

Döküm ve dövme işlemlerinden kaynaklı olarak iç yapıda oksijen varlığı nedeni ile başta demir oksit olmak üzere inklüzyonların oluştuğu tespit edilmiştir.

Tespit edilen boşluklar ve inklüzyonların yanında en önemli parametrelerden biri korozyondur. Zaman ile artan korozyon sonucunda demir yapı formunu kaybetmekte ve kesitleri incelmektedir. Var olan yükler altında yapı içerisindeki inklüzyonların ve korozyonun da etkisi ile demir elemanlarda kırılmalar meydana gelmekte ve bu da yapıya zarar vermektedir.

Günümüz inşaat demirlerinin mikroyapısında boşluk içermemeleri ve daha düşük inklüzyon miktarına sahip olmaları nedeni ile yüksek kirlilik ve boşluk içeren tarihi dövme demirlere göre daha uzun dayanım performansına sahiptirler.

Günümüz restorasyon çalışmalarında konservasyon yaklaşımının daha sağlıklı olarak yapılması ve yapının güçlendirme çalışmalarının bilimsel veriler ışığında gerçekleştirilebilmesi için restorasyon öncesi bağlantı elemanlarının tahribatlı ve tahribatsız olarak incelenmesi önemli veri olacaktır.

Teşekkür

Bu çalışmanın yapılması için gerekli izinleri, numuneleri sağlayan ve saha çalışmalarımızı destekleyen Vakıflar Genel Müdürlüğüne teşekkür ederiz.

Referanslar

- [1] U. Bellanova, M., Baggioli, A., Rivolta, B., & Felicetti, R. (2019). Metallurgical characterisation of a historical metal tie-rod from Milan Cathedral. *Construction and Building Materials*, 226, 888-898.
- [2] Walker, R. (2002). The production, microstructure, and properties of wrought iron. *Journal of chemical education*, 79(4), 443.
- [3] Dillmann, P., Bernardi, P., & Fluzin, P. (2003). Iron in medieval monuments metallographic analysis of irons coming from the Palais des Papes In Avignon. *ArchéoSciences, revue d'Archéométrie*, 27(1), 183-192.
- [4] Dillmann, P., & L'Héritier, M. (2007). Slag inclusion analyses for studying ferrous alloys employed in French medieval buildings: supply of materials and diffusion of smelting processes. *Journal of archaeological science*, 34(11), 1810-1823.
- [5] Leroy, S., l'Héritier, M., Delqué-Kolic, E., Dumoulin, J. P., Moreau, C., & Dillmann, P. (2015). Consolidation or initial design? Radiocarbon dating of ancient iron alloys

- sheds light on the reinforcements of French Gothic Cathedrals. *Journal of Archaeological Science*, 53, 190-201.
- [6] Tanyeli G. (1990) Osmanlı Mimarlığında Demirin Strüktürel Kullanımı (15-18.yy). Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [7] Tanyeli, G. (2017). "Hiçbir Üstad Böyle Kar Etmemiştir" Osmanlı İnşaat Teknolojisi Tarihi. İstanbul: Akın Nalça Kitapları.
- [8] Kurugöl, S., & Küçük, S. G. (2015). Tarihi Eserlerde Demir Malzeme Kullanım ve Uygulama Teknikleri. *Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu, Erzurum*, 521, 536.
- [9] Calderini, C., & Lagomarsino, S. (2015). Seismic response of masonry arches reinforced by tie-rods: static tests on a scale model. *Journal of structural engineering*, 141(5), 04014137.
- [10] Amabili, M., Carra, S., Collini, L., Garziera, R., & Panno, A. (2010). Estimation of tensile force in tie-rods using a frequency-based identification method. *Journal of Sound and Vibration*, 329(11), 2057-2067.
- [11] Calderini, C., Piccardo, P., & Vecchiattini, R. (2019). Experimental characterization of ancient metal tie-rods in historic masonry buildings. *International Journal of Architectural Heritage*, 13(3), 425-437.

Characterization of High Temperature Oxides of AISI 304 and AISI 430 Stainless Steels

AISI 304 Ve AISI 430 Paslanmaz Çeliklerin Yüksek Sıcaklık Oksitlerinin Karakterizasyonu



Onur AY^{1,2}, Hamdi EKİCİ¹, Bedirhan GÜRAYDIN¹, İrfan Can DİNÇER¹, Beyhan TATAR³

¹Trinox Metal, ²Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, ³İstanbul Üniversitesi - Türkiye

Abstract

Cold rolling is a plastic forming method applied to reach the desired thickness, especially for flat products. Internal stresses occur with deformation in hot rolled coils, in which rolling process is started with a thickness of 3 – 4 mm. With the internal stresses formed, the grains of the materials are elongated in the rolling direction, and changes occur in the crystal structures and phase structures depending on the alloy. The stresses that occur with the deformation make the material embrittle and the materials lose their ability to be shaped. It is annealed to give the materials the ability to be reshaped, to eliminate the changes that occur in the internal structure with deformation, and to make the grains as coaxial as possible by recovering. Especially if the annealing process is carried out in an open atmosphere furnace, that is, a combustion with rich oxygen causes the formation of high temperature oxides on the surface of the material under the exposed annealing conditions. These high temperature oxides cause decreases in corrosion resistance and adversely affects mechanical properties for materials such as stainless steel, where corrosion resistance is sought. Against the aforementioned negativities, there is a need to re-grow a regular passive oxide layer on the surfaces of stainless steels, especially by dissolving the high temperature oxides on the surfaces in acids[1].

In this study, the structures of high temperature oxides growing on the surfaces of AISI 304 and 430 alloy stainless steels annealed at different temperatures and times were characterized and their surface morphologies and growth patterns along the oxide were investigated. Inferences were obtained on how changes in the structure, composition and morphological structure of oxides will affect their ability to dissolve in acids.

Özet

Soğuk haddeleme, özellikle yassı ürünlerin istenen kalınlığa ulaşmak için uygulanan plastik şekil verme yöntemidir. 3 – 4 mm kalınlığında haddeleme işlemine

başlanan sıcak haddelenmiş rulolarda deformasyonla birlikte iç gerilimler oluşmaktadır. Oluşan iç gerilimlerle birlikte malzemelerin taneleri hadde yönünde uzamakta, alaşıma bağlı olarak kristal yapılarında ve faz yapılarında değişimler meydana gelmektedir. Deformasyonla birlikte oluşan gerilimler malzemeyi gevrekletirmekte ve malzemeler şekillendirilme kabiliyetlerini kaybetmektedir. Malzemelere tekrardan şekillendirilebilirlik kabiliyeti kazandırmak, deformasyonla birlikte iç yapıda meydana gelen değişimleri gidermek ve tanelerin toparlanarak mümkün olduğunca eş aksel olması için tavlama işlemi, özellikle açık atmosferli fırında gerçekleştiriliyorsa, yani zengin oksijenli bir yanma olması, maruz kalınan tav şartlarında malzeme yüzeyinde yüksek sıcaklık oksitlerinin oluşmasını sağlamaktadır. Bu yüksek sıcaklık oksitleri, paslanmaz çelik gibi korozyon dayanımı aranan malzemeler için, korozyon dirençlerinde düşümlere ve mekanik özelliklerin de olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. Bahsi geçen olumsuzluklara karşı özellikle paslanmaz çeliklerin yüzeylerindeki yüksek sıcaklık oksitlerinin asitlerde çözünerek yüzeylerinde tekrar düzenli bir pasif oksit tabakasının büyüülmesine ihtiyaç vardır.

Bu çalışma kapsamında da farklı sıcaklık ve sürelerde tavlama yapılan AISI 304 ve 430 alaşım paslanmaz çeliklerin yüzeylerinde büyüyen yüksek sıcaklık oksitlerinin yapıları karakterize edilmiş ve yüzey morfolojileri ile oksit boyunca yapıları büyüme yapıları incelenmiştir. Oksitlerin yapı, bileşim ve morfolojik yapılarındaki değişimlerin asitlerde çözünme kabiliyetlerini nasıl etkileyeceği üzerine çıkarımlar elde edilmiştir[1].

1. Giriş

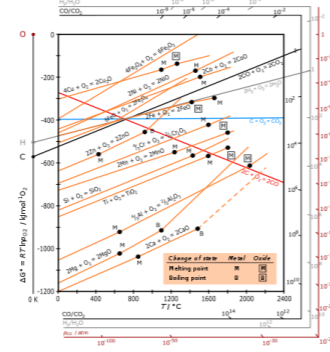
AISI 304 (EN 1.4301) kalite paslanmaz çelik endüstride en fazla kullanılan östenitik paslanmaz çelik olup, AISI 430 (EN 1.4016) serisi paslanmaz da yine endüstride en fazla tercih edilen ferritik paslanmaz çelikler arasında yer almaktadır. AISI 304 serisi paslanmaz, gıda, petrokimya ve basınçlı tank imalatı gibi korozyon dayanımı ve mekanik dayanım aranan yerlerde levha, boru ya da farklı şekillendirme usulleri sonucunda elde edilen nihai ürün

olarak kullanılmaktadır. AISI 430 serisi paslanmaz çelik de özellikle boru, egzoz sistemleri gibi, 304'e göre daha düşük kimyasal dayanım istenen yerler ve yüzeylerinin parlak oluşuyla görsel beklentinin yüksek olduğu, dış cephe kaplaması gibi alanlarda sıklıkla tercih edilmektedir[1-2].

Nihai kalınlığa inmek için uygulanan haddeleme işlemi sırasında, özellikle 304 gibi östenitik serideki, belli özelliklere sahip paslanmaz çelikler yüzey merkezli kübik yapıdan (YMK) hacim merkezli tetragonal yapıya (HMT) dönüşüm göstererek yapıda α' - martenzite dönüşüm meydana gelmektedir. Östenitik yapıdaki dönüşümler iki aşamalı olarak gerçekleşmektedir. İlk aşamada metastabil yapıdaki ϵ - martenzite dönüşüm gerçekleşmekte ve devamında da daha kararlı bir faz olan α' - martenzite dönüşmektedir. Aynı zamanda yapıda yoğun deformasyon ikizlenmeleri oluşmaktadır. Yapıdaki dönüşümler tanelerde belirgin uzamadan ziyade, eş eksenel olarak korunan yapı tanelerinin kırıldığı görülmektedir. Ferritik yapıdaki 430 serisi hacim merkezli kübik (HMK) yapı çelikte böyle bir değişim söz konusu değildir. Ferritik yapıdaki bu çelik gurubunda taneler deformasyon ile birlikte hadde yönünde uzama göstererek ince, fiberimsi tane yapısına bürünmektedir. Uygulanan ısı işlem ile östenitik serideki alaşımların yapısındaki dönüşümler giderilerek tekrar yapının tamamen östenitik bir hal alması istenirken, ferritik yapıda da tanelerin tamamen toplanarak eş eksenel tane yapısına kavuşması sağlanmaktadır[3-4].

Malzemelerin iç yapısında yukarıdaki mekanizmalar meydana gelirken malzeme yüzeylerinde de oksidasyon süreçleri işlemektedir. Paslanmaz çelikler yapılarında barındırdıkları %10,5 ve üzeri krom içerikleri ile yüzeylerinde doğal bir pasif oksit yapısı oluşturmaktadırlar. Bu pasif oksit tabakası yapıyı korozyona karşı mukavim hale getirmektedir. Isıl işlem sırasında alaşıma ve deformasyona orana göre değişkenlik göstermekle birlikte; 1000 – 1100 °C'leri bulan sıcaklıklarda ısı işleme maruz kalmaktadırlar. Bu yüksek sıcaklıklar ve ortamdaki oksijen varlığı, özellikle krom gibi oksijene karşı afinitesi yüksek olan alaşım elementlerinin hızlıca oksitlenmesini sağlamaktadır. Oksijen varlığında ana matrisi oluşturan demir atomlarının yanında, alaşım elementlerini oluşturan silisyum, mangan ve östenitik alaşımlar için nikel de oksidasyona katılmaktadır. Yüzeyden iç yapıya difüze olan oksijene karşılık, iç yapıyı oluşturan alaşım elementleri de oksit yapısı boyunca yukarıya doğru difüze olarak ortam varlığındaki oksijene bağlanarak yapıda oksit formunu oluşturmaktadır. Aynı zamanda yapıda oksitler Fe₂O₃, Fe₃O₄, Cr₂O₃ gibi tekil formları ile bulunabildikleri gibi birbirleri ile de bileşik oluşturarak kompleks yapı (Fe,Cr)_xO_y formunda spinel oksitleri oluşturabilmektedirler. Spinel oksitler kararlılık olarak çok daha yüksek olmakla birlikte, yapıları da daha düzenlidir. Düzenli ve kararlı yapıları bu kompleks oksitler asitlerde çözünmesi zor yapılar haline getirmektedir[5-6].

Östenitik ve ferritik yapıdaki paslanmaz çeliklerin yüzeylerinde oluşturdıkları oksitlerin yapıları ve oksit morfolojileri de farklılık göstermektedir. Özellikle östenitik yapıdaki yüksek sıcaklık oksitleri poroz bir yapıdadır. Sıcaklık ve süreye bağlı olarak da porozite oranı ile yüzeydeki oksitlerden kaynaklı, pürüzlülük değerlerinde de artışlar görülmektedir. Ferritik yapıdaki AISI 430 paslanmaz çelikte durum biraz daha farklıdır. 430 yapısındaki silisyum oksitlenme ile birlikte ara yüzeyde okside doğru, çıkıntılar şeklinde silisyumlu oksitler oluşturmaktadır. Ana alaşım elementi olan krom oksit yapısında en fazla orana sahip olmakla birlikte ana matrisi oluşturan demir atomları da oksit yapısı içinde hematit, manyetit ve vüstit yapılarını oluşturarak oksit yapısına katılmaktadır. Ellingham Diyagramı (Şekil 1) baz alındığında oksijene karşı afinitesi kromdan daha yüksek olan mangan da hızlı bir şekilde okside kaçarak özellikle silisyum, krom ve demir ile ayrı ayrı ya da birlikte spinel oksitler oluşturarak oksitli yapıda yer almaktadırlar[6-7-8].



Şekil 1: Ellingham Diyagramı[9]

Tav sıcaklığı ve süresindeki artışlara bağlı olarak yarı kararlı durumdaki oksitler kararlı duruma geçerek spinel oksit formuna kavuşmakta, oksit yapısındaki asitlerle çözülmesi zor oksit bileşiklerinin yapıdaki yoğunluğunu arttırmasının yanında oksit yoğunluğunu da arttırarak çözücü kimyasalın yapıya difüzyonunu zorlaştırmakta ve çözünme için ihtiyaç duyulan proses sürelerini ve asit konsantrasyonlarının, çözelti sıcaklıklarının yükselme potansiyeli doğurmaktadır. Alaşımı oluşturan elementlerdeki farklılık yüksek sıcaklık oksitlerini oluşturan oksidin yapısını ve katlardaki dağılımlarını da değiştirmektedir. Örneğin AISI 441 ve AISI 439 kalite alaşımlarla yapılan çalışmalarda, her ne kadar AISI 430 kalite alaşım ile benzer krom, silisyum ve mangan bileşimlerine sahip olsalar da stabilizatör olarak yapıya katılan titanyum ve niyobyum gibi alaşım elementlerinin de etkisiyle bu ferritik alaşımlarda silisyum AISI 430'da olduğu gibi okside doğru çıkıntı oluşturarak, oksidi oluşturmalarının yanında artan tav sıcaklığı ve sürelerinde malzeme ile oksit ara yüzeyinde düzenli bir SiO₂ katmanı oluşturarak uzun vadeli tav şartlarında ana yapıdan metal iyonu geçişini zorlaştırmakta ve oksitli yapıdaki metastabil

oksitlerin stabil spinel oksitlere dönüşümünü tetikleyerek oksit yapısının porozitesini düşürmektedir.[8-11].

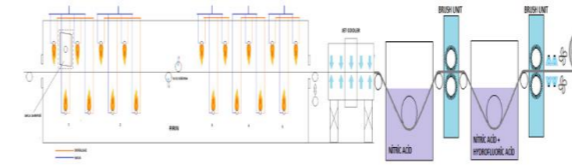
2. Deneysel Çalışmalar

Yapılan deneysel çalışmalarda Trinox Metal proses akışı referans alınarak deney tasarımları oluşturulmuştur. Bunun için ilk olarak 20 merdaneli Sendzimir haddede 3 mm'den 0,8 mm'ye %73,333 deformasyon oranında haddelenmiş olan AISI 304 kalite paslanmaz çelik rulo ile AISI 430 kalite paslanmaz çelik rulolardan numuneler alınarak 15x15 cm ölçülerinde numuneler kesilmiştir. Deneylerde kullanılan alaşımların kimyasal bileşimleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1: Alaşım Elementleri Tablosu

	Kimyasal Bileşim Tablosu									
	Max. % C	Max. % Si	Max. % Mn	Max. % P	Max. % S	% Cr	% Ni	% Cu	% Mo	% N
TS EN ISO 10088-2	0,07	1	2	0,045	0,015	17,5 - 19,5	8,0- 10,5	-	-	0,1
AISI 304 (EN 1.4301)	0,057	0,39	1,04	0,032	0,003	18,2	8,05	0,0 6	0,04	0,04 4
TS EN ISO 10088-2	0,08	1	1	0,04	0,015	16- 18	-	-	-	-
AISI 430 (1.4016)	0,045	0,34	0,43	0,012	0,001	16,1 3	0,09 3	0,0 8	0,00 2	-

Ana üretim prosesinde haddeleme sonrasında rulo açılarak tavlama ve asitleme hattında proses edilmektedir. Tav fırını tünel tipi, açık atmosferli doğal gazlı fırın olup, malzemeye istenen mekanik özellikler burada kazandırılmaktadır. Prosesin devamında da tavlama esnasında malzeme yüzeyinde oluşan yüksek sıcaklık oksitlerini çözmek için çeşitli kombinasyonlardaki asit tanklarından geçirilmektedir. Pickling tankından malzeme üzerinde büyütülen pasif oksit tabakası ile malzemeye istenen korozyon dayanımı kazandırılmış olmaktadır. Prosesle ilgili şematik gösterim Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2: Trinox Metal Isıl İşlem ve Yüzey İşlem Proseslerinin Şematik Gösterimi

15x15 cm ölçülerinde kesilen numuneler ısı işlem prosesinin alt ve üst sınırlarını oluşturacak şekilde laboratuvar tipi elektrikli kül fırında tavlansmıştır. Tav süreleri ve tav sıcaklıkları malzemenin fırında kalma süresi baz alınarak belirlenmiştir. Aynı zamanda süreci tam olarak yansıtmaları için numuneler üzerindeki hadde yağı ile birlikte tavlansmıştır. Tablo 2'de alaşımlara ait tav proseslerine ait süre ve sıcaklık değerleri gösterilmiştir.

Tablo 2: Isıl İşlem Deney Tasarımları

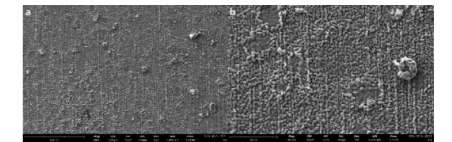
Alaşım	Lab. Fırın Sic. (°C)	Süre (s)	Alaşım	Lab. Fırın Sic. (°C)	Süre (s)
304	160	60	304	160	80
1			1		
2			2		
3			3		
4			4		
5			5		
6			6		
7			7		
8			8		
Alaşım	Lab. Fırın Sic. (°C)	Süre (s)	Alaşım	Lab. Fırın Sic. (°C)	Süre (s)
430	110	65	430	120	80
1			1		
2			2		
3			3		
4			4		
5			5		
6			6		
7			7		
8			8		

Tavlama işlemleri sonrasında Bruker D8 Marka XRD cihazında oksitli yüzeylerin XRD sonuçları elde edilmiş olup, Phenom XL marka taramalı elektron mikroskopunda (SEM) AISI 304 alaşımın yüzey görüntüleri çekilmiş ve EDS sonuçları alınmıştır. AISI 430 alaşım için de Jeol 600 marka taramalı elektron cihazında yüzeyden ve kesitten aynı şekilde yüzey ve kesitten görüntüler elde edilip EDS sonuçları alınmıştır.

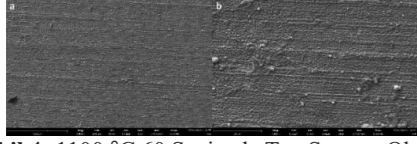
3. Sonuçlar ve Tartışma

3.1. AISI 304 Alaşımın SEM, EDS ve XRD Sonuçları

Özellikle asitleme prosesinde reaksiyon kinetiği difüzyon kontrollü olarak ilerlemektedir. Asit çözeltisi oksitli yapıya ne kadar kısa sürede difüze olursa proses hızları da o denli yükselmektedir. Bu sebepten ötürü ısı işlem sırasında malzeme yüzeyinde büyüyen oksidin yapısı ve oksitli yüzeyin morfolojisi oldukça önem kazanmaktadır. Oksidasyon ile pürüzlü bir yüzey elde edilmesi yüzey alanını genişlettiğinden ve aynı zamanda katmanlar arası oksit porozitesinin artması yine yüzey alanını genişletmesi ve meydana gelen boşluklarda çözeltinin daha rahat yanının sağlanması reaksiyon kinetiğini arttıran faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır[7-12].



Şekil 3: 1100 °C 160 Saniyede Tav Sonrası Oksitli Yüzeylerin SEM Görüntüleri a) 1000X ve b) 4000X



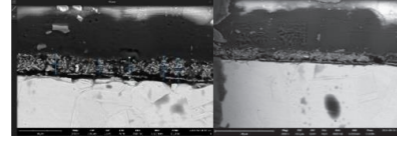
Şekil 4: 1100 °C 60 Saniyede Tav Sonrası Oksitli Yüzeylerin SEM Görüntüleri a) 1000X ve b) 4000X

1100 °C 160 saniye ve 60 saniyede yapılan tavlama işlemlerine ait görseller Şekil 3 ve 4'te gösterilmiştir. 60 saniye tavlama numunelerin (Şekil 4) görüntülerine bakıldığında haddeleme ile birlikte yüzeyde oluşan hadde merdane izleri üzerinde oksitlerin, hadde yönünde hat oluşturacak şekilde katmanlı büyüdüğü görülmektedir. Büyüme yüzeyde düzenli bir katman olarak başlayıp sıcaklık ve süre uzadıkça daha da katmanlı bir hal alıp, metal yüzeyinde ağsı bir yapı oluşturmuştur. Ağsı yapının birbiri üzerinde büyüyen oksitler boyunca poroz bir yapı oluşturduğu bu poroz yapının da oksit yüzeyi boyunca yüzey alanını genişleterek, asitle reaksiyon için elverişli ortam oluşturmaktadır. Yapının bölgesel kısımlarında bu katmanlı yapının farklı oksitlenme kinetikleri göstererek eş aksenel, adacık şeklinde ve yine poroz yapıda oksit yapıları oluşturduğu görülmektedir. Adacık şekilli bu oksit formları asit çözeltisi içinde farklı çözünme kinetikleri de göstererek yüzey boyunca daha fazla aside maruz kalarak metalde dağlama efekti oluşturup yüzeyde renk farklılıklarına sebep olabilmektedir[5-6].

Aynı zamanda yüzeyde parlak şekilde, kompakt, spinel oksitlerin de oluştuğu görülmektedir. Bu kararlı oksitlerin oluşmasında; proses şartlarını temsil etmesi sebebiyle hadde yağıyla birlikte tavlama sonrasında yağ içindeki elementler de bu spinel oksitlerin yapısına katılabilmektedir. Spinel oksitlerin oluşmasına etkileyen bir diğer faktör AISI 304 paslanmaz çelik içindeki alaşım elementlerinden Cr, Si ve Mn da bir araya gelerek spinel oksitlerin oluşmasını sağlamaktadır. Bu tip spinel oksitler kararlı yapıda olduklarından dolayı asitle çözülmeleri zordur. Bu sebepten oksit içinde spinel oksitlerin yüzeyden uzaklaştırılması zorken yüzeyde oluşan spinel oksitler alt katmanda meydana gelen çözünme ile birlikte yüzeyden uzaklaştırılabilmektedir[5-6-7].

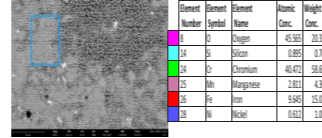
60 saniyedeki tav süresine göre 1100 °C 160 saniyede tavlama oksidasyonu devam ettirdiği için yüzeyde daha kalın, katmanlı bir oksit tabakası oluşturmuş ve kesit görüntülerinde de bu durum gözlemlenmiştir. Aynı zamanda 160 saniyelik tav sonrasında yüzeye bakıldığında yüzeydeki katmanlı yapıların daha kabalaştığı, oksit adacıklarının çaplarını arttırarak yüzeyde daha geniş bir alan kapladığı görülmektedir. Aynı zamanda oksit büyürken poroz olarak büyümeye devam ettiği ve 1100 °C 60 saniyeye göre oksidin porozite oranını arttırdığı görülebilmektedir. 160 saniye tav sonrasında 60 saniye sonrasında olduğu gibi yüzeyde spinal oksitlerin oluştuğu görülmektedir[5-6-7].

Şekil 5'te 1100 °C'de 160 saniye tavlama numuneye ait kesit görüntüsü yer almaktadır. Kesit görüntüsünde yer alan oksit ile metal yüzeyi nasıl bir bağ kurulduğu ve yüzey incelemelerinde gözlenen poroz oksit yapısı kesitten de rahatlıkla görülebilmektedir. Oksit kalınlığı ölçümleri de göstermektedir ki 1100 °C 160 saniyede yüzeyde ortalama 15 – 20 µ kalınlığında oksit tabakası oluştuğu görülmektedir. Tav yüksek sıcaklık oksidasyonu teorisinde de anlatıldığı gibi sıcaklık ve süre ile doğru orantılı olan oksitlenme, bu şartlarda yüzeyde oluşan oksit kalınlığının diğer tav şartlarındaki numunelerden daha kalın bir oksit yapısı oluşturduğunu göstermektedir.

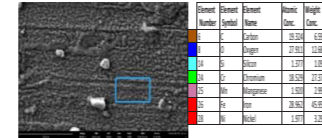


Şekil 5: 1100 °C 160 Saniyede Tav Sonrası Oksitli Yüzeylerin 3700X'deki (Solda) ve 2000X'deki (Sağda) Kesitten SEM Görüntüleri

Şekil 6 ve 7'de 1100 °C'de yapılan tavlama sonrasında yüzeye uygulanan EDS sonuçlarını gösterilmiştir.



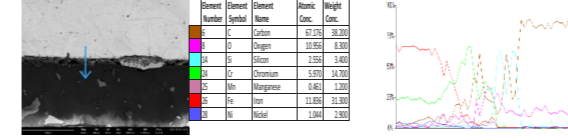
Şekil 6: 1100 °C 160 Saniyede Tav Sonrası Oksitli Yüzeylerin EDS Sonuçları



Şekil 7: 1100 °C 60 Saniyede Tav Sonrası Oksitli Yüzeylerin EDS Sonuçları

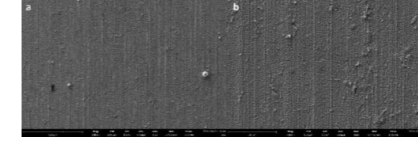
EDS sonuçları yüzeydeki oluşumun oksitlenmiş bir form olduğunu açıkça göstermektedir. Oksit yapının çoğunluğunun krom ve demir oksitlerden oluşmaktadır. Krom, oksit yapısında oksidasyon derecesi arttıkça yüzeye daha çok hareket eder ve dış tabakada daha fazla yer kaplar. Nikel, mangan ve silisyum gibi alaşım elementlerinin de oksit yapısına katıldığı gözlemlenmiştir. 1100 derece 160 saniyedeki EDS sonuçlarına baktığımızda 60 saniyedeki tava göre krom içeriğinin arttığı, aynı zamanda nikel içeriğinde ise azalma olduğu görülmektedir. Bu indigeme, nikel oksitler üst katmanlara yayılmadan önce alt katmanlarda kalır. Mangan içeriğinin tekrar arttığı ancak silisyumun nikel gibi davrandığı görülmektedir.

1100 °C'de 160 saniye tavlama numunenin kesit görüntüsü üzerinde yapılan çizgi EDS sonuçları (Şekil 8) göstermektedir ki; baz metalden okside geçişle birlikte krom içeriğinde hızlı bir artış olduğu ve krom pikleri ile oksijen piklerinin de uyumlu olduğu görülmektedir. Daha sonra görülen karbon tepelerindeki artış, bakaldan kaynaklanmaktadır.



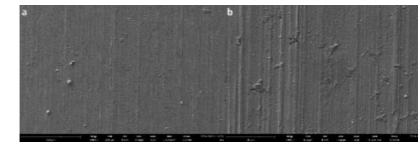
Şekil 8: 1100 °C 160 Saniyede Tav Sonrası Kesitten Çizgi EDS Sonuçları

Şekil 9 ve 10'da 950 °C'de yapılan tavlama sonucunda yüzeylerde oluşan oksit yapıları gösterilmiştir. Sıcaklık düşük olmasına rağmen 160 saniye tavlama sonucunda yüzeyde oluşan oksit yapısına benzerlik göstermektedir. Buradan da proseste farklı tav sıcaklıklarında olsa dahi çözülebilir yapılarda oksitler üreterek proses optimizasyonu için girdiler oluşturulabilmektedir[6-7].



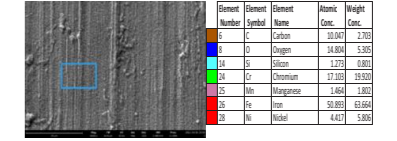
Şekil 9: 950 °C 160 Saniyede Tav Sonrası Oksitli Yüzeylerin SEM Görüntüleri a) 1000X ve b) 4000X

950 °C 160 saniye sonundaki yüzeyde oluşan oksit yapısının 1100 °C 60 saniye sonunda yüzeyde oluşan oksit yapısına benzerlik gösterdiği görülmektedir. Yüzeydeki oksitler sıcaklık ve sürenin etkisiyle katmanlı olarak büyüme göstermeye başladığı, oksit adacıklarının da aynı şekilde oluşumları açıkça görülmektedir. Şekil 10'da yüzeyde düzenli, homojen yapıda oksit tabakasının oluştuğu ancak, yüzeyde oluşan oksidin yeterince büyüme imkanı bulamadığından diğer tav şartları kadar poroz bir yapı oluşmadığı, katmanlaşma için de ancak zemin oluştuğu görülmüştür.



Şekil 10: 950 °C 80 Saniyede Tav Sonrası Oksitli Yüzeylerin SEM Görüntüleri a) 1000X ve b) 4000X

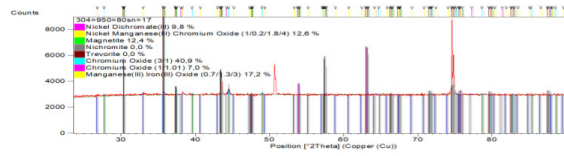
Şekil 11'de incelenen 950 °C'de 80 saniye tavlama numune yüzeyindeki EDS sonucuna göre; en yüksek nikel içeriğine sahip olan tavlama koşulludur. Yine yüzeyde demir oksitli yapılar hakimdir. Bu da bizlere göstermektedir ki 1100 °C 160 saniye haricindeki diğer üç tav şartlarında yüzeydeki hakim oksidin demir oksitli bileşiklerin olduğu ve 1100 °C'de 60. saniyeden sonraki sürelerde kromun oksidasyon kinetiğinde artış meydana geldiği ve Şekil 1'de Ellingham Diyagramı'ndan da görüleceği gibi özellikle krom, silisyum ve manganın 1100 derecedeki Gibbs serbest enerjisinin demir ve nikelden daha düşük olması oksijene karşı afinitesinin daha yüksek olmasına, yüzeyde hakim oksit yapısının krom oksitler olmasını açıklamaktadır.



Şekil 11. 950 °C 80 Saniyede Tav Sonrası Oksitli Yüzeylerin EDS Sonuçları

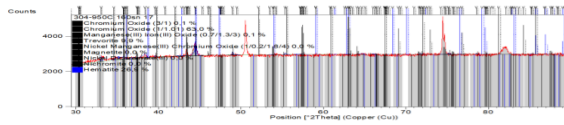
XRD analizleri karakterize edilmek istenen malzeme üzerine gönderilen x – ışınları ve bu ışınların karakteristik özellik taşıyan kafes yapıları içinde kırılması esasına dayanan bir analiz yöntemidir. XRD analizi ile oksitli yüzeyler üzerinde büyümüş olan oksit yapılarının neler olduğu, hangi tiplerde spinel oksitlerin oluştuğu ve oluşan oksit yapılarının kristal yapıları hakkında fikir vermektedir. Aynı zamanda yüzeydeki oksitlerin kendi içlerinde ne kadarlık bir oranda yüzeyde buldukları da tespit edilmiştir.

Artan sıcaklık ve süre ile yüzeydeki oksit yapılarının değişimini inceleyebilmek için AISI 304 (EN 1.4301) 950 °C'den 1100 °C'ye doğru, artan sıcaklık ve sürelerde XRD sonuçları incelenmiştir. Şekil 12'de 950 °C 80 saniye tav sonrasındaki XRD sonuçları gösterilmiştir. Analiz sonuçlarına göre yüzeyde Cr₂O₃, CrO_{1,01} gibi farklı bileşiklerde krom oksit yapılarının yüzeydeki hakim oksit yapısı olduğu görülmektedir ve bu oksitler yapının %47,9'unu kaplamaktadırlar. Direk olarak krom oksidin oluşmadığı yerlerde de hakim olarak yine kromla bileşik oluşturan nikel dikromat (Cr₂NiO₄), nikel mangan(III) krom oksit (Cr_{1,8}Mn_{0,2}NiO₄) bileşiklerinin oluştuğu ve bu krom oksitli spinel oksitler %22,4 oranında oluşmuşlardır. Ana alaşım elementi olan kromun katıldığı oksitlerin yanında ana matrisi oluşturan demir elementinin de yüzeyde tek başına ve diğer alaşım elementleri ile birlikte spinel oksit oluşumu göstermektedir. Yapıda %12,4 oranında magnetit (Fe₃O₄) oluştuğu, %17,3 oranında da demir mangan oksit (Fe_{1,26}Mn_{0,74}O₃) yapısının meydana geldiği görülmüştür. Yukarıda bahsedilen oksitlerin her biri kübik yapılı oksitlerdir [5-6-12].



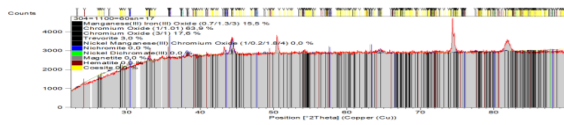
Şekil 12. 950 °C 80 Saniye XRD Sonuçları

950 °C'de 80 saniyeden 160 saniyeye artan sürelerde, magnetit (Fe_3O_4) yerini %26,9 ile hematit (Fe_2O_3) aldığı, yine hakim oksit yapısının krom oksidin olduğu ve 80 saniyede görülmeyen spinel oksit yapısı olan demir nikel oksidin (Fe_2NiO_4) yaklaşık %10 oranında yapıya katıldığı görülmektedir (Şekil 13) [6-7].



Şekil 13. 950 °C 160 Saniye XRD Sonuçları

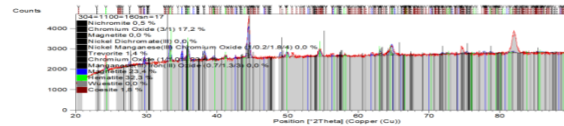
950 °C'deki tav sıcaklığından 1100 °C'ye çıkıldığında tekrardan krom oksitli yapıların yüzeyde hakim oksit yapısını oluşturduğunu ve kromlu yapılar demir ile spinel oksit oluşturan mangan ve nikel oksitler yer almaktadır. Benzer yüzey morfolojileri gösteren 950 °C 160 saniyede görülen demir nikel oksitli yapının %10'dan %3'e düştüğü görülmektedir. Yine mukayese edilen iki tav şartında kromun oksijene karşı afinitesinin yüksek olmasından kaynaklı, diğer alaşım elementlerinin oksitlenmesini baskılayarak üst katmanlara difüze olarak, oksit yapısı içinde hakim oksit bileşiklerini oluşturmuştur. EDS sonuçlarını da destekleyici şekilde, nikelin üst katmana difüze olamadan ara katmanlarda oksit oluştuğu bilinmektedir[6-7]. 950 °C 160 saniye ve 1100 °C 60 saniye ara katmanlı yüzey oksitlerinin görüldüğü tav şartlarını oluşturmaktadır. Şekil 14'te 1100 °C 60 saniye tavlama numuneye ait XRD sonuçları görülmektedir.



Şekil 14. 1100 °C 60 Saniye XRD Sonuçları

1100 °C 160 saniye tav sonucunda yüzeydeki oksitlerin çeşitlendiği, hematit (Fe_2O_3) ve manyetitlerin (Fe_3O_4) bir arada bulunduğu, her ne kadar %0 oranında görülse de eser miktarda da wüstit (FeO) meydana geldiği görülmektedir. Değerler birbirine yakın olmakla birlikte en yüksek sıcaklık ve süre tavlama numuneler üzerinde demir oksitli yapıların hakim olduğu, az miktarda kromun ve demirin nikel ile spinel oksit oluşturduğu görülmektedir. Diğer oksit

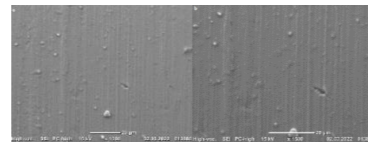
yapılarında farklı olarak %1,8 oranında SiO_2 'in oluştuğu görülmektedir. AISI 304 alaşımı için dört farklı tav şartı sonuçları derlendiğinde ana yapıda genel olarak krom oksitli bileşiklerin hakim olduğu ve yanında demir oksitli bileşikler yer almaktadır. Sadece 1100 derece 160 saniyede demir oksitli yapıların daha baskın olsa da kromlu bileşiklere oranı yakındır. Şekil 15'te 1100 °C 160 saniye tav sonucundaki yüzey XRD sonuçlarını göstermektedir.



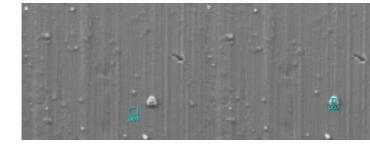
Şekil 15. 1100 °C 160 Saniye XRD Sonuçları

3.2. AISI 430 Alaşımın SEM, EDS ve XRD Sonuçları

AISI 430 kalite paslanmaz çeliğin oksitli yüzeyleri incelendiğinde AISI 304 kalite malzemeye göre yüzeyde daha düzenli bir oksit yapısı oluşturduğu görülmektedir. Bu yapıları AISI 304 kalite 950 °C 80 saniyedeki oksit morfolojisine benzetilebilir. Bu morfolojiler poroz yapılardan uzak, yüzeyi düzenli olarak kaplayan bir oksit formu olduğu için asitle yüzey işlem proseslerinde reaksiyon kinetiğini azaltıcı yönde etki göstermektedir. Yine yapıya bakıldığında yüzeyde spinel olarak büyüyen oksit adacıklarının oluştuğunu ve bu kararlı yapıların artan tav sıcaklığı ve sürelerinde çözülmesi zor oksitlerin oksit yapısı içindeki oranlarındaki artışı, yapının reaksiyon kinetiğini olumsuz yönde etkileyecek yapılar olarak karşımıza çıkmaktadır. Şekil 16'da 850 °C 65 saniye tavlama numune üzerindeki oksit yapısını göstermektedir. Şekil 17'de 850 °C 65 saniyede tavlama numunelerin EDS sonuçlarını göstermektedir. AISI 430 kalite paslanmaz çelikte ana alaşım elementini krom metali oluşturmaktadır. Buna bağlı olarak da yüzeydeki oksit yapısında da ağırlıklı olarak ana matrisi oluşturan demir atomunun ve yanında da krom oksitli yapıların (%20,67 Cr, %76,92 Fe ve %1,79 Mn) düzenli oksit yapısına katıldığı görülmektedir. Şekil 17 b'de görülen spinel yapı üzerinde yapılan EDS analizinde krom ve manganın atomik olarak artış gösterdiği (%24,88 Cr, %3,66 Mn ve %70,8 Fe) ve buradan da yapının krom ve manganca zengin, $(Fe,Cr,Mn)_xO_y$ tipinde spinel bir yapı olabileceğini göstermektedir [8-10-11].

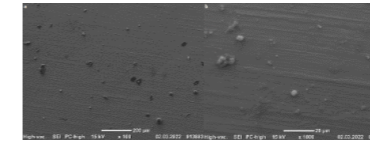


Şekil 16. 850 °C 65 Saniye Tavlama 430 Numune Yüzeyi a) 1000X ve b) 1500X Büyütme



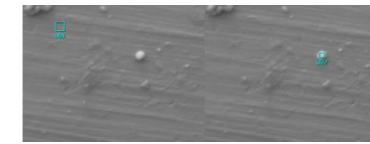
Şekil 17. 850 °C 65 Saniye Tavlama 430 Numune Yüzeyi EDS Sonuçları a) Oksit Yüzeyi ve b) Spinel Oksit

850 °C'de süre artışıyla birlikte 65 saniyeden 110 saniyeye çıkıldığında yüzeydeki oksit yapısının yine düzenli olarak malzeme üzerine kapladığı ve yüzey üzerindeki oksit adacıklarında da artış olduğu görülmektedir (Şekil 18).



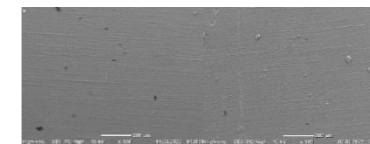
Şekil 18. 850 °C 110 Saniye Tavlama 430 Numune Yüzeyi a) 100X ve b) 1000X Büyütme

Yüzey bölgesine EDS analizi yapıldığında beklendiği gibi, kromun daha fazla oksitlenerek oksit yapısına katıldığı, krom oranında atomik olarak artış olduğu (%22,78 Cr, %2,71 Mn ve %73,63 Fe) görülmektedir. Aynı zamanda yüzeydeki mangan değerindeki artış da yüzeyde oluşan potansiyel krom – mangan spinel yapı oksitlerin de artışının göstergesidir (Şekil 19). Aynı zamanda küresel yapı oksit adacığına ya da spinel yapıya yapılan EDS analizinde yüzeye göre silisyum değerindeki artış silisyum içerikli bir spinel yapı olduğunu göstermektedir [8-10-11].



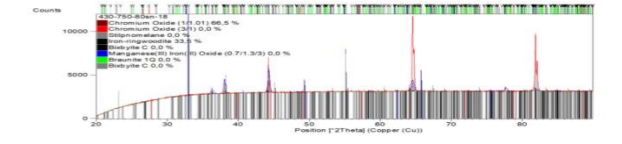
Şekil 19. 850 °C 110 Saniye Tavlama 430 Numune Yüzeyi EDS Sonuçları a) Oksit Yüzeyi ve b) Spinel Oksit

750 °C 80 saniye tavlama numuneler üzerinde büyüme olan oksitli yapının 850 °C'deki yüzeyler gibi düzenli olduğu ancak onlar kadar yeterince kabalaşma gösteremediği görülmektedir. 750 °C'de de yüzeyde oksit adacıkları görülmektedir (Şekil 20).



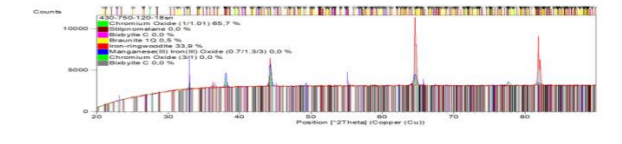
Şekil 20. 750 °C 80 ve 120 Saniyelerde Tavlama 430 Numune Yüzeyi a) 80 saniye 100X ve b) 120 saniye 100X

AISI 430 kalite alaşım için 750 °C 80 saniyedeki tavlama sonrasında yüzeyde elde edilen oksidin karakterine bakıldığında %66,5 oranında krom oksit bulunduğu, geri kalan %33,5'lük oranını da demir silisit (Fe_2SiO_4) bulunduğu görülmüştür (Şekil 21).



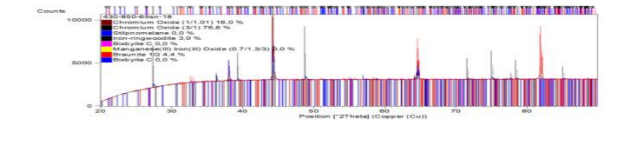
Şekil 21. 430 750 °C 80 Saniye XRD Sonuçları

750 °C'de süreyi 120 saniyeye çıkıldığında hakim yapıdaki krom oksit ve demir silisit yanında tetragonal yapıda mangan silisit yapısının oluşmaya başladığı görülmektedir. Özellikle üst katmanlarda oluşan bu manganlı spinel oksitler yine asitlerde çözünmeyi olumsuz etkilemektedir (Şekil 22).



Şekil 22. 430 750 °C 120 Saniye XRD Sonuçları

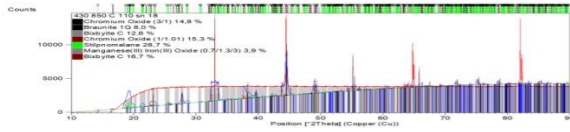
850 °C'ye çıkıldığında oksit yapısının biraz daha zenginleştiği ve birden fazla tipte krom oksit yapısının yüzeyde meydana geldiği, demir silisit üst yüzeye yeterince taşınmadığı ve %3 oranında görülmesinin yanında mangan silisit 750 °C 120 saniyeye göre az da olsa oranını arttırdığı görülmektedir. Bu şekildeki bir değişim, özellikle 430 alaşım için, 850 °C'de oksit yapısının form değiştirmeye başladığını ve oksit büyüme kinetiği açısından da asitlerle çözünme kinetiği açısından da farklı değerlendirilmesinde fayda olacağı habercisidir (Şekil 23).



Şekil 23. 430 850 °C 65 Saniye XRD Sonuçları

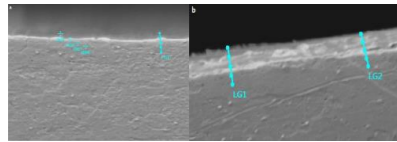
Şekil 24 850 °C 110 saniyedeki tav sonrasında yüzeyde oluşan oksitlerin XRD sonuçlarını göstermektedir. Numune yüzeyinin %70 oranında kararlı spinel oksitlerle kaplandığı ve krom oksitlerin %30 oranında yapıda bulunduğu görülmektedir. Sıcaklık arttıkça özellikle mangan, yapıda demir ve silisyum ile spinel oksitler oluşturma eğilimindedir. Bunlar da $FeMnO_3$, $Fe_{1,26}Mn_{0,74}O_3$ 'tür. Diğer yapılardan farklı olarak bu sıcaklık ve süre sonunda $FeSi_4O_{9,5}$ gibi farklı bir demir – silisyum spinel oksidin

de oluştuğu görülmektedir. Sıcaklık ve süredeki artışın yapıdaki spinel oksit yoğunluğunu ve çeşitliliğini arttırdığı açıkça görülmektedir[10-11].



Şekil 24. 430 850 °C 110 Saniye XRD Sonuçları

Aynı zamanda AISI 430'a ait kesit görüntüleri incelendiğinde metal ile oksit arasında belirgin bir geçiş bölgesinin oluştuğu ve katmanlarda da özellikle spinel yapıya katılan, oksit yoğunluğu üzerinde etkili olan silisyum ve mangan oranlarında değişiklikler meydana gelmektedir. %Si değeri oksit yapısı içinde yukarıdan aşağıya doğru azalış gösterirken mangan da tam tersi yönde bir değişim görülmektedir. AISI 430 mekanizması için, silisyumun ara katmana difüze olarak SiO₂ çıkıntılarını oluşturup, devam eden oksitlenme ile bu yapıların koparak üst oksit yapısına taşındığı ve maruz kalınan ortam şartları ile kararlı yapılara dönüştüğü söylenebilir. Manganın da yine oksit yapısında ara yüzeyde düzenli oksit yapısının oluşumuna katıldığı görülmektedir (Şekil 25).



Şekil 25. 430 850 °C a) 65 Saniye ve b) 110 Saniye Kesit EDS Sonuçları

110 saniye için silisyum değeri %4,31 değerinde %0,37 değerine kadar düşerken mangan değeri de yüzeyden ara kesite doğru %1,96'dan %2,92'ye çıkmaktadır. 65 saniye için de %0,94 değerinde %0,77'ye düşüş gösterirken mangan da %2,05'ten %2,31 değerine çıkmaktadır. 65 saniye için değişim çok belirgin olmamakla birlikte 110 saniyede bariz bir değişim görülmektedir.

4. Sonuç

AISI 304 alaşımında sıcaklık ve süre ile oksit yapısının poroz ve katmanlı olarak büyüme eğilimi göstermektedir. AISI 304 alaşımında artan sıcaklık ve süreler yapıdaki spinel oksit yoğunluğunu arttırmakla birlikte nikel gibi üst katmanlara difüze olmakta zorlanan alaşım elementleri ara katmanlarda da daha kararlı spinel yapılara bürünebilmektedirler. Oksidasyon arttıkça spinel yapıya katılan krom içeriği artmaktadır.

AISI 430 alaşım için AISI 304 alaşımlar gibi poroz bir yapı görülmemektedir. Sıcaklık ve süreye bağlı olarak spinel oksit yapılarında çeşitlenme ve yapı içinde yoğunlukları

artmaktadır. Aynı zamanda oksidasyon arttıkça spinel yapıya katılan silisyum ve mangan oranlarında artış görülmektedir.

Teşekkür

İlknur KUYU ve Ahmet DÖNMEZ'e çalışmadaki değerli yardımlarından dolayı teşekkür ederiz.

Referanslar

- [1] European Steel Technology Platform (ESTEP). Strategic Research Agenda. A Vision for the Future of the Steel Sector; European Commission: Brussels, Belgium, 2005.
- [2] Andersson, R.; Schedin, E.; Magnusson, C.; Ocklund, J.; Persson, A. Stainless steel components in automotive Vehicles. In Proceedings of the 4th European Stainless Steel Science and Market Congress, Paris, France, 10–13 June 2002; p. 57.
- [3] A.F. Pahilda, R. L. Plaut, P. R. Rios, Annealing of Cold-worked Austenitic Stainless Steels, ISIJ International, Vol. 43 (2003) No. 2, pp. 135–143.
- [4] X. Zhang, Z. Wen, R. Dou, G. Zhou, Z. Li, Evolution Of Microstructure And Mechanical Properties of Cold-Rolled SUS430 Stainless Steel During a Continuous Annealing Process, Materials Science & Engineering A 598 (2014) 22–27.
- [5] I.G. Wright, R.B. Dooley, A Review of the Oxidation Behavior of Structural Alloys in Steam. Int. Mater. Rev., 2010, 55(3), 129 – 167.
- [6] I.G. Wright, P.F. Tortorelli, M. Schütze, Oxide Growth and Exfoliation on Alloys Exposed to Steam. EPRI Rep. No. 1013666, 2010.
- [7] C. E. R. Carvalho, G. M. Costa, A. B. Cota, E. H. Rossi, High Temperature Oxidation Behavior of AISI 304 and AISI 430 Stainless Steels, Materials Research, Vol. 9, No. 4, 393–397, 2006.
- [8] J. Issartel, S. Martoia, F. Charlot, V. Parry, G. Parry, High Temperature Behavior of the Metal/Oxide Interface of Ferritic Stainless Steels, Corrosion Science 59 (2012) 148–156.
- [9] <https://www.researchgate.net/figure/Ellingham-diagram-showing-the-standard-Gibbs-energies-of-formation-of-selected-oxides-as-fig1-286545911> Tarih: 13.03.2022.
- [10] A.C.S. Sabioni, A.M. Huntz, M.F.Salgado, A. Pardini, E.H. Rossi, R.M. Paniago, V. Ji, Atmosphere Dependence of Oxidation Kinetics of Unstabilized and Nb-Stabilized AISI 430 Ferritic Stainless Steels in the Temperature Range 850 – 950 °C, Materials at High Temperatures 27(2) 89 –96, 2010.
- [11] M. F. Salgado, J. M. S. Santos, G. E. D. Viana, J. A. S. Porto, G. S. V. Fontilenea, E. Hamzah, F. N. Ani, High Temperature Oxidation of AISI 439 Ferritic Stainless Steel in Synthetic Air Atmosphere, Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering) 80:5 (2018) 103–111.
- [12] J.C. Colson and J.P. Larpin, High-Temperature Oxidation of Stainless Steels, MRS Bulletin/October 1994.

Özkan'ın Yeşil Dönüşümü

The Green Transformation of Özkan Demir Çelik



Hakan ERÇAY¹, Fırat KALE¹, Ayça ÇAKIN¹, Nurdan GÜNDOĞAN¹, Tuncay DİKİCİ²

¹Özkan Demir Çelik, ²Dokuz Eylül Üniversitesi - Türkiye

Abstract

From the Industrial Revolution to the present, the destructive effects of global environmental problems such as the serious increase in the amount of waste resulting from human activities, climate change, pollution of natural resources, and destruction of ecosystems have occurred, putting a global emergency on the agenda. To reduce and prevent environmental problems, it was decided to ensure sustainable production and consumption, low-carbon growth and cyclical transformation of the economy, establish an emissions trading system, and introduce a carbon tax at the border in 2025, with the European Green Deal and the Paris Climate Agreement at the top of the world agenda. As a result of these decisions, enterprises that realize green transformation will have a significant advantage for enterprises to minimize costs in production (saving policy, carbon tax exemption) and consumers prefer environmentally friendly products.

Özkan Iron and Steel Industry Inc. produces with environmentally friendly technology to meet the needs of the environment and consumers with an environmentally conscious attitude. We are aware of our responsibility to prevent the climate crisis and ensure the sustainability of natural resources. We use innovative technologies that enable us to reuse our natural resources for sustainable living and production. In our processes, waste generation is monitored with a life cycle approach, and we continue our efforts to reduce waste at the source and reuse it by joining the system. We manage our energy to increase energy efficiency and reduce carbon emissions by designing building roofs to benefit from natural light and using efficient pumps and motors and LED fixtures. The amount of greenhouse gas emissions throughout the life cycle of the products we manufacture has been calculated and verified in Environmental Product Declarations (EPD) documents and published on the Digital Environmental Hub for Global Construction Products and The International EPD System platforms.

Özet

Sanayi devriminden günümüze kadar olan süreçte insan faaliyetleri sonucunda atık miktarlarındaki ciddi artışlar, iklim değişikliği, doğal kaynakların kirlenmesi ve ekosistem tahribatı gibi küresel çevre sorunlarının yok edici etkisiyle karşı karşıya gelinmiş ve dünya gündeminde küresel ölçekte acil durum ilan edilmiştir. Yaşanan çevre sorunlarının azaltılması ve önlenmesi için dünya gündeminde en çok yer alan Avrupa Yeşil Mutabakat ve Paris İklim anlaşması ile sürdürülebilir üretim ve tüketim, düşük karbonlu büyüme ve dögüsel ekonomi dönüşümünün sağlanması, emisyon ticaret sisteminin kurulması ve sınırda karbon vergisi uygulamasının 2025 yılında devreye alınması kararları alınmıştır. Bu kararlar neticesinde yeşil dönüşümü gerçekleştirecek işletmeler, üretimdeki maliyetleri minimize etmesi (tasarruf politikaları, karbon vergisinden muafiyet) ve tüketicilerin çevreye duyarlı ürünleri tercihi işletmeler açısından önemli bir avantaj sağlayacaktır.

Özkan Demir Çelik Sanayi A.Ş. olarak, çevreye duyarlı bir tutumla çevrenin ve tüketicilerin ihtiyaçlarının karşılanması için çevre dostu teknoloji ile üretim yapmaktayız. İklim krizinin önlenmesi ve doğal kaynakların sürdürülebilirliğinin sağlanması için üzerimize düşen sorumlulukların farkındayız. Sürdürülebilir yaşam ve üretim için doğal kaynaklarımızı yeniden kullanma fırsatı veren yenilikçi teknolojiler kullanılmaktadır. Süreçlerimizde yaşam döngüsü yaklaşımı ile atık miktarları takip edilmekte olup atıkların kaynağında azaltılması, sisteme katılarak yeniden kullanılması için çalışmalarımızı sürdürmekteyiz. Bina çatılarının doğal aydınlatmadan yararlanacak şekilde dizayn edilmesi, verimli pompa ve motorların ve LED armatürlerin kullanılması ile enerji verimliliğini artırmak ve karbon emisyonunu azaltmak için enerjimizi yönetmekteyiz. Ürettiğimiz ürünlerde çeşit bazında yaşam döngüsü boyunca sera gazı salımı miktarlarını, Environmental Product Declarations (EPD) belgelerinde hesaplaması ve doğrulaması yapılmış olup Digital Environmental Hub for Global Construction Products ve The International EPD System platformlarında yayınlanmıştır.