



**TEL EROZYON TEZGAHINDA Ç8620 DİŞLİ ÇELİĞİNİN
KESİLME DAVRANIŞLARININ ARAŞTIRILMASI**

**(AN INVESTIGATION ON CUTTING BEHAVIOR OF AISI8620
GEAR STEEL BY WEDM MACHINE)**

Cebeli ÖZEK*, Cihan ÖZEL**

ÖZET/ABSTRACT

Tel erozyon son otuz yılda en hızlı gelişen imalat yöntemlerinden birisi haline geldi. Tel erozyon, üzerinden yüksek yoğunlukta akım geçirilen bir tel yardımıyla kesme yöntemidir. Tel elektrodu gibi çok basit bir takım yardımı ile çok yüksek hızlarda bile üç boyutlu karmaşık parçaların büyük bir kısmı imal edilebilmektedir. Bu çalışmada dişli çark imalatında yaygın olarak kullanılan Ç8620 çeliğinde kesme alanına bağlı olarak meydana gelen sertlik değişimi ve yüzey pürüzlülüğü incelenmiştir.

The wire electro erosion discharge machining (WEDM) has been one in the fastest growing manufacturing technologies of the last three decades. WEDM is a cutting process by a wire passed electrical current with high intensity. With a simple tool, the wire electrode, a WEDM machine can generate 3-D intricate parts at considerable speed. In this study, the hardness change and surface roughness formed in related to cutting area were investigated in AISI8620 steel used extensively in the gear manufacturing area.

ANAHTAR KELİMELER/KEYWORDS

Tel erozyon, Kesme davranışı, Elektrolitik tel.

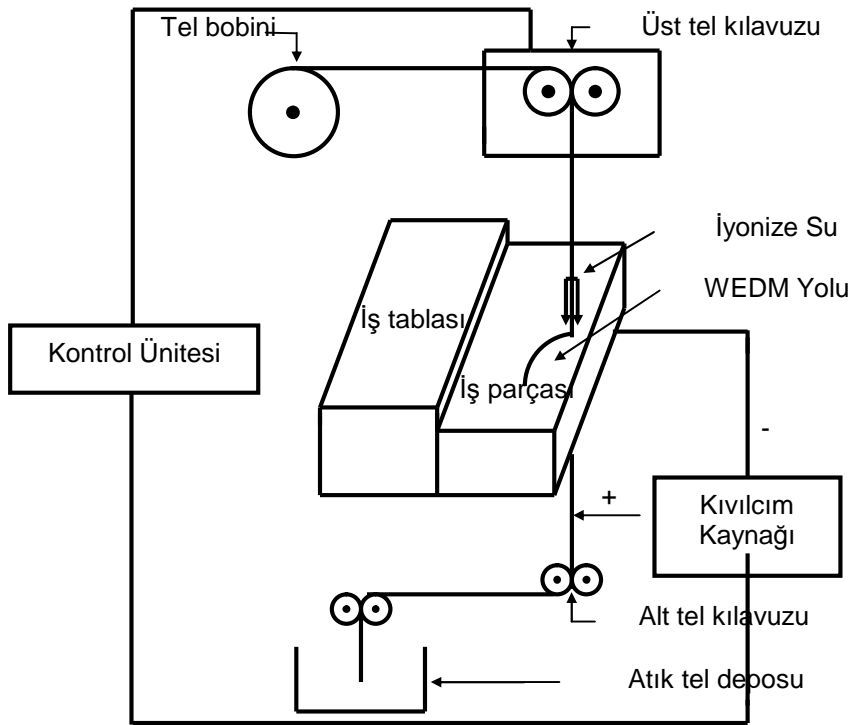
Wire erosion, Cutting behavior, Electrolytic wire.

* Fırat Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü, ELAZIĞ.

**Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, ELAZIĞ.

1. GİRİŞ

Tel erozyon tezgahlarında, tel elektrodu gibi çok basit bir takım yardımı ile çok yüksek hızlarda bile üç boyutlu karmaşık parçaların büyük bir kısmı imal edilebilmektedir. Bu yöntem daha çok PCD (Poly Crystalline Diamond), CBN (Cubik Boron Nitride) ve Silikon içerikli yüksek alaşımli geniş ve farklı iş parçalarının imalatında uygulanmaktadır. İş parçası ve tel malzemesinin uygun seçilmesi halinde dakikada 300 mm^2 ve hatta daha yüksek kesme değerlerine ulaşılabilir. Günümüzde tel erozyon yöntemi ile imalat hala gelişmekte ve daha da ileriye gitmektedir (Fengguo vd, 1992; Kozak vd, 1993; Luo vd, 1992). Tel erozyon, üzerinden yüksek yoğunlukta akım geçirilen bir tel yardımıyla kesme yöntemidir. Klasik olmayan imal usulleri arasında yer alan bu yöntemle, sert ve karmaşık profilli iletken parçaların mikron hassasiyetinde işlenebilmesi mümkündür. Bu tezgahlarda, farklı elektriksel kutuplara bağlanan tel elektrot, iş parçasına yaklaştırıldığında elektriksel boşalımlarla yüksek bir sıcaklık meydana gelmekte ve yerel metal ergime yolu ile talaş kaldırılmaktadır. Talaş kaldırma hızı, her bir kıvılcımdaki enerji miktarı ve her kıvılcımın zaman aralığına göre değişmektedir. Tel erozyon tezgahlarının programlama yöntemi, geometrik çizim esaslarına dayanmaktadır. Bu tezgahlarda grafik verileri hazırlama ortamı olarak, APT (Automatically Programmed Tools) dilinin çeşitli versiyonları kullanılmaktadır (Sodick 320 WEDM Kataloğu, 1998). Şekil 1'de tel erozyon tezgahının şematik çalışma prensibi verilmiştir.



Şekil 1. WEDM tezgahının şematik görünümü.

WEDM tezgahlarında program iki aşamadan meydana gelmektedir. Programın birinci aşamasında, iş parçasının şekli bir koordinat düzlemi içerisinde, şekildeki her bir elemana nokta, daire ve çizgi numaraları verilerek çizilmekte, ikinci aşamada ise kesme yolu yardımıyla esas şekil belirlenmektedir. Kesme işlemi başlatıldığında tel kesme yolunu izleyerek kesme işlemi tamamlanmaktadır. Bu tezgahlarda genellikle tel çapları 0,05 - 0,4 mm arasında değişen pirinç, molibden ve tungsten tel elektrotlar kullanılmaktadır (Jamesve

Robert, 1983). Kesme sonucunda erozyon hem iş parçasında hem de kısmen de olsa telin yüzeyinde meydana gelmekte ve tel çapında belli bir oranda incelme ve kraterler şeklinde ortaya çıkmaktadır. Telde meydana gelen deformasyon sonucu tel ikinci kez kullanılmamakta ve atık tel deposunda toplanmaktadır. Ergiyen küçük metal parçacıkları devir daim yapan dielektrik sıvısı vasıtasıyla ortamdan uzaklaştırılmaktadır ve kesme işlemi tamamen bu sıvı içerisinde gerçekleşmektedir. Bu sayede, sabit bir işlem sıcaklığı sağlamak için, tel ve iş parçasının soğuması ve malzemeden kaldırılan talaşın kıvılcım aralığından uzaklaştırılması temin edilmektedir. Tel erozyon tezgahı sanayide yapımı çok zor olan bir çok iş parçalarının imalatlarında kullanılmaktadır. Özellikle kalıp yapımında yaygın bir şekilde kullanılmakla beraber dişli çarkların imalatında da kullanılmaktadır. Çünkü tel erozyon tezgahından çıkan bir imalatın taşlanması gerekmez Herhangi bir imalatın diğer tezgahlarda işlenmesi mümkün olmayan kısımlarının sadece telin yarı çapı kadar tolerans bırakılarak işlenmesi mümkündür. Ayrıca klasik işleme yöntemlerine göre imalatı çok zor olan sert malzemelerin iletken olmak şartı ile işlenebilmesinden dolayı özellikle kalıp elamanlarının ısı işlem gördükten sonra yüksek ölçü tamlığında işlenebilmesini mümkün kılmaktadır. Büyük kesme gerilmeleri ve kuvvetleri olmaksızın parçaların işlenmesinden dolayı bağlamada meydana gelen deformasyonlar ortadan kalkmaktadır. Çapaksız parça işlenebilmesi ve yüzey pürüzlülüğünün diğer imalat yöntemlerine göre az olması belli başlı üstünlükleridir. Telin düşük talaş kaldırma hızına sahip olması ve telin kesici boyutunun sınırlı olması ise başlıca dezavantajı olarak söylenebilir (Güllü vd, 1996).

Sanayide çeşitli türlerdeki kalıp elamanlarının ve dişli çarkların yapımında, sert metal takımların işlenmesinde, elektro erozyon tezgahlarında kullanılan karmaşık şekilli ve hassas elektrotların işlenmesinde, yüksek hızlarda çalışan kamların imalatında ekonomik olarak kullanılmaktadır (Solak vd, 2000).

Bu çalışmada dişli çark imalatında yaygın olarak kullanılan Ç8620 çeliğinde kesme alanına bağlı olarak meydana gelen sertlik değişimi ve yüzey pürüzlülüğü incelenmiştir.

2. DENEY MALZEMESİNİN SEÇİMİ VE ÇALIŞMA METODU

Bu çalışmada dişli çarkların yapımında kullanılan Ç8620 çeliği kullanılmıştır. Çizelge 1'de bu çeliğin kimyasal analizi verilmiştir.

Çizelge 1. Ç8620 çeliğinin kimyasal analizi.

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni
1.24	0.38	1.84	0.037	0.035	0.53	0.30	0.62

Kesme alanına bağlı olarak iki farklı kesme modunda malzeme yüzeyinde meydana gelen pürüzlülük ve sertlik değişimini tespit etmek amacı ile numuneler 10x10, 20x20 ve 30x30 mm² olarak üç farklı boyutta hazırlanmıştır. Deneylerde ısı işlemisiz ve 870 °C de 30 dakika bekletilip havada sertleştirilen iki grup numune kullanılmıştır. Kesme işlemi SODICK 320 WEDM tezgahında C000 ve C411 kesme modlarında gerçekleştirilmiştir. Bu modlara ait değerler Çizelge 2'de görülmektedir. Kesme teli olarak 0.25 mm kalınlığında Cu-Zn alaşımli tel kullanılmıştır. Kesme işleminden önce ve sonra numuneler üzerinde üç ölçüm alınıp, yüzey sertlikleri 30 kg yük uygulanarak Vickers sertlik skalasında ortalama olarak belirlenmiştir. Kesme işleminden sonra meydana gelen yüzey pürüzlülük değerleri (Ra), Mittutoyo Surf test 211 ölçüm cihazı ile belirlenmiştir.

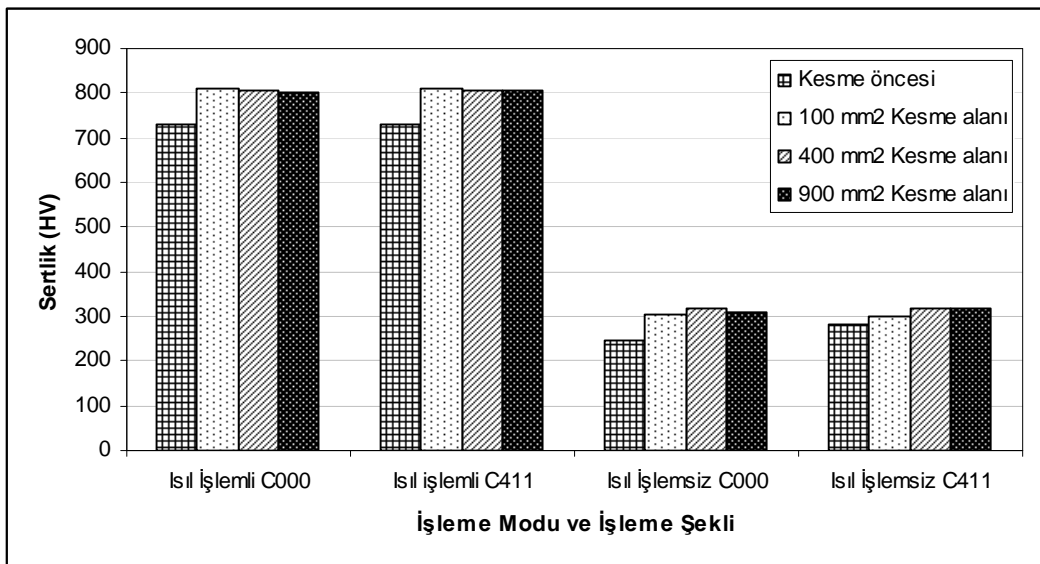
Kullanılan Ç8620 çeliğinin kimyasal içeriğine bağlı olarak sertleşebilme kabiliyetinin yüksek olması Çizelge 3'te görüldüğü gibi ısıl işlem neticesinde malzemenin yüksek bir sertlik düzeyine ulaşmasına sebep olmuştur. Bütün numunelerde her iki kesme modunda da yüzey sertliği artmaktadır. Numunelerin kesme yüzeylerinde mikro yapı incelemeleri yapılmamış olmakla beraber kullanılan malzemenin sertleşme kabiliyetinin yüksek olmasının ve kesme işleminin su içerisinde gerçekleşmesinden dolayı kritik soğuma hızına ulaşılmasının da bu sonuçta etkili olduğu düşünülmektedir. Isıl işlem uygulanan numunelerin C000 ve C411 modlarında kesme işlemleri karşılaştırıldığında ise C411 modunda kesme işlemi ile yüzeyde meydana gelen sertlik düzeyinin, fazla olmamakla beraber C000 moduna göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun C411 modunda iş parçasına iletilen yüksek elektriksel boşalım ve buna bağlı olarak oluşan yüksek sıcaklıktan ani soğumaya geçişten dolayı, malzemenin yüzeyinden itibaren belirli bir kalınlıkta sertlik artışına neden olduğu sonucuna varılmıştır. Yine C411 kesme modunda talaş kaldırma hızı diğer kesme moduna göre daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Bunun nedeni, C411 modunun akım şiddetinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 2. Kesme modlarının akım ve gerilim değerleri

Kesme Modu	Akım Şiddeti (Amp.)	Gerilim (V)
C000	3.9	40
C411	8	30

Çizelge 3. Kesme moduna göre sertlik değişimi

Kesme modu	Kesme öncesi sertlik (HV)	10X10 mm ² 'lik numuneler (HV)	20x20 mm ² 'lik numuneler (HV)	30x30 mm ² 'lik numuneler (HV)
Isıl işlemlili C000	726	812	808	802
Isıl işlemlili C411	726	822	818	810
Isıl işlemsiz C000	237	308	326	320
Isıl işlemsiz C411	277	300	317	317



Şekil 2. Kesme modu ve kesme alanına bağlı olarak sertlik değişimi

Çizelge 3'te görüldüğü gibi ısıtma işlemi uygulanmayan ve sertleştirilen numunelerin her iki kesme modunda da, kesme alanı büyüdükçe sertlik ve talaş kaldırma hızı düşmektedir. Bu durumda, birim alana gelen kıvılcım enerjisi miktarındaki düşmenin etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Kesme modu ve kesme alanına bağlı olarak sertlik değişimi Şekil 2'de toplu halde verilmiştir.

Çizelge 4'te kesme alanlarına göre numunelerin, C000 ve C411 kesme modlarında meydana gelen yüzey pürüzlülük ölçüm sonuçları verilmiştir. Bilindiği gibi bir kıvılcımın kaldırdığı malzeme miktarı elektrik akımının şiddetine bağlıdır. Ayrıca yüzey kalitesini belirleyen kıvılcımların meydana getirdiği kraterler, akım şiddeti ve şekli ile doğru, frekansı ile ters orantılıdır. Çizelge 4'de görüldüğü gibi, ısıtma işlemi uygulanmayan ve sertleştirilen numunelerin her iki kesme modunda da kesme alanı büyüdükçe yüzey pürüzlülüğü azalmaktadır. Bu nedenle kesme alanının büyümesine bağlı olarak birim alana gelen enerji miktarı azalmakta, talaş kaldırma hızı düşmekte ancak daha kaliteli bir yüzey elde edilmektedir. Aynı kesme modunda sertleştirilmiş numunelerde yüzey pürüzlülüğü artmıştır. Bunun nedeni ise tezgahın aynı kesme modunda ortalama bir ilerleme hızını yakalayabilmesi için yüzeye daha fazla akım şiddeti uygulaması neticesinde yüzey pürüzlülüğünün arttığı sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4. Yüzey pürüzlülüğü ölçüm sonuçları (Ra- μm)

Numune Boyutu (mm ²)	C000 Kesme Modu		C411 Kesme Modu	
	Isıtma işlemi uygulanmayan	Sertleştirilmiş	Isıtma işlemi uygulanmayan	Sertleştirilmiş
10x10	1.04	1.06	2.14	2.13
20x20	0.98	1.01	2.02	2.08
30x30	0.92	0.98	1.66	1.98

4. SONUÇLAR

Malzemenin yüzey sertliği her iki kesme modu sonunda artmaktadır. Ancak kesme alanı arttıkça kıvılcım enerjisindeki değişmeye bağlı olarak yüzeydeki sertlik azalmaktadır. Her iki kesme modunda kesme alanı arttıkça yüzey pürüzlülüğü azalmaktadır. Bununla beraber, sertleştirilen numunelerde kesme alanı arttıkça yüzey pürüzlülüğünün azaldığı görülmüştür. Akım şiddeti arttıkça kesme hızı da artmaktadır. Ancak belli bir artıştan sonra telin kırılması veya kopması iş parçasının hassasiyetini olumsuz etkilemektedir. Kesme alanı büyüdükçe malzemenin sertliği ve telin talaş kaldırma hızı düşmektedir. Birim alana gelen kıvılcım enerjisi miktarı düştükçe malzemenin sertliği ve talaş kaldırma hızı düşmektedir. Ark süresi boyunca tel yüzeyinde küçük kraterler meydana geldiğinden, yüzey pürüzlülüğü hem tel hem de iş parçası üzerindeki kraterlerin oluşmasına bağlı olarak artmaktadır.

KAYNAKLAR

- Fengguo C., Yansheng M., Yuanfang W., Jinjuan F. A. (1992): "Machining Techique of Superhard Materials PCD and CBN Using wire EDM", Proc. Int. Symp. For Electromachining (ISEM-10), pp. 359-363.
- Güllü A., Poyrazođlu O., Güldaş A., Şentürk A. (1996): "Tel Elektro Erozyon ile İşleme Tekniđi", Endüstriyel Teknoloji Dergisi, Cilt:2, Sayı 1, Ankara.
- James E.C., Robert E.C. (1983): "Elektrical Discharge Machining Tooling Methods and Aplications", Society of Manufacturing Engineers, Dearborn.
- Kozak J., Rajurkar K. P., Wang S. Z. (1993): "Material Removal In WEDM of PCD Blanks", ASME Winter Meeting, PED-Vol. 64, pp. 823-833.
- Luo Y. F., Chen C. G., Tong Z. F. (1992): "Investigation of silikon wafering by wire EDM", J. Mat. Sci. 27 5805-5810.
- Sodick 320 WEDM Kataloğu (1998).
- Solak B., Özdemir A. (2000): "CNC Tel Erozyon Tezgahına Bilgisayar Destekli Parça Programı Hazırlama", Politeknik Dergisi, Cilt 3: Sayı 2, Ankara.