



INVESTIGATION OF WEAR BEHAVIOUR OF BORON CONCUSSOR JAWS WELDED BY USING DIFFERENT TYPES OF ELECTRODES

Nurullah KIRATLI*

* DPÜ Simav Teknik Eğitim Fakültesi, Metal Eğitimi Bölümü, Simav/ KÜTAHYA

ABSTRACT

In this study, Samples of concussor jaws were welded using different types of hard electrodes. These welded parts were subjected to wear test under different loads, and changes in the hardness and microstructures were examined. A pin-on-disc wear test apparatus was used. It is found that wear resistance decreased as the load and the distance were increased. The wear resistance also varied according to hardness.

Key Word: *Wear, Electrode, Hardness*

FARKLI TİP DOLGU ELEKTROTLARI İLE DOLGULARI YAPILAN BOR KIRICI ÇENELERİN AŞINMA DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ

ÖZET

Bu çalışmada, bor madeninin işlenmesinde kullanılan kırıcı çenelerden alınan numuneler, farklı sert dolgu elektrotları ile dolguları yapılmıştır. Farklı elektrotlarla yapılan dolgu kaynaklarının değişik yükler altındaki aşınma davranışları, sertlik değişimleri ve mikroyapıları incelenmiştir. Aşınma deneylerinde Pin-on-disk aşınma test cihazı kullanılmıştır. Değerlendirmeler sonucunda artan yük ve mesafeye bağlı olarak aşınma miktarının arttığı, aşınma miktarının sertliğe bağlı olarak değiştiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Aşınma, Elektrot, Sertlik*

1. GİRİŞ

Günümüz maden sektöründe kullanılan kırıcı çeneler değişik metotlarla üretilseler bile, hem malzmeden hem de üretim şartlarından dolayı zamanla aşınmakta ve iş yapma fonksiyonlarını kaybetmektedirler. Değişik parametrelere göre değişen aşınma, yüzey problemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Malzeme yüzeyi değişik yöntemlerle kaplanarak aşınmaya karşı direnci artırılabilir. DIN 50320'ye göre aşınma; katı cismin yüzey

bölgesinde tribolojik zorlanma sonucu istenmeyen malzeme kaybı olarak tanımlanmıştır [1,2].

Bir malzeme belirli şartlarda yüksek aşınma direnci gösterirken, başka şartlarda düşük aşınma direnci gösterebilir. Bu nedenle aşınmanın meydana geldiği koşullar göz önünde bulundurularak aşınmaya dayanıklı malzeme seçiminin yapılması gerekir [3].

Çeliklerin mekanik özelliklerini büyük ölçüde etkileyen alaşım elementi karbondur. Çelik içerisindeki karbon oranının artması ile aşınma direncinin buna bağlı olarak arttığı yapılmış olan değişik çalışmalarda tespit edilmiştir. Bunun sebebi; karbon oranı arttıkça, alaşımız çeliklerde perlit miktarının artması ve alaşımız çeliklerde ise ince perlit yapının martenzit-östenit yapıya dönüşmesi ile aşınmaya karşı direnci olumlu yönde etkiler [4].

Yapılan çalışmalarda, sertliğin artması ile birlikte aşınma direncinin arttığı, abrasiv aşınma direncinin sertliğe bağlı olduğu veya sertliğin artması ile abrasiv aşınma direncinin de arttığı kabul edilir [5,6].

Sürtünen iki yüzey arasına dışarıdan giren sert bir maddenin meydana getirdiği hasara abrasiv aşınma denir [7]. Abrasiv aşınmayı iki gruba ayırmak mümkündür. Bunlar iki elemanlı (oymalı sürtünme) ve üç elemanlı (öğütmeli sürtünme) abrasiv aşınmadır. Karşıt yüzeylerden birisinin üzerindeki mikroboyutlu sert pürüzlerin neden olduğu iki elemanlı

abrasiv aşınmada yüzeyin aşırı deformasyonu söz konusudur. Üç elemanlı abrasiv aşınmada ise ağır yükler altında aşınma parçalarının kırılarak küçük keskin köşeli parçacıklar oluşturup yüzeyi delerek ve çizerek malzeme kaybına neden olmasıdır [2,8]. Sert malzemelerin kullanılması ile abrasiv aşınmanın azaltılabileceği bilinmektedir. Aşınma davranışını karakterize etmede aşındırıcının artan sertliği ile yavaş aşınmadan hızlı aşınmaya geçiş çok faydalıdır [9].

Çalışma sırasındaki aşınmadan dolayı, çalışmayacak duruma gelen parçalar dolgu kaynağı ile kaplanmak suretiyle tekrar kullanılabilir hale getirilebilmektedir. Aşınan parçaların değişik kaynak yöntemleri ve dolgu elektrotları ile kaplanarak kayda değer sonuçların alındığı bilinmektedir. Korumacı bakım sistemi, genelde makine parçalarının çeşitli aşınma faktörlerine karşı korumak için özel olarak tasarlanmış, manuel veya otomatik süreçler altında püskürtme veya elektrot ortamlarından faydalanılarak geliştirilen bir uygulamalar zinciridir [10].

Çalışan iş parçalarının sürtünen yüzeylerinin diğer bölgelere göre aşınma ve darbelere karşı sürtünme katsayılarını arttırmak mümkündür. Kaynak yöntemleri ile yapılan dolgu metali esas metalle aynı bileşimde olabileceği gibi farklı bileşimlerde de olabilir. Yapılan çalışmalarda, Dolgu kaynağında çoğu kez ana metalle dolgu metali birbirlerinden farklı nitelik taşımaktadır. İlave edilen dolgu metali, parçaya bir takım yeni özellikler sağlayacaksa ana metalden farklı olarak seçilir [11,12].

Bu çalışmada, bor madenin işlenmesi sırasında aşınmaya maruz kalan kırıcı çenelerin, elektrik ark kaynak yöntemi ile değişik kimyasal bileşimlerde elektrotlar kullanılarak kaplanmış ve uygun dolgu elektrotu seçimi yapılmıştır.

2. METERYAL VE MOTOT

2.1. Materyal

Bu araştırmada, bor madenin işlenmesi esnasında aşınmaya maruz kalan kırıcı çenelerin elektrik ark kaynak yöntemi ile dolguları yapılarak tekrar kullanılabilir hale getirilmesi amaçlanmıştır. Kırıcı çenelerin kimyasal bileşimi Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Ana malzeme kimyasal kompozisyonu (Ağırlıkça %)

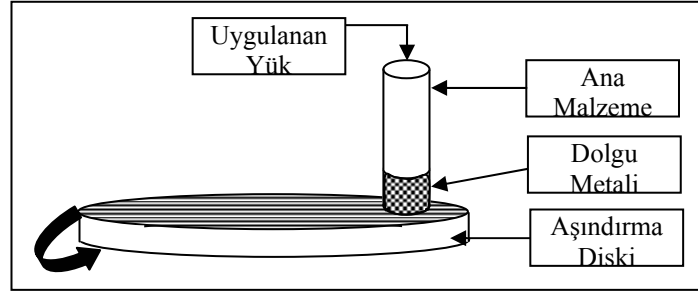
Element	C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	Fe
%Oran	0.721	14.95	0.050	0.0008	0.569	0.112	1,13	0.052	Kalan

Kaynak işleminde kullanılan elektrotların kimyasal bileşimleri ve dolguları yapılan numunelerin tanımlanması Çizelge 2’de verilmiş olup kaynak dolgusu ile kaplanan yüzeylerin temizlenmesine özen gösterilmiştir. Kaynak işlemleri; Jeneratör tipi kaynak makinesinde, 3.25 mm çapında elektrotlar kullanılarak, bütün dolgu kaynakları DC + kutupta ve 150 Amper akım şiddeti kullanılarak oda sıcaklığında kaynaklar yapılmıştır. Kaynak işlemi her bir numuneden 3 adet olmak üzere toplam 9 adet yapılmıştır.

Çizelge 2. Kaynak elektrotlarının kimyasal bileşimi (Ağırlıkça %) ve tanımlanması

Element	C	Si	Mn	Cr	Elektrot
Parça Kodu					
A	0.7	0.1	14	3.5	A1
B	0.1	0.5	6.0	18	A2
C	4.2	1.3	0.3	31	A3

Dolgu kaynağı yapılan numunelerden ϕ 6 x 40 mm olacak şekilde her bir numuneden 3 adet olmak üzere tel erozyon yöntemiyle aşınma numuneleri hazırlanmıştır. Bu numunelerin kaynak yüzeyi torna tezgahında işlenerek, yüzeyler 1200 grit’lik SiC su zımparası ile zımparalanarak yüzey pürüzlülükleri giderilmiştir. Aşınma kayıplarının tespitinde numune yüzeylerindeki kirler alkol ile deneyden önce temizlenmiştir. ϕ 6 x 40 mm ebatlarındaki numuneler hassas bir şekilde tartıldıktan sonra Şekil 1’deki şematik olarak gösterilen Pin-on-disk aşındırma düzeneğine yerleştirilerek aşındırma işlemine tabi tutulmuşlardır. Testler için kullanılan aşındırma cihazı değişken devirli bir elektrik motoru ile ayarlanmakta ve anında hız ayarlaması yapılabilmektedir.



Şekil 1. Pin-on disk aşındırma yönteminin şematik gösterilişi.

2.2. Metot

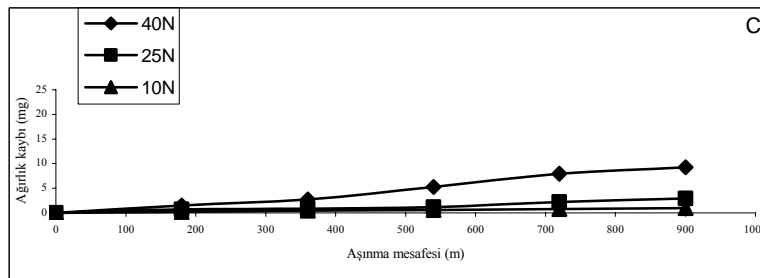
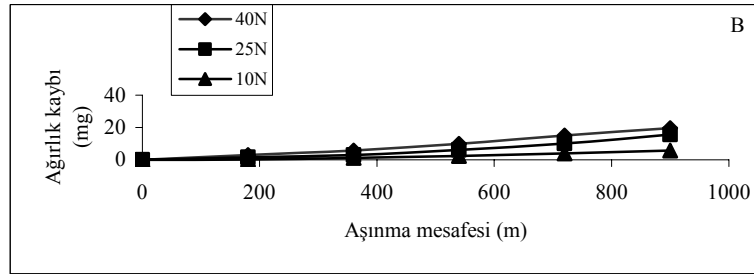
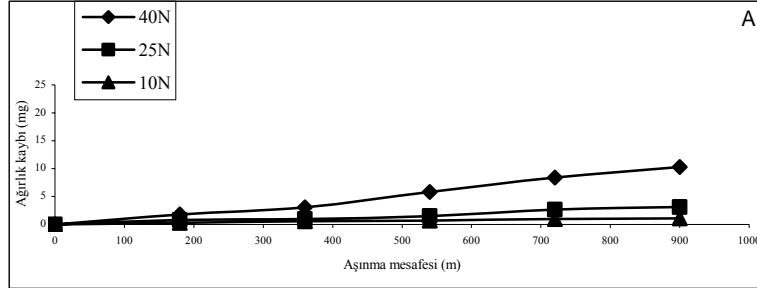
Aşınma miktarının belirlenmesi 0.1 mg hassasiyetli elektronik terazide yapılmıştır. Aşındırma işlemi sırasıyla 180, 360, 540, 720 ve 900 m mesafelerinde yapılmış olup aşındırma sırasında her bir numuneye 10, 25 ve 40 N olmak üzere üç farklı yük uygulanmıştır. Deneylerde diskin aldığı yol 60m/dk olarak sabit tutulmuştur. Her bir ölçüm için diskin ayrı bölgeleri kullanılmıştır. Aşındırma işlemi esnasında numunelerin disk üzerine basma konumları disk merkezine 54, 70 ve 87 mm uzaklıkta olup, çaplara göre kullanılan devir sayıları ise 300, 240 ve 197 Dv/dk'dır. Deneyler her bir numuneden 3'er adet yapılarak ortalamaları değerlendirilmiştir. Aşındırma işlemine tabi tutulan numuneler sertlik ölçümü ve mikroyapı incelemeleri için dolgu yapılan taraftan 12 mm kalacak şekilde kesilmiştir. Daha sonra ϕ 6 x 10 mm olan numuneler boyuna ikiye bölünüp bakalite alınmışlardır. Bakalitteki numuneler sırasıyla 400, 600, 800, 1000 ve 1200 numaralı SiC su zımparası ile, her seferinde 90⁰ döndürülerek her yönde eşit miktarda zımparalanmıştır. Zımparalanmış numuneler 1 μ m'lik elmas parlatici kullanılarak DP mikrokeçe üzerinde parlatılmış ve parlatılan numuneler kellers ile dağlanmışlardır. Parlatılmış numunelerin mikroyapısının incelenmesi, PRIOR marka optik mikroskop ile ara yüzey ve kaynak metalini de içine alan bölgeden çekimlerin yapılmasına özen gösterilmiştir. Ana malzeme, kaynak ara yüzeyi ve kaynak metalinin sertlik değerleri, numunelerin parlatılmış olan yüzeylerinden yapılmıştır. Ölçümlerde 136⁰ ve kare tabanlı Vickers uca sahip INSTRON WOLPERT sertlik cihazı kullanılmış ve 30 kg yük uygulanmıştır. Ölçümler arayüzeyden 3, ana malzeme ve kaynak metalinden 6 adet yapılarak ortalama değerler alınmıştır. Sertlik ölçümlerinde iki ölçüm arasındaki mesafe \cong 0.8 mm olarak sabit tutulmuştur.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

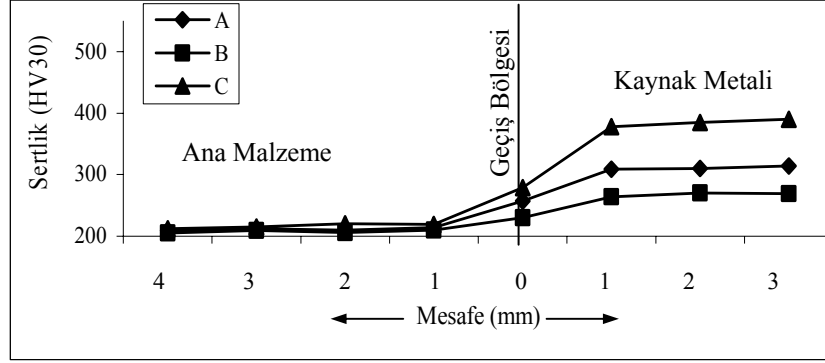
Yapılan aşınma deneyleri sonucunda, toplam ağırlık kaybı-aşındırma mesafesi eğrilerinde her bir zamana karşılık toplam ağırlık kaybı değerleri her numune için aynı şartlarda aşındırılmış olan üçer adet numunenin aritmetik ortalaması alınarak belirlenmiştir. Aşınma deneyleri sonucunda farklı yük altındaki dolgu kaynaklarının göstermiş oldukları aşınma davranışlar Şekil 2’de ve ITAB’daki sertlik değerlerinin değişimi ise Şekil 3’de verilmiştir.

Şekillerde de görüldüğü gibi, deney numunelerindeki ortak özellik, zamanla doğru orantılı olarak ağırlık kayıplarının artmasıdır. Aşındırma işleminin başlangıcında bu artışın daha fazla olduğu bütün numunelerde sabittir. İlk 180 m’den sonraki aşınma direncinin artması, numunelerin aşındırma esnasındaki soğuk pekleşmeden kaynaklandığı söylenebilir. Malzemelerde soğuk deformasyon sırasında meydana gelen pekleşme, malzemenin sertliğinin artmasına neden olacağından bu sertlik artışı da malzemenin aşınmaya karşı direncini arttırmaktadır [8]. Aşınma eğrilerinden de anlaşılacağı gibi A3 elektrotu ile dolgusu yapılan C kaynak numunesi en yüksek aşınma direncini göstermiştir. Bunun nedeni, A3 elektrotunun kaynak bileşiminde bulunan yüksek karbon ve krom miktarı kaynak metalinin sertleşmesine sebep olmakta ve aşınmaya karşı direncini arttırmaktadır. Diğer kaynak elektrotları ile yapılan dolgularda ise A1 elektrotu ile dolgusu yapılan A numunesi de aşınmaya karşı dirençlidir. Buda kaynak elektrotunun bileşiminde bulunan manganın etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

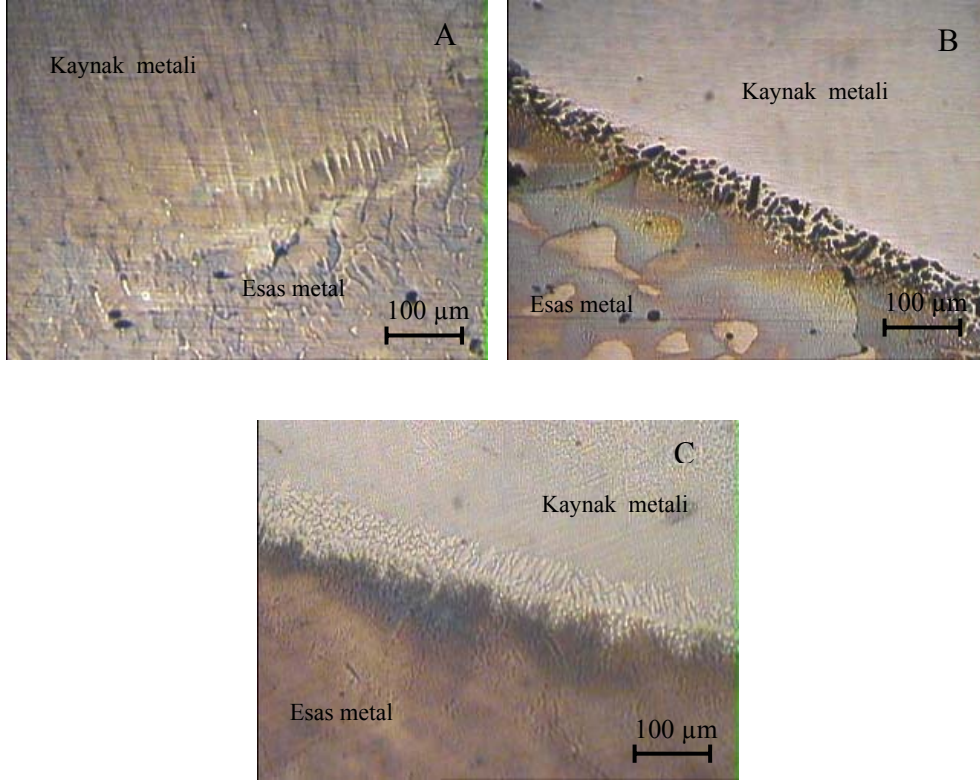
Farklı kaynak elektrotları ile kaplanan numunelerin sertlik artışı ITAB’daki geçiş bölgesinde başlamış ve kaynak metalinde en yüksek değerlere ulaşmıştır. Sertlik değerleri incelendiğinde; C numunesi en yüksek sertlik değerini gösterirken bu numuneyi sırasıyla A ve B numuneleri takip etmektedir. Aşınma değerleri ile sertlik değerleri karşılaştırıldığında sertlik değerinin yüksek olduğu C numunesi aşınmaya karşı en dirençli numunedir. Diğer numunelerde ise sertliğin azalmasıyla birlikte aşınma direncinin azaldığı görülmüştür. Yapılan çalışmalarda sertliğe bağlı olarak aşınma direncinin değiştiği, bir başka değişle sertliğin artması ile aşınma direncinin arttığı ve aşınma direncinin büyük oranda sertliğe bağlı olduğu kabul edilmiştir [2,5,13].



Şekil 2. A, B, ve C numunelerinin 10, 25 ve 40 N yük altındaki aşınma davranışları.



Şekil 3. Kaynaklı numunede ITAB'daki sertlik değişimi.



Şekil 4. Kaynaklı numunelerin optik mikroskop görüntüleri x100.

Mikroyapının aşınmayı ne derecede etkilediği net bir açıklığa kavuşmamış olmasına rağmen, mikroyapının aşınmayı etkilediği bilinmektedir. Mikroyapı içinde bulunan farklı fazlar ve tane boyutları mekanik özellikleri etkilemektedir[2]. Şekil 4'deki mikroyapılar

incelendiğinde, kaynak metalinin katılaştan bölgesi ve ısının tesiri altında kalan bölge (ITAB) mikroyapı bakımından esas metalden farklı bir iç yapıya sahip olduğu görülmektedir.

Kaynak havuzunun ısıdan etkilenen bölgesine yakın olan kısımlarının soğuma karakteristiği daha etkili ve daha hızlı olmasından dolayı kolonsal martenzit oluşur. Kaynak metalinde oluşan kolonların uzunluğu boyunca olan yönlenme, kaynak havuzundan ısı akışının yönüne işaret eder [14].

Isının tesiri altında kalan bölgeye yakın olan kaynak metali kolonsal bir tane yapısı, kaynak merkez çizgisine yakın olan kaynak metali ise eş aksel ve dendritik taneler içerir [15]. Kaynaklı numunelerin kaynak metali mikroyapılarında (Şekil 3. A ve C'de) esas metalle sınır teşkil eden bölgedeki tane sınırlarında alaşımlandırmanın etkisiyle ince taneli dendritik ferrit oluşumu görülmektedir. Şekil 3'deki B numunesinde ise perlit ve ferrit fazları görülmektedir. Mikroyapıdaki bu değişikliklerin nedeni, kullanılan dolgu elektrotunun bileşiminde bulunan nikel, krom ve mangandan kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan çalışma sonucunda; en iyi aşınma direncinin elde edildiği A ve C numuneleri sertlik, aşınma direnci ve mikro yapı bakımından birbirine benzer özellikler gösterdiği görülmüştür.

4. SONUÇLAR

Yapılmış olan bu çalışma sonucunda;

1. Deney numunelerindeki ortak özellik, zamanla doğru orantılı olarak ağırlık kayıplarının artmasıdır.
2. Aşınma deneyi sonucunda sertliğin artmasıyla aşınma direncinin arttığı tespit edilmiştir.
3. Elektrot bileşimindeki karbon, mangan ve krom miktarının artması dolgu metalinin aşınmaya karşı direncini arttırmaktadır.
4. Metalografik incelemeler sonucunda, ince taneli yapının aşınmaya karşı direncinin iri taneli yapının aşınmaya karşı direncinden daha iyi olduğu görülmüştür.
5. Bu çalışma sonucunda, aşınma direncinin yüksek çıktığı C numunesinde kullanılan elektrot kullanıldığı takdirde bor kırıcı çenelerinin çalışma ömürlerinin artacağı tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Dogan, H., Findik, F., Morgul, O., “Tribological Properties of Coated ASME 316L SS and Comparison with a Substrate”, *Industrial Lubrication and Tribology*, V.54 No. 1; 2002, pp. 5-10.
- [2] Gülenç, B., Kahraman N., 2003, Wear behaviour of bulldozer rollers welded using a submargret arc welding process, *Materials Design*, Vol 24, p 537-542.
- [3] Tylczak, JH., Oregon, A., 1992, Abrasive wear, *ASM Handbook*, Vol.18: 184-186.
- [4] Krause, H., Beutlar, H., 1983, *Wear of materials*, The International Conference on Wear of Materials, Reston.
- [5] Hurricks, P. L., 1974, Some metalurgical factor controlling the adhesive and abrasive wear resistance of steels a review, *Wear* 26.
- [6] Kahraman, N., Gülenç, B., 2002, Abrasive wear behaviour of powder flame sprayed coatings on steel substrates, *Metarials Design*, Vol 23, p721-725.
- [7] Fındık, F., Unal, H. “Development of thermal residual strains in a single sided composite patch”, *Composites Part B: Engineering*, Volume 32, Issue 4, 2001, Pages 379-383.
- [8] Angus, H.T., 1979, The significance of hardness, *Wear* 54.
- [9] Ashby, M., Jones, R.H.D., 1996, *Friction and wear engineering materials*, Cambridge University, England.
- [10] Habig, K. H., 1989, Wear behaviour of surface coatings on steels, *Tribology International*, Vol 22, p 65-73
- [11] Kim CK., Lee s., Jung JI., Ahn S., 2003, Effects of complex carbide fraction on high-temperature wear properties of hardfacing alloys reinforced with complex carbides, *Mater Sci Eng A*, in pres, Available online.
- [12] Sulzer Metco Thecnical Bulletin 1997.
- [13] Kiratlı, N., 2005, Abrasive wear behaviour of concussor jaws welded using a gas metal arc welding process, *Industrial Lubrication and tribology*, Volume 57, Number 4, pages 150-154.
- [14] Heintze, G. N., Pherson, R., 1986, Solidification control of submerged arc welds in steels by inoculation with Ti, *Welding Journal*, p. 140-151, USA.
- [15] Krishnan, R., Singhraman, R. K., Varatharajan, K., 1994, Microstructure and oxidation resistance of different regions in the welding of mild steel, *Journal of Materials Science Letters* 13, p. 1618-1621.

