EDITORS
PROF. DR. RAUL D.S.G. CAMPILHO
PROF. K. THAMIZHMARAN

12TH INTERNATIONAL ISTANBUL SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS ON LIFE, ENGINEERING, AND APPLIED SCIENCES PROCEEDINGS BOOK

ISBN: 978-975-00544-0-2



BZT ACADEMY

AFGHANISTAN, ALGERIA, AZERBAIJAN, BANGLADESH, CHINA, CZECH REPUBLIC, ETHIOPIA, INDIA, LAOS, MALAYSIA, MOROCCO, NAMIBIA, NIGERIA, NORTH MACEDONIA, PAKISTAN, PHILIPPINES, PORTUGAL, POLAND, RUSSIA, SPAIN, TÜRKIYE, UZBEKISTAN, VIETNAM, TURKISH REPUBLIC OF NORTHERN CYPRUS, SUDAN.

ISBN: 978-975-00544-0-2

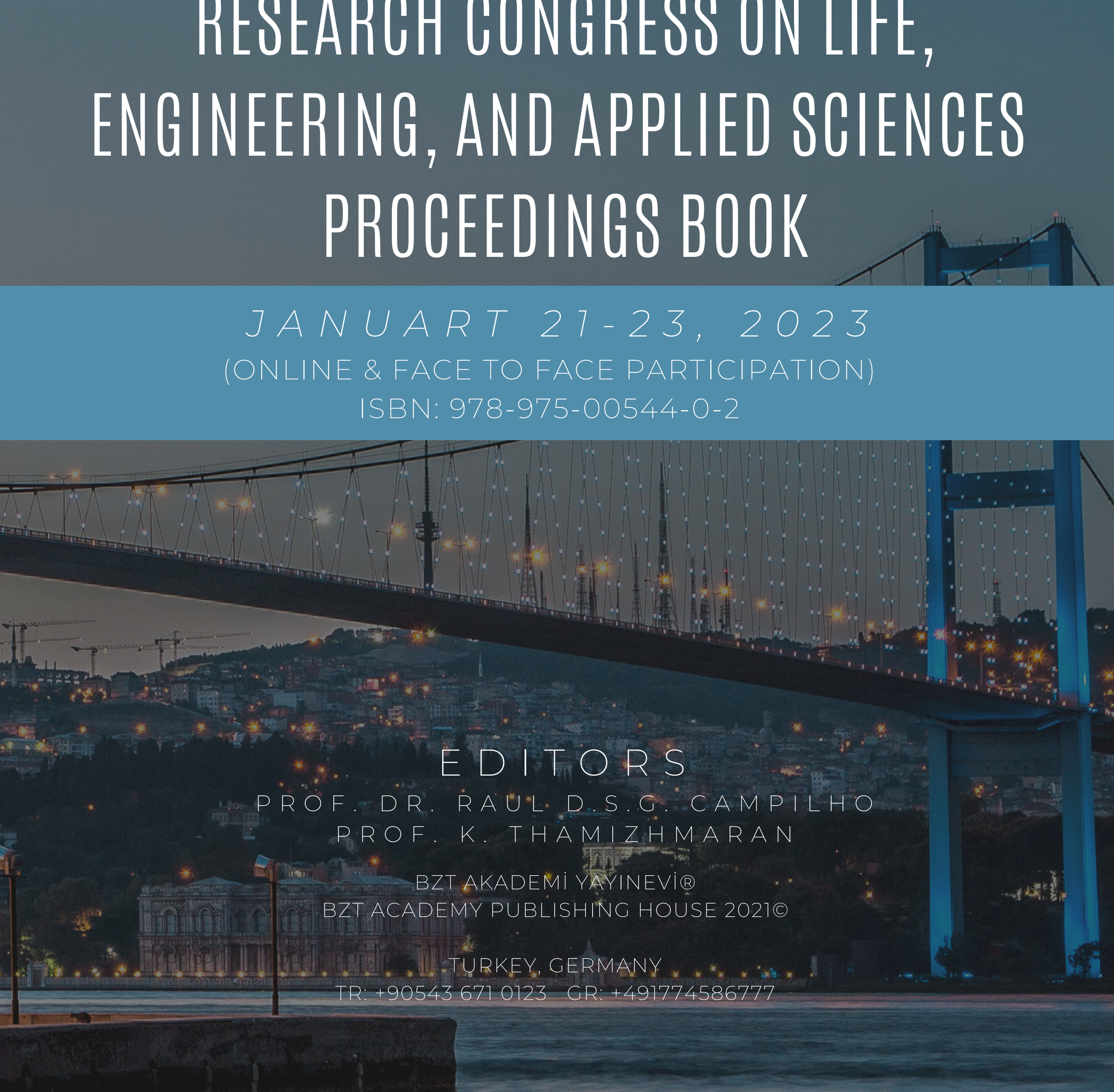
AFGHANISTAN, ALGERIA, AZERBAIJAN,
BANGLADESH, CHINA, CZECH REPUBLIC, ETHIOPIA,
INDIA, LAOS, MALAYSIA, MOROCCO, NAMIBIA,
NIGERIA, NORTH MACEDONIA, PAKISTAN,
PHILIPPINES, PORTUGAL, POLAND, RUSSIA, SPAIN,
TÜRKIYE, UZBEKISTAN, VIETNAM, TURKISH REPUBLIC
OF NORTHERN CYPRUS, SUDAN.

12TH INTERNATIONAL ISTANBUL SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS ON LIFE, ENGINEERING, AND APPLIED SCIENCES PROCEEDINGS BOOK

JANUART 21-23, 2023

(ONLINE & FACE TO FACE PARTICIPATION)

ISBN: 978-975-00544-0-2



EDITORS

PROF. DR. RAUL D.S.G. CAMPILHO

PROF. K. THAMIZHMARAN

BZT AKADEMİ YAYINEVİ®

BZT ACADEMY PUBLISHING HOUSE 2021©

TURKEY, GERMANY

TR: +90543 671 0123 GR: +491774586777

12th INTERNATIONAL İSTANBUL SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS ON LIFE, ENGINEERING, AND APPLIED SCIENCES

JANUARY 21-23, 2023
ONLINE & IN-PERSON PARTICIPATION
ZOOM & İSTANBUL, TURKIYE

CONGRESS PROCEEDINGS BOOK

EDITORS

PROF. DR. RAUL D.S.G. CAMPILHO
PROF. K. THAMIZHMARAN

BZT AKADEMİ YAYINEVİ®
TURKEY, GERMANY
TR: +90543 671 0123 GR: +491774586777
internationalistanbulcongress@gmail.com
https://www.internationalistanbulcongress.com/

All rights reserved
BZT AKADEMİ YAYINEVİ®
BZT ACADEMY PUBLISHING HOUSE
Publishing Date: 30.01.2023
ISBN: 978-975-00544-0-2

CONGRESS ID

CONGRESS NAME

12th INTERNATIONAL İSTANBUL CONGRESS ON LIFE, ENGINEERING, AND APPLIED SCIENCES

DATE AND VENUE

JANUARY 21-23, 2023

ONLINE & IN-PERSON PARTICIPATION (İSTANBUL, TÜRKİYE)

(FROM 25 DIFFERENT COUNTRIES)

ORGANIZERS & PARTICIPANT INSTITUTIONS

BZT Academy, Türkiye

Azerbaijan National Academy of Sciences, Azerbaijan

Qatar University, Qatar

Tetova University, North Macedonia

Mindano University, Philippines

Duisburg Essen University, Germany

Presidents of Organization Committee

Prof. M. SEENIVASAN

Prof. Dr. Raul D.S.G. CAMPILHO

President of Scientific Committee

Prof. K. THAMIZHMARAN

Prof. Dr. Raul D.S.G. CAMPILHO

President of Coordinators' / General Coordinator

Dr. Baha Ahmet YILMAZ

ACCEPTED PAPERS

47 Turkish Participants

64 Foreign Participants

%57.7 Foreign Participant Rate

%42.3 Turkish Participant Rate

REFUSED PAPERS

3 Foreign Participants

EVALUATION PROCESS

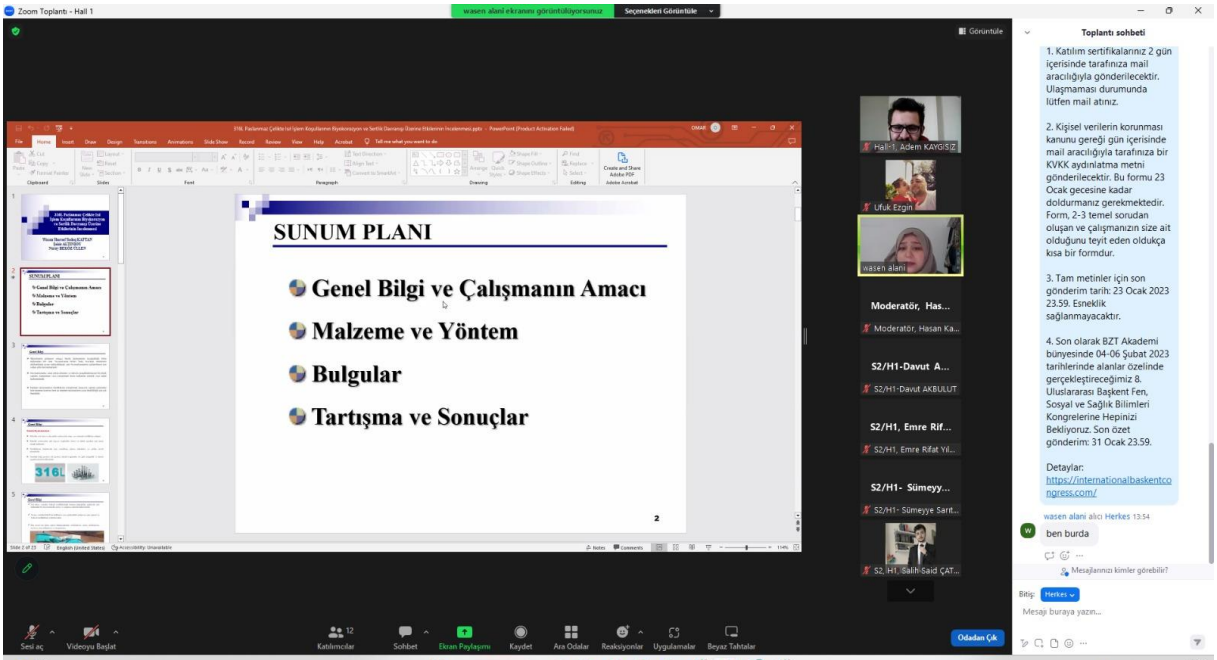
All Submissions Have Passed a Double-Blind Referee Evaluation Process

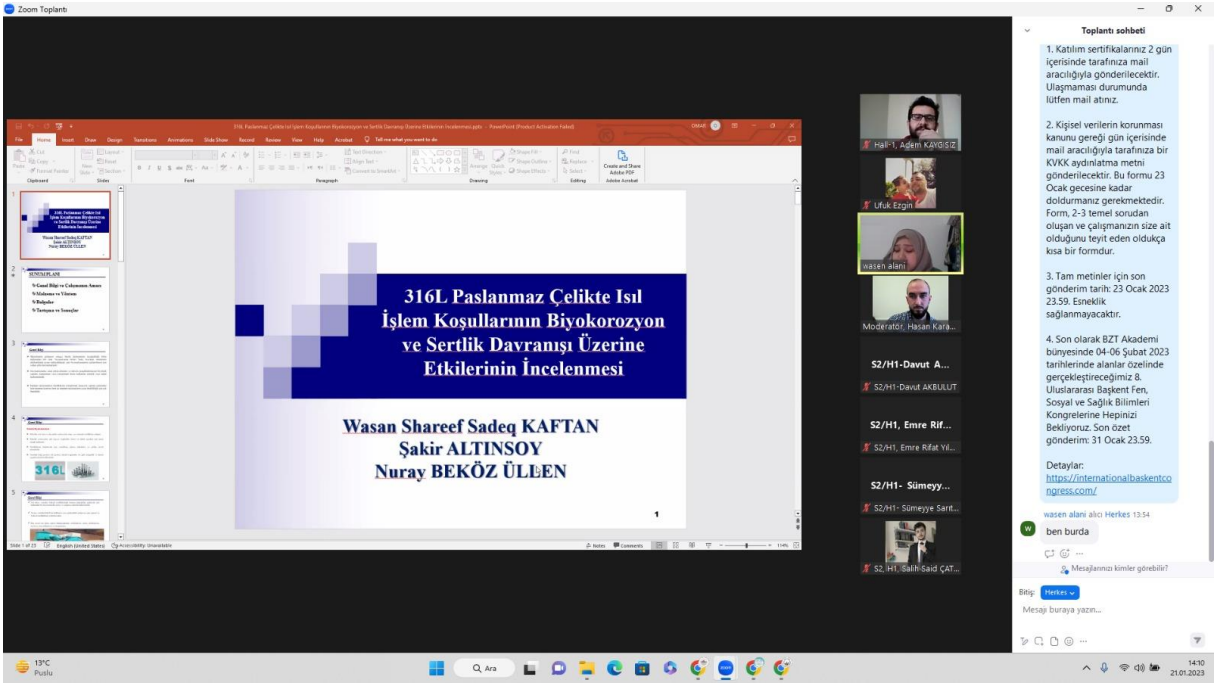
All Responsibility for the Works Belongs to the Author

SESSION (2)- HALL (1)

MEETING ID: 838 9808 8120
PASSWORD: 223185

	21.01.2023	Time: 13^{30}-17^{30} (Turkey Local time GMT+3)	MODERATOR: *Hasan KARAASLAN* COORDINATOR: *Spc. Ufuk EZGİN*
	Authors	**Affiliation**	**Topic title**
13^{30}-13^{45}	Emre Rifat YILDIZ Yıltan BITIRIM	*Eastern Mediterranean University, Turkish Republic of Northern Cyprus*	PERFORMANCE EVALUATION OF KNN FOR EMOTION AND VALENCE-AROUSAL CLASSIFICATIONS ON CASE DATASET
13^{45}-14^{00}	Davut AKBULUT Muhammed SAYRAÇ	*Sivas Cumhuriyet University, Türkiye*	SIMULATION OF BROADBAND AND HIGH-EFFICIENCY ANTI-REFLECTIVE COATINGS ON GERMANIUM OPTICS FOR LONG INFRARED ELECTRO-OPTICAL APPLICATIONS
14^{00}-14^{15}	Şakir ALTINSOY Wasan Shareef Sadeq KAFTAN Nuray BEKÖZ ÜLLEN	*Istanbul Yeni Yüzyıl University, Türkiye*	INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF HEAT TREATMENT CONDITIONS ON BIOCORROSION AND HARDNESS BEHAVIOR IN 316L STAINLESS STEEL
14^{15}-14^{30}	Adem KAYGISIZ Selda Topçu ŞENDOĞDULAR Levent ŞENDOĞDULAR	*Erciyes University, Türkiye*	INVESTIGATION OF THE CONTROL OF PHASE STRUCTURE IN P3HT/PCBM BASED ORGANIC PHOTOVOLTAIC SOLAR CELLS BY MIXING RATIOS AND CARBON DIOXIDE ANNEALING
14^{30}-14^{45}	Büşra ÇOLAK Yavuz Nuri ERTAŞ	*Erciyes University, Türkiye*	3D PRINTING OF NANORADIOSENSITIZER LOADED SCAFFOLD FOR EFFICIENT RADIOTHERAPY TREATMENT
14^{45}-15^{00}	Mahamoud Brahim ADOUM Betül KOÇ Seyit Gazi YILDIZ Buket DOĞAN	*Marmara University, Türkiye*	USING ASANA JIRA AND TRELLO MANAGEMENT TOOLS IN SOFTWARE PROJECTS
15^{00}-15^{15}	Neşe GENÇ Yelda Özden ÇİFTÇİ	*Gebze Technical University, Türkiye*	IN VITRO ROOT AND SHOOT CULTURES OF PISTACIA LENTISCUS
15^{15}-15^{30}	Safa TÜLEK Emre TİMUR	*Dokuz Eylül University, Türkiye*	PYTHON BASED MODELLING OF GROUND PENETRATING RADAR DATA
15^{30}-15^{45}	Salih Said ÇATALBAŞ Ali TİFTİKÇİ	*Sinop University, Türkiye*	NATURAL CONVENTION HEAT TRANSFER RESEARCH IN SELF HEATED PEBBLE BED
15^{45}-16^{00}	Ayşe Müberra BOYAR Mehmet Emin YÜKSEL	*Erciyes University, Türkiye*	DIAGNOSIS OF VALVULAR HEART DISEASES FROM HEART SOUND RECORDINGS BY USING DEEP CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS
16^{00}-16^{15}	Meltem KUM Selda Topçu ŞENDOĞDULAR Levent ŞENDOĞDULAR	*Erciyes University, Türkiye*	SYNTHESIS OF PEO POLYMERIZED ALOE VERA AND EUCALYPTUS OIL WOUND DRESSING FOR PRESSURE SORES
16^{15}-16^{30}	Sümeyye SARITAŞ Ufuk YORUR Burcu PEKDEMİR Melda KARYELİOĞLU Hatice DUMAN Sercan KARAV	*Elit Chocolate and Confectionery Industry Inc, Türkiye. Çanakkale Onsekiz Mart University, Türkiye*	FUNCTIONAL FOOD PRODUCTION FROM A2 COLOSTRUM
16^{30}-16^{45}	Hasan KARAASLAN Ali SILAHTAR	*Sakarya University, Türkiye*	GEOPHYSICAL METHOD IN DETERMINING THE CAUSE OF LANDSLIDE


Zoom Toplantı - Hall 1
wasen alani ekranını görüntülüyorsunuz
Seçenekleri Görüntüle
Görüntüle
SUNUM PLANI
Genel Bilgi ve Çalışmanın Amacı
Malzeme ve Yöntem
Bulgular
Tartışma ve Sonuçlar
2
Hall-1, Adem KAYGISIZ
Ufuk Ezgin
wasen alani
Moderatör, Has...
S2/H1-Davut A...
S2/H1, Emre Rif...
S2/H1- Sümeyy...
S2, H1, Salih Said ÇAT...
Toplantı sohbeti
1. Katılım sertifikalarınız 2 gün içerisinde tarafınıza mail aracılığıyla gönderilecektir. Ulaşmaması durumunda lütfen mail atınız.
2. Kişisel verilerin korunması kanunu gereği gün içerisinde mail aracılığıyla tarafınıza bir KVKK aydınlatma metni gönderilecektir. Bu formu 23 Ocak gecesine kadar doldurmanız gerekmektedir. Form, 2-3 temel sorudan oluşan ve çalışmanızın size ait olduğunu teyit eden oldukça kısa bir formdur.
3. Tam metinler için son gönderim tarihi: 23 Ocak 2023 23.59. Esneklik sağlanmayacaktır.
4. Son olarak BZT Akademi bünyesinde 04-06 Şubat 2023 tarihlerinde alanlar özelinde gerçekleştireceğimiz 8. Uluslararası Başkent Fen, Sosyal ve Sağlık Bilimleri Kongrelerine Hepinizi Bekliyoruz. Son özet gönderim: 31 Ocak 23.59.
Detaylar: https://internationalbaskentcongress.com/
wasen alani alıcı Herkes 13:54
ben burda
Mesajlarınızı kimler görebilir?
Bitiş: Herkes
Mesajı buraya yazın...
Sesi aç
Videoyu Başlat
Katılımcılar
Sohbet
Ekran Paylaşımı
Kaydet
Ara Odalar
Reaksiyonlar
Uygulamalar
Beyaz Tahtalar
Odadan Çık
13°C Puslu
Ara
14:10 21.01.2023


Zoom Toplantı
316L Paslanmaz Çelikte Isıl İşlem Koşullarının Biyokorozyon ve Sertlik Davranışı Üzerine Etkilerinin İncelenmesi
Wasan Shareef Sadeq KAFTAN
Şakir ALTINSOY
Nuray BEKÖZ ÜLLEN
1
Hall-1, Adem KAYGISIZ
Ufuk Ezgin
wasen alani
Moderatör, Hasan Kara...
S2/H1-Davut A...
S2/H1, Emre Rif...
S2/H1- Sümeyy...
S2, H1, Salih Said ÇAT...
Toplantı sohbeti
1. Katılım sertifikalarınız 2 gün içerisinde tarafınıza mail aracılığıyla gönderilecektir. Ulaşmaması durumunda lütfen mail atınız.
2. Kişisel verilerin korunması kanunu gereği gün içerisinde mail aracılığıyla tarafınıza bir KVKK aydınlatma metni gönderilecektir. Bu formu 23 Ocak gecesine kadar doldurmanız gerekmektedir. Form, 2-3 temel sorudan oluşan ve çalışmanızın size ait olduğunu teyit eden oldukça kısa bir formdur.
3. Tam metinler için son gönderim tarihi: 23 Ocak 2023 23.59. Esneklik sağlanmayacaktır.
4. Son olarak BZT Akademi bünyesinde 04-06 Şubat 2023 tarihlerinde alanlar özelinde gerçekleştireceğimiz 8. Uluslararası Başkent Fen, Sosyal ve Sağlık Bilimleri Kongrelerine Hepinizi Bekliyoruz. Son özet gönderim: 31 Ocak 23.59.
Detaylar: https://internationalbaskentcongress.com/
wasen alani alıcı Herkes 13:54
ben burda
Mesajlarınızı kimler görebilir?
Bitiş: Herkes
Mesajı buraya yazın...
13°C Puslu
Ara
14:10 21.01.2023

316L PASLANMAZ ÇELİKTE ISIL İŞLEM KOŞULLARININ BİYOKOROZYON VE SERTLİK DAVRANIŞI ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Şakir ALTINSOY[1*], Wasan Shareef Sadeq KAFTAN[2], Nuray BEKÖZ ÜLLEN[3]

[*1]İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, İstanbul / Türkiye.
0000-0002-1893-2266

[2]İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, İstanbul / Türkiye.
0000-0001-7844-745X

[3]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, İstanbul / Türkiye.
0000-0003-2705-2559

ÖZET

Biyometaller arasında östenitik paslanmaz çelikler, yüksek mekanik dayanımı ve daha ekonomik bir seçenek olmasından dolayı son yıllarda gittikçe artan bir potansiyele sahiptir. 316L paslanmaz çeliklerden yapılan tıbbi implantlar, çeşitli ortopedik uygulamalarında yaygın ve başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Fakat malzemenin düşük korozyon direncine sahip olması biyomedikal uygulamalar için implant malzemeleri olarak kullanımını sınırlamaktadır. Isıl işlem uygulanması çeliklerin mikroyapısında tane boyutunu etkileyerek korozyon davranışını değiştirmektedir. Bu özelliğinin yanı sıra ısıl işlem, yüzeyde oluşan oksit filmler aracılığıyla biyokorozyon ve sertlik özeliklerini etkileyerek yüzeyi modifiye etmektedir.

Bu çalışmada, 316L östenitik paslanmaz çeliğe yüksek sıcaklık ısıl işlemi uygulanarak farklı ortamlarda (su, yağ ve hava) soğutma yapılmış ve mikroyapıda oluşan faz dönüşümlerinin korozyon ve sertlik davranışı üzerine etkileri incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda ısıl işlem uygulanmış numunelere taramalı elektron mikroskobu (SEM), enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi (EDS), elektrokimyasal korozyon ve sertlik deneyleri yapılmıştır. Deney sonuçlarına göre ısıl işlem ile değişen mikroyapının korozyon ve sertlik özelliklerini etkilediği belirlenmiştir. Özellikle yağ ve havada gerçekleştirilen soğutma işlemi sonrasında parçaların korozyon direnci artışı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: 316L paslanmaz çelik, ısıl işlem, biyokorozyon, sertlik.

Investigation of the Effects of Heat Treatment Conditions on Biocorrosion and Hardness Behavior in 316L Stainless Steel

ABSTRACT

Among the biometals, austenitic stainless steels have gained an increasing potential in recent years due to their high mechanical strength and being more economical. Medical implants made from 316L

stainless steels are widely and successfully used in various orthopedic applications. However, its low corrosion resistance limits its use as implant materials for biomedical applications. The change in the microstructure of the steels with heat treatment also affects the grain size and changes the corrosion behavior. In addition to this feature, heat treatment modifies the surface by affecting the biocorrosion and hardness properties through the oxide films formed on the surface.

In this study, 316L austenitic stainless steel was cooled in different environments (water, oil and air) by applying high temperature heat treatment and the effects of phase transformations in the microstructure on corrosion and hardness behavior were investigated. For this purpose, scanning electron microscopy (SEM), energy dispersive X-ray spectroscopy (EDS), electrochemical corrosion and hardness tests were performed on heat treated samples. According to the test results, it was determined that the microstructure changed as a result of heat treatment affected the corrosion and hardness properties. Especially after cooling in oil and air, an increase in corrosion resistance of the parts was observed.

Keywords: 316L stainless steel, heat treatment, biocorrosion, hardness.

1. GİRİŞ

Malzemelerin geliştirilmesi, ilerleyen teknoloji ile araştırmacıların üzerinde çalıştığı en önemli konulardan birisi haline gelmiştir. Teknolojinin gelişmesi, yaşam kalitesinin artması için ihtiyaç duyulan ürünleri sağlamaktadır. Teknoloji, zaman, maliyet ve kalite gibi kavramların etkisi ile gelişerek devam etmektedir (Groover, 2010). Medikal implantlar biyomedikal sektörde birçok alanda kullanılmaktadır. Bunlar; omurilik kırıkları, ayak ve el bileği, yapay diş uygulamaları, kalça, diz, omuz, dirsek ve vücut damarlarında meydana gelen daralma veya anevrizma gibi durumlarda vücut içerisine yerleştirilmek üzere çeşitli kullanım alanları vardır. Teknolojinin ilerlemesi ve implantların kullanım alanının geniş olması, implant üretim yöntemlerinin de gelişmesine sebep olmuştur. Her geçen gün ortopedik uygulamalarında için geliştirilmiş biyomalzemelere ve işleme teknolojilerine ihtiyaç artmaktadır. Biyomalzemeler, vücut içerisinde artık işlevini gerçekleştiremeyen biyolojik yapıların yerini alan veya bu yapılara destek olması için doğal veya yapay olarak elde edilen malzemelerdir. Dünya çapındaki nüfus artışı medikal implant içeren cerrahi prosedürlerin sayısının hızla artmasına neden olmuştur. Metalik malzemeler, seramik veya polimerik malzemelere göre yüksek mekanik dayanım ve kırılma tokluğu nedeniyle yük taşıma uygulamalarında daha fazla tercih edilmektedir (Metikoš-Huković ve diğ., 2006; Virtanen, 2008). Paslanmaz çelikler, Co alaşımları ve Ti alaşımları esas olarak metalik biyomalzemelerin imalatında kullanılmaktadır. 316L östenitik paslanmaz çelik, biyomedikal uygulamalarında kullanılan tek paslanmaz çeliktir (Niinomi, 2008).

Paslanmaz çelikler sahip oldukları üstün korozyon dayanımları, farklı mekanik özelliklere sahip türlerinin bulunması, düşük ve yüksek sıcaklıklarda kullanılabilmeleri, şekil verme kolaylığı gibi özelliklere sahip olduklarından günümüz endüstrisinin vazgeçilemez malzemelerinden biridir. Dünya üzerinde bir yılda 20 milyon ton civarında paslanmaz çelik tüketilmektedir. Kullanılmak istenen parçanın ömrünün belirlenmesi için gerekli testler yapıldıktan sonra ekonomik olan tercih edilir. Diğer çeliklere göre pahalı olan paslanmaz çelikler uzun ömürlü olmaları, geri dönüşüm sağlanabilmesi ve çevre dostu özellikleri ile avantajlı ve tercih edilen bir malzemedir. 540ºC'ye kadar oksidasyona karşı gösterdikleri dayanımdan dolayı gıda endüstrisi, biyomedikal, depolama ve basınç tankları, ev özellikle araç gereçleri, demiryolu taşıtları ve makine parçaları gibi birçok ürünün üretiminde kullanılmaktadırlar (Odabaş, 2004; Smith, 2000; Tülbentçi and Kaluç,1994).

Paslanmaz çelikler genellikle beş farklı grup altında toplanmaktadır. Bunlar; Ferritik, Östenitik, Martensitik, Çift fazlı (Dubleks) ve Çökelmeyle sertleştirilmiş paslanmaz çeliklerdir (Anık,1981). Paslanmaz çelikler içerisinde en yaygın olarak kullanılan grup östenitik paslanmaz çeliklerdir (Shin ve Lee, 2014). Östenitik paslanmaz çelik içinde bulunan, krom ve nikel alaşım elementleri bu tür çeliğe korozyon direnci kazandırır. Genel olarak, bu malzemeler yüksek derecede şekillendirme yeteneğine sahip olmasının yanında karmaşık ve derin geometrilerin üretilmesine imkân sağlar (Kanbollu, 1996;

Shin ve Lee, 2014). Bunun sonucunda, imalat ve işleme maliyeti büyük ölçüde azaltılabilir. korozyon direnci, çok yoğun ve koruyucu bir Cr_2O_3 (ince pasif yüzey) tabakasının oluşmasına dayanmaktadır. Oluşan bu tabakanın kırılmasıyla çelik bölgesel olarak korozif saldırıya maruz kalır ve bu şekilde aktif hale gelen bölgede korozyon ilerlemeye devam eder. Bu sebeple gerilmeli ve tane sınırı korozyonu, çukurcuk ve çatlak korozyonu gibi bölgesel korozyon tipleri görülmeye başlar (Anık,1981). Malzemelerin mikroyapısını değiştirerek korozyon davranışlarını değiştirmek mümkündür. Isıl işlem, katı halde olan metal ve alaşımlarının özelliklerini değiştirmek için uygulanan ısıtma ve soğutma işlemidir. Uygulanan ısıtma ve soğutma işlemleri kontrollü bir şekilde yapılır. Yapılan işlem sonucu malzemeyi oluşturan atomlar hareketlilik kazanıp yeni konumlarına doğru yayılırlar. Isıl işlem sayesinde malzemelere sertlik, dayanım, darbelere karşı direnç, kimyasal bileşimi ve kristal yapısı değişimi ile yeni özellikler kazandırılabilmektedir.

Literatürde, 316L östenitik paslanmaz çeliklerinin mikroyapı ve mekanik özellikleri üzerine birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmada, farklı ısıl işlem parametreleri ve ortam koşulları uygulayarak 316L östenitik paslanmaz çeliğinin biyolojik ve mekanik özelliklerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Yaptığımız çalışmada özellikle soğutma şartlarının 316L çeliğinin sertlik, iç yapı ve biyokorozyon özelliklerine etkisi incelenecektir. Elde edilen sonuçlar literatüre ile karşılaştırılarak tartışılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada, Birçelik Paslanmaz Çelik Tic. A. Ş.'den temin edilen 30 mm çapında 316L östenitik paslanmaz çelik çubuklar kullanılmıştır. Deneysel çalışmada kullanılan 316L östenitik paslanmaz çeliğin kimyasal bileşimi Tablo 1'de verilmiştir.

Table 1. Deneylerde kullanılan 316L malzemesinin kimyasal bileşimi

Element	C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	N	P	S	Mo	Fe, %
316L	0,017	1,29	0,416	16,60	10,06	0,427	0,037	0,031	0,023	2,503	Kalan

316L östenitik paslanmaz çelik parçalarının ortogonal yüzey tornalama işlemi YouJi Machine İndustrial Co. Ltd. tarafından üretilen CNC tezgâhta yapılmıştır. Tüm işlemlerde kesme sıvısı olarak %5 ESTRA metal işleme sıvısı ve % 95 su karışımı kullanılmıştır. İş parçaları 50 m/dak kesme hızı, 0,10 mm/dev ilerleme hızı ve 0,4 mm kesme derinlikleri kullanılarak Ø 25 x 2,5 mm boyutlarında hazırlanmıştır. İstenilen tokluk, sertlik ve dayanımın elde edilmesi için deneyde kullanılacak olan numunelere Censaş Isıl İşlem firmasında vakum fırınlarında ısıl işlem uygulanmıştır. Isıl işlem (tavlama işlemi) 3 aşama olarak uygulanmıştır. Deneylerde soğutma ortamı olarak su, hava ve yağ ~~olarak~~ kullanılmıştır. Tablo 2'de ısıl işlem ayrıntıları verilmiştir. Deney numunelerinin Rockwell HRB sertlik ölçümleri, İnnovatest markalı Versuz 750 CCD modelli cihaz kullanılarak her numunenin 3 farklı bölgesinden ölçümler yapılmış ve bu ölçümlerin ortalaması alınmıştır.

Table 2. Isıl işlem parametreleri

Malzeme	Numune Sayısı	Sıcaklık	Bekleme Süresi	Soğutma Ortamı
316L	5	1100 ºC	20 dak.	Su
				Yağ
				Hava

Elektrokimyasal korozyon çalışmaları, bilgisayar kontrollü potansiyostat (Arayüz 1000 Potansiyostat, Gamry, ABD) kullanılarak simüle edilen vücut sıvısı solüsyonunda gerçekleştirilmiştir. Tüm deneyler

oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Cam korozyon testi hücresinin hacmi 1000 ml kullanılmıştır. 1,0 mV/s tarama hızında OCP ile ilgili olarak numuneleri -250 mV 'den +250 mV 'ye (SCE karşısında) polarize ederek Tefal eğrileri elde edilmiştir.

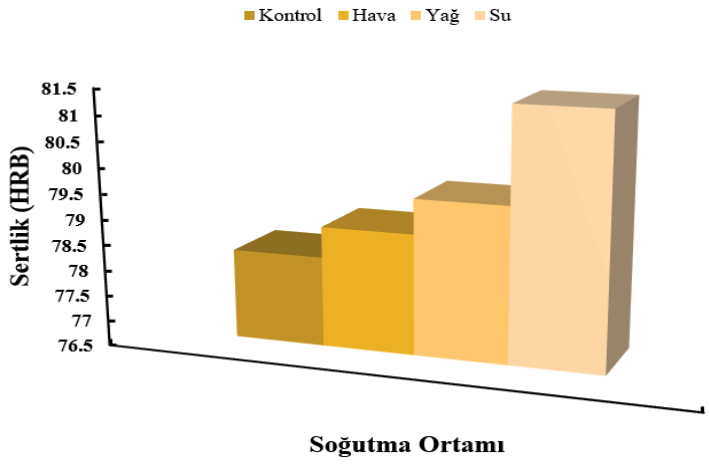
Isıl işlem görmüş deney numunelerin görüntü analizleri; FEI marka Quanta FEG250 model Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile farklı büyütmelerde yapılmıştır. Numunelerin SEM görüntüleri; soğutma ortamlarına göre farklı değişken parametrelere göre verilmiştir. Deney Numunelerinin tane boyutu ölçüm işlemlerinde ImageJ programı kullanılmıştır.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada kullanılan numune parçalarına ısıl işlem uygulanarak farklı soğutma şartları sağlanmıştır. Uygulanan soğutma şartlarının 316L çeliğinin sertlik, biyokorozyon direnci ve mikroyapısı üzerine olan etkileri incelenmiştir.

3.1. Sertlik Sonuçları

Malzeme biliminde sertlik, aşınma ile başlatılan bölgesel plastik deformasyona karşı direncin ölçüsüdür. Genel olarak, farklı malzemeler sertlik açısından farklılık gösterir; örneğin, titanyum (Ti) ve berilyum (Be) gibi sert metaller sodyum, bazı metal ve genel plastikler gibi yumuşak metallere kıyasla daha serttir. Kontrol, hava, yağ ve su soğutma yöntemine göre her ortamdan 5 adet numunenin üç farklı noktasından sertlik ölçümleri yapılmıştır ve numunelerin her biri için incelemenin sonucunda sertlik ortalaması verilmiştir. Elde edilen sonuçların daha net bir şekilde anlaşılması için sertlik ortalaması grafiği çizilmiştir. Şekil 1'de sertlik ortalama sonuçlar gösterilmiştir.



Şekil 1. Sertlik ortalama sonuçları

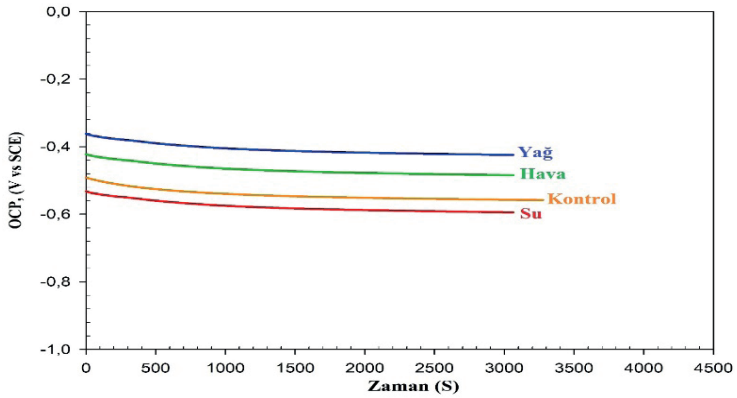
Şekil 1' de verilen sonuçlar incelendiğinde; kontrol numunesindeki ortalama sertlik değerinin 78,26 (HRB)'den hava, yağ ve su soğutma ortamlarında sırasıyla; 78,86 HRB, 79,54 HRB 81,40 HRB'ye kadar yükseldiği tespit edilmiştir. Hava ve kontrol numunesi arasında %1, yağ ve hava arası % 1, su ve yağ arası % 2, yağ ve kontrol arası % 2 ve su ve kontrol arası % 4 sertlik artışı ölçülmüştür. En fazla artış su ve kontrol numunesi arasında ölçülmüştür.

3.2. Biyokorozyon Sonuçları

Metalik malzemeler ve çevresi arasındaki fizikokimyasal etkileşimler korozyona neden olmaktadır. Elektrokimyasal korozyon, elektronların sıfır değerlikli metalden harici elektron alıcısına transferini

kapsayan ve metal iyonlarının çevre ortama salınmasına ile metalin bozunmasına neden olan kimyasal bir reaksiyondur.

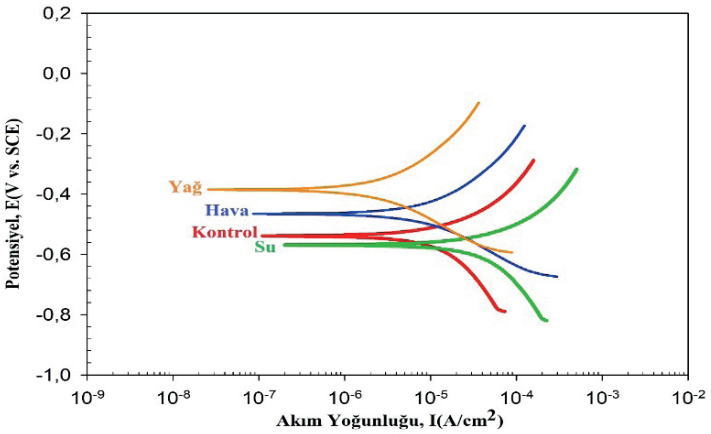
Şekil 2'de; 316L paslanmaz çeliğinin Açık Devre Potansiyel (OCP) testi sonucu gösterilmiştir. OCP ölçüm deneylerinin temel amacı yapılan test şartları altında malzemenin korozyona karşı olan potansiyelinin ölçülmesi ve korozyona karşı istikrarlı yüzey filminin oluşturma potansiyelinin belirlenmesidir. Şekil 2'de (OCP)–zaman grafiği incelendiğinde; su ile soğutma işlemi dışında diğer soğutma şartlarında yüzeylerde koruyucu film oluşturduğu görülmektedir. Kontrol malzemesinde (OCP) değeri -0,50 (V) iken bu değerin yağ ile soğutma şartları sonucu -0,36 (V)'a doğru kaydığı görülmektedir. Hava ile soğutma işlemi sonucu, (OCP) değerinin kontrol numunesine göre; -0,43 (V)'a kadar yükseldiği görülmektedir. Ancak su ile soğutma işlemi sonucu (OCP) değerinin -0,54 (V)'a kadar azaldığı da tespit edilmiştir. 316L kontrol malzemesine göre; yağ ile soğutma şartları altında bu numunelerin korozyona karşı direncinin % 28 oranında arttığı görülmektedir. Ayrıca bu çalışmada (OCP) değerinde hava ve kontrol numuneleri arası % 14 ve yağ ve hava numuneleri arası %16 artış da tespit edilmiştir. Şekil 2'de görüldüğü gibi su ve kontrol numuneleri arasındaki korozyon direncinde % 8 azalma ölçülmüştür. Bu şekillerde gösterildiği gibi, Açık Devre Potansiyel (OCP) sonucunda çizgi sıfıra ne kadar yakınsa numune o kadar korozyona karşı dirençli olduğunu söylenebilir.



Şekil 2. 316L Açık Devre Potansiyel testi sonucu

316L parçalarının korozyon direncindeki değişiklikleri gözlemlemek için yapılan bir diğer test ise potansiyodinamik polarizasyon testidir. Şekil 3'te 316L parçasının Tefal eğrisi gösterilmiştir. Isıl işlem sonrasında soğutma yöntemine göre 316L östenitik paslanmaz çelik parçalarının korozyona karşı direnç değerlerinde farklılık çok net bir şekilde görülmektedir. Düşük korozyon akımı ve yüksek korozyon potansiyeli düşük korozyon hızı ve yüksek aşınma dayanımı olarak ifade edilir (He ve diğ., 2019; Matik, 2019).

Elde edilen Tefal eğrisinin sonuçlarında soğutma şartlarının değişmesiyle katodik alana doğru potansiyel değişimler açıktır. Korozyon yüzeyinin pasifleştirme eğiliminin katodik alana doğru gerilim değişimleri ile azaldığını anlaşılmaktadır. Bununla birlikte, elde edilen değerleri incelerken korozyon dayanımının suyla soğutulan bir numunede daha düşük olduğu ve diğer numunelere göre dayanım açısından en düşük olduğu çok net bir şekilde görülmektedir. Korozyon direncinin yağ ile soğutulan numunede, daha sonra hava ile soğutulan numunede ve sonrasında ısıl işlem görmeyen kontrol numunesinde daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçları Açık Devre Potansiyel (OCP) eğri sonuçları da desteklemektedir.

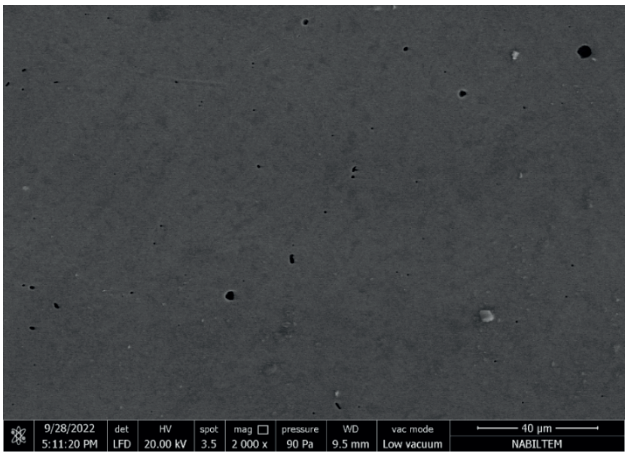


Şekil 3. 316L Tefal eğrisi

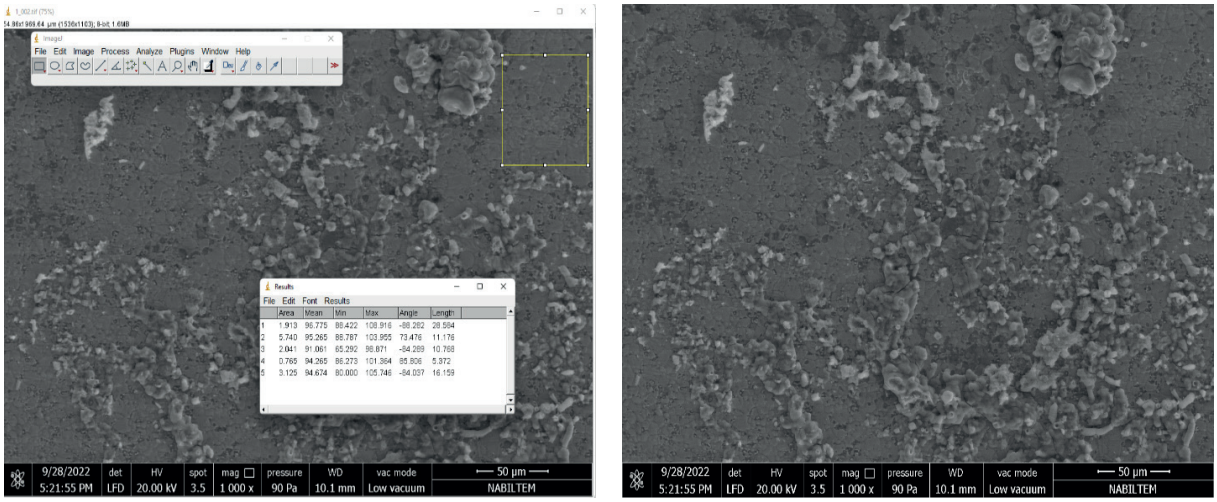
Isıl işlem sonucu parçaların Ringer çözeltisi içerisindeki polarizasyon davranışı ısıl işlem öncesi numune ile benzer rejim göstermiştir. Isıl işlem sonrası yağ ve havada soğutma sonrası parçaların tansiyellerinin daha soy değerlere sahip olduğu şekilden görülmektedir. Özellikle yağda soğutma sonrası Tafel eğrileri daha düşük akım yoğunluğu ve yüksek potansiyel göstermiştir. Bu durum biyometalik olan 316L malzemenin ısıl işlem sonrası değişen mikroyapısının elektrolit içerisine doğru iyon salınımın daha az olduğunu göstermektedir. Isıl işlem sonrası değişen mikroyapı elektrokimyasal dataların değişmesine ve pasif alanlarda dataların saçılmalarına neden olmaktadır (Sánchez-Hernández ve diğ., 2014). Biyouyumlulukla ilgili bu sonuç vücut içerinde kullanılan implantlar açısından önem arz eder.

3.3. SEM Analiz Sonuçları

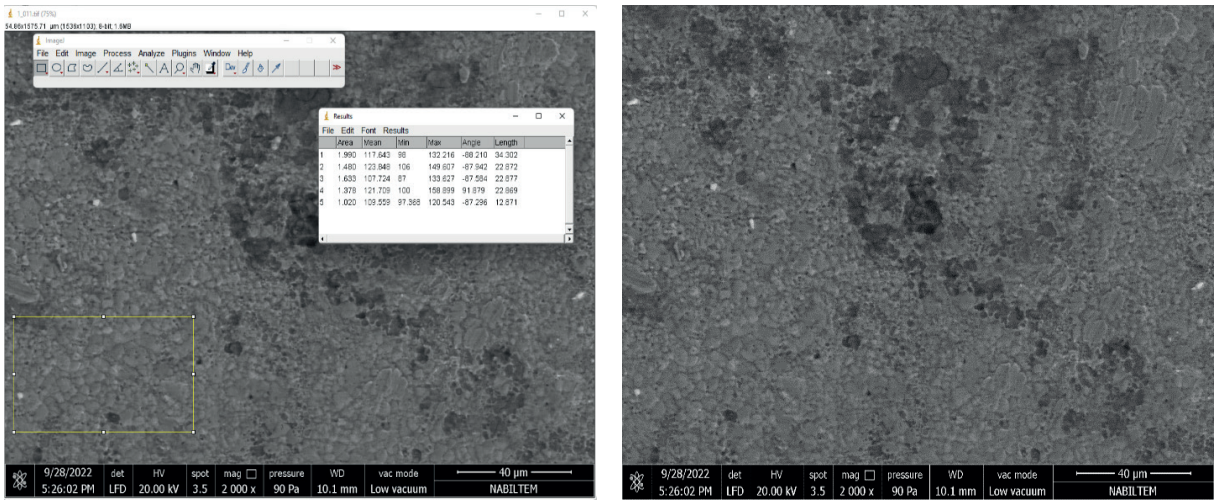
Metal malzemelerin özellikleri tane boyutu ile kontrol edilebilir. Malzeme içinde bulunan dislokasyonların ilerlemeye devam etmesi tane sınırlarının oluşmasıyla son bulur. Dolaysıyla tane sınırları dislokasyonlar için engel oluşturur. Ticari olarak piyasada satılan metal malzemelerin tane sınırları arasında metal veya metal olmayan yabancı atıklar bulunabilmektedir. Uygulanan yüksek sıcaklıktaki ısıl işlem neticesinde bu kalıntılar çözülür ve esas metalin kristal yapısı içerisine girer. Bu şekilde sınır tabakaları ortadan kalktığından aynı özellikteki taneler yan yana gelir ve küçük taneler zamanla büyük tanelere dahil olur (Krautkramer, 2000). Bu çalışmada ısıl işlem soğutma ortamlarının 316L çeliğinin tane boyutu ve buna bağlı olarak sertlik ve mukavemet üzerine olan etkileri arasında bağlantı kurmak amaçlı SEM görüntülerinin alınmasına gerek duyulmuştur. Şekil 4, Şekil 5, Şekil 6 ve Şekil 7'de sırasıyla; 316L paslanmaz çeliğin SEM ısıl işlem görmeyen (kontrol) görüntüsü, 316L paslanmaz çeliğin su ortamında soğutma işlemi yapılmış SEM görüntüsü, 316L paslanmaz çeliğin yağ ortamında soğutma işlemi yapılmış SEM görüntüsü ve 316L paslanmaz çeliğin hava ortamında soğutma işlemi yapılmış SEM görüntüsü verilmiştir.



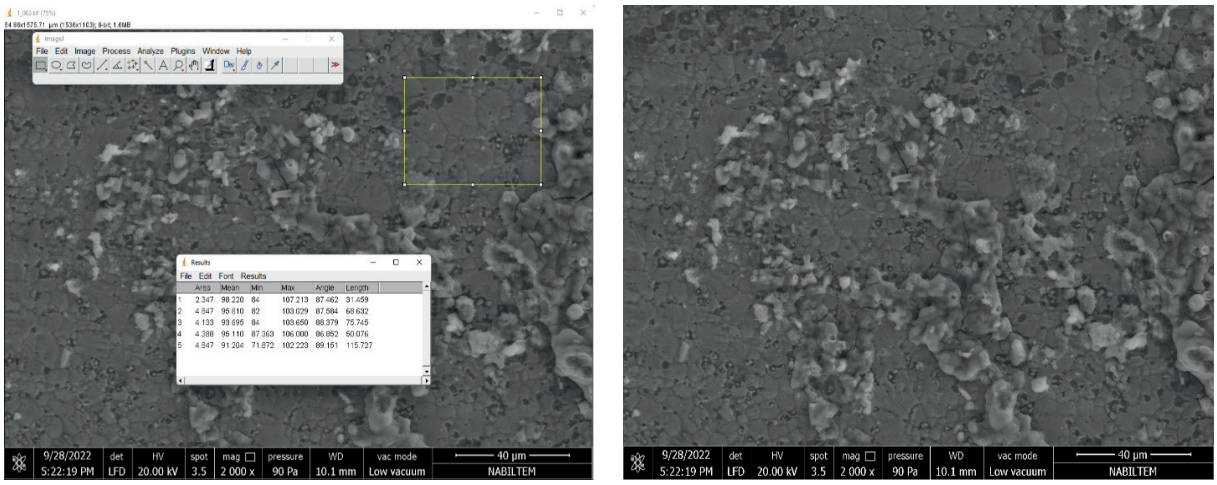
Şekil 4: 316L SEM görüntüsü (Kontrol)



Şekil 5: 316L SEM görüntüsü (Su)



Şekil 6: 316L SEM görüntüsü (Yağ)



Şekil 7: 316L SEM görüntüsü (Hava)

Şekil 4'te kontrol numunesinden alınan SEM görüntüsünün çok net olmamasının yanı sıra çukur şeklinde malzeme hatalarına rastlanmıştır. Ferrit ve perlit fazları görülmekte ancak tane boyutlarının belirlenmesi çok mümkün olmamıştır.

Şekil 5'te su ortamında soğutulan parçaların tane büyümesi için yeterli sürenin olmaması sonucu tane boyutları çok küçük ve homojen olduğu tespit edilmiştir. ImageJ programı kullanım sonucu tane boyutlarının ortalama olarak (15µm) olduğu görülmüştür. Şekil 6'da yağ ortamında soğutulan parçaların tane boyutlarının su ortamına göre %53 daha büyük olduğu yaklaşık olarak (23µm) boyutu civarında olduğu ölçülmüştür. Şekil 7'de hava ortamında soğutulan numunesinin içyapısında, tane boyutlarının birbirlerinden çok farklı boyutlarda olduğu ve bazı tanelerin diğerlerine göre fazla irileştiği gözlenmektedir. Fakat diğer numunelerde homojen bir dağılım gözlenmektedir. Hava ortamında parçaların tane büyümesi için yeterli süreye sahip olduklarından dolayı tane boyutu yağ ortamına göre %196 daha büyük olduğu, yaklaşık olarak (68µm) boyutunda olduğu tespit edilmiştir.

4. GENEL SONUÇLAR

Bu çalışmada elde edilen genel sonuçlar aşağıdaki gibidir:

- Soğutma şartlarının malzemenin sertlik değerleri üzerinde etkisi olmuştur. Sertlik sonuçlarında suda soğutulmuş numunelerin değişik sonuçlar gösterdiği görülmüştür. Bu durum mikroyapıdaki ferrit oranıyla alakalı olduğu açıklanabilir. Kontrol numunesinde ferrit östenit dengeli bir orandadır ve sertlik ısıl işlem görmüş numunelerden düşük çıkmıştır (Özer, 2021).
- Isıl işlem sonrasında soğutma yöntemine göre 316L östenitik paslanmaz çelik parçalarının korozyona karşı direnç değerlerinde farklılık çok net bir şekilde görülmüştür. OCP ve Tefal eğrilerinden elde edilen değerlere göre; korozyon dayanımının suyla soğutulan bir numunede diğer numunelere göre en düşük olduğu çok net bir şekilde görülmüştür. Düşük korozyon akımı ve yüksek korozyon potansiyeli düşük korozyon hızı ve yüksek aşınma dayanımı olarak ifade edilir (He ve diğ., 2019; Matik, 2019).
- Kontrol numunesinden alınan SEM görüntüsünde kontrol numunesinde çukur şeklinde malzeme hatalarına rastlanmıştır. Su ortamında soğutulan parçaların tane büyümesi için yeterli sürenin olmaması sonucu tane boyutları çok küçük ve homojen olduğu tespit edilmiştir. Tane boyutlarının ortalama olarak (15µm) olduğu ölçülmüştür. Yağ ortamında soğutulan parçaların tane boyutlarının su ortamına göre %53 daha büyük olduğu yaklaşık olarak (23µm) boyutu civarında olduğu ölçülmüştür.

- Hava ile soğuta şartları altında parçalar tane büyümesi için yeterli süreye sahip olmuşlardır. Tane boyutu yağ ortamına göre daha büyük olduğu tespit edilmiştir (Shirdel ve diğ., 2014; Şenel ve diğ., 2021,; Xuan ve diğ., 2008).

TEŞEKKÜR

İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Araştırma Görevlisi Fatma Zehra KÖSE 'ye yardımlarından dolayı sonsuz teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Anık S 1981. Kaynak teknolojisi. Cilt 3, 27-33: İstanbul: Makine Fakültesi İTÜ.

Groover MP 2010. Principles of modern manufacturing. New York: John Wiley & Sons.

He X, Song RG, Kong DJ 2019. Microstructure and corrosion behaviour of lasercladding Al-Ni-TiC-CeO_2 composite coatings on S355 offshore steel. Journal of Alloys and Compounds, 770: 771-783.

Kanbollu S 1996. Östenitik krom nikelli paslanmaz çeliklerin kaynak özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Krautkramer MB 2000. Nondestructive material testing with ultrasonics - Introduction to the basic principles. The e-Journal of Nondestructive Testing & Ultrasonics, ISSN: 1435-4934 5: 9.

Matik U 2019. Corrosion resistance of electroless NiP/NiB duplex coating. UDCS'19 Fourth International Iron and Steel Symposium, 4-6 April 2019, Karabuk. 10-12.

Metikoš-Huković M, Pilić Z, Babić R, Omanović D 2006. Influence of alloying elements on the corrosion stability of CoCrMo implant alloy in Hank's solution. Acta Biomaterialia. 2(6): 693-700.

Niinomi M 2008. Metallic biomaterials. Journal of Artificial Organs. 11(3):105-110.

Odabaş C 2004. Paslanmaz çelikler, temel özellikleri, kullanım alanları, kaynak yöntemleri. İstanbul: kaynak Tekniği Sanayi.

Özer G 2021. 1.4462 (AISI 2205) dubleks paslanmaz çelikte ısıl işlem koşullarının faz değişimi, sertlik ve korozyon davranışı üzerine etkilerinin incelenmesi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi.10(1): 426-431.

Sánchez-Hernández ZE, Domínguez-Crespo MA, Torres-Huerta AM, Onofre-Bustamante E, Andraca Adame J, Dorantes-Rosales H 2014. Improvement of adhesion and barrier properties of biomedical stainless steel by deposition of YSZ coatings using RF magnetron sputtering. Materials characterization, 91: 50–57.

Shin JH, Lee JW 2014. Effects of twin intersection on the tensile behavior in high nitrogen austenitic stainless steel. Materials Characterization, 91: 19–25.

Shirdel M, Mirzadeh H, Habibi Parsa M 2014. Microstructural evolution during normal/abnormal grain growth in austenitic stainless steel. Metallurgical and Materials Transactions A, 45(11): 5185-5193.

Smith WF 2000. Paslanmaz çelikler, mühendislik alaşımlarının yapı ve özellikleri. Cilt 1, Çeviri: Erdoğan M, Ankara.169-214.

Şenel S, Koçar O, Kocaman E, Özdamar O. 2021. AISI 430 çeliklerin derin kroyonejik işlem sonrası mekanik ve mikroyapısal özelliklerinin incelenmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (32): 1000-1005.

Tülbentçi K, Kaluç E 1994. Geçmişten günümüze paslanmaz çelikler. META, 20: 47-52.

Virtanen S, Milošev I, Gomez-Barrena E, Trebše R, Salo J, Konttinen YT 2008. Special modes of corrosion under physiological and simulated physiological conditions. Acta biomaterialia. 4(3): 468-476.

Xuan FZ, Huang X, Tu, ST 2008. Comparisons of 30Cr2Ni4MoV rotor steel with different treatments on corrosion resistance in high temperature water. Materials & Design, 29(8): 1533-1539.