

GTA YÖNTEMİ KULLANILARAK FeCrC ve WC KAPLANMIŞ SADE KARBONLU SAE 1020 MALZEMESİNİN AŞINMA DAVRANIŞININ ARAŞTIRILMASI

Soner BUYTOZ^{}, Osman YILMAZ^{**}*

Bu çalışmada, FeCrC, WC ve FeCrC/WC alaşımlarının tozları Tungsten Inert Gaz (TIG veya GTA) tekniği kullanılarak düşük karbonlu AISI 1020 çeliğinin yüzeyinde ergitilip farklı mikroyapılar oluşturularak kaplandı. Belirlenen mikrosertlik ve aşınma sonuçlarına göre bu alaşımların düşük karbonlu çeliklerin yüzeylerinin kaplanmasında kullanılabileceği görüldü. Malzemenin kaplama yüzeyinde oluşan karbürlerle aşınma direncinin arttığı, en iyi aşınma direnci sertliğe bağlı olarak 1.2 gram/saniye toz yedirme oranında 20 j/cm² enerji girdili 910 HV sertlikli FeCrC/WC kaplamalı SAE 1020 çeliğinden elde edildi.

Anahtar sözcükler : Alaşımlama, Abrasiv aşınma, FeCrC/WC

In this study, AISI 1020 with low carbon steel surface was alloyed with FeCrC, WC and FeCrC/WC alloying powders by using a tungsten inert gas (TIG or GTA) process, which different microstructures were substrated on the AISI 1020 steel. The hardness and abrasiv wear results indicate that the wear resistance of AISI 1020 steel can be improved by means of GTA surface alloying. In addition it was seen that the best wear resistance and higher hardness were detected with FeCrC/WC alloy coating.

Keywords: Alloying, Abrasiv wear, FeCrC/WC

** Fırat Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Metalurji Eğitimi Bölümü*

*** Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü*

GİRİŞ

Modern teknolojide metal yüzeylerinin dış ortamlardan korunması, maruz kaldığı yorulma, sürünme ve aşınmaları ortadan kaldırmak veya minimuma indirmek amacıyla, çeşitli yüzey işlemlerine ihtiyaç duyulmaktadır [1-3].

Malzeme yüzeyinin sert ve aşınmaya dayanıklı, alt tabakanın ise sünek ve yeterli mukavemette olması istenildiğinde karbürleme, nitrüleme, alev veya indüksiyonla yüzey sertleştirme, lazerle yüzey sertleştirme, plazma nitrüleme, plazma esaslı fiziksel buhar depolama (PVD) ve kimyasal buhar depolama (CVD) yöntemleri kullanılarak yüzey sertleştirme ve aşınmaya dayanıklı malzemelerin üretilmesi gerçekleştirilmektedir [3-5].

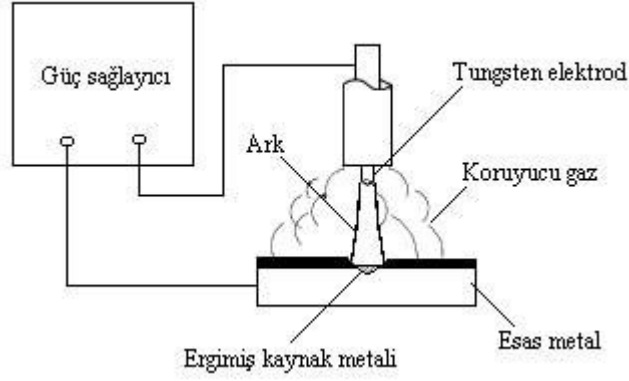
Yüzey modifikasyonu olarak ifade edilen GTA ile alaşımlama yönteminde, arzu edilen bileşim ve oranlarda, yüzeyde ince bir tabaka oluşturmak için, esas malzemeye metalurjik olarak bağlanmış kaplama malzemesinin hızlı katılaştırılması işlemine dayanmaktadır[4]. Hızla katılan ince taneli mikro yapılar kristal ve amorf fazlar içerirler. Bu nedenle bu gibi mikro yapıya sahip malzemelerin aşınma direnci artar ve (Fe,Co ve Ni esaslı alaşım kaplamaları için geleneksel alt tabaka malzemelerine) yüksek sertlik gösterirler [6-8]. C ve Cr'ca zengin Fe esaslı alaşımlar, tribolojisel uygulamalar için yaygın olarak yüzey sertleştirilmiş malzemeler olarak kullanılır [9-12].

Geleneksel teknikler ile üretilen Fe-Cr-C alaşımları üzerine yapılan çalışmalarda alaşımın kimyasal bileşimine bağlı olarak, M_3C , M_7C_3 ve $M_{23}C_6$ gibi kompleks karbürler ve α -ferritinin karışımı olan mikro yapıların oluştuğu gözlemlenmiştir [13]. Cr'ca zengin Fe esaslı mikro yapılarda birincil dentritlerdeki oluşum, düşük C'lu mikro yapılarda ostenit (g) ve yüksek C'lu mikro yapılarda M_7C_3 karbürleri gözlemlenmiştir [14]. Bu tür mikro yapılar iyi aşınma direnci sergilemektedir [15].

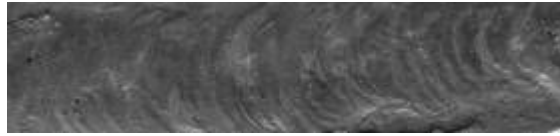
DENEYSEL YÖNTEM

Yüzey Kaplama İşlemi

Deneyde, GTA yöntemi ile 150x20x10 mm boyutlarındaki SAE 1020 çeliğine 0.3-1 gram/saniye toz yedirme oranlarında FeCrC ve WC alaşım tozları kaplama olarak kullanıldı. Deneyde kullanılan malzeme ve tozun kimyasal analizleri Tablo 1' de ve deney şartları ise Tablo 2' de verilmiştir. Kaplama öncesi numunelerin yüzeyleri oksitlerden arındırıldı ve aseton banyosunda temizlenerek kurutuldu. Ark sırasında argon koruyucu gazının debisinden dolayı toz ve toz karışımlarının numune yüzeyinden uzaklaşmaması için küçük bir miktar sodyum silikat çözeltisi ile ergime bölgesinde tutuldu. Sodyum silikatlı toz karışımları sürülmesi sonrası 70 °C sıcaklıktaki mufel fırında kurutuldu. Ark, %2 toryumlu 2.4 mm çaplı tungsten elektrod, 10 litre/dakika debili argon gaz atmosferi altında 5-20 j/cm² enerji girdisi oluşturularak malzeme yüzeyinde 2-5 mm derinliğinde kaplama nüfuziyeti elde edildi (Şekil 2). GTA ile alaşımlanan yüzeylerin kimyasal bileşimi X-ışını difraksiyonu ile tespit edildi.



Şekil 1. TIG Kaynak Yönteminin Şematik Resmi



Şekil 2. GTA Kaynak Yöntemi ile Alaşımlandırılmış SAE1020 Çeliğinin Yüzey Fotoğrafı

Tablo 1. Yüzey Alaşımlama için Kullanılan Tozların ve SAE 1020 Çeliğinin (% ağırlık olarak) Kimyasal Bileşimleri

Alaşım Elementleri (% Ağırlık)							
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Fe
SAE 1020	0.2	0.286	0.656	-	-	-	Diğ.
<i>CrFeC</i>	6.84	1.80	0.125	64	0.098	0.020	26.30
<i>WC</i>	% 99 saflıkta						

Tablo 2. Kaplama Yüzeylerinin Mekaniksel Sonuçları

Üretim Parametreleri			Kaplama Ölçüleri (mm)				Mikrosertirlik (kg_f/mm^2)*
Numune	Toz Yedirme Oranı (g/s)	Enerji Girdisi (J/cm^2)	d_c	h_c	t_c	w_c	
<i>CrFeC</i>							

N_1	0.3	12.1	28	2150	2175	6660	590
N_2	0.5	13.7	115	2650	2760	8200	620
N_3	0.9	18.3	1300	1750	2800	9650	700
Cr-Fe- C-WC							
N_4	0.3	12.1	260	1320	1570	2400	850
N_5	0.5	13.7	540	4850	1750	6450	855
N_6	0.9	18.3	845	3400	2100	9225	910
WC							
N_7	0.3	12.1	210	1710	1920	3500	880
N_8	0.5	13.7	345	3815	4160	7400	875
N_9	0.9	18.3	590	2450	2950	9305	800
SAE 1020-N₁₀	-	-	-	-	-	-	195

d_c = orjinal
alttabaka yüzeyi
altında max derinlik,

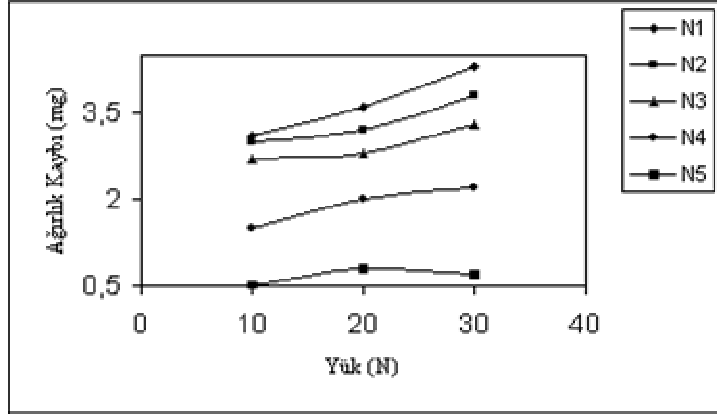
h_c = orjinal alttabaka yüzeyi altında max yükseklik, t_c = max toplam kalınlık (= $d_c + h_c$), w_c = max genişlik, * = Ortalama mikrosertlik değerleri

Tablo 3. GTA Yöntemiyle Üretilen Kaplamanın Kimyasal Bileşimi

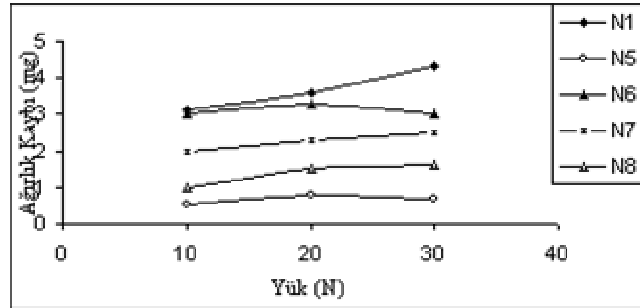
Numune	Kimyasal Bileşimi (% ağırlık)						
	C	Si	Mn	Cr	Mo	W	Fe
N ₂	1.047	0.272	0.269	12.26	0.039	-	Diğ.
N ₅	1.967	0.260	0.262	6.34	0.039	9.255	Diğ.
N ₈	2.435	0.055	0.101	0.603	0.059	24.377	Diğ.

Aşınma Testleri

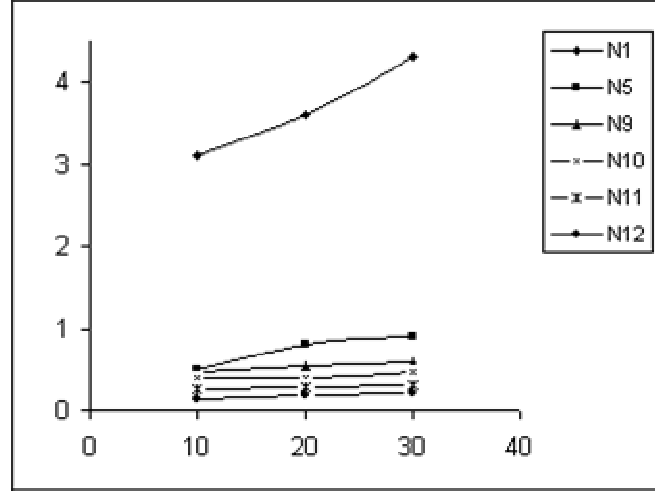
Abrasiv aşınma deneylerinde kayma sistemi olan pim-on-disk deney aparatı kullanılmıştır. Aşınma deneyleri oda sıcaklığında ve normal atmosfer şartları altında kuru sürtünme yapılmıştır. Aşınma testleri öncesi, her bir numune, aşınma yüzeyi abrasiv aşındırıcı yüzeyine tamamen temas etmesi amacıyla, 1200 meşhlik abrasiv aşındırıcıya tabi tutulmuşlardır. Deneyler, 10,20 ve 30 N' luk 3 farklı yük altında 320 devir/dakika hızla dönen 80 meşhlik abrasiv aşındırıcıya 60sn. tatbik edildi. Her deney sonrası 80 meşhlik abrasiv aşındırıcı değiştirildi. Aşınma testleri öncesi ve sonrası numunelerin ağırlık kayıpları tespit edilerek aşınma oranları elde edildi.



(a)



(b)

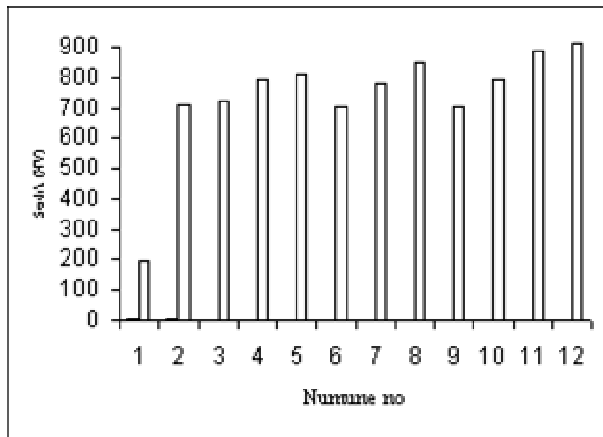


(c)

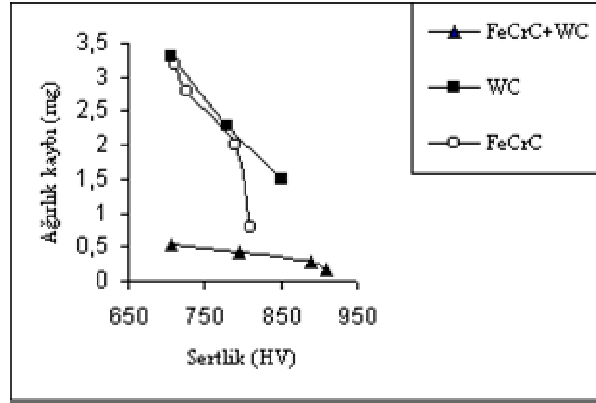
Şekil 3. (a) N_1-N_5 , (b) N_1, N_5-N_8 ve (c) N_1, N_5, N_9-N_{12} Numuneleri için Yüke Bağlı Olarak Ağırlık Kaybı Miktarı

SONUÇ

Elektrot çapına bağlı olarak daha düşük enerji girdilerinde sertlik karakteristikleri ve kaplama geometrisini incelemek amacıyla 3.5-7 mm/s değişen hızlarda ve 2.4 mm elektrot çaplarında kaplama yapıldı. Mikro yapı incelemesi sonucu, daha düşük üretim hızlarında ve benzer toz yedirme oranlarında, toz yoğunluğundaki artış sonucu, daha kalın ve daha sert kaplamaların oluştuğu gözlemlendi. Her bir numune için kaplamanın mikro sertlik değişimi Şekil 3' de verilmiştir.



Şekil 4. Kaplanmış ve Kaplanmamış SAE 1020 Çeliğinin Yüzeyinden Alınan Sertlik Değerleri

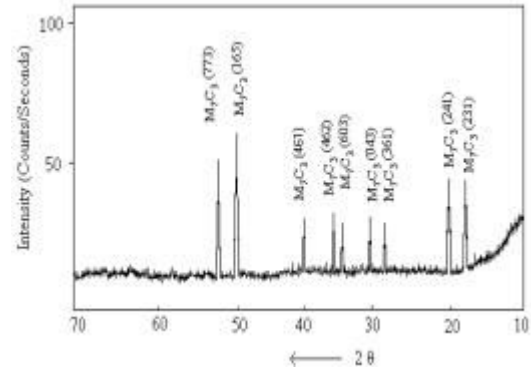


Şekil 5. FeCrC, WC, FeCrC/WC ile Kaplanan SAE 1020 Çeliğinin Sertlik ve Ağırlık Kaybı Arasındaki İlişki

Ayrıca FeCrC tozları ile kaplamada, ana fazın kübik hacim merkezli ostenit (g) fazı ve ostenit içerisinde dağılmış M_7C_3 ($M=Cr,Fe$) karbürlerinin varlığı tespit edildi. M_7C_3 karbürlerinin oluşumu Fe, Cr ve C konsantrasyonlu alaşımlarda oluşan tipik fazlardan birisidir [3, 16].

Daha yüksek üretim hızında artan güç yoğunluğunda, sertlikte önemsiz derecede bir etkileşim olurken kaplama kalınlığında önemli derecede bir azalma gözlenmiştir. Kaplama yapılan bölgelerin sertliğinde 650-950 kgf/mm² değerleri arasında üretim parametrelerine bağlı olarak bir değişim saptanmıştır. Bu değişim verilen Cr miktarı için C değerindeki artış ile veya ergime ve hızlı katılma sonrası oluşabilecek metaller arası fazların kaplama sertliğinin artmasına neden olabileceği sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte daha yüksek Cr'lu numuneler için sertlikteki artış oranı daha büyüktür. Bu yüzden bu toz karışımlarının mm²'ye düşen hacim oranı artırılarak SAE1020 çeliğinin yüzeyinde daha yüksek sertlik değeri elde edilebilir.

Her bir numunenin kaplama sonrası yüzey sertliği, aşınma direnci tespit edildi. FeCrC tozu ile kaplanan (N₁-N₅) numunelerinin sertliği Şekil 4 ve 5' de de görüldüğü gibi FeCrC takviyesi ile arttığı tespit edildi. Bu artışın sebebi, matris içerisinde yeniden çözünen Cr atomlarının difüzyona uğraması, olabileceği sonucuna varıldı. Buna paralel olarak C miktarındaki artışlar ile aşınma oranlarındaki azalmalar ve karbür boyutundaki artma veya karbürün kırılma hacmindeki artış ile aşınma oranında azalmalar gözlemlendi.



Şekil 6. N_2-N_3 Numunelerinin X-Işını Difraksiyonu

X-ışını difraksiyonu ve EDS analizi sonucu N_2-N_3 'de M_7C_3 , σ fazı ve ledeburitik yapıların oluştuğu tespit edildi. FeCrC/WC ile yüzeyi alaşımlanan SAE 1020 çeliklerinin (N_6-N_9) sertliği WC' süz kaplamaların mikro sertliğinde önemli derecede artışlar oldu. Alaşım elementlerinin varlığından dolayı (C,Cr,W) hızlı soğuma sonrası beynitik ve martenzitik yapılar söz konusudur. Bu yapılar malzemenin sertliğini önemli derecede arttırır.

TARTIŞMA

Yapılan deney ve incelemelerden şu sonuç ve önerileri çıkarabiliriz:

1. Kaplamaların mekaniksel ve tribolojik özellikleri alaşımlama elementlerinin konsantrasyonuna, sert karbürlerin dağılımına, tane boyutuna ve katılan fazların türüne bağlıdır.
2. En yüksek sertlik değeri, GTA ile yüzeyi alaşımlanmış SAE 1020 çeliğinde FeCrC/WC tozu ile elde edildi. Oluşan metallerarası fazların ve karbür çökeltilerinin sertliği artırdığı ve aşınma kaybı miktarını azalttığı görüldü.
3. Abrasiv aşınmaya maruz yerlerde yüzeyi alaşımlanmış SAE 1020 malzemesi, aşınmaya mukavemetli malzeme olarak kullanılabilir.
4. GTA yöntemi ile oluşturulan üst yüzey tabakasının ısı ve elektrik iletkenliği tespit edilebilir.
5. Isıl işlemin oluşturulan karbür ve fazların homojen dağılımı sağlanarak aşınma direnci verimi arttırılabilir.

KAYNAKÇA

1. **Khedkar, J., Khanna, A.S., Gupta, K.M.**, (1997), "Tribological Behaviour of Plasma and Laser Coated Steels", *Wear*, 205, pp. 220-227.
2. **Holmberg, K., Ronkainen, H., Matthewst, A.**, (2000), "Tribology of Thin Coating", *Ceramics International*, 26, pp. 787-795.
3. **M.H.Korkut, O. Yilmaz and S. Buytoz**, *Surface and Coating Technology*, 157 (2002) 5-13.
4. **Yilmaz, O., Buytoz, S., Özel, C.**, 2nd International Conferance on Tribology, 104-111, Kayseri/Turkey, 12-14 June, 2002.
5. **Gemma, K., Ohtsuka, T., Fujiwara, T., Kawakami, M.**, (2002), "Normal and Anormal Microstructure of Plasma Nitrided Fe-Cr Alloys", *Journal of Materials Science*, 37, pp. 835-844.
6. **Hidouci, A., Pelletier, J.M., Ducoin, F., Dezert, D., Guerjuma, R.**, (2000), "Microstructural and Mechanical Characteristics of Laser Coatings", *Surface and Coatings Technology*, 123, pp. 17-23.
7. **E. Eiholzer, C. Cusano, and J. Mazumder**, *Proc. Laser Inst. Am.*, 44(1984), 159-167.
8. **K. Komvopoulos and K. Nagarathnam**, *J. Eng. Mater. Technol.*, 112 (1990),131-143
9. **J.L. Parks**, *AFS Trans.*, 1978, vol.86, pp.93-102
10. **K.M. Kulkarni and V. Anand**, 'Metals Handbook, 9th ed., ASM, metals park, OH', 7 (1984) 823-836
11. **A.B. Kinzel and W. Crafts**. 'The Alloys of Iron and Chromium', McGraw-Hill, New York, NY, I, (1937), 25-79
12. **A.B. Kinzel and R. Franks**. 'The Alloys of Iron and Chromium', McGraw-Hill, New York, NY, II (1937)173-260
13. **R.B. Gundlach and J.L. Parks**, *Wear*, 1978, vol.46, pp. 97-108.
14. **Flom Y. and Arsenault R.J.** *Acta Metall.*, 1989; (37):2413-2423
15. **J.Dodd and L.Parks**, *AFS Int. Cast Met. J.*, 3(1980)37-46.
16. **F.Maratray**, *AFS Trans.*, 79(1971)121-124
17. **R.Trivedi and W. Kurz**, *Proc. Symp. Solidification Processing of Eutectic Alloys*, TMS-AIME, 1988, pp.3-34