



ISSN:1306-3111
e-Journal of New World Sciences Academy
2008, Volume: 3, Number: 4
Article Number: A0104

NATURAL AND APPLIED SCIENCES

TECHNICAL EDUCATION

❖ MECHANICAL METALLURGY EDUCATION

Received: June 2008

Accepted: September 2008

© 2008 www.newwsa.com

Ali Kaya Gür

Tülay Yıldız

University of Firat

alikayagur@gmail.com

Elazığ-Türkiye

N₂ GAZI ORANININ KAPLAMA TABAKASININ AŞINMA DAVRANIŞINA ETKİSİ

ÖZET

Bu çalışmada; yüksek Cr'lu FeCrC tozu 0,3 C'lu çeliğin yüzeyine Plazma Transfer Ark (PTA) yöntemiyle kaplanmıştır. PTA yöntemiyle alaşımlandırılmış kaplama tabakalarının aşınma yüzeylerinin SEM-EDS ve XRD analizleri incelenmiştir. Sonuç olarak; kaplama tabakasında metal karbürler ve nitrürlerin oluştuğu görülmüştür. Kaplama tabakası farklı yük ve mesafelerde abrasiv aşınma testine tabi tutulmuştur. Kaplamanın karbür ve nitrür oranına bağlı olarak kaplama tabakasının sertliğinin ve aşınma direncinin arttığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Plazma Transfer Ark, FeCrC, N₂, Cr(C,N),
Aşınma

THE EFFECT AT WEAR BEHAVIOR OF COATING LAYER OF PROPORTION GASES N₂

ABSTRACT

In this study, high Cr at FeCrC powder was coated on the surface 0,3 C steel with PTA (Plasma Tungsten Arc) method. The surfaces coated with PTA method were exanimate of surface wear SEM-EDS and XRD analysis. As a result of; in the coated layer were observer metal carburs and nitrurs. Coated layer were different loads and distances of abrasive wear. Coating layer was observed increase of wear resistance and hardness to be proportions carburs and nitrurs.

Keywords: Plasma Tungsten Arc, FeCrC, N₂, Cr(C,N), Abrasive Wear

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Metal yüzeylerinin dış ortamlardan korunması veya kullanım alanına göre; maruz kaldığı yorulma, sürtünme ve aşınmaları ortadan kaldırmak veya minimuma indirmek amacıyla çeşitli yüzey işlemlerine ihtiyaç duyulmaktadır [1, 2, 3, 4 ve 5]. Yüzey kaplama yöntemleri; özellikle alaşımsız ve düşük alaşımlı metallerin fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerini geliştirme amacıyla son yıllarda birçok araştırmacının ilgi odağı olmuştur [1]. Yüzey sertleştirme yöntemleriyle metallerin aşınma kayıpları azaltılabilir. Son yıllarda yüzey sertleştirme işlemlerinde yüksek enerji girdili yüzey modifikasyon teknikleri kullanılmaktadır [6].

Kaynak teknolojisi; metal ve alaşımların farklı ortam ve bunların kullanım amaçları için kullanılırlar. Yüksek enerji girdili elektron ışını ya da lazer gibi metotlarla metalin yüzeyi kaplanılır. Bu işlem esnasında yüzeye geçiştirmek için alaşımlandırıcı metal tozlar kullanılarak metallerin yüzeylerinde sert bir tabaka oluşturulur. İşlem sonrası metalin yüzeyinde aşınma ve korozyona dayanıklı bir tabaka elde edilir [7]. Yüksek enerji girdili metotların başında ve en çok kullanılanlardan biride, plazma tungsten ark (PTA) yöntemidir. Düşük maliyeti ve sistemin basitliği PTA yüzey kaplama yönteminin avantajı olarak göze çarpmaktadır [8]. PTA yüzey kaplama metodu kullanılarak yüzeyde sert, korozyona dayanıklı ve aşınma özellikleri iyi olan tabakalar elde etmek mümkündür [8 ve 9].

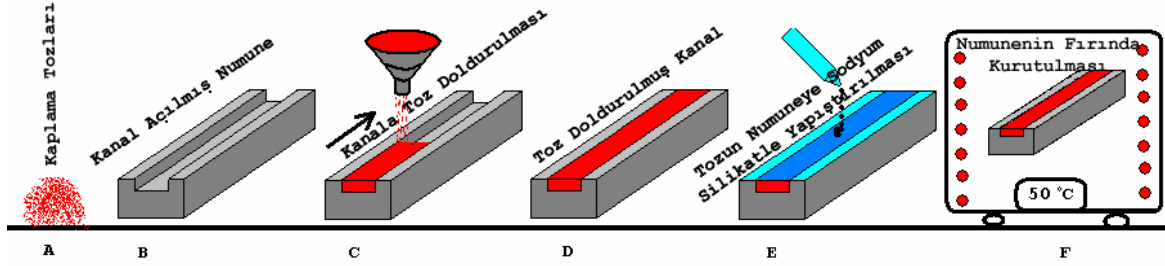
Gaz, tuz banyosu plazma ark nitrüleme işlemi, uygun mesafe ve sıcaklıklarda azotun metal yüzeyine direkt temasıyla özellikle çelik ve diğer bazı metallerin yüzeyinde ve nüfuziyet oranında nitrür tabakaları oluşturur [10]. Nitrüleme ya da karbonitrüleme işlemi metallerin mekanik ve aşınma davranışlarını geliştirir. Özellikle TiN ve Ti(C,N) kaplamaların aşınma korozyon davranışını arttırdığından dolayı araştırmacılar için büyük ilgi alanı olmuştur [11].

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmada; PTA (plazma tungsten ark) kaynak yöntemiyle 125 amperlik akımda, FeCrC tozu AISI 1030 çelik yüzeyine kaplanılmıştır. Koruyucu gaz olarak N₂ gazının farklı oranları kullanılmıştır. Kaplanan numuneler 10 N yük altında 10-20-30 m mesafelerde abrasiv aşındırılmışlardır. Aşındırılan numunelerin sabit yük altında mesafeye bağlı kütle kaybı değişimleri, FeCrC kaplama tabakasına N₂ gazının etkisi incelenmeye çalışılmıştır.

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR (EXPERIMENTAL STUDY)

Bu çalışmada alt tabaka olarak, %0,296 C, %0,646 Mn, %0,012 Cr, %0,157 Si ve %97,24 Fe kompozisyonuna AISI 1030 çeliği kullanıldı. Numuneler 10x14x60 mm ebatlarında kesilmiş ve üzerlerine 0.25 (x) ve 0.50 (y) mm derinliğinde 4 mm'lik parmak freze çakısıyla kanallar açıldı. Açılan kanalların üzerindeki kir ve yağlardan arındırılması amacıyla aseton banyosunda temizlendi. Kaplama tozu FeCrC'nin kombinasyonu; %70.21 Cr, %12.44 C, %1.08 Si ve %16.27 Fe şeklindedir. PTA yüzey kaplama işlemi esnasında tozların uçmaması için tozlar sodyum silikat yardımıyla numune yüzeyine yapıştırılmıştır. Tozların yapıştırılmasından sonra kaplanacak numunelerdeki sodyum silikatin ortamdan uzaklaştırılması için 50°C sıcaklığa sahip fırında 60 dakika bekletilmiştir. Kaplama tozlarının numuneye yapıştırılması Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Kaplama tozlarının yapıştırılmasının şematik görünümü
(Figure 1. Schematic figure of coating powders pasting)

Tablo 1'de PTA yüzey kaplama işleminde uygulanan kaplama parametreleri verilmiştir. PTA yüzey kaplama işleminde değişken olarak koruyucu gaz seçilmiştir. Tablo 2'de ise numune üretim parametreleri verilmiştir. Numuneler "x" ve "y" grubuyla adlandırılarak açıklamalarda kolaylık sağlanması düşünülmektedir.

Tablo 1. PTA parametreleri
(Table 1. PTA parameters)

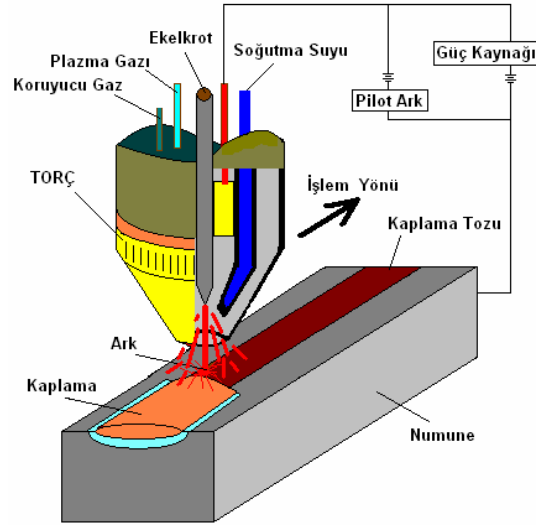
Akım (A)	125
Gerilim (V)	17
Koruyucu Gaz (m ³ /h) Ar+N ₂	25
Plazma Gazı (m ³ /h) Ar	0,5
Elektrot Çapı (mm)	4,7
Torç Malzeme Arası Mesafe (mm)	3≈4
Kaynak ilerleme Hızı (m/dak)	0.15
Torç Uç Çapı (mm)	3,25

Tablo 2. Kaplamada kullanılan toz karışımı ve gaz kompozisyonları
(Table 2. Coated used gas composition and mixed powder)

Numuneler	Grup	Kaplama Tozu	Koruyucu Gaz
Nx1	x (0,25)	FeCrC	Ar
Nx2		FeCrC	Ar+%1N ₂
Nx3		FeCrC	Ar+%3N ₂
Nx4		FeCrC	Ar+%5N ₂
Ny1	y (0,5)	FeCrC	Ar
Ny2		FeCrC	Ar+%1N ₂
Ny3		FeCrC	Ar+%3N ₂
Ny4		FeCrC	Ar+%5N ₂

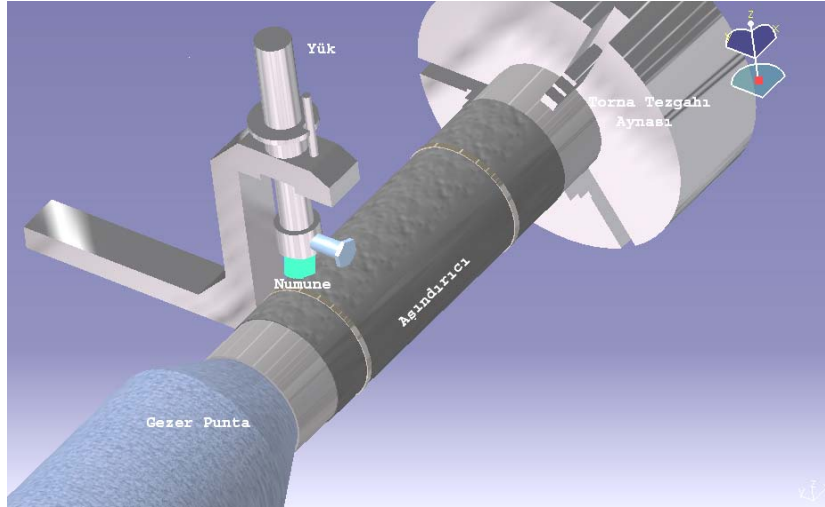
Şekil 1'de numunenin hazırlanması ve tozunun yapıştırılması Şekil 2'de PTA yöntemiyle yapılan kaplama işleminin şematik resmi görülmektedir. Yüksek sıcaklıklara çıkılan kaplama bölgesindeki FeCrC tozları ergiyerek sıvı banyoyla karışarak AISI 1030 yüzeyine nüfuz olur.

Kaplama tabakalarının aşınma yüzeyleri, taramalı elektron mikroskopu (SEM), X-ışını difraktogramı (XRD)'lerden yararlanılmıştır. XRD analizleri 40 kV ve 40 mA'de Cu-K α radyasyonu kullanılarak elde edilmiştir.

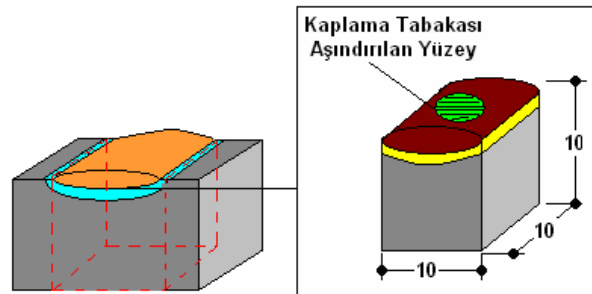


Şekil 2. PTA kaplama işlemin şematik görüntüsü
(Figure 2. PTA method of coating systematic figure)

PTA yöntemiyle kaplanan numunelerin abrasiv aşınma deneyleri oda sıcaklığında kayma sistemli pim-on-disk deney aparatıyla yapılmıştır. Üniversal torna tezgahı yardımıyla çalışan bu düzenek, Şekil 3'de gösterilmiştir. Abrasiv aşınma deneylerinde aşınma numuneleri 10x10x10 mm boyutlarında kesilerek kullanılmıştır. Numune hazırlama ve boyutlandırma işlemi Şekil 4'te şematik olarak belirtilmektedir.



Şekil 3. Abrasiv aşınma testi aparatı
(Figure 3. Abrasive wear testing apparatuses)

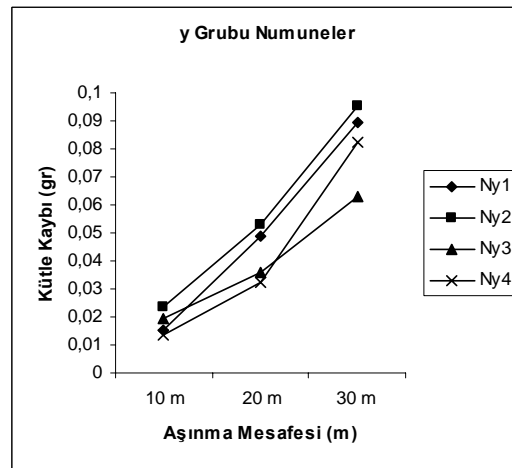
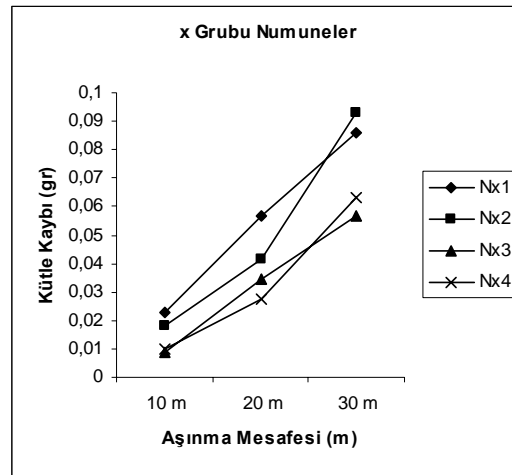


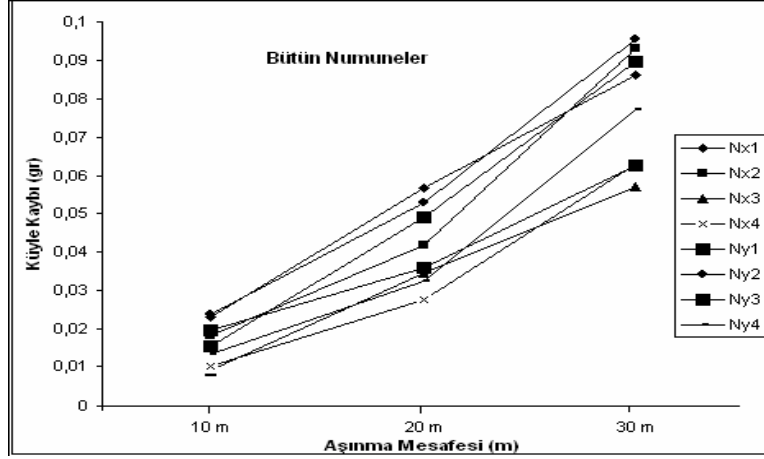
Şekil 4. Abrasiv aşınma numunesi
(Figure 4. Abrasive wear samples)

Aşınma testleri öncesi, her bir kaplama numunesinin aşındırılacak yüzeylerinin, abrasiv aşındırıcı yüzeyine tamamen temas etmesini sağlamak için yüzeyler mekanik olarak temizlenmiştir. Mekanik olarak temizlenip hazırlanan numuneler abrasiv aşınma deneyine tabii tutulmuşlardır. Deneyler 10N'luk yükte 10 m, 20 m ve 30 m kayma mesafesinde yapılmıştır. Aşındırıcı olarak 120 mesh'lik SiC parçacıklı abrasiv aşındırıcı zımpara kağıdı kullanılmıştır. Aşınan kaplama numunelerinin yüzeyleri alkol ve basınçlı hava ile temizlenerek kalıntı metallere arındırılmıştır. Aşınma numuneleri, aşınma öncesi ve sonrası 10-5 gr hassasiyetindeki Scaltec marka elektronik terazi ile tartılıp, kütle kayıpları tespit edilmiştir. Kütle kayıplarından gidilerek numunelerin aşınma oranları saptanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA (FINDINGS AND DISCUSSIONS)

PTA yöntemi ile yüzeyi FeCrC tozuyla kaplanan AISI 1030 çeliğinin 10 N'luk yükte ve 10 m, 20 m ve 30 m kayma mesafesinde yapılan abrasiv aşınma test sonuçlarının kütle kaybı değişim grafiği Şekil 4'te verilmiştir. Şekil 6'da "y" serisi numunelerin aşınma yüzeylerinin genel SEM resimleri görülmektedir.



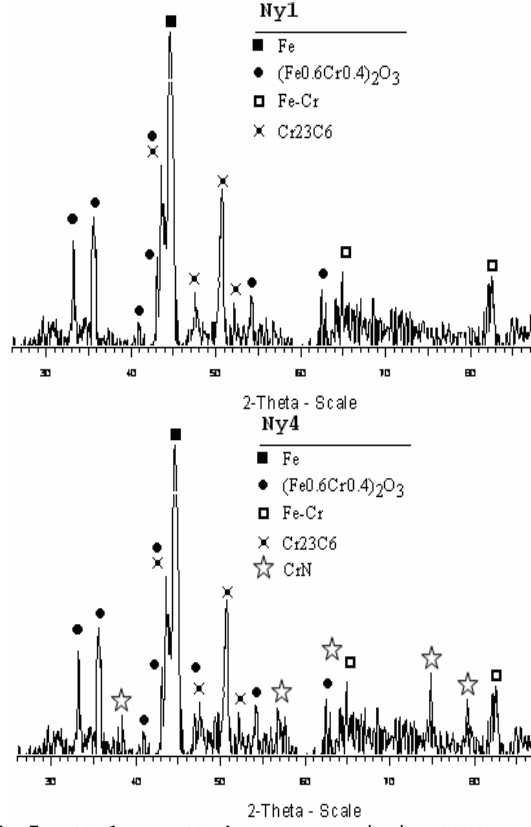


Şekil 4. Aşınma mesafesine bağlı kütle kaybı değişim grafiği
(Figure 4. Wear distance related to mass lost chance graphics)

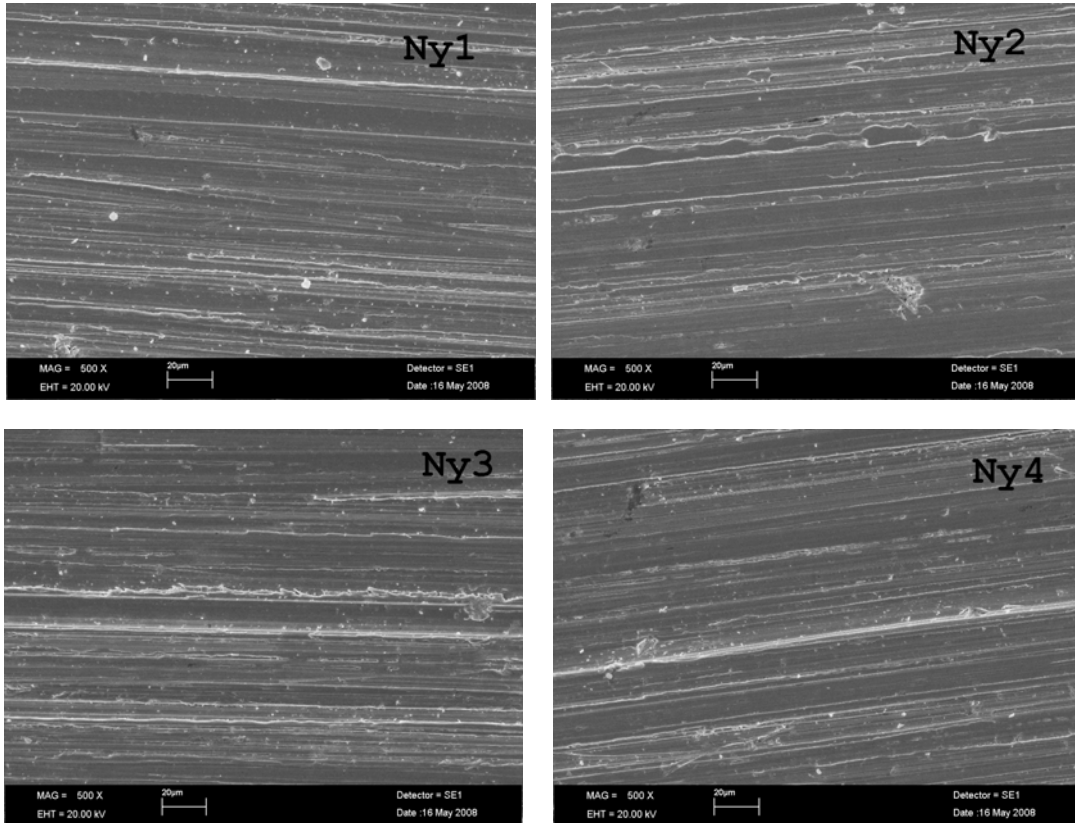
Şekil 4'teki aşınma eğrileri incelendiğinde Nx1 ve Ny1 numunesinin diğer numunelere göre daha fazla aşındığı görülmektedir. Fakat Nx2 ile Ny2 numunelerinin aşınma davranışının bu numunelere yakın olmaları koruyucu gaz olarak kullanılan %1N2'un nitrür oluşumuna etkisinin az olduğu sonucunu çıkarmaktadır. Nx1, Nx2, Ny1, Ny2 numunelerinin grafikte görülen farklı mesafelerdeki çizgisel değişimleri, numunelerin aşınma bölgesinde oluşması muhtemel karbürlerden kaynaklanmaktadır.

Nx3 ve Nx4 numunelerinin daha iyi aşınma davranışı gösterdiği görülmektedir. Numuneler 10 m aşınma mesafesinde yüzeyde oluşan nitrür tabakasını kıramamakta dolayısıyla diğerlerine göre daha iyi bir aşınma davranışı göstermektedir. Aynı şekilde Ny3 ve Ny4 numunelerinde de benzer durum görülmektedir. Fakat aşına derinliği ve mesafesi arttıkça bu durum değişmekte ve numunelerde benzer aşınma sonuçları görülmektedir.

Her iki x ve y grubu için bakıldığında, N1 ve N2 numuneleri ile N3 ve N4 numuneleri birbirlerine yakın değerlerde kütle kaybına uğramıştır. Buna N1 ve N2'de kullanılan koruyucu gazların sebep olduğu düşünülmektedir. Aynı şekilde N3 ve N4 grubu numunelerde de ilave metale ilaveten %3 ve %5 oranında koruyucu gaza ilave edilmiş N2'un kaplama işlemi esnasında kaynak banyosuna karışarak kaplama tozlarıyla birlikte numune içine nüfuz ederek CrN bileşikleri oluşmuştur. Şekil 5'te Ny1 ve Ny4 numunelerinden alınmış XRD analizleri ve oluşan fazlar görülmektedir.



Şekil 5. Ny1 ve Ny4 numunesinin XRD analizi
(Figure 5. XRD analysis of Ny1 and Ny4 samples)



Şekil 6. "y" serisi numunelerinin aşınma SEM resimleri
(Figure 6. Wear SEM pictures of "y" series)

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND SUGGESTIONS)

Bu çalışmada, alt tabaka malzemesi olarak seçilen AISI 1030 çeliğinin yüzeyine FeCrC tozu PTA yöntemiyle geçiştirilmiştir. Koruyucu gaz olarak Ar ve Ar+N₂ kombinasyonu gaz karışımları kullanılmıştır. İşlem sonunda aşınmaya dayanıklı bir tabaka oluşturulmuştur. Kaplama tabakaları abrasiv aşınma testine tabi tutulmuş ve şu sonuçlar elde edilmiştir;

- Kaplama işleminde kullanılan Ar ve Ar+N₂ kombinasyonlarında N₂'un koruyucu gaz olarak kullanılmasında bir sakınca doğmamıştır.
 - Ar ve Ar+ %1 N₂ gaz karışımı olan numunelerde aşınma dirençleri birbirine yakın çıkmıştır. Ar+ %3 N₂ ve Ar+ %5 N₂ kombinasyonu gaz karışımlarında ise bu durum tam tersine birbirine yakın fakat daha dirençli tabakalar oluşmuştur.
 - Kaplama tozu kalınlığı arttıkça tabakaların aşınma direncinde doğru orantılı artmalar olmuştur.
 - Saf Ar kullanılan numunelerde FeCrO, FeCr ve M₂₃C₆ karbürleri oluşmuştur. Saf Ar'a ilaveten N₂ kombinasyonlu koruyucu gazlı numunelerde ise bunlara ilaveten CrN oluşmuştur. Ayrıca Fe_xN_y bileşiğinin de oluşması muhtemeldir. (FeN bileşiğini okutamadık)
 - En iyi aşınma davranışı N₂ oranının artmasıyla paralel, kaplama tozu miktarının (FeCrC) artmasıyla kaplama etki alanının içerdiği bölge daha fazla alaşım elementinin katılması münasebetiyle N₃-N₄ numunelerinde elde edilmiştir.
- Sonuç olarak, sonraki çalışmalarda farklı ilave metaller, gaz kombinasyonları ve soğutma ortamları kullanılarak yüzey kaplama işlemleri yapılabilir.

TEŞEKKÜR (THANKS)

Bu çalışma, Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Birimi (FÜBAP) 1470 nolu proje tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR (REFERANCES)

1. Buytoz, S., Gür, A.K. ve Sarsılmaz, F., (2005). Tungsten Asal Gaz Yöntemiyle Üretilen SiCp Esaslı Kaplamaların Mikroyapısı. Metal Makine Dergisi, 17-151, ss:180-187.
2. Lo, K.H., Cheng, F.T., and Man, H.C., (2003). Cavitation erosion mechanism of S31600 stainless steel laser surface-modified with unclad WC, Materials Science and Engineering A357, pp:168-180.
3. Bourithis, L., Milonas, A., and Papadimitriou, G.D., (2003). Plasma transferred arc surface alloying of a construction steel to produce a metal matrix composite tool steel with TiC as reinforcing particles", Surface and Coatings Technology 165, pp:286-295.
4. Shan-Ping, L., Oh-Yang, K., and Yi, G., (2003). Wear behavior of brazed WC/NiCrBSi(Co) composite coatings, Wear 254, pp:421-428.
5. Çay, V.V., Çelik, H. ve Gök, M.S., (2004). Elektrik Ark Kaynak Yöntemiyle Yüzeyi Alaşımlandırılan AISI 1010 Çeliğinin Abrasiv Aşınma Davranışının Araştırılması, Denizli Malzeme Sempozyumu, ss:101-109.
6. Bourithis, L. and Papadimitriou, G., (2005). Three body abrasion wear of low carbon steel modified surfaces. Wear 258, pp:1775-1786.
7. Iakovou, R., Bourithis, L., and Papadimitriou, G., (2002). Synthesis of boride coatings on steel using plasma transferred arc (PTA) process and its wear performance, Wear 252, pp:1007-1015.



8. Bourithis, L., Papaefthymiou, S., and Papadimitriou, G.D., (2002). Plasma transferred arc boriding of a low carbon steel: microstructure and wear properties, *Appl. Surf. Sci.* 200, pp: 203-218.
9. Hyung-Jun, K., Stephanie, G., and Young-Gak, K., (1999). Wear performance of metamorphic alloy coatings, *Wear* 232, pp:51-60.
10. Carpena, E. and Schaaf, P., (2001). Laser nitriding of iron and aluminum. *Applied Surface Science*, 186, 1-4, pp:100-104.
11. Darabara, M., Bourithis, L., Diplas, S., and Papadimitriou, G.D., (2008). ATiB₂ metal matrix composite coating enriched with nitrogen: Microstructure and wear properties. *Applied Surface Science* 254, pp:4144-4149.