



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2011, Volume: 6, Number: 4, Article Number: 2A0070

TECHNOLOGICAL APPLIED SCIENCES

Received: July 2011
Accepted: October 2011
Series : 2A
ISSN : 1308-7231
© 2010 www.newwsa.com

Mahmut Karataş
Hüseyin Turhan
Firat University
mahmutkaratas23@gmail.com
hturhan@firat.edu.tr
Elazığ-Turkey

**AISI 304 OSTENİTİK PASLANMAZ ÇELİK YÜZEYİNİN FeTi+STELLİTE 6 ALAŞIMI
KULLANILARAK YÜZEY MODİFİKASYONUNUN İNCELENMESİ**

ÖZET

Bu çalışmada, AISI 304 ostenitik paslanmaz çelik yüzeyine FeTi+Stellite 6 alaşımı Tungsten Inert Gas (TIG) kaynak yöntemi kullanılarak alaşımlandırılmıştır. Kaplama tabakası; optik mikroskop (OM), taramalı elektron mikroskobu (SEM), X-ışın difraktogramı (XRD) ve X ışını enerji dağılım spektrometresinden (EDS) faydalanılarak incelenmiştir. Ayrıca numunelerin sertlik dağılımları mikro ve makro sertlik ölçümleri ile değerlendirildi. Optik mikroskop ve mikroyapı incelemeleri neticesinde, kaplama tabakası ile alt tabakanın birbirlerine metalurjik olarak bağlandığı, numunelerde, FeTi tozu ilavesine bağlı olarak sertlik değerlerinin arttığı ve tane sınırlarında ince taneli dentritik yapıların meydana geldiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: AISI 304, Stellite 6, Feti, TIG,
Yüzey Modifikasyonu

**THE INVESTIGATION SURFACE COATING USING FeTi+STELLITE 6 ALLOY OF AISI
304 AUSTENITIC STAINLESS STEEL SURFACE**

ABSTRACT

In this study, FeTi with Stellite 6 alloy on the 304 austenitic stainless steel surface by using Tungsten Inert Gas (TIG) processing. Alloyed layer and interface were examined with optical microscope (OM), scanning electron microscope (SEM), and X-Ray diffraction (XRD) and energy dispersive spectrophotometer. Macro and microhardness values of samples were measured. OM and SEM observations have been shown that the obtained coating had a smooth and uniform surface, as well as a metallurgical combination with the AISI 304 stainless steel substrate without cracks and pores at the interface. As a result of experimental study; hardness values of samples increased and the grain boundaries were occurred dendritic structures has been determined

Keywords: AISI 304, Stellite 6, FeTi, TIG, Surface Coating

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Endüstride kullanılan malzemeler; zor koşullar nedeniyle, çalıştıkları ortamlara göre mekanik ve dinamik kuvvetler altında kalarak aşınmaya bazende korozyonlu ortamlarda çalışarak korozyona maruz kalmaktadırlar. Aşınma ve korozyonun birçok çeşidi parça yüzeyinde ortaya çıkmaktadır. Malzemelerin istenilen özellikleri kazanması açısından etkili ve ekonomik yol olarak, yüzey kaplama ve yüzey modifikasyon yöntemleri kullanılmaktadır [1 ve 2]. Yüzey kaplama; malzemenin iç kısımlarının yeterli mukavemette ve sünek, dış kısımlarının ise sert ve aşınmaya dayanıklı olması istenilen durumlar için uygulanır [3]. Yüzey kaplama yöntemleri; buhar fazı sol-jel, elektrolitik, ergitme ve ısıl püskürtme (Elektrik Ark, Alevle, Patlatmalı, Plazma, HVOF) olmak üzere 5 gruba ayrılır. Sert yüzey kaplama; aşınma, çizilme, çarpma, erozyon ve oyulmayı azaltmak amacıyla uygulanan bir yüzey kaplama işlemidir. Aynı zamanda, aşınmış malzemelerin kullanım ömürlerini uzatmak ve yeniden ekonomiye kazandırmak için de kullanılır. Co esaslı süper alaşımlı malzemeler bu işlem için uygun malzemelerdir [3 ve 5].

Kobalt esaslı alaşımların çeşitli uygulamalar için tercih edilmesini sağlayan en önemli özellikler;

- Yüksek sıcaklıklarda sertliklerini muhafaza edebilmeleri,
- Katı eriyik sertleşmesine uygun olmaları,
- Düzenli dağılan bir karbür yapısına sahip olmaları şeklinde sıralanabilir [6].

Stellite 6 süper alaşımı; kullanılan diğer süper alaşımlardan farklı olarak elde edilen kaynak metalinin sertliği yanında, sahip olduğu tokluk özelliği sebebiyle de ağır mekanik darbelere ve ısıl şoklara dayanabilen bir süper alaşım dolgu malzemesidir. İşlenebilirlikleri iyidir. Stellite alaşımlarının önemli bir özelliği de, sertliklerini yüksek sıcaklıklarda koruyabilmeleridir. Bu açıdan, Stellite alaşımlarının düşük sıcaklıklardaki sertliği, bileşimde bulunan karbür veya bor miktarına, yüksek sıcaklıklarda ise tungsten veya molibden miktarına bağlıdır [7].

Normal alaşımsız ve az alaşımlı çelikler korozif etkilere karşı dayanıklı olmadıklarından, bu tür uygulamalar için genellikle paslanmaz çeliklerin kullanılması gerekir. Paslanmaz çelikler; korozyon dayanımları yanında, değişik mekanik özelliklere sahip türlerinin bulunması, düşük ve yüksek sıcaklıklarda kullanılabilirliği, şekil verme kolaylığı, estetik görünümleri gibi özelliklere sahiptirler. Paslanmaz çelikler diğer çeliklere oranla fiyat bakımından daha pahalıdır, ancak; bakımlarının ucuz ve kolay olması, uzun ömürlü olmaları, tümüyle geri kazanılabilmeleri ve çevre dostu bir malzeme olmaları çok büyük avantajlar sağlar. Gelişmekte olan ülkemiz endüstrisinin paslanmaz çeliklere olan gereksinimi her geçen gün artmaktadır [8].

Alaşımlama olarak ifade edilen TIG yöntemi kullanılarak yapılan yüzey modifikasyon tekniği; prensip olarak, uygun bileşime sahip alaşım toz veya tozlarının alt tabaka malzemesinin yüzeyinde ergitilmesiyle üretilen bir yöntemdir. Ergime, her iki malzemede de aynı anda gerçekleşir ve hızla katılaşarak, modifikasyon yapılan kaplama malzemesi ile esas metal metalürjik olarak birbirine bağlanır [9]. TIG kaynağı; küçük ve karmaşık şekilli parçaların yüzey kaplama işlemleri için daha uygundur ve genellikle, diğer yüzey kaplama işlemlerinden daha kaliteli sonuçlar verir [9].

Shin ve arkadaşları, kobalt esaslı Stellite yüzey sertleştirme alaşımının mikroyapı ve aşınma davranışı üzerine molibdenin etkisini incelemiştir. Molibden içeriğindeki artış ile $M_{23}C_6$ ve M_6C karbür

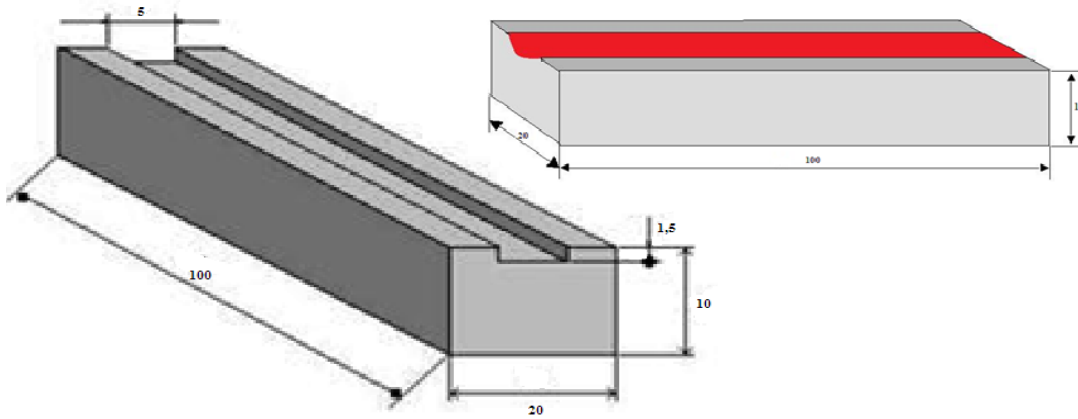
tipleri kromca zengin M_7C_3 karbürlerinin yerinde oluşmuş ve $M_{23}C_6$ karbür tipleri serbest haldeki molibden dendritleri arası alanında gözlenmiştir. Dendritler arası alanda kromca zengin karbürler azalırken, M_6C tipi karbürlerin arttığını tespit etmişlerdir [10].

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Günümüz modern teknolojisinde, metal yüzeylerinin dış ortamlardan korunması, kullanım alanına bağlı olarak maruz kaldıkları yorulma, korozyon, sürtünme ve aşınmalara karşı dirençli olması amacıyla yüzey mühendisliğine olan ilgi her geçen gün daha da artmaktadır. Bu çalışmada; endüstriyel uygulamalarda önemli bir kullanım alanına sahip olan AISI 304 paslanmaz çeliğinin yüzeyi, FeTi+Stellite 6 alaşımıyla TIG kaynak yöntemi ile yüzey alaşımlama yapılarak, yüzeyde oluşturulan kaplama tabakasının mikroyapı ve sertliği üzerine FeTi katkısının etkisi araştırılmıştır.

3. DENEYSEL YÖNTEM (EXPERIMENTAL METHOD)

Yapılan çalışmada, ticari olarak temin edilen Tablo 1' de kimyasal bileşimi verilen AISI 304 östenitik paslanmaz çeliği alt malzeme olarak, kaplama malzemesi olarak da Tablo 2' de kimyasal bileşimleri verilen; Stellite-6 süper alaşımı ve 50 μ m'lik FeTi tozu kullanılmıştır. Kaplama alt malzemesi olarak seçilen AISI 304 çelik plaka 100 x 20 x 10 mm ölçülerine getirilerek şekil 1'de gösterildiği üzere 1,5 mm derinliğinde ve 5 mm genişliğinde kanallar açılmıştır.



Şekil 1. Kaplama alt malzemesi boyutları
(Figure 1. Dimensions of coating material)

Kaynak ilave metali olarak kullanılacak olan Stellite 6 süper alaşımına %20 oranında FeTi tozu alkol ile karıştırılarak sıvanmış sonrada fırında belli bir sıcaklıkta ve sürede ısıtılıp alkolün buharlaşması sağlanmıştır ve elde edilen alaşımlı malzeme TIG yöntemiyle Tablo 3' de verilen işlem parametreleri kullanılarak, yüzeye alaşımlandırılmıştır. Kaplama işleminin şematik görünümü Şekil 2' de verilmiştir.

Tablo 1. AISI 304 ve Stellite-6 alaşımlarının kimyasal bileşimi
(% ağırlık)
(Table 1 The chemical composition of AISI 304 and Stellite-6 alloys
(wt %))

Malzeme	Fe	C	Cr	Ni	Si	Mn	Co	W
AISI 304	82.6	0.04	16.02	0.22	0.44	0.61	-	-
Stellite-6	2.50	1.44	30.46	2.92	-	-	34.15	15.71

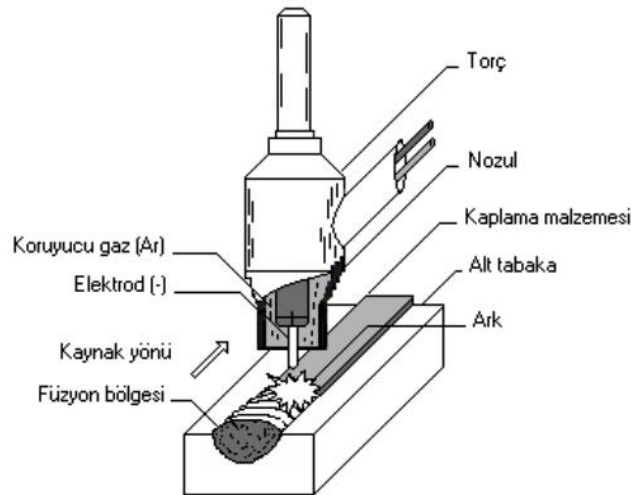
Tablo 2. Takviye malzemesinin kimyasal bileşimi (%Ağırlık)
(Table 2. Chemical composition of reinforcement material (wt%))

	W	Ti	Si	S	Fe	B	C	P	Mo
FeTi	-	75	0.5	0.03	Bal.	-	-	0.03	-

Tablo 3. Yüzey alaşımlama için üretim parametreleri
(Table 3. The process parameters for surface alloying)

Numune No	S1 Stellite 6	S2 S1+FeTi
FeTi Toz Miktarı	-	1.346
İlave tel çapı	3.2	
İlave tel	Stellite-6	
Kaplama Boyu	100	
Akım (A)	140	
Volt	25	
Isı Girdisi (J)	20.208	
Elektrod	%2 toryumlu tungsten elektrod	
Koruyucu Gaz	%99.9 Saf Argon	
Gaz Akış (lt/dak.)	12	
Elektrod (mm)	2.4	

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



Şekil 2. TIG yöntemiyle yapılan kaplama işleminin şematik görünümü
(Figure 2 Schematic illustration of coating process made with TIG method)

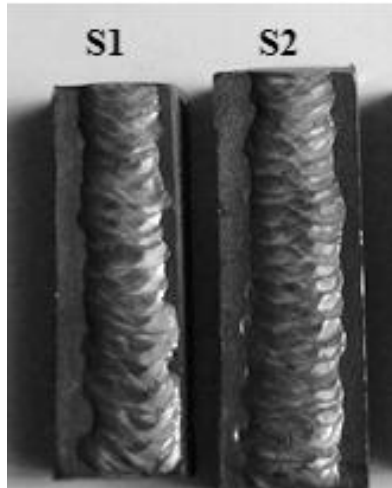
Numuneler kaplama tabakasına dik doğrultuda kesilerek sırasıyla 180-1200 mesh' lik zımparada zımparalandıktan sonra, 3µm' lik elmas pasta kullanılarak çuhada parlatılmıştır. Parlatılan numuneler; 5 ml HNO₃ + 5 ml C₂H₄O₂ + 20 ml HCl + 5 ml H₂O çözeltisinde 12 V ve 20 sn

elektrolitik olarak dağlanmıştır. Ayrıca yüzeylerin mikroyapıları, Nikon Eclipse MA 100 marka optik mikroskopla incelenerek, faz ve karbürlerin tespiti için JEOL JSM 7001F marka enerji dağılımlı spektrograf (EDS)'den yararlanılmıştır. Mikro sertlik ölçümleri; kaplama tabakasına dik doğrultuda LEICA MHT-10 marka mikrosertlik cihazında 200 gr yük altında 10 sn. beklenecek 0.1 mm aralıklarla Vickers (HV) sertlik değerinde gerçekleştirilmiştir. Makro sertlik ölçümleri INSTRON WOLPERT marka sertlik ölçme cihazında 40 g' lık yük uygulanarak 0.5 mm' lik mesafelerde kaplama tabakasına dik doğrultuda Vickers sertlik değeri cinsinden yapıldı.

4. BULGULAR VE/VEYA TARTISIMLAR (FINDINGS AND DISCUSSIONS)

4.1. Makroyapı (Macrostructure)

%20 oranında FeTi, tozu ilave edilerek alaşımlandırılmış stellite 6 alaşım malzemesin, AISI 304 paslanmaz çeliğinin yüzeyine 140 A akım şiddeti ve argon koruyucu gaz atmosferinde TIG yöntemi kullanılarak yüzey modifikasyonu işlemi yapılmıştır. (Şekil 2) S1 ve S2 numunelerine ait makroyüzey fotoğrafları incelendiğinde; ergimenin oldukça iyi gerçekleştiği, kaplama katının düzenli bir görünüme sahip olduğu, kaplama tabakasında hızlı soğuma sonucu herhangi bir gözenek, çatlak oluşmadığı ve dikiş yapısının düzgün bir krater yapısına sahip olduğu tespit edilmiştir.

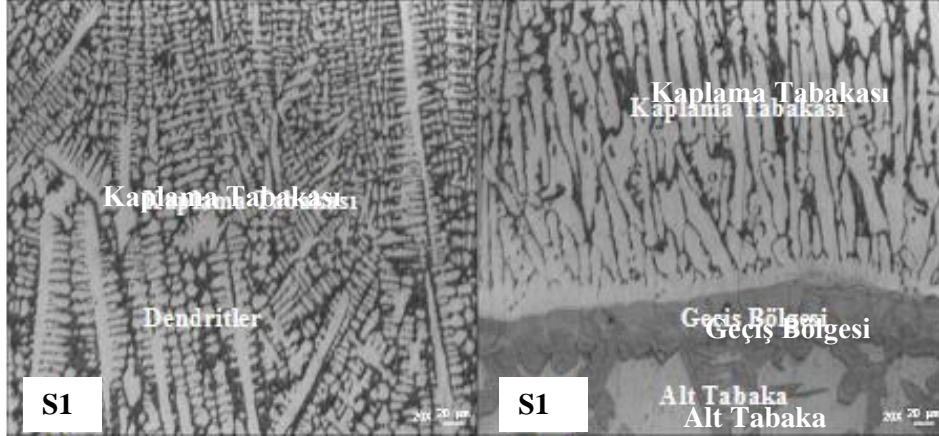


Şekil 3. S1-S2 Numunelerine ait makroyüzey görüntüsü
(Figure 3. Makrosurface view of S1-S2 samples)

4.2. Mikroyapı (Microstructure)

Kaplamalarda referans numune olarak kabul edilen Stellite 6 süper alaşımlı (S1) numunesinin arayüzeyinden alınan optik fotoğraflar Şekil 4' de verilmiştir. S1 numunesine ait optik yüzey fotoğrafı incelendiğinde; alaşımın dendritik yapıya benzeyen uzun hat şeklinde ve yer yer bölgesel olan açık renkli ikinci faz bölgelerine sahip olduğu görülmüştür. Dendrit kolları arasındaki matris fazı kobalt ve karbürlerden oluşmaktadır. Dendritlerin tarak şeklinde olduğu ve açık renkli bölgeler boyunca çok sık bir şekilde dizildiği ve ikincil dendrit kolları arasındaki mesafenin çok az olduğu görülmüştür. Dendrit kolları arasında ise mikroyapı fotoğrafı yaklaşık olarak benzer bir görünüm sergilemiştir. Kaplama bölgesi yine dendritik bir yapıda olup ana malzemenin yapısı ferrit+perlit görünümündedir. Tüm Stellite alaşımları mikroyapılarında, nispeten yumuşak kobaltça zengin matris katı eriyiği içinde sert karbür veya borür partikülleri

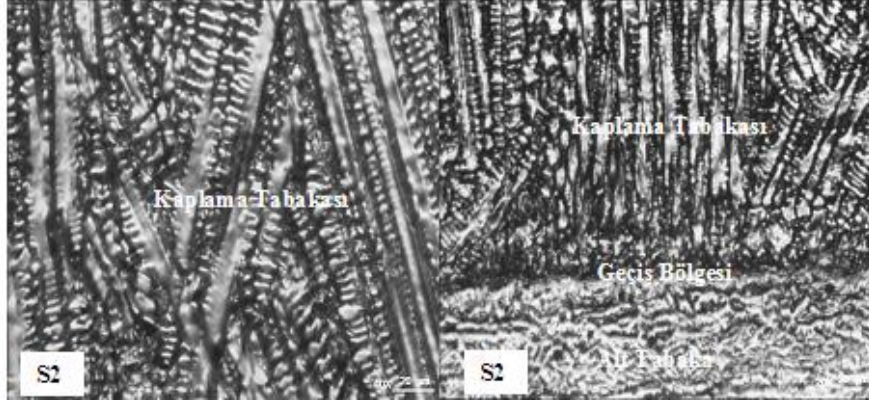
içerirler. Kobalt alaşımlarının mikroyapısında bulunan karbür türleri alaşımın bileşimine bağlıdır. Stellite 6' da %27 M_7C_3 ve %1.5 MC oranlarında karbürler mevcuttur. Burada MgC karbürleri olarak WC, M_7C_3 karbürleri olarak da Cr olmasına rağmen, diğer alaşım elementleri de karbür içinde yer almaktadır. Kobalt, normal şartlarda hegzagonal sıkı paket kafes sistemine sahiptir. 417 °C'den sonra yüzey merkezli kübik kristal kafes sistemine dönüşürler [11 ve 14].



Şekil 4. S1 numunesinin a) Yüzey b) Arayüzey optik fotoğrafı
(Figure 4. Optical photography of S1 sample a) Surface b) Interfacial)

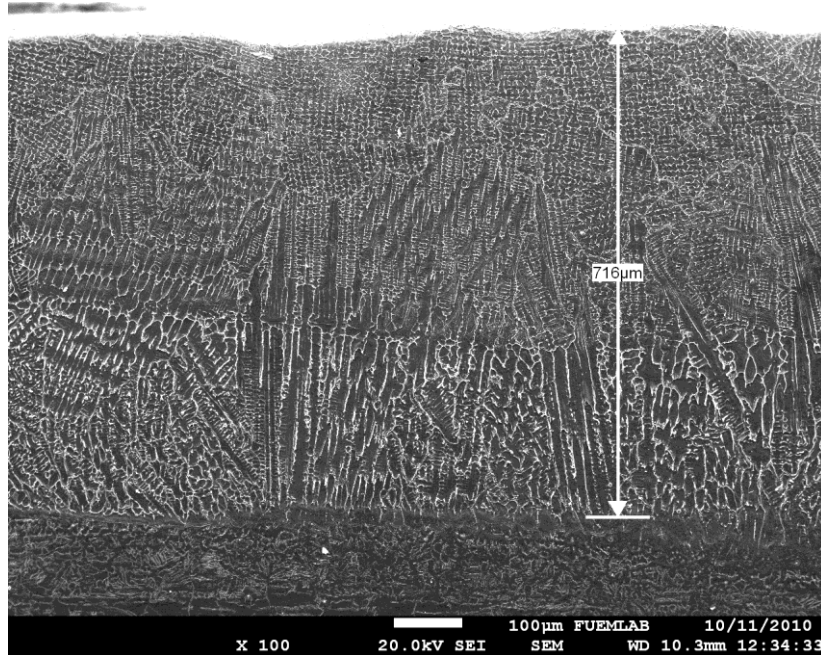
Kaplama referans numunesi olarak kabul edilen Stellite-6 süper alaşımına %20 oranında FeTi ilave edilerek elde edilen S2 numunesinin, arayüzeyinden alınan optik yüzey fotoğrafı Şekil 5' de verilmiştir. S2 numunesine ait optik yüzey fotoğrafı incelendiğinde; alaşım dendritik yapıya benzeyen uzun hat şeklinde ve yer yer bölgesel olan açık renkli ikinci faz bölgelerine sahiptir. İkinci faz bölgesi olarak adlandırdığımız bu açık renkli kısımlar numune boyunca dizilmiştir. FeTi ilavesi bu bölgelerin, daha ince yapılı bir hal almasına sebep olmuştur. Yapıda tanelerin eksenli olarak yönlendiği ve net olarak izlendiği ve uzunluklarının aynı boyutlarda olduğu görülmektedir.

Titanyumca zengin ana bölgeye dikey yönde gelişmiş tanelerin bulunduğu geniş bir geçiş bölgesinin varlığı da dikkat çekmektedir. Ferrotitanyum elementinin demir ve nikel karşı gösterdiği yüksek afinite ve bileşik oluşturma eğilimi nedeniyle; hem ana metale doğru, hem de kaplama tabakası içerisinde FeTi ve nikel-titanyum bileşikleri oluşturarak, bu elementlere bağlanmış ve sınır tabakası yönüne doğru hızla yayılım göstermiştir. Ayrıca, dendrit kollarının iç içe girmiş simetrik bir görünüm arz ettiği, kaplama esnasındaki üretim hızıyla kaynak akımının uygunluğu nedeniyle, yetersiz bir ısınma yaşanmadığından herhangi bir topaklaşma meydana gelmediği ve yapı bozunmadan oluşabilmektedir. Kobalta ilave edilen alaşım elementleri hem sahip oldukları saf kobalt içindeki çözünürlükleri, hem de atom yarıçapları arasındaki farka bağlı olarak, belirli oranlarda matris içinde eriyerek katı eriyik sertleşmesine katkıda bulunurlar. Ancak, alaşım elementlerinin çözünürlüklerinin saf kobaltta ve Stellite alaşımında bir miktar farklı olduğu bilinmektedir [15 ve 16].



Şekil 5. S2 numunesinin a) Yüzey b) Arayüzey optik fotoğrafı
(Figure 5. Optical photography of S2 sample a) Surface b) Interfacial)

Şekil 6'da S2 numunesine ait SEM fotoğrafı verilmiştir. Kaplama işlemi sırasında oluşan ısının etkisi ile kaplama tabakasında ana malzemeye ve ana malzemeden de kaplama tabakasına difüzyonla geçişler olmuştur. Numunelerde kaplama tabakasının kalınlığı SEM görüntüsüyle de ölçüldüğü üzere yaklaşık 716 µm kadardır. Şekil 6'da görüldüğü gibi mikroyapıda dentritik bir yapı oluşmuştur. Bu da; hızlı soğumanın ve FeTi'un alaşıma kattığı özellikten kaynaklanmaktadır. Mikroyapılar incelendiğinde kaplama malzemesi ile yüzeyi kaplanan malzemenin çatlaksız, boşluksuz ve kusursuz olarak birleştiği görülmüştür



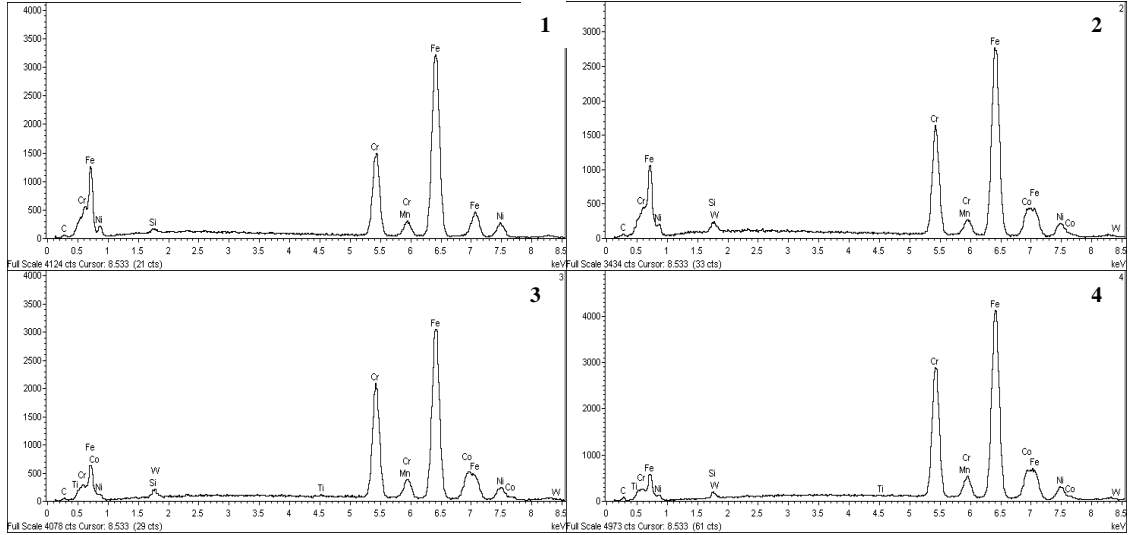
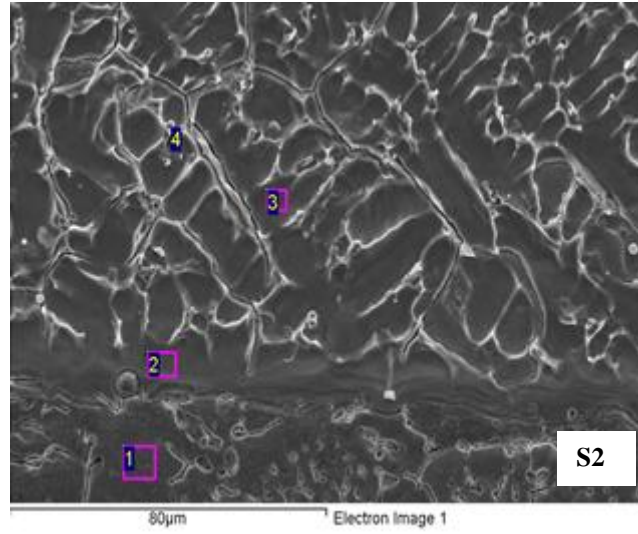
Şekil 6. S2 numunesinin SEM fotoğrafı
(Figure 6. SEM photography of sample S2)

S2 numunesinin analiz noktalarını gösteren SEM fotoğrafı ve EDS analiz grafikleri Şekil 7' de verilmiştir. Bu alaşıma ait EDS analiz sonuçları Tablo 4'de verilmiştir. Bu alaşıma ait EDS analiz sonuçları incelendiğinde; 1. bölgede %2.73 C, %0.45 Si, %18.87 Cr, %1.55 Mn, %68.55 Fe ve %7.85 Ni, 2. bölgede; %2.37 C, %0.74 Si, %20.30 Cr, %0.52 Mn, %59.2 Fe, %9.41 Co, %6.66 Ni ve %0.97 W, 3. bölgede; %1.97 C, %0.67

Si, %0.19 Ti, %23.06 Cr, %1.50 Mn, %55.93 Fe, %9.64 Co, %6.33 Ni ve %0.71 W, 4. bölgede; %2.55 C, %0.48 Si, %1.4 Ti, %24.19 Cr, 51.41 Mn, %55.91 Fe, %8.94 Co, %6 Ni ve %0.48 W tespit edilmiştir. Bu değerlere göre Co esaslı yapı içerisinde Cr ve W karbürlerinden oluşmuş bir yapının meydana geldiği görülmüştür. Yapılan EDS analizleri ve daha önceki çalışmalar ışığında Co matrisli yapıda bu noktaların karbür olduğu düşünülmektedir. Ancak, 1 ve 2 no' lu bölgelerin EDS analizlerine göre FeTi elementinin altlık malzemeye difüze olamadığını, kaplama malzemesi içerisinde kaldığını görmekteyiz. Altlık malzemeden kaplama alaşımına sıcaklığın kaynak enerjisinin girdisine bağlı olarak Cr, C, Ni, Mn elementlerinin difüze olduğunu görmekteyiz.

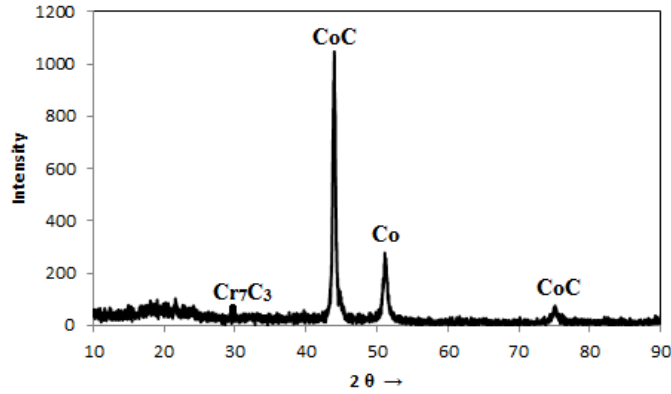
Tablo 4. S2 numunesine ait EDS analiz sonuçları
(Table 4. EDS analysis results of the S2 sample)

S2 numunesine ait 1 no' lu bölgenin EDS analiz sonuçları.					
Element	App	Intensity	Weight%	Weight%	Atomic%
C	1.23	0.4345	2.73	0.42	11.41
Si	0.30	0.6464	0.45	0.08	0.81
Cr	22.01	1.1240	18.87	0.23	18.18
Mn	1.57	0.9758	1.55	0.16	1.41
Fe	68.60	0.9647	68.55	0.43	61.49
Ni	7.26	0.8914	7.85	0.25	6.70
Totals			100.00		
S2 numunesine ait 2 no' lu bölgenin EDS analiz sonuçları.					
Element	App	Intensity	Weight%	Weight%	Atomic%
C	1.05	0.4300	2.37	0.42	10.08
Si	0.50	0.6492	0.74	0.09	1.34
Cr	23.35	1.1148	20.30	0.25	19.93
Mn	0.54	0.9986	0.52	0.16	0.48
Fe	58.71	0.9641	59.02	0.46	53.95
Co	9.19	0.9459	9.41	0.28	8.15
Ni	6.23	0.9065	6.66	0.24	5.79
W	0.56	0.5628	0.97	0.28	0.27
Totals			100.00		
S2 numunesine ait 3 no' lu bölgenin EDS analiz sonuçları.					
Element	App	Intensity	Weight%	Weight%	Atomic%
C	1.02	0.4333	1.97	0.32	8.46
Si	0.52	0.6510	0.67	0.07	1.24
Ti	0.24	1.0615	0.19	0.07	0.20
Cr	30.41	1.1055	23.06	0.24	22.86
Mn	1.78	0.9989	1.50	0.16	1.40
Fe	64.05	0.9597	55.93	0.39	51.64
Co	10.83	0.9414	9.64	0.26	8.43
Ni	6.85	0.9073	6.33	0.22	5.56
W	0.48	0.5642	0.71	0.22	0.20
Totals			100.00		
S2 numunesine ait 4 no' lu bölgenin EDS analiz sonuçları.					
Element	App	Intensity	Weight%	Weight%	Atomic%
C	1.80	0.4381	2.55	0.27	10.73
Si	0.51	0.6522	0.48	0.05	0.87
Ti	0.07	1.0633	0.04	0.06	0.04
Cr	43.09	1.1030	24.19	0.21	23.51
Mn	2.27	0.9961	1.41	0.14	1.30
Fe	86.33	0.9560	55.91	0.33	50.60
Co	13.56	0.9385	8.94	0.22	7.67
Ni	8.76	0.9047	6.00	0.19	5.16
W	0.44	0.5652	0.48	0.16	0.13
Totals			100.00		



Şekil 7. S1 numunesinin SEM fotoğrafı ve EDS analizi
(Figure 7. SEM photography and EDS analysis of S1 sample)

S1 numunesinin X-RD analizi sonucunda oluşan faz ve bileşikleri gösteren grafik Şekil 8' de verilmiştir. S1 numunesine ait X-RD grafiği incelendiğinde CoC, Co, Cr₇C₃ faz ve bileşiklerinin oluştuğu tespit edilmiştir.

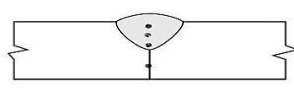


Şekil 8. S1 numunesine ait X-RD analiz grafiği
(Figure 8. S1 specimen X-RD analysis chart)

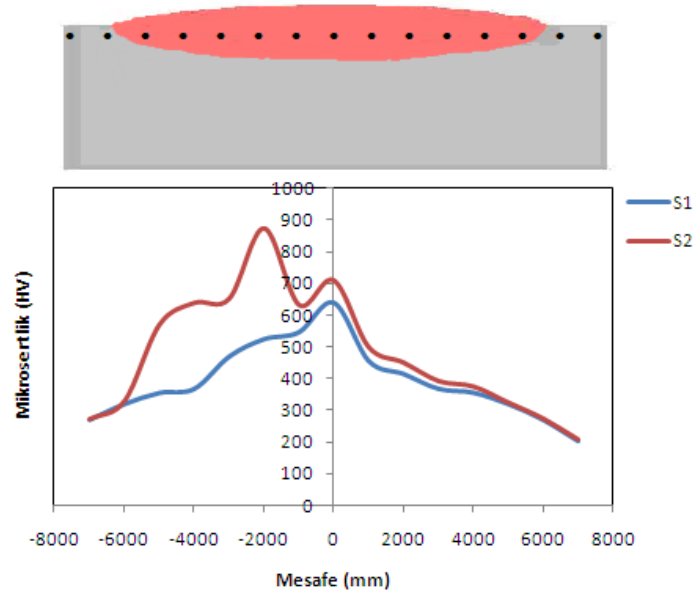
4.3. Makro ve mikrosertlik (Macro and Microhardness)

Stellite 6 süper alaşımına FeTi, tozu ilave edilerek alaşımlandırılan numuneden alınan makro sertlik değerleri Tablo 5' de verilmiştir. S1-S2 no' lu numunelere ait sertlik değerleri incelendiğinde ortalama sertlik değerleri S1=86.25, S2= 121.2, HV olarak saptanmıştır. Bu değerlere göre; kaplama ilave malzemeleri sertlikte artışa sebep olmuştur. Kaplama tabakasının soğuma hızının maksimum seviyelerde olması ve ara yüzeye doğru azalması kaplama tabakasının uç kısımlarının sertliğini artırdığı gibi oluşan karbür miktarını da paralelinde etkilemektedir.

Tablo 5. S1-S2 Numunelerine ait Makrosertlik değerleri
(Table 5. Macrohardness values of S1-S2 samples)

Makro Sertlik (HV)		
Numune No	S1	S2
	85	140
	90	120
	90	115
	80	110

Numunelerin mikrosertlik ölçüm sonuçları Şekil 9' de görülmektedir. Deney numunelerine ait mikrosertlik değerleri incelendiğinde S1 numunesinde en yüksek sertlik S1= 640, S2= 874, HV olarak kaydedilmiştir. Bu sonuçlara göre Stellite 6 süper alaşımına FeTi, elementinin ilavesi mikrosertlik değerlerini artırmıştır. Deney numunelerinde kaplama yüzeyinden başlayarak sertlik değerlerinin yükseldiği ve geçiş bölgesinde hemen yakınında yükselerek maksimum seviyelere ulaşmış ve hızlı bir düşüşle ana malzemenin yüzey sertlik değerine ulaşmıştır. Ana malzemeden başlayıp kaplama katına doğru yapılan sertlik ölçümlerinde ana malzeme kaplama katına yaklaştıkça difüzyon etkisi ve çoğalan sert bileşik miktarına bağlı olarak sertliğin hızla yükseldiği, ara tabaka ve kaplama katı içerisinde sertlik yükselmesinin devam ettiği tespit edilmiştir. Ayrıca, kaplama bölgesinde bulunan karbürlerin yoğunluğunun arayüze doğru azalması, sertliğin derecesini etkilemiştir.



Şekil 9. S1-S2 Numunelerinin mikrosertlik değerleri
(Figure 9 Microhardness values of S1-S2 samples)

6. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Çalışmada; Stellite 6 süper alaşımına FeTi, tozu ilave edilerek oluşturulan yeni alaşım AISI 304 paslanmaz çeliğinin yüzeyine, yüzey kaplama metotlarından biri olan TIG yöntemiyle alaşımlandırılmıştır. Yüzeyde oluşturulan kaplama tabakasının mikroyapı ve sertlik incelemeleri sonuçları aşağıda özetlenmiştir.

- AISI 304 çeliğinin Stellite 6 + FeTi, alaşımı ile normal atmosfer şartları altında herhangi bir önlem ve ön tavlama ısıl işlemine gerek duymadan tek pasoda TIG kaynak yöntemi ile yüzeye alaşımlandırılmıştır.
- TIG yöntemi ile yüzey modifikasyonu işleminde yüzeyi kaplanan malzeme ile kaplama malzemesinin, çatlak ve gözeneksiz olarak birleştiği ve kaplama esnasındaki üretim hızıyla kaynak akımının uygunluğu nedeniyle, yetersiz ısınma yaşanmamakta ve bu nedenle de topaklaşma olmadan ve bozunmadan yapının oluşabildiği tespit edilmiştir.
- Kaplama ilave malzemeleri FeTi sertlikte artışa sebep olmuştur. En yüksek makro sertlik değerleri 140 HV olarak tespit edilmiştir. Mikro sertlik değerlerinde ise en yüksek sertlik değerleri S1=640 HV, S2=870 HV olarak tespit edilmiştir.
- 140 A akım şiddeti kullanılarak yapılan kaplamalarda dendritik yapıya ait kolların net olarak izlendiği ve kol uzunluklarının yaklaşık olarak aynı boyutlarda olduğu ve dendrit kollarının kaplama sınır tabakasına doğru dikey olarak yönlendiği belirlenmiştir.
- Kaplama metaline ilave edilen FeTi ilavesinin kaplanan paslanmaz çelik alaşımındaki östenit tanelerinin tane sınırlarından alaşıma girdiği ve kaplama içerisinde ince taneli küçük adacıklardan oluşan bir yapının meydana geldiği ve mikroyapıdaki dendritik yapıları tane şeklinde etkilediği tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Wu, P., Zhou, C.Z., and Tang, X.N., (2003), Micro structural characterization and wear behavior of laser clad nickel-based and tungsten carbide composite coatings, *Surface and Coatings Technology*, 166 (1): 84-88.
2. Deuias, R.L., Yellup, J.M., and Subramanian, C., (1998), Metal-matrix composite coatings by PTA surfacing, *Composites Science and Technology*, 58: 299-309.
3. Antony, K.C., (1983), Wear-resistant cobalt base alloys, *Journal of Metals*, 35: 52-60, 45-52.
4. Vinokur, B.B. and Durdyev B.D., (1991), Mutual influence of the mechanical properties of manganese steel on the wear resistance of alug-prupair, *Plenum Publishing Corporation*, 127-143.
5. Kuzucu, V., Ceylan, M., Celik, H., and Aksoy, I., (1997). Microstructure and phase analyses of stellite 6 plus wt % 6Mo alloy, *Journal of Materials Processing Technology*, 257-263.
6. Charlie, R.B., (1982), Heat treatment, structure and properties of non ferrous alloys, *ASM, Metals Park, Ohio*, 229-251.
7. Çelik, H., (1991), Kaynak edilebilen kobalt ve demir esaslı alaşımların yüksek sıcaklıklardaki aşınma davranışları, *Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*.
8. Odabaş, C., (2004), Paslanmaz çelikler, temel özellikleri, kullanım alanları, kaynak yöntemleri, *As Kaynak, İstanbul*.
9. Khedkar, J., Khanna, A.S., and Gupt, K.M., (1997), Tribological behaviour of plasma and laser coated steels, *Wear*, 205: 220-227.
10. Shin, J.C., Doh, J.M., Yoon, J.K., Lee, D.Y., and Kim, J.S., (2003), Effect of molybdenum on the microstructure and Wear resistance of cobalt-base Stellite hard facing alloys, *Surface and Coating technology*, 166: 117-126.
11. Kulkarni, K.M. and Anand, V., (1984), Metal powder used for hard facing, *powder metallurgy, ASM Handbook, American Society For Metals*, 9(7); 823-836.
12. Çelik, H., Osman, A., Çimenoğlu H. ve Kayalı, E.S., (1995), Stellite 6 alaışımının yüksek sıcaklıktaki aşınma davranışına silisyumun etkisi, *TMMOB Metalurji Mühendisleri Odası*, 8. Uluslararası Metalurji ve Malzeme Kongresi, İstanbul, 286-291.
13. Arabacı, U., (2009), Supap yüzeylerinin TIG kaynak yöntemi ile kaplanması ve aşınma özelliklerinin incelenmesi, *Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara*.
14. Kosel, T.H., Fiore, N.F., et al., (1979), Study of abrasive wear resistance in Co-base powder metallurgy alloys, *Journal of Metals*, 20-39.
15. Sun, Y. ve Çimenoğlu, H., (2006), Krom-nikelli çeliklerin aşınma davranışları, *İ.T.Ü Mühendislik Dergisi*, 5(1); 145-149.
16. Noble, D.N., (1986), The Effect of flux-coarc welding conditions on microstructure and abrasive wear resistance of twoiron-based hard facing alloys, *Welding Institute Res. Report*, 67-93.
17. Wagner, H.J. ve Hall, A.M., (1962), The physical metalurgy of cobalt-base super alloys, *Defense Metals Information Center, Batelle Memorial Institute ,Colombus, Ohio*, 328-332.