

WC-Co TOZUNUN DÜŞÜK KARBONLU ÇELİK YÜZEYİNE GAZ TUNGSTEN ARK (GTA) YÖNTEMİ İLE ALAŞIMLANDIRILMASI

Serkan ÖZEL^a Furkan SARSILMAZ^b

^a Fırat Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Metal Eğitimi Bölümü, 23119, Elazığ,
sozel@firat.edu.tr

^b Cumhuriyet Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü, Sivas

Özet

Bu çalışmada, WC-Co tozu Gaz Tungsten Ark (GTA) yöntemi kullanılarak düşük karbonlu çelik yüzeyine alaşımlandırılmıştır. Yüzey alaşımlama işlemi, kullanılan GTA yönteminde farklı akım değerleri (110 A, 120 A, 130 A) seçilerek gerçekleştirilmiştir. Alaşımlanan numunelerin mikroyapı incelemesi için optik mikroskopta mikroyapı resimleri çekilmiş ve sertlik değerleri ölçülmüştür. Farklı akım değerleri ile yüzeyi alaşımlanan numuneler incelendiğinde, akım değerinin artmasıyla dendrit gövdesinin irileştiği ve buna bağlı olarak ta sertliğin arttığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: WC-Co, GTA, yüzey alaşımlama, mikroyapı, sertlik.

SURFACE ALLOYING OF WC-Co POWDER ON LOW CARBON STEEL SURFACE WITH GAS TUNGSTEN ARC (GTA) PROCESS

Abstract

In this study, WC-Co powders were alloyed on low carbon steel surface by Gas Tungsten Arc (GTA) process. This surface alloying process was realized by choosing different current parameters such as 110A, 120A, 130A. In order to examine microstructure properties of alloyed surfaces, optical microscopy and microhardness tests were conducted. The results showed that the main body of dendrites was coarsening with increasing the current value, concerning with the microhardness shows a parallelism with this result too.

Keywords: WC-Co, GTA, surface alloying, microstructure, hardness.

1. Giriş

Endüstride kullanılan malzemelere korozyon direnci, aşınma direnci, ısı ve elektriksel iletkenliği gibi özellikleri kazandırmak amacı ile çeşitli kaplanma işlemleri uygulanmaktadır [1]. Günümüzde kullanılan kaplama ve yüzey alaşımlama teknikleri ile (CVD, PVD, plazma nitürleme, plazma püskürtme (PS), lazer ışını ile kaplama, elektron ışını, gaz tungsten ark (GTA) ve plazma transfer ark (PTA) teknikleri gibi) farklı alt malzeme yüzeyine seramik ya da metal malzemelerin kaplanması veya alaşımlanması sağlanmaktadır [2-5]. Uygulanacak olan yöntemin seçimi çeşitli faktörler dikkate alınarak belirlenir. Bunlar; alt malzeme, kaplama ile alt malzeme arasındaki ara yüzey, vakumlama işlemine ihtiyaç duyulup duyulmaması, düşük miktarda kaplama özelliği ve uygulanacak yöntemin maliyeti gibi ana faktörlerdir [6]. GTA yöntemi endüstriyel uygulamalarda aşınmaya karşı dayanıklı tabakaların oluşturulmasında kullanılabilen, donanım kurulumu kolay ve ucuz olan bir yöntemdir. Yüzey alaşımlama sonrası tabaka kalınlığı diğer yöntemlere nazaran daha kalındır. [7]. İlave tel veya toz kullanılarak gerçekleştirilen yüzey alaşımlama işleminde GTA yöntemi ısı kaynağı olarak kullanılmaktadır. Bu yöntem de gerekli olan ısı, altlık malzeme ve erimeyen tungsten elektrot arasında meydana gelen ark ile sağlanmaktadır [4, 8, 9].

Metal-karbür matrisli kompozit kaplama malzemeleri yüksek dayanım özelliklerinden dolayı, yüzey özelliklerinin geliştirilmesi amacı ile kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır. Kesici ve kırıcı takımlarda metal-karbür kaplamalar mevcuttur [10, 11]. WC-Co seramik kompozitler, çok iyi sertlik ve tokluk özellikleri ile iyi aşınma direncine sahip olmaları sebebiyle makine endüstrisinde sıkça kullanılmaktadır [12, 13, 14]. WC ve WC-Co alaşımları genellikle sert kesici takım olarak tercih edilmektedir [15, 16].

Düşük karbonlu çeliklerde aşınmaya dayanıklı yüzey kaplamaların istendiği yerlerde kullanılmak üzere yapılan çeşitli kaplamalar mevcuttur. Bu çalışmada, WC-Co'ın üstün

özelliklerinden dolayı, makine ve sanayi endüstrisinde sertlik veya aşınmaya dayanıklı yüzeylerin istendiği yerlerde kullanılması amacı ile maliyeti ucuz olan düşük karbonlu çelik malzeme yüzeyine GTA yöntemi kullanılarak yüzey alaşımlandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Yüzey alaşımlama işleminde farklı akım şiddetleri kullanılmıştır. Numunelerin optik mikroyapı ve sertlik incelemeleri ile farklı akım şiddetlerinin etkileri araştırılmıştır. Daha sonra yapılması düşünülen çalışmada; aşınma deneyleri ile yüzeyi alaşımlandırılan numunelerin aşınma direncine akım şiddetinin etkisinin araştırılması hedeflenmektedir.

2. Deneysel Çalışma

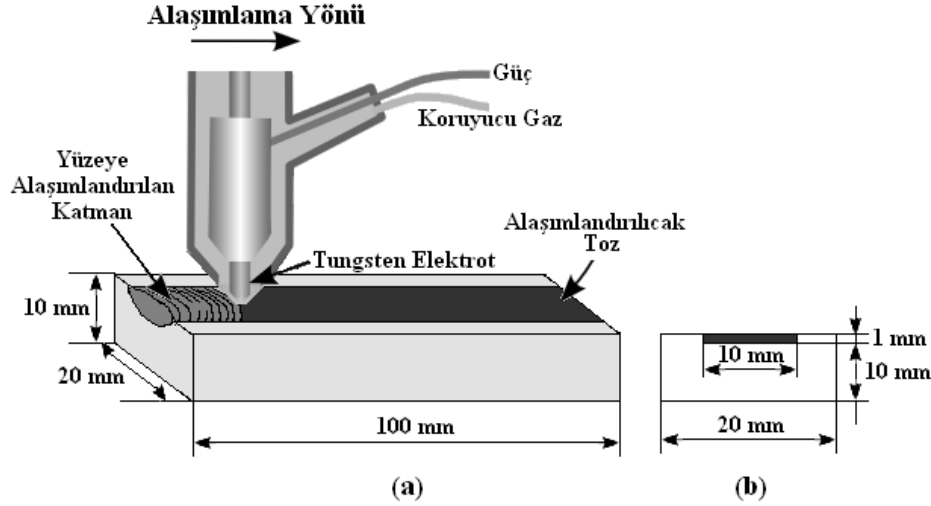
Bu çalışmada, 100 x 20 x 10 mm boyutlarındaki düşük karbonlu çelik malzeme yüzeyine WC + %12 Co tozu Gaz Tungsten Ark (GTA) yöntemi ile alaşımlandırılmıştır. Yüzey alaşımlama için kullanılan WC-Co tozu, Sulzer Metco firmasına ait 71 VF-NS koduyla standart bir toz olup, bu firmadan temin edilmiştir. Altlık malzeme olarak kullanılan düşük karbonlu çeliğin ve WC-Co tozunun element olarak % ağırlık oranları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Altlık malzemesi ve WC-Co tozunun % ağırlık olarak bileşimleri.

Alaşımlar Elementleri	W	Co	Fe	C	Si	Mn
WC-Co	82,9	12	1	4,1	-	-
Alt Malzeme	-	-	98,85	0,2	0,29	0,66

Yüzey alaşımlama işleminde kullanılan GTA yönteminin şematik olarak gösterilişi Şekil 1a’da verilmiştir. Düşük karbonlu çelik alt malzeme yüzeyine 10 mm genişliğinde 1 mm derinliğinde, yüzeyin başından sonuna kadar bir kanal açılmıştır. Bu kanala, sodyum silikat ile karıştırılmış WC-Co tozu yerleştirilmiştir (Şekil 1b). Ön yerleştirme yapılan numuneler ısıtma işlemi fırınında kurutma işlemine tutulmuştur. Numunelere yüzey alaşımlama işlemi, GTA

yönteminde 110 A, 120 A ve 130 A akım şiddetleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çizelge 2’de yüzey alaşımlama için seçilen üretim parametreleri görülmektedir.



Şekil 1. GTA yöntemiyle yapılan yüzey alaşımlamanın şematik gösterilişi.

Tablo 2. Yüzey alaşımlama da kullanılan üretim parametreleri.

Parametreler	Numuneler		
	A1	A2	A3
Numune			
Elektrod çapı (mm)	2,4	2,4	2,4
Akım (I) (Amper)	110	120	130
Gerilim (U) (Volt)	25	25	25
Toz Emdirme Oranı (gr/sn)	0,172	0,167	0,169
Enerji Girdisi (kJ/mm)	3,46	3,64	3,99
Toz Emdirme Hızı (V) (mm/dk)	47,73	49,41	48,84

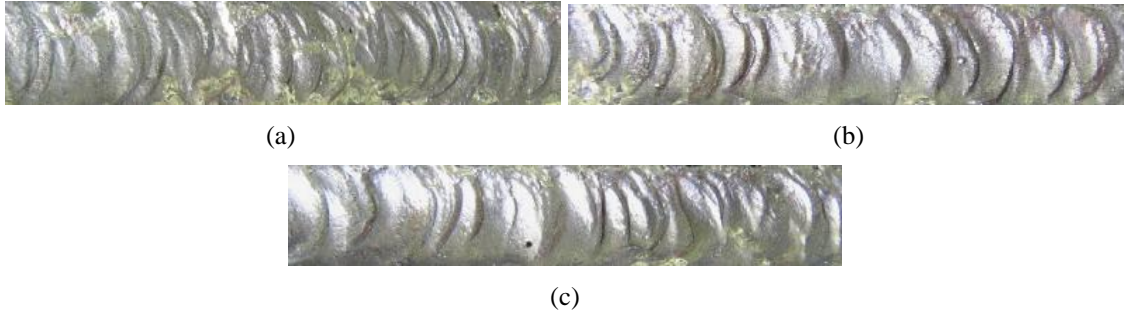
Enerji girdisi $Q = U.I.60/(V.1000)$ formülü ile hesaplanmıştır [17].

Numunelerde yüzeye alaşımlandırılmış katmanın mikroyapı incelemeleri için alaşımlama yüzeyine dik şekilde mikroyapı numuneleri kesilerek çıkarılmıştır. Mikroyapı numunelerinin yüzeyleri 220, 400, 600, 800 ve 1200 mesh’lik su zımparaları ile temizlenmiş, çuha ve elmas pasta kullanılarak parlatılmıştır. Parlatılan numuneler % 2’lik Nital çözeltisinde

dağlanmıştır. Dağlanan numunelerden optik mikroskop ile mikroyapı resimleri çekilmiştir. Alaşımlanan tabakadan alt malzemeye doğru 50 µm aralıklarla sertlik değerleri, Future-Tech marka mikrosertlik cihazında 100 gf yük uygulanarak HV cinsinden ölçülmüştür.

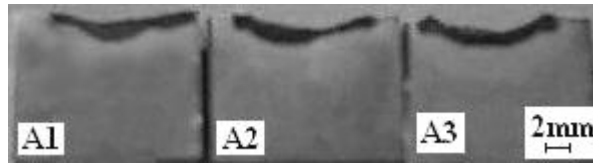
3. Deneysel Sonuçlar

Yüzey alایشlama sonrasında malzemelerin yüzeyinden çekilen makro görüntüler Şekil 2’de verilmiştir. Akım artışına bağlı olarak toz emdirme oranındaki ve toz emdirme hızındaki artıştan dolayı üç farklı akım şiddetine sahip A1, A2 ve A3 numunelerinde yüzey ergime formu farklı şekillerde oluşmuştur.



Şekil 2. Numunelerin yüzeylerinden alınan alایشlama izlerinin görünüşü, (a) A1, (b) A2, (c) A3.

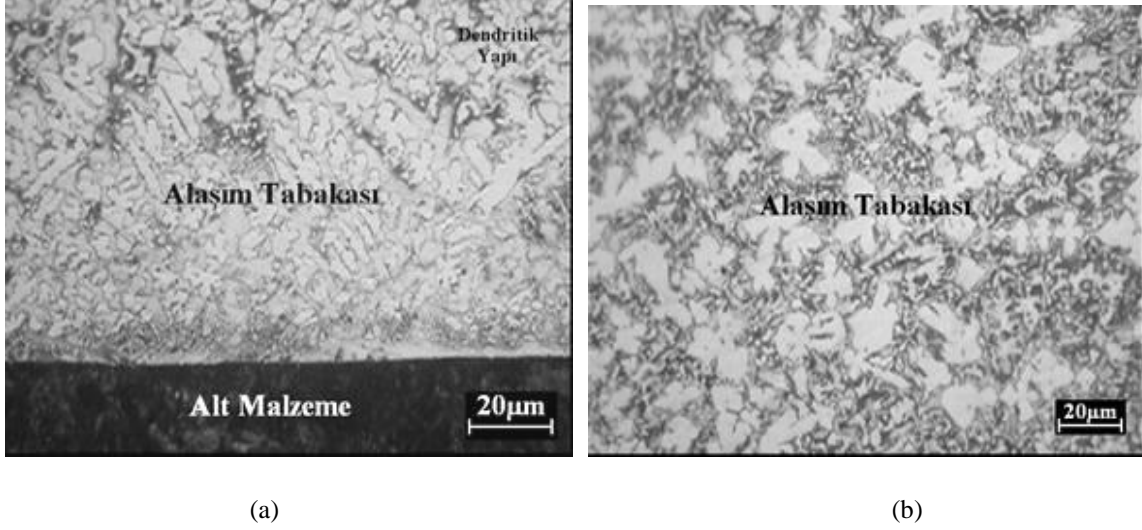
Yüzey alایشlaması gerçekleştirilen numunelerde 1,1-1,7 mm arasında değişen alایشım tabakaları elde edilmiştir. Şekil 3’te verilen makroyapı resminde alایشım tabakaları görülmektedir.



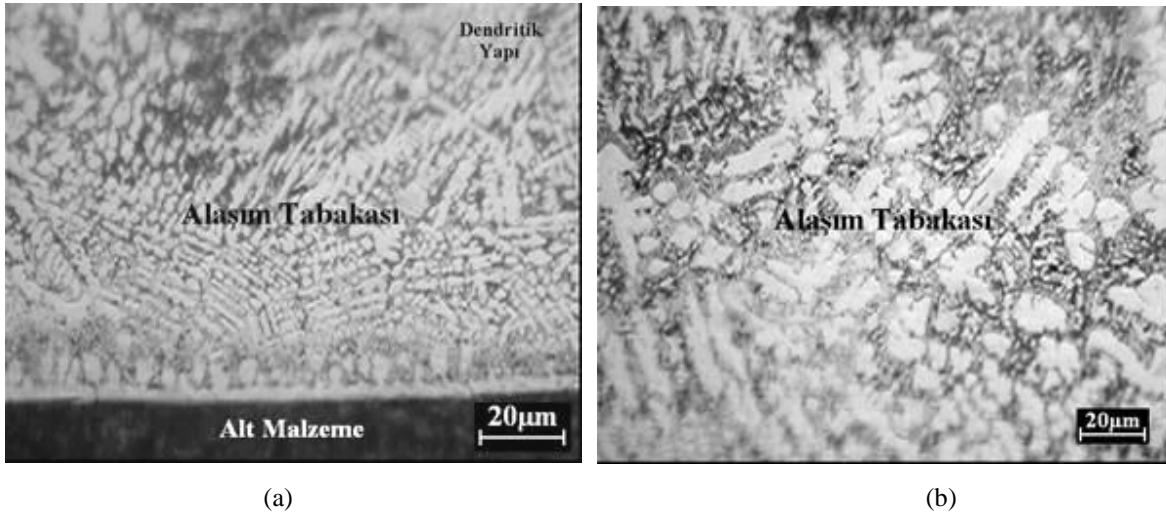
Şekil 3. Yüzey alایشlama sonrası alایشım tabakalarının makro görünüşü.

GTA yöntemi ile gerçekleştirilen yüzey alایشlama işlemi sonrası numunelerin optik mikroyapı resimleri Şekil 4, 5 ve 6’da verilmiştir. Şekil 4a, 5a ve 6a’da verilen alt malzeme ve alایشım tabakası ile ara yüzey görüntüsü incelendiğinde herhangi bir çatlak ya da boşluğun

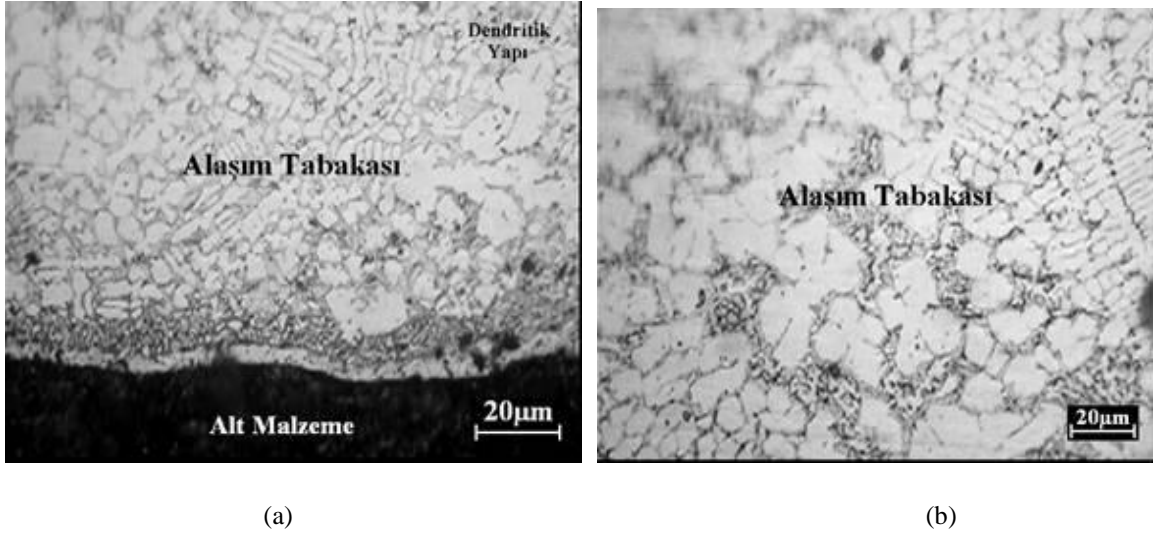
oluşmadığı görülmektedir. Yüzeyleme işlemi için kullanılan GTA yönteminde enerji girdisinin artırılması ile arayüzeyde beyaz renkte görülen bir tabaka oluşmaktadır. Bu arayüzey tabakasının kalınlığı enerji girdisinin artması ile artmıştır.



Şekil 4. A1 numunesinden alınan mikroyapı resimleri, a) alt malzeme ve alaşım tabakası arayüzeyi, b) alaşım tabakası.



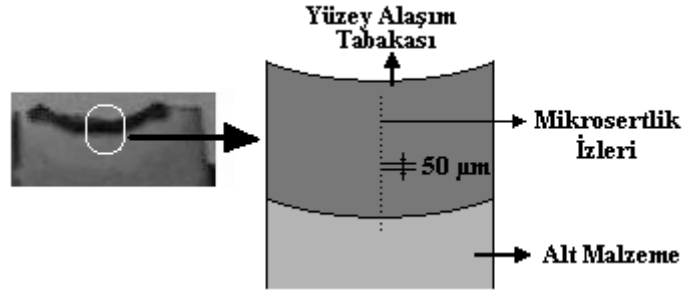
Şekil 5. A2 numunesinden alınan mikroyapı resimleri, a) alt malzeme ve alaşım tabakası arayüzeyi, b) alaşım tabakası.



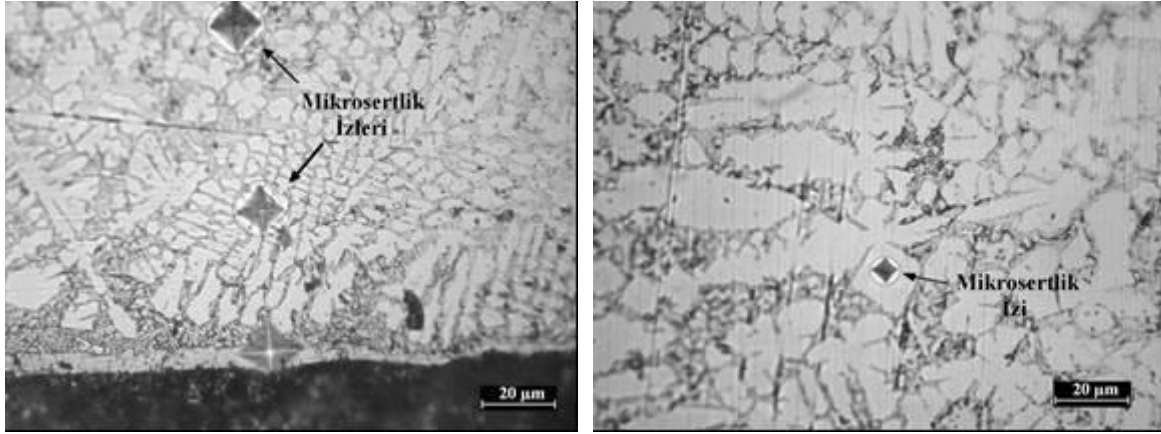
Şekil 6. A3 numunesinden alınan mikroyapı resimleri, a) alt malzeme ve alایشım tabakası arayüzeyi, b) alایشım tabakası.

A1, A2 ve A3 numunelerinin alایشım tabakalarından alınan optik mikroyapı resimleri Şekil 4b, 5b ve 6b'de görülmektedir. Numunelerin tümünde dendritik ve dendritler arası ötektik yapı görülmektedir. GTA yöntemi ile alایشımlama esnasında, akım şiddetinin artması ile enerji girdisi artmıştır. Bu artış dendrit gövdesinin irileşmesi ve dendritler arası bölgenin küçülmesine sebep olmuştur. A3 numunesinin alایشım tabakasında, akım şiddetinin artması ile dendrit gövdeleri A2 ve A1 numunelerine nazaran daha da irileşmiş ve dendritler arası bölge daralmıştır.

Alt malzemedan alایشım tabakasına doğru 50 µm aralıklarla mikrosertlik alınışının şematik olarak gösteriliş Şekil 7'de, mikrosertlik izlerine ait optik mikroyapı resmi Şekil 8a'da görülmektedir. Şekil 8b'de görülen dendrit gövdesinden alınan mikrosertlik değeri 1305 HV çıkmıştır. Bu sertlik değeri ile literatüre dayanılarak [10], dendrit gövdesinin muhtemel WC ve W₂C tip karbürlerden oluştuğunu düşünölmektedir.



Şekil 7. Mikrosertlik alınışının şematik görünüşü (50 µm aralıklarla).

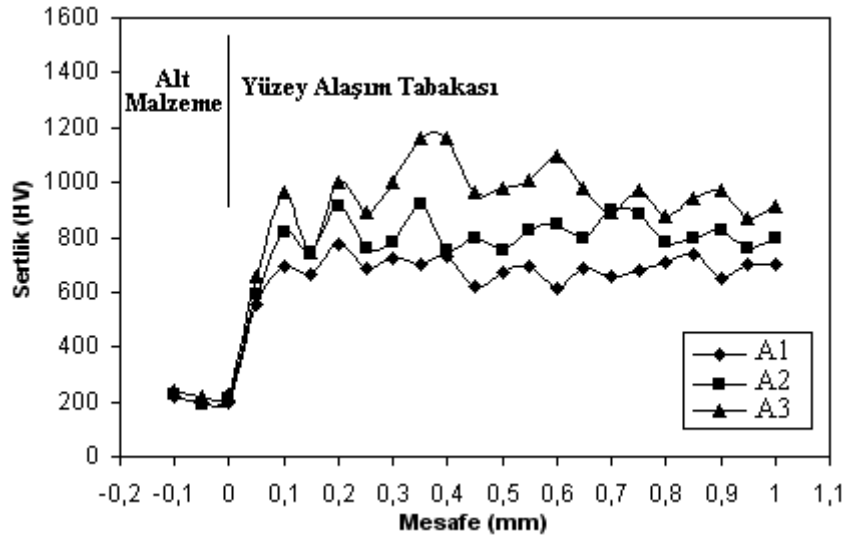


(a)

(b)

Şekil 8. a) Alaşım tabakasından alt malzemeye doğru alınan, b) karbür üzerindeki mikrosertlik izleri.

A1, A2 ve A3 numunelerine ait mikrosertlik grafiği Şekil 9'de verilmiştir. Grafikten de anlaşılacağı gibi akım değerindeki artışa paralel olarak sertlik değeri de artış göstermiştir. A1 numunesinden A3 numunesine doğru akım değerindeki artış ile dendrit gövdeleri irileşerek genişlemiştir. Şekil 8b'de gösterilen dendrit gövdesindeki olduğu düşünülen muhtemel WC ve W₂C tip karbürlerin yüksek sertliğine bağlı olarak yoğunlaşmış dendritik yapı ile A3 numunesinde en yüksek sertlik değerleri tespit edilmiştir.



Şekil 9. A1, A2 ve A3 numunelerine ait mikrosertlik grafiği.

4. Sonuçlar

1. WC-Co tozu GTA yöntemi kullanılarak düşük karbonlu çelik alt malzeme yüzeyine alaşımlandırılabilir.
2. Yüzey alaşımlandırma işleminde kullanılan GTA yönteminde akım değerinin artması ile enerji girdisi artmış ve bu bağlı olarak mikroyapı da dendrit gövdesi irileşmiştir. En yoğun dendritik yapı A3 numunesinde elde edilmiştir.
3. Yüzey alaşımlama da akım şiddetinin artması ile dendrit gövdesindeki irileşmeye bağlı olarak sertlik değeri artmıştır. En yüksek sertlik değeri A3 numunesinde tespit edilmiştir.

Kaynaklar

- [1] Molleda F., Mora J., Molleda F.J., Mora E., Carrillo E., Mellor B.G., Study of the solid-liquid interface in cobalt base alloy (Stellite) coatings deposited by fusion welding (TIG), Materials Characterization 2006; 57: 227-231.
- [2] Zhang S., Jiang F., Ding W., Microstructure and mechanical performance of pulsed current gas tungsten arc surface engineered composite coatings on Mg alloy reinforced by SiCp Materials, Science and Engineering: A 2008; 490, 1-2: 208-220.

- [3] G. Garces, M.C. Cristina, M. Torralba, P. Adeva, Texture of magnesium alloy films growth by physical vapour deposition (PVD), *Journal of Alloys and Compounds* 2000; 309, 1-2: 229–238.
- [4] Eroğlu M., Özdemir N., Tungsten-inert gas surface alloying of a low carbon steel, *Surface and Coatings Technology* 2002; 154: 209–217.
- [5] Özel S., Kurt B., Somunkıran İ., Orhan N., Microstructural Characteristic of NiTi Coating on Stainless Steel by Plasma Transferred Arc Process, *Surface and Coating Technology* 2008; 202, 15: 3633–3637.
- [6] Ding W., Jiang H., Zeng X., Li D., Yao S., The properties of gas tungsten arc deposited SiCp and Al surface coating on magnesium alloy AZ31, *Materials Letters* 2007; 61: 496–501.
- [7] Cheng F.T., Lo K.H., Man H.C., NiTi cladding on stainless steel by TIG surfacing process Part I. Cavitation erosion behavior, *Surface and Coatings Technology* 2003;172: 308–315.
- [8] Boyer H.E., Gall T.L., *Metals Handbook*, American Society For Metals, Desk Edition, ISBN: 0-87170-188-X, 30/21 Chapter, Ohio; 1992.
- [9] Wang X.H., Zhang M., Zou Z.D., Song S.L., Han F., Qu S.Y., In situ production of Fe–TiC surface composite coatings by tungsten-inert gas heat source, *Surface & Coatings Technology* 2006; 200: 6117–6122.
- [10] Scussel H.J., *ASM Handbook on Friction, Lubrication, and Wear Technology*, ASM International, Materials Park, OH, 796; 1992.
- [11] Przybylowicz J., Kusinski J., Structure of laser cladded tungsten carbide composite coatings, *Journal of Materials Processing Technology* 2001; 109: 154-160.
- [12] Park S.Y., Kim M.C. and Park C.G., Mechanical properties and microstructure evolution of the nano WC–Co coatings fabricated by detonation gun spraying with post heat treatment, *Materials Science and Engineering: A* 2007; 449-451: 894-897.

- [13] Santana Y.Y., Renault P.O., Sebastiani M., La Barbera J.G., Lesage J., Bemporad E., Le Bourhis E., Puchi-Cabrera E.S., Staia M.H., Characterization and residual stresses of WC-Co thermally sprayed coatings, *Surface & Coatings Technology* 2008; 202, 18: 4560-4565.
- [14] Zhu Y.C., Ding C. X., Yukimura K., Xiao T. D., Strutt P. R., Deposition and characterization of nanostructured WC–Co coating, *Ceramics International* 2001, 27, 6: 669-674.
- [15] Zhong Z.W., Peng Z.F., Liu N., Surface roughness characterization of thermally sprayed and precision machined WC–Co and Alloy-625 coatings, *Materials Characterization* 2007; 58: 997–1005.
- [16] Okamoto S, Nakazono Y, Otsuka K, Shimoitani Y, Takada J., Mechanical properties of WC/Co cemented carbide with larger WC grain size, *Materials Characterization* 2005; 55, 4–5: 281–287.
- [17] Özel S., Turhan H., Somunkıran İ., Cu Alaşımı Yüzeyine Tig Yöntemi Kullanılarak Ferromangan Alaşımlandırılması Ve Üretim Parametrelerinin Aşınma Direncine Etkisinin İncelenmesi, 1.Uluslararası Mesleki ve Teknik Eğitim Teknolojileri Kongresi 2005; Cilt 3: 1444-1450, İstanbul.