



CNC TEL EROZYON TEZGAHLARINDA FARKLI MALZEMELERİN İŞLENEBİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

U. ÇAYDAŞ* & A. HASÇALIK*

Özet

Bu çalışmada, tel erozyon yönteminde işlem parametrelerinin farklı kesme alanlarına sahip AISI D5 takım çeliği ve alüminyum alaşımının mikroyapı değişimi ve yüzey pürüzlülüğüne etkisi incelenmiştir. Kesme işlemlerinde vuruş süresi, gerilim, sıvı sirkülasyon basıncı ve tel ilerleme hızı değişken olarak alınırken, tabla ilerleme hızı, tel gerginliği, vuruş ara süresi ve tel çapı sabit olarak alınmıştır. Deneylerde 0.25mm çapında pirinç tel kullanılmıştır. Deneyler sonucunda numunelerin mikroyapıları optik ve SEM mikroskoplarında incelenmiş, mikrosertlik ve yüzey pürüzlülükleri ölçülmüştür. Sonuç olarak, farklı özelliklere sahip malzemelerde kesme işlemi sonrasında yüzey pürüzlülük ve mikroyapı değişimlerinin işlem parametrelerine bağlı olarak değiştiği tespit edilmiştir.

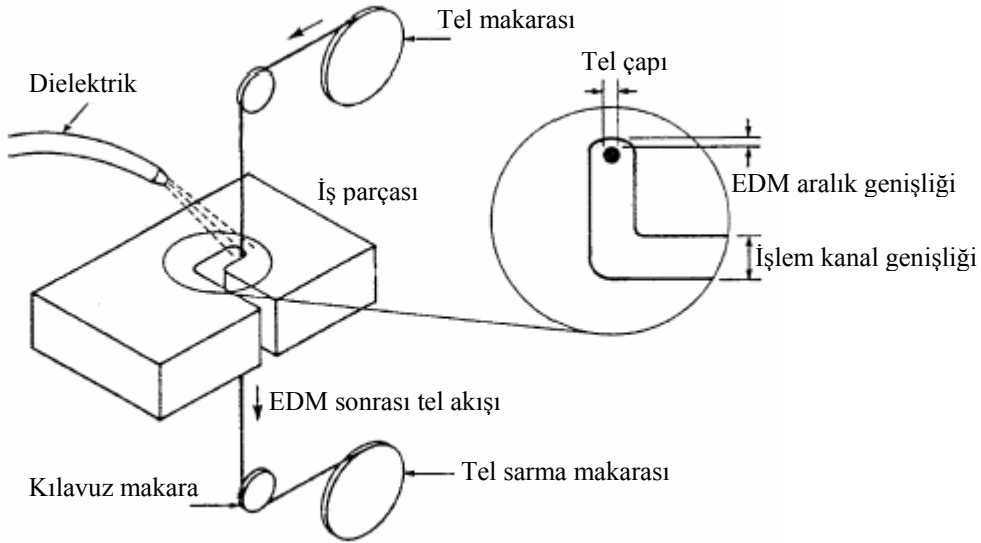
Anahtar Kelimeler: Tel erozyon, Mikroyapı, Yüzey pürüzlülüğü.

1. GİRİŞ

Alışılmamış özel imalat yöntemleri, geleneksel yöntemlerden farklı olarak fiziksel temas ve göreceli hareket yerine, mekanik kuvvet uygulamadan, çeşitli enerji türlerini (kimyasal, elektro – kimyasal, ısı enerjisi vb...) kullanarak malzeme işleyen, aşındıran veya şekillendiren yöntemlerdir [1]. Bu yöntemlerden biri olan ve elektro – termal enerji ile kesme işlemi yapan tel erozyonu, son yıllarda özellikle havacılık, nükleer ve otomotiv sanayilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır [2]. Bu yöntemde, klasik tezgahlarla işlenmesi mümkün olmayan çok sert ve karmaşık şekilli malzemeler kolaylıkla işlenebilmektedir. Yöntemde, tezgah ve tezgaha ait ürünlerin (reçine, tel, filtre, kılavuz vb...) ilk maliyetleri oldukça yüksek olmalarına rağmen, yüksek tamlıkta ve oldukça düşük yüzey pürüzlülüğünde ($0.3 - 2 R_a$) parça işlenebilmesi bu maliyeti azaltmaktadır [2 – 3]. Yöntemde; gerilim, vuruş akımı, vuruş süresi, vuruş ara süresi, tabla hızı, dielektrik sıvı basıncı, tel tansiyonu, tel ilerleme hızı, servo – kontrol voltajı ve malzeme özellikleri gibi işlem faktörleri yüzey kalitesini ve işlem etkinliğini belirlemektedir [4]. Dolayısıyla, işlem parametrelerinin seçimi oldukça önemli bir faktördür. Ayrıca, yanlış parametre seçimi, kısa devre ve tel kırılmaları gibi işlem kararlılığını etkileyen olumsuz sonuçlar doğurmaktadır.

Günümüzde genellikle CNC kontrollü ve çok eksenli tel erozyon tezgahları kullanılmaktadır [5 – 6 – 7]. Bu tezgahlarda genellikle çapı 0.76 – 0.4 mm arasında değişen pirinç, molibden, tungsten ve bakır teller kullanılmaktadır [8]. Takım elektrotu olan tel, bir makaradan beslenmekte ve iş parçası boyunca hareket etmektedir (Şekil 1). İşlem anında uygulama voltajına bağlı olarak, yalıtkan bir sıvı içerisinde (su, gazyağı veya diğer hidrokarbonlar) bulunan iş parçası ve tel arasında seri kıvılcımlar oluşturulmakta, talaş kaldırma oranı her bir kıvılcımdaki enerji miktarına bağlı olarak değişmektedir.

Tel erozyonda işlenen bir malzemenin yüzeyinin mikro ve makro düzeydeki kalitesi, seçilen işleme şartları ile doğrudan ilgilidir. Guo vd.[9], optimum bir yüzey kalitesi ve kesme oranı sağlayabilmek için, tel elektrota ultrasonik titreşim vererek enerji boşalımını homojenleştirmeye çalışmışlardır. Gökler ve Ozanoğlu [10] çeşitli kesme parametrelerini deneyerek, yüzey pürüzlülüğüne etkisini incelemişlerdir. Prohaszka ve Mamalis [11] işleme parametrelerinin yanı sıra takım elektrot malzemesinin seçimi ile performansı arttırmaya yönelik çalışmalar yapmışlardır. Rozenek vd. [12] metal matrisli kompozit malzeme üzerinde işlem parametrelerinin kesme hızı ve yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisini incelemişlerdir. İlgili literatür genel olarak incelendiğinde tel erozyon yönteminin verimliliği, sonuçları ve maliyetinin büyük oranda parametre seçimine bağlı olduğu görülmektedir.



Şekil 1 Tel erozyonunun şematik görünümü.

Bu çalışmada, özellikleri farklı iki malzeme kullanılarak, değişik kesme parametrelerinde malzeme yüzeyinde meydana gelen pürüzlülük ve mikroyapı değişimlerinin incelenmesi amaçlanmıştır

2.MATERYAL VE METOD

Tel erozyon yönteminin esas olarak elektro- termal bir süreç olduğu dikkate alınarak, deney çalışmalarında ergime, ısı ve mekanik özellikleri farklı iki malzeme kullanılmıştır. Bunun için, soğuk şekillendirme, kesme, bükme, çekme vb. kalıpların yapımında yaygın olarak kullanılan AISI D5 takım çeliği ve ergime sıcaklığı düşük, ısı iletkenliği yüksek olan ve birçok kullanım alanının yanı sıra son yıllarda plastik enjeksiyon kalıplarında da kullanılan alüminyum alaşımı seçilmiştir. Bu iki malzemeye ait kimyasal bileşimler Tablo 1 ve 2’ de verilmiştir. Tablo 3’ de deneylerde kullanılan parametreler ve değerleri verilmiştir.

Tablo 1. Deneylerde kullanılan d5 takım çeliğinin kimyasal analizi.

Ni	C	Si	Mn	Cr	Mo	Fe
1.53	0.895	0.460	12.00	1.00	83.7	
		0.384				

Tablo 2. Deneylerde kullanılan alüminyum alaşımının kimyasal bileşimi.

Al	Si	Fe	Cu	Mn	Mg
93.22	5.6	0.8	0.27	0.06	0.05

Tablo 3. Deney Parametreleri

Kontrol Faktörü	1.Durum	2.Durum	3.Durum
Vurum Süresi (ns)	300	500	700
Gerilim (V)	100	270	-
Tel İlerleme Hızı (m/dakika)	5	10	-
Dielektrik Sıvı Sirkülasyon Basıncı (kg/cm ²)	6	12	-

Takım çeliğinden hazırlanan numunelerin bir kısmına ısı işlem uygulanarak farklı sertlik ve mikroyapının etkisi tespit edilmeye çalışılmıştır. Bunun için numuneler, 850 °C’de yarım saat tavlandıktan sonra yağ banyosunda soğutulmuştur. Daha sonra, 300 °C’de 4 saat temperleme işlemine tabi tutulmuşlardır. Alüminyum alaşımından hazırlanan numunelere ise, herhangi bir işlem uygulanmamıştır.

Kesme alanının etkisini belirlemek için numuneler 20 mm², 40 mm² ve 80 mm² olmak üzere üç değişik boyutta hazırlanmıştır. Deneylerde vurum süresi, dielektrik sıvı sirkülasyon basıncı, tel ilerleme hızı ve gerilim parametreleri değişken olarak alınırken; tabla ilerleme hızı, tel gerginliği, vurum ara süresi ve tel çapı sabit olarak alınmıştır. Dielektrik sıvı olarak su kullanılmıştır. Kesme işlemlerinin hepsinde çekme mukavemeti 900 N/mm² olan 0.25 mm çapında CuZn37 Master Brass olarak adlandırılan pirinç tel kullanılmıştır.

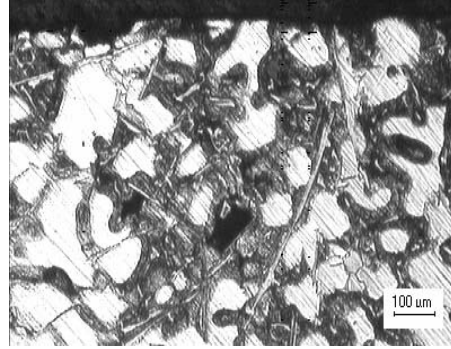
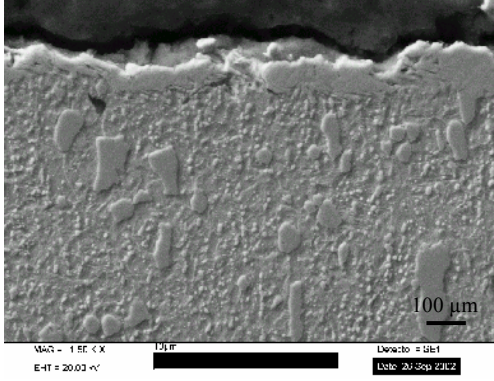
Kesme işlemi sonrasında numunelerin yüzey pürüzlülükleri Mitutoyo SurfTest 211 profilometre ile ölçülmüştür. Kesme hızı deney esnasında kronometre ile belirlenmiştir. Isıdan etkilenen bölgeyi ve sertlik değişimini belirlemek amacıyla, kesme yüzeyine komşu bir yüzey seçilip, 200, 500, 800, 1000 ve 1200'lük zımparalardan geçirildikten sonra 3µm'lük elmas pasta kullanılarak çuhayla parlatılmış ve çelik numuneler %2 Nital, alüminyum numuneler ise Keller dağılayıcısı kullanılarak dağlanmıştır. Optik ve SEM mikroskop incelemelerinden sonra mikrosertlik ölçümleri 25 gr yük altında Leica Q 500/W cihazında yapılmıştır.

3. DENEY SONUÇLARI VE TARTIŞMA

3.1. Metalografik İnceleme Sonuçları

AISI D5 takım çeliği üzerinde yapılan mikroskop incelemeleri ve mikrosertlik ölçümleri birlikte dikkate alındığında, malzeme kesitini 4 farklı bölgeye ayırmak mümkündür. En dış yüzey (1. bölge), ergiyik metalin sıvı sirkülasyonu ile ara bölgeden uzaklaştırılmadan yüzeyde katılaşması neticesinde oluşan tabakadır. Bu tabaka, parlatma veya toz püskürtme ile kolaylıkla yüzeyden kaldırılabilir bir bölgedir. Bu tabakanın hemen altında (2. bölge), genellikle "Beyaz Tabaka" olarak adlandırılan çok yüksek sıcaklıklara maruz kalan ve ergiyik durumdan hızlı şekilde soğuyup katılaşan tabaka bulunmaktadır. Bu tabaka temperlenmemiş martenzittir. Bu yöntemde, hızlı ısınma ve soğuma süreci, ısıl gerilme çatlaklarına çok hassas olan gevrek bir yüzey tabakasının oluşumuna neden olmaktadır. Beyaz Tabaka'nın altında (3. bölge), nispeten daha yavaş ısınma ve soğuma sonucunda tavllanmış veya temperlenmiş bir tabaka görülmektedir. Son olarak ana malzeme (4. bölge) gelmektedir (Şekil 2).

Deneylerde kullanılan AISI D5 takım çeliğinin yüksek karbonlu ve yüksek kromlu olmasından dolayı, yapı martenzit yapı içerisinde karbürlerden oluşmaktadır. (Şekil 4) En yüksek Beyaz Tabaka tabaka kalınlığı, 7 ns vurum süresi ve 270 volt gerilim şartları altında takriben 50 µm olarak tespit edilmiştir. Azalan vurum süresi ve gerilim şartlarında bu tabakanın kalınlığı azalmaktadır. Vurum süresinin tele uygulanan elektrik zamanının uzunluğu ve ana güç voltajı olarak adlandırılan gerilim parametresinin ise uygulanan bu enerjinin şiddeti olduğu dikkate alındığında, bu iki parametrenin sayısal değerlerinin artırılmalarıyla malzemelerin yüzeylerinde meydana gelen enerji yoğunluğu ve süresinin bu sonuçlarda etkili olduğu söylenebilir.

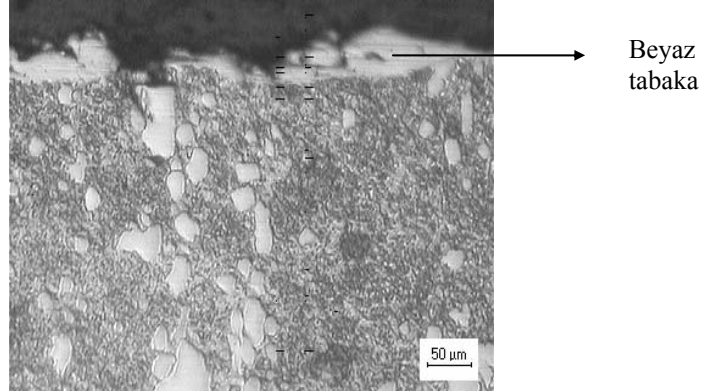


Şekil 2 D5 Çeliğinin SEM mikroyapı fotoğrafı.

Şekil 3 Alüminyum alaşımının optik mikroyapı fotoğrafı.

Kesme işlemi sonrasında, alüminyum numuneler üzerinde yapılan metalografik incelemeler ve mikrosertlik ölçümlerinde ise, çeliğe göre farklı bir mikroyapı dağılımı görülmektedir. En dış tabaka, ısıtma işlemi neticesinde sertleşmiş bölge ve bu bölgeden itibaren tedrici olarak sertlik azalmasının görüldüğü, nispeten daha az ısı etkisinde kalan bölge gelmektedir.

Tel ilerleme hızı ve sıvı sirkülasyon basıncının uygulanan deney şartları içerisinde ısıdan etkilenen bölge üzerinde metalografik açıdan belirgin ölçüde etkili olmadığı tespit edilmiştir.

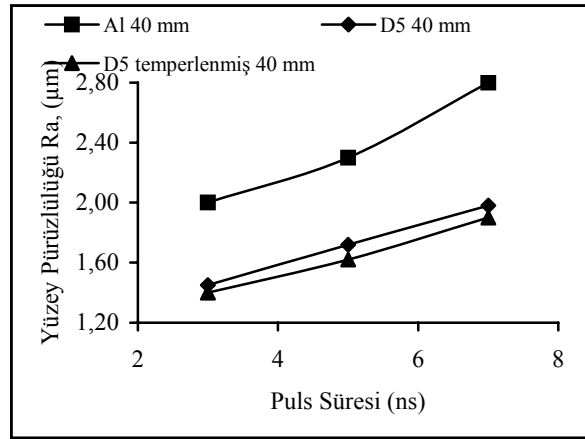


Şekil 4 D5 takım çeliğine ait optik mikroyapı görüntüsü.

Vurum süresi ve gerilim parametrelerinin arttırılmalarıyla ısıdan etkilenen bölge uzunluklarının da arttığı, ancak bu uzunluğun alüminyumun ısı iletim katsayısının yüksek olmasından dolayı numunelerin erken soğumasına bağlı olarak D5 takım çeliğinden daha küçük olduğu tespit edilmiştir.

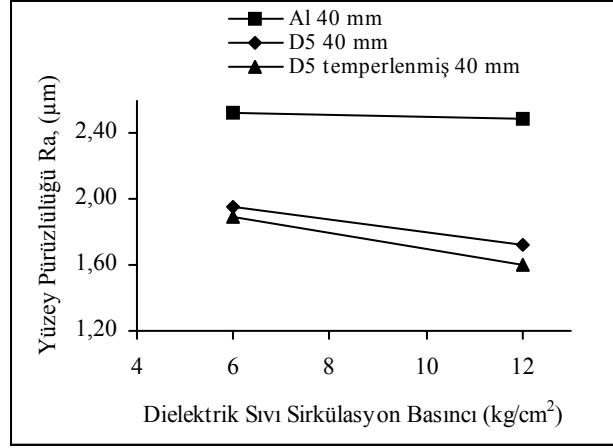
3.2. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Sonuçları

Aynı şartlarda kesme işlemi sonrasında numuneler mukayese edildiğinde, en fazla yüzey pürüzlülüğünün alüminyum numunelerde, en düşük pürüzlülüğün ise ısı ışılemlı D5 takım çeliklerinde meydana geldiği görülmektedir. Vurum süresinin arttırılmasına bağlı olarak bütün numunelerde yüzey pürüzlülüğü artmaktadır. Ancak, bu artış ısı ışılemlı D5 takım çeliğinde daha az olurken, alüminyum numunelerde daha fazla görülmektedir. (Şekil 5) Ayrıca diğer şartların sabit tutulup, gerilimin arttırılması halinde, benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ancak artan gerilim parametresine bağlı olarak bütün numunelerde yüzey pürüzlülüğü daha fazla meydana gelmiştir.



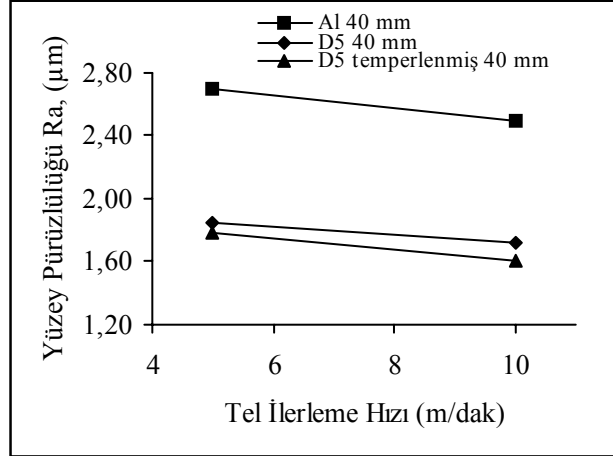
Şekil 5 Vurum süresinin yüzey pürüzlülüğüne etkisi. (Gerilim : 100 V, Tel ilerleme hızı : 5 m/dak, Sıvı sirkülasyon basıncı : 6 kg/cm²)

Sıvı sirkülasyon basıncının arttırılmasıyla tüm numunelerdeki yüzey pürüzlülük değerlerinin azaldığı görülmektedir.(Şekil 6) Yüksek gerilim, tel ilerleme hızı ve vurum sürelerinde ise yüzey pürüzlülüğündeki azalma oranı daha fazla olmaktadır. Tel erozyon yönteminde dielektrik sıvı hem iş parçası ve tel elektrotun soğutulmasında hem de iş parçasından kopan parçacıkların ara bölgeden uzaklaştırılmasını sağlamaktadır. Dolayısıyla, artan sıvı basıncı ara bölgeden atıkların hızlı bir şekilde uzaklaştırılmasını ve kesme işleminin kararlılığını sağlamaktadır. Dolayısıyla, ergiyik metalin yüzeyde katlaşıp yapışmasını önlemekte buna bağlı olarak da yüzey pürüzlülüğü azalmaktadır.



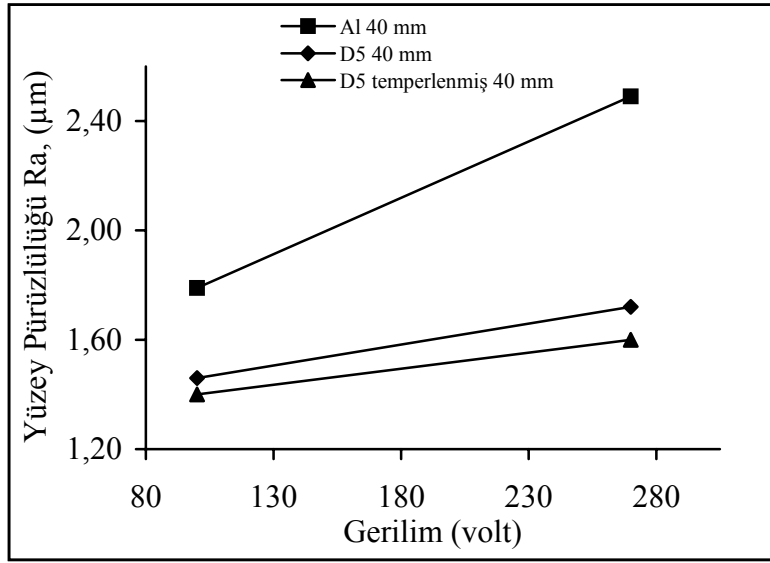
Şekil 6 Dielektrik sıvı sirkülasyon basıncının yüzey pürüzlülüğüne etkisi.

Artan tel ilerleme hızının tüm numunelerde yüzey pürüzlülük değişimi üzerinde belirgin bir etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir.(Şekil 7) Ancak, özellikle yüksek gerilim ve vurum sürelerinde, zaman zaman görülen tel kopmalarının yüksek tel hızlarında daha az görüldüğü tespit edilmiştir. Çünkü, birim zamanda tel yüzeyine tekabül eden kıvılcım, tel boyuna daha geniş aralıkta yayılmaktadır. Dolayısıyla tel yüzeyinde oluşan kraterler birbiri üzerinde oluşmamakta buda telin mukavemetinin düşmesini önlemektedir.



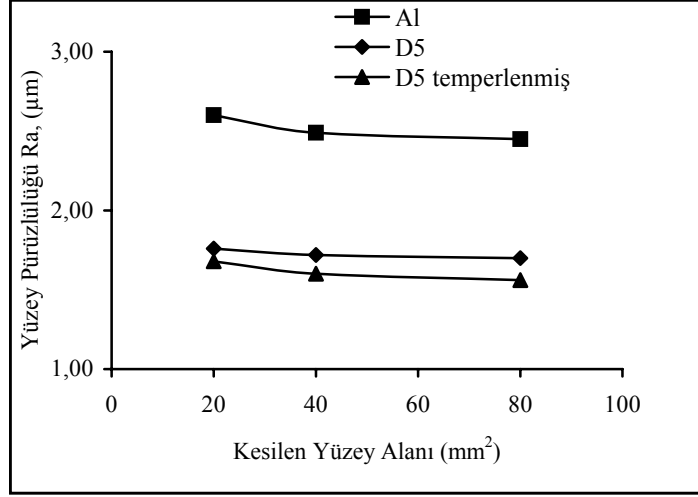
Şekil 7 Tel ilerleme hızının yüzey pürüzlülüğüne etkisi.

Artan gerilim değerlerine bağlı olarak tüm numunelerde yüzey pürüzlülük değerlerinin arttığı tespit edilmiştir.(Şekil 8) Oransal olarak düşünüldüğünde bu artış, yine alüminyum numunelerde ergime sıcaklığına bağlı olarak daha fazla görülmektedir. Gerilimin, her kıvılcım boşalımında tele uygulanan enerji yoğunluğu olduğu dikkate alındığında, bu enerji şiddetinin artırılması durumunda telden iş parçasına birim Vurum süresinde fırlatılan elektron sayısının daha fazla olacağı ve buna bağlı olarak da üretilen kıvılcım şiddetinin artacağı düşünüldüğünde, malzeme yüzeyinde oluşan kraterlerin boyut ve sayılarının artacağı söylenebilir. Deney şartları içerisinde yüzey pürüzlülüğü üzerinde en etkin parametrenin gerilim olduğu görülmektedir.



Şekil 8 Gerilimin yüzey pürüzlülüğüne etkisi.

Malzemelerin kesilen yüzey alanlarının artmasıyla, tüm numunelerdeki yüzey pürüzlülük değerlerinin azaldığı görülmektedir (Şekil 9). Kesme işlemleri esnasında, sürekli olarak tezgaha ait servo kontrol ünitesi tel ile iş parçası arasındaki kıvılcım aralığını sabit bir değerde tutmaktadır. Kesme alanı arttıkça, enerji dağılımı daha geniş bir yüzeye tekabül etmekte, dolayısıyla talaş kaldırma hızı düşmektedir. Daha kararlı bir kesme gerçekleşmekte ve yüzey pürüzlülüğü azalmaktadır.



Şekil 9 Kesilen yüzey alanının yüzey pürüzlülüğüne etkisi. (Gerilim : 270 V, Tel ilerleme hızı : 10 m/dak, Sıvı sirkülasyon basıncı : 12 kg/cm², Vurum süresi : 700 ns)

3.3. Mikrosertlik Ölçüm Sonuçları

Kesme işlemleri neticesinde, D5 takım çeliklerinde yüzey sertliğinin önemli ölçüde arttığı, alüminyum numunelerde ise bu artışın nispeten daha düşük olduğu görülmektedir (Şekil 10 ve 11). Ayrıca, artan vurum sürelerine paralel olarak malzemelerin yüzey sertliklerinde de nispeten belirli bir artışın olduğu görülmektedir. Alüminyum ve D5 takım çelikleri numunelerinde telin geçtiği yüzeyden malzeme ana yapısına doğru oransal olarak tedrici bir sertlik azalması olurken, ısıtılmış D5 numunelerde diğer numunelerden farklı olarak, beyaz tabaka ile ana matris arasında ısıdan etkilenmiş bir ara tabaka göze çarpmaktadır. Bu tabaka aşırı temperlenmiş veya tavlanmış bölge olarak nitelendirilebilir. Dolayısıyla ısıdan etkilenmiş bu bölge içerisindeki sertlik değerleri, nispeten ana matris sertliğinden daha yumuşak bir yapıdır.

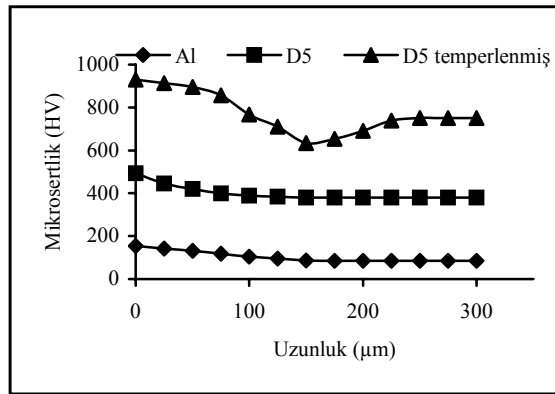
Vurum süresinin artmasıyla, D5 takım çeliği numunelerinde ısıdan etkilenmiş bölgenin genişliği daha fazla görülürken, alüminyum numunelerde, bu malzemenin ısı iletim katsayısının yüksek olması nedeniyle daha düşük olduğu görülmektedir. D5 takım çeliklerinde, düşük vurum süresinde bu aralık takriben 150 µm iken, yüksek vurum süresinde bu aralık 200 µm'a kadar ulaşmaktadır. Alüminyum numunelerde ise bu değer takriben 80- 120 µm arasında değişmektedir. Bu durumun, malzemelerin ısınma ve soğuma sürecindeki fiziksel özellikleriyle ilgili olduğu söylenebilir.

Artan sıvı sirkülasyon basıncı ile tüm numunelerin yüzey sertliklerinde belirgin olmamakla beraber nispeten bir sertlik artışının olduğu görülmektedir. Yine, uygulanan deney şartları içerisinde ısıdan etkilenen bölge aralığında önemli ölçüde bir değişimin olmadığı görülmektedir. Dolayısıyla seçilen düşük (6 kg/cm^2) dielektrik sıvı basıncının yeterli ölçüde soğutma işlemini gerçekleştirdiği söylenebilir.

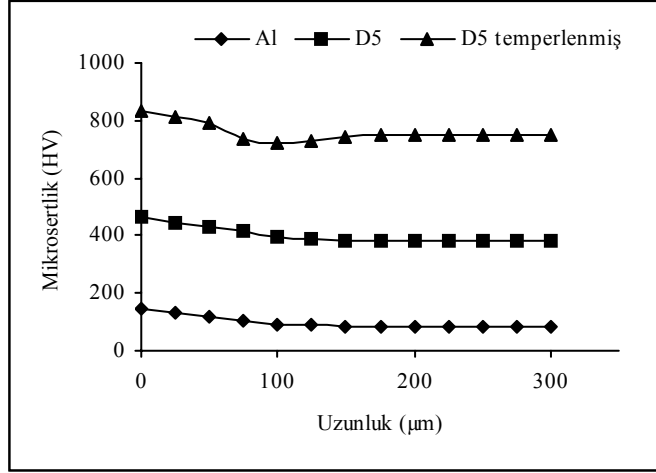
Tel ilerleme hızlarının sertlik değişimi üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Değer farklarının ise ölçüm duyarlılığından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

Gerilimin artırılmasına bağlı olarak yüzey sertliğinin ve ısıdan etkilenen bölge aralığının arttığı görülmektedir. D5 ısıtılmış numunelerde, gerilim artışına paralel olarak aşırı temperlenmiş yapının daha belirgin olarak oluştuğu ve bu bölgedeki sertliğin ana matris sertliğinin altına kadar düştüğü görülmektedir. Bilindiği gibi, artan gerilim değeri, yüzeyde ve dolayısıyla yüzey altındaki sıcaklık dağılımını artırmaktadır. Yüksek sıcaklıktan dolayı ve kesme işleminin su içerisinde gerçekleştiği düşünüldüğünde yüzeydeki ani soğuma neticesinde yüzey sertliği artmaktadır. Yüzey altındaki tabakalarda ise, yavaş soğumanın etkisiyle yapının aşırı temperlendiği görülmektedir.

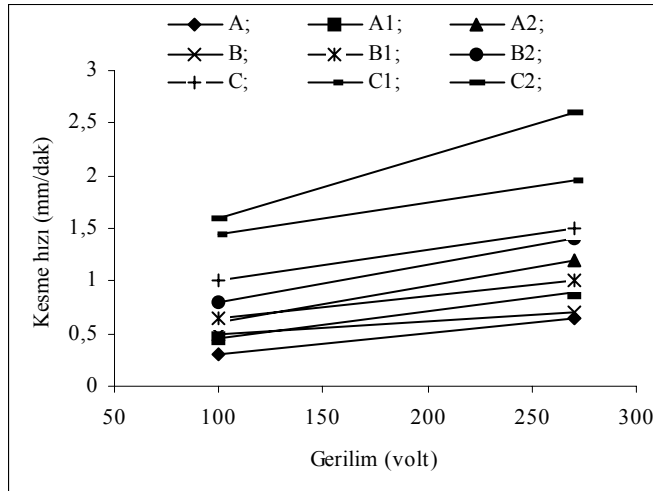
Deneylerde kesme alanı arttıkça, yüzey sertliği belirli ölçüde azalmaktadır. Isıdan etkilenen bölge genişliği ise ihmal edilebilecek düzeyde azalmaktadır. Bu sonuçlarda, uygulanan deney şartlarında ortaya çıkan kesme enerjisinin tekabül ettiği birim alanın artmasının etkili olduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 10 İşlem parametrelerinin mikrosertliğe etkisi. (Vurum süresi : 500 ns, Tel ilerleme hızı : 5 m/dak, Sıvı sirkülasyon basıncı : 12 kg/cm^2 , Gerilim : 270 V)



Şekil 11 İşlem parametrelerinin mikrosertliğe etkisi. (Vurum süresi : 300 ns, Tel ilerleme hızı : 5 m/dak, Sıvı sirkülasyon basıncı : 6 kg/cm², Gerilim : 100 V) Gerilim ve vurum sürelerinin artmasıyla tüm numunelerde talaş kaldırma oranları da artmıştır (Şekil 12).



Şekil 12 Gerilim ve vurum sürelerinin talaş kaldırma oranına etkileri. (A: Temperlenmiş D5, Vurum süresi : 300ns; A1 : Temperlenmiş D5, Vurum süresi : 500ns, A2 : Temperlenmiş D5, Vurum süresi : 700ns; B : D5, Vurum süresi : 300ns, B1 : D5, Vurum süresi : 500ns, B2 : D5, Vurum süresi : 700ns; C : Alüminyum alaşımı, Vurum süresi : 300ns, C1 : Alüminyum alaşımı, Vurum süresi : 500ns, C2 : Alüminyum alaşımı, Vurum süresi : 700ns.)

4. SONUÇLAR

1. Tel erozyonla kesme işlemi sonucunda, yüzeyde Beyaz Tabaka olarak isimlendirilen çok sert bir tabaka oluşmaktadır. Bu tabakanın yapısından dolayı, yüzey sertliği artmaktadır. Yüzeyden itibaren ana yapıya doğru sertlik azalması görülmektedir. Isıl işlemlerle D5 takım çeliklerinde diğer numunelerden farklı olarak yüzey altında aşırı temperlenmiş veya tavlanmış bir yapı görülmekte, bu da bu bölgedeki sertliğin ana matris sertliğinin altına kadar düşmesine neden olmaktadır. Alüminyum numunelerde, yüzey sertliği ve ısıdan etkilenen bölge genişliği ısı iletiminin yüksek olmasından dolayı, nispeten daha düşük olmaktadır.

2. Artan vuruş süresi ve gerilim parametrelerine bağlı olarak yüzey sertliği ve ısıdan etkilenen bölge genişliği artmaktadır. Dielektrik sıvı basıncı ve tel ilerleme hızlarının, sertlik artışında ve ısıdan etkilenen bölge genişliğinde etkisi ihmal edilebilecek düzeydedir.

3. Tel erozyonunda elde edilen yüzey pürüzlülüğü, diğer klasik imalat yöntemlerinden farklı olarak kraterler şeklinde oluşmakta ve oldukça düşük elde edilmektedir. Vuruş süresi ve gerilim artışına bağlı olarak, yüzey pürüzlülüğü önemli ölçüde değişmektedir. Tel ilerleme hızı ve sıvı sirkülasyon basıncının yüzey pürüzlülüğü üzerinde nispeten daha az tesiri olmaktadır.

4. Kesme alanı arttıkça, yüzey pürüzlülüğü, ısıdan etkilenen bölge aralığı ve yüzey sertliği düşmektedir.

5. Vuruş süresinin ve gerilimin yüksek değerlerinde tel elektrotta zaman zaman kırılmalar görülmektedir. Bunun sonucunda zaman ve iş gücü kaybına neden olmaktadır. Tel ilerleme hızının ve sirkülasyon sıvı basıncının artırılması, tel kırılmalarını önemli ölçüde azaltmaktadır.

6. Alüminyum malzemelerin ergime sıcaklığına bağlı olarak talaş kaldırma hızları çelik numunelere nazaran oldukça yüksektir. Talaş kaldırma hızının artması, yüzey pürüzlülüğünün de artmasına neden olmaktadır.

Yüzey pürüzlülüğünü, tel kırılmalarını ve sertlik değişimini en az değerlerde tutabilmek amacıyla, düşük işlem parametrelerinde çalışılması gerekmektedir. Ancak, bu şartlarda da talaş kaldırma hızı düştüğünden, işlem süresi uzamaktadır.

Sonuç olarak farklı özelliklere sahip malzemelerde kesme işlemi sonunda makine elemanlarının çalışma verimleriyle doğrudan ilgili olan yüzey pürüzlülük ve mikro yapı değişimleri, işlem parametrelerine bağlı olarak değişmektedir. Bu bakımdan, üretilecek makine elemanından beklenen yüzey özelliklerine göre uygun parametrelerin seçilmesi gerekmektedir.

5. KAYNAKÇA

- [1] idea.metu.edu.tr/program/aiy.
- [2] K. Shajan, M. Kamal, M.S. Shunmugam., “ Data mining applied to wire – EDM process” , Journal of Materials Processing Technology, 142, (2003), 182 – 189.
- [3] Speedding, T. A., Wang, Z. O., Parametric Optimization and Surface Characterization of Wire Electrical Discharge Machining Process, Precision Engineering 20: (1997), 5-15.
- [4] Liao, Y.S., Woo, J. C., The Effect of Machining Settings on the behaviour of Vurume Trains in the WEDM Process, Journal of Materials Processing Technology 71, (1997), 433-439.
- [5] M.S. Shunmugam, S. Sai Kumar, I. K. Kaul, “ Fuzzy logic modelling of wire – cut EDM process” , Proc. SPIE 4192 (2000) 417 – 425.
- [6] M.S. Shunmugan, S. Sai Kumar, I. K. Kaul, “ Modelling of wire – cut EDM by neural network”, Proc. SPIE 4192 (1999) 185 – 193.
- [7] Robofil 310, Wire EDM of Charmilles Technologies, Reference manual, vol. 1, 1994.
- [8] Boyer, E. H., Gall, L. T., Nontraditional Machining Processes, Metals Handbook, Desk Edition, American Society for Metals Park, Ohio 44073, 1992.
- [9] Guo, Z.N., Lee, T.C., Yue, T.M., and Lau, W.S., 1997, “Study on the machining mechanism of WEDM with ultrasonic vibration of the wire”, Journal of Materials Processing Technology, 69, 212 – 221.

- [10] Gökler. İ, Ozanözgü M, Experimental investigation of effects cutting parameters on surface roughness in the WEDM process (2000).
- [11] J. Prohaszka, A.G. Mamalis, N.M. Vaxevanidis, The effects of electrode material on machinability in wire electro – discharge machining. Journal of Materials Processing Technology, 69, 233 – 237, 1996.
- [12] M. Rozenek, J. Kozak, L. Dobrovwki, K. Lubkovwki, Electrical discharge machining characteristis of metal matrix composites. Journal of Materials Processing Technology, 109, 367-370, 2001.

THE INVESTIGATION of MACHINABILITY of DISSIMILAR MATERIALS in CNC WIRE – EDM MACHINES

U. ÇAYDAŞ* & A. HASÇALIK*

Abstract: In this study, the microstructure variation and surface roughness according to the cutting parameters were investigated. In experiments, pulse-on time, voltage, dielectric fluid circulation pressure and wire feed rate taken as alternative when table feed rate, wire tension, pulse-off time wire diameter were constant. In experiments brass wire of 0.25mm diameter were used. In end of cutting operations, the microstructures of specimens were examined by optic and SEM microscopy. The micro hardness and surface roughness were measured. It was concluded that the surface roughness and microstructure are change according to process parameters in end of cutting operations of the materials with different properties.

Keywords: Wire erosion, Microstructure, Surface roughness.

*Fırat Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü 23119 Elazığ / TÜRKİYE, ucaydas@firat.edu.tr

*Fırat Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü 23119 Elazığ / TÜRKİYE, ahascalik@firat.edu.tr