

SERTLEŞTİRİLMİŞ AISI 52100 MALZEMENİN AŞINDIRICI DİSKLE KESİLMESİNİN ARAŞTIRILMASI*

Muhammed ELİTAŞ¹, İbrahim ÇİFTÇİ²

¹Karabük Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği Bölümü, melitas@karabuk.edu.tr

²Çankırı Karatekin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, iciftci@karatekin.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, tasarım ve imalatı gerçekleştirilen abrasif kesme makinesi yardımıyla AISI 52100 rulman çeliğinin kesilebilirliği araştırılmıştır. Kesme işlemi için aşındırıcı bir disk kullanılmıştır. Numuneler kesme işlemi öncesinde ısıtılarak sertleştirilmiştir. Sertleştirilen parçaların, optik mikroskop mikroyapıları incelenmiştir. Kesme deneyleri 1600, 1800, 2000, 2200 dev/dk'da ve 5, 10, 15, 20 mm/dk ilerleme hızlarında gerçekleştirilmiştir. Kesme sıvısı kullanılmadan gerçekleştirilen deneyler, kesme sıvısı kullanılarak tekrarlanmıştır. Kesme işlemi sonrasında kesilen yüzeylerin yüzey pürüzlülük değerleri belirlenmiş ve makro sertlikleri incelenmiştir. İlerleme hızı düştükçe ve devir sayısı arttıkça yüzey pürüzlülük değerleri düşmüştür. Kesilen yüzeyden uzaklaştıkça numunelerin sertliği artmıştır. Kesme sıvısı kullanılmadan yapılan deneylerde ilerleme hızı ve devir sayısı arttıkça numunelerin yüzey katmanlarının sertliği azalmıştır. Kesme sıvısı kullanılarak gerçekleştirilen deneylerde ise ilerleme hızı arttıkça numunelerin yüzey katmanlarının sertliği artmıştır.

Anahtar Kelimeler: AISI 52100, abrasif kesme, ısıtma işlemi, yüzey pürüzlülüğü

AN INVESTIGATION INTO THE CUTTING OFF OF HARDENED AISI 52100 MATERIAL BY ABRASIVE DISC

Abstract

In this study, cutting off of AISI 52100 material was carried out on a designed and manufactured abrasive cutting device. An abrasive disc was used to perform the cutting operation. The specimens were hardened through heat treatment before the cutting operation. Microstructures of the hardened specimens was examined by an optical microscope. Cutting tests were carried out at 1600, 1800, 2000 and 2200 rev/min disc revolution speeds and at 5, 10, 15, 20 mm/min feed rates. The cutting tests were carried out with and without a cutting fluid. After the cutting tests, surface roughness and macro hardness of the cut surface layer were determined. Surface roughness values were found to decrease with decreasing feed rate and increasing disc revolution speed. Hardness of the specimens increased as the distance from the cut surface increased. Hardness of the surface layer of the specimens decreased with increasing feed rate disc revolution speed when cutting dry. On the other hand, hardness of the surface layer increased with increasing feed rate when cutting with cutting fluid.

Keywords: AISI 52100, abrasive cutting, heat treatment, surface roughness

1. Giriş

100Cr6 rulman çeliği olarak da bilinen AISI 52100 çeliği; kollu kılavuzlarda, freze çakıllarında, millerde, burçlarda, yataklarda, rulman bileziği ve bilyelerinde, damgalama araçlarında, dişlilerde, ölçü aletlerinde, pimlerde, sıkma bileziklerinde, vidalarda, tezgah motor ve pompa parçalarında, makaralarda ve hidrolik ekipman parçalarında geniş kullanımı olan bir çelik türüdür [1].

Rulman çelikleri üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Ağırıklı olarak sertleştirilmiş rulman çelikleri üzerine çalışmalar yapılmıştır. Rulman çeliğini kesme işlemi de bu çalışmalarla alakalı önemli bir konudur. Rulman çeliğini kesme işleminin minimum maliyetle gerçekleştirilmesi, kesme işleminin parça özelliklerini olumsuz etkilememesi ve kesme işlemi sonucunda parçada istenilen yüzey özelliklerinin elde edilmesi çok önemlidir. İstenilen özelliklerde kesme işlemini gerçekleştirebilecek ve maliyet anlamında kazanım sağlayacak kesme makinesinin imalatı da bu

* II. Uluslararası Sürdürülebilir Yapılar Sempozyumu ISBS-2015 de sunulmuş bildiriden üretilmiştir.

bakımdan büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda yüzey kalitesinden ödün verilmeden maliyet açısından sağlanacak iyileştirme genel anlamda önemli kazanımları sağlar.

Neugebauer ve ark., abrasif kesmede takım aşınmasını azaltmak için Al_2O_3 esaslı 3 farklı tane boyutuna sahip aşındırıcı disk kullanılarak kesme işlemi gerçekleştirilmişlerdir. Yapılan deneyler sonucunda daha yüksek tane dayanımı ve bağlayıcı maddenin daha iyi adezyonundan dolayı en uzun takım ömrünün kübik taneli kesici diskle sağlandığını belirtmişlerdir [2].

Anderson ve ark., iş parçası malzemesi olarak AISI 4340 çeliğini kullanarak farklı kesme hızı ve kesme derinliğinde aşındırıcılarla kesme işlemi ile ilgili deneysel gözlemleri ve sonlu elemanlar yöntemini birleştiren bir çalışma yapmışlardır. Sonuç olarak, kesme hızı arttığında normal kuvvetler artarken, teğetsel kuvvetlerin azaldığı ve kesilmemiş talaş kalınlığındaki elastik deformasyondan plastik deformasyona geçişin arttığı ifade edilmiştir. Ayrıca, düşük kesilmemiş talaş kalınlığı değerinde saf sürtünme meydana geldiği, talaş kalınlığı artırıldığında sürtünme oranının azaldığı ve talaş kalınlığı daha çok artırıldığında kesmenin başlayıp sürtünmenin azaldığı belirtilmiştir [3].

Anderson ve ark., hibrit Euler-Lagrange sonlu eleman metodunu kullanarak 3 boyutlu aşındırıcı tane kesme modelini geliştirmişlerdir. İdeal aşındırıcı taneleri temsil etmek için aşındırıcı disk formunda 2 kesici takım geometrisi kullanılmıştır. Yapılan çalışmada; yuvarlak burunlu takım, aşındırıcı tanelerin büyüklüğü için kullanılırken düz burunlu takımlar aşındırıcı tanelerin büyüklüğü ve aktif kesici kenar biçimi için kullanılmıştır. Geliştirilen modelin; aşındırıcı tanelerin kesme işlemine, işlem parametrelerini seçmeye, aşındırıcı diskin tasarımına izin verebilecek şekilde tasarlandığı belirtilmiştir. Bu doğrultuda, iş parçası kalitesinin gelişmesine ve imalatçılar için maliyetlerin düşmesine izin verdiği ifade edilmiştir. Bu çalışma sonucunda, yuvarlak burunlu kesici takım kullanıldığında daha küçük aşındırıcı tanelerin, daha yüksek kesme hızlarının ve daha düşük kesme derinliğinin daha düşük kuvvetler meydana getirdiği ve yüzey gerilme alanlarının büyüklüğünü azalttığı fakat tane boyutundaki azalmayla orantılı olarak gerilmelerin arttığı belirtilmiştir. Yüzey gerilmelerini azaltma ve talaş biçimini iyileştirme yönüyle düz burunlu kesici takımın yuvarlak burunlu kesici takıma göre sisteme daha iyi uyulanabildiği belirtilmiştir [4].

Anderson ve ark., 2 farklı aşındırıcı tane geometrisinin kesme işlemini, deneysel çalışmalar ve sonlu elemanlar modelini kullanarak karşılaştırmışlardır. Küresel takım kör aşındırıcı olarak, kesik konik biçimli takım ise iyi tanımlanmış kesici kenarlı aşındırıcı olarak kullanılmıştır. Sonuç olarak, 2 takımın da benzer normal ve teğetsel kuvvetler meydana getirdiği ve kesme derinliğinin yaklaşık olarak 3 mikrometre olduğu belirtilmiştir. Kesik konik biçimli takım küresel takıma göre birim genişlikteki normal kuvvetin azaldığı fakat birim genişlikteki teğetsel kuvvetin arttığı belirtilmiştir. Kesme işleminin verimliliği, gerilmenin dağılışı karşılaştırılarak sonlu elemanlar metoduyla doğrulanmıştır. Kesik konik biçimli takımın, yığılmayı azaltma ve gerilmenin dağılışını düzeltme bakımından daha verimli olduğu, minimum yer değiştirme için gerekli enerjinin tane biçiminden bağımsız olduğu belirtilmiştir. Sonlu eleman modelinde; sürtünme enerjisinin katkısının küresel takımın yüksek, konik takımın düşük olduğu ifade edilmiştir [5].

Saraçyakupoğlu, iki farklı malzeme türü üzerinde hassas yüzey elde etmek için çeşitli kriterler altında aşındırıcı su jeti ile kesme işlemi gerçekleştirmiştir. Bu doğrultuda yüzey kalitesi incelenerek bir analiz gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak; basınç, ilerleme hızı ve nozul çapı azaldıkça yüzey kalitesinin arttığı ifade edilmiştir [6].

Coşansu, kolemanit ve zeolit tozlarının performanslarını, çeşitli malzemeleri aşındırıcı su jeti ile kesmede garnet aşındırıcı performansını esas alarak değerlendirmiştir. Yapılan testlerde ilerleme hızı ve aşındırıcı debisinin yüzey özelliklerine olan etkisi de belirlenmiştir. Saf garnet ile karışım, gerçekleştirilen testlerle yüzey özellikleri bakımından karşılaştırılmıştır. Karışımın kolemanit katkısı arttıkça yüzey pürüzlülük değerleri artmıştır. Düşük ilerleme hızlarında hem kesme-aşınma bölgesinde hem de deformasyon aşınma bölgesinde daha düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri elde edildiği; fakat yüzey kalitesindeki değişimin, deformasyon aşınma bölgesinde daha fazla olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, aşındırıcı debisindeki artışın pürüzlülük ve dalgalılık değerlerinde azalma sağladığı belirtilmiştir [7].

Akkurt, endüstriyel olarak yaygın kullanılan çeşitli metalik malzemelerin aşındırıcı su jeti ile kesilmesinde elde edilen yüzey özelliklerini ve farklı kesme yöntemleriyle kesilen bu malzemelerde metalürjik özelliklerde meydana gelen değişimleri değerlendirmiştir. Kesilen numunelerin tamamında, yüzeylerin üst bölgesinde nispeten daha düzgün yüzey özellikleri elde edilirken, alt bölgesinde ise yüzey pürüzlülüğünün arttığı belirtilmiştir. Metalürjik özellikleri ve sertlik değişimleri dikkate alındığında 8 farklı kesme yöntemi içerisinde en verimli kesme yönteminin aşındırıcı su jeti ile kesme olduğu belirtilmiştir. 5 mm kalınlığındaki pirinç ve çelik grubu malzemelerde yüzey

pürüzlülüğü değerlerinin diğer kalınlıktaki malzemelere göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Tavsiye edilen hızlarda ve 20 mm/dk hızda kesilen numunelerin yüzey özellikleri değerlendirildiğinde işleme parametrelerinden yanal hızın, yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisinin oldukça düşük olduğu belirtilmiştir [8].

Sevim, 1010, 1030, 1040, 1050 ve 50CrV4 çeliklerini ele alarak çeliklerin abrasif aşınmasında aşındırıcı tane büyüklüğünün aşınma direncine olan etkisini araştırmıştır. Çalışmada aşındırıcı tane çapı, basınç ve sertliğin de fonksiyonu olan ampirik aşınma direnci bağıntıları elde edilmiştir. Aşınma direnci ve sertlik arasındaki ilişkiye bağlı olarak 1. bölge ve 2. bölge olmak üzere 2 bölge belirtilmiştir. Bu doğrultuda izafi aşınma direncinin 1. bölgede aşındırıcı tane çapından bağımsız olduğu 2. bölgede ise, izafi aşınma direncinin aşındırıcı tane çapına bağlı olduğu elde edilen ampirik denklemlerle ortaya konmuştur [9].

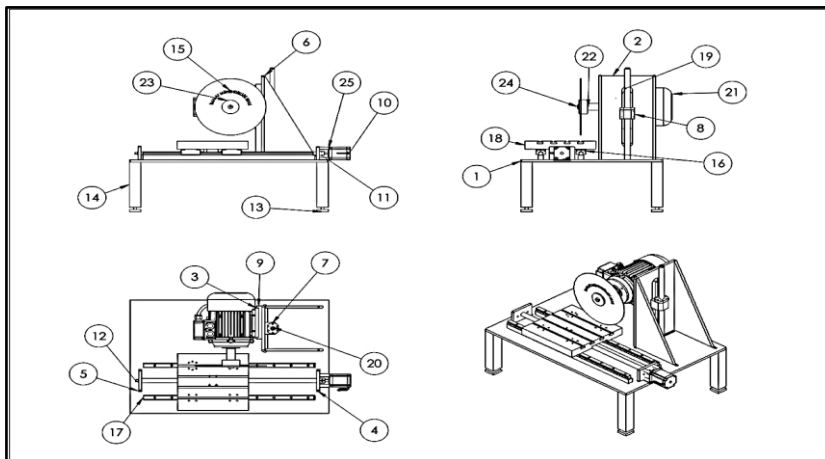
Çelik, laboratuvarında üretilen ZA-27 alaşımı ile piyasadan tedarik edilen $CuSn_{10}$ bronzunun abrasif aşınma performanslarını çeşitli değişkenler altında karşılaştırmıştır. Deneyler sonucunda, ZA-27 alaşımının $CuSn_{10}$ bronzundan daha iyi abrasif aşınma performansı sergilediği belirtilmiştir. Devir sayısı ve tane boyutu arttıkça alaşımların aşınma dayanımının düştüğü, uygulanan yük ve % SiC oranı arttıkça ZA-27 alaşımının ve $CuSn_{10}$ bronzunun aşınma miktarlarının arttığı belirtilmiştir. Her iki alaşımda da sürtünme kuvveti değerlerinin uygulanan yük arttıkça arttığı belirtilmiştir [10].

Bu çalışmada, sertleştirilmiş AISI 52100 rulman çeliğinin kesme işlemini gerçekleştirmek için bilgisayar kontrollü aşındırıcı diskle kesme makinesi tasarımı ve imalatı gerçekleştirilmiştir. Kesme işleminden önce istenilen boyutlara getirilen AISI 52100 rulman çeliği ısıtılma işlemine tabi tutularak sertleştirilmiştir. İstenilen sertlik değerine sahip olan AISI 52100 rulman çeliği numunelerinin aşındırıcı diskin farklı devir sayılarında ve tablanın farklı ilerleme değerlerinde kesilebilirlikleri incelenmiştir. Kesilen parçaların ortalama yüzey pürüzlülük değerleri, makro sertlik değerleri belirlenmiş ve çalışma sonucunda yüzey kalitesi bakımından elde edilen en iyi değerler ifade edilmiştir.

2. Deneysel Çalışmalar

2.1. Abrasif Kesme Makinesinin Tasarım ve İmalatı

Abrasif kesme makinesinin tasarımı maliyet kriteri de dikkate alınarak Solidworks programında gerçekleştirilmiştir. Makinenin 2 boyutlu montaj resmi ve makine parçaları ile ilgili bilgiler Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmiştir. Sertleştirilmiş AISI 52100 rulman çeliğini kesmek amacıyla imalatı gerçekleştirilen makinenin yapımında şase, tabla, z ekseni hareket modülü, lineer kızak alt destekleri, vidalı mil somun gövdesi, vidalı mil, disk flanşı, lineer kızak ve 4 adet araba, step motor, kesici disk motoru, kesme sıvısı haznesi, kesme sıvısı pompası, step motor mil bağlantısı aparatı, elektronik donanım ve Al_2O_3 esaslı kesme diski kullanılmıştır.



Şekil 1. Abrasif kesme makinesinin 2 boyutlu montaj resmi

Parça No.	Adı ve Açıklamalar	Standart Nu. Resim Nu.	Adet	Malzeme	Açıklamalar
1	Şase	KM-00-10	1	Platina	-
2	Düz Plaka	KM-00-07	1	Ç 1050	-
3	Z Eksenli Kızağı	KM-00-04	1	Ç 1050	-
4	Step Motor Plakası	KM-00-01	1	Ç 1050	-
5	Kızakların Plakası	KM-00-06	1	Ç 1050	-
6	Yan Plakalar	KM-00-09	2	Platina	-
7	Vidalı Mil Somun Sfür 2005	-	2	-	Hazır
8	Vidalı Mil Somun Gövdesi BSG20H	-	2	-	Hazır
9	Düz Kızak Plakası	KM-00-05	1	Ç 1050	-
10	Step Motor	-	1	-	Hazır
11	Kaplin	-	1	AL 7075	Hazır
12	Vidalı Mil (300mm)	-	1	-	Hazır
13	Ayaklar	KM-00-08	4	Ç 1040	Hazır
14	Kavcuk Ayaklar	-	4	-	Hazır
15	Kesici Disk	-	1	AIO2	Hazır
16	Lineer Kızak Ray Arabası SHN B15	-	4	-	Hazır
17	Lineer Kızak SH 15	-	2	-	Hazır
18	Tabla	KM-00-03	1	AL 7000	-
19	Vidalı Mil (600mm)	-	1	-	Hazır
20	Somun	-	1	-	Hazır
21	AC Motor	-	1	-	Hazır
22	Motor Flanşı	KM-00-02	1	Ç 1040	-
23	Motor Flanşı Kapağı	KM-00-11	1	Ç 1040	-
24	Pul	-	1	-	Hazır
25	Step Motor Tutucusu	-	4	-	Hazır
	Tarih	Adı	İmza	Sayı	Karabük Üniversitesi İmalat Mühendisliği
Çizen	10.05.2015	Muhammed ELITAŞ		1	
Kontrol	20.05.2015	İbrahim ÇİFTÇİ			Resim Numarası
Ölçek	1:10	Kesme Makinesinin Tasarımı			KM-01-00

Şekil 2. Abrasif kesme makinesinin 2 boyutlu montaj resmi bilgileri

Tedarik edilen parçalardan belirlenen ölçülerde olmayanlar öncelikle CNC freze tezgâhında işlenerek istenilen ölçülere getirilmiştir. Lineer kızak alt destekleri şaseye, kesici disk yükseklik ayarı için gerekli olan Z eksen hareket modülü ise alt şaseye kaynaklanmıştır. Kaynak işlemlerinden sonra vidalı birleştirme işlemi yapılacak olan diğer parçalar deneme amaçlı montaj edilmiş, yapılan denemelerin olumlu sonuçlanmasıyla vidayla birleştirilen parçalar sökülmüş ve şase boyanmıştır. Bu işlemlerden sonra; kızaklar, vidalı mil ve somun gövdesi, step motor, tabla, kesici disk motoru sırasıyla montajlanmıştır. Sac levhadan yapılmış olan üst kapama kısmı ve kapak kısmı takılmıştır. Makinenin yan tarafına bilgisayarla kontrollü kesme işlemini gerçekleştirebilmek için gerekli olan elektronik tertibat yerleştirilmiştir. Son aşamada, bilgisayara Mach3 programı kurulmuş ve kesme makinesi ile adaptasyonu sağlanmıştır. Bu işlemler sonucunda kesme makinesinin montaj işlemi tamamlanmıştır. Abrasif kesme makinesi Şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 3. Abrasif Kesme Makinesi

2.2. Kesme İşlemi Öncesi Yapılan Çalışmalar

2.2.1. Tortalama İşlemi

1 metre boyunda ve 22,5 mm çapında çubuklar halinde piyasadan tedarik edilen AISI 52100 malzeme, torna tezgâhında kesme takımıyla 14 mm boyunda 50 parçaya ayrılmıştır. Her numuneye, boyunun yarısı 20 mm çapında ve diğer yarısı 14 mm çapında olacak şekilde kademeli tortalama işlemi uygulanmıştır. Deney numunelerine 9,8 mm çapında HSS matkapla delik açılmış ve 10 mm çapında rayba kullanılarak deliklere rayba çekilmiştir. Bu işlemler uygulanarak deney numuneleri kesme işleminden önce istenilen boyutlara getirilmiştir.

2.2.2. Islah Isıl İşlemi

50 adet numuneye kesme işlemi öncesinde Bodycote Istaş ısıtma firmasında ısıtma (nötür sertleştirme) ısıtma işlemi uygulanmıştır. İlk aşamada numuneler 870 °C'e kadar ısıtılmış ve bu sıcaklıkta parçanın mikroyapısı östenit fazına dönüşmüştür. İkinci aşamada ise parça östenitleme sıcaklığında 90 dakika bekletilmiş, böylece parçanın her tarafının homojen ısınması sağlanıp içyapısının östenitlemesi sağlanmıştır. Üçüncü aşamada numunelere 70 °C yağda (Petrofer Isorapid 277 HM) su verme işlemi uygulanmıştır. Son aşamada ise numunelerin hem gevrekliğini gidererek tok bir yapı elde etmek hem de meydana gelen iç gerilmelerini azaltmak için 180 °C'de 120 dakika temperleme ısıtma işlemi uygulanmıştır.

2.2.3. Sertlik Ölçümü

Isilah ısıtma işleminden sonra Qness GmbH marka Q10M model Vickers sertlik ölçüm cihazı kullanılarak numunelerin sertlik ölçümü gerçekleştirilmiştir. Numune üzerinde iki farklı noktaya 5 kg yük uygulanmıştır. Yapılan iki deney sonucunda Vickers sertlik değerleri elde edilmiştir. Bu değerler, cihazdaki sertlik dönüşüm tablosu kullanılarak HRC sertlik değerlerine dönüştürülmüştür. Elde edilen sertlik değerleri Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Numunenin sertlik değerleri

Deney No	Uygulanan Yük (kg)	Vickers Sertlik Değeri (HV)	Dönüştürülmüş Rockwell Sertlik Değeri (HRC)
1	5	738	61,74
2	5	763	62,61

2.2.4. Mikroyapı

Mikroyapı analizi için numune yüzeyi öncelikle 180, 240, 320, 400, 600, 800, 1000, 1200 ve 2000 mesh'lik zımparalarla zımparalanıp metanol (CH₃OH) ile temizlenerek basınçlı havada kurutulmuştur. Numune çuha ile sırasıyla 1 mikron ve 0,1 mikron alümina (Al₂O₃) ile Metkon Forcipol 2V marka parlatma cihazında 300 dev/dk'da parlatılmıştır. Son olarak numune, %3'lük nital (%3 HNO₃ - %97 CH₃OH) çözeltisinde 34 saniye dağlanmıştır. Bu işlemler sonunda Nikon EPIPHOT 200 marka mikroskop yardımıyla numunelerin mikroyapı analizi gerçekleştirilmiştir.

2.3. Kesilebilirlik Çalışması ve Kesme İşleminde Sonra Gerçekleştirilen İşlemler

AISI 52100 rulman çeliğinin kesilebilirliği, imalatı gerçekleştirilen abrasif kesme makinesi yardımıyla 4 farklı ilerleme hızı (5, 10, 15, 20 mm/dk) ve 4 farklı devir sayısında (1600, 1800, 2000, 2200 dev/dk) incelenmiştir. İlk aşamada kesme sıvısı kullanılmadan 16 farklı deney gerçekleştirilmiştir. Sonraki aşamada, suya bor yağının 1/20 oranında ilave edilmesiyle elde edilen kesme sıvısı kullanılarak 1600, 1800, 2000 dev/dk'da; 5, 10, 15, 20 mm/dk ilerleme hızı değerlerinde 12 deney gerçekleştirilmiştir.

2.3.1. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü

Parçaların kesilen yüzeyleri, yüzey pürüzlülüğü ölçümü öncesinde saf alkolle temizlenip basınçlı havayla kurutulmuştur. Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri, Marsurf PS1 marka yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı kullanılarak deney

numunesinin kesilen yüzeyine paralel olacak şekilde üç ayrı ölçüm yapılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen yüzey pürüzlülük değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) hesaplanmıştır. Bu doğrultuda ilerleme hızı, devir sayısı ve kesme sıvısının yüzey pürüzlülüğüne olan etkileri belirlenmiştir.

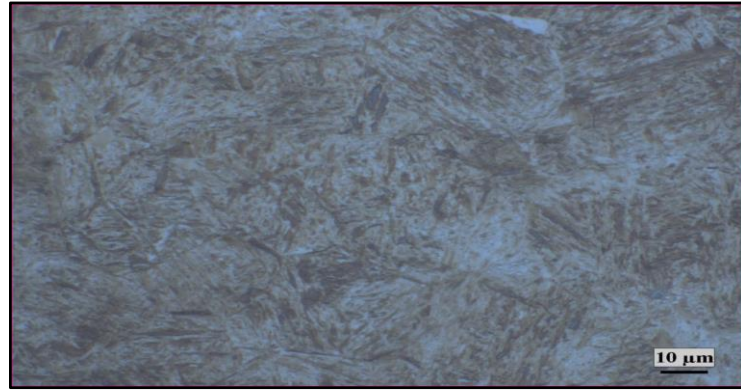
2.3.2. Makro Sertlik Ölçümü

Kesme işlemi gerçekleştirildikten sonra numuneler reçine-kurutucu karışımı bakalite alınmış ve zımparalanarak makro sertlik ölçümü için hazır hale getirilmiştir. Bu doğrultuda kesme sıvısı kullanılmadan ve kesme sıvısı kullanılarak 1600, 1800, 2000 dev/dk'da ve 5, 20 mm/dk ilerleme hızlarında gerçekleştirilen 12 adet kesme işleminde elde edilen numunelerin makro sertlikleri ölçülmüştür. Shimadzu marka sertlik ölçüm cihazı kullanılarak her numuneye 10 saniye süreyle 2 kg yük uygulanmış ve her numune için kesme bölgesinden itibaren 30 µm aralıklar ile 5 adet ölçüm yapılmıştır.

3. Deneysel Sonuçlar ve Tartışma

3.1. Mikroyapı Analizi

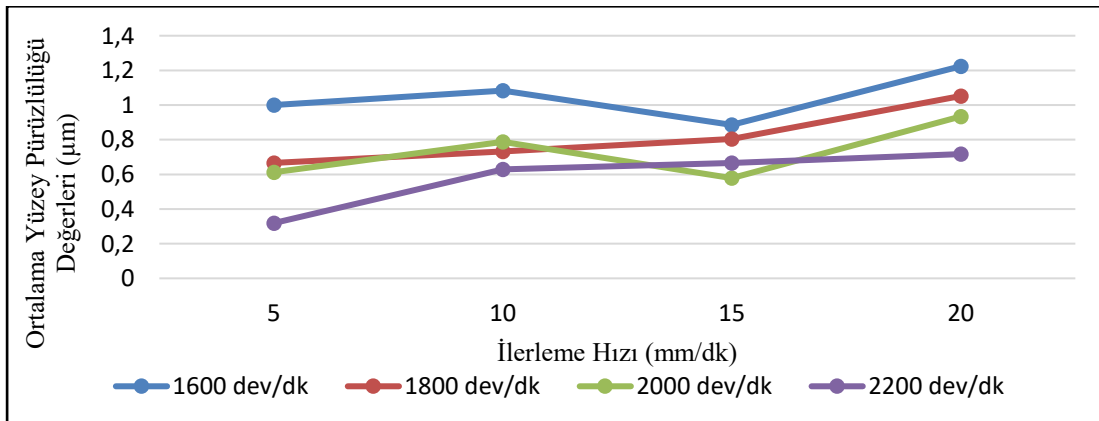
Kesme işlemi öncesinde sertleştirilmiş deney numunesinin 1000X büyütmede elde edilen mikroyapı fotoğrafı Şekil 4'de gösterilmiştir. Fotoğraf incelendiğinde sertleştirilmiş AISI 52100 rulman çeliğinin martenzit bir yapıya sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 4. Deneylerde kullanılan 52100 rulman çeliğinin mikroyapısı

3.2. Yüzey Pürüzlülük Değerleri

Kesme sıvısı kullanılmadan 1600, 1800, 2000 ve 2200 dev/dk'da; 5, 10, 15 ve 20 mm/dk ilerleme hızlarında kesilen numunelerin yüzeylerinin ortalama yüzey pürüzlülük değerlerinin grafiksel gösterimi Şekil 5'de gösterilmiştir.



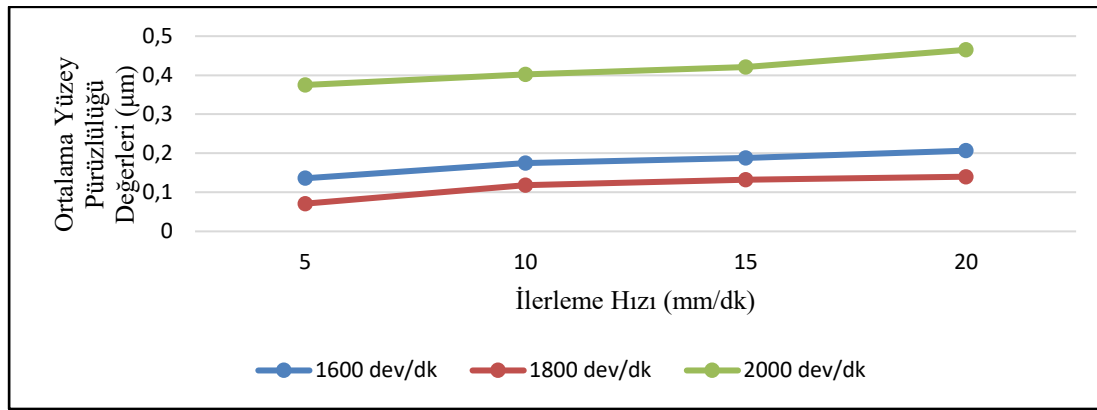
Şekil 5.

Kesme sıvısı kullanılmadan elde edilen Ra değerleri

Elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri incelendiğinde; 1600 ve 2000 dev/dk'da 15 mm/dk ilerleme hızında yüzey pürüzlülük değerinde bir düşme gerçekleşmiştir. 2200 dev/dk'da ilerleme hızı 15 mm/dk ve 20 mm/dk olarak ayarlandığında diskte kırılma meydana gelmiştir. Disk değiştirilerek deneyler tekrarlanmıştır. Ancak sistemde duraksamalar meydana gelmiştir. Bu değerlerde parça yüzeyinde de yanmalar meydana gelmiştir. 2200 dev/dk'da 15 ve 20 mm/dk ilerleme hızları için numunelerin kesilmesinin elverişli olmadığı görülmüştür.

Kesme sıvısı kullanılmadan gerçekleştirilen 16 deney sonucunda genel olarak ilerleme hızı düştükçe daha iyi ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri elde edilmiştir. Diskin devir sayısı arttırıldıkça genel olarak ortalama yüzey pürüzlülüğü değerlerinin düştüğü gözlemlenmiştir.

Kesme sıvısı kullanılarak 1600, 1800, 2000 dev/dk'da ve 5, 10, 15, 20 mm/dk ilerleme hızlarında kesilen numunelerin ortalama yüzey pürüzlülük değerlerinin grafiksel gösterimi Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Kesme sıvısı kullanılarak elde edilen Ra değerleri

Kesme sıvısı kullanılmadan gerçekleştirilen kesme işlemine göre yüzey pürüzlülük değerlerinde önemli bir düşüş gözlemlenmiştir. 2000 dev/dk'da gerçekleştirilen kesme işlemleri sırasında aşındırıcı disk kırılmıştır. Disk değiştirilerek deneyler tekrarlanmıştır. Ancak aşındırıcı diskte ciddi salınımlar meydana gelmiş ve sağlıklı bir kesme işlemi gerçekleştirilememiştir. Ayrıca 2000 dev/dk'da gerçekleştirilen 4 deneyde de kesme işleminin son aşamasında aşındırıcı diskin numuneden ayrılırken ucundan parça kopardığı gözlemlenmiştir. Kesilen numune Şekil 7'de gösterilmiştir. 2000 dev/dk'da diskteki patlamadan ve yarıçap değerlerinde sağlıklı sonuçlar elde edilememesinden dolayı 2200 dev/dk'da kesme sıvısı kullanılarak yapılacak olan kesme işlemleri gerçekleştirilmemiştir. 2000 dev/dk ve daha yüksek devir sayılarında gerçekleştirilecek kesme işlemleri için abrasif kesme makinesinde sağlıklı sonuçlar elde edilemeyeceği gözlemlenmiştir.

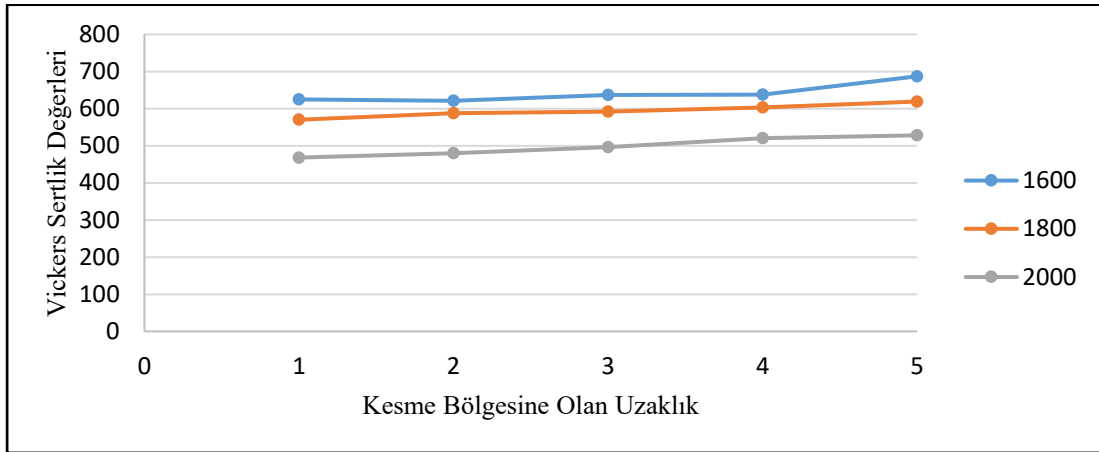


Şekil 7. Kesme sıvısı kullanılarak 2000 dev/dk'da 10 mm/dk ilerleme hızında kesilen parça

Kesme sıvısı kullanılarak gerçekleştirilen kesme işlemlerinde genel olarak ilerleme hızı arttıkça yüzey pürüzlülük değerleri artmıştır. Ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri, genel olarak devir sayısı arttıkça düşmüştür. 2000 dev/dk'da yüksek ilerleme hızlarında aşındırıcı tanelerin araya girmesinden dolayı disk patlamıştır. 2000 dev/dk'da sağlıklı bir kesme işlemi gerçekleştirilemediği için ortalama yüzey pürüzlülük değerlerinde artış gözlemlenmiştir.

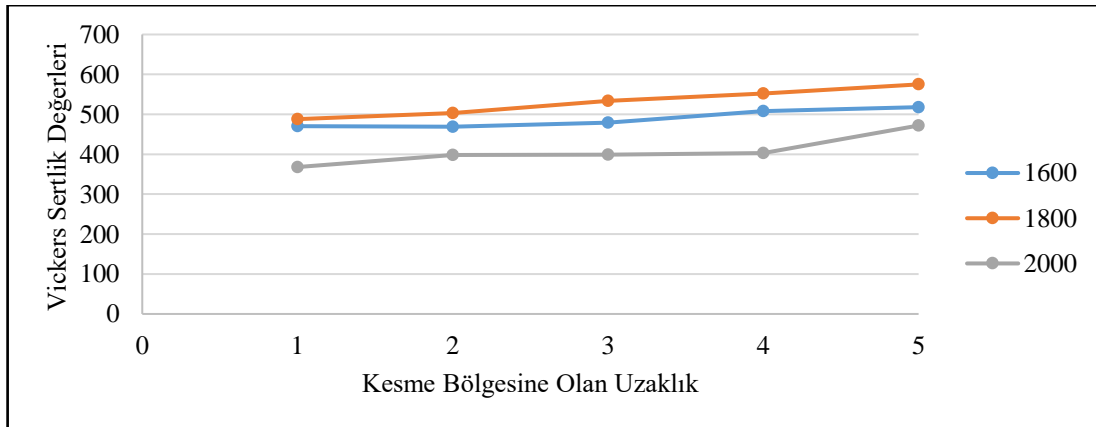
3.3. Makro Sertlik Değerleri

Kesme sıvısı kullanılmadan 1600, 1800, 2000 dev/dk'da ve 5, 20 mm/dk ilerleme hızlarında gerçekleştirilen kesme işlemlerinde elde edilen numunelerin Vickers sertlik değerlerinin grafiksel gösterimi sırasıyla Şekil 8 ve Şekil 9'da gösterilmiştir.



Şekil 8.

Kesme sıvısı kullanılmadan 5 mm/dk ilerleme hızında farklı devirlerde elde edilen sertlik değerleri

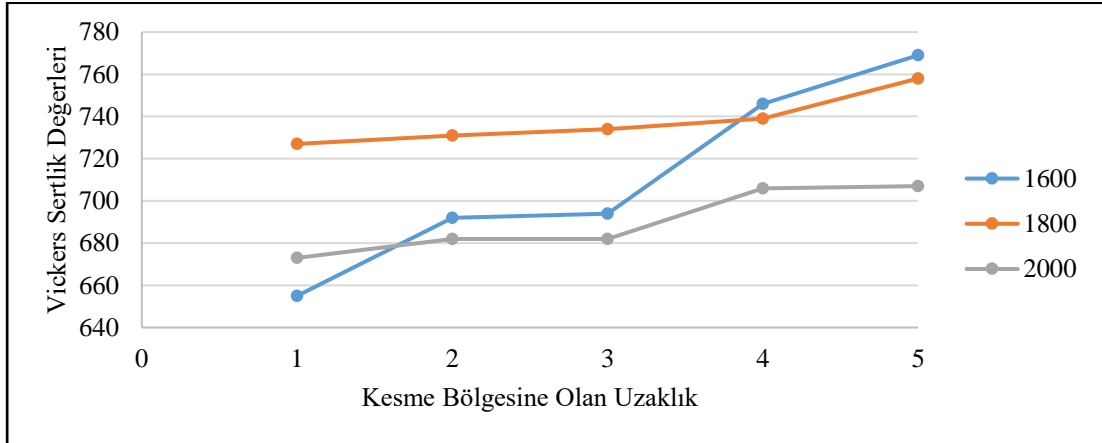


Şekil 9. Kesme sıvısı kullanılmadan 20 mm/dk ilerleme hızında farklı devirlerde elde edilen sertlik değerleri

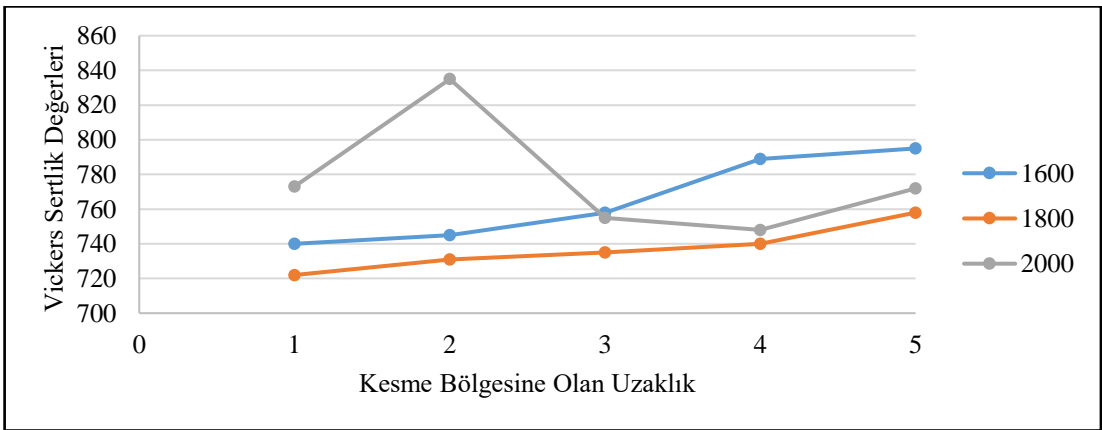
Kesme bölgesine olan uzaklık 1-5 aralığındaki sayılar ile ifade edilmiş ve bu aralıkta her 2 sayı arasındaki mesafe 30 μm 'dir. Elde edilen veriler incelendiğinde aşındırıcı diskle numunenin temas ettiği kesme bölgesinden uzaklaştıkça genel olarak numunenin sertliğinde artış görülmüştür. Çünkü kesme işlemi sırasında en fazla sıcaklık artışı aşındırıcı diskle numunenin temas ettiği yüzeyde olmuş ve bu yüzeyden uzaklaştıkça kademeli olarak sıcaklık azalmıştır.

İncelenen 3 devir sayısında da ilerleme hızı arttıkça malzemenin sertliğinde düşüş meydana gelmiştir. İlerleme hızı arttıkça kesme bölgesinde meydana gelen sıcaklığın da artması numunelerin sertliğinde düşüşe neden olmuştur. Ayrıca, aynı ilerleme hızlarında devir sayısı arttıkça numunelerin sertliğinde düşüş meydana geldiği gözlemlenmiştir. Çünkü aynı ilerleme hızlarında devir sayısının artması kesici disk ile parçanın temas yüzeyinde sıcaklığın daha çok artmasına neden olmuştur. Bu durumda parçanın sertliğinde, düşük devir sayılarında gerçekleştirilen kesme işlemlerine göre daha çok düşüş meydana gelmiştir.

Kesme sıvısı kullanılarak 1600, 1800, 2000 dev/dk'da ve 5, 20 mm/dk ilerleme hızlarında gerçekleştirilen kesme işlemlerinde elde edilen numunelerin Vickers sertlik değerlerinin grafiksel gösterimi sırasıyla Şekil 10 ve Şekil 11'de gösterilmiştir.



Şekil 10. Kesme sıvısı kullanılarak 5 mm/dk ilerleme hızında farklı devirlerde elde edilen sertlik değerleri



Şekil 11. Kesme sıvısı kullanılarak 20 mm/dk ilerleme hızında farklı devirlerde elde edilen sertlik değerleri

Elde edilen veriler incelendiğinde aşındırıcı disk ile numunenin temas ettiği yüzeyden uzaklaştıkça malzemenin sertliği artmıştır. Bu açıdan sonuçlar, kesme sıvısı kullanılmadan gerçekleştirilen kesme işlemlerinde elde edilen makro sertlik değerleri ile paralellik göstermiştir. Ancak kesme sıvısı kullanılmadan gerçekleştirilen kesme işleminin aksine bütün devir sayılarında ilerleme hızı arttıkça malzemenin sertliği artmıştır. Kesme sıvısı kullanılarak gerçekleştirilen kesme işlemlerinde malzemelerin sertlik değerleri ile devir sayısı arasında sağlıklı bir ilişki kurulamamıştır.

4. Sonuçlar

Sertleştirilmiş AISI 52100 rulman çeliğinin tasarım ve imalatı gerçekleştirilen abrasif kesme makinesi yardımıyla farklı devir sayısı ve ilerleme hızlarında kesilerek yüzey pürüzlülüğünün ve mikroyapısının incelendiği bu çalışmada numunenin kesme işlemi öncesinde 1000X büyütmedeki mikroyapı fotoğrafı incelendiğinde martenzit bir yapıya sahip olduğu görülmüştür. Kesme sıvısı kullanılarak 2000 dev/dk'da gerçekleştirilen kesme işlemleri sırasında aşındırıcı disk kırılmıştır. Yüksek ilerleme hızlarında aşındırıcı tanelerin araya girmesi diskin kırılmasına neden olmuştur. Disk değiştirilerek deneyler tekrarlanmış ancak aşındırıcı diskte ciddi salınımlar meydana gelmiştir. Ayrıca 2000 dev/dk'da gerçekleştirilen 4 deneyde de kesme işleminin son aşamasında aşındırıcı diskin numuneden ayrılırken ucundan parça kopardığı gözlemlenmiştir. Kesme sıvısı kullanılarak 2000 dev/dk'da gerçekleştirilen kesme işlemlerinde, diskteki patlamadan ve numunenin yarıçap değerlerinde sağlıklı sonuçlar elde edilememesinden dolayı 2200 dev/dk'da yapılacak olan kesme işlemleri gerçekleştirilmemiştir.

Genel olarak ilerleme hızı düşüldükçe ve diskin devir sayısı arttırıldıkça daha düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri elde edilmiştir. Gerçekleştirilen makro sertlik ölçümleri sonucunda aşındırıcı diskle numunenin temas ettiği kesme bölgesinden uzaklaştıkça numunenin sertliğinde artış gözlemlenmiştir. Kesme sıvısının kullanılmadığı deneylerde

ilerleme hızı arttıkça malzemelerin sertliğinde düşüş meydana gelmiştir. İlerleme hızı arttıkça kesme bölgesinde meydana gelen sıcaklığın da artması numunelerin sertliğinde düşüşe neden olmuştur. Ayrıca aynı ilerleme hızlarında devir sayısı arttıkça numunelerin sertliğinde düşüş meydana geldiği gözlemlenmiştir.

Kesme sıvısı kullanılarak yapılan kesme işlemlerinde elde edilen makro sertlik değerleri incelendiğinde kesme bölgesinden uzaklaşıldıkça malzemenin sertliği artmıştır. Ancak kesme sıvısı kullanılmadan gerçekleştirilen kesme işlemlerinde elde edilen sertlik değerlerinin aksine bütün devir sayılarında ilerleme hızı arttıkça malzemelerin sertliği artmıştır. Malzemelerin sertlik değerleri ile devir sayıları arasında sağlıklı bir ilişki kurulamamıştır.

Kaynaklar

- [1] A. Kuş, “AISI 52100 rulman çeliğinin tornalanmasında uygun kesici takım ve kesme parametrelerinin belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, 2, 53, 59, 2013.
- [2] R. Neugebauer, K. U. Hess, S. Gleich, and S. Pop, “Reducing tool wear in abrasive cutting”, International Journal of Machine Tools & Manufacture, 45, 1120-1123, 2005.
- [3] D. Anderson, A. Warkentin, and R. Bauer, “Experimental and numerical investigations of single abrasive grain cutting”, International Journal of Machine Tools & Manufacture, 51, 898-910, 2011.
- [4] D. Anderson, A. Warkentin, and R. Bauer, “Development of an experimentally validated abrasive-grain cutting model using a hybrid Euler-Lagrange finite element formulation”, Finite Elements in Analysis and Design, 53, 1-12, 2012.
- [5] D. Anderson, A. Warkentin, and R. Bauer, “Comparison of spherical and truncated cone geometries for single abrasive-grain cutting”, Journal of Materials Processing Technology, 212, 1946-1953, 2012.
- [6] T. Saraçyakupoğlu, “Aşındırıcı su jeti ile kesmede malzeme, basınç, ilerleme hızı ve su jeti çapının yüzey kalitesine etkisinin analizi”, Doktora Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 102-120, 2012.
- [7] G. Coşansu, “Aşındırıcı su jeti ile kesmede kolemanit tozunun aşındırıcı olarak kullanılmasının deneysel incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 83-87, 2010.
- [8] A. Akkurt, “Çeşitli malzemelerin aşındırıcı su jeti ile kesilmesinde yüzey özellikleri, sertlik mikroyapı değişimlerinin farklı kesme yöntemleriyle karşılaştırmalı olarak incelenmesi”, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 272-278, 2002.
- [9] İ. Sevim, “Çeliklerin abrasif aşınmasında aşındırıcı tane büyüklüğünün aşınma direncine etkisi”, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 11-13, 152-155, 1998.
- [10] H. S. Çelik, “ZA-27 alaşımının abrasif aşınma performansının incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 17-20, 49-51, 2010.