



Kaplama Kalınlığına Parametrelerin Etkisi

Musa KILIÇ*, Enes KORKMAZ

Batman Üniversitesi, Beşiri Organize Sanayi Bölgesi Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Batman, TÜRKİYE

Doi: 10.55024/buyasambid.1396899

Makale Bilgisi

Özet

Makale geçmişi:

İlk gönderim tarihi: 28.11.2023

Düzeltilme tarihi

Kabul tarihi: 06.12.2023

Yayın tarihi: 31.12.2023

Anahatar Kelimeler:

Sfero Döküm, Termoreaktif
Çökeltme, Mikroyapı, Kaplama, NbC

* Sorumlu Yazar

E-mail adresi:

musa.kilic@batman.edu.tr

Orcid bilgileri:

0000-0001-5808-6917

Bu çalışmada birçok sektörde kullanım alanına sahip sfero döküm malzemesinin yüzeyi Termo reaktif çökeltme/ difüzyon(TRD) yöntemi kullanılarak NbC ile kaplanmıştır. Kaplama işlemi sonrası yüzeyde oluşan kaplama kalınlığı optik mikroskop kullanılarak incelenmiştir. İnceleme sonrası kaplama yüzeylerinin sıcaklık ve süreye bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir. En düşük kaplama kalınlığının 850 °C 2 saatlik numunede 1.571 μm olarak tespit edilirken, En yüksek kaplama değeri ise 900 °C sıcaklık ve 2 saatlik fırında kalma süresine sahip numunede ise 8.123 μm olarak tespit edilmiştir. Özellikle 900 ve 2 saat fırında bekleme süresine sahip numunenin kaplama kalınlığında yüksek artış olduğu tespit edilmiştir. Kaplama kalınlığında süre ve sıcaklığın önemli bir etkisi olduğu söylenebilir.

2023 Batman Üniversitesi. Her hakkı saklıdır.

Effect of Parameters on Coating Thickness

Musa KILIÇ*, Enes KORKMAZ

Batman University, Beşiri Organized Industrial Zone Vocational School, Department of Mechanical and Metal Technologies, Batman, TURKEY

Doi: 10.55024/buyasambid.1396899

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article history:

Received: 28.11.2023

Received in revised form

Accepted: 06.12.2023

Available online: 31.12.2023

Key words:

Ductile Iron, Thermo Reactive
Precipitation, Microstructure

* Corresponding author.

E-mail address:

musa.kilic@batman.edu.tr

Orcid:

0000-0001-5808-6917

In this study, the surface of ductile iron material, which is used in many sectors, was coated with NbC using the Thermo-reactive deposition/diffusion (TRD) method. The coating thickness formed on the surface after the coating process was examined using an optical microscope.

It has been determined that the coating surfaces increase depending on temperature and time.

While the lowest coating thickness was determined as 1.571 μm in the sample with a temperature of 850 °C and 2 hours of oven time, the highest

coating value was determined as 8.123 μm in the sample with a temperature of 900 °C and a 2-hour oven stay.

It was determined that there was a high increase in the coating thickness of the sample, especially with 900 and 2 hours of oven waiting time.

It can be said that time and temperature have a significant effect on coating thickness.

2023 Batman University. All rights reserved

1. GİRİŞ

Sanayi ve teknolojideki gelişmeler metal malzemelerine olan talebin artmasına yol açmıştır. Ayrıca kullanılan bu malzemelerin yüksek performans ve iyileştirilmiş özelliklerine yönelik beklentilerde artmıştır (Wang vd.,2021; Lee vd.,2016).

Demir içeriğine sahip metal malzemeler(dökme demirler ve çelik gibi) ticari olarak büyük öneme sahip olup özellikle makine imalat endüstrisinde geniş bir şekilde tercih edilmektedir. Sanayi devrimiyle birlikte çelikler en çok tercih edilen demir esaslı malzemeler olsa da mekanik özellikleri iyi, üretim maliyetleri çeliklere göre daha düşük olan dökme demirler büyük ilgi görmüştür (Günen vd., 2022; Sabun vd., 2021). Sfero dökme demirler özellikle imalat sektöründe kullanılan mekanik parçalar ve bunların bileşenlerinin imalatında büyük bir ilgi odağı olmuştur .Sfero döküm malzemeler; iyi mekanik özellikler, iyi işlenebilirlik, döküm kabiliyetleri ve uygun üretim maliyetinden dolayı otomotiv, denizcilik, rüzgar değirmenleri, havacılık ve uzay sanayi gibi farklı sektörlerde kullanım alanına sahiptir. Bu malzemelerin avantajları yanında düşük sertlik ve düşük aşınma dirençleri kullanımlarını sınırlandırmıştır (Mariani vd., 2022; Mardaras vd., 2020; Soares vd., 2017).

Karbürler kaplamalar için yüksek sıcaklıkta sentez (SHS), termal püskürtme, metal inert gaz (MIG-MAG), plazma transfer arkı (PTA), gaz tung sten arkı (GTA), PVD ve CVD yöntemleri kullanılır. Bu kaplama işlemlerinin prensibi, alt tabakanın yüzeyinde eritilip hızla sıvılaşmasına izin verilerek sert ve aşınmaya dayanıklı bir kaplama katmanı üretmektir. Öte yandan bunlar yöntemlerin operasyonel olarak kontrol edilmesinin zor olması, karmaşık ve maliyetli ekipmanlar gerektirmesi gibi dezavantajları bulunmaktadır. Ancak difüzyon için termal difüzyon (TD) tercih edilebilir. Zamana bağlı bir kaplama yöntemi olması ve tamamen alt tabakanın erime sıcaklığının altında kalması nedeniyle (Kilic, 2020; Anıl vd., 2021; Kilic vd., 2021).

TRD ile kaplama işlemi bir termokimyasal yöntem olup, geleneksel termokimyasal yöntemlere göre farklı bir yöntemdir.kaplama yöntemi aslında bir termokimyasal işlemdir. Bu yöntemde farklı sıcaklıklarda 800-1250 °C yüzeye difüzyon ile titanyum, vanadyum, niobyum, tantalyum, krom, molibden ya da tungsten gibi karbür ve nitrür yapıcı refrakter metaller ile birleşerek düzgün ara yüzeye sahip, metalurjik olarak iyi bağlanmış, gözeneksiz ince film kaplama tabakası oluşmasını sağlar (Islak vd., 2016; Buytoz vd., 2019).

Soltani vd. AISI L2 yüzeyinin TRD yöntemi kullanarak NbC ile kapladı. Kaplama sertliğinin 2300-2700 HV olduğunu, kaplanmış metalin kaplanmamış metale kıyasla önemli ölçüde daha yüksek aşınma direncini ve daha düşük sürtünme katsayısı gösterdiğini ifade etmişlerdir (Soltani vd., 2017).

2. YÖNTEM

Numuneler, 12x12 mm ebadatında kare olarak temin edilmiştir. Kaplama işlemi yapılacak numuneler 10x10mm boyutlarında hassas kesme makinesi yardımı ile kesilmiştir. Kesme işlemi sonrası numune yüzeyleri metalografik işlemlere tabi tutularak 120-1200 mesh' lik su bazlı SiC zımparalar ile zımparalama ve parlatma cihazı ile kaplama işlemine hazır hale getirilmiştir. Yüzey parlatma işlemi sonrası TRD yöntemi ile kaplanacak numunelerin yüzeyinde kalan kir ve empüritelere uzaklaştırmak için alkol ile temizlenmiştir. Kaplama işlemi için belirli oranlarda ferro tozları, alümina ve amonyum klorür hassas terazi ile tartıldıktan sonra karıştırma makinesinde 4 saat boyunca karıştırılmıştır. Bu çalışmada, Sfero döküm malzeme yüzeyi TRD yöntemi kullanılarak NbC ile yüzey kaplama işlemi yapılmıştır. Kaplama işlemini gerçekleştirmek için toz içerisindeki numuneler 850 ve 950 °C fırın içerisinde 1 ve 2 saatlik sürelerde bekletilmiştir. Isıl işlem sonrası numuneler su ile soğutulduktan sonra kapalı kalıp içersinden çıkarılmıştır. TRD yöntemiyle kaplama işlemi tamamlanmış numuneler metalografik işlemler için Metkon Ecopress 50 marka sıcak bakalit makinesi yardımıyla bakalite alınmıştır. Kaba parlatma esnasında ana malzemeye ulaşınca kadar 120 Mesh'lik daha sonra 1200 Mesh'e kadar zımparalar kullanılarak ince parlatma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Parlatma işlemi için Multipol Advanced tipi otomatik zımparalama ve parlatma cihazında yapılmıştır. Zımpalama aşamasında 1.5 Bar, parlatma aşamasında ise 0.6 Bar'lık basınç uygulanmıştır. Zımparalama işlemi sonrası numuneler 1 ve 3 µm elmas pasta solüsyonu kullanılarak çuhada son parlatma işlemi yapılmıştır. Parlatma işlemi tamamlanan numuneler %2 nital çözeltisine daldırılarak dağlama işlemi gerçekleştirilmiştir.

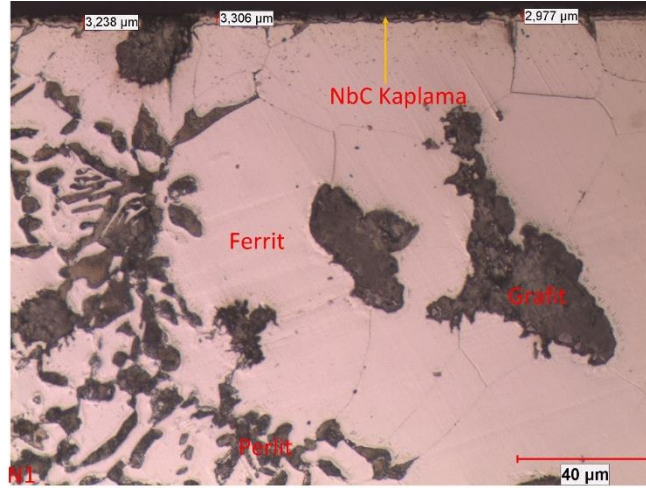
Dağlama işlemi sonrası kaplama mikroyapıları ve yüzeyde oluşan kaplama kalınlığını tespit etmek için optik mikroskop kullanılmıştır.



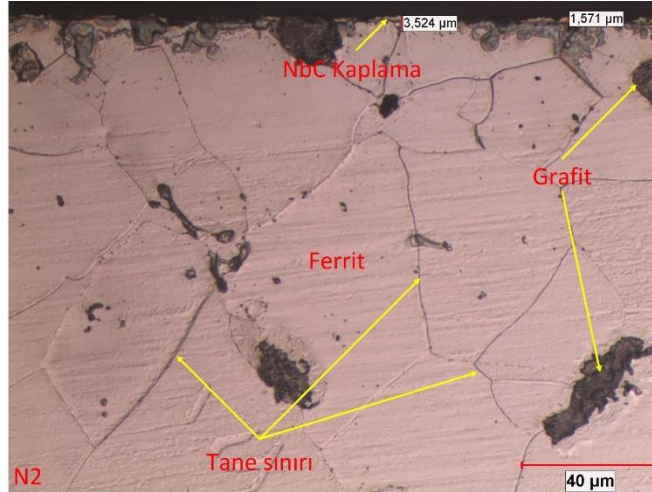
Şekil 1. Kaplama işlemine hazırlık ve kaplanmış numunenin fırından çıkarma işlemi

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

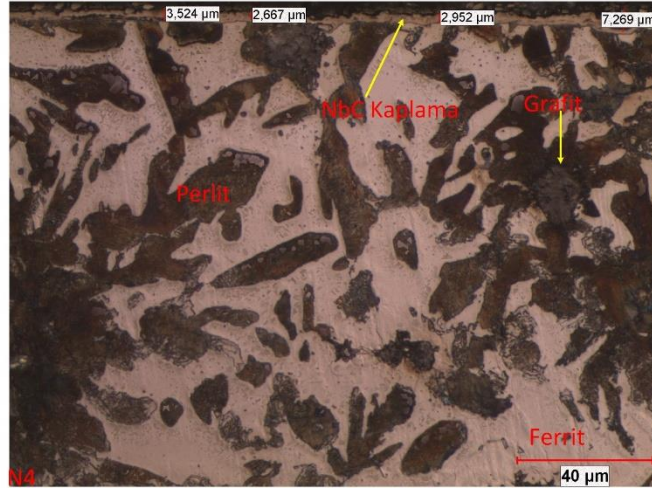
Mikroyapı ferritik ve perlitik yapılardan meydana gelmiştir. Ferritik ve perlitik yapılar arasında nodül formunda grafitlerin oluştuğu 1 ve 2 saatlik kaplamalara göre grafitin daha büyük yapıda meydana geldiği gözlenmiştir(Şekil 2-5). Elde edilen sonuçlar ışığında kaplama sürelerine bağlı olarak kaplama kalınlıkları değişim sergilemiştir. Bununla birlikte kaplama kalınlıklarının lokal olarak farklılık gösterse de kaplama süresine bağlı olarak artış sergilediği belirlenmiştir. Kaplama kalınlıkları bu sonuçlara bağlı olarak belirleyici unsurun kaplama süresi olduğu söylenebilir.



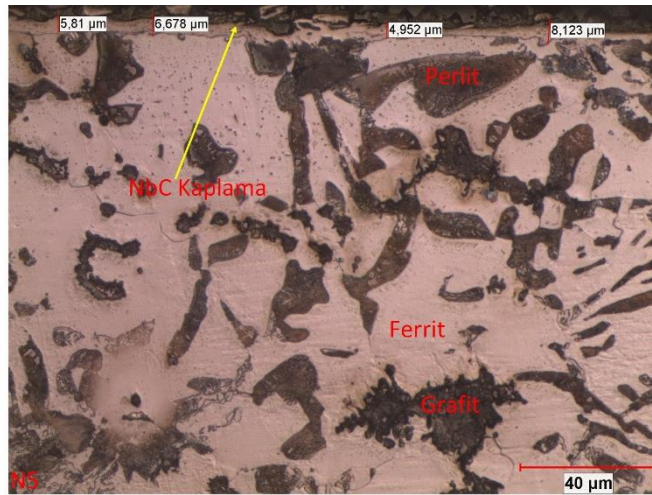
Şekil 2. 850°C 1 saat



Şekil 3. 850°C 2 saat

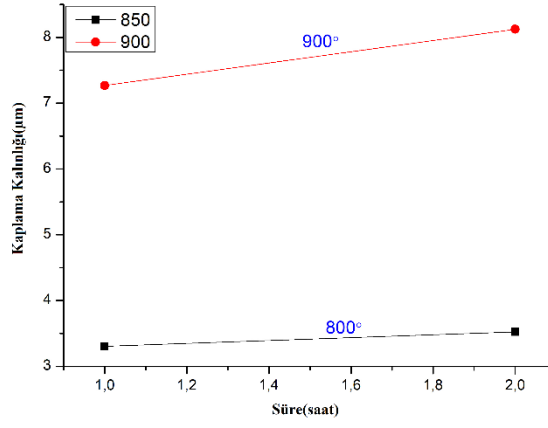


Şekil 4. 900°C 1 saat



Şekil 5. 900°C 2 saat

Şekil 2-5 yer verilmiş olan 850 °C ve 900 °C sıcaklık ve 1 ve saatlik bekleme sürelerinde kaplama işlemi gerçekleştirilmiş olan numunelere kaplama kalınlığı ait optik resimler görülmektedir. 1 saatlik numune Şekil 2 kaplama kalınlığının 2.977 μm , 3.306 μm ve 3.238 μm olarak ölçülmüştür. Mikroyapının perlitik ve ferritik yapıdan oluştuğu tane sınırların belirgin olduğu gözlenmiştir. Ayrıca grafit çiçek benzeri bir yapı formunda oluşmuştur. Şekil 3, 2 saatlik numunede ise kaplama kalınlıklarının sırasıyla 3.524 μm ve 1.571 μm olarak ölçülmüştür. Mikroyapıda tanelerin yoğun olduğu ve büyüdüğü görülmektedir. Yapıda yer alan grafit parçacıklarının ise dağınık ve nodüller bir yapıda oluşmuştur. Şekil 4, 900 °C sıcaklık ve 1 saatlik kaplama süresinde ise elde edilen kaplama kalınlıkları sırasıyla 2.667 μm , 2.952 μm , 3.524 μm ve 7.269 μm olarak ölçülmüştür. Mikroyapı ferritik ve perlitik yapılardan meydana gelmiştir. Ferritik ve perlitik yapılar arasında nodül çiçek formunda grafitlerin oluştuğu gözlenmiştir. Şekil 5, 900 sıcaklık ve 2 saatlik kaplama süresinde ise elde edilen kaplama kalınlıkları sırasıyla 4.952 μm , 5.81 μm , 6.678 μm , 8.123 μm olarak ölçülmüştür.



Şekil 6. Kaplamalara ait kaplama kalınlık grafiği

Kaplama kalınlıklarına ait grafik şekil 6'da yer almaktadır. Kalınlığın sıcaklığa ve süreye bağlı olarak artışı sergilediği görülmektedir. Termal difüzyon ile yüzeyi NbC kaplanan sfero döküm malzeme tabakasında oluşan kaplama kalınlığının sıcaklığın artması ve sürenin artması ile yüzeye daha fazla tutunma ve kaplama tabakasının oluşumuna katkı sağladığı meydana gelen bu özellik difüzyon işleminin esas olduğu yöntemlerle yapılan kaplama tabakalarında beklenen bir sonuçtur (Yılmaz vd., 2008; Günen vd., 2022).

Kaplama kalınlığında bu sonuçlara bağlı olarak belirleyici unsurun kaplama süresi ve sıcaklığının etkili olduğu söylenebilir. Nitekim yapılan bir çalışmada araştırmacılar işlem sıcaklığının ve işlemin süresine bağlı olarak karbonun difüzyon oranını değiştirdiği için kaplama kalınlığının değişiminde etkili olduğunu belirtmişlerdir (Mariani vd., 2020).

4. SONUÇ

Bu çalışmada TRD yöntemi kullanılarak sfero döküm yüzeyi NbC ile kaplanmıştır. Kaplama işlemi sonrası elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

1. TRD yöntemi ile sfero döküm yüzeyi başarılı bir şekilde kaplanmıştır.
2. Kaplama ve alt tabaka arasında metalurjik olarak düzgün, gözenek ve kusur olmadan bağlanma oluşmuştur.
3. Kaplama kalınlıkları sıcaklık ve süreye bağlı olarak değiştiği tespit edilmiştir. En düşük kaplama kalınlığının 850 °C 2 saatlik numunede 1.571 μm olarak tespit edilirken, En yüksek kaplama değeri ise 900 °C sıcaklık ve 2 saatlik fırında kalma süresine sahip numunede ise 8.123 μm olarak tespit edilmiştir.
4. Mikroyap ferrit ve perlit yapılardan meydana gelmiştir.

5. KAYNAKÇA

- BUYTOZ, S. (2019). AISI 4140 Çelik Yüzeyinde Termoreaktif Difüzyon Yöntemiyle Elde Edilen TiC Kaplamasının Mikroyapı Özelliklerinin İncelenmesi. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 31(2), 473-480.
- Günen, A., Soylu, B., & Karakaş, Ö. (2022). Titanium carbide coating to improve surface characteristic, wear and corrosion resistance of spheroidal graphite cast irons. *Surface and Coatings Technology*, 437, 128280.
- Günen, A., Açıkgöz, H. H., Keddani, M., & Karahan, I. H. (2022). Characterizations and Kinetics of Refractory Niobium Carbide Coatings on AISI D3 Steel. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 1-9.
- Islak, S., Özorak, C., Sezgin, C. T., & Akkaş, M. (2016). Trd Yöntemiyle Supap Çeliği Yüzeyinde Üretilen Kaplamaların Mikroyapı Ve Aşınma Özellikleri. *Technological Applied Sciences*, 11(3), 75-85.
- Kilic, M. (2020). TiC coatings on an alloyed steel produced by thermal diffusion. *Materials Testing*, 62(9), 909-912.
- Kilic, M., Imak, A., & Kirik, I. (2021). Surface modification of AISI 304 stainless steel with NiBSi-SiC composite by TIG method. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 30, 1411-1419.
- Imak, A., Kirik, I., & Kilic, M. (2022). Comparison of microstructure and wear behaviors of PTA coated AISI 304 with alumina, boron and ekaboron III powder. *Materials Testing*, 64(4), 541-549.
- Lee, K., Kang, N., Bae, J. S., & Lee, C. W. (2016). Microstructural behavior of nitriding compound layer for Nb-carbonitride coating grown by thermo-reactive diffusion process. *Metals and Materials International*, 22, 842-848.
- Mariani, F. E., Lombardi, A. N., & Casteletti, L. C. (2022). Tribological Evaluation of NbC and VC Layers Produced by Thermo-Reactive Diffusion Treatment in Ductile Cast Irons with Varying Composition. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 1-14.
- Mardaras, E., González-Martínez, R., Bayon, R., Nastac, L., & Méndez, S. (2020). Surface modification of ductile iron produced by an innovative in-situ casting technique. *International Journal of Cast Metals Research*, 33(2-3), 103-111.
- Mariani, F. E., Rêgo, G. C., Bonella, P. G., Neto, A. L., Totten, G. E., & Casteletti, L. C. (2020). Wear resistance of niobium carbide layers produced on gray cast iron by thermoreactive treatments. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 29, 3516-3522.
- Sabun, Ş., Günen, A., & Altınay, Y. (2021). Küresel Grafitli Dökme Demir Yüzeyinde Termokimyasal Yöntemlerle Niyobyum Karbür-Demir Aluminide Kaplamaların Eldesi.
- Soares, C., Mariani, F. E., Casteletti, L. C., Lombardi, A. N., & Totten, G. E. (2017). Characterization of niobium carbide layers produced in ductile cast iron using thermo-reactive treatments. *Mater. Perform. Charact.*, 6(4), 20160093.

- Soltani, R., Sohi, M. H., Ansari, M., Haghighi, A., Ghasemi, H. M., & Haftlang, F. (2017). Evaluation of niobium carbide coatings produced on AISI L2 steel via thermo-reactive diffusion technique. *Vacuum*, 146, 44-51.
- Yılmaz, E. (2008). *Termoreaktif difüzyon yöntemiyle çeliklerin demir alüminid kaplanması* (Doktora, Sakarya Üniversitesi (Türkiye)).
- Wang, Y., Huang, Y., Yang, L., & Sun, T. (2021). Microstructure and property of tungsten carbide particulate reinforced wear resistant coating by TIG cladding. *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*, 100, 105598.