

## YÜZEY İŞLEME YÖNTEMLERİNİN SOĞUK İŞ TAKIM ÇELİĞİNİN YORULMA DAVRANIŞINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

*Mesut BAŞ\**  
*Rukiye ERTAN\*\**  
*Nurettin YAVUZ\*\**

**Özet:** Bu çalışmada, EN 90MnCrV8 (1.2842) soğuk iş takım çeliğinden üretilmiş silindirik numunelerin farklı yüzey işleme yöntemleriyle üretimi sonucunda yorulma davranışları karşılaştırılmıştır. Kullanılan yöntemler arasında talaşlı imalatın yanı sıra modern imalat yöntemlerinden elektrik deşarj metodu (EDM), kimyasal aşındırma ve kumlama gibi farklı yüzey işleme yöntemleri bulunmaktadır. Üretilen numunelerin yorulma testleri dönen eğilmeli ankastre giriş türü yorulma cihazında gerçekleştirilmiştir. Deneysel sonuçlar 1.2842 çeliğinin yorulma ömrünün yüzey işleme yöntemine bağlı olarak büyük oranda değiştiğini göstermiştir. Buna göre tornalamadan sonra yapılan EDM işleminin parçanın yorulma ömrünü azalttığı, uygulanan kumlama işlemi ile beraber yorulma ömrünün arttığı, kimyasal işlemede ise yorulma ömrünün azaldığı görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Yorulma, Elektrik deşarj metodu (EDM), Kimyasal aşındırma, Kumlama, 90MnCrV8 soğuk iş takım çeliği.

### The Analysis Of The Effect Of The Surface Processing Methods On The Fatigue Behaviour Of Cold Working Tool Steel

**Abstract:** In this study, the fatigue behaviors of the cylindrical specimens manufactured by EN 90MnCrV8 (1.2842) cold work tool steel with different surface operation methods were compared. The methods used in manufacturing are machining and modern manufacturing methods consist of electrical discharge machining (EDM), chemical etching and sandblasting methods. The fatigue test conducted on the specimens was rotating bar bending fatigue test. The experimental findings indicate that fatigue behavior of 1.2842 is strongly affected by surface processing method. According to the results it was seen that the EDM procedure performed after machining was decreased fatigue life, the fatigue life of the specimens was notably increased in sandblasting method, and the lifetime was decreased in specimens produced by chemical etching.

**Keywords:** Fatigue, Electrical discharge machining (EDM), Chemical etching, Sandblasting, 90MnCrV8 cold work tool steel.

## 1. GİRİŞ

Günümüzde artan teknolojik gelişmeler ve ihtiyaçlar ile birlikte makine imalatında kullanılan malzemeler de değişim göstermiş ve ihtiyaçları karşılayabilecek özelliklere getirilmiştir. Bu malzemelerin sert olmasının yanı sıra, üretilen parçaların şekli oldukça karmaşık ve istenilen boyutlara hassas bir şekilde getirilmesi amacıyla modern imalat yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler sayesinde geleneksel yöntemlerle işlenmesi son derece güç olan malzemeler bugün kolaylıkla işlenebilir ve hassas boyutlar sağlayabilir hale gelmiştir (Groover, 2010). Bu yöntemler arasında en çok kullanılanlar elektrik deşarj metodu (EDM), kimyasal işleme, lazer ile işleme, su jeti ile işleme, vb. sayılabilir. Her yöntemde olduğu gibi bu yöntemlerin de kendine göre avantajlarının yanı sıra dezavantajları da vardır.

\* Durmazlar Makine A.Ş., OSB 75. Yıl Bulvarı, Bursa.

\*\* Uludağ Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, 16059 Görükle, Bursa.

Önemli olan malzemeye uygun olan yöntemi belirlemek ve uygun parametrelerle işleyip optimum özellikler elde etmektir.

EDM yönteminde dielektrik sıvı içerisinde elektrik voltajına maruz kalan iki elektrot arasında bir seri tekrarlayan akım boşalımı tarafından iş parçasından talaş kaldırılmaktadır. Malzeme ile elektrot arasında oluşturulan yüksek gerilimin etkisi ile çok yüksek sıcaklıklara sahip elektriksel kıvılcım meydana getirilir. Malzeme yüzeyinde oluşturulan yüksek sıcaklık etkisiyle yüzeyden eritilerek parça (talaş) koparılmasına sebep olur. Bu yöntemde takım ve iş parçası birbirine temas etmediği için mekanik olarak kuvvet uygulama gerek yoktur (Jameson, 2001). Bu işlem parça yüzeyinde küçük çukurcukların (krater) oluşarak yüzey pürüzlülüğünün artmasına, işleme maruz kalan üst tabakanın ani ısınıp soğuması sonucunda yüksek sertlik değerlerine çıkmasına sebebiyet vermektedir (Clijsters ve diğ., 2010). Bu durum malzemenin yorulma dayanımını olumsuz etkilemekte ve malzemenin çok düşük devir sayılarında çatlak oluşumuna ve kırılmalara sebep olmaktadır. EDM sert metallerin, alaşımlı çeliklerin, uzay, havacılık ve otomotiv sektöründe, kalıp imalatında ve benzeri birçok alanda yaygın olarak kullanılan bir işlemdir. Dolayısı ile bu yöntemin kullanıldığı makine elemanlarının ömürleri önem kazanmaktadır. EDM yönteminin oluşturduğu dezavantajların ortadan kaldırılmasına yönelik bazı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan biri de, bilye bombardımanı ile kalıcı gerilmelerin oluşturularak yüzeydeki sertlik ve dayanım artırılmıştır. Temel olarak bilyeli dövme, kontrollü şartlarda iş parçası yüzeyine fırlatılan bilye tanelerinin, yüzeyde plastik deformasyon yaparak basma kalıcı gerilmeleri oluşturmak ve bu tabaka sayesinde malzeme yorulma ömründe artışlar sağlamaktır (Dülek ve diğ., 2003). Genellikle EDM sonrasında uygulanan bilye bombardımanı veya kumlama işlemi kaplama öncesi pürüzlendirme veya yüzey sonlandırma amacıyla kullanılmaktadır. Kumlama işlemi, yüksek bir hız ile parçanın yüzeyine gönderilen kumlar yüzeye çarptıklarında lokal plastik deformasyona sebep olur ve iz bırakırlar. Bazen yüzeyde bulunan oksit tabakalarının kaldırılmasında da kullanılır. Yüzey şeklini belirleyen eleman kum, sarf malzemesidir. Kullanılan kumun şekil ve boyutlarına göre parçanın yüzeyi pürüzlendirilir veya parlatılır (Yücel, 2008)

Bir başka çalışmada ise EDM ile işlenmiş yüzeyler titanyum nitrid (TiN) ile kaplanmıştır. Bu kaplama yönteminde TiN yüzeye mükemmel bir nüfuziyet ve yapışma sağladığından uygulandığı yüzeyin sertliğini artırır ve artık gerilmeleri azaltır. Ayrıca kaplama uygulaması bir miktar yüzey pürüzlülüğünü azaltır ve oluşan sert film tabakası yorulma direncini yaklaşık %10,9 ila %29,4 oranında artırır (Guu ve Hocheng, 2001).

Modern imalat yöntemlerinden bir başka yöntem olan kimyasal işlemede, yüzeyin sadece aşınması istenilen kısmı dağlanır ve diğer kısımları balmumu, boya veya polimer film (maske) gibi maddelerle korunur. Açıkta kalan yüzeylere aşındırıcı kimyasal sıvı püskürtülür veya iş parçası bu sıvı içine daldırılır. İş malzemesinin sıvı ile temas süresi işleme miktarı ve/veya derinliğini belirler. Bu yöntem daha çok karmaşık parçaların hassas işlenmesinde kullanılmaktadır. Örneğin uçak kanatlarındaki paneller, elektrik devre tahtaları, mücevherler bu yöntem ile işlenmektedir (Jain, 2002).

Bu çalışmada, öncelikle talaşlı imalat yöntemlerinden biri olan tornalama işlemi kullanılarak EN 90MnCrV8 (1.2842) soğuk iş takım çeliği silindirik numuneler üretilmiştir. Her biri 4 numuneden oluşan 4 gruba ayrılmış ve bunlardan birinci grup sadece tornalama işlemine, ikinci grup tornalama ve EDM işlemine, üçüncü grup sırasıyla tornalama, EDM ve kimyasal işleme, dördüncü grup sırasıyla tornalama, EDM ve kumlama işlemine tabi tutulmuştur. Çalışmada kullanılan 90MnCrV8 yağda sertleşebilen ve yüksek sertliğe ulaşabilen, orta alaşımlı, oldukça iyi tokluğa, aşınma direncine ve kesme yeteneğine sahip, kolay işlenebilen, ısıl işlem esnasında orta derecede boyutsal kararlılık gösteren, kesici kenarlardan parça kopmama ve dayanma gücüne sahip soğuk iş takım çeliğidir. Genel kullanım alanı oldukça geniş olan bu malzemenin her türlü soğuk sac kesme kalıpları, soğuk şekillendirme ve zımbalama kalıp-

ları, matkaplar, kılavuzlar, raybalar, ölçü aletleri, masterlar, paftalar, ahşap, kağıt, selüloz, metal ve plastik kesme makinelerinin kesici bıçakları, itici pimler, ağaç işleme takımları, derin çekme takımları, dairesel bıçaklar, plastik ve kauçuk kalıpları gibi uygulamalarda kullanılır (Ekinović ve diğ., 2005). Dolayısıyla bu malzemenin çoğunlukla gerilme ve titreşim altında çalışan makine parçaları ve yapı elemanlarında kullanıldığı görülmektedir. Tekrarlanan gerilmeler altında çalışan metalik parçalarda, gerilmeler parçanın statik dayanımından küçük olmalarına rağmen, belirli bir tekrarlanma sayısı sonunda genellikle yüzeyde bir çatlama ve bunu takip eden bir kopma olayına neden olurlar. Yorulma adı verilen bu olay ilk defa 1850 – 1860 yılları arasında Wöhler tarafından incelenmiş ve teknoloji ilerledikçe mühendislik uygulamalarında daha fazla önem kazanmıştır (Lee ve diğ., 2005).

Modern imalat yöntemleri sağladıkları avantajların yanı sıra bazı kısıtlamaları bulunmaktadır, bunların başında yorulma dayanımı gelmektedir. EDM ile işlemede yüzeyden ergitilerek yapılan malzeme transferi veya kimyasal işlemede yüzeye uygulanan çözelti, malzeme özelliklerini, yüzey pürüzlülüğünü ve dolayısıyla çentik etkisini artırarak parçanın yorulma dayanımını düşürür (Collins, 1988; Ramulu ve diğ., 2001). Bu çalışmada farklı işlem aşamalarından geçirilmiş (alışlagelmiş ve modern imalat yöntemleri) numunelerin yorulma ömürleri karşılaştırılarak farklı işlemlerin etkisi araştırılmıştır.

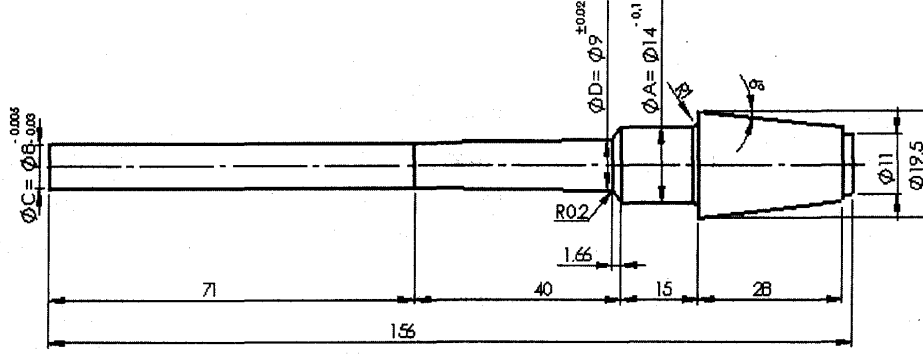
## 2. MALZEME VE ÜRETİMİ

Deneylerde iş parçası malzemesi olarak EN 90MnCrV8 (1.2842) alaşımli soğuk iş takım çeliği kullanılmıştır. Bu çeliğin kimyasal bileşimi (% kütleli) Tablo 1’de belirtilmiştir. Isıl işlem sonrası malzemenin sertliği maksimum 229 HB civarına ulaşmaktadır.

**Tablo 1. İş parçası malzemesi kimyasal bileşimi (% kütleli)**

Kimyasal bileşim	C	Si	Mn	Cr	V
% Kütleli	0.90	0.25	2.00	0.35	0.10

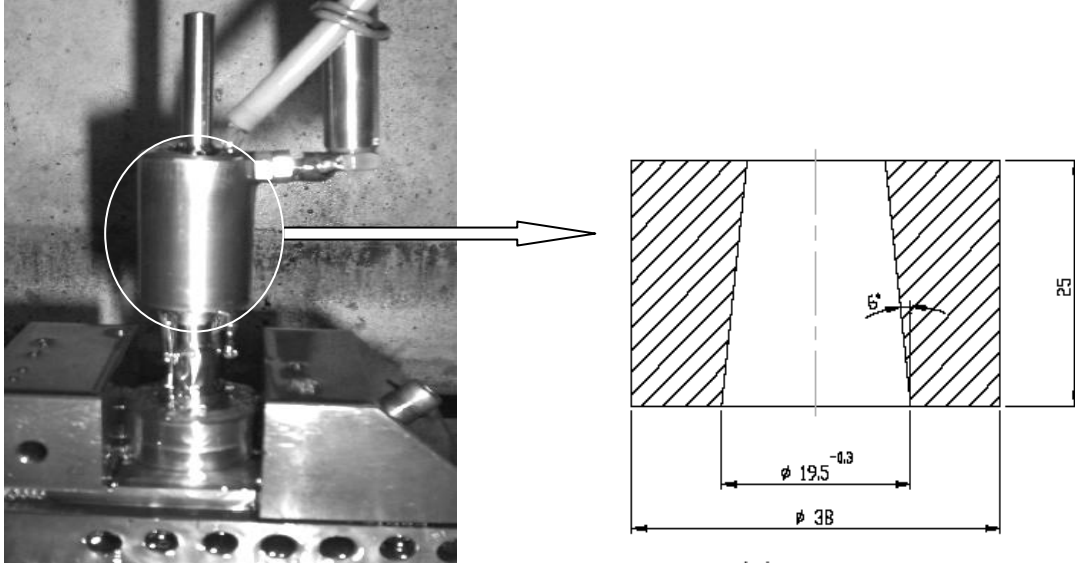
Bu çalışmada, 19,5 mm çapındaki silindirik numuneler farklı işlemlerden geçirilerek Şekil 1’de gösterilen boyutlara getirilmiştir. Parça şekli ve boyutlandırması yorulma test cihazının kapasitesi göz önünde bulundurularak yorulma testinde kullanılan numune ISO Standard 1143 Metaller – Dönen Çubuk Eğme Yorulma Deneyleri standartlarına uygun olarak seçilmiştir. Çalışmada konik bir numune seçilmesinin sebebi kolay işlenebilir olmasıdır. Bu çalışmada ilk aşamada numunelere hammadde beslemesi yapabilen otomat CNC tezgahta tek bağlamada tornalama işlemi yapılmıştır. Tornalama işleminden sonra numuneler her biri 4 numuneden oluşan 4 gruba ayrılmıştır ve bunlardan 3 grubu EDM ile işlenmiştir. Bu numunelerden bir grup numune EDM’den sonra başka bir işlem uygulanmamış, bir grup EDM işleminden sonra kimyasal işlemeye tabi tutulmuş ve son grup da EDM işleminden sonra kumlama ile hassas boyutlara getirilmiştir. Bütün gruplarda üretim sonucunda elde edilen numune boyutlarında test edilecek çapın genişliği  $\pm 0,01$  mm toleranslarla elde edilmiştir.



Şekil 1:

1.2842 soğuk iş takım çeliğinden üretilen tornalama, EDM, kimyasal işleme veya kumlamaya tabi tutulmuş numunelerin hassas boyutlardaki teknik resmi.

Kullanılan EDM tezgâhı AJAN 983 marka tezgâhtır (Şekil 2.a) ve numunelerin işlenmesi esnasında kullanılan parametreler Tablo 2’de verilmiştir. EDM işlemini gerçekleştiren bakır elektrot tel erozyon yöntemi kullanılarak numune boyutlarına uygun olarak üretilmiştir. Elektrot şekli ve boyutları Şekil 2.b’de verilmiştir. Bu sayede numune düşey ekseninde kolay bir şekilde işlenebilmiş ve bakır elektrotun yüzeyi ile eş çalışılacak yüzey kolaylıkla merkezlenmiştir.



Şekil 2:

EDM tezgahında (a) numunelerin işlenmesinde esnasında çekilen fotoğraf ve (b) bakır elektrot.

Tablo 2. Numunelerin işlenmesinde kullanılan işlem parametreleri

Maksimum anma gücü (KVA)	Ortalama akım (amper)	İşlem hızı (mm <sup>3</sup> /dak)	Yüzey pürüzlülüğü (µm)	Ortalama kıvılcım aralığı (mm)
1	6	27	6,1	0,19

EDM tezgâhında işlemi tamamlanan deney numuneleri, kumlama operasyonuna girmeden önce sadece istenilen bölgenin kumlanması için geri kalan kısımlar plastik ile kaplanmıştır (Şekil 3). Kumlama işlemi için plastik ile kaplanan bu deney numuneleri tamburlu tip kumlama makinasında 15 dakika işleme tabi tutulmuştur. Kumlama işleminin gerçekleştiği işleme parametreleri Tablo 3’de verilmiştir.



**Şekil 3:**

*Plastik kaplanmış kumlama deney numunesi.*

**Tablo 3. Kumlamanın işleme parametreleri**

Bilya standartı	Bilya çapı (mm)	Bilya sertliği (HRC)	Püskürtme hızı (m/sn)	Bilya püskürtme debisi (kg/dak)	İşlem süresi (dak)
S-280 çelik bilya	0,71	45-50	65	125	15

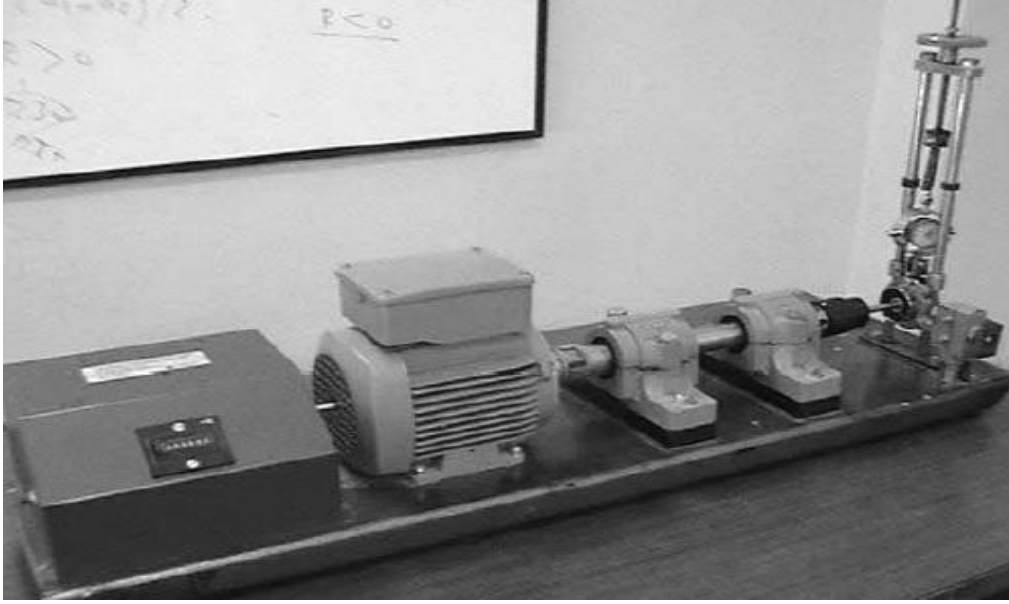
Kimyasal aşındırma için kumlama numuneleri ile aynı şartlarda EDM işleminden geçen numunelerin, asit ile aşındırmak istenen bölgeler dışındaki tüm yüzeyleri plastik ile kaplanmıştır (Şekil 3). Bu numuneler Tablo 4’de detayları verilen karışım içinde 40 dakika bekletilerek 150 mikron talaş kaldırılmıştır.

**Tablo 4. Kimyasal aşındırma sıvısı detayları**

Kimyasal cinsi	Hidroklorik asit	Nitrik asit	Su
Ölçü	200 ml	200 ml	250 ml

### 3. TESTLER

Farklı yüzey işleme teknikleriyle üretilen 3 grup numune yorulmaya karşı olan dayanımlarını karşılaştırmak amacıyla yorulma testlerine tabi tutulmuştur. Yorulma testleri, Şekil 4’de gösterilen dönen eğilmeli ankastre kiriş türü yorulma test cihazında ISO 1143 standartlarına göre ve oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Sabit gerilme değeri 200 N olarak teste tabi tutulan numunelerde kırılma gerçekleşinceye kadar devir sayısı kaydedilmiştir. Her bir deney numunesi, uygulanan yükün meydana getirdiği gerilmeler dışında deney parçası kesitinde oluşabilecek olası gerilmeleri önleyecek şekilde referans yüzeyinden test cihazına yerleştirilmiş ve salgi kontrolleri yapılmıştır.



**Şekil 4:**  
*Dönen eğilmeli ankastre giriş türü test cihazı.*

#### 4. DENEY SONUÇLARI

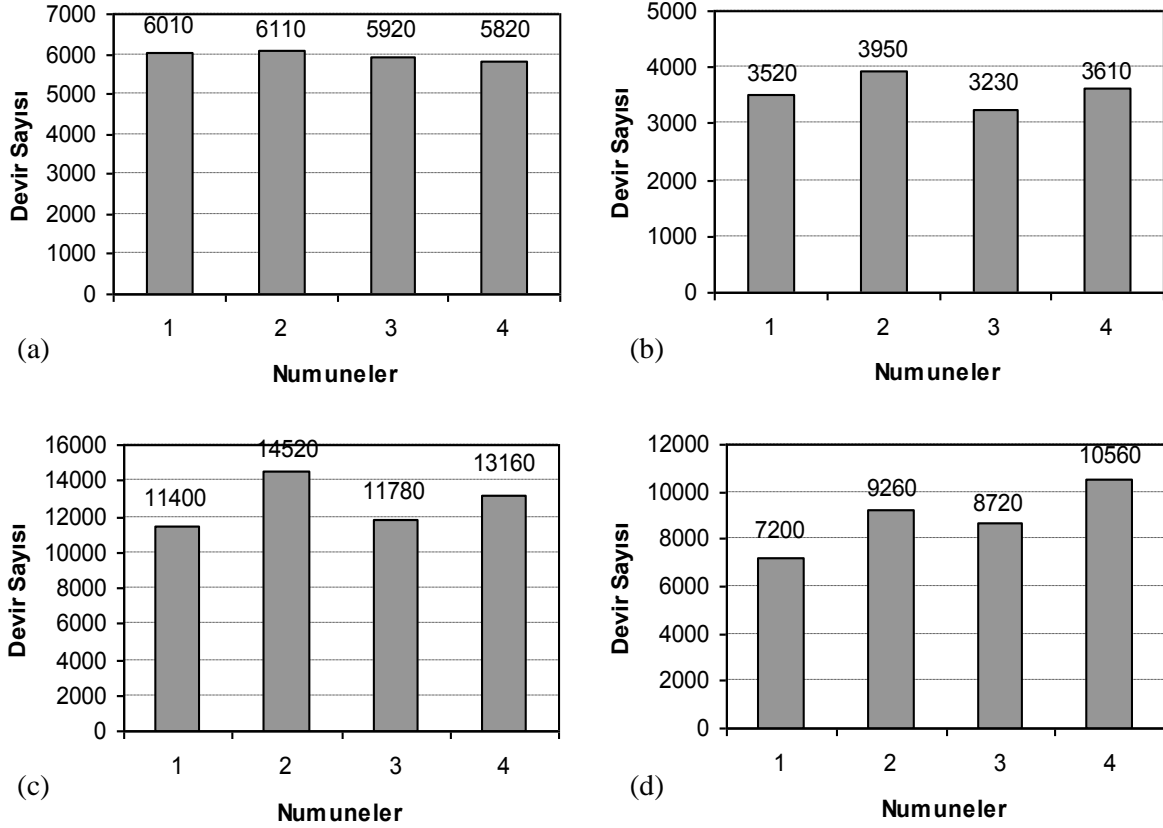
Bu çalışmada tornalama, tornalama + EDM, tornalama + EDM + kuşlama ve tornalama + EDM + kimyasal aşındırma ile hazırlanan 4 grup numune yorulma testine tabi tutularak üretim yönteminin 90MnCrV8 soğuk iş takım çeliğinin yorulma ömrü üzerindeki etkisi incelenmiştir. Tornalamadan sonra yapılan ek işlemler ile malzemenin yüzeyinde meydana gelen değişimler Şekil 5’de gösterilmiştir.



**Şekil 5:**  
*Tornalamadan sonra yapılan EDM, EDM+kimyasal işleme ve EDM+kuşlama işlemlerine tabi tutulmuş üç tip numune örneği.*

Bu numunelerin dönen eğilmeli ankastre giriş türü yorulma test cihazı yardımı ile yapılan yorulma testleri sonucunda her bir numuneden elde edilen sonuçlar Şekil 6’da verilmiştir. Tornalama + EDM’ye tabi tutulmuş numuneler genelde aynı devir sayısında kırılmışlardır. Ancak tornalama ve tornalama + EDM + kuşlama işlemi ile üretilmiş numuneler arasında devir sayısında büyük farklar görülmüştür. Tornalama + EDM + kimyasal işleme ile işlenmiş numunelerde ise bu fark orta düzeyde görülmüştür. Malzeme, boyutlar ve üretim yöntemleri

aynı olsa bile numunelerin mekanik özelliklerinde meydana gelen bu farklar, işlemlerin kontrol edilebilirliği ile açıklanabilir. İşlem esnasında üretim parametrelerinin değişim göstermesi sonuçta oluşacak ürünün de yorulma davranışı gibi mekanik özelliklerini de büyük oranda etkiler. Tornalamadan sonra yapılan EDM işleminde işlem esnasında üretim parametreleri sabit tutulabildiği için genel olarak bu yöntemle üretilen bütün numunelerden benzer yorulma ömrü elde edilmiştir (Şekil 6.a).

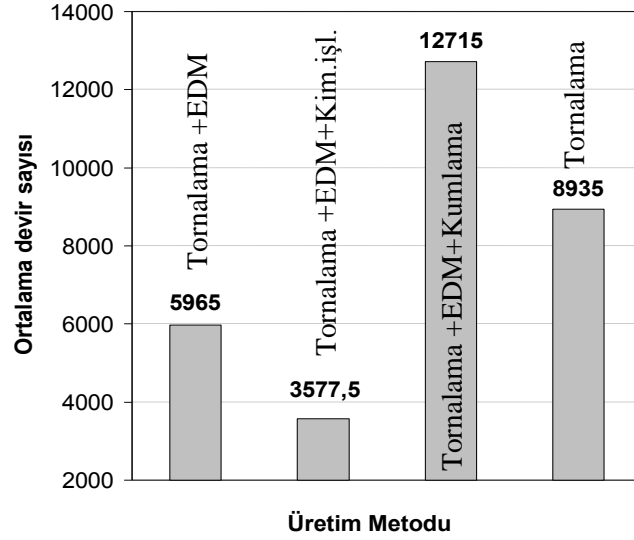


**Şekil 6:**

*Her bir üretim yöntemi için numunelerin kırıldıkları devir sayısı değerleri; (a) EDM, (b) EDM+kimyasal işleme, (c) EDM+kumlama, (d) tornalama.*

Her bir yöntem için üretilen 4 numunenin yorulma sonuçlarının ortalaması Şekil 7'de gösterilmiştir. Bu sonuçlardan da görüldüğü gibi tornalamadan sonra yapılan EDM işlemi malzemenin yorulma dayanımını düşürerek daha düşük ömre sahip olmasına sebep olmuştur. EDM de tornalama gibi yüzeyden talaş kaldırmak suretiyle parça üretiminde kullanılan bir metottur. Talaş kaldırma işlemi sonucunda, yüzeyde geometrik sapmalar ve metalürjik değişiklikler meydana gelmektedir. Bu değişiklikler, mikro çatlaklar, mikro çukurlar, yırtılmalar, plastik deformasyon, ilerleme izleri ve yüzeye yeniden yapışan talaşların oluşturduğu birikintiler şeklinde oluşan hasarlardır. Bu yüzey hasarları, aynı zamanda çatlak yayılmalarını hızlandırarak malzemelerin yorulma ömürlerini azaltmaktadır. EDM yönteminde malzeme yüzeyi yüksek sıcaklıklarda ertirilip talaş kaldırıldığı için bu yöntemdeki termal etkiler malzeme yüzeyinde krater, çatlak, boşluk, döküntü ve eriyik damlalar gibi birçok hasara ve mikroyapı değişimlerine yol açmaktadır. Dolayısıyla bu yöntem yorulma ömrü açısından sadece tornalanarak işlenmiş numunelerden daha kötü bir performans sergilemiştir. Günümüzde EDM'nin kullanıldığı uygulamalar daha çok diğer yöntemler ile işlenmesi güç olan sert malzemelerin veya çok ince detaylara sahip karmaşık parçaların üretiminde tercih edilmektedir. Bu yöntem

ile işlenmiş yüzeyler işlem parametrelerine bağlı olarak genellikle ikinci bir bitirme işlemine ihtiyaç duyabilmektedir. Bu çalışmada da EDM işlemi ile işlenmiş parçalardan bir grup kumlama, diğer bir grup da kimyasal işleme tabi tutulmuştur. Yüzeyi kumlanan numunelerden yorulma testi sonucunda oldukça iyi sonuçlar elde edilmiştir. Yorulma ömrü kumlamanın etkisiyle büyük oranda artmıştır. Bunun sebebi yüzeye yüksek hızlarda gönderilen tanelerin yüzeyde meydana getirdiği dövme etkisiyle plastik deformasyon olarak açıklanabilir. EDM işleminden sonra yapılan kimyasal işleme ile yorulma ömrü en düşük seviyelere ulaşmaktadır.



**Şekil 7:**

*Her bir üretim yöntemi için numunelerden elde edilmiş kırılma değerlerinin ortalamaları.*

#### 4. SONUÇLAR

Bu çalışmada EN 90MnCrV8 (1.2842) soğuk iş takım çeliğinden talaşlı imalat yöntemiyle üretilen numunelerin EDM ve kimyasal işleme veya kumlama yöntemlerinin uygulanması ile hassas boyutlara getirilmesi esnasında yorulma ömrünün nasıl etkilendiği incelenmiştir. Yapılan testler ile aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. Tornalamadan sonra yapılan EDM işlemi numunenin yorulma ömrünü yaklaşık %33 azaltmıştır.
2. EDM sonrasında yapılan kimyasal işleme ile yorulma ömrü EDM işlemine göre yaklaşık %40 düşmüştür. Tornalama ile karşılaştırıldığında ise yorulma ömrü yaklaşık %60'lık bir düşüş sergilemiştir.
3. EDM sonrasında yapılan kumlama işlemi ile yorulma ömrü EDM işlemine göre %113, tornalama ile karşılaştırıldığında ise %42 artış gözlenmiştir.

#### KAYNAKLAR

1. Clijsters S, Liu K, Reynaerts D, et al. (2010) EDM technology and strategy development for the manufacturing of complex parts in SiC, *Journal of Materials Processing Technology*, 210, 4, 631-641.
2. Collins, M.R. (1988) Effect of electric discharge machining on the fatigue life of Inconel 718, *International Journal of Fatigue*, 10, 2, 121-125.
3. Dülük, E., Sarıtaş, S., Karataş, Ç. (2003) Bilyalı Dövmüş Ç1020 Malzemede Kalıcı Gerilmelerin Katman Kaldırma Yöntemi ile İncelenmesi, *Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi*, 18, 3.



4. Ekinović, S., Dolinšek, S., Begović, E. (2005) Machinability of 90MnCrV8 steel during high-speed machining, *Journal of Materials Processing Technology*, 162-163, 603-608.
5. Guu, Y.H., Hocheng, H. (2001) Improvement of fatigue life of electrical discharge machined AISI D2 tool steel by TiN coating, *Materials Science and Engineering A*, 318, 155.
6. Groover M.P. (2010) *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems*, 4<sup>th</sup> Edition, John Wiley and Sons, United States of America.
7. Jain V.K. (2002) *Advanced Machining Process*, Allied Publishers, New Delhi.
8. Jameson E.C. (2001) *Electrical discharge machining*, Society of Manufacturing Engineers, Michigan.
9. Lee Y.-L., Pan J., Hathaway R., Barkey M. (2005) *Fatigue testing and analysis: theory and practice*, Elsevier Butterworth-Heinemann, USA.
10. Ramulu, M., Paul, G., Patel, J. (2001) EDM surface effects on the fatigue strength of a 15 vol% SiCp/Al metal matrix composite material, *Composite Structures*, 54, 1, 79-86.
11. Yücel, Z. (2008) *Lazer ve Kuşlama Yöntemleri ile Ti6Al4V Alaşımında Fonksiyonel Yüzeylerin Oluşturulması*, Yüksek lisans tezi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.

Makale 09.04.2010 tarihinde alınmış, 20.04.2011 tarihinde düzeltilmiş, 30.11.2011 tarihinde kabul edilmiştir.  
İletişim Yazarı: R. Ertan (rukiye@uludag.edu.tr).

