
	SAKARYA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ <i>SAKARYA UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE</i>		 SAKARYA UNIVERSITY
	e-ISSN: 2147-835X		
	Dergi sayfası: http://www.saujs.sakarya.edu.tr		
	<u>Geliş/Received</u> 02-03-2017		
	<u>Kabul/Accepted</u> 26-09-2017	<u>Doi</u> 10.16984/saufenbilder.296064	

Ark sprej tekniği ile özlü tel kullanılarak üretilen farklı iki tür kaplamanın aşınma davranışının incelenmesi

Ahmet Sefa Atalay^{*1}, Fatih Üstel, Ekrem Altuncu, Enver Terzi

ÖZ

Ark sprej tekniği ile üretilen kaplamalar öncelikli olarak korozyon ve aşınma direnci gerektiren uygulamalarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Daha yüksek aşınma direnci gerektiren uygulamalar için özlü teller aşınma plakalarına alternatif olarak tercih edilmektedir. Bu çalışmada, ark püskürtme tekniği ile çelik (St 52) altlıkların üzerine Fe-Cr esaslı ve yüksek karbür içeriğine sahip ticari özlü tellerden kaplamalar üretilmiştir. Üretilen kaplamalar ASTM G133-05 standardına uygun olarak farklı yük ve aşınma mesafelerinde test edilmiştir. Kaplama karakterizasyonu sonrasında aşınma yüzeyleri ve aşınma kayıpları karşılaştırılmıştır. Aşınma testlerinin sonucunda özlü teller ile kaplama yapmanın aşınma direncini önemli oranda arttırdığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ark sprej, Özlü tel, Aşınma davranışı, Mikroyapısal karakterizasyon

Investigation of wear behavior of two different types coatings by using cored wire with arc spray technique

ABSTRACT

Coatings produced by arc spray technique are used primary in applications requiring corrosion and wear resistance. Cored wires are preferred as alternative to wear plates for applications where higher wear resistance is desired. In this work, coatings from commercial cored wire with Fe-Cr based and high carbide content on steel (St 52) substrates with arc spraying technique have been produced. The produced coatings have been tested at different load and wear distances in accordance with ASTM G133-05 standard. Wear surfaces and wear losses were compared after coating characterization. As a result of the wear tests, it has been determined that coating with core wires increases wear resistance considerably.

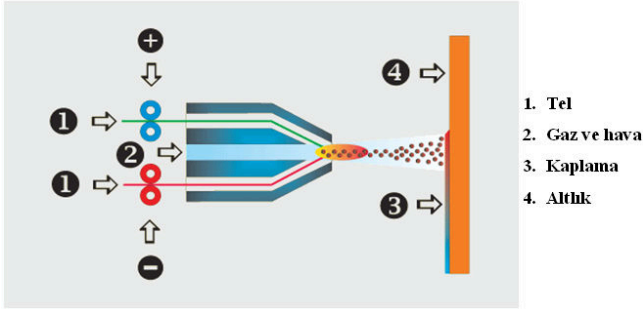
Keywords: Arc spray, Cored wire, Wear behavior, Microstructural characterization

* Sorumlu yazar / Corresponding Author

¹ Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü asatalay92@gmail.com

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Termal sprey kaplama yöntemleri arasında ark sprey tekniği en pratik ve ekonomik proseslerden bir tanesi olmakla birlikte oldukça yüksek birikme oranlarına sahiptir. Ark sprey kaplama yönteminde elektriksel iletkenliğe sahip iki tel sprey tabancasının ucunda oluşturulan ark enerjisi ile ergiyik dropletler (damlacıklar) haline getirilmekte ve yüksek basınç etkisi ile atomize halde altlık malzeme yüzeyine hızla püskürtülmektedir. Hızlı bir katılaşma ile yüzeyde birbiri üzerinde biriken lamelsi tabakalar (splatlar) halinde 100 µm ile 1000 µm aralığında heterojen (mikroyapısal süreksizliklere sahip) bir kaplama tabakası elde edilmektedir. Bu proseste yalnızca elektriksel iletkenliğe sahip aynı tür veya farklı metalik esaslı teller kullanılabilir. Çinko, alüminyum, bakır alaşımı teller (1,6 mm) gerek korozyon gerekse tribolojik uygulamalarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Genellikle geniş metal yüzeylerde koruma, tamir, dolgu, toleransa getirme ve ömür arttırma amacıyla tercih edilmektedir [1-4].



Şekil 1. Ark sprey prosesinin şematik görünümü [5].

Yüksek gerilme ve aşınma şartlarına maruz kalan iş parçası yüzeyleri için kaplamanın yeterli sertliğe sahip olması amacıyla özlü teller geliştirilmiştir. Metalik bir tüp veya boru içerisine sert partiküller (karbür veya nitrür bileşikleri) sıkıştırılmak suretiyle aşınmaya dirençli özlü teller kullanılabilir. Genellikle uygulama amacına bağlı olarak farklı kompozisyonlarda ve boyutlarda karbür esaslı partiküller (WC, TiC, Cr₂C₃, vb.) içeren özlü teller ticari olarak temin edilebilmektedir. Bu sayede özlü teller kullanılarak elde edilen kaplamalar ticari aşınma plakalarına alternatif ekonomik bir çözüm sunmaktadır. Bu kaplamalar; katı partikül aşınma, erozif aşınma, kaymalı aşınma ve yüksek gerilme altındaki aşınma uygulamalarında (karıştırıcılar, kırıcılar, taşıyıcılar, kazıyıcılar vb.) kullanım alanı kazanmıştır. Öz malzemesinin etrafındaki metalik

tüp veya boru, arkın oluşumuna imkan vermekte ve de sert öz partiküllerin homojen bir şekilde ergimesine ve kaplama ana yapısında sert faz halinde elde edilmesine yardımcı olmaktadır. Bir anlamda metal matrisli sert partikül (karbür, nitrür, borür) takviyeli aşınmaya dirençli bir kompozit (sermet) kaplama elde edilmektedir. Kaplama kompozisyonundaki sert faz oranı ve matris ile uyumu kaplamanın performansını belirlemektedir [6-9].

Bu çalışma kapsamında ticari olarak temin edilen iki farklı özlü tel kompozisyonu ark sprey tekniği ile çelik altlık üzerine kaplanmış ve kaplamaların aşınma performansları ASTM G133-05 standardı doğrultusunda karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Özlü tellerden üretilen kaplamaların mikroyapısal karakterizasyonu elektron mikroskobu ile incelenirken mekanik özellikleri ise mikrosertlik test ünitesi ile incelenmiştir. Ayrıca aşınma davranışı ise aşınma kaybı ölçümleri ve aşınma sonrası aşınma izlerinin mikroskobik karakterizasyonu ile incelenmiştir.

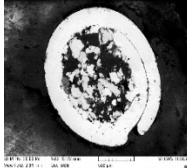
2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR (EXPERIMENTAL STUDIES)

2.1. Kaplama İşlemi (Spray Process)

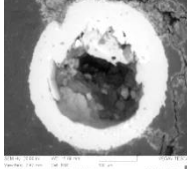
İlk olarak 4 mm kalınlığındaki St 52 (DIN2391) çeliğinden imal edilen plakaların (10 x 10 cm) yüzeyleri kumlama işlemi ile (6 bar, Alümina 80-100 mesh) pürüzlendirilmiştir. Pürüzlendirme işlemi kaplama esnasında dropletlerin (damlacıkların) yüzeye tutunmasını artırmaktadır. Homojen bir yüzey pürüzlülüğü (4µm) elde edildikten sonra kaplama işlemi için numune, tutucuya sabitlenmiştir. Kaplama işlemi iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk olarak altlık yüzeyine ana kaplama uygulanmadan önce kaplamanın altlık ile daha iyi bir yapışma sağlaması için bir bağ tabaka (Ni-Al esaslı) uygulanmıştır. Bağ tabaka sonrasında ise Fe-Cr esaslı ve yüksek karbürülü özlü teller ile iki farklı tür kaplama biriktirilmiştir. Tablo 1 de kaplamalarda kullanılan özlü tellerin kimyasal kompozisyonları ve ön kesit SEM görüntüleri sergilenmektedir. Metalik bir kılıf içerisinde sert partiküller açıkça görülebilmektedir. Her iki kaplama uygulaması da Sulzer Metco Smart Arc kaplama ünitesinde gerçekleştirilmiş ve Tablo 2'de sprey parametreleri sunulmuştur. Kaplamalar manuel olarak uygulanmıştır.

Tablo 1. Deneysel çalışmada kullanılan özlü tellerin kompozisyonu.

Fe-Cr esaslı özlü tel (% ağırlıkça)				
C	Cr	Mn	Si	Fe
0,30	13,0	1,0	1,0	84,7



Yüksek karbürlü özlü tel (% ağırlıkça)							
Fe	Cr	Ni	Si	Mn	WC	B	Ti ₂ C ₃
45,7	14	4,5	1,3	0,6	26	1,9	6



Tablo 2. Özlü teller için kullanılan püskürtme parametreleri.

Parametreler	Ni-Al esaslı bağ tabaka	A1:Fe-Cr esaslı özlü tel kaplama	A2:Yüksek karbürlü özlü tel kaplama
Püskürtme akımı (A)	200	220	190
Voltaj (V)	30	28	29
Atomizasyon gaz basıncı (bar)		4,5	
Püskürtme mesafesi (cm)	15-20	15-20	7-10
Paso sayısı	2-5	15	10

2.2. Kaplamalara Uygulanan Testler Ve Analizler (Tests And Analysis For Coatings)

Kaplamaların mikroyapısal incelemelerinde standard metalografik işlemler (400-800-1000 grit zımpara-3µm elmas partlatma) sonrasında elektron mikroskobu (SEM) çalışmaları ile kaplama üst yüzey ve kesit mikroyapıları incelenmiştir. Kaplamaların mikrosertlik testleri vickers sertlik (HV0,3) ölçümü ile 300 gr yük uygulanarak 10 sn süre ile gerçekleştirilmiştir. Her numuneden 6 ölçüm alınarak ortalama sertlik belirlenmiştir. Aşınma testleri ASTM G133-05 standardı doğrultusunda 500 gr ve 2000 gr yük altında 100 m ve 500 m aşınma mesafelerinde ağırlık kaybı ölçümleri (0,001 gr hassasiyetli) ve aşınma izi incelemeleri ile gerçekleştirilmiştir.

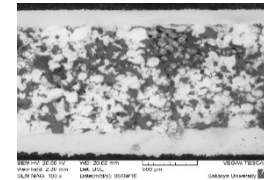
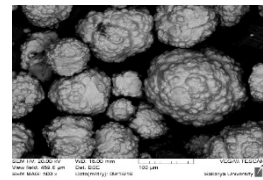
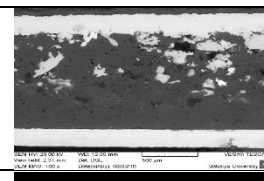
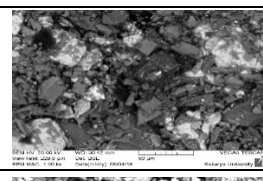
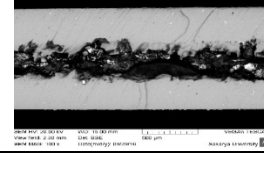
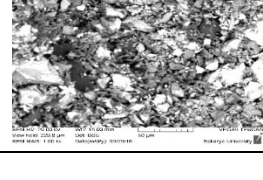
3. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR (RESULTS AND DISCUSSION)

3.1. Kaplama Telleri Ve Öz Partiküllerin Karakterizasyonu (Wires And Cored Particles Characterization)

Bağ tabakada kullanılan Ni-Al esaslı (125 TW) özlü tel ile üst tabakada kullanılan Fe-Cr esaslı (446 TW) ve yüksek karbürlü (SP 106) özlü

tellerden (dış çap 1.6 mm, et kalınlığı 0,25 mm) bakalite alınıp metalografik numune hazırlama işlemleri yapıldıktan sonra elektron mikroskobunda tel kesitleri ve öz partikülleri SEM-EDX ile karakterize edilmiştir. Tablo 3'de görüleceği üzere bağ tabaka özlü tel içerisinde küresel formda (50-100µm) metalik esaslı partiküller gözlemlenmiştir. Buna karşın sert tabaka için kullanılacak özlü tel kesitinde ise karmaşık şekilli, köşeli 5-50µm aralığında homojen bir boyut dağılımına sahip olmayan sert partiküller gözlemlenmiştir.

Tablo 3. Kullanılan özlü tellere ait kesit ve öz kısmına ait SEM görüntüleri.

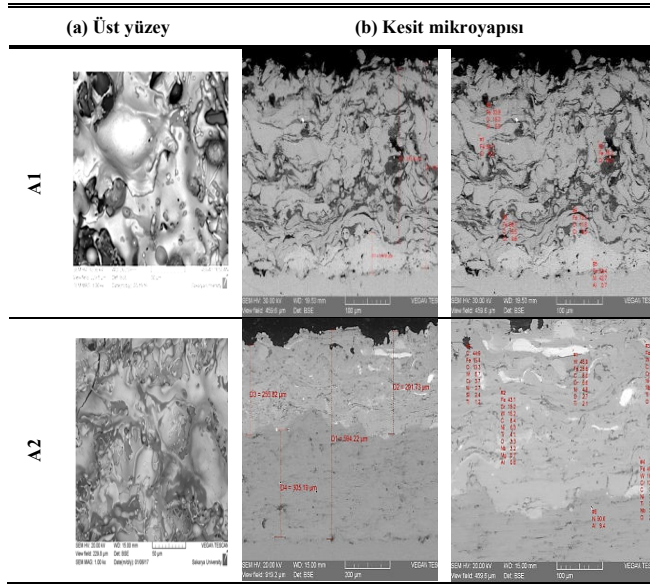
Özlü Tel Yan Kesit SEM Görüntüsü	Özlü Telin İçerisindeki Partiküller SEM-BSE mod	Açıklama
		Ni-Al esaslı özlü telin içerisindeki özler küresel formda olup ortalama partikül boyutu +50-100 µm ölçülmüştür.
		Fe-Cr esaslı özlü telin içerisindeki özler karmaşık şekilde olup ortalama partikül boyutu +5-50 µm ölçülmüştür.
		Yüksek karbürlü özlü telin içerisindeki özler karmaşık şekilde olup ortalama partikül boyutu +5-50 µm ölçülmüştür.

3.2. Kaplamaların Mikroyapısal Analizleri (Microstructural Analysis of Coatings)

Üretilen kaplamaların taramalı elektron mikroskobunda (SEM) kalınlıkları ölçülmüş ve EDX ile element analizleri yapılmıştır. Bunların yanı sıra kaplamaların üst yüzey ve kesit bölgelerinden SEM görüntüleri alınmıştır. Bu çalışmada 2 farklı tür özlü tel ile çelik yüzeyde sert bir kaplama tabakası elde edilmiştir: A1: St 52 altlık/ Ni-Al bağ tabaka/üst tabakada Fe-Cr esaslı özlü tel ile yapılan kaplama, A2: St 52 altlık Ni-Al bağ tabaka /üst tabakada yüksek karbürlü özlü tel ile yapılan kaplamayı temsil etmektedir (Tablo 1 ve 2).

Şekil 2'de kaplamaların üst yüzey ve kesit SEM görüntüleri verilmiştir. Üst yüzey görüntülerinde ergimiş partiküllerin splat formları, kesit görüntülerinde ise lamel yapıları açıkça

görülmektedir. Kaplama üst yüzey görüntülerinde splatların yayılımına bağlı olarak sprey parametrelerinin yeterli ergime ve kinetik enerjisini sağladığı anlaşılmaktadır. Bununla birlikte kaplamanın kesit görüntülerine bakıldığında kaplama yapısında farklı boyutlarda makro poroziteler, oksitler olduğu tespit edilmektedir. Bu tür kaplamalarda atomizasyon gazı olarak havanın kullanılması dropletin oksitlenmesine neden olmaktadır. Bu durum splatlar arasında oksitlerin varlığına neden olmaktadır. Oksit oranı kaplamanın sertlik artışına neden olurken, splatlar arasında ise arayüzey yapışma özelliklerini olumsuz etkileyebilmektedir. A1 kaplama kalınlığının ölçüldüğü kesit SEM görüntüsüne bakıldığında yaklaşık 60 µm bağ, 243 µm üst tabaka ve ortalama 287±20 µm kaplama kalınlığının olduğu görülmüştür. A2 kaplamasında ise 305 µm bağ tabakası, yaklaşık 292 µm üst tabaka ve ortalama 594±30 µm kaplama kalınlığının olduğu görülmüştür. A2 kaplamasının A1 kaplamasına göre daha yoğun düşük poroziteye sahip olduğu ve daha düşük oranda oksit içerdiği görülmüştür.



Şekil 2. A1 ve A2 kaplamasına ait (a) üst yüzey SEM görüntüleri (b) kesit bölgesinden alınan kaplama kalınlıkları, EDX analizleri ve üst tabakaya ait lamel yapılarını gösteren SEM görüntüleri.

3.3. Kaplamaların Sertlik Ölçüm Sonuçları (Hardness Measurement Results of The Coatings)

DeneySEL çalışmalarda kaplamanın sertliği aşınma performansı açısından önemli bir kriterdir. Bu amaçla hem altlık hem bağ tabaka hem de üst kaplama tabakasının sertlikleri ölçülmüştür. Altlık malzemesi olarak kullanılan St 52 çeliğın sertliği ortalama 180±10 HV'dir. Bağ tabakanın ise 230

HV'dir. Kaplamalardan elde edilen mikrosertlik değerleri Tablo 4'de verilmiştir. Sertliğin altlık tabakasından yukarı doğru kademeli olarak tabaka kompozisyonuna bağlı bir şekilde arttığı görülmektedir. A2 kaplaması gerek mikroyapısal özellikleri gerekse kaplama kompozisyonu nedeniyle daha yüksek bir sertlik değeri (700 HV) sergilemiştir. A1 kaplama ise nispeten daha düşük bir sertliğe sahiptir (400 HV). Her iki kaplama da altlığa göre oldukça yüksek sertliğe sahiptir. İki farklı kaplama kompozisyonu içerisinde karbür fazın dağılımı ve oranı sertlik artışında önemli bir fark oluşturmaktadır.

Tablo 4. Altlık ve kaplamaların sertlik değerleri.

Sertlik Ölçümleri	Bağ tabaka (Ni-Al)	A1 (Fe-Cr)	A2 (Yüksek karbürü)
1	236	411	678
2	245	407	713
3	221	390	708
4	248	452	690
5	235	387	715
6	225	395	736
Ortalama	235±15	407±25	706,6±30

3.4. Kaplamaların Aşınma Testi (Wear Test of Coatings)

Kaplamalar, ASTM G133-05 standardına uygun tasarlanmış test cihazında hareketli tabla üzerine sırayla teker teker tutturulmuştur. Tablanın ileri geri şeklindeki hareketine bağlı olarak kaplamanın yüzeyine temas eden küresel aşındırıcı (ball on flat) ile aşınma mekanizması sağlanarak testler gerçekleştirilmiştir. Aşınma testlerinde kullanılmak üzere her bir kaplama türünden ikişer tane toplamda dört adet 30x35 mm kenar uzunluklarında aşınma numuneleri hazırlanmıştır. Aşınma numuneleri, ilgili standarda uygun olarak farklı yük ve aşınma mesafelerinde test edilmiştir. Seçilen yükler: 0,5 ve 2 kg olup, 100 metre aşınma mesafesi için 80 dakika, 500 metre aşınma mesafesi için 400 dakika süre ile test edilmiştir. Aşınma testlerinde kullanılan ZrO₂ (HV:2000) bilye her test sonrası tartılmış olup ağırlığı 1,5283 gram olarak sabit bir şekilde değişmeden kaldığı tespit edilmiştir. Yapılan EDX analizlerinde de yüzeyde herhangi bir Zr elementine rastlanmaması bilyeden kaplamaya partikül geçmediği sonucunu güçlendirmiştir.

Kullanılan özlü tellerin aşınma dayanımına etkisi, aşınma kaybı ölçümleri ile karşılaştırmalı olarak

belirlenmiştir. Tablo 5’de aşınma kaybı sonuçları sunulmuştur.

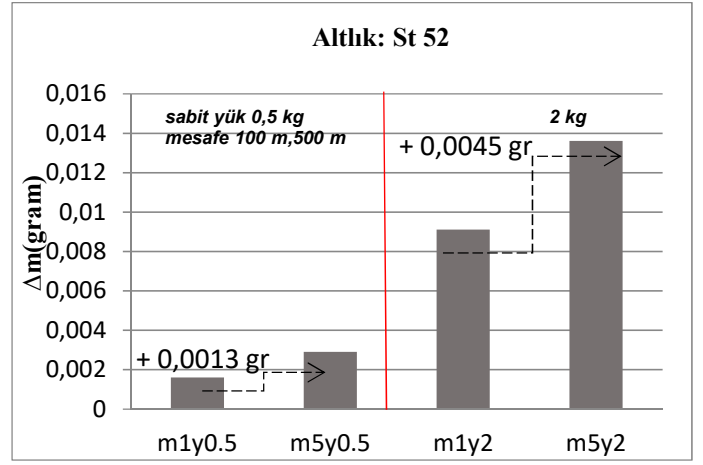


Şekil 3. ASTM G133-05 standardına uygun ball-on-flat aşınma test cihazı

Tablo 5. Aşınma testi sonucu meydana gelen ağırlık kayıpları.

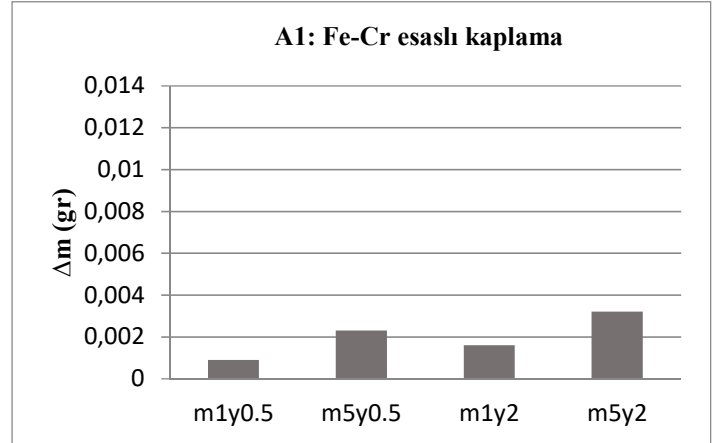
Altık ve kaplamalar	Yük (kg)	Mesafe (m)	Kod	m1:İlk ağırlık	m2:Son ağırlık	Δm : m1-m2	% Değişim
				(Gram)	(Gram)		
St 52	0,5	100	m1y0.5	36,8508	36,8492	0,0016	0,0043
	0,5	500	m5y0.5	36,8492	36,8463	0,0029	0,0079
	2	100	m1y2	39,9366	39,9275	0,0091	0,0228
	2	500	m5y2	39,9275	39,9139	0,0136	0,0341
A1	0,5	100	m1y0.5	39,8879	39,887	0,0009	0,0023
	0,5	500	m5y0.5	52,3466	52,3443	0,0023	0,0044
	2	100	m1y2	39,887	39,8854	0,0016	0,004
	2	500	m5y2	52,3443	52,3411	0,0032	0,0061
A2	0,5	100	m1y0.5	49,1584	49,1578	0,0006	0,0012
	0,5	500	m5y0.5	49,1598	49,1584	0,0014	0,0028
	2	100	m1y2	49,3802	49,3791	0,0011	0,0022
	2	500	m5y2	49,3828	49,3802	0,0026	0,0053

Aşınma testlerine tabi tutulan kaplamalarda altlık malzemesi olarak kullanılan St 52 çeliğinin 0,5 kg yükteki ağırlık kayıplarının 2 kg yükteki ağırlık kayıplarına göre çok daha düşük aşınma kaybı gösterdiği tespit edilmiştir. Ağırlık oranının artması ile aşınma kaybının arttığı gözlenmektedir. 0,5 kg yükte 100 m ve 500 m aşınma mesafelerinde ağırlık kayıpları arasındaki fark 0,0013 gr iken, 2 kg yükte bu fark 0,0045 gr’dır. Mesafenin artışı ile birlikte de aşınma kaybı artmaktadır. En yüksek aşınma miktarı 2 kg yük ve 500 metre mesafede 0,014 gr olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4. Kaplamalarda kullanılan St 52 çelik altığa ait 0,5 kg-100 m, 0,5 kg-500 m ve 2 kg-100 m, 2 kg-500 m aşınma testlerindeki ağırlık kaybı grafiği.

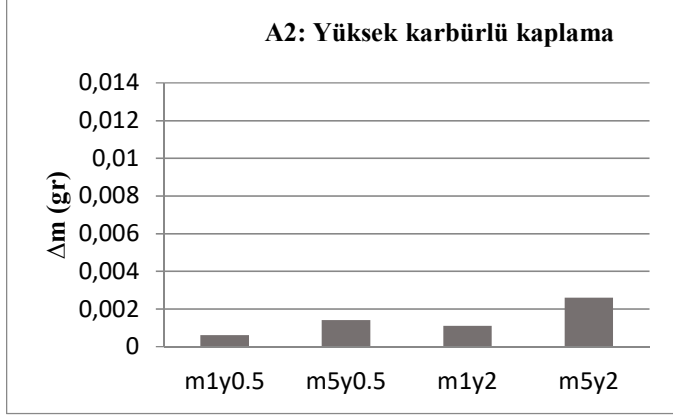
A1 kaplamasında, St 52 çelik altığa göre hem 0,5 kg hem de 2 kg yük altında nispeten daha düşük ağırlık kayıpları elde edilmiştir (Şekil 4). Kaplamanın daha sert olması aşınma direncini arttırmıştır. Buna bağlı olarak aşınma kaybı oranı azalmıştır. 2 kg yük ve 500 m mesafede en yüksek aşınma miktarı tespit edilmiş olup 0,004 gr’ın altındadır. Bu değer altlığın aşınma kaybına oranla 3 kat daha düşüktür. Bu bağlamda Fe-Cr esaslı kaplama altlığın aşınma direncini önemli ölçüde arttırmıştır.



Şekil 5. A1 kaplamasına ait 0,5 kg-100 m, 0,5 kg-500 m ve 2 kg-100 m, 2 kg-500 m aşınma testlerindeki ağırlık kaybı grafiği.

Şekil 5 de A2 kodlu kaplamanın aşınma kaybı ölçüm sonuçları verilmektedir. A1 kaplamasına benzer şekilde Fe, Cr, Mn ve Si gibi elementler içeren fakat A1 kaplamasından farklı olarak Ni, B gibi elementleri ve WC, Ti2C3 gibi sert faz bileşikleri bünyesinde barındıran A2 kaplaması hem 0,5 kg yük hem de 2 kg yük altında A1 kaplamasına nazaran çok daha iyi bir aşınma direnci ortaya koymuştur. 2 kg yük ve 500 m mesafede yapılan test sonuçlarında aşınma kaybı 0,0025 gr seviyesinde ölçülmüştür.

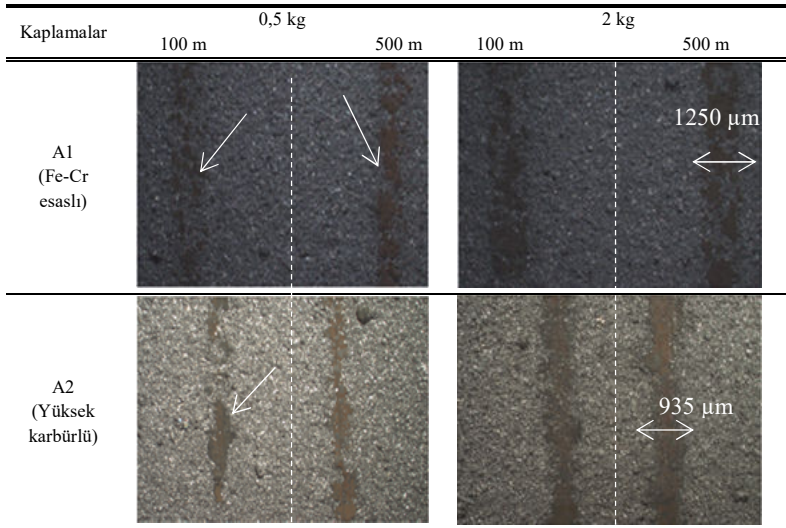
Bu değer A1 kaplaması ile karşılaştırıldığında yaklaşık %40 daha düşük bir aşınma kaybı göstermektedir. Altlık ile karşılaştırıldığında neredeyse 4 kat daha fazla aşınma direncine sahip olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 6. A2 kaplamasına ait 0,5 kg-100 m, 0,5 kg-500 ve 2 kg-100 m, 2 kg-500 m aşınma testlerindeki ağırlık kaybı grafiği.

3.5. Aşınma İzleri İncelemeleri (Wear Track Investigations)

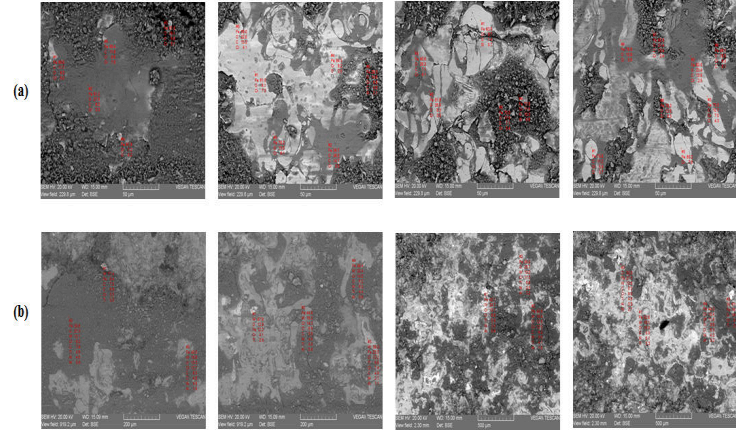
Aşınma testleri yapılan numunelerin genel olarak üst yüzeyden aşınma izleri için farklı büyütmelerde stereo mikroskop görüntüleri alınmıştır. Aşağıdaki şekillerde de görüldüğü gibi yükteki ve mesafedeki artış kaplama yüzeyinden daha fazla partikülün kopmasına sebep olmaktadır. Partiküller koptukça aşınma izlerinde derinleşme ve genişleme görülmektedir. Özellikle 2 kg yük altında ve 500 m mesafede aşınma izleri daha belirgin bir aşınma izi sergilemektedir. Düşük yüklerde aşınma nedeni ayrılmalar sınır seviyede olup aşınma izi kararlı aşınma hızına ulaşmamıştır.



Şekil 7. Aşınma izlerine ait stereo mikroskop görüntüleri.

3.6. Aşınma İzlerinin EDX Analizleri (EDX Analysis)

Aşınma izlerinin, farklı yük ve aşınma mesafelerindeki aşınan yüzeyleri üzerinden EDX analizleri alınmıştır. Aşınmış yüzeylerden alınan EDX analizlerinde oksijen elementinin varlığı tespit edilmiştir. Özlü tellerin kimyasal kompozisyonunda bulunan Al, Fe, Ni gibi oksijene karşı ilgisi yüksek elementlerin ortamdaki oksijenle bağ yaparak oksitlendiği sonucu yapılan EDX analizleri sayesinde kesinlik kazanmıştır. Aşınma izleri içerisinde alınan EDX ölçümlerinde MxOy (M: Fe, D-Cr, Ni, Al) esaslı oksitlerin oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu durum özlü tel kaplamanın aşınan yüzeyinin belirli noktalarda alt bağ tabaka yüzeyine ulaştığını ve hava ile teması sonucunda yüzeyde karmaşık bir oksit filmi oluşturduğu fikrini güçlendirmektedir. Artan yük ve mesafeye bağlı olarak açığa çıkan tabakanın hızla aşındığı tespit edilmiştir.

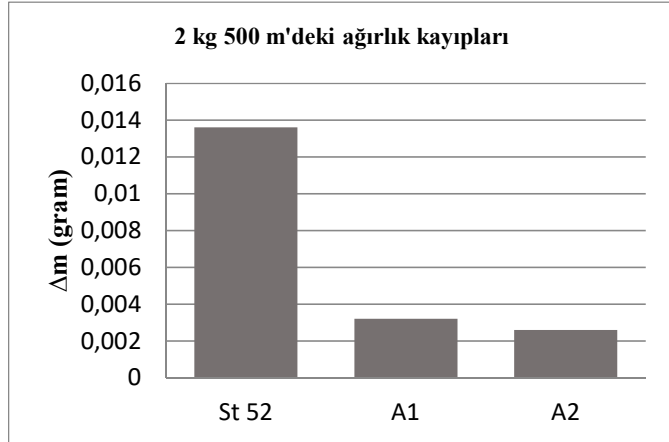


Şekil 8. (a) A1 kaplamasının (b) A2 kaplamasının sırasıyla 0,5 kg 100 m, 0,5 kg 500m ve 2 kg 100m, 2 kg 500 m' deki aşınma izlerinin EDX analizleri.

4. GENEL SONUÇLAR (CONCLUSION)

Ark Sprey tekniği ile üretilen özlü tel kaplamalar için altlık malzemesi olarak kullanılan St 52 çelik referans alınarak kaplamaların aşınma davranışları karşılıklı olarak incelenmiştir. Özlü teller ile kaplanan numuneler St 52 çelik ile kıyaslandığında daha yüksek sertliğe sahip oldukları ve aşınma testlerinde daha düşük aşınma kaybı gösterdikleri tespit edilmiştir. Üretilen kaplamalar birbiri ile kıyaslandığında ise yüksek kabürlü özlü tel ile kaplanan A2 numunesi Fe-Cr esaslı özlü tel ile kaplanan A1 numunesine göre daha yüksek sertlik ve aşınma direncine sahip olduğu görülmüştür.

Aşınma yükü ve mesafenin artışının kaplamanın aşınma kaybını artırdığı tespit edilmiştir. Yüksek karbür içerikli özlü teller en yüksek aşınma direncine sahip olmakla birlikte altlığa göre de 4 kat daha fazla aşınma dayanımı sağladıkları belirlenmiştir. Bu bağlamda özlü teller ile yüksek gerilme altında çalışan mekanik parçaların aşınma performansı artırılabilir. Birçok uygulama için alternatif bir yüzey kaplama kompozisyonu olarak kullanılması söz konusudur. Aşağıda kaplamaların karşılaştırmalı olarak en yüksek yük ve en uzun mesafede aşınma kayıpları sergilenmektedir.



Şekil 9. Altlık ve kaplamalara ait ağırlık kayıpları.

KAYNAKÇA (REFERENCES)

- [1] Steffens H. D., Babiak Z. And Wewel M. IEE Recent developments in arc spraying Transactions On Plasma Science Vol. 18 No. 6 December 1990.
- [2] Kruger J., Knepper M., Arc spray coating for industrial application, International Thermal Spray Conference, Essen, Germany, 4-6 March 2002.
- [3] Nellesen J., Abdulgader M., Tillmann W., and Beckmann F. 3D ICT and SEM Analysis of Resolidified Tips of Cored Wires Used in Twin-Wire Arc Spraying.
- [4] Hussary N., "Investigations into the wire arc spraying process", thesis of Doctora, Univesrsity of Minnesota, May 2003.
- [5] <http://coating-ball.com/index.php?page=electric-arc-spray>, Erişim Tarihi: 22.09.2017.

- [6] Can-Ming Wang, Hong-Fei Sun and Qiang Song Properties of Fe-based Cr3C2 Coatings Produced with a High Velocity Arc-Spraying Process Journal of the Korean Physical Society, Vol. 54, No. 3, March 2009.
- [7] Dallaire S. and Levert H. Development of Cored Wires for Improving the Abrasion Wear Resistance of Austenitic Stainless Steel, 7 February 1997.
- [8] Widen J., Wank A., Schreiber F. Wires for arc-and high velocity flame spraying-wire design, materials and coating properties ITSC 2000, Montreal,Canada, 8-11 May 2000.
- [9] Tillmann W. and Abdulgader M. Particle Size Distribution of the Filling Powder in Cored Wires: Its Effect on Arc Behavior, In-Flight Particle Behavior, and Splat Formation, September 1, 2011.