunluk
28°Bé	1.90	1.240
32°Bé	2.33	1.292
36°Bé	2.780	1.330

Deneysel çalışmada gerekli olan ölçümler için; kalınlık ölçümleri Mitutoyo mikrometresi (ölçüm hassasiyeti ± 0.001 mm değerinde) kullanılarak yapılmış, yüzey pürüzlülüğü değerleri ise Taylor-Hobson Surtronic 3+ yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazı ile yapılmıştır.

Ölçümler her 3 dakikada bir yapılmış ve toplam kimyasal işleme zamanı 15 dakika olarak belirlenmiştir. Her deneysel parça yeni hazırlanmış kimyasal çözelti ile kimyasal olarak işlenmiştir. Her deney parçasından üç ölçüm değeri alınmış ve her parametre için üç parça işlenmiştir.

Deneysel Sonuçlar ve Tartışma

Kimyasal işleme yönteminin X5CrNi18-8 paslanmaz çeliğe uygulanmasında, kimyasal aşındırıcı olarak FeCl₃ çözeltisinin kullanılması sonucu ortaya çıkan kimyasal reaksiyon ana element demire (Fe) göre aşağıdaki şekilde yazılabilir;



Kimyasal işleme sonucunda +3 değerlikli Fe atomu, indirgenerek +2 değerlikli Fe konumuna gelmektedir. Bu kimyasal reaksiyon temelde üç aşamada gerçekleşir:

1. İlk olarak $FeCl_3$ kimyasal aşındırıcının paslanmaz çelik malzemeye nüfuz etmesi
2. Daha sonra kimyasal aşındırıcının malzeme yüzeyi ile teması sonucu ortaya çıkan elektron transferi
3. Korozyona uğramış Fe ve diğer elementlerin kimyasal aşındırıcı içerisinde dağılması

DeneySEL çalışmada araştırılan ilk değer işleme derinliğidir. Farklı yoğunluktaki $FeCl_3$ kimyasal aşındırıcısının işleme zamanına bağlı olarak ortaya çıkan aşındırma derinliğinin farklı aşındırma sıcaklıklarındaki sonuçları Şekil 2 (a,b,c)'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, işleme derinliği değerinde, kimyasal aşındırıcı yoğunluğunun etkili bir faktör olduğu görülmektedir ve aşındırma zamanı arttıkça işleme derinliği de artmaktadır.

Şekil 2.'de görülmektedir ki, $FeCl_3$ kimyasal aşındırıcısının yüksek yoğunlukta kullanılması, aşındırma derinliği açısından olumlu bir sonuç ortaya koymaktadır. 28°Bé yoğunluktaki kimyasal aşındırıcısının verdiği işleme derinliği değeri, diğer yoğunluk değerlerine göre daha az çıkmıştır. Bu durum aşındırma sıcaklığının düşük tutulması durumunda daha belirgin bir konudur.

Kimyasal aşındırıcının yoğunluğunun artırılması ile (örneğin 32°Bé ve 36°Bé) işleme derinliğinde artış olmaktadır. Ayrıca aşındırma sıcaklığının yüksek tutulması durumunda işleme derinliğindeki artış daha fazla olmaktadır. Bununla birlikte, 36°Bé yoğunluklu kimyasal aşındırıcısının kullanılması durumunda, 32°Bé değerine göre işleme derinliklerinde artış olmamakta, hatta düşük aşındırma sıcaklıklarında daha düşük değerler ortaya çıkmaktadır. Yapılan deneySEL çalışma sonucunda görülmektedir ki, 32°Bé kimyasal aşındırıcı yoğunluğu ideal yoğunluk olarak

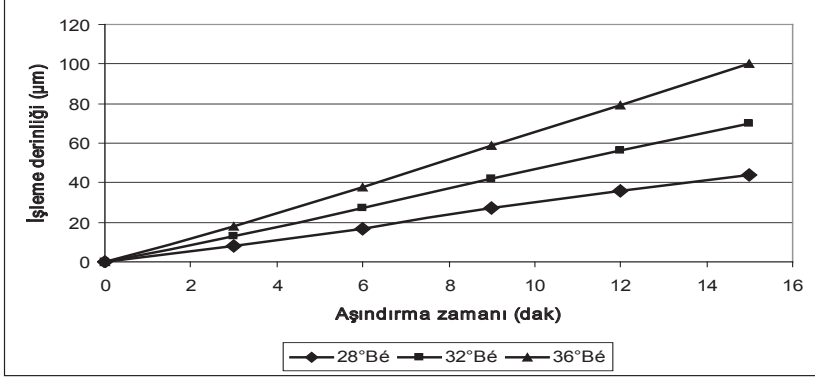
ortaya çıkmaktadır. Bu yoğunluktaki kimyasal aşındırıcının daha iyi işleme derinliği verdiği, ayrıca aşındırma sıcaklığının her üç değeri için de benzer sonuçların ortaya çıktığı görülmektedir.

Yüzey pürüzlülüğü açısından sonuçlar incelendiğinde, kullanılan kimyasal aşındırıcı yoğunluğunun yüzey kalitesi üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Bu etki ayrıca aşındırma sıcaklığının seçiminde de ortaya çıkmaktadır. Yüzey pürüzlülüğü değeri üzerinde kimyasal aşındırıcı yoğunluğunun ve aşındırma sıcaklığının etkileri Şekil 3.(a,b,c)'de gösterilmiştir.

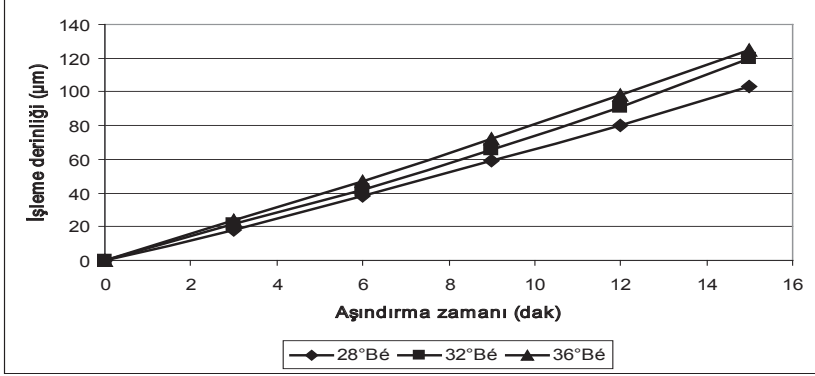
DeneySEL çalışmanın ortaya koyduğu sonuçlar genel olarak ele alındığında, paslanmaz çeliğin kimyasal işlemede aşındırma zamanının artması ile yüzey pürüzlülüğünün arttığı açık bir şekilde ortaya çıkmıştır. Bu sonuç, kimyasal aşındırıcının yoğunluğu ve aşındırma sıcaklığından bağımsız bir durumdur. Kimyasal aşındırıcının yoğunluğu açısından deneySEL sonuçların değerlendirilmesi durumunda, genel olarak 32°Bé yoğunluklu $FeCl_3$ aşındırıcısının daha iyi yüzey kalitesi verildiği görülmektedir. 28°Bé ve 36°Bé yoğunluklu kimyasal aşındırıcılar genel olarak daha kötü yüzey kalitesi vermiştir.

Aşındırma sıcaklığının yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi incelendiğinde, düşük aşındırma sıcaklığında (30°C) yüzey kalitesinin düşük kimyasal yoğunluk seçilmesi durumunda, bozulduğu görülmektedir. Aşındırma sıcaklığı arttıkça yüzey kalitesinde genel olarak azalma olduğu, bununla birlikte en yüksek aşındırma sıcaklığında (70°C) yüzey pürüzlülüğünün 50°C aşındırma sıcaklığına göre daha kötü olduğu görülmektedir.

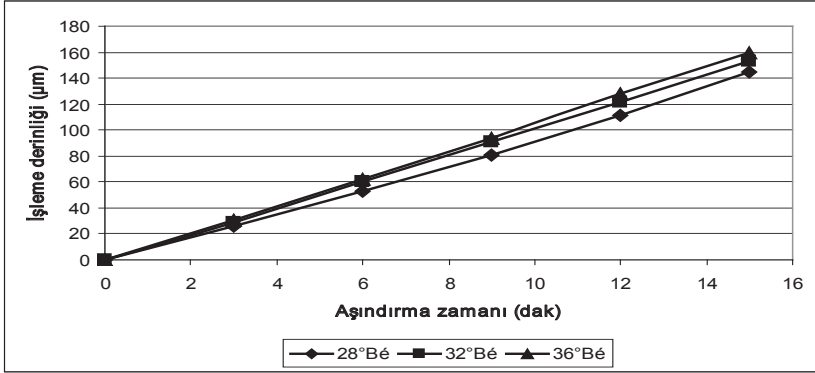
Daha iyi yüzey kalitesi istenmesi durumunda, deneySEL çalışma sonucunda ortaya çıkan sonuç, kullanılan $FeCl_3$ çözeltilisinin 32°Bé yoğunlukta ve aşındırma sıcaklığının 50°C'de olması uygun görülmektedir.



a. Aşındırma sıcaklığı: 30 °C

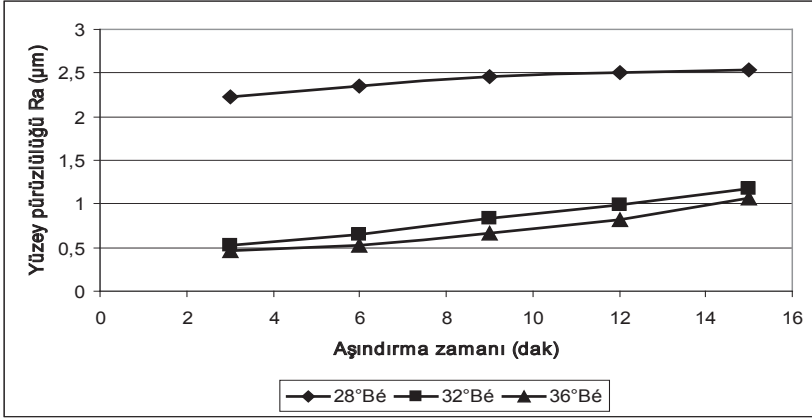


b. Aşındırma sıcaklığı: 50 °C

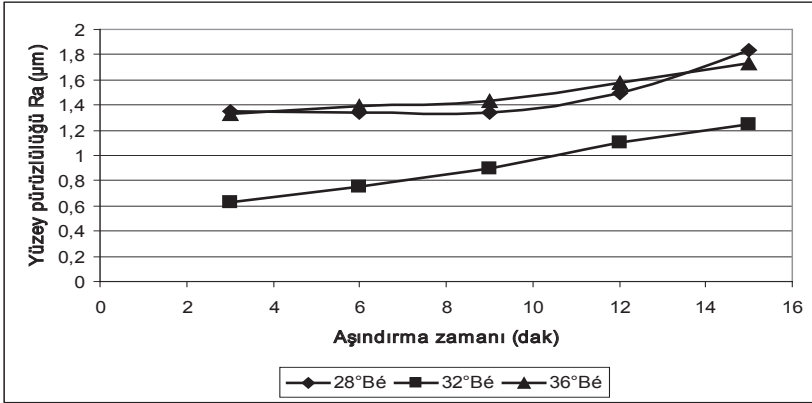


c. Aşındırma sıcaklığı: 70 °C

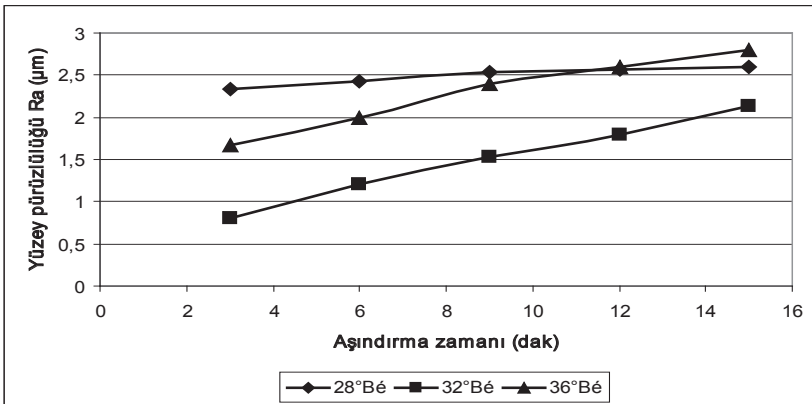
Şekil 2. Kimyasal aşındırıcı yoğunluğunun farklı aşındırma sıcaklıklarında işleme derinliği üzerindeki etkisi



a. Aşındırma sıcaklığı: 30 °C



b. Aşındırma sıcaklığı: 50 °C



c. Aşındırma sıcaklığı: 70 °C

Şekil 3. Farklı yoğunluktaki kimyasal aşındırıcının yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi

Genel Sonuçlar

X5CrNi18-8 paslanmaz çeliğin FeCl₃ kimyasal aşındırıcısı ile kimyasal işlenmesini deneysel olarak inceleyen çalışmanın sonuçları aşağıda sıralanmıştır:

1. FeCl₃ kimyasal aşındırıcısı paslanmaz çelik malzemelerin kimyasal işlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapılan deneysel çalışma sonucunda kimyasal aşındırıcının 32-36°Bé yoğunluklarında olmasının uygun olacağı görülmüştür. Bu yoğunluk değerleri, paslanmaz çeliğin kimyasal işlenmesinde en yüksek işleme derinliğinin elde edilebileceği değerlerdir. Belirlenen bu değer in daha önce yapılan çalışmalara göre farklı olduğunu belirtmek gerekir. Paslanmaz çeliğin kimyasal işlenmesinde FeCl₃ kimyasal aşındırıcısının yoğunluğunun 42-48°Bé olması tavsiye edilmektedir. Bununla birlikte yapılan bir başka çalışmada (Çakır vd 2005) ise kimyasal aşındırıcı yoğunluğunun 36°Bé olması önerilmektedir. Yapılan bu deneysel çalışma da benzer sonuçlar ortaya koymaktadır.
2. Paslanmaz çeliğin kimyasal işlenmesinde aşındırma sıcaklığının etkisi deneysel olarak ortaya konmuştur. Düşük aşındırma sıcaklıklarında (30°C) işleme derinliğinin her üç kimyasal aşındırma yoğunluğu için az olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte yüksek aşındırma sıcaklıklarının seçilmesi durumunda işleme derinliğinin arttığı ve 70°C aşındırma sıcaklığında en büyük işleme derinliğinin elde edildiği görülmüştür.
3. Yüzey pürüzlülüğü açısından deneysel sonuçlar incelendiğinde, genel olarak 32°Bé kimyasal aşındırıcı yoğunluğunun en iyi değerleri verdiği görülmüştür. Düşük kimyasal yoğunluk ve düşük aşındırma sıcaklığı değerlerinin seçilmesi durumunda yüzey kalitesinin bozulduğu ve yüzey pürüzlülüğü

değerinin arttığı belirlenmiştir. Aşındırma sıcaklığının yüzey kalitesi üzerindeki etkisi de incelendiğinde genel olarak aşındırma sıcaklığının artması ile birlikte yüzey kalitesinin azaldığı belirlenmiştir.

Teşekkür

Yazarlar, bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde maddi destek sağlayan Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dekanlığı'na ve teknik yardımları için Dr. Abdurrahman Saydut'a teşekkür ederler.

Kaynaklar

- Allen, D.M., Hegarty, A.J., Horne, D.F., (1981), "Surface textures of annealed AISI 304 stainless steel etched by aqueous ferric chloride-hydrochloric acid solutions", *Trans. Int. Met. Finish.*, **59**, 25-29
- Allen, D.M., Li, M.-L., (1988), "Etching AISI 316 stainless steel aqueous ferric chloride-hydrochloric acid solutions", *PCMI Journal*, Yaz , 4-8
- Çakır, O., (2001), "Kimyasal işleme yöntemi", *II. Makina Malzemesi ve İmalat Teknolojisi Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 7-9 Kasım 2001, Manisa, 813-819
- Çakır, O., İlgin, N., Evsen, M., (2005), "Paslanmaz çeliğin kimyasal işlenmesi", *3. Makina Tasarım ve İmalat Teknolojileri Kongresi Bildiriler Kitabı*, 16-18 Eylül 2005, Konya, 235-238
- Çakır, O., Yardımeden, A., Özben, T., (2007), "Chemical Machining", *Archives of Material Science and Engineering*, **28**, No:8, Ağustos, 499-502
- Çakır, O., (2008), "Study of etch rate and surface roughness in chemical etching of stainless steel", *Key Engineering Materials*, **364-366**, 837-842,
- Dini, J.W., (1984), "Fundamentals of chemical milling", *American Machinist* (Special Report:768), Temmuz, 113-128
- Harris, W.T., (1976), *Chemical Milling*, Oxford University Press, İngiltere
- Madou, M.J., (2002), "MEMS Fabrication", *The MEMS Handbook*, Chapter 16, (Edited by Mohamed Gad-el-Hak), CRC Press

- Rajurkar, K.P., (1992), "Nontraditional manufacturing processes", Chapter 13, *Handbook of Design, Manufacturing and Automation*, (Ed. R.C. Dorf, A. Kusrak), John Wiley & Sons Inc., New York, ABD, 211-241
- Tehrani, A.F., Imanian, E., (2004), "A new etchant for the chemical machining of St304" *Journal of Materials Processing Technology*, **149**, No:1-3, 404-408
- Ueda, R., (1989), "Chemical machining with a ferric chloride etchant", *Corrosion Engineering*, **38**, 271-282
- Van Deusen, E.L., (1958), "Chemical milling", *Scientific American*, **196**, 104-106-108, 110, 112
- Visser, A., (1987), "Spray etching of stainless steel - The dependence of stock removal rate on alloying elements and the effects of high spray jet pressures and high etchant temperatures", *PCMI Journal*, Sonbahar, 8-15