

ULUSLARARASI HAKEMLİ MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ DERGİSİ

INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF ENGINEERING AND SCIENCES

PRINT ISSN: 2148-4783 - ONLINE ISSN: 2149-2484

(SAYI: 15 YIL: 2021 - ISSUE: 15 YEAR: 2021)



İMTİYAZ SAHİBİ

“Bu Dergi Türk Patent Enstitüsü Tarafından Marka Tescili İle Tescillidir”

(2015/04066- 2015-GE-17837)



GÜVEN PLUS GRUP A.Ş.

www.guvenplus.com.tr

UHMFD DERGİMİZ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

- 1** Dergimiz hakemli ve uluslararası indeksli bir dergidir. Her yayın en az iki alan uzmanı hakem tarafından değerlendirilmektedir. İki alan hakemi tarafından olumlu “yayınlanabilir” yönünde rapor almayan yayınlar dergimizde yayınlanmaz. Bu durum karşısında hiçbir yazar(lar) dergimiz üzerinde bir hak iddiasında bulunamaz. Dergimizde yayınlanmaya hak kazanan “Etik Kurul Raporu” bulunan yayınlara dair etik kurul bilgileri yazılı olarak editörlüğe gönderilmesi ve sisteme yayın yüklenirken sisteme yüklenmesi zorunludur. Etik kurul raporu olan ve sisteme bilgisi girilmeyen ya da yazılı olarak editörlüğe bilgileri ulaştırılmayan çalışmalardan doğan her türlü sorumluluk yazar(lar)’a aittir. Dergimizin hiçbir kurulu ve yetkilisi bu konuda maddi ve manevi sorumluluk kabul etmez. Dergi kurul ve üyeleri “yetkilileri” Hukuki yükümlülük altına alınamaz. Her yazar ve yazarlar bu durumu peşinen kabul etmiştir.
- 2** Dergi hakem ve kurullarında yer alan akademisyen ile diğer yetkililer hakkında yazar(lar) dergi sistem işleyişi sürecine dair bir talepte bulunamaz. Bulunsalar bile herhangi bir bilgi kendilerine verilmez, sistem süreci değiştirilmez. Dergimiz ile ilgili her türlü bilgi derginin web sayfasında www.uhmfdergisi.com.tr adresinden edinilebilir.
- 3** Dergimiz yılda ÜÇ sayı şeklinde çıkmakta her yılın “Nisan – Ağustos – Aralık” aylarının son günü derginin sayısında bulunan tüm makaleler tek cilt halinde dergi web sistemine yüklenir. Dergi web sisteminden makaleler tüm okuyucular tarafından indirilir ve ilgili eser “makale” ve dergimize atıf yapılmak koşulu ile kullanılabilir. Dergimizin tüm sayılarına okuyucular ücretsiz olarak ulaşmaktadır.
- 4** Dergimizde yayınlanan tüm makaleler ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706 kalite belgeleriyle ve (2015/04066 / 2015-GE-17837) Marka patent ile güvence altına alınmıştır. Yayınlanmış olan makaleler kalite, marka patent ve doi bilgileri ile ilgili çalışmanın yazarlarına eserleri hakkında her türlü hukuki hak ve uluslararası güvence sağlamaktadır.
- 5** Dergimiz basılı ve e dergi olarak yayınlanmaktadır. **Print:** 2148-4783 / **Online:** 2149-2484 numarası ile T.C. Kültür Bakanlığında dergimiz hakkında her türlü bilgiye ulaşılabilir.
- 6** Metin içinde (Yılmaz, 2015: 1) veya (Yılmaz ve diğ., 2015:1) şeklinde kaynak gösterimi, kaynakçada ise YILMAZ, M., (2015). Ergonomi ve Sporda Ergonominin Kullanım ve Öneminin İncelenmesi, UHMFD “Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi”, Sayı: 5, Cilt: 3, ss.1-2 şeklinde gösterilir. Tüm yazarlar dergimizin son güncel sayılarını takip ederek ilgili sayılarda yayınlanan makalelerdeki yazım formatını kendi çalışmalarında uygulayabilir.

İnternet kaynaklarında mutlaka erişim tarihi ve son ulaşılabilen internet linkinin tamamının başta kaynakça ve metnin kullanıldığı sayfa altında numaralandırılarak gösterilmesi bir zorunluluktur.

- 7 Kaynakça Türkçe alfabe sıralamasına göre düzenlenir. Tüm yazarlar için derginin son sayısındaki yazım formatı dikkate alınmak zorundadır.
- 8 Dergimiz uluslararası indeksli bir dergi olup dergimizde yayınlanan tüm çalışma ve makaleler derginin yayınlandığı tarih itibariyle ilgili indekslere mail yolu ile ulaştırılır.
- 9 Dergimizde özgün araştırma, inceleme, derleme, olgu sunumu, proje ve kitap tanıtımı “makale formatında olmak zorundadır” türünde yayınlara yer verilmektedir.
- 10 Dergimize gönderilen tüm çalışmalar sisteme yüklendiği şekil ve an itibariyle başka bir dergide yayınlanmamış, değerlendirmeye alınmamış ve red edilmemiş olması gerekir. Tüm sisteme yüklenen makaleler yazar(lar) tarafından bu kurallara uyulduğunu kabul etmiş sayılır. Aksi durumda ilgili yazar(lar) hakkında dergimiz hukuki haklarını saklı tutar. Oluşabilecek olumsuzluk karşısında maddi ve manevi tüm sorumluluk ilgili yazar(lar)’a aittir. Dergimiz T.C. Kanunlarına göre hareket eder.

GENERAL INFORMATION ABOUT UHMFD JOURNAL

- 1 Our journal is a refereed and internationally indexed journal. Each paper is evaluated by two referees who are field experts. The articles not reported as “issuable” positively by two field referees aren’t published in our journal. None of the author(s) can lay a claim on our journal in this case. Data, concerning the ethics committee of the studies, approved to be published in our journal, having the Ethics Committee Report, should be submitted to the editors in written and uploaded to the system with the article. Author(s) should take the responsibility of their articles, having the Ethics Committee Report, which were not submitted to the editors in written and were not uploaded to the system. None of the committees and the authorities in our journal are responsible for pecuniary and non-pecuniary damages. The committees and the authorities in our journal do not have any legal obligations. Author(s) have accepted this situation beforehand.
- 2 Author(s) cannot make a demand for the journal’s procedure concerning the academicians in journal’s referee board and other boards and other authorities. Even if so, they aren’t given any information, system process cannot be changed. Necessary information about our journal can be obtained from the website of the journal www.uhmfdergisi.com.tr
- 3 Our journal publishes three times a year, all articles in the relevant volume of journal are uploaded to the web system of the journal in one volume on the last day of the months “April / August and December” All readers can download the articles from the journal’s web system and the relevant paper “article” can be used on condition that our journal is cited. Readers can download all volumes of our journal for free.
- 4 All articles published in our journal are assured with certificate of quality ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706) and trademark patent (2015/04066 / 2015-GE-17837). Articles published provide their authors with all kinds of legal rights and international assurance regarding their articles with quality, trademark, patent and doi information.
- 5 Our journal has both printed and online versions. Necessary information about our journal can be obtained from the T.R. Ministry of Culture with the number **Print:** 2148-4783 / **Online:** 2149-2484
- 6 Reference within the text should be (Yılmaz, 2015: 1) or (Yılmaz et al. 2015:1), in the reference part YILMAZ, M., (2015). Analysis Of Ergonomics And The Use And Importance Ergonomics In Sports, UHMFD “International Refereed Journal of Engineering And Sciences”, Issue:5, Volume:3, pp.1-2. All authors must follow the latest volumes of our journal and apply the print format of the published articles in their own papers. It is an obligation to indicate the access

date of the internet sources and the last accessed full internet link in the references and below the page by giving numbers.

- 7 References are arranged by the Turkish alphabet. The printing format in the last volume of the journal should be taken into account by all authors.
- 8 Our journal is an internationally indexed journal, and all articles and papers published in our journal are sent to relevant indices via e-mail by the publication date of the journal.
- 9 Original research, analysis, compilation, case study, project and book introduction “have to be in an article format” and these publications are also included.
- 10 All papers sent to the journal and uploaded to the system shouldn't be previously published, not evaluated and not rejected. All articles uploaded to the system are acknowledged that author(s) conform to these rules. Otherwise, our journal keeps its legal rights reserved. All material and moral responsibility regarding a negative situation belong to author(s). Our journal acts in line with the T.R. Law.

İÇİNDEKİLER

ARAŞTIRMA - UYGULAMA

**INSPECTION OF DEFECTIVE PRODUCTS IN THE
INDUSTRY WITH IMAGE PROCESSING BASED ON DEEP
LEARNING METHODS** 1-11
Tuğba Özge ONUR

ROBOTLAR VE HAZIR GIYİM ÜRETİMİ 12-34
Ahmet ÖZBEK, Oğuzhan PEKİNALP

**EFFECT OF MECHANICAL ANCHORAGE IN HEAT
TREATED BEAMS RETROFITTED WITH CFRP** 35-54
Abdul Majeed QARIZADA, Yusuf SÜMER

**İŞ GÜVENLİĞİ UZMANLARI VE OPERATÖRLER
AÇISINDAN YÜKSELTİLEBİLEN SEYYAR İŞ
PLATFORMUNDAKİ İŞ KAZALARI VE NEDENLERİNİN
İNCELENMESİ** 55-73
*Murat Ramazan İLTAR, Mehmet ÖZDEMİR, Semra BAYHUN,
Ayhan ONAT*

**BETONARME YAPILARDA L TİPİ PERDELERİN
PLANDAKİ YERLEŞİMİNİN YAPISAL DAVRANIŞA
ETKİSİ** 74-89
Muhammet Zeki ÖZYURT

**SU ARAÇLARINDA KULLANILAN ALUMİNYUM
6061 MALZEMESİNİN KAPLAMA İLE TUZ
KOROZYONDANUNDAN KORUNMASI** 90-112
Senai YALÇINKAYA, Kenan KOÇYİĞİT

**BURULMA DÜZENSİZLİĞİ BULUNAN ÇOK KATLI
ÇELİK YAPILARIN 2018 DEPREM YÖNETMELİĞİNE
GÖRE ANALİZ VE TASARIMI** 113-127
Fahim Ahmad NOWBAHARI, Elif AĞCAKOCA

**ÇOK KATLI ÇELİK YAPILARIN 2018 DEPREM
YÖNETMELİĞİNDEKİ FARKLI YÖNTEMLERE GÖRE
ANALİZ VE TASARIMI** 128-143
Fahim Ahmad NOWBAHARI, Elif AĞCAKOCA

ARAŞTIRMA ve DERLEME

**TARIMSAL ÜRETİME YENİ YAKLAŞIM: BİTKİ
PROBİYOTİKLERİ** 144-161
Hatice ÖĞÜTCÜ

BAŞ EDİTÖRLER

Prof. Dr. Ashok JAMMI - Principal Anurag College of Engineering - Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü - Hindistan
Prof. Dr. Mihaela BUCIUMEANU - University Dunarea de Jos of Galati - Mühendislik Fakültesi - Romanya
Prof. Dr. Yusuf ŞAHİN - Nişantaşı Üniversitesi - Sivil Havacılık Yüksekokulu - Türkiye

GENEL YAYIN YÖNETMENLERİ

Dr. Öğr. Üye. Senai YALÇINKAYA - Marmara Üniversitesi - Teknoloji Fakültesi - Türkiye
Dr. Öğr. Üye. Zeynep YAMAN - Sakarya Üniversitesi - Mühendislik Fakültesi - Türkiye

SİSTEM EDİTÖRLERİ

Dr. Öğr. Üye. Senai YALÇINKAYA - Marmara Üniversitesi - Teknoloji Fakültesi - Türkiye
Arş. Gör. Dr. Ebuzer AYGÜL - Hakkari Üniversitesi - Mühendislik Fakültesi - Türkiye

TEKNİK EDİTÖRLER

Prof. Dr. Pelin AVŞAR KARABAŞ - Hitit Üniversitesi - Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi - Türkiye
Doç. Dr. H. Meltem GÜNDOĞDU - Kırklareli Üniversitesi - Mimarlık Fakültesi - Türkiye
Doç. Dr. Levent ARIDAĞ - Gebze Teknik Üniversitesi - Mimarlık Fakültesi - Türkiye
Öğr. Gör. Ozan KARABAŞ - Hitit Üniversitesi - İskilip Meslek Yüksekokulu - Türkiye
Burhan MADEN - Türkiye

DİL EDİTÖRLERİ

Prof. Dr. Feryal ÇUBUKÇU - Dokuz Eylül Üniversitesi - Buca Eğitim Fakültesi (İngilizce) - Türkiye
Prof. Dr. Giray Sayın DERMAN - Marmara Üniversitesi - İletişim Fakültesi (İngilizce - Rusça) - Türkiye
Prof. Dr. Mustafa ÜNAL - Erciyes Üniversitesi - İlahiyat Fakültesi (Arapça) - Türkiye
Prof. Dr. Yakup POYRAZ - Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi - Fen Edebiyat Fakültesi (Türkçe) - Türkiye
Doç. Dr. Gökşen ARAS - Atılım Üniversitesi - Fen Edebiyat Fakültesi (İngilizce) - Türkiye
Doç. Dr. Gültesemin HAZER - Sakarya Üniversitesi - Fen Edebiyat Fakültesi (Türkçe) - Türkiye
Dr. Öğr. Üye. Rommel TABULA - Rajamagala University of Technology Lanna (İngilizce) - Tayland
Ph.D. L. Santhosh KUMAR - Bishop Heber College - Department of English (İngilizce) - Hindistan
Dr. Sinem HERGÜNER SON - Gazi Üniversitesi - Rektörlük (İngilizce) - Türkiye

İSTATİSTİK ALAN EDİTÖRLERİ

Prof. Dr. Ayhan AYTAÇ - Trakya Üniversitesi - İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Ahmet Fahri ÖZOK - Okan Üniversitesi - Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Ali Hakan BÜYÜKLÜ - Yıldız Teknik Üniversitesi - Fen Edebiyat Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Nurcan METİN - Trakya Üniversitesi - İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Serdar TOK - Manisa Celal Bayar Üniversitesi - Spor Bilimleri Fakültesi - Türkiye
Doç. Dr. Emre DÜNDER - Ondokuz Mayıs Üniversitesi - Fen Edebiyat Fakültesi - Türkiye
Doç. Dr. Ömer ALKAN - Atatürk Üniversitesi - İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi - Türkiye
Doç. Dr. Saliha ÖZPINAR - Alanya Alattin Keykubat Üniversitesi - Tıp Fakültesi - Türkiye

YAYIN KURULU

Prof. Dr. Abdulkadir GÜLLÜ - Gazi Üniversitesi - Teknoloji Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Ackerman MARKS - University of Michigan - Elektrik Mühendisliği ve Bilgisayar Bilimleri Bölümü - A.B.D.
Prof. Dr. Adnan DİKİÇİOĞLU - İstanbul Teknik Üniversitesi - Makina Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Adrian OLARU - Polytechnic University of Bucharest - Teknolojik Sistemler Mühendisliği ve Yönetimi Fakültesi - Romanya
Prof. Dr. Arbakariya ARIFF - University Putra - Biyoteknoloji ve Biyomoleküler Bilimler Fakültesi - Malezya
Prof. Dr. Arvind ATREYA - University of Michigan - Mühendislik Fakültesi - A.B.D.
Prof. Dr. Aysel KANTÜRK FİGEN - Yıldız Teknik Üniversitesi - Kimya Metalurji Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Ali Rıza MOTORCU - Çanakkale 18 Mart Üniversitesi - Mühendislik Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Ashok JAMMI - Principal Anurag College of Engineering - Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü - Hindistan
Prof. Dr. Burcu YILMAZ ŞAHİNBAŞKAN - Marmara Üniversitesi - Teknoloji Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Bülent SALDERAY - Ankara Hacıbayram Veli Üniversitesi - Güzel Sanatlar Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Erdem UNVER - Atılım Üniversitesi - Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Erdoğan GÜNEŞ - Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Ankara
Prof. Dr. Ferhan KUYUCAK ŞENGÜR - Eskişehir Teknik Üniversitesi - Havacılık ve Uzun Bilimler Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Fevzi BEDİR - Gebze Teknik Üniversitesi - Mühendislik Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Gürol YILDIRIM - Giresun Üniversitesi - Mühendislik Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Gürel ÇAM - İskenderun Teknik Üniversitesi - Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Gonca BÜYÜKMİHÇİ - Erciyes Üniversitesi - Mimarlık Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Grzegorz KRÓLCZYK - Opole University of Technology - Makina Mühendisliği Fakültesi - Polonya
Prof. Dr. Hamid Reza KARIMI - Politecnico di Milano - Makina Mühendisliği Bölümü - İtalya
Prof. Dr. H. Ziya ÖZEK - Namık Kemal Üniversitesi - Mühendislik Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Hiroshi Sekimoto - Tokyo Institute of Technology - Yenilikçi Nükleer Enerji Sistemleri Araştırma Merkezi - Japonya
Prof. Dr. Hülya KALAYCIOĞLU - Karadeniz Teknik Üniversitesi - Orman Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Jory HANCOCK - University Of Arizona - Dans Okulu - A.B.D.
Prof. Dr. Hatice ÖGÜT - Ahievran Üniversitesi - Ziraat Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Hüsnü GERENGİ - Düzce Üniversitesi - Mühendislik Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Mihaela BUCIUMEANU - University Dunarea de Jos of Galati - Mühendislik Fakültesi - Romanya
Prof. Dr. Mohammad ISRAR - Sur University College Mechanical Engineering - Mühendislik Bölümü - Hindistan
Prof. Dr. Mehmet Baki KARAMIŞ - Erciyes Üniversitesi - Mühendislik Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Mehmet ŞİMŞİR - Sivas Cumhuriyet Üniversitesi - Mühendislik Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Metin GÜRÜ - Gazi Üniversitesi - Mühendislik Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Mohd Ali Hassan - Universiti Putra Malaysia - Biyoproses Teknolojisi Bölümü - Malezya
Prof. Dr. Ömer YILDIRIM - G.O.P. Üniversitesi - Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Pete WALKER - University Of Bath - Mimarlık ve İnşaat Mühendisliği Bölümü - İngiltere
Prof. Dr. Rajini Nagarajan - Kalasalingam University - Makine Mühendisliği Fakültesi - Hindistan
Prof. Dr. Pelin AVŞAR KARABAŞ - Hitit Üniversitesi - Güzel Sanatlar - Tasarım ve Mimarlık Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Peter CHILDS - Imperial College London - Mühendislik Fakültesi - İngiltere
Prof. Dr. Sevil YÜCEL - Yıldız Teknik Üniversitesi - Kimya-Metalurji Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Şükran ŞAHİN - Ankara Üniversitesi - Ziraat Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Tauseef A. Khan - Lahore University of Engineering and Technology - Makina Mühendisliği Bölümü - Pakistan
Prof. Dr. Yusuf ŞAHİN - Nişantaşı Üniversitesi - Sivil Havacılık Yüksekokulu - Türkiye
Prof. Dr. Yoshihiko Takano - National Institute for Materials Science - Uluslararası Malzeme Nanoarhitektonik Merkezi - Japonya
Prof. Dr. Zeki ÇİZMECIOĞLU - İstanbul Ticaret Üniversitesi - Mühendislik Fakültesi - Türkiye
Doç. Dr. Adil GÜLER - Marmara Üniversitesi - Teknoloji Fakültesi - Türkiye
Doç. Dr. Abdülkerim KARAAŞLAN - Atatürk Üniversitesi - İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi - Türkiye
Doç. Dr. Ahmet Semih UZUNDUMLU - Atatürk Üniversitesi - Ziraat Fakültesi - Türkiye
Doç. Dr. Aytaç YILDIZ - Bursa Teknik Üniversitesi - Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi - Türkiye
Doç. Dr. Ahmet CELEBİ - Sakarya Üniversitesi - Mühendislik Fakültesi - Türkiye
Doç. Dr. Abney STEVEN - University Of Michigan - Dilbilim Bölümü - A.B.D.
Doç. Dr. Cihat BOYRAZ - Marmara Üniversitesi - Teknoloji Fakültesi - Türkiye
Doç. Dr. Didem SALOĞLU DERTLİ - İstanbul Teknik Üniversitesi - Deprem Mühendisliği ve Afet Yönetim Enstitüsü - Türkiye
Doç. Dr. Dimitri A. SHULGIN - Kazan National Research Technological University - Makina Mühendisliği Fakültesi - Rusya
Doç. Dr. Elif AKPINAR KÜLEKÇİ - Atatürk Üniversitesi - Mimarlık ve Tasarım Fakültesi - Türkiye
Doç. Dr. Gülcan DEMİROĞLU TOPÇU - Ege Üniversitesi - Ziraat Fakültesi - Türkiye
Doç. Dr. Işık SEZEN - Atatürk Üniversitesi - Mimarlık ve Tasarım Fakültesi - Türkiye
Doç. Dr. Latif ASLANOV - Azerbaijan University of Architecture and Construction - Azerbaycan
Doç. Dr. Ömer ALKAN - Atatürk Üniversitesi - İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi - Türkiye
Doç. Dr. Pinar GÜLTEKİN - Düzce Üniversitesi - Orman Fakültesi - Türkiye
Doç. Dr. Ridvan KOCYİĞİT - Atatürk Üniversitesi - Ziraat Fakültesi - Türkiye
Doç. Dr. Süheyla BÜYÜKŞAHİN - Necmettin Erbakan Üniversitesi - Güzel Sanatlar ve Mimarlık Fakültesi - Türkiye
Doç. Dr. Sinan KOPUZLU - Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Türkiye
Doç. Dr. Tory FAIR - Brandeis University - Güzel Sanatlar Bölümü - A.B.D.
Doç. Dr. Uğur Buğra CELEBİ - Yıldız Teknik Üniversitesi - Gemi İnşaatı ve Denizcilik Fakültesi - Türkiye
Doç. Dr. Ufuk Fatih KÜÇÜKALİ - İstanbul Aydın Üniversitesi - Mimarlık ve Tasarım Fakültesi - Türkiye
Doç. Dr. Vishal S. SHARMA - University of the Witwatersrand - School of Mechanical - Hindistan
Doç. Dr. Vural OYAN - Van Yüzüncüyıl Üniversitesi - Mühendislik Fakültesi - Türkiye

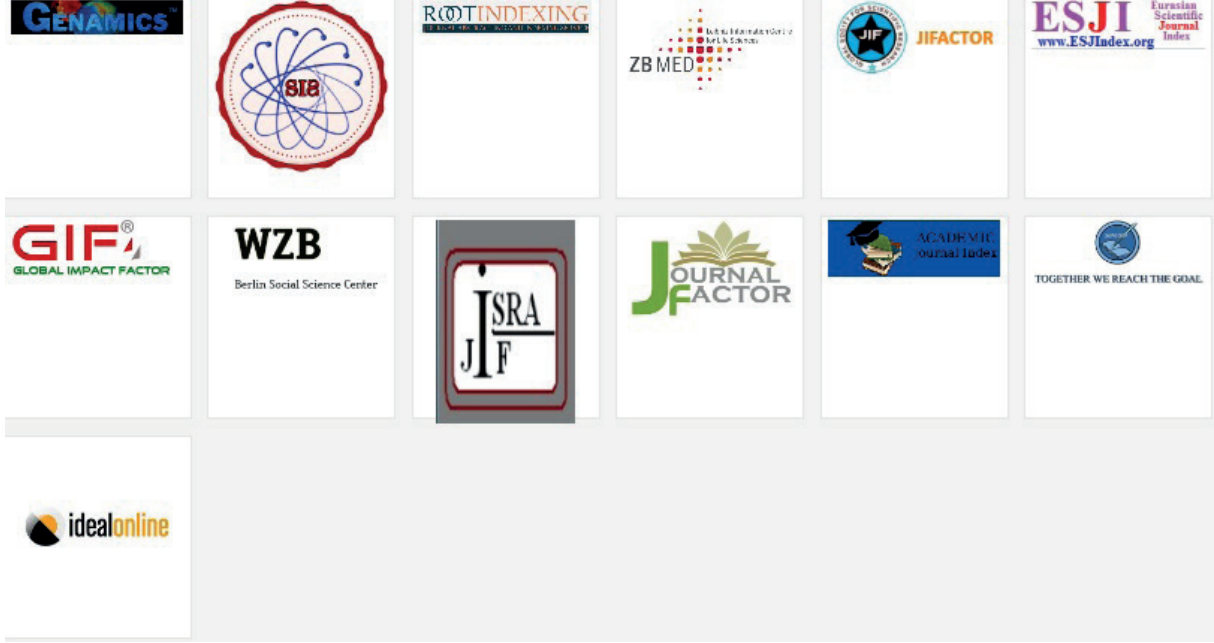
YAYIN KABUL ETTİĞİMİZ ALAN VE DİSİPLİNLER

- Atmosfer ve Meteoroloji Mühendisliği
- Bilgisayar Mühendisliği
- Biyomühendisliği
- Biyosistem Mühendisliği
- Çevre Mühendisliği
- Diğer Mühendislik Dalları
- Elektrik ve Elektronik
- Endüstri Mühendisliği
- Fizik Mühendisliği
- Gemi Mühendisliği
- Geoteknik Mühendisliği
- Gıda Mühendisliği
- Harita Mühendisliği
- Havacılık ve Uzay Mühendisliği
- Jeofizik Mühendisliği
- Jeoloji Mühendisliği
- Kimya Mühendisliği
- Lif ve Kağıt Teknolojisi
- Maden Mühendisliği
- Makine Mühendisliği
- Matematik Mühendisliği
- Mekatronik Mühendisliği
- Metalurji ve Malzeme
- Mimarlık
- Moleküler ve Genetik
- Nükleer Mühendisliği
- Orman Endüstri Mühendisliği
- Petrol Mühendisliği
- Tekstil Bilimleri Mühendisliği
- Yer Bilimleri Mühendisliği
- İnşaat Mühendisliği
- İşletme Mühendisliği

DISCIPLINES

- **Atmosphere and Meteorology Engineering**
- **Computer Engineering**
- **Bioengineering**
- **Biosystems Engineering**
- **Environmental Engineering**
- **Other Engineering**
- **Electrical and Electronics**
- **Industrial Engineering**
- **Physics Engineering**
- **Marine Engineering**
- **Geotechnical Engineering**
- **Food Engineering**
- **Geomatics Engineering**
- **Aerospace Engineering**
- **Geophysical Engineering**
- **Geological Engineering**
- **Chemical Engineering**
- **Fiber and Paper Technology**
- **Mining Engineering**
- **Mechanical Engineering**
- **Mathematical Engineering**
- **Mechatronics Engineering**
- **Metallurgical and Materials**
- **Architecture**
- **Molecular and Genetic**
- **Nuclear Engineering**
- **Forest Industry Engineering**
- **Petroleum Engineering**
- **Textile Science and Engineering**
- **Engineering Earth Sciences**
- **Civil Engineering**
- **Business Engineering**
- **Agricultural Engineering**

DERGİNİN TARANDIĐI İNDEKSLER





Prof. Dr. Ashok JAMMI
Baş Editör

Değerli okurlar, kıymetli bilim insanları.

Dergimizin bu sayısında toplam 09 araştırma ve uygulama çalışmasına yer vermiş bulunmaktayız. Dergimizin bu sayısında da birbirinden kıymetli çalışmaları ile bizleri destekleyen yazarlarımıza yürekten teşekkür ederiz. Her sayıda olduğu gibi bu sayının siz kıymetli okurlarla buluşmasında emek ve katkıları ile bizleri yalnız bırakmayan kıymetli hakem kurulumuza da ayrıca teşekkür ediyoruz. Dergimizin sizlere ulaştırılmasında arka planda çalışan ve büyük emek sarf eden editörler kurulu, sistem yönetimi ve yayın kurulundaki kıymetli bilim insanlarına da teşekkür etmeden geçemeyeceğiz. Değerli bilim insanları; dergimizin farklı indekslere girmesi konusundaki başvuru ve çalışmalarımıza devam etmekteyiz. Dergimizde yayınlanan çalışmaların yine farklı okur ile literatür açısından değerlendirilmesi konusundaki duyurularımız da ayrıca devam etmektedir. Farklı dünya ülkelerinden bilim insanlarına dergi ve sayıları konusundaki iletiler ile iletişim çalışmalarına da ayrıca hız vermiş bulunmaktayız. Şimdiden destek ve katkılarınızdan dolayı teşekkür eder gelecek sayılarda yeniden görüşmek üzere esenlikler dileriz.

(Dergimizde etik kurul raporu gerektiren her türlü çalışmada yazar(lar) editörlüğe ve derginin sistemine yayın yüklerken gerekli etik kurul rapor bilgilerini girmekle yükümlüdür. Hiçbir koşul ve şartlarda oluşun ya da oluşacak bir sorunda problemde dergimiz, yayın kurulu, imtiyaz sahibi, yazı işleri, hakem ve bilim kurulları sorumluluk kabul etmez. Yazar(lar) bu bilgiyi dergiye yazılı olarak vermekle yükümlüdür. Bu konuda tüm sorumluluk yazar(lar) a aittir).

Basın Yayın Kanununun "5187" gereğince basılı eserler yoluyla işlenen fiillerden doğan maddi ve manevi zararlar m-13-14 kapsamında dergimizde yayınlanan yayınların içeriği ve hukuki sorumluluğu tek taraflı olarak yazar(lar) a aittir. Dergimiz, yönetim, hakem, editör, bilim ve imtiyaz sahibi bu yükümlülükleri kabul etmez. Dergimizde bilimsel içerikli, literatüre katkı yapan, bilimsel anlamda değer ifade eden çalışmalar kabul edilir ve yayınlanır. Bunun dışında siyasi, politik, hukuki ve ticari içerikli fikri sınai haklar kanununa aykırılık içeren yayınlara yer verilmez. Olası bir olumsuzluk durumunda yazar(lar) doğabilecek her türlü maddi ve manevi zararı peşinen kabul etmiş ve yüklenmiştir. Bu nedenle ikinci üçüncü ve dışarı ile kurumlar konusunda dergimiz yönetimi ve kurulları hiçbir sorumluluğu kabul etmez. Bu yönde dergimiz ve kurulları üzerinde bir hukuki yaptırım uygulanması söz konusu olamaz. Eserlerin içeriği vemevcut durumu yazar(lar) ait olup dergimiz bu yayınların sadece yayınlanması ve literatüre kazandırılması aşamasında görev üstlenmiştir. Tüm okuyucu, kamuoyu ve takipçilerine ilan ederiz.

Dear readers, precious scholars.,

In this issue of our journal, there are a total of 09 research and application studies. In this issue of the journal, we would like to express our sincere thanks to the authors who support us with their valuable studies. We would also like to express our thanks and appreciation to the precious arbitration committee members who never leave us alone and enable this issue to meet with our dear readers with their worthwhile efforts and contributions, as they have done in each issue. We also greatly appreciate the efforts of the editorial board, system management, and the precious scholars taking place in the editorial board for making an effort in the background of the publication of this journal. Dear scientists, we still continue our applications and works to enable our journal to be in different indices. Our announcements about the evaluation of the studies published in our journal to be assessed by different readers and literatures also still continue. We have also speeded up our communication studies and the delivery of the journal and its issues to scientists and scholars all around the world. We thank you for your support and contributions already, and we pray for reconciliation.

(In any kind of study requiring ethical board report in our journal, author(s) is/are obliged to enter the data of necessary ethical board report while uploading their publication in editorship and journal system. Our journal, publication board, grant holder, editorial office, referee and science boards do not undertake any responsibility for a problem to occur under any circumstances and conditions. Author(s) is/are obliged to give this information to journal in written. All liability in this issue belongs to author(s)).

As per the “5187” of Press Law, material and emotional damage arising from the actions via published works, the content and legal responsibility of the publications published in our journal within the scope of m-13-14 unilaterally belong to author(s). Our journal, executive board, referees, editor, science board and publisher don't accept these obligations. The scientifically valuable papers with scientific content which contribute to literature are accepted and published in our journal. Apart from this, the papers with political, legal and commercial content which are against the intellectual property rights are not accepted. in case of a possible negative situation, author(s) is/are regarded as accepting and undertaking all kinds of possible material and emotional damage beforehand. Therefore, our journal's management and other boards don't accept any responsibility regarding the second, third and other persons and institutions under any condition. in this sense, a legal sanction on our journal and its boards is out of question. The content and the current status of the papers belong to author(s) and our journal only takes part in the publication of these papers and contribution to literature. Respectfully announced to all readers, public and followers by publication.

INSPECTION OF DEFECTIVE PRODUCTS IN THE INDUSTRY WITH
IMAGE PROCESSING BASED ON DEEP LEARNING METHODS ⁽¹⁾ENDÜSTRİDE KUSURLU ÜRÜNLERİN DERİN ÖĞRENME TABANLI
GÖRÜNTÜ İŞLEME İLE KONTROL EDİLMESİ

Tuğba Özge ONUR

Zonguldak Bulent Ecevit University, Faculty of Engineering, Zonguldak / Turkey

ORCID ID: 0000-0002-8736-2615

Öz: Amaç: Bu çalışmada, dökümde tespit edilemeyen hava delikleri, iğne delikleri, çapaklar, çekme kusurları, kalıp malzeme kusurları, metal döküm kusurları, metalurjik kusurlar vb. kusurların derin öğrenme yöntemleri ile görüntüler aracılığıyla tespit edilmeye çalışılmaktadır. **Yöntem:** Çalışmada dalgıç pompa çarkı için otomatik inceleme önerilmiş ve bir derin öğrenme modeli geliştirilmiştir. Kullanılan veri seti, tasarlanan ağ mimarisinin performansının kanıtlanabilmesi için kusurlu ve kusursuz dalgıç pompa çarkı görüntülerini içermektedir. **Bulgular:** Elde edilen sonuçlara göre, sınıflandırıcı için eğitim aşamasında %89 maksimum doğruluk elde edilirken, test aşamasında maksimum %93 doğruluk oranına ulaşılmıştır. **Sonuç:** Gelişen sistemlerle birlikte görüntü işleme yoluyla kalite kontrol sistemleri önem kazanmaktadır. Görüntü işleme tabanlı kontrol sistemleri sayesinde üretim tesislerinin kapasitesi ve verimliliği artırılabilir ve hassas ölçümler yapılarak kusursuz ürünler son kullanıcıya ulaştırılabilir. Bu çalışmada, sanayide önemli ve sıklıkla kullanılan bir süreç olduğundan döküm kusurları değerlendirilerek, dalgıç pompa çarklarının kusurlu ürünlerini tespit etmek ve gözden geçirme sürecini otomatikleştirmek için bir derin öğrenme modeli sunulmaktadır. Elde edilen %89'luk başarı oranı, evrişimli sinir ağı (CNN) mimarisi kullanılarak sektördeki hatalı ürün denetiminin görüntüler üzerinden yapılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Evrişimli Sinir Ağı, Görüntü İşleme, Hatalı Ürün

Abstract: Aim: This paper studies to detect the undetectable defects in casting such as air holes, pinholes, burrs, tensile defects, mold material defects, metal casting defects, metalurgical defects, and etc. Through images via deep learning methods. **Method:** In the study, an automatic reading review for submersible pump impeller is proposed and a deep learning model is developed. The data set of the images include defective and smooth submersible pump impeller has been utilized to prove the performance of the designed network architecture. **Results:** According to the obtained results, maximum accuracy of 89% for the classifier has been achieved in the training stage and it reached a maximum accuracy of 93% in the testing stage. **Conclusion:** Along with the developing systems, quality control systems have been evolved through image processing. Thanks to the image processing-based control systems, the capacity and efficiency of the production facilities can be increased and perfect products can be delivered to the end-user by making precise measurements. In this study, since casting is an important and frequently used process in the industry, its defects are evaluated and a deep learning model to automate the review process and detect the defective products of submersible pump impellers is presented. The success rate of 89% obtained show that the defective product inspection in the industry can be performed over the images by using a convolutional neural network (CNN) architecture.

Keywords: Convolutional Neural Network, Image Processing, Faulty Product

Doi:10.17366/uhmfd.2021.15.1

- (1) *Sorumlu Yazar, Corresponding Author: Tuğba Özge ONUR (Dr. Öğr. Üye., Assist. Prof), Zonguldak Bulent Ecevit University, Faculty of Engineering, Zonguldak / Turkey, ozdincozge@gmail.com, Geliş Tarihi / Received: 01.08.2021, Kabul Tarihi / Accepted: 15.12.2021, Makalenin Türü: Type of Article: (Araştırma – Uygulama / Research - Application) Çıkar Çatışması, Yok – Conflict of Interest, None, Etik Kurul Raporu veya Kurum İzin Bilgisi- Ethical Board Report or Institutional Approval, Yok / None*



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:02 K:14

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

INTRODUCTION

Casting is a manufacturing process in which a liquid material is poured into a mold and then gotten to solidify. Defects are not desired in the casting industry and casting defect is an undesirable factor. There are various types of defects in casting such as air holes, pinholes, burrs, tensile, mold material, metal casting, metallurgical, and etc. (Benbarrad, et al., 2021: 10-11). All industry organizations have their own quality control departments to eliminate these defective products. However, the main problem is that this review is done manually in some companies. Therefore, it takes a lot of time and this is not 100% accurate due to human accuracy. This may cause the entire order to be rejected. In other words, it creates a huge loss in the company.

With the image processing quality control system placed on mass production lines, instant matching can be achieved with application solutions such as product manufacturing, product error/error control, process control, precision measurement, testing, and product counting, and the necessary advantages for quality control can be gained.

Industrial image processing is the processing and interpretation of images obtained from cameras with computer software. Image processing-based quality control system is a technology that provides fast, effective, and

cost-effective solutions for debugging and debugging in mass production enterprises (Somwang and Muangklang, 2019: 782-783). With the image processing quality control system placed on the serial production lines, it provides instant product selection with application solutions such as product error/defect control, process control, precise measurement, test and product counting during the production of the product and provides important advantages in the quality control process. Quality control processes currently used in businesses are performed manually. Due to the problems caused by insufficient light from the perception speed of the human eye, it increases the time and labor force and therefore increases operating costs in the long term. It is a technology that instantly monitors the product produced thanks to the camera placed on the production line and warns when the standards defined in the software are exceeded. The system basically consists of four stages that are acquisition, transmission, and processing of the image and detection of the defect, respectively.

Thanks to the image processing-based control system, the production facilities such as capacity and efficiency can be increased and deliver near-perfect products to the end-user by making precise measurements and that increases the quality of the products (Ozdemir and Koc, 2019: 46).



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:02 K:14

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

The locations, sizes, or types of the defects can be detected by using automated inspection systems (Kumar, 2008: 348-349). Generally, the accuracy of defect detection can be failed in the case of carelessness, insufficient lighting, small defects, and etc. when the human inspection is utilized (Hanbay, et al., 2016: 11961-11963). Thus, the fabric inspection performed automatically can be considered as an efficient method that provides more fabric quality (Chan, 2016: 1267-1268).

This paper presents an algorithm based on machine learning techniques to detect the casting defects over the images. The developed convolutional neural network model (CNN) can detect the casting defects in submersible pump impeller images fully automatically and makes the accuracy of the inspection process to be increased extremely.

AIM

The purpose of this paper is to detect the defects in casting. There have been various researches carried out for automated defect detection in the current literature and defect inspection for metals has been studied by utilizing some types of image processing and machine learning techniques. Sharifzadeh et al. applied Hough transform and Renyi Entropy algorithms to detect and classify the defects such as the hole, scratch, coil break, rust, and etc. on the surfaces of steel (Sharifzadeh, et

al., 2008: 1-3). Park et al. have used discrete wavelet transform and performed the defect detection of steel wire rods (Park and Won, 2009: 2411-2415). Zhou et al. have used wavelet analysis to detect the defects on the metal surfaces (Zhou, et al., 2015: 98-103). Zhao et al. proposed a new algorithm that is discriminant manifold regularized local descriptor to detect and classify the defects on steel surfaces (Zhao, et al., 2018: 71719-71731). Yun et al. presented a new convolutional variational autoencoder (CVAE) based method to inspect the defects of metal surfaces and they provided 0.996 accuracy performance (Yun, et al., 2020: 317-324).

In addition to the above-mentioned methods used for defect detection in the literature, there has been a great demand for deep learning-based methods in recent years. Deep learning is a subset of machine learning consisting of algorithms that get inspired by the human brain or neural networks (Benbarrad, et al., 2021: 5-7).

CONTENT

This paper presents an algorithm based on machine learning techniques to detect the casting defects over the images. The developed CNN model can detect the casting defects in submersible pump impeller images fully automatically and makes the accuracy of the inspection process to be increased ex-

tremely. Such automatic control systems ensure that the capacity and efficiency of production facilities can be increased and that perfect products can be delivered to the end user by making precise measurements.

CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS

CNN is one of the most used deep learning algorithms and in recent years it has been used extensively used in the fields of image processing and defect detection. A convolutional neural network consists of convolutional layer, pooling layer, and fully connected lay-

ers. Besides these three layers, basic CNN architecture also contains two important parameters that are the dropout layer and the activation function. The main parts of a CNN architecture can be classified into two groups that are feature extraction and the prediction of the class. In the feature extraction stage, various features of the data handled are separated and defined. Thereafter, using the output of the convolution process and based on these extracted features, the class of the data is estimated. The diagram of a basic CNN architecture is shown in Figure 1.

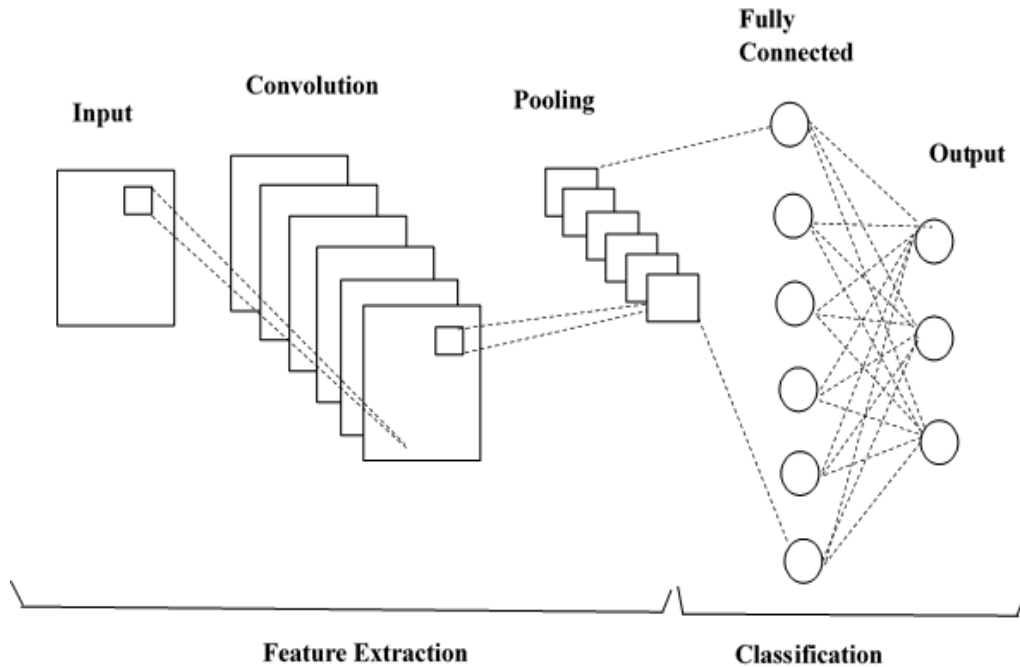


Figure 1. Basic CNN Architecture



UHMFĐ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:02 K:14

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Convolutional Layer

This layer, which forms the basis of convolutional neural networks, is also called the transformation layer. In this layer, a specific filter is circulated over the input data and a new entry is created. The filters, which play an important role in this stage, provide to obtain a new small matrix from the data. The convolution process of neural networks constitutes an important part of it. The elected filter affects the success rate of the network and the training process. Therefore, an ideal filter should be chosen.

The convolution process is performed by using filters in sizes such as 1x1, 2x2, 3x3, 5x5, 7x7, and at this stage and the feature map is created. In every step of the training phase of filtering, its implementation and repetition are necessary for the determination of important regions. After the calculations of the network, there will be a difference between the sizes of input and output. Equation (1) presents the new size of the image which is generated after the convolution stage,

$$n_{out} = \left(\frac{(n_{in} + 2p - f)}{s} + 1 \right) \quad (1)$$

where n_{out} and n_{in} are the sizes of the output and the input matrixes, respectively, p represents the amount of zero padding, f corresponds to the size of the filter and s is the swift stride (Kamble, et al., 2019: 61-62).

Pooling Layer

The pooling layer is used to decrease the size of the parameters and the data in the network after convolution. Reduction in the size of data incidental to pooling makes the neural network faster and in addition, it decreases the computational complexity. The filtering process provides a reduction in data size. This filtering uses its greatest values (max. pooling) by taking their smallest values (min. pooling) or the average of the values (average pooling) makes the pooling process. In this layer, the pooling by the largest values usually provides better results (Goodfellow, et al., 2016:330-334).

Fully Connected Layer

The used data sets can be multi-dimensional. This layer brings all the neurons in the incoming layer into a single-line array. Therefore, it provides every neuron in one layer to connect to every neuron in another layer. Its principal corresponds to the traditional multi-layer perceptron (Goodfellow, et al., 2016:333-342; Wieslander et al., 2021: 374-375).

Activation Function

The activation function creates a new output value corresponding to the input value. Each convolution generates a new matrix value by subjecting the neural network to the activation function, and it constitutes the input



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:02 K:14

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

value for the subsequent layer. Therefore, the activation functions are crucial for the networks.

The generally used activation functions are Step, Linear, Sigmoid, Softmax, Hyperbolic Tangent, Rectified Linear Unit (ReLU), Leaky (Leaky) ReLU, and Self-Gated functions (Kamble, et al., 2019: 62-63).

Dropout Layer

In this layer, the memorizing of the network is prevented by removing the random nodes in the network. Therefore, the performance of the network can be improved by using this layer. When a dropout layer is used, the model size is reduced by dropping a few neurons from the network during the training process (Zhao, et al., 2017: 163-165).

RESEARCH RESTRICTIONS

The main limitation of this study is to use a publicly available data and inability to obtain new casting data. Since no experiments for casting process can be performed, the number of submersible impeller images can not be increased and therefore the model is trained with the data on the hand. The increase in the number of the data can effect the performance of the developed model and provide more successful results.

CNN APPLICATION on DETECTION OF DEFECTIVE SUBMERSIBLE PUMP IMPELLER

The data set used in this study contains a total of 7348 images that belong to the submersible pump impeller. This publicly available dataset can be reached from Kaggle's page¹. The images are 300x300 pixel grayscale images. The 519 of these images are smooth and the others are flawed. They are categorized as faulty and correct. The simulations are conducted on MATLAB2018b program. Figure 2 presents the examples of unfaulty and flawed ones from the data set.

To make the classification model the data is split into data training and testing. Both train and test folder contains defective and unfaulty subfolders. The number of unfaulty and defective products in the train and test folders are 3758 defective and 2875 unfaulty images and 453 defective and 262 unfaulty images, respectively.¹

The designed CNN architecture includes three convolution layers that are followed by a rectified linear unit (ReLU) layer for non-linear activation (Parhi and Nowak, 2020: 1779-1781). The mathematical definition of the ReLU function is given in Equation (2),

¹ <https://www.kaggle.com/ravirajsinh45/real-life-industrial-dataset-of-casting-product>

$$f(x) = \begin{cases} 0 & x < 0 \\ 1 & x \geq 0 \end{cases} \quad (2)$$



a) Unfaulty Product

b) Flawed Product

Figure 2. Unfaulty and Flawed Product Examples of the Data Set

In the designed network architecture, the output layer has the softmax activation function which can be defined as shown in Equation (3),

$$f(x_i) = \frac{e^{x_i}}{\sum_{j=1}^N e^{x_j}} \quad (3)$$

where x_i and N represent the i_{th} output and number of classes, respectively (Kouretas and Paliouras, 2019: 1-2). The block diagram of the designed CNN architecture is shown in Figure 3. The top view of the submersible pump impeller image takes place as the input in the input layer. Afterward, three convolution layers with ReLU activation functions follow the input layer. Eight sliding convolutional filters with 3x3 dimensions and stride 1 are applied to the input in the first convolution layer. The dimension of the filter is small enough to detect the defects in the given input

image and so that any detail will not be able to be missed. After the features from the input image are spread to the network, normalization is performed and the ReLU activation function is used. Max pooling layer is used to divide the input image into rectangular regions and to obtain the highest values of each patch and also to achieve the dominant features. After the first max pooling layer, the second convolution layer is used with 16 filters. Then as in the first convolution layer, the ReLU activation layer and max pooling layer are added after the convolution layer. Thereafter, the same layers followed the third convolution layer which has 32 filters as the same as after the first and second convolution layers. After the third convolution layer, a fully connected layer with a drop out layer priorly added to avoid the overfitting in the training

process of the fully connected layer is used. The output layer of the designed CNN classifies the inputs into two sized outputs such as neat or flawed.

For the designed CNN architecture a maximum accuracy of 89% and 93% are achieved

in the training and testing processes, respectively. 5.01% of the total dataset is classified as neat and 94.99% of the data set is flawed. The model misclassified 2.06% of the neat images as flawed however only 1.02% of images is misclassified are neat.

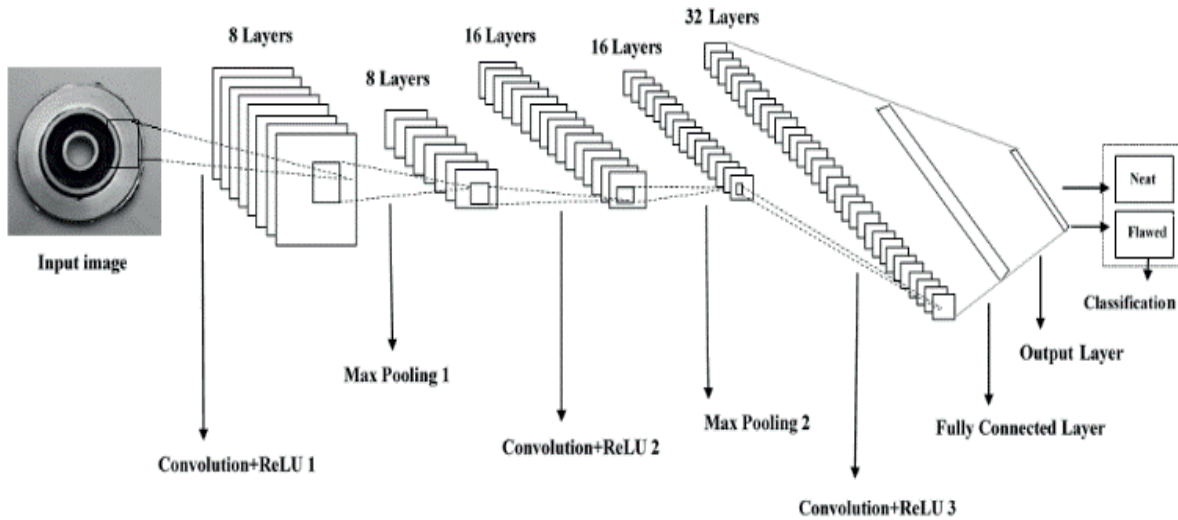


Figure 3. The Designed CNN Architecture

RESULTS and DISCUSSION

Casting is an important and frequently used process in the industry. Therefore, performing the review process of casting is very crucial. Since any defect of casting is undesirable, it is important to provide an accurate review. This study presents a deep learning model to automate the review process and detect the defective products of submersible pump impellers. A CNN architecture that takes the image as the input and captures the features in the images with different opera-

tions and classifies them is developed and the defective product inspection in the industry over the image is performed. Since capturing these images requires constant lighting, a special arrangement for that is made and the pictures are categorized as faulty and correct. An 89% of success rate is achieved.

CONCLUSION and RECOMMENDATIONS

Today, quality is one of the main requirements of being permanent in both local and



UHMFĐ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:02 K:14

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

global markets. For these purposes in the quality improvement process, businesses use different methods. Therefore, detection of faulty products is a crucial process in the industry. Fast and accurate detection of faulty products can increase production speed and ensure to identify and eliminate the error sources. In this study, a deep learning based approach is proposed using top view of submersible pump impeller images obtained from flawed and smooth products to predict flawed ones, automatically. Performance results show that the developed model can be used with robust accuracy. In the light of the findings of this study, it is believed that it will provide to detect faulty products over images due to the higher performance. In order to detect faulty products at an early stage, this study gives insight on how convolutional neural network and image processing based methods can be used. In subsequent studies, the classification performance of different CNN models can be tested by increasing the number of faulty product images in the dataset. In addition, for future studies, the study will be detailed by using different convolution models and other data sets.

REFERENCES

BENBARRAD, T., SALHAOUI, M., KEN-ITAR, S.B., ARIOUA, M., (2021). Intelligent Machine Vision Model for Defective Product Inspection Based on Machine

Learning, Journal of Sensor and Actuator Networks, 10(7): 3-18

CHAN, C.H., PANG, G.K.H., (2016). Fabric Defect Detection by Fourier Analysis. IEEE Transactions on Industry Applications, 36(5): 1267–1276

GOODFELLOW, L., BENGIO, Y., COURVILLE, A., (2016). Deep Learning (Adaptive Computation and Machine Learning Series), Massachusetts London, England: The MIT Press Cambridge

HANBAY, K., TALU, M.F., ÖZGÜVEN, Ö.F., (2016). Fabric Defect Detection Systems and methods-A Systematic Literature Review, Optik, 127(2016): 11960-11973

KAMBLE, P.R., KESKAR, A.G., BHURCHANDI, K.M., (2019). Deep Learning Ball Tracking System in Soccer Videos, Opto-Electronics Review, 27(2019): 58–69

KOURETAS I., PALIOURAS, V., (2019). Simplified Hardware Implementation of the Softmax Activation Function, 8th International Conference on Modern Circuits and Systems Technologies (MO-CAST), pp. 1-4

KUMAR, A., (2008). Computer Vision-Based Fabric Defect Detection: a Survey, IEEE



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:02 K:14

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Transactions on Industrial Electronics,
55(2008): 348–363

OZDEMIR R., KOC, M., (2019). A Quality Control Application on a Smart Factory Prototype Using Deep Learning Methods, IEEE 14th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), 46-49

PARHI, R., NOWAK, R.D., (2020). The Role of Neural Network Activation Functions, IEEE Signal Processing Letters, 27: 1779-1783

PARK, C., WON, S., (2009). An Automated Web Surface Inspection for Hot Wire Rod Using Undecimated Wavelet Transform and Support Vector Machine, 35th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics, 2411-2415

SHARIFZADEH, M., AMIRFATTAHI, R., SADRI, S., ALIREZAEI, S., AHMADI, M., (2008). Detection of Steel Defect Using the Image Processing Algorithms. Proceedings of the 6th International Conference on Electrical Engineering, 1-7

SOMWANG, P.E., MUANGKLANG, E., (2019). Image Processing for Quality Control in Manufacturing Process, 16th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer,

Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON), 782-785

WIESLANDER, H., HARRISON, P.J., SKOGBERG, G., JACKSON, S., FRI-DÉN, M., KARLSSON, J., SPJUTH, O., et al., (2021). Deep Learning With Conformal Prediction for Hierarchical Analysis of Large-Scale Whole-Slide Tissue Images, IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, 25(2): 371–380

YUN, J.P., SHINA, W.C., KOOB, G., KIMC, M.S., LEED, C., LEE, S.J., (2020). Automated Defect Inspection System for Metal Surfaces Based on Deep Learning and Data Augmentation, Journal of Manufacturing Systems, 55(2020): 317-324

ZHAO, B., LU, H., CHEN, S., LIU, J., WU, D., (2017). Convolutional Neural Networks For Time Series Classification, Journal of Systems Engineering and Electronics, 28(1): 162–169

ZHAO, J., PENG, Y., YAN, Y., (2018). Steel Surface Defect Classification Based on Discriminant Manifold Regularized Local Descriptor, IEEE Access, 6(2018): 71719-71731

ZHOU, P., XU, K., LIU, S., (2015). Surface Defect Recognition for Metals Based on



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:02 K:14

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Feature Fusion of Shearlets and Wavelets
Chinese Journal of Mechanical Engineer-
ing, 51: 98–103

INTERNET SOURCES

<https://www.kaggle.com/ravirajsinh45/real-life-industrial-dataset-of-casting-product>
(Access Date 10.11.2021)

ROBOTLAR VE HAZIR GIYİM ÜRETİMİ ⁽¹⁾

ROBOTS AND APPAREL MANUFACTURING

*Ahmet ÖZBEK¹, Oğuzhan PEKİNALP²**¹Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İstanbul / Türkiye**²Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü,
İstanbul / Türkiye**ORCID ID: 0000-0001-5015-8082¹, 0000-0002-2256-0397²*

Öz: Amaç: Bu çalışmanın temel amacı hazır giyim üretiminde kullanılmak üzere geliştirilen veya geliştirme aşamasında bulunan robot teknolojilerini tespit etmektir. Daha sonra tespit edilen ilgili robotik teknolojilerden yola çıkarak, bir yandan hazır giyim işletmelerine robot teknolojilerinin son durumu hakkında bilgi vermek diğer yandan bu alana ilgisi olan kişi veya kurumlara belirlenen eksiklikler hakkında bilgi sunarak yeni çalışmaların yapılmasına yol açmak amaçlanmaktadır. **Yöntem:** Çalışma kapsamında ilgili literatür taranmıştır. **Bulgular:** Literatür taraması sonucunda, kumaş serimi (PR2 robot, Gripper ve Picking Pad), dikiş (Kuka LWR 4 ve Robotik Kol), ütüleme (Baxter ve İnsansı robot TEO) ve paketleme (Robot Motoman SDA10D) işlemlerini gerçekleştirmek için geliştirilen ve/ya geliştirme aşamasında olan robotik teknolojiler tespit edilmiştir. Fakat kesim ve kalite kontrol işlemleri için herhangi bir robot teknolojiye rastlanılmamıştır. **Sonuç:** hazır giyim üretiminde kullanılmak amacıyla her ne kadar bazı robotik sistemler geliştirilmiş olsa da hala üretiminin tamamen robotlaşabilmesi için bu alanda yeni Ar-Ge çalışmalarına ihtiyaç bulunmakta olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hazır Giyim, Robot, Kumaş Serim, Kumaş Kesimi, Dikiş, Ütüleme

Abstract: Aim: The main purpose of this manuscript is to examine the robot technologies developed or under development for use in apparel production. Then, based on the identified related robotic technologies, it is aimed to inform the apparel clothing companies about the latest status of robot technologies and to provide information about the identified shortcomings to the people or institutions interested in this field, leading to new studies. **Method:** Within the scope of the manuscript, the literature on the subject was searched. **Results:** As a result of the literature review, robotics developed or under development to perform fabric laying (PR2 robot, Gripper and Picking Pad), sewing (Kuka LWR 4 and Robotic Arm), ironing (Baxter and Humanoid robot TEO) and packaging (Robot Motoman SDA10D) technologies have been identified. However, no robot technology has been found for cutting and quality control processes. **Conclusion:** Although many robotic systems have been developed for use in the apparel production, it has been understood that new R&D studies are needed in this area in order for the production to be fully robotized.

Keywords: Apparel, Robot, Fabric Spreading, Fabric Cutting, Sewing, Ironing

Doi:10.17366/uhmfd.2021.15.6

(1) *Sorumlu Yazar, Corresponding Author: Ahmet ÖZBEK, (Doç. Dr., Assoc. Prof), Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İstanbul / Türkiye, aozbek@marmara.edu.tr, Geliş Tarihi / Received: 07.08.2021, Kabul Tarihi / Accepted: 16.12.2021, Makalenin Türü: Type of Article: (Araştırma – Uygulama / Research - Application) Çıkar Çatışması, Yok – Conflict of Interest, None, Etik Kurul Raporu veya Kurum İzin Bilgisi- Ethical Board Report or Institutional Approval, Yok / None*



UHMFJ

www.hmfjergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:03 K:15

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

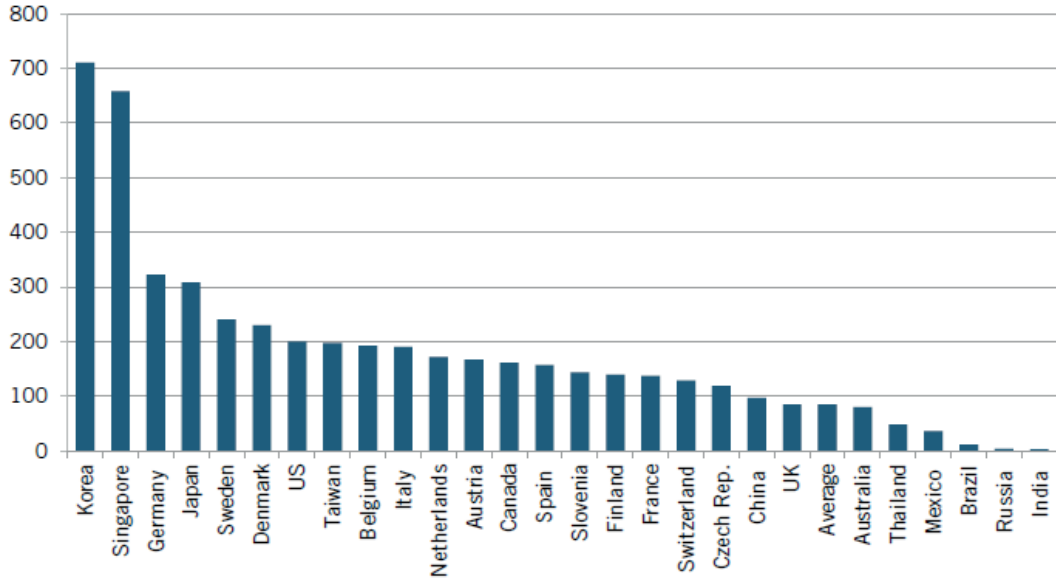
GİRİŞ

Teknolojik gelişmelerle birlikte üretim sistemleri gelişmekte, değişmekte ve yeni üretim sistemleri ortaya çıkmaktadır. Geleceğin üretim sistemlerinden birisinin de robotlar olacağı öngörülmektedir (Atkinson, 2019). Fakat hangi makinelerin robot olarak kabul edilebileceği ile ilgili literatürde genel bir kabul henüz oluşmamıştır (Kurt ve Bozoklu, 2019). Robot, “Belirli bir işi yerine getirmek için manyetizma ile kendisine çeşitli işler yaptırılabilen otomatik araçtır.” (TDS, 2021). Robot, mekanik sistemler ve bunlarla ilişkili kontrol ve algılama sistemleri ile bilgisayar algoritmalarına bağlı olarak akıllı davranan makine olarak da tanımlanabilmektedir (Moravec, 2020). Sanayide kullanılan endüstriyel robotlar, *Endüstriyel otomasyon uygulamalarında kullanılmak üzere yerine sabitlenmiş veya mobil olarak sabitlenebilen üç veya daha fazla eksenle programlanabilen otomatik kontrollü, yeniden programlanabilir, çok amaçlı bir manipülatörler* olarak tanımlanmaktadır (Kurt ve Bozoklu, 2019). Bir üretim sistemi olarak robot kullanımının avantajları şunlardır;

➤ 24/7 saat çalışabilir.

- Güncel yazılımlar ve donanımlar sayesinde farklı görevleri yerine getirebilir ve görev kapsamı genişletilebilir.
- İşlerde sabit veya artan kalite sağlayabilir.
- İşlerini hatasız ve vaktinde yerine getirebilir.
- Rutin işleri defalarca yapabilir.
- Şikâyet etme, hasta olma, greve çıkma, dedikodu ve ayrımcılık yapma, haber vermeden işi bırakma, olumsuz duygular gösterme, işten kaçma gibi durumlar oluşturmaz.
- Ağır işlerde insanlardan daha hızlı ve güvenli şekilde çalışır.
- Görevleri yeniden ve istenilen şekilde tasarlanabilir (Grahn ve diğ., 2016).

Bu avantajlarına rağmen fiyatlarının yüksekliği ve bazı işler için yeterince gelişmemiş olmaları gibi dezavantajları da mevcuttur. Fakat bu dezavantajların, yapay zekâ ve robotik alanındaki gelişmelerle birlikte (daha iyi makine görüşü, daha gelişmiş sensörler vb.) yakın gelecekte önemli ölçüde ortadan kaldırılacağı öngörülmektedir. Böylece, robot fiyatlarının düşeceği ayrıca robotların performanslarının artacağı da öngörülmektedir (Atkinson, 2019). Robot teknolojisinin önemini fark eden ülkeler yatırımlara çoktan başlamışlardır. Grafik 1’de robotlara yatırım yapan ülkeler görülmektedir.



Grafik 1. Ülkelere Göre İmalatta 10.000 İnsan Çalışan Başına Robot Sayısı, 2017 (Atkinson, 2019)

Grafik 1’de Güney Kore başta olmak üzere gelişmiş ülkelerin robotlara yatırım yaptığı görülmektedir. Ülkelerin robotlardan ekonomik fayda edinmeye başlamalarıyla robot kullanımlarının yıllık %2-3’lerden önümüzdeki on yılda %10’lara çıkacağı, 2025 yılına kadar robotların tüm üretim sektörlerindeki işlerin %25’ini ele geçirecekleri öngörülmektedir. Yönetim Danışmanlık Şirketi Boston Consulting Group’a (BCG) göre, günümüzde endüstriyel robotların %75’inin dört endüstri grubunda kümelendiğini belirtmektedir. Bu endüstriler; bilgisayar ve elektronik, elektrikli ekipman, ev aletleri ve bileşenleri, ulaşım araçları ve makinalardır (Kurt ve Bozoklu, 2019). Robotlar, bu endüstrilerdeki başarıla-

rına rağmen henüz hazır giyim endüstrisinde yeterli düzeyde kullanım alanına ulaşamamıştır. Bu durumun temel iki nedeni vardır. Bunlardan birincisi, küresel giyim markaları ve perakendecilerinin üretim tesislerini Asya’da düşük vasıflı ve düşük maliyetli işgücünün yaygın olduğu ülkelere konumlandırarak son yirmi yılda işçilik maliyetlerini düşürmeyi başarmalarıdır (Chang ve Rynhart, 2017), (Suh, 2019). Hazır giyim işletmeleri bu ülkelerdeki düşük maliyetli üretimi sürdürebileceklerine olan güvenle de, üretim teknolojilerine yaptıkları yatırımları azaltmışlar ve otomasyona direnmişlerdir (Favro, 2018). İkinci sebep ise, giysinin ana bileşeni olan kumaş, tela vd. malzemelerin genellikle yumuşak ve



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:03 K:15

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

kolay deforme olabilen malzemeler olması nedeniyle robotla işlenmelerinde (bükülme, katlanma, kırışma vb.) teknik zorlukların oluşmasıdır (Sun ve diğ., 2019), (Jiménez Schlegl ve Čubrić, 2018). Ayrıca müşteri talebindeki kapsamlı ve hızlı moda değişiklikleri nedeniyle giysi üretim süreci boyut ve tasarıma göre sürekli değişiklik göstermektedir (Jiménez Schlegl ve Čubrić, 2018), (Kim ve diğ., 2020). İlave olarak kumaş malzemelerinin çift yönlü mekanik davranışı ve robotik bağlantılardaki geometrik hatalar nedeniyle, kumaşlardaki tipik geometrik şekillerin dikilmesi sırasında gerekli hassasiyeti elde etmenin zorluğudur (Jiménez Schlegl ve Čubrić, 2018), (Kim ve diğ., 2020). Kumaşları manipüle etmenin, kumaşın aşırı deforme olabilirliliği ve kırışıklık, buruşukluk ve katlanma eğilimi nedeniyle birçok ilişkili sorunu vardır. Bilgisayar görüşü aracılığıyla kumaşın türü ve konfigürasyonunun tanımlanmasıyla ilgili zorlukları da eklemeliyiz (Jiménez Schlegl ve Čubrić, 2018). Fakat son yıllarda düşük işgücüne sahip Asya ülkelerinin de; ücret, iş yapma ve diğer maliyetlerdeki sürekli artışlar meydana gelmektedir (Chang ve Rynhart, 2017). Bu nedenle, uygun fiyata yüksek kaliteli bir ürün elde etmek için, hazır giyim işletmelerinin, başta kesim ve dikim işlemleri olmak üzere çoğu işlemleri otomatikleştirmeye ihtiyaçları artmıştır. Bu nedenle işletmeler, hazır giyim üretim teknolojilerine yatırımlarını

tekrar ve büyük bir hızla artırmaya başlamışlardır (Chang ve Rynhart, 2017), (Suh, 2019).

Sonuç olarak, çoğu sektörde başarıya ulaşan robot kullanımı, giysi üretim sürecinde istenilen başarıyı henüz ulaşamamıştır (Kim ve diğ., 2020). Fakat son yıllarda giysi üretiminde robot kullanımı alanında artan bir araştırma faaliyetleri görülmektedir (Jiménez Schlegl ve Čubrić, 2018). Bu çalışma kapsamında hazır giyim üretimi için geliştirilmiş ve/ya geliştirme aşamasında olan robotların tespit edilmesi ve bu robotlar hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen verilerin, hazır giyim üretim teknolojisi alanında çalışma gerçekleştiren bilim insanlarına ve bu alana yatırım yapmayı düşünen sektör yöneticilerine katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

AMAÇ

Bu çalışmanın temel amacı hazır giyim üretiminde kullanılmak üzere geliştirilen veya geliştirme aşamasında bulunan robot teknolojilerini tespit etmektir. Daha sonra tespit edilen ilgili robotik teknolojilerden yola çıkarak, bir yandan hazır giyim işletmelerine robot teknolojilerinin son durumu hakkında bilgi vermek diğer yandan bu alana ilgisi olan kişi veya kurumlara belirlenen eksiklikler hakkında bilgi sunarak yeni çalışmaların yapılmasına yol açmak amaçlanmaktadır.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:03 K:15

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

KAPSAM

Araştırma alan yazın araştırması olup literatürden elde edilen verilerin analizine odaklanmaktadır. Hazır giyim üretiminde robotların kullanımı her ne kadar çok yeni bir konu olarak görülmesi de bu alanda yapılmış çalışmaya rastlanmamış olması bu çalışmayı önemli kılmaktadır.

ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Araştırmaya ilk olarak “robot” ve “apparel manufacturing” anahtar kelimelerinin birlikte; Google, Scopus ve ScienceDirect veri tabanlarından taranmasıyla başlanılmıştır. İlk tarama sonucunda elde edilen veriler analiz edilerek daha sonra tarama genişletilmiştir. Genişletilmiş taramada ise aynı veri tabanlarında; “robot ve fabric spreading”, “robot ve fabric cutting”, “robot ve sewing”, “robot ve ironing”, “robot ve packaging”, “robot ve quality control” anahtar kelimeleri ikili olarak taranmıştır. Taramalar sonucunda elde edilen veriler aşağıda sunulmuştur.

ARAŞTIRMANIN KISITLARI

Araştırma literatür taramasına dayandığından erişime açık olmayan veri kaynaklarındaki veriler, tarama sırasında gözden kaçan veriler ve ayrıca tarama sadece İngilizce gerçekleştirildiğinden bu dilde yazılmamış kaynaklara ulaşılabilmiş olması araştırmanın kısıtı olarak kabul edilebilir.

ARAŞTIRMANIN PROBLEMİ

Hazır giyim sektöründe rekabet genel olarak maliyet ve kalite üzerinden gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle hazır giyim işletmelerinin en büyük problemi maliyeti düşürürken kaliteyi de yükseltmektir. Bu araştırma kapsamında hazır giyim işletmelerinin ilgili problemi çözmek için robot teknolojilerini kullanma imkanlarının olup olmadığına odaklanılmaktadır.

BULGULAR

Bu çalışmada, hazır giyim alt aşamaları olan; serim, kesim, dikiş, ütüleme, kalite kontrol ve paketleme aşamaları için geliştirilmiş veya geliştirme aşamasındaki robotlar aşağıda verilmiştir.

Kumaş Serim İşlemlerinde Robot Kullanımı: serim, kumaşın kesim işleminden önce düzgün bir şekilde serilerek kesime hazırlanması işlemidir (Gürarda, 2015). Serim, üretilen giysiye göre; kumaş toplarının kontrolü, taşınması ve yüklenmesi, kumaş katlarının serilmesi, pastal kat adedinin kontrolü, pastal resminin en üst kumaş katına yerleştirilmesi ve/ya ütülenmesi, pastal boyunun ve bindirme yerlerinin işaretlenerek pastalın kesim işlemine hazırlanması faaliyetlerinden oluşmaktadır (Çetin, 2011). Serim monoton bir faaliyet olmasından dolayı robotlaşma sürecinin mümkün olabileceği faaliyetlerden birisidir (Vashisht ve Rani, 2020). Ancak ku-



UHMFĐ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:03 K:15

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

maş serim işleminin, kumaşların ölü ağırlık ya da hava direnci gibi küçük dirençler altında bile kolaylıkla deforme olabilmeleri (Suh, 2020) ve yine kumaşların sert olmadıkları için taşınmalarının zorluğu gibi nedenlerle robotlaştırılmasında zorluklar oluşmaktadır (Lee ve diğ., 2013). Serim işlemi için kumaşın robot tarafından kaldırılması ve taşınması gerekmektedir. Robotlarda her malzeme türü için ideal bir kavrayıcı bulunmamaktadır (Jiménez Schlegl ve Čubrić, 2018). Robotlar, kumaşları genellikle; hava jeti, vakum, iğne ya da yapışkan ile kavramaktadır (Lee ve diğ., 2013). Serim işleminde Robot, önce kumaş parçasını hangi noktadan kavraması gerektiğini belirler. Kumaşın bulunduğu yer, düzenlenmemiş bir yığın olabileceği gibi rastgele bir nokta olabilir. Robot kumaşı belirlenen noktadan kavradıktan sonra serim için iste-

nilen seviyeye gelene kadar düzeltme işlemi yapar (Jiménez Schlegl ve Čubrić, 2018). Bu alanda robotlaşma ihtiyacını karşılamak için Ar-Ge çalışmaları devam etmektedir (Lee ve diğ., 2013). Serim işlemi için geliştirilen ve/ya geliştirme aşamasındaki robotlar aşağıdaki gibidir.

PR2 Robot: Willow Garage tarafından 2010 yılında üretilmiş olan Robot PR2, 165 cm boyunda ve 226,8 kg ağırlığında olup Grafik 2'de görülmektedir (Garage, 2010). PR2 görüntü işleme ve öğrenme yöntemlerini kullanarak kumaşı düzeltme yeteneklerine sahiptir. PR2'nin kumaş serim işlemini nasıl yerine getirdiği Grafik 3'te aşama aşama gösterilmektedir. PR2 kumaş serim işlemine A şekliyle başlamakta H şekliyle işlemini tamamlamaktadır (Yan ve diğ., 2020).

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

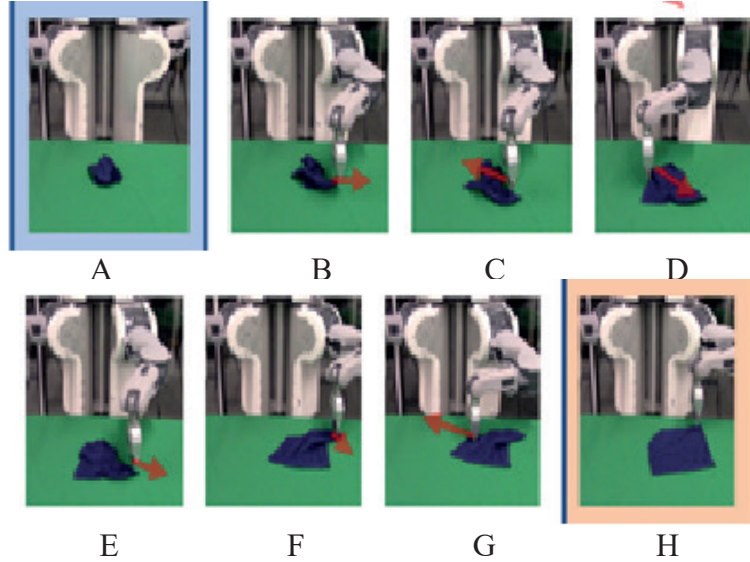
ID:03 K:15

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



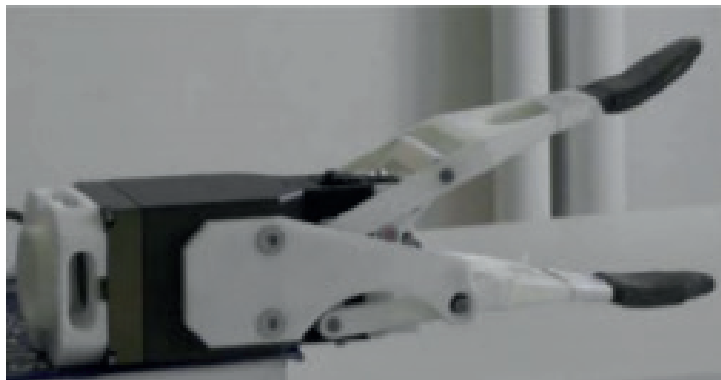
Grafik 2. Robot PR2

PR2'nin, gelecekte hazır giyim üretiminde kumaş serim işlemini yerine getirmesi için geliştirilmesine devam edilmektedir (Yan ve diğ., 2020).

Gripper: CloPeMa Avrupa'nın geliştirmiş olduğu Grafik 4'te görülen tutucu bir sistemdir. Gripper, insan parmağını taklit edilerek

Grafik 3. PR2 Çalışması

tasarlanmış basit ve verimli bir tasarıma sahiptir. Ortamı 2B ve 3B sistemler ile algılayabilen bir görüntü işleme sistemine sahiptir. Gripper, çok çeşit kıyafetlerin taşınması ve düzeltilmesi işlemlerini yerine getirmektedir (Lee ve diğ., 2013).



Grafik 4. Gripper

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:03 K:15

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Gripper, öncelikle giysileri kategorilere göre ayırır, ayıramadığı giysileri ise farklı bir alana istifler. Bu işlemi yaparken Gripper, kırılmaması ve giysileri yırtmaması için hassas malzemelerden üretilmiştir (Lee ve diğ., 2013).

Picking Pad: AB Endüstri tarafından geliştirilmiş olan 1 inç uzunluğunda kıllarla yapılandırılmış toplama tablası olup Grafik 5'te

görülmektedir. Picking Pad bir tablanın üzerine yerleştirilmekte olup, 360 derecelik dönme açısına sahip robot kolu sayesinde kumaş parçalarını kolayca hareket ettirilebilmektedir. Kumaş parçalarını, kolundaki kıllar vasıtasıyla kavramaktadır. Bu sistem hala geliştirme aşamasındadır ve ticari anlamda bir satışı bulunmamaktadır (Suh, 2020).



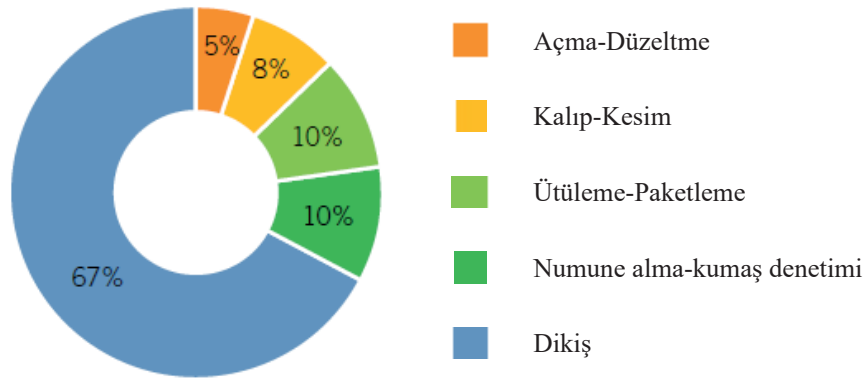
Grafik 5. Picking Pad

Kumaş Kesim İşlemlerinde Robot Kullanımı: üretilecek giysi modeline göre serim işlemiyle düz bir zemine serilerek hazırlanan kumaş katmanlarının çeşitli kesim teknolojileri kullanılarak kesilmesi işlemidir (Gökalp ve diğ., 2019). Kesim işleminde, tasarlanan giysi kalıp modeline göre pastanın en uygun yerleşim planının hazırlanması, hızlı ve en az kayıpla kumaşın kesilerek dikime hazır-

lanması gerekir (Çelik ve diğ., 2002). Hazır giyim işletmeleri kesim işlemlerinde verimliliği artırmak için otomasyona yönelmişlerdir. Fakat bu çalışma kapsamında yapılan araştırmada kumaş kesim işlemlerinin hala; insanlar ve/ya otomasyonlar tarafından yapıldığı henüz bu alanda faaliyet gösteren robot olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu alanda robot geliştirme çalışmalarına ihtiyaç bulunmaktadır.

Dikiş İşlemlerinde Robot Kullanımı: Hazır giyim üretiminin emek yoğun bir üretim faaliyetidir (Suh, 2019). Grafik 6’da hazır giyim

üretiminde her bir faaliyet için harcanan işgücünün dağılımı verilmiştir.



Grafik 6. Hazır Giyim Üretim Sürecinde İş Gücü Dağılımı (Chang ve Rynhart, 2017)

Grafik 6’da da görüldüğü gibi hazır giyim üretiminde kullanılan tüm iş gücünün %67’si tek başına dikiş işlemi için harcanmaktadır (Chang ve Rynhart, 2017), (Suh, 2019). Bununla birlikte sadece dikiş faaliyeti, toplam maliyetin de %35-40’ını oluşturmaktadır (Suh, 2019). Günümüz hazır giyim sektöründe küresel rekabet nedeniyle hazır giyim üreticileri başarılı olabilmek için; maliyetlerini düşürmek, karmaşık şekilli giysilere artan talebi vasıflı işgücüyle karşılamak, ürünlerini zamanında teslim etmek vb. koşulları yerine getirmek durumunda kalmışlardır. Bu koşulları yerine getirmek için kullanabilecekleri yöntemlerden birisi dikiş işlemi otomatikleştirmektir (Kim ve diğ., 2020). Dikiş, belirli tekniklere göre iğne, iplik, kumaş ve makinenin oluşturduğu bir birleştirme işlemidir (Alp, 2010). Dikiş işlemi otomatikleştirmek için

robot kullanımı giyim üretim değer zincirinde önemli değişiklikler ortaya çıkaracağı öngörülmektedir. Dikiş robotlarının kullanımının temel avantajları; işçilik maliyetlerinde tasarruf, artan üretkenlik, ürün kalitesinde artış, teslim süresi ve üretim israfında azalmadır (Chang ve Rynhart, 2017). Dikiş işlemi robotlaştırmaya yönelik ilk girişimlerde, kumaş parçaları geçici olarak nişasta ile sertleştirilmekte ve daha sonra bu kumaşlar, çelik saclar gibi robotlar tarafından işlenmekteydi (Favro, 2018). Günümüzde ise robotla dikiş işleminin her aşamasında görüntülerin işlenmesiyle elde edilen veriler kullanılmaktadır. Öncelikle robot kumaşı kavramakta ve kontrollü bir yöreğe boyunca yönlendirmektedir. Daha sonra kumaşın şeklini tanımlamakta aynı zamanda dikiş tipini belirlemekte, dikiş sırasını planlamakta ve bu işlemleri sıraya göre gerçekleştir-

mektedir (Jiménez Schlegl ve Čubrić, 2018). Fakat bu işlemler hala basit dikiş işlemleri için geçerlidir. Özellikle üç boyutlu ürünlerin eğimli yüzey dikimi hala insan işçiler tarafından manuel olarak yürütülmektedir, çünkü günümüz teknolojiyle dikilen parçaların tam otomatik makine ile işlenmesi hala mümkün değildir (Yoshimi ve diğ., 2018). Dikiş işlemi yapmak amacıyla üretilmiş bazı robotlar bulunmaktadır. Bunlar aşağıdaki gibidir.

Kuka LWR 4: Kuka Robotics tarafından üretilen Kuka LWR 4, Grafik 7’de görülmektedir. Kuka LWR 4 diğer robotların aksine 7 eksene sahiptir ve bu özelliğinden dolayı daha serbest şekilde hareket edebilmektedir. Kuka LWR 4’ ün yazılımı tasarlanırken çalışanların deneyimlerine göre öğrenme ve adapte olma üzerine odaklanılmıştır (Klecker ve diğ., 2020). Bu yaklaşımın doğruluğunu göstermek için Kuka LWR 4 ile dikiş işlemi gerçekleştirildi (Huang ve diğ., 2017). Ayrıca birçok sensörünün birbirinden ayrı şekilde çalışmasıyla; tanıma, takip etme, pozisyon alma ve çalışma alanında güvenliği artırma hususlarında diğer robotlardan öne çıkmaktadır. Kuka LWR 4 alüminyumdan yapılmıştır ve keskin kenar kullanılmadan tasarlanmıştır. Bu da çalışma alanında diğer operatörler için güvenlik açısından önemli bir özelliktir (Bernier, 2016).



Grafik 7. Kuka LWR 4

Kuka robotun diğer özellikleri;

- Kuka robotun modellerine göre; tavana, zemin ya da duvara monte edilebilir.
- 30.000 saat çalışma süresi vardır.
- Birden fazla güvenlik sistemi tarafından kontrol edilebilir.
- Az yer kapladığından diğer otomasyonlar ile entegrasyonu kolaydır.
- Bazı otomasyonlarda kalibrasyonu otomatik gerçekleştirir.
- Hassasiyeti 1mm’dir (Kuka, 2017).

Robotik Kol: ARM Enstitüsü tarafından geliştirilen robotik kol kumaş parçalarını dikmek ve en son giysiyi birleştirmek için tasarlanmış olup Grafik 8’ de görülmektedir. Robotik kol, giysi parçalarını laminasyon yöntemiyle önce sertleştirmekte daha sonra sert parçaları dikişle birleştirmektedir. Dikiş tamamlandıktan sonra kumaşı sertleştiren malzeme suda çözülerek uzaklaştırılmaktadır. Bu robot kol ilk etapta askeri üniformalarda cep

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:03 K:15

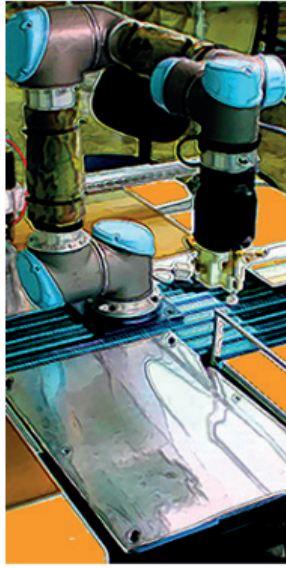
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

kanatlarının dikilmesi için kullanılmıştır. Bu işlemde olumlu sonuç verdiği için diğer otomasyon sistemleri ile entegre olacak şekilde geliştirilmiştir (Suzy Teele, 2020).



Grafik 8. Robotik Kol

Robotik Kol, insan operatörlerden daha yüksek döngü süresine sahip olsa da henüz karmaşık dikiş işlemleri konusunda yeterince gelişmemiş olup geliştirilmeye devam edilmektedir (Suzy Teele, 2020).

Ütüleme İşlemlerinde Robot Kullanımı: ütüleme; kumaş, tela, astar vb. materyallerin

düzensizliğini sağlamak, buruşukluklarını ve katlanmış kısımlarını düzeltmek için malzemelere; nem, ısı ve basınç uygulanması işlemidir (Güldür, 2014). Ütüleme işlemi hazır giyim üretiminde ilk olarak, dikiş işlemine tabi tutulacak parçaların, dikiş işleminden önce dikiş hatalarının oluşmaması için düzleştirilmesi amacıyla ara ütüleme olarak uygulanır. Daha sonra giysi tamamlandıktan sonra giysiye form kazandırmak güzel bir görünüm elde etmek için son ütü olarak uygulanır (Özdemir, 2007). Ütüleme işleminde, malzemeye elle hareket verildiğinde emek yoğun bir çalışma gerektirmektedir. Ayrıca ütüleme, hazır giyim üretiminde kaliteyi ve maliyeti doğrudan etkilemektedir (Güldür, 2014). Bu nedenlerle ütülemede robot kullanımını giysinin kalitesine ve maliyetine direkt etki edeceğinden önemli bir çalışma alanıdır. Ütüleme işlemlerinde kullanılmak amacıyla geliştirilen robotlara aşağıda değinilmiştir. Bunlar;

Baxter: Rethink Robotics tarafından geliştirilen ütüleme robot kolu Baxter Grafik 9'da görülmektedir.

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

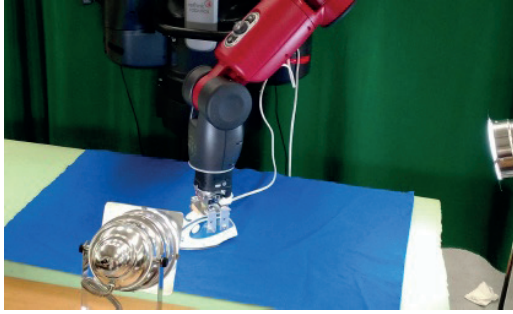
ID:03 K:15

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

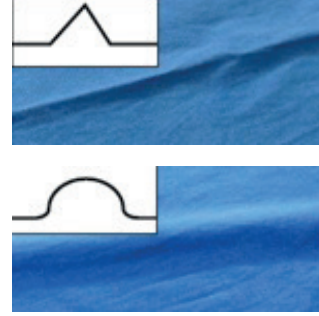
(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



Grafik 9. Robot Kol (Baxter)

Baxter çalışacağı masanın 80 cm üzerine kinect sensor kurularak masa 2 farklı yönden aydınlatılır. Grafik 10'da görüldüğü gibi aydınlatılan kumaşın kinect sensor ile yükselteleri tespit edilerek 3D taslağı oluşturulur. Oluşturulan taslağa göre program ütüleme planını otomatik olarak oluşturur. Her ütüleme işlemi tamamlandıktan sonra sensor tekrar yükselteleri değerlendirir. Eğer değerlendirme sonucunda yükselteler hedeflenen yükseltelerden fazlaysa ütüleme işlemi, istenen pürüzsüzlük seviyesine ulaşılan kadar tekrarlanır (Li ve diğ., 2016). Baxter'in hassasiyet ve kontroller için kolunda bulunan kadranlar, butonlar ve kontroller kullanılmaktadır. Buradan gerekli buhar, nem ve diğer unsurlar ayarlanılabilmektedir. Baxter robot girilen



Grafik 10. Robotun Kırışıklık Algısı

değerleri ezberleyebilmekte ve aynı işlemleri daha sonra yapılacağı zaman otomatik olarak gerçekleştirebilmektedir (Brooks, 2013).

İnsansı Robot TEO: RoboticsLab tarafından geliştirilen TEO, 21 derecelik serbestliğe sahip 1,5 m uzunluğunda ve 50 kg ağırlığında olup Grafik 11'de görülmektedir (Martínez ve diğ., 2012). TEO ütüleme işlemini, yazılım ve algoritmalar kullanarak gerçekleştirmektedir. TEO ütüleme işlemine başlamadan önce görüntü işleme yöntemiyle Grafik 12'de olduğu gibi kumaşın kırışıklık olan bölgeleri tespit etmektedir. Daha sonra bu verilere göre ütüleme işlemini gerçekleştirmektedir (Estevez ve diğ., 2017).

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

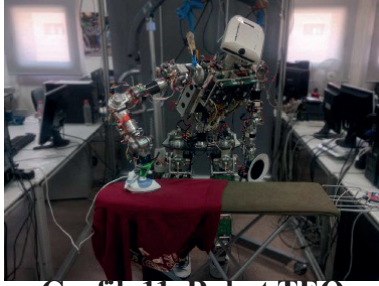
ID:03 K:15

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

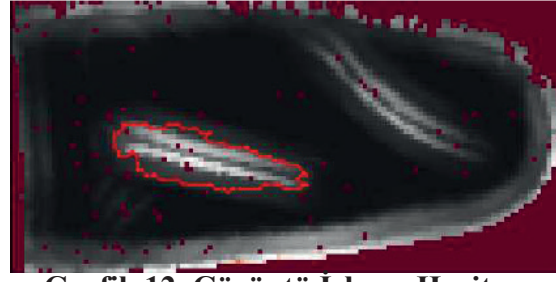
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



Grafik 11. Robot TEO



Grafik 12. Görüntü İşleme Haritası

Kalite Kontrol: Uluslararası standartlar organizasyonu (ISO) 'ya göre; kaliteyi oluşturmak, korumak, geliştirmek ve üretimi, müşteriye tatmin edecek en ekonomik seviyede sürdürmek için üretici tarafından uygulanan işlemler dizisidir (İlkay ve Varinli, 2005). Hazır giyimde kalite kontrol faaliyeti, sadece üretim sonrasında kusurlu işi ortaya çıkaran bir kontrol faaliyetinden daha geniş kapsamlı olmalı, işletme çapında ele alınmalı ve kalite özelliklerinin hedeflenen şekilde başarılmasına, kısaca kalite güvenliğine yönelik olmalıdır (Dal, 2009). Kalite kontrol hazır giyim üretimi için önemli bir husustur. Robotlarla giysilerin kalite kontrolü daha kısa sürede ve daha tekdüze gerçekleştirilebilir. Bu konuda robotların geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Ancak hazır giyim sektöründe dikiş, ütüleme vb. gibi birçok alanda kullanılabilecek robotlar ve otomasyon sistemleri geliştirilmiş ya da geliştirme aşamasında olmasına rağmen, hazır giyim de kalite kontrol işlevini yerine getirecek robotlar henüz ne üretilmiş nede üretilme aşamasındadır (Owen-Hill, 2020).

Paketleme: giysiler; kumaş seçimi, kalıp hazırlama, kesim, dikim, ütü, son işlemler ve kalite kontrol sürecinden sonra paketlenir ve sevkiyat bölümüne gönderilirler. Paketlemede, müşterinin isteğine göre giysiler katlanarak poşetlenir ya askılara takılarak ya da kolilere konularak sevkiyata hazır hale getirilir. Paketleme işlemi; giysilerin bedenini, rengini, cinsini vb. özelliklerini belirlemek, düzgün ve net görünmesini sağlamak, kirlenme, yıpranmalarını önlemek ve ulaştırılmak istenen yere istenen nitelikte ulaştırmaktır (Bozkurt ve diğ., 2010). Hazır giyimde paketleme işleminde kullanılmak amacıyla geliştirilmekte olan robotlar aşağıda verilmiştir.

Robot Motoman SDA10D: Yaskawa tarafından üretilen 110 kg ağırlığında 845 mm uzaklığa kadar iş yapabilen ve eksenler arası açı genişlikleri fazla olan robot Grafik 13'te görülmektedir. Motoman SDA10D farklı alanlarda kullanıldığı gibi gerekli yazılım güncellemeleri ile paketleme alanında da kullanılabilir. Fakat en fazla 10 kg yük kaldırabilmektedir (Yaskawa, 2021).

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:03 K:15

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



Grafik 13. Robot Motoman

Robot Motoman'ın özellikleri:

- 72 koordinatlı hareket eksenine sahip Multirobot kontrol sistemi
- Robotik çalışma hücreleri için sistem düzeyinde kontrol sağlayan sağlam PC mimarisi
- İç mekânı optimize etmek için kontrol panosunun arkasındaki bağlantılar
- Dahili merdiven mantığı işleme; 4.096 G / Ç adresleri
- Yüksek hızlı sunucu bağlantısı
- Çeşitli fieldbus ağ bağlantıları
- Yüksek verimlilik ve minimum öğrenme süresi için Gelişmiş Robot Hareket Kontrolü (ARM), %25'e varan enerji tasarrufu, Onarım süresi (MTTR)
- Redüktörün durumunu doğrulamak için fonksiyonla kolay bakım, donanım tanılama ömrü fonksiyonu, gelişmiş sorun çözme ve alarm kurtarma

- Kompakt flaş yuvası ve USB bağlantı noktası bellek yedeklerini kolaylaştırır
- Küçük ve hafif Windows® CE programlama kolonu, çok pencere ekran özelliğine sahip renkli bir dokunmatik ekrana sahiptir (Yaskawa Motoman SDA10D, 2021).

Bu robot kutuyu rahatça kaldırabilmekte, sağa sola kontrollü şekilde çevirebilmekte, herhangi bir yalpalamada kontrol sağlayabilmektedir (Yaskawa, 2012).

SONUÇ

Hazır giyim işletmeleri, Asya kaynaklı ucuz iş gücünden yararlanmak amacıyla üretimlerin Asya ülkelerine kaydırarak uzunca bir süre düşük maliyetli üretim yapmayı başarmışlardır. Bu süreçte de hazır giyim üretim teknolojilerine yatırım yapmayı azaltmışlardır. Fakat bu ülkelerdeki işçilik ve iş yapış maliyetleri artmaya başlamıştır. Ayrıca moda nedeniyle tüketicilerin isteklerinin hızlı bir şekilde değişmeye başlaması değişime uyum sağlayan ve kaliteli üretimi zorunlu hale getirmiş ucuz işçiliğin önemi azalmaya başlamıştır. Ek olarak moda kavramıyla birlikte üretim sürelerinin kısılmasıyla uzak bölgelerde üretim cazip olmaktan çıkma eğilimindedir. Bu sebeplere ilave olarak Endüstri 4.0 kapsamında yapay zeka, sensor teknolojileri alanlarındaki gelişmeler, insansız fabrikalar fikrinin hayata geçirme düşüncesinin uygulanmasını olanaklı



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:03 K:15

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

kılmaya başlamıştır. Tüm bu gelişmeler hazır giyim işletmelerinin yeniden üretim teknolojilerine yatırım yapmalarına neden olmuştur. Bu çalışma kapsamında yapılan araştırma sonucunda, hazır giyim üretiminde özellikle dikiş ve ütülemede kullanılmak üzere geliştirilmiş ve/ya geliştirilme aşamasında olan dik-kate değer sayıda robot sistemine ulaşılırken; serim, kesim, kalite kontrol ve paketleme alanında çalışmaların henüz yeterli seviyeye ulaşmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu alanlarda robot geliştirme çalışmalarına ihtiyaç bulunmaktadır. Diğer taraftan geliştirilen robotların çoğunluğunun ise çok kısa sürede hazır giyim üretiminde kullanılması beklenilmemektedir. Fakat geliştirilme aşamasındaki bu robotların hazır giyim üretiminde kullanımının çok uzun süreler almayacağı da yapılan çalışmalar göz önüne alındığında bir gerçektir.

ÖNERİLER

Robotların gelecekte hazır giyim sektöründe en önemli üretim araçlarından birisi olacağı öngörülmektedir. Yapılan araştırma kapsamında alan yazında Türk bilim insanları tarafından hazır giyimde kullanılması planlanan robot çalışmasına rastlanılmamıştır. Bu nedenle hazır giyim üretimi ve robotlar alanında çalışma yapan tekstil ve mekatronik mühendisliği akademisyenlerinin ortak gruplar oluşturarak bu alanda çalışmalar yapmasının yararlı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca hazır giyim üreticisi işletmelerinin robotlar hak-

kında bilgi edinmeleri, onların gelişimlerini takip etmeleri ayrıca geliştirilmelerine katkıda bulunmaları önerilebilir. Çünkü robotlar önemli yatırım gerektiren bir üretim unsuru olduklarından, hazır giyim işletmelerinin doğru robotları üretim hattına katabilmeleri için robotlar hakkında yeterli bilgiye sahip olmaları gerekmektedir.

KAYNAKÇA

ALP, E., (2010). Tencel Kumaşlarda Farklı Parametrelerde Dikiş Büzgülerinin İncelenmesi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

ATKINSON, R.D., (2019). Robotics and the Future of Production and Work, Information Technology and Innovation Foundation, <https://itif.org/publications/2019/10/15/robotics-and-future-production-and-work>, (E.T. 31.01.2021)

BERNIER, C., (2016). Collaborative Robot Series: KUKA's Light Weight Robot 4+, <https://blog.robotiq.com/bid/64944/Collaborative-Robot-Series-KUKA-s-Light-Weight-Robot-4>, (E.T. 23.12.2020)

BOZKURT, B., KARAYİĞİT, D., KICIROĞLU, B., OCAKOĞLU, N., (2010). Hazır Giyim Üretiminde Ütü- Kalite Kontrol - Paketleme ve Örnek Bir Uygulama. MYO-ÖS Ulusal Meslek Yüksekokulları



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:03 K:15

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Öğrenci Sempozyumu Ekim 2010 Düzce,
<https://docplayer.biz.tr/3376675-Hazir-gdydm-uretdmnde-utu-kaldte-kontrol-paketleme-ve-ornek-bdr-uygulama.html>,
(E.T. 23.01.2021)

BROOKS, R., (2013). Rethink Robotics,
[https://en.wikipedia.org/wiki/Baxter_\(robot\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Baxter_(robot)),
(E.T. 17.12.2020)

CHANG, J., RYNHART, G., (2017). How Technology is Changing Jobs and Enterprises Sector Brief: An Analysis of How Automation Will Impact the Apparel Sector Value Chain, https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---act_emp/documents/publication/wcms_579563.pdf, (E.T. 31.01.2021)

ÇELİK, Ş.A., KAYACAN, M.C., AYDOĞAN, T., ÇAKIR, A., (2002). Bilgisayar Kontrollü Kumaş Kesme Makinası Tasarımı ve İmalatı, Politeknik Dergisi, 5(2): 173-177

ÇETİN, M.S., (2011). Bilgisayar Destekli Bıçaklı Bir Kesici Sistemin Çalışma Prensibinin Analizi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir

DAL, V., (2009). Klasik Erkek Pantolonu Üreten Bir Hazır Giyim Firmasında Kalite Güvence Sisteminin Kurulmasına Yö-

nelik Model Önerisi Geliştirilmesi, Tekstil ve Konfeksiyon, 19(3): 231-241

ESTEVEZ, D., VICTORES, J.G., FERNANDEZ-FERNANDEZ, R., BALAGUER, C., (2017). Robotic Ironing With 3D Perception and Force /Torque Feedback in Household Environments, In 2017 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), 6484-6489

FAVRO, T., (2018). Generation Robot: A Century of Science Fiction, Fact, and Speculation. Simon and Schuster, <https://spectrum.ieee.org/robotics/industrial-robots/your-next-tshirt-will-be-made-by-a-robot>, (E.T. 31.01.2021)

GARAGE, W., (2010). Robots, Your Guide to The World Of Robotics. <https://robots.ieee.org/robots/pr2/>, (E.T. 9.01.2021)

GÖKALP, E., GÖKALP, M.O., EREN, P.E., (2019). Hazır Giyim ve Konfeksiyon Sektöründe Endüstri 4.0 Devrimi: Akıllı Konfeksiyon Fabrikası Önerisi. AJIT-e: Bilişim Teknolojileri Online Dergisi, 10 (37): 73-96

GRAHN, S., LANGBECK, B., JOHANSEN, K., BACKMAN, B., (2016). Potential Advantages Using Large Anthropomorphic Robots in Human-Robot Collabora-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:03 K:15

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

tive, Hand Guided Assembly, Procedia CIRP, 44, 281-286

GÜLDÜR, M.M., (2014). Hazır Giyim Üretiminde Ütuleme Kalitesinin Hizmet İçi Eğitim Süreci ile İyileştirilmesi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara

GÜRARDA, A., (2015). Konfeksiyon İşlemleri ile Kumaş Özellikleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi, Tekstil ve Mühendis, 22: 99, 41-50

HUANG, B., YE, M., LEE, S.L., YANG, G.Z., (2017, SEPTEMBER). A Vision-Guided Multi-Robot Cooperation Framework for Learning-by-Demonstration and Task Reproduction, In 2017 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), 4797-4804)

İLKAY, S., VARNLI, İ., (2005). ISO 9001: 2000 Kalite Yönetim Sistemi: Dünya, Avrupa ve Türkiye Uygulamalarının Karşılaştırılması, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, (25): 1-19

JIMÉNEZ SCHLEGL, P., ČUBRIĆ, G., (2018). Robots in the Textile and Fashion Industries: facts and Perspectives. 11th Scientific-Professional Symposium Tex-

tile Science and Economy, 24th January 2018, Zagreb, Croatia, 1-8

KIM, M., AHN, J., KANG, J., KIM, S., (2020). A Systematic Review on Smart Manufacturing in the Garment Industry. Fashion & Textile Research Journal, 22(5): 660-675

KLECKER, S., HICHRI, B., PLAPPER, P., (2020). Robotic Trajectory Tracking: Bio-Inspired Position and Torque Control, Procedia CIRP, 88, 618-623

KUKA, (2017). Kuka Sensitive Robotics_LBR Iiwa. https://www.kuka.com/-/media/kuka-downloads/imported/9cb8e311bfd744b4b0eab25ca883f6d3/kuka_lbr_iiwa_brochure_en.pdf?rev=12fcd6cf51394034909e519a1a24fd6f&hash=629CA544E4EB78702F5BD5080BA45781, (E.T. 14.01.2021)

KUMAR, P., (2018). Artificial neural network based geometric error correction model for enhancing positioning accuracy of a robotic sewing manipulator. Procedia Computer Science, 133, 1048-1055.

KURT, D., BOZOKLU, Ü., (2019). Robot Ekonomisinin Yükselişi, Sosyal Bilimler Metinleri, 2019 (1): 25-47

LEE, C.K.H., CHOY, K.L., HO, G.T., LAW, K.M., (2013). A RFID-Based Resource Allocation System for Garment Manu-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:03 K:15

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

facturing, Expert Systems with Applications, 40(2): 784-799

LI, Y., HU, X., XU, D., YUE, Y., GRINSPUN, E., ALLEN, P.K., (2016). Multi-Sensor Surface Analysis for Robotic Ironing. In 2016 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), 5670-5676

MARTÍNEZ, S., MONJE, C. A., JARDÓN, A., PIERRO, P., BALAGUER, C., MUÑOZ, D., (2012). Teo: Full-Size Humanoid Robot Designpoweredby a Fuel-cellsystem, Cybernetics and Systems, 43(3): 163-180.

MORAVEC, H.P., (2020). Robot Technology, <https://www.britannica.com/technology/robot-technology/Robotics-research>, (E.T. 5.01.2021)

OWEN-HILL, A., (2020). Excellent Robot Applications in the Textile Industry, <https://robodk.com/blog/robot-applications-textile-industry/>, (E.T. 20.01.2021)

ÖZDEMİR, G., (2007). Hazır Giyim Sanyinde Kullanılan Teknolojilerin Verimliğe Etkisinin Değerlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana

SUH, M., (2019). Automated Cutting and Sewing for Industry 4.0 at ITMA 2019. Jo-

urnal of Textile and Apparel, Technology and Management, ITMA 2019, 1-13

SUH, M., (2020). Automated Cutting and Sewing Developments. <https://www.textileworld.com/textile-world/features/2020/03/automated-cutting-sewing-developments/>, (E.T. 20.01.2021).

SUN, P., HU, Z., PAN, J., (2019). A General Robotic Framework for Automated Cloth Assembly, In 2019 IEEE 4th International Conference on Advanced Robotics and Mechatronics (ICARM), 47-52

SUZY TEELE, (2020). The Robotic Assembly of Garments - An ARM Institute Project Highlight, <https://www.roboticsbusinessreview.com/innovation/the-robotic-assembly-of-garments-an-arm-institute-project-highlight>, (E.T. 14.01.2021)

TÜRK DİL KURUMU SÖZLÜKLERİ. <https://sozluk.gov.tr/>, (E.T. 5.01.2021)

YAN, W., VANGIPURAM, A., ABBEEL, P., PINTO, L., (2020). Learning Predictive Representations for Deformable Objects Using Contrastive Estimation. arXiv preprint arXiv:2003.05436

YASKAWA, (2012). Motoman Robot Demo, <https://www.youtube.com/watch?v=T2dDTbV9FN0&feature=youtu.be>, (E.T. 21.01.2021).



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:03 K:15

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

YASKAWA, (2021). SDA Series SDA5F.
www.yaskawa.eu.com/products/robots/
handling-mounting/productdetail/pro-
duct/sda5f_713, (E.T. 21.01.2021)

YASKAWA MOTOMAN SDA10D (2021).
https://www.eurobots.net/yaskawa-
motoman-sda10d-used-robot-tr.html,
(E.T. 21.01.2021)

**YOSHIMI, T., TAKEZAWA, K., HIRAYA-
MA, M., (2018).** An Improvement of Tra-
jectory Tracking Accuracy of Automatic
Sewing Robot System by Variable Gain
Learning Control, IFAC-Papers OnLine,
51(22): 1-6

VASHISHT, P., RANI, N. (2020). Automation
and the Future of Garment Sector Jobs in
India, The Indian Journal of Labour Eco-
nomics, 63(2): 225-246



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:03 K:15

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

EXTENDED ABSTRACT

Intruduction: Technological developments are developing and changing production systems and revealing new production systems. It is predicted that robots will take place in production systems in the future (Atkinson, 2019). The robot can also be defined as a machine that behaves intelligently depending on mechanical systems, control and sensing systems, and computer algorithms (Moravec, 2020). Developed countries, especially South Korea, are investing in robots. It is predicted that the use of robots will increase from 2-3% annually to 10% in the next ten years as countries start to gain economic profit from robots, and that by 2025, robots will take over 25% of the jobs in all production sectors (Kurt and Bozoklu, 2019). Robots have not yet reached a sufficient level of use in the apparel industry. This is explained by two reasons. First, global clothing brands and retailers have reduced their labor costs over the last two decades (Chang and Rynhart, 2017), (Suh, 2019) reduced their technology investments and resisted automation by relocating their production facilities in Asia where low-skilled and low-cost workforces are common (Favro., 2018). Secondly, technical difficulties arise in robotic processing (bending, folding, wrinkling, etc.) due to the fact that products such as fabric and interlining, which are the main components of clothing, are generally soft and easily deformable materials (Sun et al., 2019), (Jiménez Schlegl and Čubrić, 2018). In addition, extensive and rapid fashion changes in customer demand are constantly changing according to size and design in the garment production process (Jiménez Schlegl and Čubrić, 2018), (Kim et al., 2020). However, there have been continuous increases in wages, doing business and other costs in Asian countries with low labor force recently (Chang and Rynhart, 2017). Therefore, in order to obtain a high quality product at an affordable price, apparel businesses have increased their need to automate most processes, especially cutting and sewing processes. For this reason, businesses have started to increase their investments in apparel clothing production technologies again at a great pace (Chang and Rynhart, 2017), (Suh, 2019). As a result, intensive research activities have been carried out in the field of robot use in garment production in recent years (Jiménez Schlegl and Čubrić, 2018). **Aim:** The main purpose of this manuscript is to identify the robot technologies developed or in the development stage for use in apparel clothing production. Secondly, in the light of the identified related robotic technologies, it is aimed to inform the apparel clothing businesses about the latest status of robot technologies and to provide information about the identified deficiencies to people or institutions interested in this field, encouraging to new studies. **Method:** With the keywords “robot” and “apparel manufacturing”; It



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:03 K:15

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

started by scanning from Google, Scopus and ScienceDirect databases. The data obtained as a result of the first scan was analyzed and then the scan was expanded. In the extended search, in the same databases; The keywords “robot and fabric spreading”, “robot and fabric cutting”, “robot and sewing”, “robot and ironing”, “robot and packaging”, “robot and quality control” were searched in binary. Since the research is based on the literature review, the data sources that are not accessible, the data that were overlooked during the search, and the fact that the search was conducted only in English and could not reach the sources that were not written in this language can be considered as the limitations of the research. **Findings and Results:** In this manuscript, the preliminary stages of apparel clothing production; Robotic systems developed or under development for laying, cutting, sewing, ironing, quality control and packaging stages are given below. **Using Robot in Fabric Laying Processes:** Laying is the process of preparing the fabric for cutting by laying it properly before cutting (Gürarda, 2015). Since laying is a monotonous activity, it is one of the activities in which the robotization process can be possible (Vashisht and Rani, 2020). However, there are difficulties in the robotization of the fabric laying process due to the fact that the fabrics can be easily deformed even under small resistances such as air resistance (Suh, 2020) and the difficulty of transporting the fabrics because they are not rigid (Lee et al., 2013). Robotic systems developed and under development for the laying process are as follows. PR2 robot: It is seen in Graphic 2. The PR2 has fabric smoothing capabilities using image processing and learning methods. How the PR2 performs the fabric spreading process is shown in Graphic 3 step by step (Yan et al., 2020). Gripper: It is a gripper system seen in Graphic 4. Gripper, imitating the human finger, carries out the operations of carrying and straightening many kinds of clothes (Lee et al., 2013). **Picking Pad:** It can be seen in graphic 5 and is placed on a table, and by grasping the fabric pieces with the bristles on its arm, the fabric pieces can be easily moved thanks to the robot arm with a rotation angle of 360° (Suh, 2020). **Using Robots in Sewing Processes:** 67% of all labor used in garment production is sewing alone.(Chang & Rynhart, 2017), (Suh, 2019). However, only sewing activity accounts for 35-40% of the total cost (Suh, 2019). Today, in order to be successful in the apparel clothing industry, apparel clothing manufacturers; wants to automate this process in order to reduce its costs (Kim et al., 2020). There are some robots developed for sewing process. These are as follows. **Kuka LWR 4:** It can be seen in graphic 7. Unlike other robots, it has 7 axes and can move more freely due to this feature. While designing the software, it was focused on learning and adaptation according to the experiences of the employees (Klecker et al., 2020). To demonstrate the accuracy of this approach, sewing was performed with the Kuka LWR 4



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:03 K:15

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

(Huang et al., 2017). In addition, with many sensors working separately from each other; It stands out from other robots in recognition, tracking, positioning and increasing safety in the work area. The Kuka LWR 4 is made of aluminum and is designed without sharp edges. This is an important feature in terms of safety for other operators in the workplace (Bernier, 2016). **Robotic Arm:** It is designed to sew pieces of fabric and assemble the final garment, as shown in Figure 8. The function of the robotic arm is to first harden the pieces of clothing with the lamination method and then join the hard pieces with sewing (Suzy Teele, 2020). **Using Robots in Ironing Processes:** Ironing is also a labor-intensive activity when the material is moved by hand. In addition, ironing directly affects the quality and cost of apparel clothing production (Güldür, 2014). For these reasons, the use of robots in ironing is an important field of study since it directly affects the quality and cost of the garment. Robots developed for use in ironing processes are mentioned below. These; **Baxter:** It can be seen in graphic 9. Baxter, 3D sketch is created by detecting the elevations of the illuminated fabric with the kinect sensor, as seen in Graphic 10. The program automatically creates the ironing plan according to the created draft. After each completed ironing process, the sensor evaluates the elevations again. If the elevations are higher than the targeted elevations as a result of the evaluation, the ironing process is repeated until the desired smoothness level is reached (Li et al., 2016). **Humanoid robot TEO:** Seen in Graphic 11, it performs the ironing process using software and algorithms. Before starting the ironing process, TEO detects the wrinkled areas of the fabric with the image processing method, as in Graphic 12. Then, it performs the ironing process according to these data (Estevez et al., 2017). **Quality Control:** Quality control is an important stage for apparel clothing production. With robots, the quality control of garments can be carried out in a shorter time and more uniformly. Robots need to be developed in this regard. However, robots that will perform the quality control function in apparel clothing have not been produced yet (Owen-Hill, 2020). **Packaging:** The purpose of the packaging process is to determine the size, color and type of the clothes, to make them look neat and clear, to prevent contamination and wear, and to deliver them to the desired destination in the desired quality (Bozkurt et al., 2010). The robots that are being developed to be used in the packaging process in apparel clothing are given below. **Robot Motoman SDA10D:** It can be seen in Graphic 13 and can be used in different areas as well as in the packaging area with necessary software updates. However, it can lift a maximum of 10 kg (Yaskawa, 2021). Within the scope of Industry 4.0, developments in the fields of artificial intelligence and sensor technologies have made it possible to implement the idea of unmanned factories. All these developments have caused apparel clothing companies to invest in remanu-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:03 K:15

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

facturing technologies. As a result of the research carried out within the scope of this manuscript, a remarkable number of robot systems developed and under development for use in apparel clothing production, especially in sewing and ironing, have been reached; It has been concluded that the studies in the field of laying, cutting, quality control and packaging have not reached a sufficient level yet. Robot development studies are needed in these areas. On the other hand, most of the developed robots are not expected to be used in apparel clothing production in a very short time. However, it is a fact that the use of these robots, which are under development, in the production of apparel clothing will not take very long, considering the studies done.

EFFECT OF MECHANICAL ANCHORAGE IN HEAT TREATED BEAMS
RETROFITTED WITH CFRP ⁽¹⁾ISIL İŞLEMLE ONARILMIŞ VE CFRP İLE GÜÇLENDİRİLMİŞ
KİRİŞLERDE MEKANİK ANKRAJIN ETKİSİ*Abdul Majeed QARIZADA¹, Yusuf SÜMER²**¹Sakarya Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sakarya / Türkiye**²Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği
Bölümü, Sakarya / Türkiye**ORCID ID: 0000-0002-0653-8034¹, 0000-0002-9314-1640²*

Öz: Amaç: Lokal olarak deforme olmuş çelik kirişler ısıtılma işlemi geçici olarak tamir edilebilir ancak bu uygulama elemanın yük kapasitesinde azalmaya neden olmaktadır. Ayrıca, deforme olmuş elemanlar için kalıcı bir güçlendirme çözümü elde etmek amacıyla fiber takviyeli polimer şeritler kullanılabilir. **Yöntem:** Bu çalışmada ilk olarak, epoksi ile yapıştırılmış Karbon Fiber Takviyeli Polimer (CFRP) şeritler ile güçlendirilmiş ısıtılma işlemi görmüş IPE-80 kirişin davranışı gözlemlenmiştir. Bu uygulama, yük kapasitesinde önemli bir artışa neden olmuş ancak epoksinin daha erken dağıldığı ve CFRP'nin çok daha fazla yüke dayanmasına izin vermediği gözlemlenmiştir. Ölçekli çelik IPE80 kirişler kullanılarak üç nokta eğilme deneyleri yapılmıştır. Her deney için yük-deplasman değerleri elde edilerek sonuçlar karşılaştırılmıştır. **Sonuç:** Çelik plakalar üzerinde yapılan ön laboratuvar deneyleri, civata kullanılarak ankraj kullanılmasının, yalnızca CFRP kumaştan yapılan ankraj kullanılarak gözlemlenenlere kıyasla daha iyi sonuçlara sahip olduğunu göstermiştir. Bu çalışma, ısıtılma işlemi görmüş elemanları güçlendirmek için epoksi yapıştırma ile birlikte civatalar veya CFRP kumaşlar aracılığıyla ankrajların uygulanmasını önermektedir.

Anahtar Kelimeler: Lokal Olarak Deforme Olmuş Çelik Kiriş, Isıtılma İşlem, CFRP, Ankraj

Abstract: Aim: Locally deformed beams and girders could be temporarily repaired by heat treatment but this practice causes the decrease in the load capacity of the member. Besides, fiber reinforced polymer strips could be used to gain a permanent retrofitting solution for the deformed elements. **Method:** In this study initially the behavior of heat treated IPE-80 beam strengthened by Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) strips bonded with epoxy is observed. This practice causes a significant increase in the load capacity but it is also being observed that epoxy scatters earlier, which does not allow the CFRP to resist much more load. Scaled steel IPE80 beams are selected and they are subjected to three-point bending test. Load-deflection behavior is recorded for each test and conclusions are derived by comparing the results. **Conclusion:** Preliminary laboratory experiments on shell plates shows that using anchorage by employing bolt has better results compare to those observed by using anchorage made by CFRP fabric only. This study suggests implementation of anchorages through bolts or CFRP fabrics along with epoxy bonding to retrofit the heat-treated elements.

Keywords: Locally Deformed Beams, Heat Treatment, CFRP, Bolt Anchorage

Doi:10.17366/uhmfd.2021.15.8

(1) *Sorumlu Yazar, Corresponding Author: Yusuf SÜMER, (Dr. Öğr. Üye., Assist. Prof), Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Esentepe Kampüsü, Sakarya / Türkiye, ysumer@subu.edu.tr, Geliş Tarihi / Received: 02.07.2021, Kabul Tarihi / Accepted: 11.12.2021, Makalenin Türü: Type of Article: (Araştırma – Uygulama / Research - Application) Çıkar Çatışması, Yok – Conflict of Interest, None, Etik Kurul Raporu veya Kurum İzin Bilgisi- Ethical Board Report or Institutional Approval, Yok / None*



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:04 K:18

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

INTRODUCTION

Buckling occurs out of plane of the transverse load, if the torsional and lateral stiffness of the beam is relatively smaller compared to the stiffness of the beam in the plane of loading or its lateral restraints are inadequate. A perfectly straight and elastic beam does not face out of plane deformations until it experiences a critical value of the applied load, while at this stage lateral deflection and twisting occurs in the beam, which causes buckling (Wang et al., 2005:1-2). These external loads may be applied to the structure due to earthquake, wind, fire, fatigue and etc. As the critical load value is being reached, the steel member lose its ability to bear the external loads and the structure is considered to have deformed.

After losing its load carrying capacity results reduction of stiffness or strength loss in a section, which could be restrained by repairing procedures in emergency conditions. These repairing procedures are performed to re-establish the resistance and serviceability of the structure (Rail Corp. Eng. Manuel, TMC 302, 2009: 8-9).

Steel beam sections could either be repaired by a flame (heat) straightening method or by hot mechanical straightening, but flame straightening is known as a preferable method to be considered for all primary members in-

stead of hot mechanical straightening, where feasible (Hirohata and Kim, 2007: 193-194, Hirohata and Kim, 2008: 83-84). To carry out this method, the operators should have sufficient skill to repair the members in such a manner that should be free of wrinkles, bulges, cracks, and poor alignment.

By the heat treatment at high temperatures the tensile stress, yield stress and elastic modulus of steel reduce significantly. According to the tests conducted by FHWA (Federal Highway Administration) for the determination of the damages and repairs on steel due to repetitive cycles, it is found that yield stress increases significantly after two or more repair cycles. Also, Aydin and Aktas in their research show that a decrease about 10 % can occur due to heat treatment of steel structural elements, so, therefore, it could only be considered as a temporary repair for damaged steel structures (Aydin and Aktas, 2005: 14-15).

In addition to the heat treatment, in order to gain a permanent solution for the damaged steel structural elements, the fiber reinforced polymer is an effective treatment to upgrade, retrofit, and strengthen the damaged, deteriorated, or deficient concrete or steel structures (Cadei et al., 2004: 15-16, Suzuki, 2005: 1-2, Accord and Earls, 2006: 337, Al-Saidy et al., 2009: 295, Kim and Shin, 2011: 802). To retrofit the steel structural element, the composite plates are attached to their flanges, which



UHMFJ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:04 K:18

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

improve the stiffness and strength of the flanges (Alberta Tranp. Repair Manuel, 2004: 11-12, Mallick, 2007: 1-2, Demir, 2011: 56-57). In many instances retrofitting is popular because replacing the defective structure can greatly exceed in cost compare to its strengthening choice (Sherron, 2012: 5).

The purpose of this study is to bring a permanent repair and retrofitting solution to the locally deformed flexural steel elements caused by disaster loads such as; Earthquake, Fire, Wind, Fatigue or etc. Initially the locally deformed or buckled elements are repaired with the heat treatment while it causes the decrease in stiffness and strength. As a solution; to gain the stiffness and load carrying capacity the Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) is proposed to be attached to the damaged elements.

In the initial step of the study the locally deformed IPE80 Beams (EU) are produced the laboratory. After proceeding the heat treatment, the effects and outputs due to the attachment of CFRP is taken under the consideration. It is revealed that this practice causes a significant increase of load capacity but it is also being observed that epoxy scatters earlier before the maximum load reached. As result, employing bolt anchorage option has significantly better result compare to CFRP fabric anchorage and only epoxy bond. The laboratory experiments finally conclude the effect

of bolt anchorage implementation along with CFRP and epoxy bonding for the heat treated IPE 80 beam.

LABORATORY STUDY

Heat treatments methods are available to repair the deformed members but the most superior and effective method especially for all primary tension members is hot mechanical method. In addition it may be used for strengthening the primary compression members. In this process the heat is applied to the all sides of a bent member and is straightened by applying force while the member is still hot. The maximum temperature to be used during the process is restricted to 640°. At the beginning of the study locally deformed IPE80 Beams (EU) are taken under study at the laboratory. The experiments, materials and their application methods are explained in this chapter. The procedures carried out during the experiments are explained with their specifications.

PROPERTIES of MATERIALS

Steel

The provided steel profile sections used at the experiments are produced from the A36 type of steel. The specimens considered from the main steel and heat treated steel ones are labeled as “Reference (Ref)” and “Heat treated (HT)” respectively. The procedure and over

all dimensions of the specimen considered for tensile test are carried out as per ASTM A370-10 standard. The ASTM A370-10 stan-

dard dimensions for the specimen are showed in the Figure 1 (ASTM A370-21, 2010: 5).

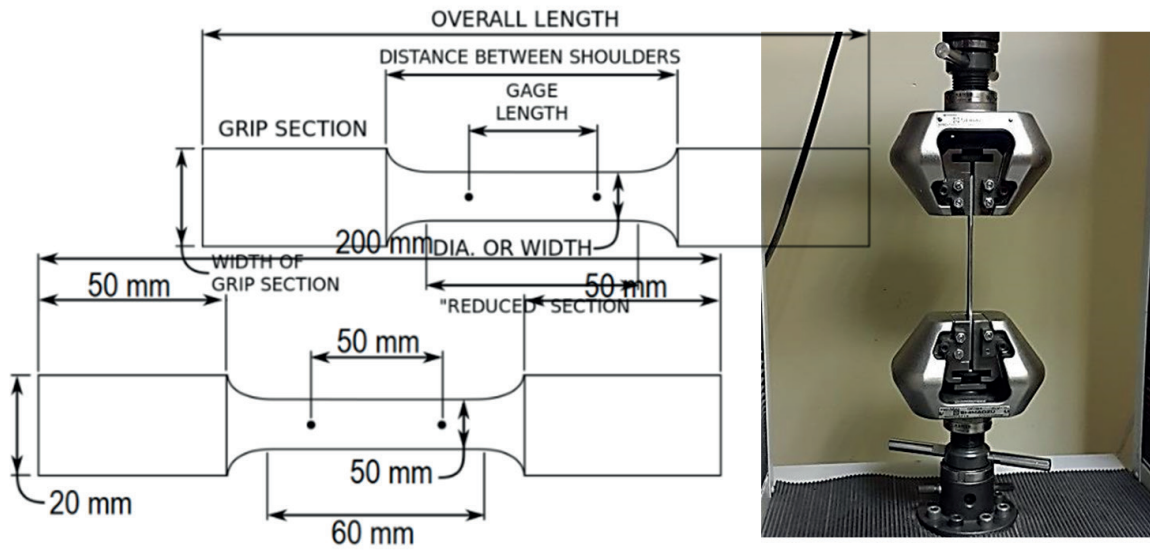


Figure 1. Dimensions of Test Specimens and Tensile Test With Universal Testing Machine

After the experiments the stress and strain diagram for both Reference and Heat-treated specimens are calculated considering the average of the results received from the group

of sets carried out under tensile test. The Stress and Strain diagrams are shown below in Figure 2.

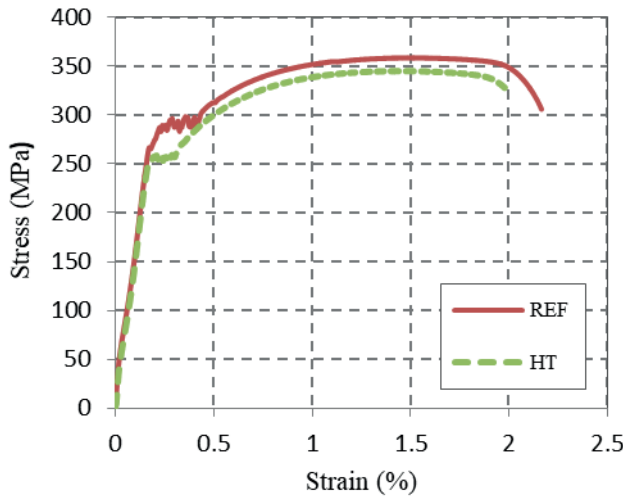


Figure 2. Stress and Strain Diagram of Reference and Heat-Treated Specimens

Although the result received from the laboratory tensile test revealed no change in the elastic modulus property of both reference and heat-treated members the yield stress of

HT member decreased almost 7.5%. The determined properties of specimens are shown in Table 1.

Table 1. Mechanical Properties of Reference and Heat-Treated Specimens

Property	Referans	Heat-treated
Elastic Modules (GPa)	210	210
Yielding stress (MPa)	265	285

CFRP and Adhesive Epoxy

The CFRP plates selected for retrofitting of heat treated specimens are procured from the well-recognized Turkish company called SIKA YAPI (Sika Ürün Teknik Föyü, 2020). Also Huntsman Araldite AW-106 is selected as adhesive epoxy to join the CFRP plates with heat-treated beam. The properties re-

lated to the Huntsman Araldite AW-106 presented by the producing company are shown in the Table 2.

To achieve the mechanical properties of the provided CFRP material, three samples respectively with the dimensions of 250 mm long, 25 mm wide and 1.2 mm thick have been selected for tensile test. Dimensions and

specifications of the specimens considered for the tensile test meets all the requirements mentioned in the references (ASTM D 3039 M-08, 2002: 7, TS EN ISO 527-5, 2010: 5). The prepared specimens are gripped at the

both ends of the apparatus. Afterwards the device slowly pulls the specimen longwise on the piece until it fractures. The average behavior of a CFRP specimen after the tensile test is shown in the Figure 3.

Table 2. Properties Adhesive Epoxy

Title	Elastic Modulus (MPa)	Density (gr/cm ³)
Huntsman Araldite AW-106	1900	1.13

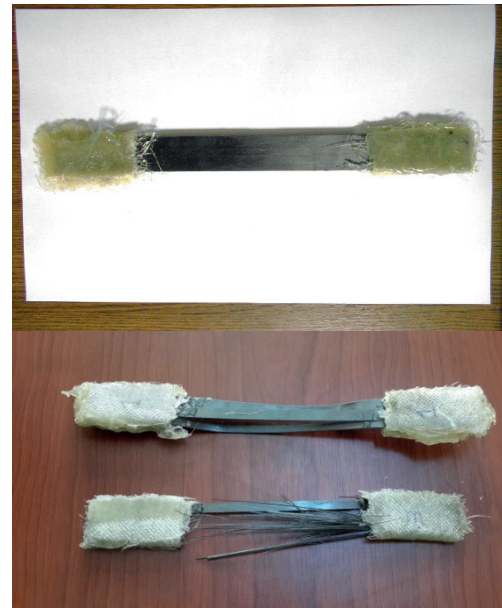
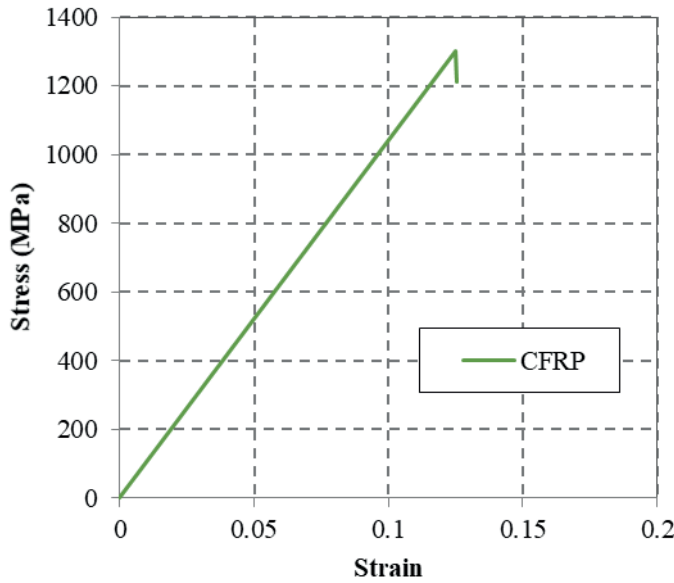


Figure 3. Stress and Strain Diagram of CFRP Tensile Test Specimen

Properties of Steel Profile

The IPE 80 which is the smallest size section among the European standard I sections, is selected for the heat treatment and retrofitting observation (EN 10365). Eight numbers of IPE 80 beams with the 500 mm length are

considered for the test. The IPE 80 beam with the parallel flanges is manufactured according to the following standards in a local company:

- DIN 1025

- Euronorm 19-57 (Dimension)
- EN 10034: 1993 (Tolerances)
- EN 10163-3, C (Surface conditions)
- STN 42 5550

In addition, in this study initially the behavior of the heat treated beam retrofitted by CFRP strips is also considered for detail observation. Dimensions and properties of IPE 80 beam are shown in Figure 4 and Table 3.

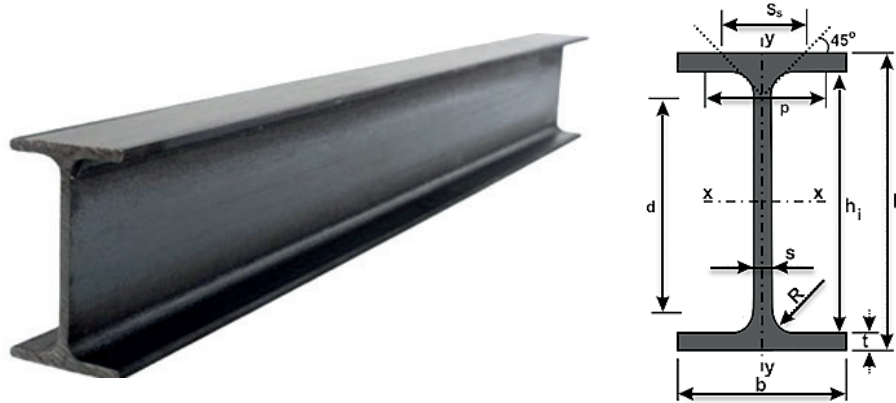


Figure 4. Specifications of IPE 80 Beam

Table 3. Dimensions of IPE 80

ID	Nominal weight	Nominal Dimensions						Cross-section	Dimensions for detailing				Surface	
		b	h	t ₁	t	R ₁	R ₂		A	d	φ	P _{min}	P _{max}	AL
	Kg/m			mm				cm ²	mm		mm	mm	m ² /m	m ² /m
IPE 80	5.94	42	80	3.9	5.9	3.9	2.3	7.57	59.0	-	-	-	0.304	51.09

LABORATORY EXPERIMENT

Eight numbers of IPE 80 steel beam specimens having 500 mm length are taken under study to derive the comparison of load capacity compare the original reference beam. The laboratory experiments are carried out in

three different stages. The first stage which deals with heat treated IPE 80 beam is considered for retrofitting purpose. The result received from this stage induced us to carry the same experiment considering a steel plates reinforced with CFRP with different configurations to resist more force. Initially steel



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:04 K:18

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

plates bonded by epoxy with CFRP plates and restrained with CFRP fabric were considered under laboratory experiments. Further experiments were carried out with tying bolts options. Subsequently after observing the result revealed from the steel plates, the most effective type of tying element is selected for the conclusive experiments. Finally the scaled IPE 80 beam is taken under study while restrained with tying bolts. During the experiments the specimens names were abbreviated with some characters that respectively stands for, “RB” Reference Beam, “HT” Heat treated, “C” CFRP retrofitted, “C1, C2, C3” location arrangement of CFRP, “SPre” Steel plate reference, “SPcr” Steel plate only CFRP retrofitted, “SPbr” Steel plate bolt restrained, “SPcrh” Steel plate CFRP fabric half restrained, “SPcrf” Steel plate CFRP fabric full restrained, “RBbr” Reference beam bolt restrained.

IPE 80 Beam Experiment

As initial experiments IPE 80 is considered for three point bending test. Properties of materials used in the experiments were explained in Chapter 2. Totally 10 numbers of IPE 80 steel profile section having 500 mm length are considered for laboratory experi-

ments while carrying different arrangement of CFRP allocation.

Local Deformation and Mechanical Heat Treatment

The provided specimens considered for heat-treatment and CFRP retrofitting are initially locally deformed. The local deformation is occurred through hitting the sides of flanges axially by hammer. The process is carried out very carefully and it is made sure that no global buckling or global deformation is occurred in the section. The length and location of deformation are selected proportionally constant for the entire provided specimens.

The locally deformed specimens are initially repaired by mechanical heat treatment before applying CFRP plates to the deformed areas. The repairing is processed by applying Oxy-gas flame to the deformed areas of the specimens. The temperature of heat is kept between 550 to 650 Co’ and to maintain the temperature of heat, the thermocouple device is used to determine the magnitude of the temperature during the heat applied the deformed element. Later on the deformed areas are straightened and corrected by pressing the plates of the section (Figure 5).

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:04 K:18

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



Figure 5. Heat Treating and Correction of Locally Deformed Specimen

Installation of CFRP

CFRP strips with different dimensions were trimmed to observe the efficiency of the different locations arrangements and type of CFRP anchorage employing on the flexure strength behavior of heat-treated beam. Later on the admixture of suggested epoxy with an appropriate ratio was prepared at the room tempera-

ture. The tying surfaces were prepared and cleaned before bonding the steel and CFRP with epoxy; thus it was made sure that no moisture and corrosion exists on the surfaces; In addition the surfaces of steel bonding areas were grinded for a better result. The prepared epoxy admixture was applied to the CFRP surfaces with a constant thickness (Figure 6).



Figure 6. Applying Epoxy and CFRP and Clamping to the Specimen

Implementing bolt anchorage and the process of applying epoxy to the face of the specimens are shown in the Figure 7.

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:04 K:18

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

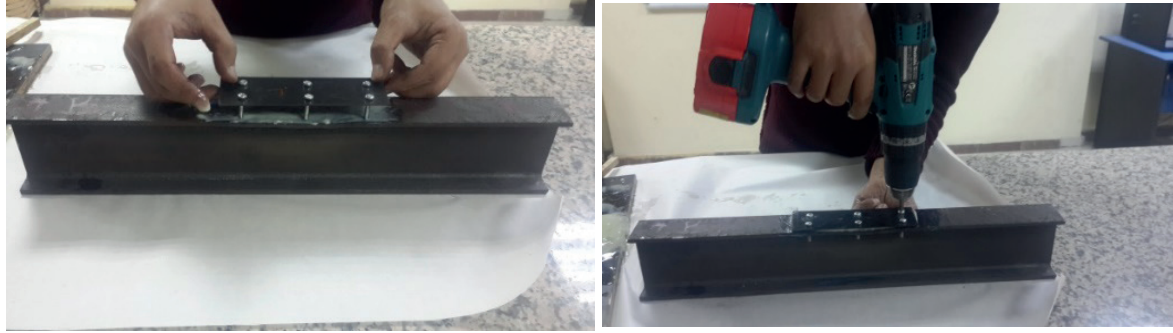


Figure 7. Employing Bolts on the Face of Specimens

At first two specimens of IPE 80 steel beam having 500 mm length are taken under study to derive comparison of load capacity between the reference beam and heat-treated one. The heat-treated one is initially locally deformed and subsequently after heat-treating three points bending load test is applied to find the capacity of beam after the heat-

treatment process. The provided specimens are placed on two supporting pins with a set of 400 mm distance apart, Later on from the above direction the third loading pin is lowered with a constant rate until the specimen failure. During the test the applied load and displacements are recorded (Figure 8a).

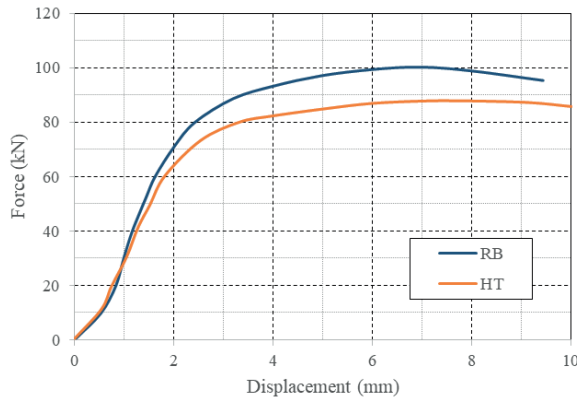


Figure 8a. Comparison of HT and RB Load Capacity

The result received from these two tests reveals that heat-treatment causes the loss of section load capacity compare to the reference beam. The load capacity and stiffness of

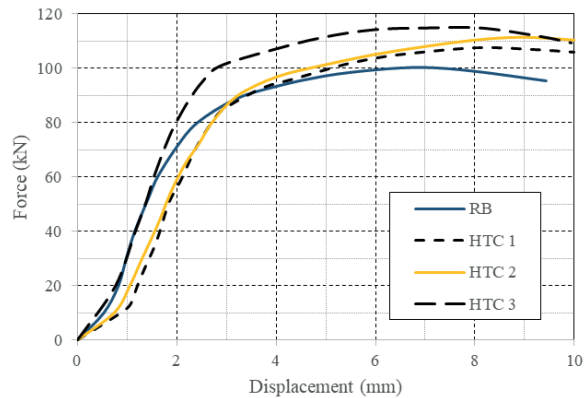


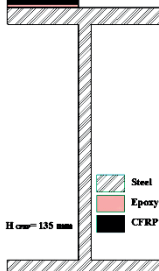


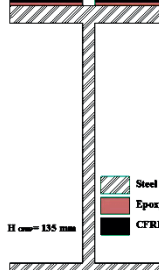


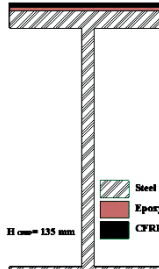


Figure 8b. Results of Different CFRP Arrangments on Load Capacity

a heat-treated section respectively decreases about 15% compare to the reference beam which needs to be retrofitted by CFRP elements.

The provided CFRP retrofitted IPE 80 beams having different CFRP allocation arrangement are taken under three points load test (Table 4). Mainly three types of CFRP arrangement to be bonded with the section of

steel flanges are considered in this part of experiment, which are one sided (HTC1), double sided as two part (HTC2) and double sided as one part (HTC3) CFRP strips (Table 4).

Table 4. Arrangement of CFRP Strips

ID	Section	Prior to test	After the test
HTC1			
HTC2			
HTC3			

As a result it is being revealed that the load capacity and displacement of the CFRP retrofitted element has been respectively increased

with a minimum value of 7.15% and maximum value of 14.5% compare to the original Reference beam (Figure 8b).

In addition it is also being observed during the experiment that epoxy scatters formerly than CFRP while resisting load and hence it cause to prevent the sample to sustain much more load. Hence as conclusion it is decided if the CFRP strips are anchored to the epoxy bonded steel flanges, it will cause the CFRP to resist more force and develop the load capacity of the beam compare to only epoxy bonded CFRP retrofitted steel beam. There for this concept indorse us to carry out the same experiment procedure implementing the anchorage to the CFRP strip with steel element.

Strengthening on Steel Plates

Small size steel plates were prepared to observe the CFRP tying behavior under four point bending. CFRP fabrics and steel bolts were selected to act as tying elements. Ten numbers of steel plates (Two numbers of steel plate for each set of Reference Plate, CFRP retrofitted, CFRP strips along with

CFRP fabric strings with half bonding, CFRP strips along with CFRP fabric strings with full bonding and Bolt anchorage) respectively 200 mm long, 40 mm wide and 5 mm thick were taken under study (Table 5). Four numbers of holes were drilled on each steel plate and four numbers of CFRP strips were drilled for full bond tying observation. The drilled steel plates and CFRP plates are later on bonded with epoxy using CFRP fabric and tying bolts. The tying options and the process of the preparation of steel plates is shown on the Figure 9.

Generally three concepts are taken under consideration, which are as below;

- CFRP fabric half tied (bonded from interior faces of CFRP)
- CFRP fabric full tied (bonded from exterior faces of CFRP)
- Tying bolts

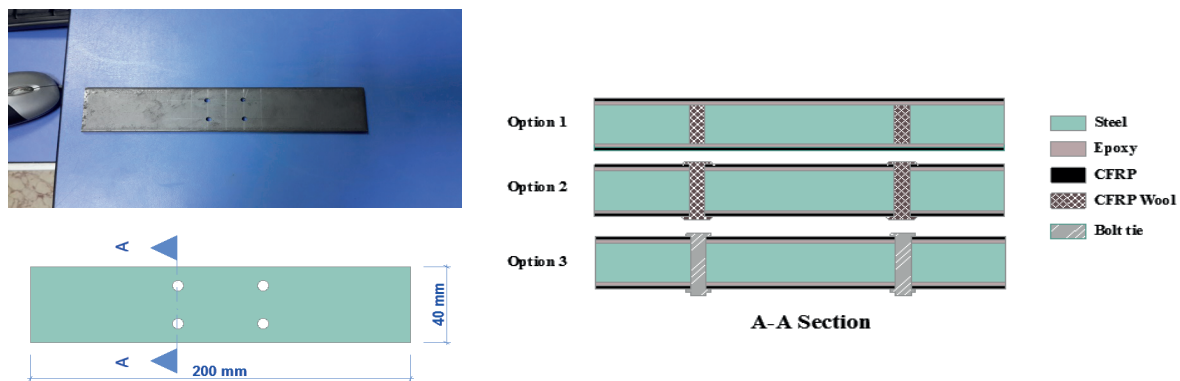


Figure 9. Preparation of Steel Plates and Tying Options

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:04 K:18









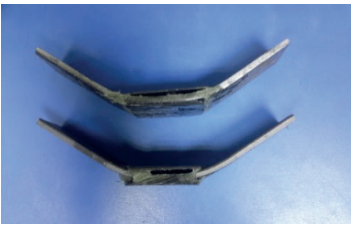






(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Table 5. Arrangement of Strengthening Plates

ID	Section	Prior to test	After the test
SPre			
SPer			
SPerh			
SPerf			
SPbr			

The provided specimens are placed on two supporting pins with a set of 150 mm distance

apart, Later on from the above direction the two loading pin are lowered with a constant

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:04 K:18

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

rate until the specimen failure. The procedure is carried out the same for all these provided plates (Figure 10).

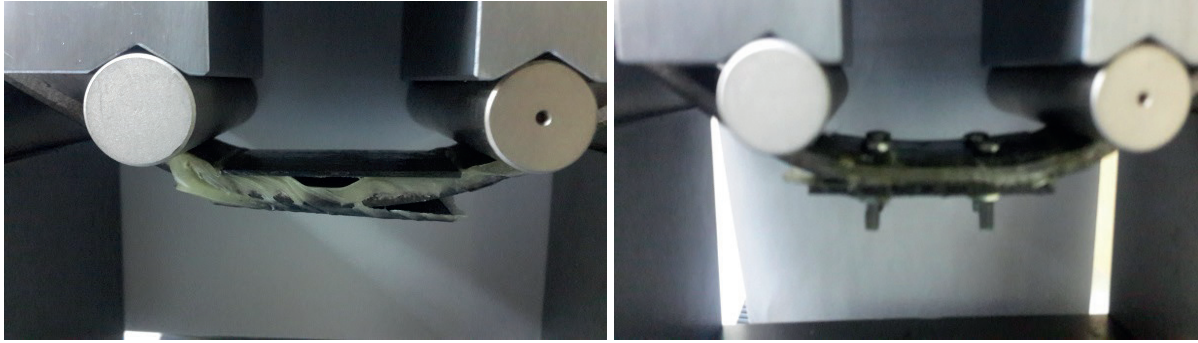


Figure 10. CFRP Retrofitted Steel Plates Under Four-Point Bending Test

During the test the applied load and displacements are recorded and shown in the form of a graph. The graphs for each type of specimens are plotted from the average of their re-

spective results. Finally for the comparison purpose the graphs are brought together as shown in Figure 11 below.

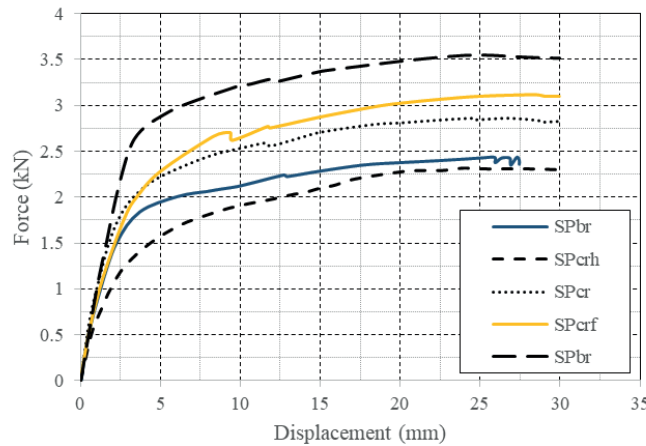


Figure 11. Force-Displacement Graph of Steel Plates Specimens

Observing the results received from the preliminary test on steel plates, it reveals that

employing bolt anchorage has a significant effect on behavior compare to the others and



UHMFJ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:04 K:18

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

causes the CFRP strips to resist much more load. The results showed that the load capacity of the strengthened beams increases between 19% and 49% compare to the reference beam. On the other hand CFRP strips along with CFRP fabric strings with half bonding (SPcrh) carried 3.5% less load than the reference beam. Subsequently bolt anchorage is considered to be employed as tying element of CFRP strips in the next experiment on IPE 80 specimens.

Strengthening of IPE 80 Beam

Mainly two types of CFRP arrangement to be bonded with the flanges of the steel section are considered in this new part of experiments, both of which are CFRP with only epoxy bonded and CFRP with bolt anchorage epoxy bonded. The arrangements are shown in Table 6.

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:04 K:18

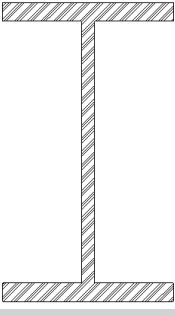


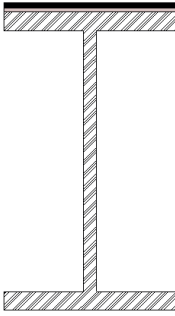


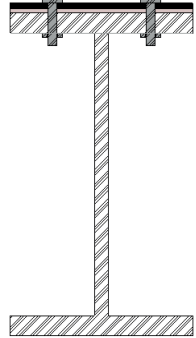


(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Table 6. Arrangement of CFRP Strips

		Experimental materials			
		Reference Steel	Heat-treated Steel	CFRP	Adhesive
Modulus of Elasticity (MPa)		210,0000	210,000	165000	19000
Yield Strength (MPa)		265	245	-	-
Density (g/cm ³)		7.85	7.85	1.62	1.13
ID	Section	Prior to test		After the test	
RB					
HTCr					
HTCbr					

Finally for the comparison purpose the graphs are brought together as shown in Figure 12 and Table 7 below. The graphs for the RB,

HTCr and HTCbr are respectively figured from the average of the given sets.

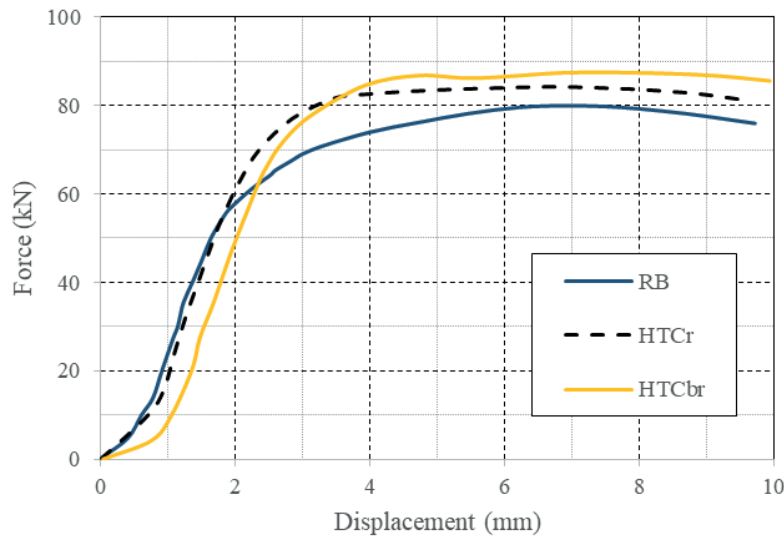


Figure 12. Force-Displacement Graph of Reference and Retrofitted Beams

When Figure 12 is examined, it is seen that both the beam strengthened by using epoxy alone and the beam using anchors give better

results than the reference beam. Although the yield limits of the reinforced beams are close, an increase in maximum strength is observed.

Table 5. Comparison of Experimental Results

ID	Lab Experimental Results			
	Max Load (KN)	Max. Displacement (mm)	Load Difference %	Displacement Difference %
RB	79.975	6.536	-	
HTCr	84.185	6.857	5.26	4.90
HTCbr	87.393	7.977	9.28	22.04

When the results received from the experiment examined, bolt anchored beam carried

almost %10 more load according to the reference IPE 80 beam. In addition the difference



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:04 K:18

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

about the maximum displacement nearly 20% between bolt anchored and reference beams is considerable. The results also showed that the load capacity of the strengthened beams increases between 5% and 10% compare to the reference beam. On the other hand the difference between the methods in terms of maximum load is nearly 5%, while it is 18% in terms of maximum displacement. This shows that the anchoring method gives more effective results.

RESULTS

Heat treatment as an alternative way to strengthen the locally deformed steel beams. In this study initially the behavior of the heat treated steel beam retrofitted by CFRP strips is considered for detail observation. For a better and permanent solution laboratory experiments extended and executed on 10 numbers of scaled IPE 80 steel profile section having 500 mm length under different arrangement of CFRP and bolt anchorage. As a preliminary study of the reinforcement method steel plates bonded by epoxy with CFRP plates and restrained with CFRP fabric were considered. From the results it has been observed that employing bolt anchorage along with epoxy bonding to the heat-treated areas of a deformed specimen causes the element to resist much more load and shows a good behavior compare to its other strengthened beams.

On the other hand this study is carried out through scaled specimens considering three point bending test and hereby it is suggested that this practice should be developed on real beams and girders.

REFERENCES

- AYDIN, E., AKTAS, M., (2015).** Obtaining a Permanent Repair by Using GFRP in Steel Plates Reformed by Heat-Treatment, Thin-Walled Structures 94 (2015): 13–22
- ACCORD, N.B., EARLS, C.J., (2006).** Use of Fiber Reinforced Polymer Composite Elements to Enhance Structural Steel Member Ductility, Journal of Composites for Construction ASCE 10. (4): 337-344
- AL-SAIDY, A.H, KLAIBER, F.W., WIPF, T.J., (2009).** Strengthening of Steel Concrete Composite Girders Using Carbon Fiber Reinforced Polymer Plates, Construction and building materials, 1122-1135
- ALBERTA TRANSPORTATION (2004).** Repair of Bridge Structural Steel Elements Manual, Version 1.0
- ASTM D 3039 M-08, (2007).** Standart Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials, ASTM (American Society for Testing and Materials)



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:04 K:18

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

ASTM A370-10, (2012). Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products, ASTM (American Society for Testing and Materials), 2010.

Sika Yapı Kimyasalları A.Ş

CADEI, J.M.C., STRATFOED, T.J., HOLLAWAY, L.C., DUCKETT, W.G., (2004).

Strengthening Metallic Structures Using Externally Bonded Fiber Reinforced Polymers, CIRIA, London. pp.1-49

DEMİR, H., (2011). Strengthening and Repair of Steel Bridges-Techniques and Management, Master's Thesis 2011:139, Department of Structural Engineering, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden

HIROHATA, M., KIM, Y.C., (2007). Dominant Factors Deciding Compressive Behavior of Cruciform Column Projection Panel Corrected by Heating, Steel Structures 7, 193-199

HIROHATA, M., KIM, Y.C., (2008). Generality Verification for Factors Dominating Mechanical Behavior Under Compressive Loads of Steel Structural Members Corrected by Heating/Pressing, Steel Structures 8, 83-90

KIM, H.S., SHIN, Y.S., (2011). Flexural Behavior of Reinforced Concrete (RC) Beams Retrofitted With Hybrid Fiber

Reinforced Polymers (FRPs) Under Sustaining Loads, Composite Structures 93 (2011): 802–811, 2011

MALLICK, P.K., (2007). Fiber-Reinforced Composites Materials, Manufacturing and Design, CRC press, ISBN 13: 978-0-8493-4205-9

RAIL CORP ENGINEERING MANUAL, (2009). TMC 302, Structures repair, Version 2.0

SUZUKI, H., (2005). First Application of Carbon Fiber Reinforced Polymer Strips to An Existing Steel Bridge in Japan, Advanced Materials for Construction of Bridges, Buildings and Other Structures

SHERRON., C., (2012). Fiber Materials and Technology, First Edition, Library Press, ISBN 978-81-323-2187-3

TS EN ISO 527-4 (2007). Plastikler- Çekme Özelliklerinin Tayini- Bölüm 4: İzotropik ve Ortotropik Elyaf Takviyeli Plastik Kompozitler İçin Deney Şartları, Türk Standartları Enstitüsü

TS EN ISO 527-5 (2010). Plastikler- Çekme Özelliklerinin Tayini- Bölüm 5: Tek Yönlü Elyaf Takviyeli Plastik Kompozitler İçin Deney Şartları, Türk Standartları Enstitüsü, EN 10365 – The European Norm for Structural Sections in Steel



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:04 K:18

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

WANG, C.M., WANG, C.Y., REDDY, J.N.,

(2005). Exact Solutions for Buckling of

Structural Members, CRC Press, ISBN

0-8493-2222-7

İŞ GÜVENLİĞİ UZMANLARI VE OPERATÖRLER AÇISINDAN YÜKSELTİLEBİLEN SEYYAR İŞ PLATFORMUNDAKİ İŞ KAZALARI VE NEDENLERİNİN İNCELENMESİ ⁽¹⁾

INVESTIGATION OF OCCUPATIONAL ACCIDENTS AND CAUSES IN THE AERIAL WORK PLATFORM FOR OCCUPATIONAL SAFETY SPECIALISTS AND OPERATORS

Murat Ramazan İLTAR¹, Mehmet ÖZDEMİR², Semra BAYHUN³, Ayhan ONAT⁴

*¹İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği
Doktora Programı, İstanbul / Türkiye*

*³Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, İş Güvenliği ve İşçi Sağlığı Doktora
Programı, İstanbul / Türkiye*

²⁻⁴Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği, İstanbul / Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-6137-6050¹, 0000-0002-3816-9157², 0000-0001-8890-8248³,
0000-0001-9737-6300⁴

Öz: Amaç: Bu araştırma, iş güvenliği uzmanlarına ve yükseltilebilen seyyar iş platformunu kullanan operatörlere yöneltilen anket sorularının cevapları doğrultusunda yükseltilebilen seyyar iş platformunda yaşanan kazaların ve nedenlerinin ortaya çıkarılmasını amaçlamaktadır. **Yöntem:** İş güvenliği uzmanlarının ve operatörlerin görüşleri dikkate alınarak yükseltilebilen seyyar iş platformundaki iş kazalarının ve nedenlerinin Pearson korelasyon analizi ve Mann-Whitney U testi kullanılarak açıklanmaktadır. **Bulgular:** Çalışma sonucunda YSİP’da en çok görülen iş kazalarından biri olan yüksekten düşme sonucunda ölümcül vakalar görülmesi de devam eden süreçte bu kazanın psikolojik sorunlara sebep olduğu görülmektedir. Yüksekten düşme kaynaklı iş kazalarına %80 oranında tecrübesizlik ve eğitimsizliğin sebep olduğu bulunmaktadır. Elektrik çarpması kaynaklı iş kazalarına ise %70 tecrübesizlik ve eğitimsizlik sebep olmaktadır. Ramak kalma olaylarının yaşanmasına dikkatsizliğin yanında cihazlardaki mekanik sorunlar neden olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İş Kazaları, Ramak Kalma Olayı, Spearman Korelasyon Analizi, Mann-Whitney U Testi

Abstract: Aim: This study is aimed to reveal its cause and the accidents on the aerial work platform that are occurred, in line with the survey questions answered by operators using the aerial work platform and occupational safety specialist. **Method:** Its causes and the accidents on the aerial work platform, are explained by using Pearson correlation analysis, Mann-Whitney U test and considering the opinions of occupational safety specialists and operators **Results:** In this study, it is appeared that the falling down from height reveals psychological problems in the ongoing process, although fatal cases do not occur in consequence of the falling down from height, which is one of the most common accidents on the aerial work platform. It is found that 80% of work accidents are caused by falling from height due to inexperience and lack of education. 70% of electrical shock occupational accidents are caused by inexperience and lack of education. Near misses are caused by mechanical problems in the devices as well as carelessness. **Conclusion:** The presence of experienced people who use the aerial work platform will prevent work accidents. According to both occupational safety specialists and operators, work accidents caused by the falling down from height are caused by both lack of education- experience and mechanical problems.

Keywords: Work Accidents, Near-Miss Event, Spearman Correlation Analysis, Mann-Whitney U Test

Doi:10.17366/uhmfd.2021.15.5

- (1) *Sorumlu Yazar, Corresponding Author: Mehmet ÖZDEMİR (Öğrenci, Student), İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Doktora Programı, İstanbul / Türkiye, ozdemir1406@gmail.com, Geliş Tarihi / Received: 03.08.2021, Kabul Tarihi / Accepted: 19.12.2021, Makalenin Türü: Type of Article: (Araştırma – Uygulama / Research - Application) Çıkar Çatışması, Yok – Conflict of Interest, None, Etik Kurul Raporu veya Kurum İzin Bilgisi- Ethical Board Report or Institutional Approval, Yok / None*



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:05 K:19

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

GİRİŞ

Ülkemizde yüksekte çalışma; “Seviye farkı bulunan ve düşme sonucu yaralanma ihtimalinin oluşabileceği her türlü alanda yapılan çalışma” şeklinde tanımlanmaktadır (Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği, 2013: 1-11). Yükseltilebilen seyyar iş platformu (YSİP) en az kumandalar ile birlikte bir iş platformu, bir uzantı yapısı ve bir şasiden oluşan ve şasi üzerinde veya zemin seviyesinde bulunan, sadece erişim konumlarındaki kişilerin iş platformuna binmesi ve inmesi planlanan, işlerini üzerinde durarak gerçekleştirdiği çalışma konumlarına kişilerin taşınması amaçlanan seyyar makine olarak tanımlanmıştır (TS-EN 280 +A1, 2015: 8).

YSİP’lerde yapılan çalışmalarda en çok karşılaşılan iş kazası sebeplerinin düşme, ekipman devrilmesi ve sıkışma/ezilme olduğu ortaya çıkartılmıştır (Leah, C., Riley, D., Jones, A., 2013: 15). Ülkemizde yürürlükte bulunan mevzuata göre iş kazası, “İşyerinde veya işin yürütümü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenengelli hâle getiren olay”, ramak kala olayı, “İşyerinde meydana gelen; çalışan, işyeri ya da iş ekipmanını zarara uğratma potansiyeli olduğu halde zarara uğratmayan olay” olarak tanımlanmaktadır (İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, 2013: 1-9, İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği, 2012: 1-24).

Uluslararası Platform Üreticileri Birliği tarafından 2013-2017 yılları arasında YSİP’ler ile yapılan çalışmalarda yaşanan iş kazalarının sebepleri incelendiğinde yayınlanan raporla 2013 yılında en çok yüksekte düşme, en az çarpma/çarpışma kaynaklı iş kazasının yaşandığı, 2014 yılında en çok yüksekte düşme, en az mekanik/teknik sebeplerden kaynaklı iş kazası yaşanmış 2015 yılında en çok devrilme, en az mekanik/teknik sebeplerden kaynaklı iş kazası, 2016 yılında en çok yüksekte düşme, en az çarpma/çarpışma kaynaklı iş kazası, 2017 yılında en çok elektrik çarpması, en az mekanik/teknik sebeplerden kaynaklı iş kazası meydana geldiği ortaya konulmuştur. Yıllar özelinde incelendiğinde ise 2017 yılında YSİP kaynaklı 83 adet iş kazasının meydana geldiği görülmüş bunlardan da 25 tanesinin elektrik çarpması kaynaklı olduğu, yaşanan kazaların yarısından fazlasının Amerika Birleşik Devletleri’nde meydana geldiği anlaşılmıştır. YSİP’lerde en çok yaşanan iş kazası elektrik çarpması, yüksekte düşme, sıkışma, çarpma/çarpışma, devrilme ve mekanik/teknik sebepler olarak sıralanmıştır. Avrupa ülkeleri için hazırlanan ölümlü kaza raporlarına göre ise 2017 yılında İtalya’da 5, Fransa’da 4 ölümlü kaza meydana gelmiş bu ülkelerin ardından 1’er ölümlü kazayla Almanya, Birleşik Krallık ve İskandinav ülkeleri sıralanmıştır. 2017 yılında meydana gelen iş kazalarında ölüm ortalaması yüksek olan İtalya ve Fransa’nın incelenmesinde ise



UHMFĐ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:05 K:19

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

meydana gelen toplam 9 ölümlü kazanın 3 tanesinin mekanik/teknik kaynaklı, 2'şer tanesinin elektrik çarpması ve sıkışma nedeniyle ve 1'er tanesinin de platformdan düşme ile çarpma/çarpmaya kaynaklı olduğu anlaşılmıştır (IPAF, 2021: 2).

İskele kurulum ve söküm projelerindeki risk aşamalarını belirlemeye yönelik çalışmalarında, risk değerlerini Bulanık Analitik Hiyerarşi (FAHP) methodunu kullanarak tespit etmeyi amaçlayan bir yayında en yüksek ve en düşük güvenlik risklerinin, “iskeleleri sökmeden önce köşebentlerin ve bağlantıların yeniden takılmaması” (ağırlık 0.1125) ve “sağlam temelin yetersiz hazırlanması” (ağırlık 0.0561) ile ilgili olduğu belirtilmiştir (Abbaszadeh, Jahangiri, Abbasi, Banaee, Farhadic, 2021: 1-6).

Bir şantiyede meydana gelen iskele kazasını inceleyen bir çalışmada, vaka çalışması yaklaşımı ile kazanın nedenleri ve hangi unsurların bir araya gelerek kazaya sebebiyet verdiği araştırılmıştır. Tüm yapısal analizler ve hesaplamalar SAP 2000 sonlu elemanlar yardımı ile yapılmıştır. Motorlu iskele sistemlerinin çalışma güzergahlarında engel sensörlerine sahip olacak şekilde modifiye edilmesi yönünde önerilerde bulunulmuştur. Kazaları önlemeye yönelik bu önerilerin norm haline getirilmesi sonucuna varılmıştır (Dogana, Yurduseva, Yıldizel, Calis, 2021: 120).

İş sağlığı ve güvenliği açısından iskelelerdeki iş kazalarına sebebiyet vermeyecek düzeyde olması gereken şartların araştırılıp sektörde çalışan kişilere kılavuz olması amaçlanan bir çalışmada ise iş kazalarında tasarımsal ve teknolojik iyileştirmelerin ciddi oranda olumlu etki yaratacağı fakat insan faktörünün de etkisinin önemine değinilerek eğitim uygulamalarına vurgu yapılmıştır (İlgün, Aykaç, 2019: 128-141).

Çatılardan ve iskelelerden düşmelerin ana nedeninin koruyucu donanım eksikliği olduğunu öne sürüldüğü çalışmada bir projenin başlangıcından ve tüm aşamalarında güvenlik yöntemlerini iyileştirerek; kusurlu bileşenlerin takılması, yapının yetkisiz olarak değiştirilmesi, engellerin atlanması ve basit, kolayca tespit edilebilen yapısal hataların önlenmesi gibi temel nedenlerden kaçınmanın kazaları önlemedeki önemine değinilmiştir (Whitaker, Graves, James, McCann, 2003:249–261).

AMAÇ

Teknolojinin gelişmesi uzun süreç gerektiren işlerin daha hızlı ve daha verimli bir şekilde tamamlanmasına imkân sağlamıştır. Buna paralel olarak makina ve ekipman sanayii de teknolojiye ayak uydurarak klasik çalışma yöntemleri ve teknolojinin harmanlanması sonucu ortaya çıkan yeni ekipmanları çeşitli sektörlerin kullanımına sunmaktadır. Yükseltilebilen seyyar iş platformu (YSİP), esnek



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:05 K:19

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

çalışma imkanına, mekansal uzama özelliğine, geniş hareket aralığına ve güvenilir olan sahaya uyarlanabilirlik özelliklerine sahip bir yüksekte çalışma ekipmanıdır. Makine kaynaklı iş kazalarının artmasının yanında kullanıcıların eğitim, beceri, dikkat gibi konulardaki yetersizlikleri sonucunda iş kazalarında ciddi oranda artış olmaktadır. Bu çalışmada iş güvenliği uzmanlarının ve operatörlerin görüşleri dikkate alınarak yükseltilebilen seyyar iş platformundaki iş kazaları ve nedenleri araştırılmaktadır. Böylece YSİP'ten kaynaklı iş kazalarının oluşma nedenlerine çözüm bulmanın daha kolay hale gelmesi hedeflenmektedir.

KAPSAM

Yükseltilebilen seyyar iş platformlarından kaynaklanan iş kazaları ve bunların nedenlerini kapsayan bu çalışma, iş sağlığı ve güvenliği konusuna bir ışık tutarak farkındalık kazandırmayı amaçlamaktadır. Bu çalışma, gerek geçmiş çalışmalardan ilham alınması gerekse gelecekte yapılacak çalışmalara yön göstermesi bakımından karşılaştırmalı analiz kapsamında yer almaktadır.

ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Araştırmada verilerin analizi için korelasyon analizi ve Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Bu testlerin hangisinin hangi veri için kullanılacağı ise normal dağılım ile belirlenmiştir (Du, Fan, Wei, 2021: 2).

Gerçek hayatta yer alan olaylarda ve çalışmalarda açığa çıkan verilerin büyük bir çoğunluğu çan eğrisine paralel davranan bir dağılım göstermektedir. Değişkenlerin oluşturduğu verilerin ortaya çıkardığı çan eğrisine benzer olan eğri, normal dağılım eğrisi ile ifade edilmektedir. Normal dağılım eğrisinin yatay eksene göre gösterdiği dağılım da normal dağılımdır (Hanandeh, Omar, Eidous, 2021: 381-385).

En önemli ve en yaygın olarak tercih edilen sürekli olasılık dağılımı adı ile anılan normal dağılımın çalışmalarda yer almasının nedeni, gerçek yaşam koşullarına benzemesine ek olarak istatistiksel çıkarımdaki öneminden ve merkezi limit teoreminin varlığından kaynaklanmaktadır. Bunlara ek olarak mühendislik, genetik, psikoloji, finansal risk yönetimi, hidroloji, mekanik, biyoloji, tıp, fizik, güvenilirlik gibi bilimsel alanlardaki birçok çalışmada önemli bir rol oynamaktadır.

Normal dağılımın tercihi, genellikle olasılık eğrisinin altındaki alanın hesaplanmasını içermektedir. Normal dağılım Eşitlik 1 ile tanımlanır.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

Burada, x ham puan değerini, σ standart sapmayı, μ ortalamayı π pi sayısını ve e Euler sa-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:05 K:19

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

yısını ifade etmektedir (Hanandeh, Omar, Eidous, 2021: 381-385). SPSS programındaki çarpıklık ve basıklık değerleri -1,5 ile 1,5 arasında ise verilerin normal dağılım özelliğine sahip oldukları kabul edilmektedir (Tabachnick, Fidell, 2013: 173,405,799,800,807).

Korelasyon analizi, iki bağımsız değişken grup arasında yer alan ilişkilerin belirlenmesinde tercih edilen en etkin istatistiksel metotlardan biridir. Çalışmaya konu olan iki bağımsız değişken grup arasında bulunan ilişkinin şiddetini ifade etmektedir (Sergeevich, Vladimirovich, Petrovich, Nikolaevich, Jukova, 2021: 389-390). Korelasyon katsayısı, hesaplamaların sonuçlarını nicel olarak ifade etmesinin yanında değişkenlerin veri

grupları arasındaki kompleks ve raslantısal ilişkilerinin ifade edilmesine olanak vermektedir (Kozyrev MS, Maslikov VA., 2016: 28-39). Analiz sonucunda oluşan korelasyon katsayısı “r” ile temsil edilmektedir (Sergeevich, Vladimirovich, Petrovich, Nikolaevich, Jukova, 2021: 389-390).

İlişkilerin yorumu korelasyon katsayısı “r” ile yapılmaktadır. Analiz sonucunda oluşan korelasyon katsayısı -1 ve +1 arasında bir değer almaktadır. Tablo 1’de korelasyon katsayısının değerine göre iki bağımsız değişken arasında oluşan ilişkiler açıklanmaktadır (Abounaima, Nfissi, Mazouri, Makhfi, Lamrini, Ouzarf., 2020: 2-3).

Tablo 1. r Değerine Göre Bağımsız Değişkenler Arasındaki İlişki Durumu

r değeri	İlişki Durumu
0	İki değişken arasında bir ilişki yoktur.
-1	İki değişken arasında negatif bir ilişki vardır.
+1	İki değişken arasında pozitif bir ilişki vardır.

Korelasyon katsayısının ara değerlerine göre iki değişken arasındaki ilişki düzeylerinin na-

sıl olması gerektiği Tablo 2’te gösterilmektedir (Mukaka, 2012: 69-71).



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:05 K:19

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Tablo 2. Korelasyon Katsayı Aralıklarına Göre Değişkenler Arasındaki Pozitif ve Negatif İlişki Düzeyleri

Korelasyon Katsayısı Değer Aralığı	İlişki Düzeyi	Korelasyon Katsayısı Değer Aralığı	İlişki Düzeyi
$0,90 \leq r \leq 1,00$	Çok yüksek pozitif ilişki	$-0,90 \leq r \leq -1,00$	Çok yüksek negatif ilişki
$0,70 \leq r < 0,90$	Yüksek pozitif ilişki	$-0,70 \leq r < -0,90$	Yüksek negatif ilişki
$0,50 \leq r < 0,70$	Normal pozitif ilişki	$-0,50 \leq r < -0,70$	Normal negatif ilişki
$0,30 \leq r < 0,50$	Zayıf pozitif ilişki	$-0,30 \leq r < -0,50$	Zayıf negatif ilişki
$0,00 < r < 0,30$	Önemsiz düzeyde pozitif ilişki	$0,00 < r < -0,30$	Önemsiz düzeyde negatif ilişki

İstatistik analizlerindeki uygulamalarda iki değişkenin verileri nicel veya sıralayıcı (ordinal) ölçeğe sahip olduğunda Spearman Korelasyon analizi kullanılır. Ayrıca veriler normal dağılıma uymuyorsa yine bu korelasyon analizi kullanılır (Baştürk, 2011: 99-110). Spearman Korelasyon analizi ile anlamlılık

değerleri elde edilirken varyanslar göz ardı edilmektedir. Spearman Korelasyon analizinde kullanılan verilerin doğrusal veya doğrusal olmayan monotonik korelasyon ilişkilerine bakılarak değerlendirme yapılmaktadır. Spearman korelasyon katsayısı Eşitlik 2 ile belirlenmektedir.

$$r_s = \rho = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (R(x_i) - \bar{R}(x_i)) \cdot (R(y_i) - \bar{R}(y_i))}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (R(x_i) - \bar{R}(x_i))^2 \cdot \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (R(y_i) - \bar{R}(y_i))^2}} \quad (2)$$

Burada, n iki değişkenin verilerinin sayısını, $R(x_i)$ sıralanmış x değişken verilerin sıra sayılarını, $R(y_i)$ sıralanmış y değişken verilerin sıra sayılarını, $\bar{R}(x_i)$ sıralanmış x değişken verilerin sıra sayılarının ortalamasını ve $\bar{R}(y_i)$ sıralanmış y değişken verilerin sıra sayılarının ortalamasını ifade etmektedir (Betken, 2014: 3-5).

Dağılımın şekli tam olarak ifade edilemeyen veya normal dağılım özelliği göstermeyen iki bağımsız değişkenin aralarında ilişkiyi bulmak için t testi yerine kullanılabilir olan nonparametrik test Mann-Whitney U (MWU) olarak Kabul “İki bağımsız örneklemin aynı popülasyondan geldiği” sıfır hipotezini test etmek için kullanılan MWU testi, örneklemin çekildiği popülasyonların normal dağılıma uyduğu varsayımını gerektirmemektedir.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:05 K:19

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

MWU testi istatistiksel olarak hesaplanırken her iki grubun örneklem değerleri birlikte büyüklük sırasına göre sıralanmaktadır ve sıra değerleri verilmektedir. n_1 hacimli ilk örnekleme sıralamalarının toplamı R_1 , n_2 hacimli ikinci örnekleme sıralamalarının toplamı R_2 olmak üzere test istatistiği $U = \min(U_1, U_2)$

alınmaktadır. Hesaplamalar ise Eşitlik 3 ve Eşitlik 4 ile hesaplanmaktadır. Eğer hesaplanan en küçük U değeri Tablo U değerinden büyük ise sıfır hipotezi kabul edilmektedir. Başka bir ifade ile sıfır hipotezi reddedilemez (Eltas Ö, 2021: 88-94).

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1+1)}{2} - R_1 \quad (3)$$

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2+1)}{2} - R_2 \quad (4)$$

Hipotez testlerinde sıfır hipotezi ya reddedilir ya da reddedilemez. Gerçekte doğru olan sıfır hipotezinin reddedilmesi Tip I Hata olarak adlandırılmaktadır ve α ile ifade edilmektedir. Tip I hata, MWU testinin anlamlılık değerini de açıklamaktadır. Gerçek durumda hatalı olan sıfır hipotezinin kabul edilmesi ise Tip II hata olarak ortaya çıkmaktadır ve β ile gösterilmektedir. Genellikle α ve β birbirine göre ters yönde artmakta veya azalmaktadır. Testin gücü $(1 - \beta)$ ile açıklanmakta ve gerçekte hatalı olan sıfır hipotezinin reddedilme olasılığının bir ölçüsü olarak ifade edilmektedir. Testin gücü 0,95 olarak alınırsa anlamlılık değerinin 0,05'den küçük olması beklenmektedir (Betken, 2014: 3-5).

ARAŞTIRMANIN HİPOTEZLERİ

Korelasyon analizinde H_0 ve H_1 hipotezleri kullanılmıştır. H_0 hipotezi, yüksekte düşme kaynaklı iş kazası ile sıkışma kaynaklı iş kazası, çarpma-çarpışma kaynaklı iş kazası, elektrik çarpması kaynaklı iş kazası, tasarım problemleri, dikkatsiz davranış, tecrübesizlik-egitimsizlik ve mekanik sebepler arasında bir ilişki yoktur. H_1 hipotezi, yüksekte düşme kaynaklı iş kazası ile sıkışma kaynaklı iş kazası, çarpma-çarpışma kaynaklı iş kazası, elektrik çarpması kaynaklı iş kazası, tasarım problemleri, dikkatsiz davranış, tecrübesizlik-egitimsizlik ve mekanik sebepler arasında bir ilişki vardır.

BULGULAR

İş güvenliği uzmanlarına ve yükseltilebilen seygar iş platformunu kullanan operatörlere



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:05 K:19

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

iletilen anket sorularına verilen cevapların analizinde kullanılan normal dağılım testi, spearman korelasyon analizi ve nonparamet-

rik test olan Mann Whitney U testi sonuçları aşağıda açıklanmıştır.

Tablo 3. Yükseltilebilen Seyyar İş Platformundaki İş Kazalarının ve Ramak Kala Olayının Nedenleri ile İlgili Soruların Normal Dağılım Analizi Sonuçları

	Ortalama	Çarpıklık	Basıklık
Tasarımsal Problemler	0,0357	5,292	28,000
Elektriksel Sebepler	0,0357	5,292	28,000
Dikkatsiz Davranış	0,1429	2,159	2,859
Tecrübesizlik-Eğitimsizlik	0,0714	3,520	11,183
Mekanik-Sebepler	0,0714	3,520	11,183
Yüksekten Düşme	0,1071	2,686	5,614
Sıkışma	0,1429	2,159	2,859
Çarpma-Çarpışma	0,1429	2,159	2,859
Elektrik Çarpması	0,0357	5,292	28,000
Mekanik Sebepler	0,1429	2,159	2,859

Tablo 3'te yükseltilebilen seyyar iş platformundaki iş kazalarının ve ramak kala olayının nedenleri ile ilgili soruların normal dağılım analizi sonuçları yer almaktadır. Yöneltilen soruların tamamının çarpıklık ve basıklık değeri -1,5 ile 1,5 arasında olmadığı sonucu bulunmuştur.

len soruların tamamının çarpıklık ve basıklık değeri -1,5 ile 1,5 arasında olmadığı sonucu bulunmuştur.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:05 K:19

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Tablo 4. İş Güvenliği Uzmanlarına Göre Yüksekten Düşme İş Kazası ile Diğer İş Kazaları ve Nedenleri Arasındaki İlişki Sonuçları – Spearson Korelasyon Analizi

	Yüksekten Düşme İş Kazası	
	Spearson Korelasyon Katsayısı	Spearson Korelasyon Analizi Anlamlılık Değeri
Sıkışma İş Kazası	0,519	0,005
Çarpma-Çarpışma İş Kazası	0,519	0,005
Elektrik Çarpması İş Kazası	0,519	0,002
Tasarım Problemleri	0,556	0,002
Dikkatsiz Davranış	0,519	0,005
Tecrübesizlik-Eğitimsizlik	0,801	0,000
Mekanik Sebepler	0,519	0,005

Tablo 4'te iş güvenliği uzmanlarına göre yüksekten düşme iş kazası ile diğer iş kazaları ve nedenleri arasında yer alan ilişkinin Spearson korelasyon analizi ile değerlendirilmesi sonucunda ortaya çıkan veriler yer almaktadır. Analiz sonuçları incelendiğinde iş güvenliği uzmanlarına göre YSİP'den düşmesi ile YSİP'de sıkışma sonucu oluşan iş kazası arasında pozitif yönlü bir ilişki (Spearson korelasyon katsayısı 0,519) bulunmuştur. Çünkü yüksekten düşme iş kazası ile sıkışma iş kazası arasındaki ilişkinin Spearson korelasyon anlamlılık değeri, 0,05'ten büyük olduğundan yapılan analiz anlamlı olmakta ve H_0 hipotezi reddedilmektedir. H_0 : iki bağımsız değişken arasında ilişki yoktur. H_1 : iki bağımsız değişken arasında ilişki vardır. Spearson korelasyon analizi sonuçlarına bakıldığında iş güvenliği uzmanlarına göre YSİP'den düşme

ile YSİP'de çarpma-çarpışma iş kazası ve YSİP'de elektrik çarpması iş kazası arasında pozitif yönlü bir ilişki (Spearson korelasyon katsayısı 0,519) bulunmuştur. Çünkü yüksekten düşme iş kazası ile çarpma-çarpışma iş kazası ve elektrik çarpması iş kazası arasındaki ilişkinin Spearson korelasyon anlamlılık değerleri 0,05'ten büyük olduğundan yapılan analiz anlamlı olmakta ve H_0 hipotezi reddedilmektedir. H_0 : iki bağımsız değişken arasında ilişki yoktur. H_1 : iki bağımsız değişken arasında ilişki vardır.

Spearson korelasyon analizi sonuçları incelendiğinde iş güvenliği uzmanlarına göre YSİP'den düşme (Yüksekten düşme) ile tasarım problemleri (Spearson korelasyon katsayısı 0,566), dikkatsiz davranış (Spearson korelasyon katsayısı 0,519) ve mekanik sebepler (Spearson korelasyon katsayısı 0,519) arasın-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:05 K:19

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

da pozitif yönlü bir ilişki olduğu bulunmuştur. Ancak YSİP'den düşme ile tecrübesizlik-egitimsizlik arasında yüksek oranda pozitif bir ilişki (Spearson korelasyon katsayısı 0,801) bulunmaktadır. Çünkü yüksekten düşme iş kazası ile tasarım problemleri, dikkatsiz davranış, mekanik sebepler ve tecrübesizlik-

egitimsizlik arasındaki ilişkinin Spearson korelasyon anlamlılık değerleri 0,05'ten büyük olduğundan yapılan analiz anlamlı olmakta ve H_0 hipotezi reddedilmektedir. H_0 : iki bağımsız değişken arasında ilişki yoktur. H_1 : iki bağımsız değişken arasında ilişki vardır.

Tablo 5. İş Güvenliği Uzmanlarına Göre Elektrik Çarpma İş Kazası ile Tecrübe-Eğitimsizlik ve Dikkatsiz Davranma Nedenleri Arasındaki İlişki Sonuçları – Spearson Korelasyon Analizi

	Elektrik Çarpma İş Kazası	
	Spearson Korelasyon Katsayısı	Spearson Korelasyon Analizi Anlamlılık Değeri
Tecrübesizlik-Eğitimsizlik	0,698	0,000
Dikkatsiz Davranma	0,471	0,001

Tablo 5'te iş güvenliği uzmanlarına göre elektrik çarpma iş kazası ile tecrübe-egitimsizlik nedenleri arasında yer alan ilişkinin Spearson korelasyon analizi ile değerlendirilmesi sonucunda ortaya çıkan veriler yer almaktadır. Analiz sonuçları incelendiğinde iş güvenliği uzmanlarına göre YSİP'de elektrik çarpması ile tecrübesizlik-egitimsizlik nedeni arasında pozitif yönlü bir ilişki (Spearson korelasyon katsayısı 0,698 ve 0,471) bulunmuştur. Çünkü YSİP'de elektrik çarpması ile tecrübesizlik-egitimsizlik arasındaki ilişkinin Spearson korelasyon anlamlılık değeri, 0,05'ten büyük olduğundan yapılan analiz anlamlı olmakta ve H_0 hipotezi (İş güvenliği uzmanlarına göre elektrik çarpma iş kazası ile tecrübe-egitim-

sizlik nedenleri arasında ilişki yoktur.) reddedilmektedir. H_0 : iki bağımsız değişken arasında ilişki yoktur. H_1 : iki bağımsız değişken arasında ilişki vardır. Spearson korelasyon analizi sonuçlarına bakıldığında iş güvenliği uzmanlarına göre YSİP'de elektrik çarpması ile dikkatsiz davranma nedeni arasında az olsa pozitif yönlü bir ilişki (Spearson korelasyon katsayısı 0,471) bulunmuştur. Çünkü YSİP'de elektrik çarpması ile dikkatsiz davranma arasındaki ilişkinin Spearson korelasyon anlamlılık değerleri 0,05'ten büyük olduğundan yapılan analiz anlamlı olmakta ve H_0 hipotezi reddedilmektedir. H_0 : iki bağımsız değişken arasında ilişki yoktur. H_1 : iki bağımsız değişken arasında ilişki vardır.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:05 K:19

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Tablo 6. İş Güvenliği Uzmanlarına Göre Yükseltilebilen Seyyar İş Platformu Kaynaklı Ramak Kalma Olayı Nedeni Dikkatsiz Davranış ile Yükseltilebilen Seyyar İş Platformu Kaynaklı Ramak Kalma Olayı Arasındaki İlişki Sonuçları

	Yükseltilebilen Seyyar İş Platformu Kaynaklı Ramak Kalma Olayı Nedeni Dikkatsiz Davranış
Mann-Whitney U	36
Wilcoxon W	289
Z	-2,77
Asimtot Anlamlılık Değeri	0,006
Ramak Kala Olayı Evet (Sıralar Ortalaması)	19,5
Ramak Kala Olayı Hayır (Sıralar Ortalaması)	13,14

Yükseltilebilen seyyar iş platformu kaynaklı ramak kalma olayı nedeni dikkatsiz davranış verileri normal dağılmadığından yükseltilebilen seyyar iş platformu kaynaklı ramak kalma olayı nedeni dikkatsiz davranış ile yükseltilebilen seyyar iş platformu kaynaklı ramak kalma olayı arasındaki ilişkiyi belirlemek için Mann-Whitney U testi yapılmak-

tadır. Sonuçlar ise Tablo 6’te yer almaktadır. Mann-Whitney U testi sonucunda iş güvenliği uzmanlarına göre yükseltilebilen seyyar iş platformu kaynaklı ramak kalma olayı nedeni dikkatsiz davranış ile yükseltilebilen seyyar iş platformu kaynaklı ramak kalma olayının gerçekleşmesi arasında ilişki tespit edilmiştir.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:05 K:19

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Tablo 7. Yükseltilebilen Seyyar İş Platformu Kaynaklı Ramak Kalma Olayı Nedeni Mekanik Sebepler ile Yükseltilebilen Seyyar İş Platformu Kaynaklı Ramak Kalma Olayı Arasındaki İlişki Sonuçları

	Yükseltilebilen Seyyar İş Platformu Kaynaklı Ramak Kalma Olayı Nedeni Mekanik Sebepler
Mann-Whitney U	44
Wilcoxon W	297
Z	-2,76
Asimtot Anlamlılık Değeri	0,006
Ramak Kala Olayı Evet (Sıralar Ortalaması)	18,17
Ramak Kala Olayı Hayır (Sıralar Ortalaması)	13,50

Yükseltilebilen seyyar iş platformu kaynaklı ramak kalma olayı nedeni mekanik sebeplerin verileri normal dağılmadığından yükseltilebilen seyyar iş platformu kaynaklı ramak kalma olayı nedeni mekanik sebepler ile yükseltilebilen seyyar iş platformu kaynaklı ramak kalma olayı arasındaki ilişkiyi belirle-

mek için Mann-Whitney U testi yapılmaktadır. Sonuçlar ise Tablo 7’te yer almaktadır.

Mann-Whitney U testi sonucunda iş güvenliği uzmanlarına göre yükseltilebilen seyyar iş platformu kaynaklı ramak kalma olayı nedeni mekanik sebepler ile yükseltilebilen seyyar iş platformu kaynaklı ramak kalma olayının gerçekleşmesi arasında ilişki tespit edilmiştir.

Tablo 8. Operatörlere Göre Yüksekten Düşme İş Kazası ile Sıkışma İş Kazası Arasındaki İlişki Sonuçları – Spearson Korelasyon Analizi

	Yüksekten Düşme İş Kazası	
	Spearson Korelasyon Kat-sayısı	Spearson Korelasyon Analizi Anlamlılık Değeri
Sıkışma İş Kazası	0,544	0,016
Psikolojik	0,453	0,049

Operatörlere göre sıkışma iş kazası verileri normal dağılım özelliği olmadığından sıkış-

ma iş kazası ile yüksekten düşme iş kazası arasındaki ilişkiyi belirlemek için Spearson



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:05 K:19

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

korelasyon analizi kullanılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 8’de yer almaktadır.

Analiz sonuçları incelendiğinde operatörlere göre sıkışma iş kazası ile yüksekten düşme iş kazası arasında pozitif yönlü bir ilişki (Spearson korelasyon katsayısı 0,544) bulunmuştur. Çünkü operatörlere göre sıkışma iş kazası ile yüksekten düşme iş kazası arasındaki ilişkinin Spearson korelasyon anlamlılık değeri, 0,05’ten büyük olduğundan yapılan analiz anlamlı olmakta ve H_0 hipotezi reddedilmektedir. H_0 : iki bağımsız değişken arasında ilişki yoktur. H_1 : iki bağımsız değişken arasında ilişki vardır.

Spearson korelasyon analizi sonuçlarına baktığında operatörlere göre yüksekten düşme ile psikolojik sağlık problemleri arasında pozitif yönlü bir ilişki (Spearson korelasyon katsayısı 0,459) bulunmuştur. Çünkü operatörlere göre sıkışma iş kazası ile psikolojik sağlık problemleri arasındaki ilişkinin Spearson korelasyon anlamlılık değeri, 0,05’ten büyük olduğundan yapılan analiz anlamlı olmakta ve H_0 hipotezi reddedilmektedir. H_0 : iki bağımsız değişken arasında ilişki yoktur. H_1 : iki bağımsız değişken arasında ilişki vardır.

Tablo 9. Operatörlere Göre Sıkışma İş Kazası ile Sağlık Durumu Arasındaki İlişki Sonuçları – Spearson Korelasyon Analizi

	Sıkışma İş Kazası	
	Spearson Korelasyon Katsayısı	Spearson Korelasyon Analizi Anlamlılık Değeri
Nörolojik	0,544	0,016
İşitme	0,544	0,016
Psikolojik	0,453	0,049

Operatörlere göre sıkışma iş kazası verileri normal dağılım özelliği olmadığından sıkışma iş kazası ile sağlık durumu arasındaki ilişki belirlemek için Spearson korelasyon analizi kullanılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 9’te yer almaktadır.

Analiz sonuçları incelendiğinde operatörlere göre sıkışma iş kazası ile nörolojik sağlık

problemleri arasında pozitif yönlü bir ilişki (Spearson korelasyon katsayısı 0,544) bulunmuştur. Çünkü operatörlere göre sıkışma iş kazası ile nörolojik sağlık problemleri arasındaki ilişkinin Spearson korelasyon anlamlılık değeri, 0,05’ten büyük olduğundan yapılan analiz anlamlı olmakta ve H_0 hipotezi reddedilmektedir. H_0 : iki bağımsız değişken ara-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:05 K:19

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

sında ilişki yoktur. H_1 : iki bağımsız değişken arasında ilişki vardır.

Spearson korelasyon analizi sonuçlarına bakıldığında operatörlere göre sıkışma iş kazası ile işitme sağlık problemleri arasında pozitif yönlü bir ilişki (Spearson korelasyon katsayısı 0,544) bulunmuştur. Çünkü operatörlere göre sıkışma iş kazası ile işitme sağlık problemleri arasındaki ilişkinin Spearson korelasyon anlamlılık değeri, 0,05'ten büyük olduğundan yapılan analiz anlamlı olmakta ve H_0 hipotezi reddedilmektedir. H_0 : iki bağımsız değişken arasında ilişki yoktur. H_1 : iki bağımsız değişken arasında ilişki vardır.

TARTIŞMA

Yükseltilebilen seyyar iş platformunun tasarımında yaşanacak problemler ve mekanik sorunlar ile kullanıcıların dikkatsiz davranış sergilemeleri, kullanıcıların eğitimsiz ve tecrübesiz olmalarının yüksekte düşme kaynaklı iş kazalarını tetikleyeceği görülmektedir.

Operatörlere göre yükseltilebilen seyyar iş platformunda oluşabilecek bir sıkışma olayı sonucunda yüksekte düşme olayının gerçekleşmesi yüksek oranda mümkün görülmektedir. Başka bir ifade ile yükseltilebilen seyyar iş platformunda yaşanan sıkışma olayında kişinin kontrolünü kaybedip bulunduğu yerden düşmesi kaçınılmaz bir olaydır.

Operatörler ile iş güvenliği uzmanlarının yükseltilebilen seyyar iş platformunda oluşacak yüksekte düşme kaynaklı iş kazasına şahit olmak ya da bunun gerçekleşmesi durumunda devam eden süreçte kişilerde az olsa psikolojik sorunlar ortaya çıktığı konusunda aynı fikre sahip oldukları görülmektedir.

Yükseltilebilen seyyar iş platformunu kullanan operatörlerin dikkatsizce davranması, işini ciddiye almaması, gerekli ihtimamı göstermemesi sonucunda yükseltilebilen seyyar iş platformu kaynaklı ramak kalma olayının ortaya çıkması kaçınılmaz bir sonudur. Bunun yanında yükseltilebilen seyyar iş platformunda oluşacak mekanik sorunların da yükseltilebilen seyyar iş platformunu kullananların ramak kalma olayı yaşamalarında etkili olduğu görülmektedir.

SONUÇ

İş güvenliği uzmanlarına ve operatörlere yöneltilen sorulara ait cevaplar incelendiğinde çarpıklık ve basıklık değerlerine göre verilerin normal dağılım özelliklerinin olmadığı sonucu bulunmuştur. Bu nedenle iki bağımsız değişken arasındaki ilişkilerin incelenmesinde spearman korelasyon analizi ve nonparametrik test olan Mann Whitney U testi kullanılmasının uygun olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

İş güvenliği uzmanlarına göre yükseltilebilen seyyar iş platformunda oluşacak yüksekte



UHMFJ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:05 K:19

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

düşme iş kazasının sıkışma iş kazası, çarpma-çarpışma iş kazası, elektrik çarpması iş kazası ile ilişkili olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Operatörlere göre yükseltilebilen seyyar iş platformunda oluşacak yüksekte düşme iş kazasının sıkışma iş kazası ile ilişkili olduğu sonucuna varılmaktadır. Yükseltilebilen seyyar iş platformunu kullanan operatörler ile bu ekipmanın yer aldığı yerlerde görev yapan iş güvenliği uzmanları yüksekte düşme sonucunda devam eden süreçte kişilerde psikolojik sorunların ortaya çıktığı sonucuna ulaşılmaktadır.

Yükseltilebilen seyyar iş platformunu kullananların dikkatsiz davranış sergilemeleri yükseltilebilen seyyar iş platformu kaynaklı ramak kalma olayının gerçekleşmesinde etken olmaktadır. Buna ek olarak yükseltilebilen seyyar iş platformunda oluşan mekanik sorunların ramak kalma olayını etkilediği sonucu bulunmuştur.

İş güvenliği uzmanlarına göre elektrik çarpma iş kazası ile YSİP'i kullananların tecrübesizliği, eğitimsizliği ve dikkatsiz davranışları arasında ilişki bulunmuştur. Başka bir ifade ile YSİP kullanıcılarının tecrübelerinde ve bilgilerindeki yetersizliğin yanında dikkatlerinin dağılması sonucunda elektrik çarpması kaçınılmaz bir gerçeklik olarak ortaya çıkmaktadır.

ÖNERİLER

Çalışma sonucunda ortaya çıkan kaza ve nedenlerin çözümleri hakkında fikirler, görüşler, yönetmelikler geliştirilebilir. Eğer gerekli önleyici düzenlemeler ile kazaların önüne geçilebilir.

KAYNAKÇA

ABBASZADEH, S., JAHANGIRI, M., ABBASI, I.M., BANAEI, S., FARHADIC, P., (2021). Risk Assessment of Probable Human Errors in the Scaffold Erection and Dismantling Procedure: A Fuzzy Approach. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, s.1-6. <https://doi.org/10.1080/10803548.2021.1932110>

ABOUNAIMA, M.C., NFİSSİ, N., EL MAZOURİ, F.Z., EL, MAKHFİ, N., LAMRİNİ, L., OUZARF, M., (2020). The Pearson Correlation Coefficient Applied to Compare Multi-Criteria Methods: Case the Ranking Problematic, IEEE Xplore, Electronic s.2-3, ISBN:978-1-7281-4979-0. INSPEC Accession Number: 2020;19612320. doi: 10.1109/IRASET48871.2020.9092242

BAŞTÜRK R., (2011). Nonparametrik İstatistik Yöntemler”, 2. Baskı, 99-110, Arı Yayıncılık, Ankara



UHMF D

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:05 K:19

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

BETKEN, A., (2014). Testing for change-points in long-range dependent time series by means of a self-normalized Wilcoxon test. Department of Matematik, Ruhr-University Bochum, Germany, s. 3-5. arXiv:1403.0265v2.

DOGANA, E., YURDUSEVA, M.A., YILDIZEL, S.A., CALIS, G., (2021). Investigation of scaffolding accident in a construction site: A case study analysis. Engineering Failure Analysis, sayı 120, 105108. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2020.105108>

DU, Y., FAN, B., WEI, B., (2021). An improved exact sampling algorithm for the standard normal distribution. Springer-Link, s. 2. doi.org/10.1007/s00180-021-01136-w

ELTAS, Ö., (2021). Biyoistatistik Çalışmalarında Kullanılan Küçük Örneklerde Mann-Whitney U Testi ve Bağımsız Örneklem T (Student's-t Independent Test) Testinin Güç Yönünden Karşılaştırılması” 16(1): 88-94, Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Biyometri Anabilim Dalı, DOI: 10.17094/ataunivbd.876777

HANANDEH, A.A., OMAR, M., EİDOUS, O.M., (2021). A New One-term Approximation to the Standard Normal Distribution. Pakistan Journal of Statistics & Operation Research. 2021, Vol. 17 Issue 2, p381-385. 5p., DOI: <http://dx.doi.org/10.18187/pjsor.v17i2.3556>

İLGÜN, S.Ö., AYKAÇ, B., (2019). Ön Yapımlı Dış Cephe İskelelerinin Farklı Durumlar Altında Modellenerek İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi. S.128-141. Kent, İnşaat ve Ekonomi Kongresi 2-3-4 Mayıs 2019, Gaziantep / Türkiye

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ KANUNU (2013). s. 1-92. Resmi Gazete Yayımlanma Tarihi:30.06.2013, Sayı:28339

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ RİSK DEĞERLENDİRME YÖNETMELİĞİ (2012). s. 1-4. Resmi Gazete Yayımlanma Tarihi: 29.12.2012, Sayısı: 28512

KOZYREV, M.S., MASLİKOV, VA., (2016). Application of correlative analysis for investigation of some types of crimes conducted in Moscow. Criminological Journal of Baykal State University of Economics and Law. 10(1):28-39

LEAH, C., RILEY, D., JONES, A., (2013). Mobile Elevated Work Platform (MEWP) incident analysis. HSE Books. <https://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr961.pdf>, 03.01.2020

MUKAKA, M.M., (2012). Statistics Corner: A guide to appropriate use of Correlation coefficient in medical research. Ma-



UHMFJ

www.hmfjdersisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:05 K:19

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

lawi Medical Journal; 2012;24(3): 69-71.
<https://www.researchgate.net/publication/236604665>

SERGEEVICH, K.M., VLADIMIROVICH, D.L., PETROVICH, S.V., NIKOLAEVICH, K.K., JUKOVA, E.E., (2021). The Use of Correlation Analysis in the Research of Higher Education in Russian Federation. Proceedings of the Sixth Padang International Conference On Economics Education, Economics, Business and Management, Accounting and Entrepreneurship, Advances in Economics, Business and Management Research, volume 179, s. 389-390, PICEEBA 2021. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.210616.059>

TABACHNICK B.G., FIDELL L.S., (2013). Using Multivariate Statistics (sixth ed.) s. 173-405-799-800-807. Pearson, Boston

TS-EN 280 +A1, (2015). Yükseltilebilen Seyyar İş Platformları – Tasarım Hesapları – Denge Kriterleri – Yapım – Gü-

venlik – Muayene ve Deneyler. s.8. Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara, Türkiye

WHITAKER S. M., GRAVES R. J., JAMES M., MCCANN P., (2003). Safety with access scaffolds: Development of a prototype decision aid based on accident analysis. Journal of Safety Research, sayı 34-3, s. 249-261. [https://doi.org/10.1016/S0022-4375\(03\)00025-2](https://doi.org/10.1016/S0022-4375(03)00025-2)

YAPI İŞLERİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÖNETMELİĞİ (2013). s.1-11, Resmi Gazete Yayınlanma Tarihi: 05.10.2013, Sayı:28786

İNTERNET KAYNAKLARI

http://em.ipaf.org/resources/15003/My_Images/Events/2018_Europlatform/presentations/2_Andrew_DeLahunt_IPAF_MEWP_Accident_Report_2017.pdf?utm_source=eMarketeer.com&utm_medium=webpage&utm_content=Europlatform%2B2019&utm_campaign=Europlatform%2B2019 (E.T. 08.12.2021)



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:05 K:19

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

EXTENDED ABSTRACT

Intruduction: The aerial work platform is defined as a mobile vehicle that aims to move people from their current location to the desired location. In the studies about the aerial work platform, the most common causes of occupational accidents were found to be falling, overturning of equipment and jamming/crushing (Leah, Riley, Jones, 2013: 15). The occupational accident is an event occurring in the workplace or due to the business process, causing death and handicapping physical integrity in terms of mentally or physically conditions. The near-miss event are defined as an incident in which no property was damaged and no personal injury was sustained, but where, given a slight shift in time or position, damage or injury easily could have occurred (İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, 2013: 1-2, İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği, 2012: 1-2). In the studies of International Platform Manufacturers Association about aerial work platform between 2013-2017, when the causes of occupational accidents are examined, in 2013 the largest data belonged to occupational accident caused by falling down from height and the least data belonged to occupational accident due to crash/collision, in 2014 the largest data belongs to the occupational accident caused by falling down from height and the least data belongs to the occupational accident caused by mechanical/technical reasons, In 2015, the most data belonged to work accident caused by overturning and the least data belonged to occupational accident caused by mechanical/technical reasons, while in 2016, the most data belonged to occupational accident caused by falling from height and the least data belonged to occupational accident caused by collision/collision. Additionally, in 2017, while the most data were reported for electrical shock occupational accidents, the least data were reported for mechanical/technical occupational accidents (IPAF, 2021: 2). **Aim:** This study is aimed to reveal its cause and the accidents on the aerial work platform that are occurred, in line with the survey questions answered by operators using the aerial work platform and occupational safety specialist. **Method:** Spearman correlation analysis and mann test were used to reveal the relationships between the answers of the occupational safety specialist and the operators using aerial work platform. Correlation analysis is one of the most effective statistical methods preferred in determining the relationships between two independent variable groups. It defines the coefficient of the relationship between the two independent variable groups. (Sergeevich, Vladimirovich, Petrovich, Nikolaevich, Jukova, 2021: 389-390). Interpretation of the relationships is carried out with the correlation coefficient “r”. The correlation coefficient resulting from the analysis takes a value between -1 and +1. (Abounaima, Nfissi, El Mazouri, El Makhfi, Lamrini, Ouzarf, 2020:



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:05 K:19

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

2-3). In applications of statistical analysis, Spearman Correlation analysis is used when the data of two variables have a quantitative or ordinal scale. In addition, if the data were in accordance with the normal distribution, this correlation analysis is used (Baştürk, 2011: 99-110). Mann Whitney U (MWU) is one of the nonparametric tests that can be used instead of the t test to find the relationship between two independent variables whose dispersion pattern is expressed or that have normal distribution. While calculating the MWU test statistically, the sample values of both groups are listed in order of size and rank values are given. The evaluation of the original data compiled by the face-to-face survey method from the occupational safety specialist and the operators in the study was made via the “SPSS 26.0” program. The evaluation of the original data compiled by the face-to-face survey method from the occupational safety specialist and the operators in the study was made via the “SPSS 26.0” program. **Findings and Results :** When the answers obtained from the questions directed to occupational safety specialist and operators are examined, according to the skewness and kurtosis values, it was found that the data did not have normal distribution characteristics. For this reason, it is concluded that it is appropriate to use Spearman correlation analysis and Mann Whitney U test, which is a nonparametric test, in examining the relationships between two independent variables. According to occupational safety specialists, it is concluded that the falling down from height work accident that will occur on the aerial work platform that can be raised is related to the compressio work accident, collision-collision work accident, electric shock work accident. According to the operators, it is concluded that the work accident that will occur on the aerial work platform that can be raised from the compressio work accident. According to operators using the aerial work platform and the occupational safety specialist working in the places where this equipment is located, It is concluded that as a result of the falling down from height work accident, psychological problems occur in the ongoing life process. That operator using the occupational safety specialist have careless behavior is a factor for the realization of the near-miss event. In addition, it has been found that the mechanical problems in the occupational safety specialist affected the near miss event. According to occupational safety specialists, a relationship was found between electric shock work accident and the inexperience, lack of education and careless behavior of the aerial work platform users. In other words, electric shock emerges as a result of distraction as well as lack of experience and knowledge of the aerial work platform users.

BETONARME YAPILARDA L TİPİ PERDELERİN PLANDAKİ
YERLEŞİMİNİN YAPISAL DAVRANIŞA ETKİSİ ⁽¹⁾THE EFFECT OF PLACEMENT OF L-TYPE SHEAR WALLS IN RC
STRUCTURES ON STRUCTURAL BEHAVIOR*Muhammet Zeki ÖZYURT**Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
Sakarya / Türkiye**ORCID ID: 0000-0002-1593-4581*

Öz: Amaç: Bu çalışmada; taşıyıcı sistemi simetrik betonarme konut ve işyeri binasında, L tipi perdelerin kat planında simetrik ve farklı konumlarda olması durumlarının yapısal davranışı nasıl etkilediği araştırılmıştır. **Yöntem:** Çalışmada 5 katlı (zemin kat + 4 normal kat) simetrik bir betonarme yapı için perde yerleşimlerine göre üç farklı taşıyıcı sistem tipi oluşturulmuş ve aynı zamanda zemin kat yükseklikleri 2,5 m, 3,0 m, 4,0 m ve 5 m olmak üzere 12 farklı model üzerinde inceleme yapılmıştır. **Bulgular:** Zemin kat yüksekliği arttıkça, çalışmada incelenen bütün modellerde doğal titreşim periyodu, yumuşak kat düzensizliği katsayısı ve tepe noktası yer değiştirmesi değerinin de arttığı saptanmıştır. Perdelerin dış akslarda köşede bulunması durumun da, dış akslarda ortada ve iç akslarda bulunması durumlarına göre doğal titreşim periyodunun daha büyük olduğu görülmüştür. Zemin kat yüksekliğinin tüm durumlarında dış akslarda köşede perde yerleşimi modelinde yumuşak kat düzensizliği kat sayısının Tip2 durumuna göre yaklaşık olarak %0,2 oranında daha yüksek çıktığı gözlemlenmiştir. **Sonuç:** Bu çalışmada, burulma düzensizliği oluşmayacak şekilde taşıyıcı sistemi simetrik olarak belirlenen 5 katlı işyeri ve konut amaçlı kullanılan betonarme yapılar için, L kesitli perdelerin plandaki yerleşimleri değiştirilerek elde edilen sonuçlarla, perde konumunun yapısal davranışı etkilediğine dikkat çekmiştir. Zemin kat yüksekliği normal katlardan daha az veya eşit olan yapılar için en uygun perde yerleşimi, perdelerin dış akslarda ve köşede olması durumudur. Zemin kat yüksekliği normal katlardan daha fazla olan yapılar için ise en uygun perde yerleşimi yapının iç akslarında gerçekleşmektedir.

Anahtar Kelimeler: L Tipi Perde, Betonarme Yapı, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, Zemin Kat Yüksekliği

Abstract: Aim: In this study; In this study, it was investigated how the symmetrical and different positions of the L-type shear walls on the floor plan affect the structural behavior in the reinforced concrete residential and office buildings with a symmetrical structural system. **Method:** In the study, three different carrier system types were created for a symmetrical reinforced concrete structure with 5 floors (ground floor + 4 normal floors), according to the shear wall layouts, and on a total of 12 different models (ground floor heights of 2.5 m, 3.0 m, 4.0 m and 5 m) was examined. **Results:** It was determined that as the ground floor height increased, the natural vibration period, soft floor irregularity coefficient and peak displacement value also increased in all models examined in the study. It has been observed that the natural vibration period is greater when the shear walls are located at the corners of the outer axles than if they are located in the middle of the outer axles and in the inner axles. It has been observed that in all cases of ground floor height, the number of soft floor irregularities in the corner shear wall layout model on the outer axes is approximately 0.2% higher than in the Type 2 situation. **Conclusion:** In this study, for the 5-storey reinforced concrete structures used for workplace and residential purposes, whose structural system is determined symmetrically so that torsional irregularity does not occur, the results obtained by changing the placement of L-section shear walls in the plan, drew attention to the fact that the position of the shear wall affects the structural behavior. For buildings with a ground floor height less than or equal to the normal floors, the most appropriate shear wall placement is when the shear walls are on the outer axes and in the corner. For buildings with a ground floor height higher than normal floors, the most appropriate shear wall placement takes place on the inner axes of the building.

Keywords: L Type Shear, RC Structure, Equivalent Earthquake Load Method, Ground Floor Height

Doi:10.17366/uhmfd.2021.15.4

- (1) *Sorumlu Yazar, Corresponding Author: Muhammet Zeki ÖZYURT (Dr. Öğr. Üye., Assist. Prof), Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sakarya / Türkiye, oz yurt@sakarya.edu.tr, Geliş Tarihi / Received: 01.08.2021, Kabul Tarihi / Accepted: 14.12.2021, Makalenin Türü: Type of Article: (Araştırma – Uygulama / Research - Application) Çıkar Çatışması, Yok – Conflict of Interest, None, Etik Kurul Raporu veya Kurum İzin Bilgisi- Ethical Board Report or Institutional Approval, Yok / None*



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:06 K:17

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

GİRİŞ

Ülkemiz, önemli deprem kuşaklarından biri olan Alp-Himalaya kuşağı üzerinde bulunmakta olup, büyük depremlere maruz kalmaktadır. Bu nedenle depreme dayanıklı yapı tasarımı ve yapı güvenliği kavramları, mevcut ve yeni inşa edilecek yapılar bakımından çok büyük bir önem arz etmektedir.

Mühendis ve mimarların, yapı güvenliğinin sağlanması bakımından taşıyıcı sistem tasarımı konusunda yeterli irdelemeleri yapması gerekmektedir. Yeni inşa edilecek yapıların projelendirilmesinde olduğu kadar mevcut yapıların güçlendirilmesi bakımından da taşıyıcı sistem tasarımı büyük bir öneme sahiptir (Aktan ve Kırac, 2010: 31).

Taşıyıcı sistemin depremde hasar görme nedenleri, önem sırasına göre şu şekilde sıralanabilir:

- Taşıyıcı sistem tasarımındaki hatalar,
- Malzeme dayanımının yetersiz olması,
- Konstrüktif detaylara önem verilmemesi,
- Statik-betonarme hesaplardaki yetersizlikler.

Taşıyıcı sistem tasarımı, yapıların performansı üzerinde büyük bir etkiye sahiptir (Demirok, 2009: 21).

Taşıyıcı sistem tasarımının en önemli gayesi düşey ve deprem yüklerini en kısa zamanda zemine iletmektir. Kolonlara göre daha bü-

yük kesitlere sahip olan perdeler, yapıların düşey yüklere karşı dayanımını da daha fazla artırmaktadır. Perdelerin kullanımında asıl amaç yanal yüklere karşı yapının dayanımını ve rijitliğini artırmak, diğer bir deyişle yatay yükleri taşımak ve yapının yatay ötelenmesini sınırlandırmaktır. Oransal olarak daha fazla yanal rijitliğe sahip olan perdeler, deprem yüklerinden kaynaklanan moment ve kesme kuvvetleri karşılama ve kat ötelenmelerini kontrol altında tutmada konularında oldukça etkilidir. Dolayısıyla; perdelerin deprem tasarımında çok önemli bir yere sahip olduğu ve yapılarda rijitlik, dayanım ve süneklik açısından etkin elemanlar olduğu söylenebilir (Aksoylu ve Arslan, 2019: 367; Kaya ve Özbay, 2019: 8).

AMAÇ

Betonarme yapıların taşıyıcı sistem tasarımında; planda her iki yönde etkiyen deprem yükleri için yapı güvenliğini sağlamak, mimari nedenler ve taşıyıcı sistem simetrisini sağlamak bakımından L tipi perdeler sıklıkla kullanılmaktadır. Diğer taraftan; güçlendirme kapsamındaki betonarme perdeler, ülkemizde ilk kez yaygın şekilde 13 Mart 1992 Erzin-can depreminde gündeme gelmiştir. Mevcut yapıların depreme karşı güçlendirilmesi, yeni deprem yönetmeliğinin koşulları, betonarme perdeleri vazgeçilmez yapı elemanları haline getirmiştir (Tekel, 2006: 1).



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:06 K:17

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Bu çalışmada; yeni inşa edilecek yapıların projelendirilmesinde ve özellikle deprem sonrası hasar görmüş yapıların güçlendirilmesinde sıklıkla tercih edilebilen L tipi perdelerin planda uygun yerleşiminin tespiti konusunda önerilebilecek çözümlere bir katkı sağlamaya çalışılmıştır.

Bu bakımdan, kullanım amacı konut + işyeri olan betonarme yapılar için L kesitli perdelerin iç ve dış akslarda olmasının, yapısal davranışa olan etkisi araştırılmıştır.

KAPSAM

Bu çalışmada, taşıyıcı sistemi çerçevesi-perdeli olan ve ülkemizde en çok rastlanan ortalama kat adedine sahip olan yani 5 katlı bir konut + işyeri binasının L kesitli perdelerinin iç ve dış akslarda olma durumları incelenmiştir. Çalışmada incelenen yapıların döşeme sistemi kirişli döşeme olup; kolon, kiriş ve perde kesitleri TBDY (2018) sınır değerlerini sağlayacak şekilde belirlenmiştir. Döşeme kalınlığı da TS 500'de verilen sınır değerleri sağlayacak şekilde belirlenmiştir. Kesit boyutları 300 mm x 5400 mm olan dört adet L

tipi perde, burulma etkisinin dâhil edilmemesi için planda her iki eksen de simetrik olarak yerleştirilmiştir. İç ve dış akslara konularak ayrı ayrı üç farklı model oluşturulmuş ve SAP2000 hesap programı arayüzü kullanılarak analizler yapılmıştır. Aynı zamanda; yapıların zemin katının garaj, işyeri veya konut olarak kullanılması ihtimalleri göz önünde bulundurularak dört farklı zemin kat yüksekliği için (2,5 m, 3,0 m, 4,0 m ve 5,0 m) toplam 12 farklı model oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında incelenen bütün modellerin yapısal analizleri Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Çalışma kapsamında incelenen yapılarda döşeme kalınlığı TS 500'deki sınır değerlere göre belirlenmiştir. Hesap sonucunda ortaya çıkan en büyük döşeme kalınlığı esas alınarak döşemeler boyutlandırılmıştır. (1) eşitliği kullanılarak yapılan hesap sonucunda döşeme kalınlığı (h_f) 120 mm olarak bulunmuştur (TS 500-Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, 2000).

$$h_f \geq \frac{l_{kn}}{15 + \frac{20}{m}} \times (1 - a_s / 4) \quad (1)$$

Burada; l_{kn} : döşemenin kısa doğrultudaki serbest açıklığı, m: döşemenin uzun kenarının

kısa kenarına oranı, a_s : sürekli kenar uzunluğunun döşeme çevresine oranıdır.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:06 K:17

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminde; örnek olarak X doğrultusunda binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) $V_{TE}^{(X)}$, azaltılmış tasarım spektral

ivmesi ve yapının deprem hesabına esas ağırlığının çarpılması ile belirlenmektedir (Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, 2018) (2):

$$V_{TE}^{(X)} = m_t S_{aR} (T_p^{(X)}) \geq 0,04 m_t I S_{DS} g \quad (2)$$

Burada; m_t deprem hesabına esas yapı ağırlığını, S_{DS} tasarım spektral ivme katsayısını ve g yer çekimi ivmesini göstermektedir. Diğer taraftan; göz önüne alınan (X) deprem doğrultusunda binanın doğal titreşim periyo-

du $T_p^{(X)}$ kullanılarak hesaplanan $S_{aR} (T_p^{(X)})$, Azaltılmış Tasarım Spektral İvmesi olup, 3 eşitliğinde verilmiştir (Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, 2018):

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} \quad (3)$$

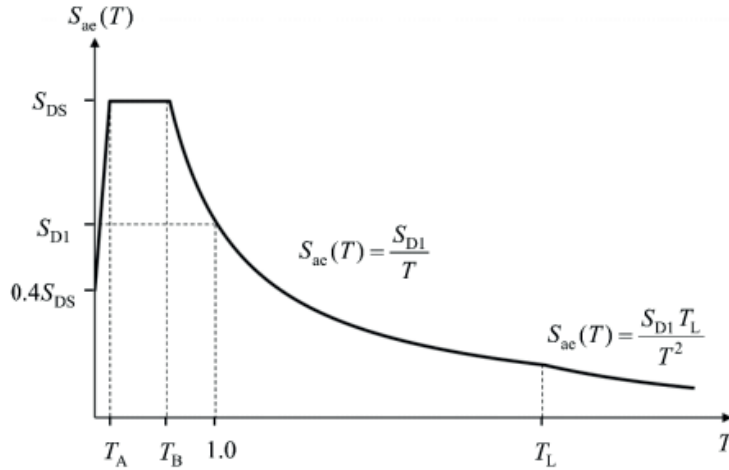
$S_{ae}(T)$ ise Yatay Elastik Tasarım Spektral İvmesi (g) olup, 4 eşitliği ile hesaplanır (Şekil 1):

$$S_{ae}(T) = \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_A}\right) S_{DS} \quad (0 \leq T \leq T_A)$$

$$S_{ae}(T) = S_{DS} \quad (T_A \leq T \leq T_B)$$

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} \quad (T_B \leq T \leq T_L)$$

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1} T_L}{T^2} \quad (T_L \leq T) \quad (4)$$



Şekil 1. Yatay Elastik Tasarım Spektrumu Eğrisi (Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, 2018)

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı $R_a(T)$ ise 5 eşitliği ile şöyle hesaplanmaktadır (Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, 2018):

$$R_a(T) = \frac{R}{I} \quad (T > T_B)$$

$$R_a(T) = D + \left(\frac{R}{I} - D\right) \frac{T}{T_B} \quad (T \leq T_B) \quad (5)$$

Buradaki T, göz önüne alınan deprem doğrultusunda (X) yapının doğal titreşim periyodunu ifade eden $T_p^{(X)}$, tir olup, 6 eşitliği ile elde

edilir (Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, 2018):

$$T_p^{(X)} = 2\pi \left(\frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^{(X)2}}{\sum_{i=1}^N F_{fi}^{(X)} d_{fi}^{(X)}} \right)^{1/2} \quad (6)$$

Eşitlikte; $F_{fi}^{(X)}$ i'inci kata etki ettirilen fiktif yükü [kN], $d_{fi}^{(X)}$ i'inci kata etki ettirilen fiktif yükten oluşan yer değiştirmeyi [m], m_i ise

i'inci kat döşemesinin toplam kütesini göstermektedir.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:06 K:17

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, bodrum katlar dışında, herhangi bir i'nci kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranına bölün-

mesi ile tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı η_{ki} (Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği katsayısı) (7) eşitliğinde gösterilmiştir (Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, 2018):

$$\eta_{ki} = (\Delta_i^{(x)} / h_i)_{ort} / (\Delta_{i+1}^{(x)} / h_{i+1})_{ort} \quad \text{veya} \quad \eta_{ki} = (\Delta_i^{(x)} / h_i)_{ort} / (\Delta_{i-1}^{(x)} / h_{i-1})_{ort} \quad (7)$$

ARAŞTIRMANIN KISITLARI

Hesaplarda, sonlu elemanlar yöntemi kullanılmıştır. Beton ve donatı çeliği özellikleri SAP2000 programında tanımlanmıştır. Kolon ve kirişler çubuk eleman olarak girilmiştir. Daha sonra döşemeler, üzerlerine gelen ölü ve hareketleri yükleri direkt olarak kirişlere aktarması amacıyla membran olarak tanımlanmıştır. Betonarme perdelerin toplam en kesit alanları her iki tip için aynı olup, toplam yapı alanının %1'i kadardır. Perdeler ise shell-thin elemanlar kullanılarak tanımlanmıştır. Yapıda kullanılacak malzeme türleri ve taşıyıcı sistem elemanları girildikten sonra yapının üç boyutlu modeli oluşturulmuştur. Çözümün hassasiyeti bakımından perde elemanları hem yatay hem düşey ekseninde ortalama 70 cm ci-

varında sonlu elemana bölünmüştür. Zemin kattaki kolon ve perde elemanlarının alt uçları ankaştre mesnetle tanımlanarak temel bağlantısı atanmıştır ve döşemeler rijit diyafram olarak tanımlanmıştır. Döşeme ve kirişlere gerekli yüklemeler, TS498'deki yapı türüne göre (konut +işyeri) uygun olarak atanmıştır. Yapı ağırlığının belirlenmesi için de; ölü, duvar, hareketli ve kaplama yüklerinin kütle katılımları programa girilmiştir. Betonarme taşıyıcı elemanların donatıları, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine (2018) göre minimum alanı sağlayacak şekilde belirlenmiştir (Özyurt, Taşdemir, 2021: 236).

Çalışmadaki modellere ait veriler Tablo 1.'de verilmiştir.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:06 K:17

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Tablo 1. Veriler Tablosu

Beton Sınıfı	C25
Donatı Çeliği	B420C
Binanın Kullanım Amacı	Konut + İşyeri
Süneklik Düzeyi	Yüksek
Kolon Boyut ve Donatıları	500 mm x 500 mm, 10Ø18, Ø8/20/10
Kiriş Boyut ve Donatıları	300 mm x 500 mm, 4Ø12 (altta) 2Ø12 (üstte)
Perde Boyutları	300 mm x 5400 mm
Döşeme Kalınlığı	120 mm
Zemin Kat Yükseklikleri	2,5 m / 3,0 m / 4,0 m / 5,0 m
Normal Kat Yüksekliği	3,0 m
Kat Adedi	5 (zemin kat + 4 normal kat)
X ve Y Yönündeki Aks Adedi	6 / 6
X ve Y Yönündeki Aks Açıklıkları	5,1 m / 5,1 m
Konum	Sakarya İli, Serdivan İlçe Belediye Binası
S_s (Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı)	1,627
S_1 (1 s periyot için harita spektral ivme katsayısı)	0,446
Yerel Zemin Sınıfı ZD ve $S_s = 1.627$ için F_s	1,000
Yerel Zemin Sınıfı ZD ve $S_1 = 0.446$ için F_1	1,854
Dayanım Fazlalığı Katsayısı (D)	2,5
Bina Önem Katsayısı (I)	1
Taşıyıcı sistem davranış katsayısı, R	6

ARAŞTIRMANIN PROBLEMİ

Bu çalışmada; L kesitli perdeler planda her iki yönde simetriyi sağlayacak şekilde yapının dış aksında köşelere (Tip 1), dış kenar akslara (Tip 2) ve iç akslara yerleştirilerek üç farklı perde yerleşimi tipi göz önüne alınmıştır. Bu üç ayrı tipin SAP2000 programı

arayüzü kullanılarak oluşturulan üç boyutlu modelleri için yapılan analizlerinden elde edilen sonuçlar yardımıyla yapısal davranışları karşılaştırılmıştır. Tip 1, Tip 2 ve Tip 3 olarak adlandırılan model yapıların planları ve Sap2000 programındaki hesap modelinin üç boyutlu görüntüleri sırasıyla Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'te gösterilmiştir.

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

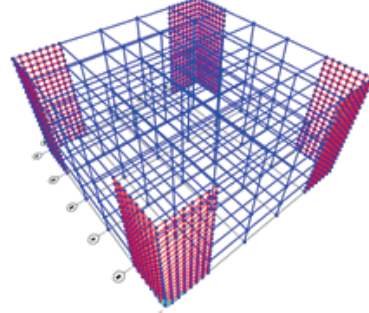
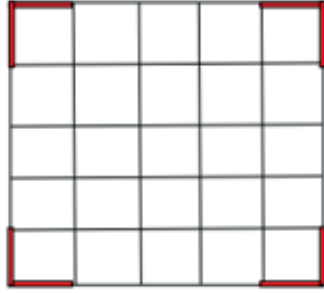
ID:06 K:17

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

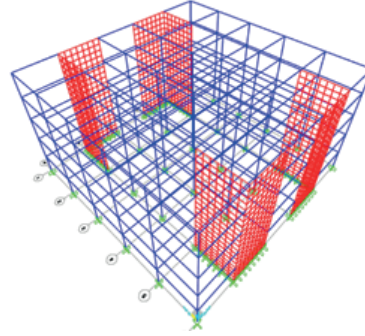
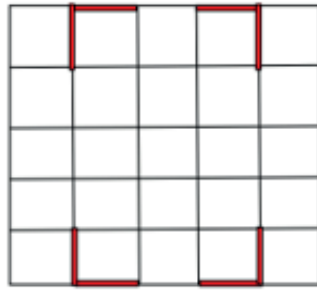
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

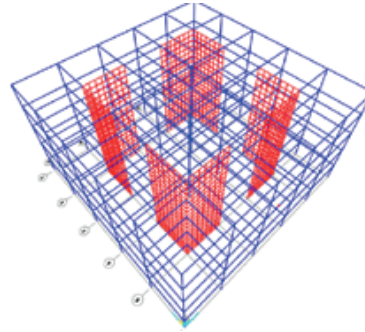
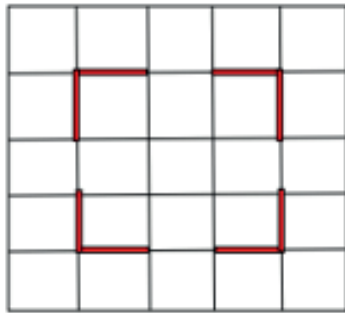
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



Şekil 2. Tip 1 Yapı Modeli (Computers and Structures, Inc.)



Şekil 3. Tip 2 Yapı Modeli (Computers and Structures, Inc.)



Şekil 4. Tip 3 Yapı Modeli (Computers and Structures, Inc.)

BULGULAR

Sap2000 programı ile üç boyutlu olarak bilgisayar ortamında modellenen üç farklı yapı

tipinde, yukarıda tanımlanan veriler kullanılmak suretiyle yapılan analizlerden elde edilen sonuçlar Tablo 2’de verilmiştir:



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences
September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:06 K:17

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Tablo 2. Analiz Sonuçları

Parametre	Tipler											
	Tip 1				Tip 2				Tip 3			
	2,5	3	4	5	2,5	3	4	5	2,5	3	4	5
$h_{zemin} (m)$	2,5	3	4	5	2,5	3	4	5	2,5	3	4	5
$V (kN)$	12061,71	11813,03	11335,05	10882,9	12059,52	11821,04	11349,83	10898,88	12070,39	11825,03	11356,91	10913,37
$\Delta (m)$	0,04814	0,052531	0,061753	0,071941	0,048727	0,053242	0,062119	0,072747	0,0501	0,054601	0,064073	0,074515
$H (m)$	14,5	15	16	17	14,5	15	16	17	14,5	15	16	17
$W (kN)$	35936,78	36105,9	36477,11	36860,88	35936,78	36105,9	36477,11	36860,88	35936,78	36105,9	36477,11	36860,88
η_{ki}	2,663651	2,787362	3,060045	3,351125	2,665951	2,785499	3,058454	3,35061	2,654392	2,77943	3,052133	3,343174
$T (s)$	0,340744	0,358982	0,396995	0,436961	0,340457	0,358592	0,396356	0,434727	0,340238	0,358188	0,395532	0,434727
V/W	0,335637	0,327177	0,310744	0,295242	0,335576	0,327399	0,311149	0,295676	0,335878	0,32751	0,311343	0,296069
Δ/H	0,00332	0,003502	0,00386	0,004232	0,00336	0,003549	0,003882	0,004279	0,003455	0,00364	0,004005	0,004383

Tabloda; h_{zemin} , zemin kat yüksekliğini, V taban kesme kuvvetini, Δ yapının tepe noktası maksimum yer değiştirmesini, H binanın toplam yüksekliğini, W binanın ağırlığını, η_{ki} maksimum yumuşak kat düzensizlik katsayısını ve son olarak da T binanın hâkim periyodunu ifade etmektedir.

Tip 1, Tip 2 ve Tip 3 olarak adlandırılan modellerin zemin kat yüksekliğinin değişimi ile birlikte yapısal davranışlarının daha ayrıntılı bir biçimde karşılaştırmak için; periyot değişimine ait grafik Şekil 5'te, yumuşak kat düzensizliği katsayısının değişimine ait grafik Şekil 6'da ve son olarak kesme kuvveti taşıma

kapasitesi değişimine ait grafik Şekil 7'de gösterilmiştir.

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences
September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

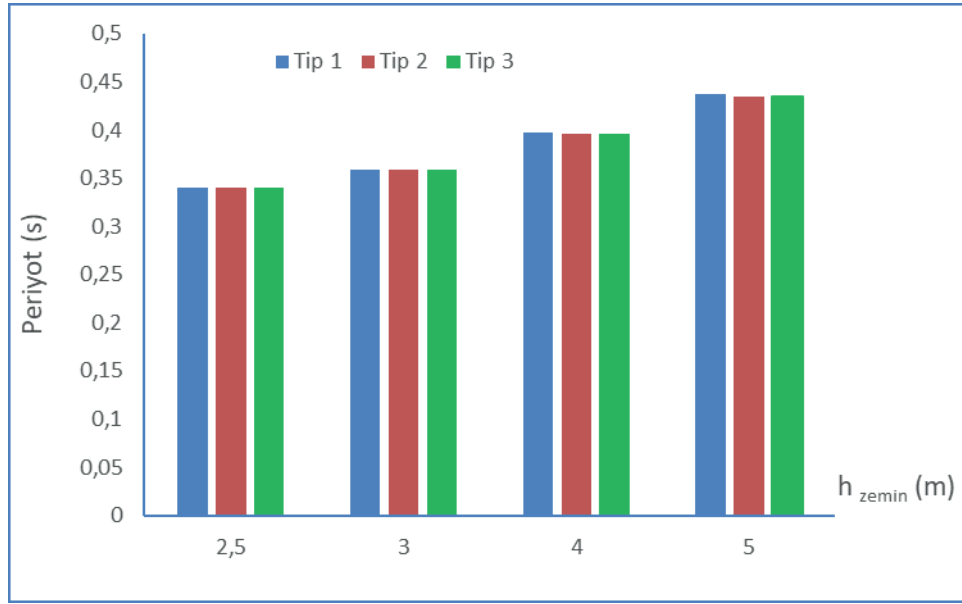
ID:06 K:17

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

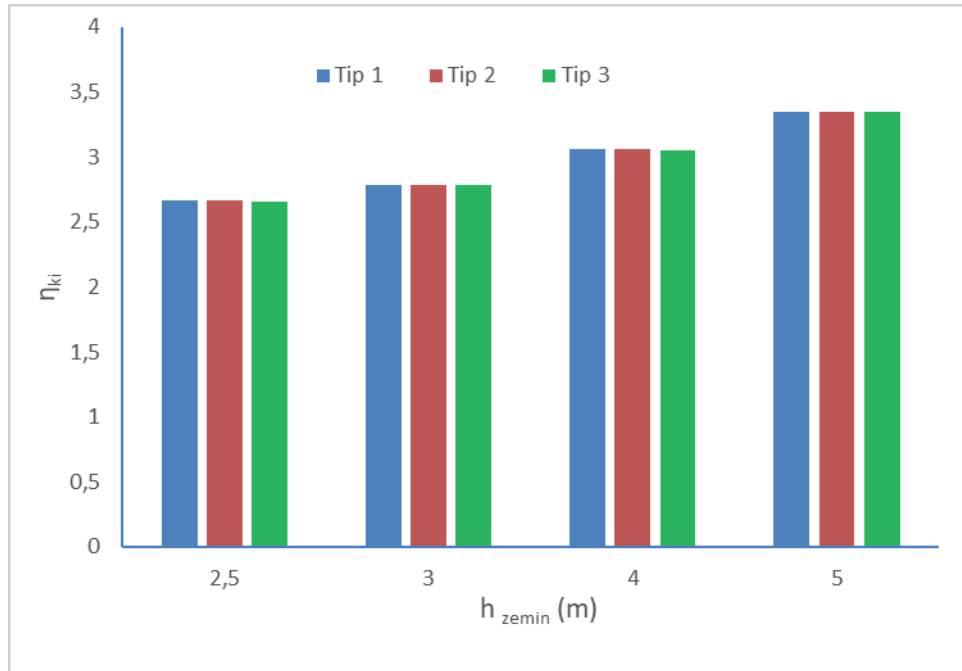
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

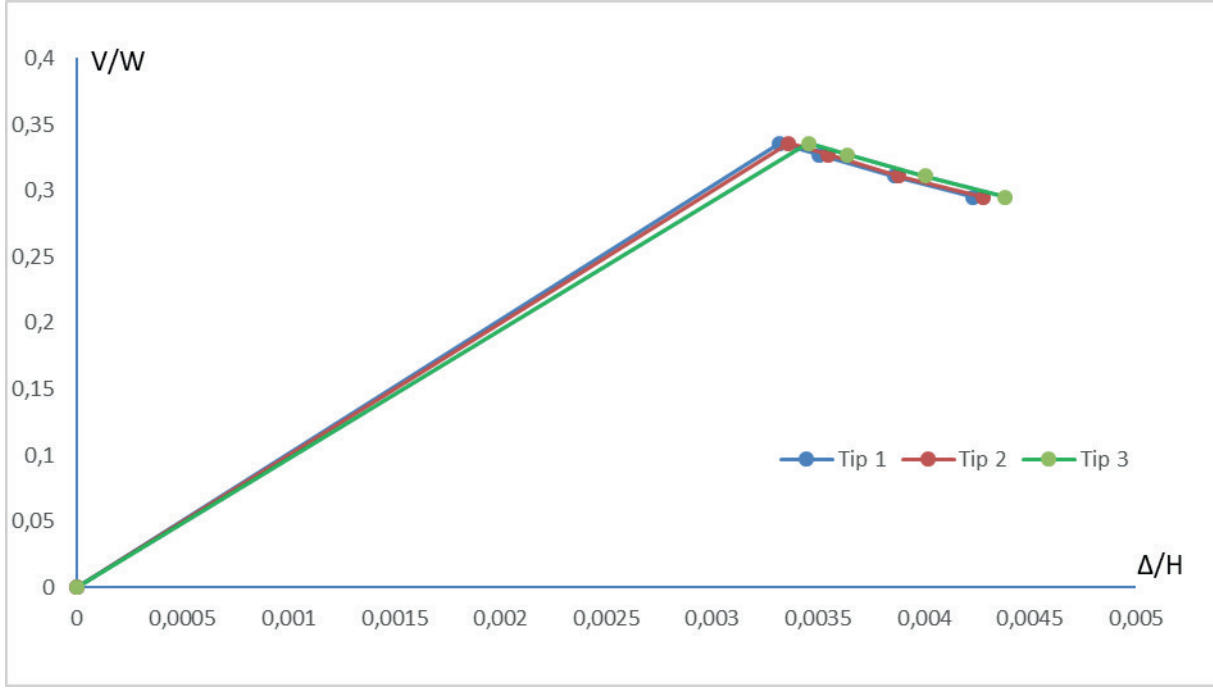
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



Şekil 5. Tip 1, Tip 2 ve Tip 3 Modellerde Zemin Kat Yüksekliği - Periyot Değişimi



Şekil 6. Tip 1, Tip 2 ve Tip 3 Modellerde Zemin Kat Yüksekliği - η_{ki} Değişimi



Şekil 7. Tip 1, Tip 2 ve Tip 3 Modellerde Kesme Kuvveti Taşıma Kapasitesi Değişimi

SONUÇ

Yapılan analizler neticesinde elde edilen; yapının doğal titreşim periyodu, rijitlik düzensizliği katsayısı, taban kesme kuvveti ve tepe noktası maksimum yer değiştirmesi sonuçları ve bu sonuçların değişimleri incelenmek suretiyle, çalışmada göz önüne alınmış olan model tiplerin yapısal davranışlarıyla ilgili olmak üzere aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Zemin kat yüksekliği arttıkça, çalışmada incelenen bütün modellerde doğal titreşim periyodu, yumuşak kat düzensizliği katsa-

yısı ve tepe noktası yer değiştirmesi değerlerinin de arttığı görülmektedir,

- İncelenen yapı tipleri için doğal titreşim periyodu; perdelerin dış akslarda köşede bulunması durumunda (Tip 1) sırasıyla, dış akslarda ortada bulunması durumuna (Tip 2) göre (%0,084) ve iç akslarda bulunması durumuna (Tip 3) göre (% 0,15) daha büyük değerler almaktadır,
- Tepe noktası maksimum yer değiştirmesi ise perdelerin iç akslarda bulunması durumunda (Tip 3) en büyük değerlere ulaşmakta; sırasıyla, dış akslarda ortada bulunması durumuna (Tip 2) göre (%2,82) ve dış akslarda köşede bulunması durumu-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:06 K:17

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

na (Tip 1) göre (%4,07) daha fazla olmaktadır,

- Zemin kat yüksekliğinin diğer katlara göre daha az olduğu (2,5 m) durumda, yumuşak kat düzensizliği (rijitlik düzensizliği katsayısı) perdelerin dış akslarda ortada bulunması durumunda (Tip2) diğer tip modellere göre daha yüksek değerlere ulaşmaktadır. Zemin kat yüksekliğinin diğer katlara eşit ve daha fazla olduğu durumlarda ise; perdelerin dış akslarda köşede bulunması durumunda (Tip 1) sırasıyla, dış akslarda ortada bulunması durumuna (Tip 2) göre (%0,15) ve iç akslarda bulunması durumuna (Tip 3) göre (% 0,24) daha büyük değerler almaktadır,
- Analizlerden elde edilen sonuçlar incelendiğinde, kat kesme kuvveti taşıma kapasitesi bakımından iki farklı durumun olduğu görülmektedir. Bu sonuçlardan birincisine göre, kesme kuvveti taşıma kapasitesinin en büyük değeri zemin kat yüksekliğinin diğer katlara göre daha az veya eşit olduğu durumlarda (2,5 m ve 3 m) Tip 1 modelinde, en küçük değeri ise Tip 3 modelinde almaktadır. Zemin kat yüksekliğinin diğer katlara göre daha fazla olduğu durumlarda (4 m ve 5 m) ise kesme kuvveti taşıma kapasitesi en büyük değerini Tip 3 modelinde, en küçük değerine ise Tip 3 modelinde almaktadır.

Bu çalışma sonucunda, ülkemizde ortalama olarak en çok rastlanan 5 katlı betonarme konut ve işyeri türü binalar için L tipi perdelerin plandaki yerleşimleri için şunu söylemek mümkündür: Zemin kat yüksekliği normal katlardan az veya eşit olan yapılar için en uygun perde yerleşimi dış akslarda ve köşede olma durumudur. Zemin kat yüksekliği normal katlardan daha fazla olan yapılar için ise en uygun perde yerleşimi yapının iç akslarında gerçekleştirilmektedir.

KAYNAKÇA

AKSOYLU, C., ARSLAN, M.H., (2019).

Çerçeve+Perde Türü Betonarme Binaların Periyod Hesaplarının Tbdy-2018 Yönetmeliğine Göre Ampirik Olarak Değerlendirilmesi. Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering, 365–382. <https://doi.org/10.17482/uumfd.603437>

AKTAN, S., KIRAÇ, N., (2010).

Betonarme Binalarda Perdelerin Davranış Etkileri. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, XXIII (1): 15-32

ATIMTAY, E., (2000).

Çerçeve ve Perdeli Betonarme Sistemlerin Tasarımı, Ankara, Türkiye: Bizim Büro Basımevi Yayın Dağıtım San. Tic. Ltd. Şti



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:06 K:17

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

DEMİROK, A., (2009). Perdeli Çerçeveveli Taşyıcı Sisteme Sahip Bir Betonarme Yapıda Farklı Döşeme Türlerinin Davranışa Etkisi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

KAYA, G., ÖZSOY ÖZBAY, A.E., (2019). Perde ve Çerçeveveli Betonarme Yapılarda Perde Konumunun Planda Düzenlenmesi ve Yapısal Davranışa Etkisi. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi 7(1): 7-17

ÖZYURT, M.Z., TAŞDEMİR, M., (2021). The Effect of the Location of L-Section Shear Walls at Corners and Inner Axes in RC Structures, İstanbul International Modern Scientific Research Congress, 231–240. ISBN: 978-605-70671-3-5

SAP2000 2011. Structural Analysis Program, Computers and Structures, Inc., v.17.0.0., Berkeley: CA: United States of America

TEKEL, H., (2006). Betonarme Yapılarda %1 Oranında Perde Kullanımının Değerlendirilmesi, Türkiye Mühendislik Haberleri / Sayı: 444-445 - 2006/4-5

TS 500-BETONARME YAPILARIN TASARIM VE YAPIM KURALLARI, (2000). Türk Standardları Enstitüsü

TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ (2018). T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi. Türkiye



UHMFJ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:06 K:17

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

EXTENDED ABSTRACT

Intruduction: Our country is located on the Alpine-Himalayan belt, which is one of the important earthquake belts, and is exposed to major earthquakes. For this reason, the concepts of earthquake resistant building design and building safety are of great importance in terms of existing and newly built structures. Engineers and architects need to make adequate examinations on the design of the structural system in order to ensure building safety. The design of the carrier system is of great importance in terms of strengthening the existing structures as well as in the design of the new structures to be built (Aktan and Kıracı, 2010: 31). The most important purpose of the structural system design is to transmit the vertical and earthquake loads to the ground as soon as possible. The shear walls, which have larger cross-sections than the columns, also increase the resistance of the structures against vertical loads more. The main purpose of using shear walls is to increase the strength and rigidity of the structure against lateral loads, in other words, to carry horizontal loads and to limit the horizontal displacement of the structure. Shear walls with proportionally higher lateral stiffness are very effective in meeting the moment and shear forces arising from earthquake loads and keeping floor drifts under control. Therefore; It can be said that shear walls have a very important place in earthquake design and are effective elements in structures in terms of rigidity, strength and ductility (Aksoylu and Arslan, 2019: 367; Kaya and Özbay, 2019: 8) **Aim:** In this study; it has been tried to contribute to the solutions that can be suggested for the determination of the appropriate placement of L-type shear walls in the plan, which can often be preferred in the design of the new buildings to be built and especially in the strengthening of the structures damaged after the earthquake. In this respect, the effect of having L-section shear walls on the interior and exterior axes on the structural behavior of reinforced concrete structures with residential + office purposes was investigated. **Method:** In this study, the situation of the L-section shear walls on the interior and exterior axes of a 5-storey residence + office building, which has a framed-walled carrier system and has the most common average number of floors in our country, was investigated. The flooring system of the structures examined in the study is beamed flooring; column, beam and shear wall sections were determined to meet the TBDY (2018) limit values. The slab thickness has also been determined to provide the limit values given in TS 500. Four L-type shear walls with cross-sectional dimensions of 300 mm x 5400 mm are placed symmetrically on both axes in the plan so that the torsion effect is not included. Three different models were created separately by placing them on the inner and outer axes and analyzes were made using the SAP2000 calcula-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:06 K:17

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

tion program interface. At the same time; Considering the possibilities of using the ground floor of the buildings as a garage, workplace or residence, a total of 12 different models were created for four different ground floor heights (2.5 m, 3.0 m, 4.0 m and 5.0 m). Structural analyzes of all models examined within the scope of the study were carried out using the Equivalent Seismic Load Method. The finite element method was used in the calculations. Concrete and reinforcing steel properties are defined in the SAP2000 program. Columns and beams are entered as bar elements. Later, slabs are defined as membranes in order to transfer the dead and movements on them directly to the beams. The total cross-sectional areas of reinforced concrete shears are the same for both types and are 1% of the total building area. Shear walls are defined using shell-thin elements. After entering the material types and structural system elements to be used in the building, a three-dimensional model of the building was created. In terms of the precision of the solution, the shear wall elements are divided into approximately 70 cm finite elements on both horizontal and vertical axis. The lower ends of the column and shear wall elements on the ground floor are defined with a fixed support, and the foundation connection is assigned, and the floors are defined as rigid diaphragms. Required loads on floors and beams have been assigned according to the building type (residence + office) in TS498. In order to determine the weight of the structure; Mass contributions of dead, wall, live and cladding loads are entered into the program. The reinforcements of the reinforced concrete bearing elements have been determined to provide the minimum area according to the Turkish Building Earthquake Code (2018) (Özyurt, Taşdemir, 2021: 236). **Findings and Results:** Obtained as a result of the analysis; By examining the natural vibration period of the structure, the stiffness irregularity coefficient, the base shear force and the maximum displacement of the peak and the changes of these results, the following results were obtained regarding the structural behavior of the model types considered in the study: It is seen that the natural vibration period, soft story irregularity coefficient and peak displacement values also increase in all models. The natural vibration period for the investigated building types; If the shear walls are in the corners on the outer axles (Type 1), they take higher values than if they are in the middle of the outer axles (Type 2) (0.084%) and if they are on the inner axles (Type 3) (0.15%). The maximum displacement of the apex reaches the maximum values when the shear walls are located on the inner axles (Type 3); respectively, than if it is in the middle of the outer axles (Type 2) (2.82%) and when it is in the corner on the outer axles (Type 1) (4.07%). In the case where the ground floor height is less than the other floors (2.5 m), the soft floor irregularity (coefficient of stiffness irregularity) reaches higher values when the shear walls are in the middle of the outer axes (Type2) compared to other types



UHMFĐ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:06 K:17

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

of models. In cases where the ground floor height is equal or higher than the other floors; If the shear walls are located at the corners on the outer axles (Type 1), they take higher values than if they are located in the middle of the outer axles (Type 2) (0.15%) and if they are located on the inner axles (Type 3) (0.24%). When the results obtained from the analyzes are examined, it is seen that there are two different situations in terms of the floor shear force carrying capacity. According to the first of these results, the highest value of shear force bearing capacity is in the Type 1 model when the ground floor height is less than or equal to the other floors (2.5 m and 3 m), and the lowest value is in the Type 3 model. In cases where the height of the ground floor is higher than the other floors (4 m and 5 m), the shear force carrying capacity gets the highest value in the Type 3 model and the smallest value in the Type 3 model. As a result of this study, it is possible to say the following for the placement of L-type shear walls in the plan for 5-storey reinforced concrete residential and office type buildings, which are the most common in our country: The most suitable shear walls placement for buildings with a ground floor height less than or equal to the normal floors is to be on the outer axes and in the corner. . For buildings with a ground floor height higher than normal floors, the most appropriate shear walls placement takes place on the inner axes of the building.

SU ARAÇLARINDA KULLANILAN ALUMİNYUM 6061 MALZEMESİNİN
KAPLAMA İLE TUZ KOROZYONDANUNDAN KORUNMASI ⁽¹⁾PROTECTION OF ALUMINUM 6061 USED IN WATER VEHICLES
FROM FLOUR FROM SALT CORROSION BY COATING*Senai YALÇINKAYA¹, Kenan KOÇYİĞİT²*¹*Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İstanbul / Türkiye*²*Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul / Türkiye*ORCID ID: 0000-0001-7076-7766¹, 0000-0001-9753-564X²

Öz: Amaç: Dünya üzerinde her ülke coğrafi konumlarına göre ülke sınırlarını korumak ve dışarıdan gelecek saldırılara karşı tedbirli olmak için savunma stratejileri geliştirmektedirler. Deniz ya da okyanuslara kıyısı olan ülkelerin savunma ihtiyaçlarını karşılamak için sualtı ve su üstü araçlar kullanırlar. Bu araçların yakıt sarfiyatının az, hareket kabiliyetinin yüksek olması için hafif olmaları gerekir. **Yöntem:** Bu gereksinimleri karşılayacak aynı zamanda dayanımları yüksek olmaları için bu araçlarda genellikle Alüminyum ve alüminyum alaşımı malzemeler kullanılmaktadır. Su içerisinde hareket halinde bulunan bu araçlarda yüksek basınç ve sürtünme nedeni ile yüzeylerde korozyon ve aşınmalar meydana gelmektedir. Oluşan bu korozyon ve aşınmaları en aza indirmek için kaplama yöntemleri uygulanmaktadır. Bu kaplama yöntemleri uygulanacak alüminyum seçimi ve kaplama öncesi alüminyum malzemelere uygulanacak ısıtma işlemleri değerlendirilecektir. Bu çalışmamızda kaplama çeşitlerinden örnekler vererek alüminyum yüzeyler üzerinde korozyonun oluşmasının ne derecede azaltıldığını ya da engellendiğinin üzerinde çalışmalar yapılacaktır. Korozyon oluşum miktarının azalmasını tespit edebilmek için tuz sisi testi uygulanacaktır. Tuz sisi testi MIL-STD-810G standardına uygun olarak gerçekleştirilecektir. Alüminyum 6061 alaşımı üzerinde yapılacak olan çalışmalar için numuneler hazırlanacaktır. Bu numuneler T6 ısıtma işlemi ile yaşlandırılacaktır. Yaşlandırma işleminin ardından anodik eloksallı kaplama çeşitlerinden tip 1 sınıf 3, tip 2 sınıf 1 tip 2 sınıf 2 tip 3 sınıf 1 tip 3 sınıf 2 gibi eloksallı kaplama türleri için her numune tuz kabini içerisinde her tur 50 saat olacak şekilde farklı net şekilde görebilmek üzere tuz sisi testine maruz bırakılacaktır. Her 50 saatin ardından 50 saat süreyle numuneler kuruma bırakılacaktır. 50 saat kuruma süresinin ardından tuz sisi testi uygulanan bu numuneler test öncesinde normal şartlar altındaki ortam koşullarındaki halleriyle ve test sonrasında kuruma işleminin ardından birbirleriyle karşılaştırılacaktır. **Bulgular:** Bu çalışmada su altında ve üstünde kullanılan araçlarda en çok tercih edilen malzemelerden alüminyum 6061 alaşımını T6 ısıtma işlemi sonrasında korozyona karşı nasıl bir davranış sergilediği ve bu korozyon karşısında dayanımının en yüksek seviyeye çıkarılması için uygulanması gereken kaplama çeşitleri belirlenmeye çalışılmıştır. **Sonuç:** Optik mikroskoptan alınan görüntüler karşılaştırıldığı zaman tip 3 sınıf 1 türünün diğer kaplama türlerine oranla daha dayanıklı olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Korozyon, Alüminyum 6061, Eloksallı Kaplama, Tuz Sisi Testi, Yüzey Koruması, Dayanım

Abstract: Aim: Every country in the world develops defense strategies in order to protect their borders and to be cautious against attacks from outside, according to their geographical locations. They use underwater and surface vehicles to meet the defense needs of countries that have coasts on seas or oceans. These vehicles need to be light in order to have low fuel consumption and high mobility. **Method:** Aluminum and aluminum alloy materials are generally used in these vehicles in order to meet these requirements and also to have high strength. In these vehicles, which are in motion in water, corrosion and abrasions occur on the surfaces due to high pressure and friction. Coating methods are applied to minimize these corruptions and abrasions. The selection of aluminum to be applied to these coating methods and the heat treatments to be applied to aluminum materials before coating will be evaluated. In this study, by giving examples of coating types, studies will be carried out on how much the formation of corrosion on aluminum surfaces reduces or prevents. Salt fog test will be applied in order to determine the decrease in the amount of corrosion formation. Salt fog testing will be performed in accordance with the MIL-STD-810G standard. Samples will be prepared for the studies to be carried out on the aluminum 6061 alloys. These samples will be aged by T6 heat treatment. After the aging process, for anodized coating types such as type 1 class 3, type 2 class 1 type 2 class 2 type 3 class 1 type 3 class 2 from anodic anodized coating types, each sample will be in the salt cabinet for 50 hours each turn to see the difference clearly. will be subjected to the fog test. After every 50 hours, the sample will be left to dry for 50 hours. After 50 hours of drying time, these samples, which were subjected to salt fog test, will be compared with each other before the test under normal conditions and after drying after the test. **Results:** In this study, it has been tried to determine how the aluminum 6061 alloy, which is one of the most preferred materials for underwater and above-water vehicles, behaves against corrosion after T6 heat treatment and the coating types that should be applied in order to maximize its resistance against this corrosion. **Conclusion:** When the images taken from the optical microscope were compared, it was observed that the type 3 class 1 type was more durable than the other coating types.

Keywords: Corrosion, Aluminum 6061, Anodized Coating, Salt Fog Test, Surface Protection, Strength

Doi:10.17366/uhmfd.2021.15.2

- (1) *Sorumlu Yazar, Corresponding Author: Senai YALÇINKAYA (Dr. Öğr. Üye., Assist. Prof), Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İstanbul / Türkiye, syalcinkaya@marmara.edu.tr, Geliş Tarihi / Received: 16.08.2021, Kabul Tarihi / Accepted: 25.12.2021, Makalenin Türü: Type of Article: (Araştırma – Uygulama / Research - Application) Çıkar Çatışması, Yok – Conflict of Interest, None, Etik Kurul Raporu veya Kurum İzin Bilgisi- Ethical Board Report or Institutional Approval, Yok / None*



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:11 K:10

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

GİRİŞ ve KURAMSAL ÇERÇEVE

Alaşım alternatifleri fazla olan metallere Alüminyum, alaşımlarıyla beraber dayanım/kütle oranı, termal ve elektrik iletibilme oranı ve korozyona karşı dayanım özellikleri sayesinde otomotiv başta olmak üzere savunma ve havacılık sektörlerinde en önde gelen malzemedir. Bu güzel özelliklerinin yanı sıra sahip olduğu sertlik değerinin ve aşınma dayanımının az olması kullanım alanlarını bir miktar azaltmaktadır.

21. yüzyılla beraber sert anodizasyon kaplaması sayesinde al alaşımlarının aşınma dirençleri yükseltilebilmiş ve diğer anodizasyon kaplama işlemlerine göre asit yoğunluğunun ve akım oranının yüksek aynı zamanda az miktarda elektrolit sıcaklığı sayesinde, nihai ürüne yüksek aşınma direnci sağlamaktadır. Çalışmamızda al 6000 alaşımlarından olan Al 6061 üzerinde eloksal (anodizasyon) kaplama etkisi incelenecektir. Numunelerin kaplamasız halleri de testlere tabi tutularak korozyon karışında dirençleri kıyaslanmıştır.

AMAÇ

Sualtı ve su üstünde kullanılan araçların yüzeyleri sürekli aşındırıcı ve korozif tuzlu deniz ya da okyanus sularına maruz kaldıkları için yüzeylerinde korozyona rastlanmaktadır. Korozyon oluşan yüzeylerin ömürlerinin kısalması ve hesaplanan ve olması gerekenden daha erken işlevsiz hale gelmesinden dolayı

sürekli araştırılma ve geliştirme çalışmaları yapılmaktadır. Yapılan araştırma ve geliştirme çalışmaları ve endüstriyel alanda sağlanan hızlı ilerleme, mevcut durumda uygulanan yöntemlerden daha etkili koruma metodları bulmayı sağlamıştır. Oluşabilecek değişik korozyon çeşitleri ve ayrıca bu çeşitli korozyon türlerinin oluşmasına yardımcı olan farklı çalışma koşulları düşünüldüğünde, korozyonla ilgili olarak devamlı yeni sıkıntıları gün yüzüne çıkarmaktadır. Bu sebeple birçok farklı koruma yönteminin olması doğaldır. Yüzeylerde korozyona oluşumuna karşı korunmak için en çok tercih edilen yöntemlerden biri kaplama korumasıdır (Koçyiğit K., Yalçınkaya S., 2021: 660-661).

Metal malzemelerin korozyona uğramaları konusunda yapılan çalışmalar incelendiğinde konu ile ilgili olarak birçok deneysel ve araştırma çalışmalarının yapıldığını görmek mümkündür. Bu yapılan çalışmalarda korozyonun metal alaşımlarına etkisi ve alaşımların hizmet ömrünü olumsuz yönde etkiledikleri görülmüştür. Zamanla yapısında meydana gelen bozulmalar nedeniyle karşılaşılan bu durumlar araştırmalarla kanıtlanmıştır. Araştırmalarda su ile temas eden metallere korozyona uğrama miktarları deneysel çalışmalarla ortaya konulmuştur (Schäfer H., Stock H.R., 2005).

G. Bereket ve A.Yurt, S. Saraç; alüminyum 7075 Alaşımının sodyum klorür ortamında



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:11 K:10

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

çukur korozyonuna amino asit ve hidroksit karboksilik asitlerle nitrat iyonunun etkisini araştırmışlardır. Yapılan bu çalışmada alüminyum 7075 alaşımının farklı türlerdeki korozyon artırıcı ortamların metal üzerindeki etkilerini deneysel karşılaştırmalar yapılarak incelemişlerdir. **Y. Erbil ve M. Bayramoğlu**; farklı alüminyum alaşımların sert eloksal davranışları üzerinde çalışmalar yapmışlardır. Burada yapılan çalışma sert anodik bir kaplama için deney yapılarak 3 adet alüminyum alaşımının üzerinde oluşan film tabakası izlenmiştir. Film özelliklerinden kalınlığı ve kararlılığı ile yapının kimyasal ve mekanik özellikleri detaylı şekilde araştırılmıştır. **F. Akpınar, F. Kalan ve arkadaşları** ise eloksal işlemi uygulanan alüminyum alaşımlarının asidik ve alkali ortamlarda korozyon özelliklerinin incelenmesi üzerine çalışmışlardır. Çalışmada alüminyum alaşımlarından 1050, 2024, 3003, 5083, 7072 ve 8079 kullanılmıştır. Bu alüminyum alaşımlarının korozyon dayanımlarını yükseltmek adına sülfürik asit ortamında eloksal işlemi yapılmıştır. Eloksal işlemi farklı potansiyellerde ve sürelerde yapılmıştır. Numunelerin asidik ve alkali ortamlardaki korozyon davranışları

potansiyodinamik korozyon testleriyle karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Su araçlarında tercih edilen alüminyum 6061 alaşımı üzerinde T6 ısıl işlemi uygulayarak elde edilen numuneler deneysel çalışmalar hazırlanmıştır. Genellikle su araçlarının su üzerinde ve altında hem mukavim hemde hafif olması nedeniyle tercih edilmektedir bu doğrultuda saf haldeki Al malzemesinin barındırdığı özellikler şu şekildedir (Abreua C.M., Cristóbal M.J., Figueroa R., Nóvoa X.R., Penaa G., 2019).

Al malzemeleri kullanılarak elde edilen alaşımların şekillendirilme metodlarına göre ayrıldığı iki grup vardır. Bu gruplar dövme ile oluşan alaşımlar ve döküm ile oluşan alaşımlardır (Koçyiğit K., Yalçınkaya S., 2021: 637-638).

Burada yapılan ayrımla her ülkede üretim şekline göre standartlarını belirlemiştir. Uluslararası standartlar bazı oluşumlar tarafından belirlenen simgelerle belirlenmiştir. Bu simgeler tabloda yer almaktadır.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:11 K:10

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Tablo 1. Saf Al Mekanik Özellikleri

YOĞUNLUK	kg/m ³	2700
YOUNG MODÜLÜ	gr/cm ³	72000
KAYMA MODÜLÜ	MPa	27000
ÇEKME DAYANIMI	MPa	65
AKMA DAYANIMI	N/mm ²	110
KOPMA UZAMASI	MPa	30
TERMAL İLETKENLİK	W/Mk	250

Al Malzemeye Eklenen Elementler

Şekilde belirtilen saf al için 1000 serisi olarak adlandırılmaktadır. Diğer tüm seriler için birinci rakam alüminyumun alaşım çeşitini sonraki rakam ise alaşımdaki değişimi, üçüncü ve dördüncü rakamlar da farklı alüminyum alaşımlarını anlatmak için kullanılmaktadır (Jozefowicz M., 2001). Yaptığımız çalışmalarda magnezyum silisyum elementlerini içeren 6000 serisi alüminyum alaşımlarından 6061 Alüminyum malzemeleri kullanılacaktır.

Alüminyum Alaşımlarında Element Etkisi

Alüminyum alaşımlarından 6000 serisi 6061 malzemenin içinde bulunan magnezyum sayesinde alaşımın mukavemet değeri artarken aynı zamanda korozyon dayanımı ile süneklik özellikleri de kazandırılmış olur. Magnezyum elementinin sağladığı bu avantajlara artı olarak element yapısından dolayı kaynak ile yapıştırılma olasılığı arttırılmış olur. %9

oranından fazla magnezyum barındıran 6000 serisi alaşımlarının dayanım kabiliyetleri termal işlemler sayesinde geliştirmeye açık hale gelirler aynı zamanda dövme ile hazırlanan 6000 serisi Alüminyum alaşımları magnezyumla şekillendirilme zorluğu azalır (Xiaoa W., Wang Y., 2021).

Silisyum elementi Alüminyum alaşımlarında bulunan etkisi en yoğun olan elementler arasında yer alır. En yoğun olarak bulunma oranı %14 mertebelerinde olan Si elementi alüminyum alaşımlarının akışkanlık miktarını artırır. Alüminyum alaşımlarında Magnezyum, Nikel ve Bakırla beraber bulunmaları durumunda termal işlemler sayesinde alüminyum alaşımlarını yüksek sertlik değerlerine ulaştırır. Silisyum elementinin bu etkilerinin yanı sıra mekanik özelliklerinden biri olan çekme dayanımı değerini ilave edilen silisyum oranıyla beraber artar Li, X., Nie, X., Wang, L., Northwood, D.O., 2005).



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:11 K:10

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Alüminyum alaşımına eklenen silisyum elementinin korozyona karşı dayanımını arttırdığı gibi kaynaklanabilme olasılığını da yüksek oranlara çıkarır. Alaşıma eklenen silisyum elementi sayesinde izlenebilirlik kazanan alaşım mekanik olarak malzemenin gevreklik miktarını arttırarak, darbe emilimini ve yorulma miktarını azaltır (Telmenbayara L., Yanga D., Songa M., Cho D., 2020).

Alüminyum 6000 alaşımlarına eklenen elementler sayesinde oluşan malzemenin dayanım değerleri artmaktadır bu dayanım değerlerini daha fazla arttırmak için elde edilen mekanik özellikleri iyi olan 6061 alaşımına ısıt işlemler uygulanmaktadır.

Isıl işlem

Alaşımları sertleştirmek için kullanılan ısıt işlemler malzemenin sertlik dayanımını birincil faz moleküllerin minik ve dengeli dağılmasının ardından çökmesiyle sağlanır. Burada artan sertlik olarak alınan sonuç çökme işleminden kaynaklandığı için çökme (yaşlandırma) sertleştirmesi olarak adlandırılır. Yaşlandırma sertleştirmesi alüminyum alaşımlarının sertlik değerini arttırmakta en çok tercih edilen işlemdir. Bu işlem en çok havacılık sektöründe kullanılmaktadır. Mekanik dayanım değerlerini iyileştiren yaşlandırma tekniği aynı zamanda malzemenin elektrik iletibilme özelliğini de arttırmaktadır.

Yaşlandırma yöntemi ile plastik ya da elastik şekil değiştirme alanlarına girmeden ürünün sertlik değerini yükseltebilmesi sayesinde tüm sektörlerde kullanımını sağlamaktadır. Yaşlandırma tekniği ürünün daha önce basitçe bahsi geçen şekilde dengeli olarak karışabilmesi çok önemlidir burada homojenizasyonu sağlamak için malzemenin de optimum seviyede çözünmesiyle orantılıdır. Sıcaklık değerinin değişimi çözünme olasılığını da değiştireceğinden dolayı yaşlandırma tekniğine en çok etki eden faktördür (Krishna H., Kumar A., 2021).

Alüminyum alaşımlarına uygulanan ısıt işlemler üç kademedden oluşmaktadır, bunlar sırasıyla ilk olarak çözeltiye alma, ardından su verme ve son olarak yaşlandırma diye adlandırılır ancak bazı kaynaklarda tüm işlemlerin tamamını da yaşlandırma olarak da görmektediriz.

İlk işlem olan çözeltiye alma alaşımın belli bir sıcaklık değerine kadar ısıtılmasının ardından çok hızlı bir şekilde bu sıcaklık değerinden soğutulması ile yüksek doyumluk seviyesine ulaşan katılaşıp eriyik malzeme meydana gelir. Sertleştirmeyi sağlayacak olan alaşım elementlerinin homojen olarak çözünmesi ve çözelti içinde kalmasını sağlamaktadır. Hızlı soğutma işlemi su verilerek yapılmaktadır. Burada hızlı soğuyan malzemede gerilim değerinin yükselmesi durumu nihai üründe yorulma ve kararlılık yetilerinin düşmesi gibi



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:11 K:10

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

istenmeyen durumlara neden olabilmektedir. Bu işlemde kullanılan su alaşım elementlerinin oranı parçanın toplam kütlesi ve şekli ile değişiklik göstermektedir. Bu işlemin ardından 25° dereceye gelen ortam ile çözünen elementler yavaş yavaş çöklerler. Belirlenen sürenin sonrasında alüminyum alaşımları bu çökme işlemi sayesinde yüksek sertlik değerlerine ulaşmaktadırlar. Bu adımlardan oluşan son ürüne yaşlandırılmış alaşım adı verilmektedir.

Yapay olarak yaşlandırma diye isimlendirilen bu yöntem döküm ile üretilen alüminyum alaşımlarında 90° C ile 250° C arasında tutularak işlem süresi kısaltılmaktadır. Suni yaşlandırma işlem süresi arttığı sürece oluşan yapının sertliği en yüksek seviyelere ulaşır. Burada ideal ya da ulaşmak istenen sertlik değerine ulaşıldıktan sonra yaşlandırma tekniğine devam edilmemesi gerekmektedir çünkü yaşlandırma süresi uzadıkça malzemenin optimum seviyeyi geçmesi nedeniyle ürünün sertlik değerinin düştüğü gözlemlenmektedir. Bu duruma aşırı yaşlandırılma denilmektedir. Suni (yapay) sertleştirme ya da yaşlandırma işlemi en çok kullanılan alüminyum alaşımları bakır, magnezyum, silisyum ve çinko elementleriyle yapılan alaşımlardır.

Alüminyum Alaşımlarında Eloksal Kaplama

Al malzemesinin atom numarasının 13 olmasından kaynaklı üçüncü elektron katmanındaki diziliminde bağlanmamış elektronlar ile havada serbest halde bulunan oksijen elementi ile hızlı bir şekilde reaksiyona girmesi sonucunda doğal olarak meydana gelen ve istenmeyen alüminyum oksit tabakası oluşur. (Mendes F., Santos S., Leite L., 2017)

Bu oluşan tabaka az da olsa alaşımın sertlik değerini yükseltmektedir ama çok ince bir yapı olduğu için hiçbir üründe verim oluşturmamaktadır. Oluşan bu ince film yapısını engellemek için malzeme yüzeyine farklı işlemler uygulanmaktadır. Kullanılan yöntemlerden endüstride en çok tercih edilen eloksal kaplama ya da bazı kaynaklarda oksijenle temasını kestiği için anodik oksidasyon, anodizasyon olarak da geçmektedir. Almanya’da kullanıma başlanılan bu yöntem Eloksal ismini Almancadan almıştır. Al alaşımları için endüstride çok önemli bir işlem olarak görülmektedir. Bu yöntem basitçe açıklamak gerekirse doğal yöntemlerle yüzeydeki serbest elektronların oksijen ile reaksiyona girmesinden önce alaşım yüzeyinde suni bir şekilde oksit film yüzeyi oluşturma yöntemidir. Elektrokimyasal olarak uygulanan bu yöntemin iki ana kademesi bulunmaktadır. Bu kademeler kaplamanın oluşmasını sağlayan ve

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:11 K:10

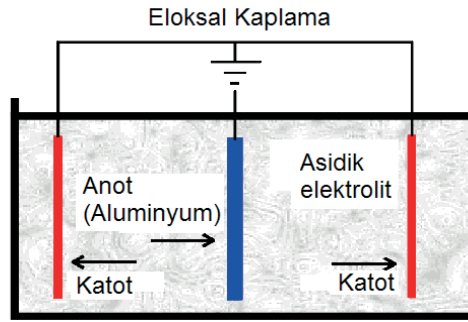
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

zıt kutupları oluşturan katot ile anot. (Bhatt H., Manavbasi A., Rosenquist D., 2009) **Katot ve Anot İşlemleri**



Şekil 1. Eloksal Kabini

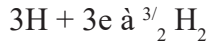
Alüminyum alaşımının en üst tabakasında $Al + \frac{3}{2} H_2O \rightarrow \frac{1}{2} Al_2O_3 + 3H_2 + 3e$ oluşan kimyasal tepkime şu şekildedir



Şekil 2. Eloksal Kabinine Giren Alüminyum Görüntüsü

Alüminyumun dış tabakasında meydana gelen anot reaksiyonu ile su molekülleri girip oksitlenen alüminyum alaşımı ve sonucunda hidrojen atomlarıyla serbest elektronlar oluşmuştur. Bu sayede al alaşımı üzerinde bulunan serbest elektronlar bağlandıkları için doğal ortamlarda oksitlenme ihtimali kalmamıştır (Huanga Y., Daugherty J., Ramanathan S., Chang C., 2008).

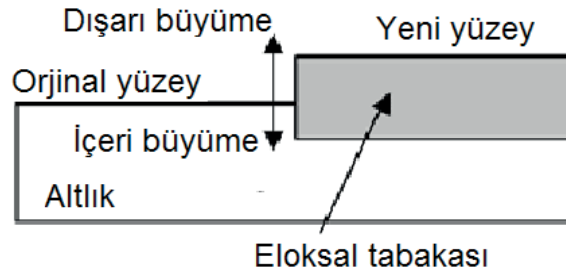
Alaşımın da içinde bulunduğu kaptaki katot yüzeylerde ise serbest haldeki hidrojen atomları serbest haldeki elektronlara tutunarak hidrojen gazı açığa çıkarırlar. Katot tarafında oluşan tepkime ise şu şekildedir.



Tepkime süresince artı kutuplarda H₂ gazı toplanmaya devam eder ve tencerede kaynayan su gibi baloncuklar çıkarır.

Tepkime sonunda doğal yollarla oluşması beklenen oksidasyon işlemini anot katot reaksiyonları ile suni yollarla elde etmiş oluruz.

Anodizasyon ya da eloksal tankında gerçekleşen bu tepkime elektrolit sayesinde sağlanır. Elektrolit bir çeşit homojen kimyasal karışımdır. Bu karışımın görevi doğrusal elektrik akımının akmasını gerçekleştirmektir. Elektrik verildiğinde elektrolit içerisindeki H₂O parçalanarak O₂ atomları alaşım üzerinde H₂ atomları ise katot üzerinde toplanır. Alaşım üzerinde toplanan O₂ atomları yapay oksidasyonla film tabakayı oluştururlar.



Şekil 2. Alüminyum Yüzeyinde Eloksal Tabakanın Oluşması

Eloksal Yüzeyin Özellikleri

Anodizasyon yüzeyin alaşıma tutunmasıyla sağlam bir bütünlük oluşur. Bu oluşan yüzey çok sert ve aşınma direnci yüksek olduğu için alaşımlara iyi mekanik dayanım elde ettirir. Anodizasyon tepkimesi tamamlanmış alümin-

yum alaşımı birçok kimyasal ve doğal çevre şartlarına karşı dayanıklı olduğu için alaşım yüzeyinde korozyon oluşmasını engeller. Anodik yüzeyin renksiz yapısı alaşımın metalik dış görünümlerini daha belirgin hale getirir. Tepkimedeki çözelti değiştirilerek mat veya parlak bir yüzey elde edilebilir.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:11 K:10

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Anodik yüzey alaşım üzerinde 2 katmandan oluşur. Bu katmanları içerideki ve dışarıdaki olarak ayırabiliriz. İçeride bulunan katman dar ve yoğun bir katmandır ve bu katman bariyer katman olarak da isimlendirilmektedir. Bu katman üstünde oluşan geniş katmana ise dış katman denir. İç katmanın genişliği toplam cidarın en fazla %1'ini içerir. Bu katman çözeltinin içerisinde bulunan elementlerin derişimine göre değişmektedir.

Anodik yüzey elektrik akımına karşı yalıtımlıdır. Anodik yüzeyin akımı iletebilmesi için, anodic yüzey kalınlığının her milimetresi için 30 KV elektrik potansiyeli gerekmektedir. Buradaki gerilim miktarı eloksal yüzeyin içerisinde bulunan alaşım elementleri ve oranlarına bağlıdır.

Sert Anodizasyon Kaplaması

Anodik yapının sert olabilmesi için normal eloksal kaplamalara oranla daha fazla kalın olması gerekmektedir. Bu tepkime ile elde edilen kaplamaların çözeltileri daha özel olarak hazırlanmaktadır. Standart eloksal kaplamaya göre daha uzun sürmektedir. Ortalama olarak 4 saat süren bu tepkime sonucunda alaşım yü-

zeyinde 20 mikron ile 300 mikron arasında değişmektedir.

Sert anodizasyon tepkimesi için gerekli olan çözelti ise %10 H₂SO₄, 3-4 amper elektrik akımı ve 30-110 volt değerinde potansiyel farka ihtiyaç duyulmaktadır. Kabın sıcaklığı ise ±10 ° C olması gerekmektedir. Sert anodik yüzeyin aşınma dayanımının yüksek olması eloksal sıcaklığının ve çözelti derişiminin az, akımın yüksek olmasındandır.

BULGULAR

Bu çalışmada su altında ve üstünde kullanılan araçlarda en çok tercih edilen malzemelerden alüminyum 6061 alaşımını T6 ısı işlemi sonrasında korozyona karşı nasıl bir davranış sergilediği ve bu korozyon karşısında dayanımının en yüksek seviyeye çıkarılması için uygulanması gereken kaplama çeşitleri belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan araştırmalarda alaşım numunelerinin eloksal kaplama türleri uygulanması durumunda korozyona karşı dayanımın artması öngörülmektedir ancak eloksal kaplama çeşitleri arasında tip ve sınıf farklılıkları bulunmaktadır. Burada tip ve sınıf farklılıklarının korozyona karşı nasıl tepki vereceğini yapılan test ve ölçüm sonuçlarına göre değerlendirilecektir.

Numune Adı	Parça Kodu	Alaşım Türü	Isıl İşlemler	Kaplama Türleri
Kupon-1	00130006	6061	T6	Tip 2 sınıf 2 Elokmal

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

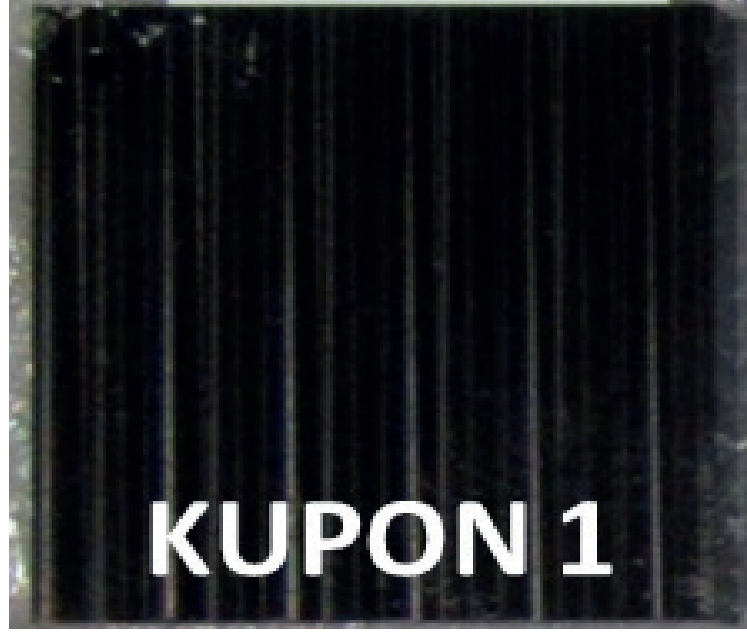
ID:11 K:10

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

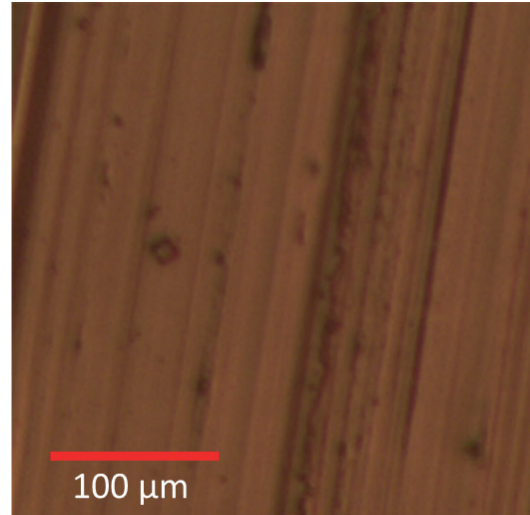
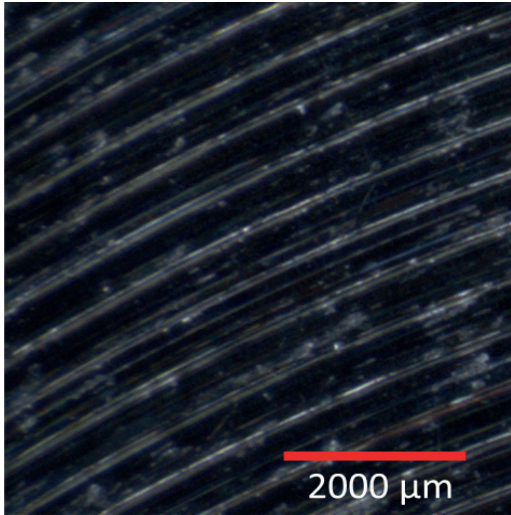
(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



Şekil 3. Kupon 1 Numunesi

Numunenin test öncesindeki görünümü



Şekil 4. Kupon 1 Numunesinin Test Öncesinde Mikroskop Altında 30 ve 200 Kat Yakınlaştırılmış Görünümü

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:11 K:10

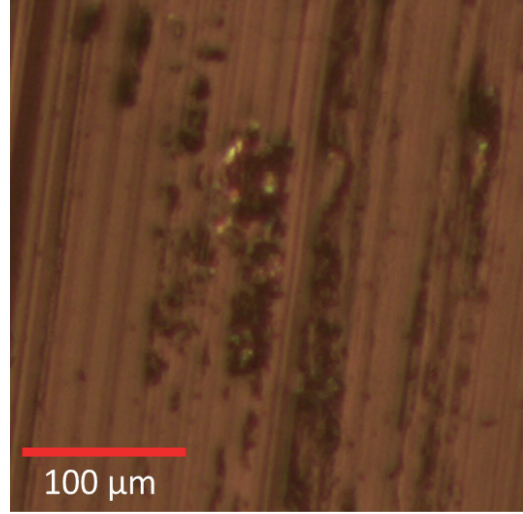
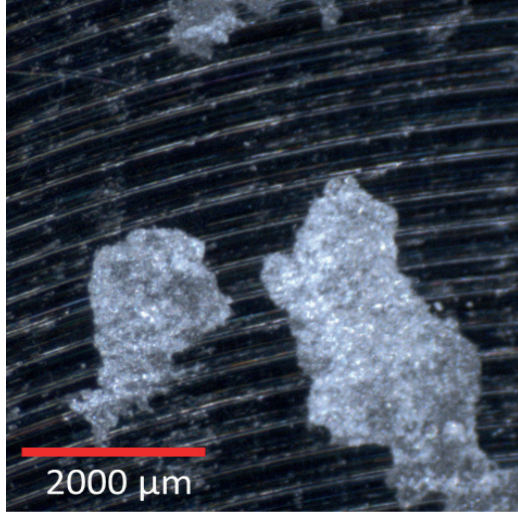
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Numunenin test sonrasındaki görünümü



Şekil 5. Kupon 1 Numunesinin Test Sonrasında Mikroskop Altında 30 ve 200 Kat Yakınlaştırılmış Görünümü

Numune Adı	Parça Kodu	Alaşım Türü	Isıl İşlemler	Kaplama Türleri
Kupon-2	130659	6061	T6	Tip 2 sınıf 1 Eloksal



Şekil 6. Kupon 2 Numunesi

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:11 K:10

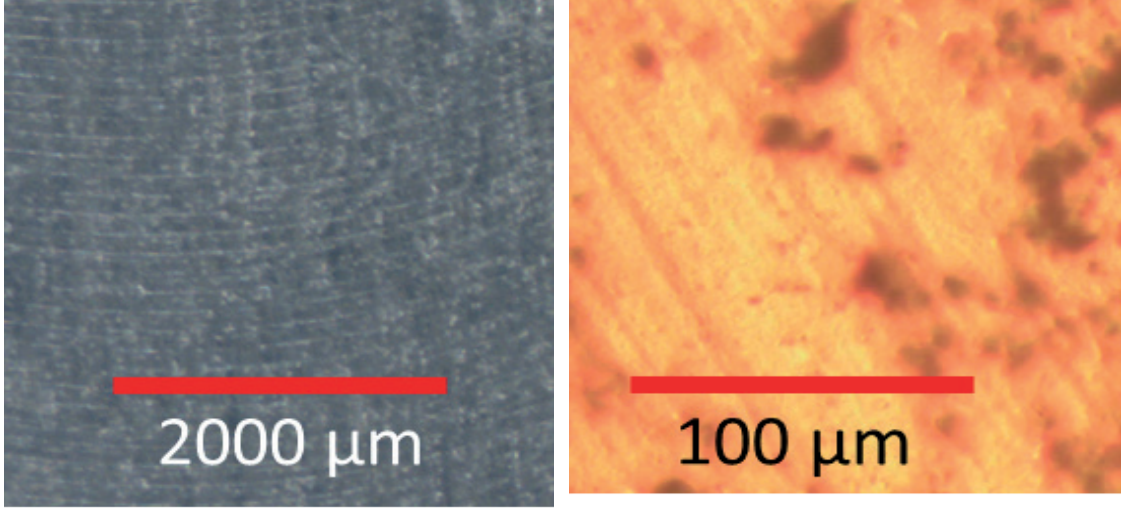
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

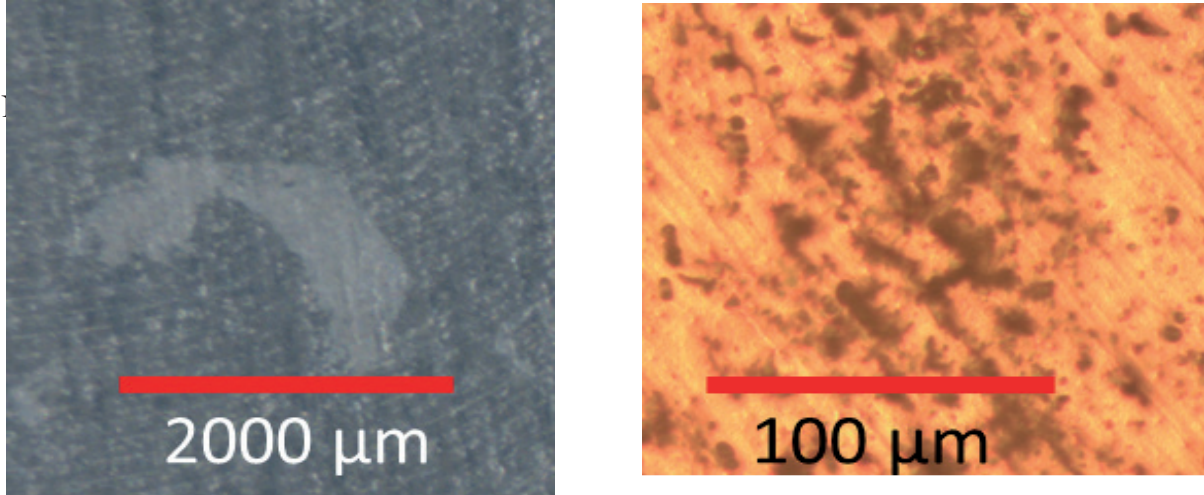
(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Numunenin test öncesindeki görünümü



Şekil 7. Kupon 2 Numunesinin Test Öncesinde Mikroskop Altında 30 ve 200 Kat Yakınlaştırılmış Görünümü



Şekil 8. Kupon 2 Numunesinin Test Sonrasında Mikroskop Altında 30 ve 200 Kat Yakınlaştırılmış Görünümü

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences
September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:11 K:10

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

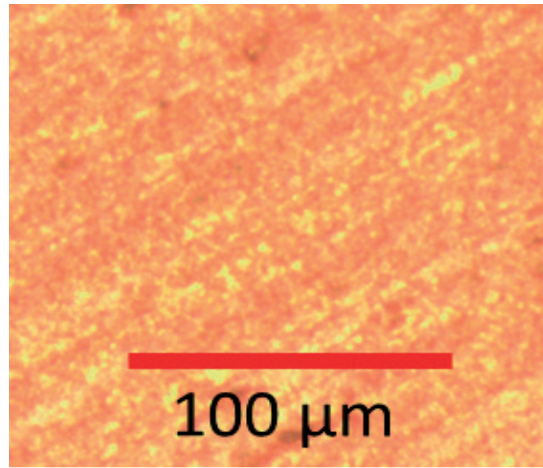
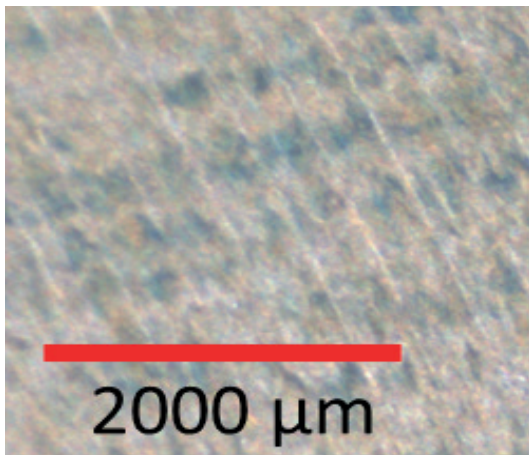
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Numune Adı	Parça Kodu	Alaşım Türü	Isıl İşlemler	Kaplama Türleri
Kupon-3	130582	6061	T6	Tip 1 sınıf 3 Alodin



Şekil 9. Kupon 3 Numunesi

Numunenin test öncesindeki görünümü



Şekil 10. Kupon 3 Numunesinin Test Öncesinde Mikroskop Altında 30 ve 200 Kat Yakınlaştırılmış Görünümü

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences
September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:11 K:10

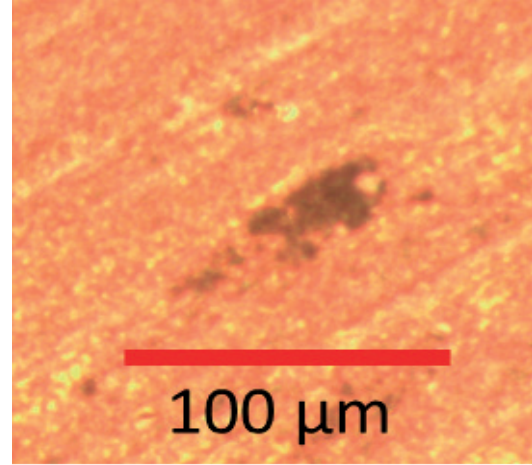
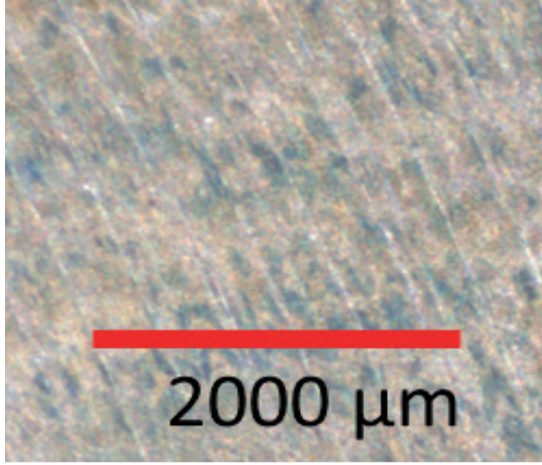
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Numunenin test sonrasındaki görünümü



Şekil 11. Kupon 3 Numunesinin Test Sonrasında Mikroskop Altında 30 ve 200 Kat Yakınlaştırılmış Görünümü

Numune Adı	Parça Kodu	Alaşım Türü	Isıl İşlemler	Kaplama Türleri
Kupon-4	00130524	6061	T6	Tip 2 sınıf 2 Eloksal



Şekil 12. Kupon 4 Numunesi

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:11 K:10

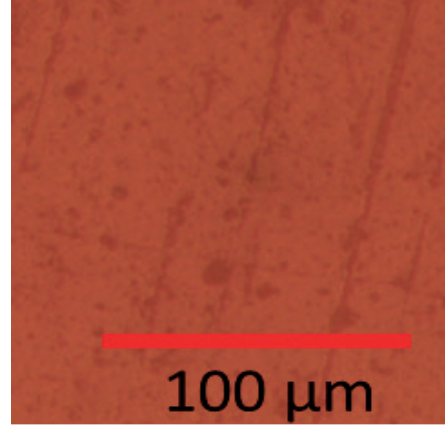
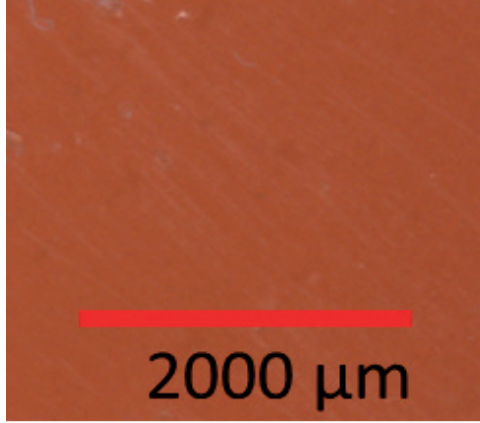
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

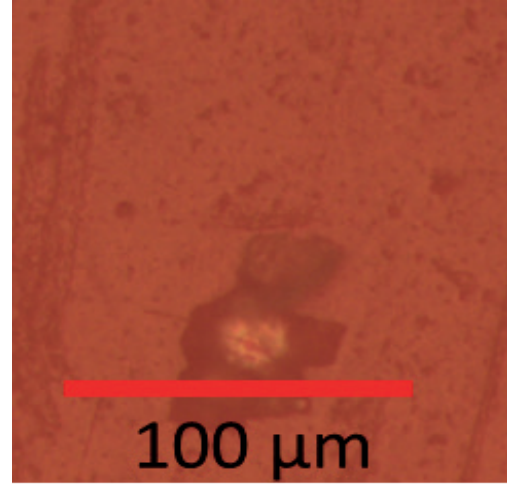
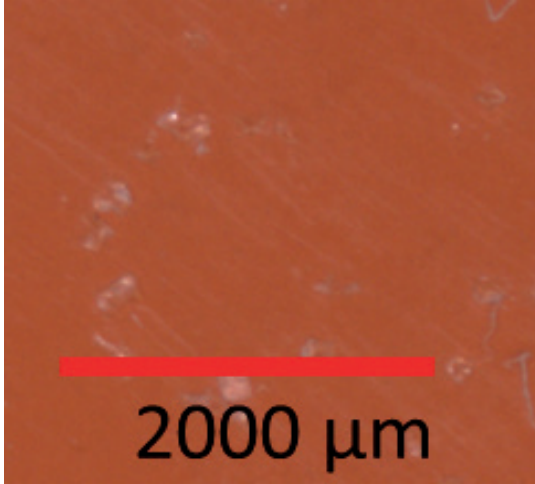
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Numunenin test öncesindeki görünümü



Şekil 13. Kupon 4 Numunesinin Test Öncesinde Mikroskop Altında 30 ve 200 Kat Yakınlaştırılmış Görünümü

Numunenin test sonrasındaki görünümü



Şekil 14. Kupon 4 Numunesinin Test Sonrasında Mikroskop Altında 30 ve 200 Kat Yakınlaştırılmış Görünümü

Numune Adı	Parça Kodu	Alaşım Türü	Isıl İşlemler	Kaplama Türleri
Kupon-6	00130585	6082	T6	Tip 2 sınıf 2 Eloksal

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:11 K:10

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

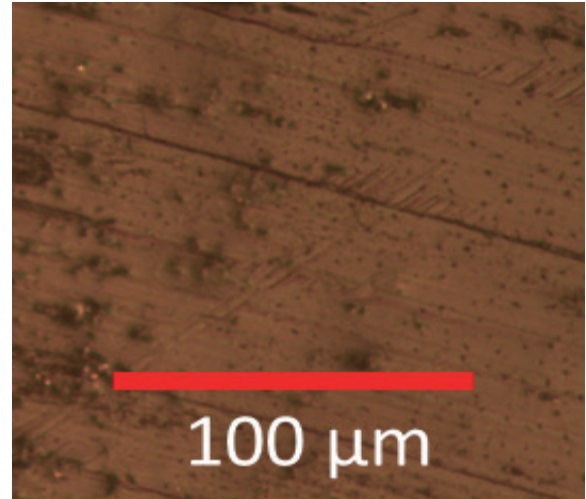
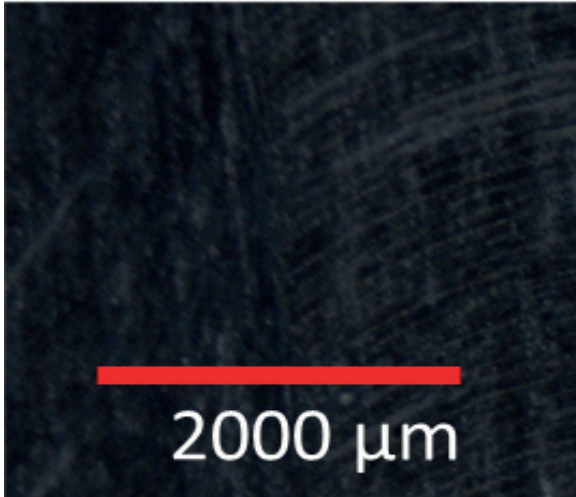
(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



Şekil 15. Kupon 5 Numunesi

Numunenin test öncesindeki görünümü



Şekil 16. Kupon 5 Numunesinin Test Öncesinde Mikroskop Altında 30 ve 200 Kat Yakınlaştırılmış Görünümü

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:11 K:10

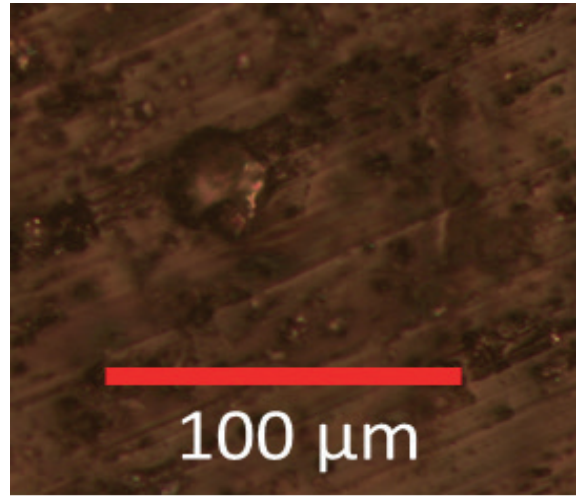
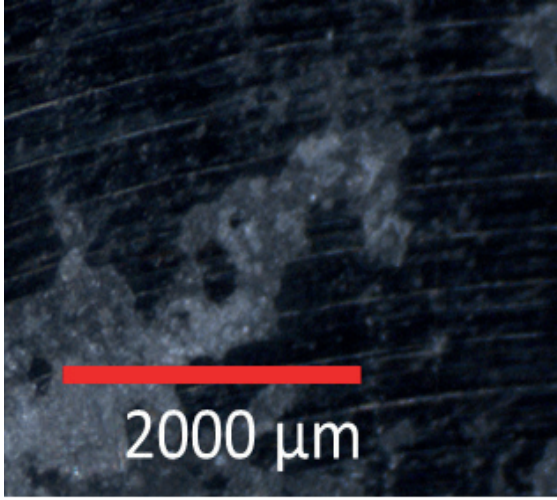
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Numunenin test sonrasındaki görünümü



Şekil 17. Kupon 5 Numunesinin Test Sonrasında Mikroskop Altında 30 ve 200 Kat Yakınlaştırılmış Görünümü

Numune Adı	Parça Kodu	Alaşım Türü	Isıl İşlemler	Kaplama Türleri
Kupon-9	00133491	6061	T6	Tip 3 sınıf 1 Eloksal



Şekil 18. Kupon 9 Numunesi

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:11 K:10

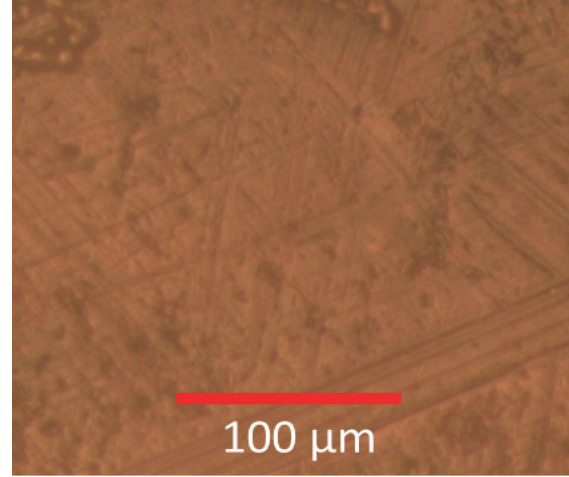
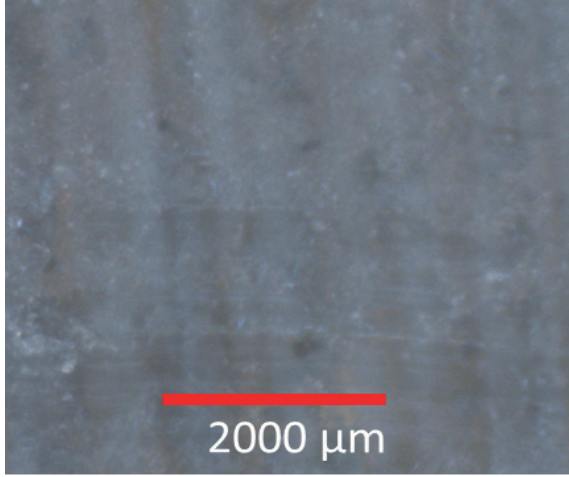
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

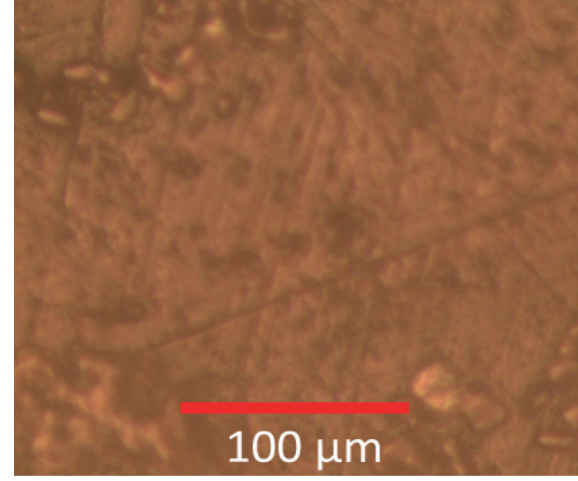
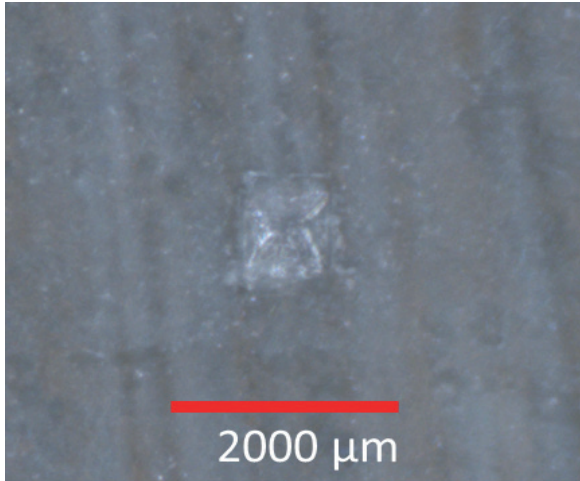
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Numunenin test öncesindeki görünümü



Şekil 19. Kupon 9 Numunesinin Test Öncesinde Mikroskop Altında 30 ve 200 Kat Yakınlaştırılmış Görünümü

Numunenin test sonrasındaki görünümü



Şekil 20. Kupon 9 Numunesinin Test Sonrasında Mikroskop Altında 30 ve 200 Kat Yakınlaştırılmış Görünümü

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences
September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:11 K:10

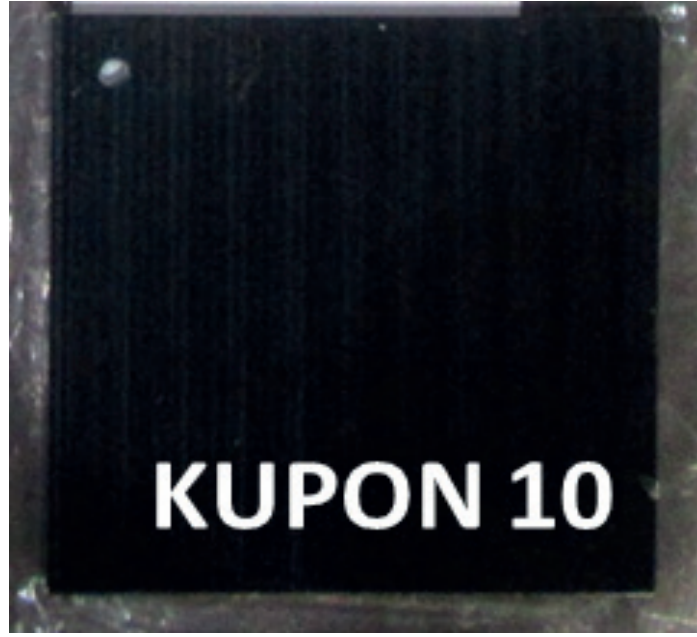
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

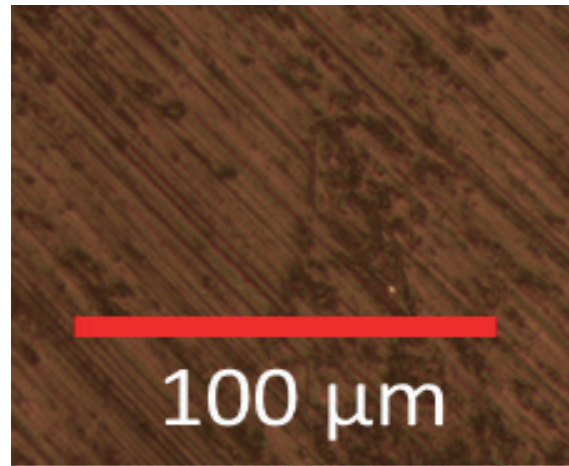
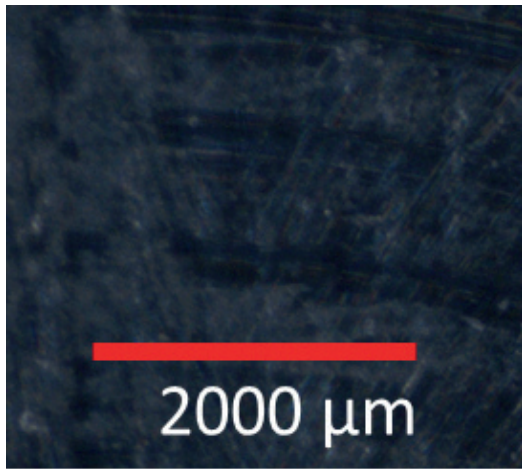
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Numune Adı	Parça Kodu	Alaşım Türü	Isıl İşlemler	Kaplama Türleri
Kupon-10	00133492	6061	T6	Tip 3 sınıf 2 Eloksal



Şekil 21. Kupon 10 Numunesi

Numunenin test öncesindeki görünümü



Şekil 22. Kupon 10 Numunesinin Test Öncesinde Mikroskop Altında 30 ve 200 Kat Yakınlaştırılmış Görünümü

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:11 K:10

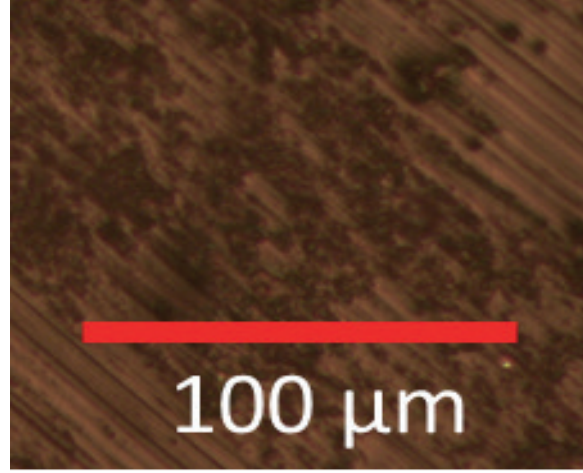
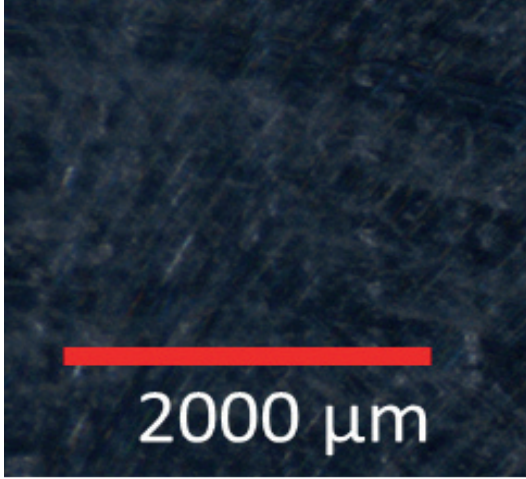
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Numunenin test sonrasındaki görünümü



Şekil 23. Kupon 10 Numunesinin Test Sonrasında Mikroskop Altında 30 ve 200 Kat Yakınlaştırılmış Görünümü

SONUÇ

Alüminyum 6061 T6 alaşımından üretilen numuneler sırasıyla tip 1 sınıf 3, tip 2 sınıf 1, tip 2 sınıf 2, tip 3 sınıf 1 tip 3 ve sınıf 2 elok-sal kaplamalar uygulandı ve numuneler, tuz sisi testine maruz bırakıldılar. Numuneler yapılan testlerin ardından elde edilen sonuçları optik mikroskop altında 30 ve 200 kat yakınlaştırılarak incelenmiştir. Optik mikroskoptan alınan görüntüler karşılaştırıldığı zaman tip 3 sınıf 1 türünün diğer kaplama türlerine oranla daha dayanıklı olduğu gözlenmektedir.

KAYNAKÇA

ABREUA, C.M., CRISTÓBALA, M.J., FIGUEROA, R., NÓVOAB, X.R., PE-

NAA, G., (2019). Evolution of corrosion behavior for AA7075 aluminum alloy implanted with nitrogen Doi:10.1016/j.nimb.2019.01.013

BHATT, H., MANAVBASİ, A., ROSENQUİST, D., (2009). Trivalent Chromium for Enhanced Corrosion Protection on Aluminum Surfaces, Doi: 10.1016/S0026-0576(09)80203-1

HUANGA, Y., DAUGHERTY, J., RAMANATHAN, S., CHANG, C., (2008). Evaluation of the Corrosion Resistance of Anodized Aluminum 6061 Using Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS), Doi: 10.1016/j.corsci.2008.09.008



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:11 K:10

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

JOZEFOWICZ, M., (2001). Hard Coat Aluminum Anodizing, Doi: 10.1016/S0026-0576(05)80755-X

KOÇYİĞİT K., YALÇINKAYA S., (2021).

“Su Araçlarında Kullanılan Alüminyum 6061 Malzemesinin Kaplama İle Tuz Korozyonundan Korunması” 6. Uluslararası Mühendislik ve Teknoloji Yönetimi Kongresi Kitabı, E-ISBN: 978-625-7367-27-1, pp: 660-661, 20-21 Kasım, İstanbul, Türkiye

KOÇYİĞİT K., YALÇINKAYA S., (2021).

“Eloksal Kaplama Uygulanan Alüminyum 6061 Malzemelerin Güneş ve Nem Etkilerinin Deneysel İncelenmesi” 6. Uluslararası Mühendislik ve Teknoloji Yönetimi Kongresi Kitabı, E-ISBN: 978-625-7367-27-1, pp: 637-638, 20-21 Kasım, İstanbul, Türkiye

KRİSHNA H., KUMAR A., (2021).

Corrosion Resistance of al 6061-Basalt Natural Filler and Zircon Hybrid Composite Material in Acid Media, Doi: 10.1016/j.matpr.2020.11.500

Lİ, X., NİE, X., WANG, L., NORTHWOOD, D.O., (2005). Corrosion Protection Pro-

perties of Anodic Oxide Coatings on an Al-Si Alloy, Surface Coatings & Technology, 200, 1994-2000, Doi:10.1016/j.surfcoat.2005.08.019

MENDES, F., SANTOS, S., LEİTE, L., (2017).

Investigation of Roughness and Specular Quality of Commercial Aluminum (6061 Alloy) for Fabrication of Nanoporous Anodic Alumina Films, Doi: 10.1016/j.surfcoat.2016.12.068

SCHÄFER, H., STOCK, H.R., (2005).

Improving the Corrosion Protection of Aluminium Alloys Using Reactive Magnetron Sputtering, Doi: 10.1016/j.corsci.2003.06.002

TELMENBAYARA, L., YANGA, D., SONGA, M., CHO, D., (2020).

Corrosion Resistance of the Anodization/Glycidoxypropyltrimethoxysilane Composite Coating on 6061 Aluminum Alloy, Doi: 10.1016/j.surfcoat.2020.126433

XIAOA, W., WANG, Y., (2021).

Corrosion Resistance of Aluminum Fluoride Modified 6061 Aluminum Alloy, Doi: 10.1016/j.matlet.2021.129932



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:11 K:10

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: Aluminum, which is one of the metals with many alloy alternatives, is one of the leading materials in the defense and aerospace sectors, especially in the automotive, thanks to its strength/mass ratio, thermal and electrical conductivity ratio and resistance to corrosion. being less, it reduces the usage areas a little bit. With the 21st century, the wear resistance of all alloys has been increased thanks to the hard anodization coating, and the acid density and current ratio are higher than other anodization coating processes, and at the same time, thanks to a small amount of electrolyte temperature, it provides high wear resistance to the final product. In our study, the effect of anodizing (anodization) coating on Al 6061, which is one of the Al 6000 alloys, will be examined. The uncoated conditions of the samples were also subjected to tests and their resistance against corrosion was compared. **Aim:** Since the surfaces of vehicles used underwater and on water are constantly exposed to corrosive and corrosive salty sea or ocean waters, corrosion is observed on their surfaces. Continuous research and development studies are carried out due to the shortening of the life of the corroded surfaces and the fact that they become dysfunctional earlier than the calculated and should be. Considering the different types of corrosion that can occur, as well as the different operating conditions that contribute to the formation of these various types of corrosion, new corrosion-related challenges are constantly being brought to light. For this reason, it is natural that there are many different protection methods. One of the most preferred methods to protect against corrosion on surfaces is coating protection. **Method:** In this study, it has been tried to determine how the aluminum 6061 alloy, which is one of the most preferred materials for vehicles used under and above water, behaves against corrosion after T6 heat treatment and the coating types that should be applied in order to maximize its resistance against this corrosion. In the researches, it is predicted that the resistance against corrosion will increase if anodized coating types are applied to the alloy samples, but there are type and class differences between the anodized coating types. The solution, which is the first process, is heated to a certain temperature value and then cooled very quickly from this temperature value, and solidified molten material, which reaches a high saturation level, is formed. It is to ensure that the alloying elements are homogeneously dissolved and remain in the solution, which will provide hardening. Rapid cooling is done by adding water. Here, the increase in the stress value in the fast-cooling material may cause undesirable situations such as fatigue and decrease in the stability abilities of the final product. The ratio of water alloying elements used in this process varies with the total mass and shape of the part. After this process,



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:11 K:10

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

the dissolved elements gradually precipitate with the environment that reaches 25 degrees. After the specified time, aluminum alloys reach high hardness values thanks to this precipitation process. The final product consisting of these steps is called aged alloy. This method, which is called artificial aging, is kept between 90°C and 250°C in aluminum alloys produced by casting, thus shortening the processing time. As the artificial aging process increases, the hardness of the formed structure reaches the highest levels. Here, the aging technique should not be continued after the ideal or desired hardness value has been reached, because it is observed that the hardness value of the product decreases due to the material exceeding the optimum level as the aging time increases. This situation is called over-aging. The most commonly used aluminum alloys for artificial (artificial) hardening or aging are alloys made with copper, magnesium, silicon and zinc elements. Here, how type and class differences will react to corrosion will be evaluated according to the test and measurement results. **Findings and Results:** Type 1 class 3, type 2 class 1, type 2 class 2, type 3 class 1 type 3 and class 2 anodized coatings were applied to the samples produced from aluminum 6061 T6 alloy, respectively, and the samples were exposed to the salt fog test. The results obtained after the tests were examined under an optical microscope by zooming in 30 and 200 times. When the images taken from the optical microscope are compared, it is observed that the type 3 class 1 type is more durable than the other coating types.

**BURULMA DÜZENSİZLİĞİ BULUNAN ÇOK KATLI ÇELİK YAPILARIN
2018 DEPREM YÖNETMELİĞİNE GÖRE ANALİZ VE TASARIMI ⁽¹⁾****ANALYSIS AND DESIGN OF MULTI-STOREY STEEL STRUCTURES
WITH IRRIGATION TO TORQUE ACCORDING TO 2018 EARTHQUAKE
REGULATIONS**

Fahm Ahmad NOWBAHARI¹, Elif AĞCAKOCA²

¹⁻²Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Sakarya / Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-7240-7270¹, 0000-0001-8228-0592²

Öz: Depremlerin yarattığı sonuçlar incelendiğinde, depremlerin dünyanın en tehlikeli doğal afetlerinden biri olduğu kabul edilmektedir. Bu sebeple, depremlerin yapılara olan etkilerini incelemek, analiz etmek ve bu doğrultuda depreme dayanıklı yapılar tasarlayabilmek için özel mühendislik yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin uygulanmasında, taşıyıcı sistemde bulunan düzensizliklerin doğru bir şekilde analiz edilmesi büyük önem teşkil etmektedir. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018)'de 6 adet düzensizlik bulunmakta bunlardan en önemli olanlardan bir tanesi A1 Burulma Düzensizliği'dir [TBDY 2018]. Bu makalede TBDY 2018 dikkate alınarak, çok katlı çelik yapılarda farklı oranda burulma düzensizliğine sahip yapıların dinamik davranışları incelenmiştir. Kullanım amacı ve boyutu aynı olan 10 katlı bir çelik yapıda, merkezi ters V çapraz elemanı kullanarak ve çapraz konumları değiştirilerek 4 farklı model üretilmiştir. Üretilen bu modellerin analizini gerçekleştirmek için TBDY-2018'de bulunan Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminden yararlanılmıştır. Yapı analizleri "Etabs" sonlu eleman programı kullanılarak yapılmıştır. Yapılan bu çalışmaların neticesinde; aynı boyutlara sahip 4 yapıda, farklı yerlere yerleştirilen çapraz eleman yerleşiminden dolayı farklı burulma düzensizliği katsayılarına sahip olan 4 adet modelin yapı analizlerinden elde edilen yer değiştirmeler, Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemi ile hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Burulma Düzensizliği, TBDY-2018, Merkezi Çelik Çapraz

Abstract: When observing the consequences of earthquakes, it is accepted that earthquakes are one of the most dangerous natural disasters in the world. Therefore, special engineering methods are used to explore and analyze the effects of earthquakes on structures and to design earthquake resistant structures accordingly. In applying these methods, it is important to investigate the irregularities in the carrier system correctly. There are six irregularities in the Turkish Building Earthquake Code (TBDY-2018), one of the most important of which is A1 Torsional Irregularity [TBDY 2018]. In this article, considering TBDY 2018, the dynamic behaviour of structures with different ratios of torsional irregularity in multi-storey steel structures is examined. In a 10-storey steel structure with the same purpose and size, four type models were produced using the central inverted V cross member and changing the cross positions. The Equivalent Seismic Load Method is used in the analysis. Structural analyzes were performed with the "ETABS" finite element program. As a result of these studies; The displacements obtained from the structural analysis of 4 models with different torsional irregularity coefficients due to the cross member placement in various places in 4 buildings with the same dimensions were calculated by the Equivalent Seismic Load method.

Keywords: Torsional Irregularity, TBDY-2018, Central Steel Brace

Doi:10.17366/uhmfd.2021.15.2

(1) *Sorumlu Yazar, Corresponding Author: Elif AĞCAKOCA (Doç. Dr., Assoc. Prof), Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sakarya / Türkiye, elifd@sakarya.edu.tr, Geliş Tarihi / Received: 07.08.2021, Kabul Tarihi / Accepted: 26.11.2021, Makalenin Türü: Type of Article: (Araştırma – Uygulama / Research - Application) Çıkar Çatışması, Yok – Conflict of Interest, None, Etik Kurul Raporu veya Kurum İzin Bilgisi- Ethical Board Report or Institutional Approval, Yok / None*



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:08 K:23

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

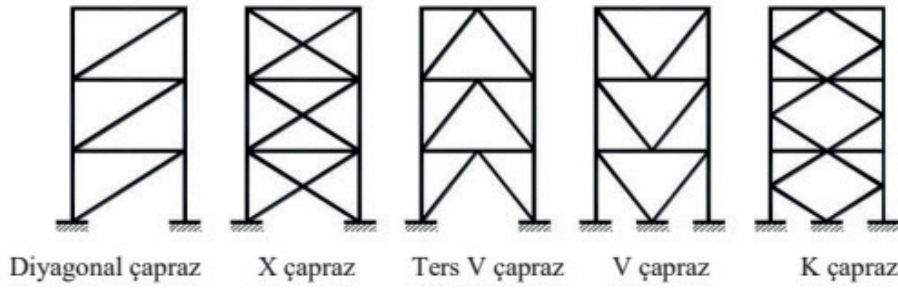
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

GİRİŞ

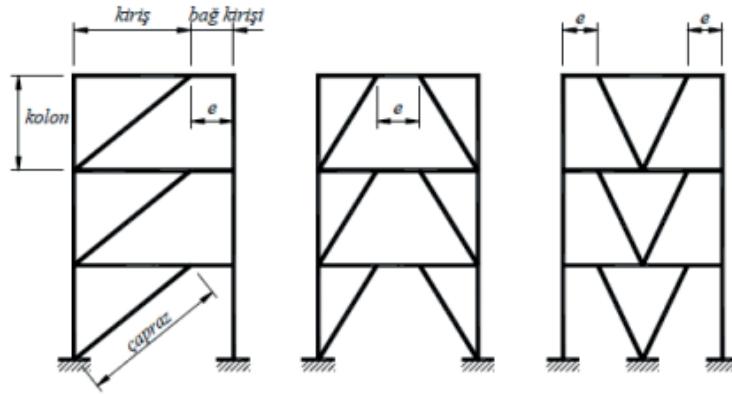
Deprem, yer kabuğunda beklenmedik bir anda ortaya çıkan enerji sonucunda meydana gelen sismik dalgalanmalar ve bu dalgaların yeryüzünü yarattığı titreşimler olarak ifade edilmektedir. Bunun sonucunda meydana gelen titreşim hareketlerine deprem dalgaları denir. Deprem sonucu meydana gelen bütün zararları minimuma indirmek için, insanoğlu sürekli arayış içinde olmuştur. 1849 yılında kullanılmaya başlanan çelik malzemesi, bu arayışın en önemli sonuçlarından biridir. 19. yüzyıldan itibaren, çelik malzemesi inşaat sektöründe yüksek dayanıma sahip bir yapı malzemesi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Deprem gibi sismik yük etkisi altında bulunan yapılarda oluşan zararlı etkilerini engellemek amacıyla, yapılar uygun yönetmeliklere göre kontrol edilmeli ve yapı elemanları incelenmelidir. Özellikle sismik kuvvetlerden çok etkilenen yüksek yapıların sayısı günümüzün şartlarıyla birlikte artmaktadır. Bu tür yüksek katlı çelik binalar deprem kuşağında inşa edilmiş ise, yatay yükler altındaki davranışlarının iyi bilinmesi gerekmektedir.

Çelik gibi dayanımı yüksek, kararlı ve rijit bir malzemenin yapı malzemesi olarak kullanılması büyük önem teşkil etmektedir. Çelik malzemesinin; yüksek dayanıma sahip olması, elastisite modülünün, diğer inşaat malzemelerine göre daha yüksek olması, sünek olması nedeniyle fazla miktarda deformasyon yapabilme kapasitesine sahip olması, atölyelerde üretilmesi sebebiyle montaj aşamasında hava koşullarından etkilenmemesi en büyük avantajıdır. Ayrıca bu avantajın getirisi maliyetin azalması ve montaj süresinden tasarruftur.

Yapılarda çaprazlı çelik çerçevelerin tercih edilmesinin en önemli nedeni, yapıların yatay yükler altındaki rijit davranışını artırmak ve yatay yer değiştirmelerini sınırlandırmaktır. Çelik yapıların çapraz sistemleri Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde, Merkezi Çelik Çapraz (MÇÇ) Şekil 1 (a) ve Dışmerkez Çelik Çapraz (DÇÇ) Şekil 2 (a) olmak üzere iki grup altında değerlendirilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 1. Merkezi Çelik Çapraz (a), Dış Merkezi Çelik Çaprazlar (b), [TBDY 2018]

Şekil 1 (a)'de görülen Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler (MÇÇ), süneklik düzeyi yüksek veya süneklik düzeyi normal sistem olarak boyutlandırılabilirler. Buna karşılık, Şekil 1 (b)'deki Dışmerkez Çelik Çaprazlı Perdeler (DÇÇ), süneklik düzeyi yüksek sistem olarak boyutlandırılırlar. DÇÇ sistemlerin en önemli avantajı da yüksek sünekliği ile MÇÇ sistemlerin rijitlik ve dayanımının birleştirilmesi ile meydana gelmesidir.

Literatürde yapılan çalışmalarda; 40 katlı dikdörtgen, dairesel, kare ve altıgen geometriye sahip yüksek katlı çelik yapıların analizini yapılmış ve yapı sistemi için en ideal geometriyi belirlenmeye çalışılmıştır. İncelenen dört farklı model yapıların; taban oturum alanları, kat yükseklikleri, yapının kullanım amaçları aynı olacak şekilde oluşturulmuştur. Çalışmanın sonunda, statik analizleri yapılmış olan dört farklı çelik yapı model arasında en ideal ve ekonomik sonuçları dairesel for-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:08 K:23

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

ma sahip çelik yapıya ait olduğu gözlemlenmiştir. Dikdörtgen şeklinde tasarlanmış yapı modeli ise en kötü sonucunun verdiği ifade etmiştir [Çırpan, 2017]. Ayrıca, yatay yük etkisi altında açıklığı 6 m ve 3m kat yüksekliği olan dört farklı çaprazlı çerçeve sisteminden oluşan model yapıları, statik itme analizi yöntemi kullanarak çözümlenmelerini yapmıştır. Çalışmasında kullandığı model yapıları çapraz türü olarak tek diyagonal, V, X çapraz tipi ve bir çaprazsız çerçeve sistemini uygulamıştır. Çalışmada incelenen yapı sisteminin; sünekliğini, rijitliğini, nihai yük taşıma kapasitesini incelemiştir. Çalışmanın sonucunda; seçilen yapı türünde X tipi merkezi çelik çaprazlı sistemin, yatay yükleme altında rijitlik ve enerji tüketimi bakımında daha yüksek performans gösterdiğini ifade edilmiştir [Akgönen, 2017]. Ticari amaçlı inşa edilmiş 20 katlı çelik bir yapının merkezi çelik çaprazlı, dışmerkez çelik çaprazlı ve moment aktaran çerçeve sistemlerini kullanılarak sismik yüklerine karşı taşıyıcı sistem elemanların davranışlarını yer değiştirmesi, periyot, taban kesme kuvveti, süneklik, ekonomiklik ve güvenilirlik gibi birçok parametreleri, Sap2000 paket programın yardımıyla Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007 (DBYBHY 2007)'ye göre incelemiştir. Çalışmanın sonucunda, incelenen yapıların yukarıdaki parametrelere göre değerlendirildiğinde dışmerkezi çelik çaprazlı çelik taşıyıcı sistemlerin daha avantajlı

olduğunu ifade edilmiştir [Çileli, 2008]. Uygulanan deprem kuvvetlerinin analiz sonuçları karşılaştırıldığında; 3 katlı binalar için Ters V çelik çaprazlı çerçeve modelin tepe noktasındaki yer değiştirmesi, X çaprazlı modeline kıyasla daha az olduğu beyan edilmiştir. Ayrıca 10 katlı yapı modelleri için tepe noktasındaki yer değiştirmesi ve ötelenmesinin X ve Ters V çelik çapraz çerçevelerin yaklaşık aynı değerlerde olduğu ifade edilmiştir [Bulut, 2013].

AMAÇ

Bu çalışmada, farklı oranda burulma düzensizliğine sahip bir yapının deprem etkileri karşısındaki davranışı Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemi esas alınarak incelenmiştir. Burulma düzensizliğini meydana getiren etkenleri ve bu düzensizliğin yapıda oluşturduğu etkileri ortadan tamamen kaldırmak bazen mümkün olmamaktadır. Böyle durumlarda, binanın tasarımı yapılırken ek hesaplar yapmak ve ek tedbirler almak gerekir. Bu çalışmada 10 katlı çelik bir bina örnek teşkil etmek üzere kullanılmıştır ve deprem yükü hesaplamalarında Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada 10 katlı bir çelik yapı kullanılmıştır. Plan üzerinde, 4 adet aynı kesit alanına sahip ters V şeklinde MÇÇ sistem kullanılmıştır. Daha sonra bu çapraz elemanlarının yeri değiştirilerek 4 farklı yapı planı oluşturulmuş ve analizi yapılmıştır. Bina yüksekliği giriş katında 3.5m, diğer katlarda

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:08 K:23

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

3m olarak belirlenmiş, yapının konumu 40.97 enlem, 28.65 boylam koordinatlarına sahiptir. Yapı simetrik olup 21x21 m²'dir. X ve Y yönünde 7 metre açıklığına sahip 3 çerçeve

bulunmakta Şekil 2'de gösterilmektedir. Ayrıca yapıda farklı bölgelere konumlandırılmış çapraz elemanların yerleşim durumları Şekil 3'de gösterilmektedir.



Şekil 2. Yapı Modelinin 3 Boyutlu Görüntüsü

Doğrusal hesap yöntemlerinden Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi kullanılarak 4 yapı incelenmiştir. Tasarımı yapılan yapılar, sabit yük, hareketli yük ve rüzgar yükü etkisi altında bulunmaktadır. Sabit yük, 3kN/m² (döşeme kalınlığı 12 cm ve çelik saç) ve ha-

reketli yük 2 kN/m² kabul edilmiştir. Rüzgar yükü hesabında ise, binanın yer alacağı arazi şartları, rüzgar hızı meteorolojik ölçümler yapılarak dikkate alınarak hesaplanmış standartlar çerçevesinde hesaplamalar yapılmış ve sisteme etkilmiştir.

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

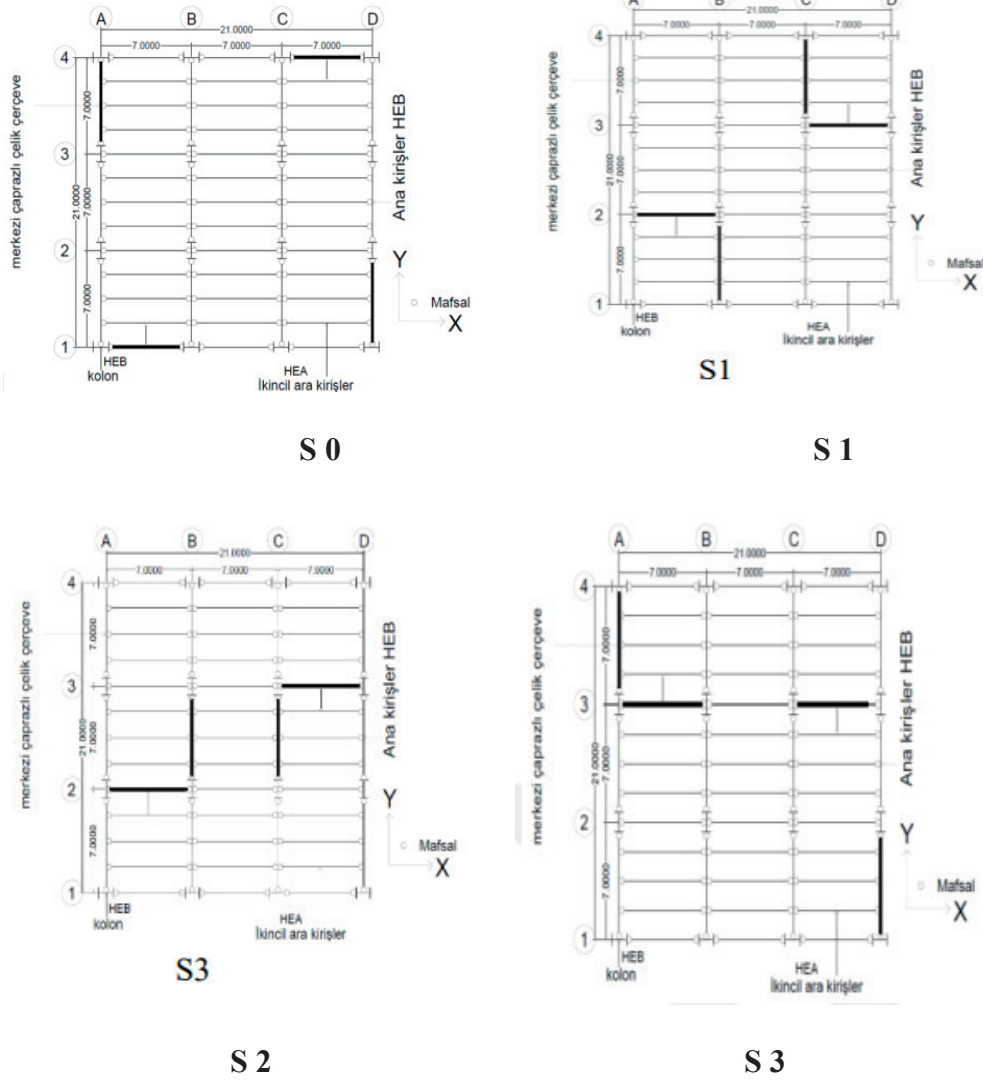
ID:08 K:23

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



Şekil 3. Yapıdaki Çapraz Elemanların Yerleşim Planları

BULGULAR

Çalışmanın bu bölümünde Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'nin analiz verileri yer almaktadır. Analiz kontrollerinde tüm modellerden elde edilen periyot değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Binanın matematik modelinden alınan

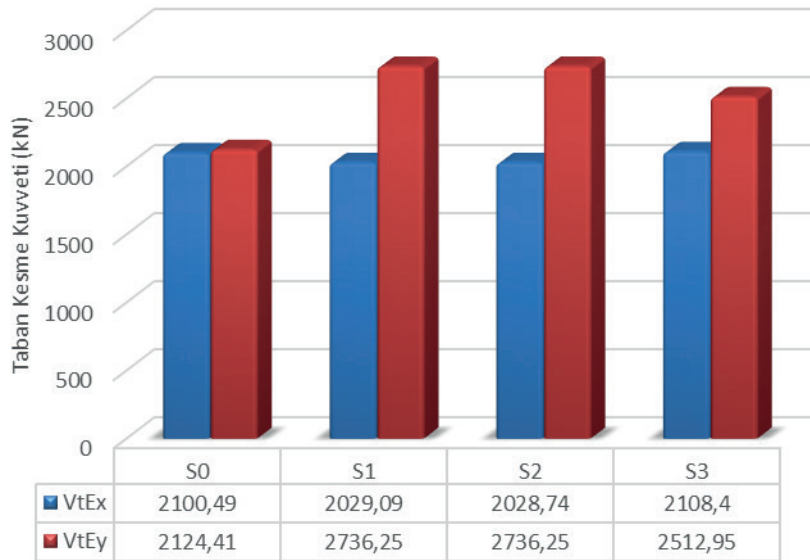
hâkim doğal titreşim periyodu T_p 'nin deprem hesabında dikkate alınan en büyük değeri, TPA 1,4 katından daha fazla olmamalıdır, 4 yapı modelinde bu sınıra ve TBDY 2018 şartlarına göre hesaplamaları yapılmıştır [Nowbahari 2021].

Tablo 1. Modellerin Hakim Doğal Titreşim Periyodu

Model	T_x	T_{PA}	T_y	T_{PA}
S0	1,1273	<1,4535	1,1142	<1,4535
S1	1,167	<1,4535	0,8654	<1,4535
S2	1,1672	<1,4535	0,8654	<1,4535
S3	1,1231	<1,4535	0,9423	<1,4535

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemiyle elde edilen X ve Y doğrultusundaki modellerin taban kesme kuvvetleri, Şekil 4’de verilmiştir. İncelenen yapılar yaklaşık aynı ağırlığa sahip olmalarına rağmen, çapraz elemanların X ve Y doğrultularında farklı konumlandırılmaları sonucu, yapılarda farklı taban kesme kuvvetleri oluşmaktadır. En büyük taban kesme

kuvveti S1 ve S2 yapılarının Y doğrultusunda oluşmaktadır, en düşük taban kesme kuvveti ise burulma düzensizliği az olan S0 yapı modelinde oluşmuştur. X doğrultusunda ise Y doğrultusuna oranla daha düşük taban kesme kuvvetleri oluşurken, en yüksek taban kesme kuvveti S3 yapı modelinde oluşmuştur.

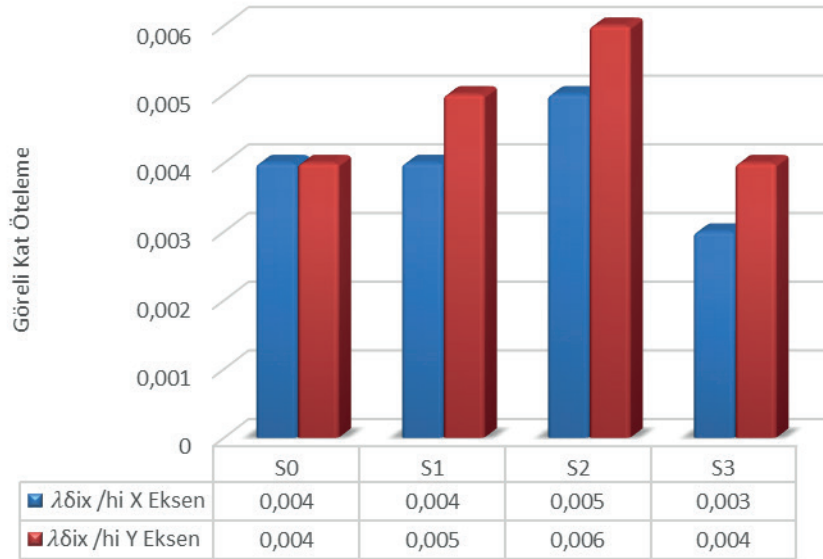
**Şekil 4. Modellerin X ve Y Doğrultusu Toplam Taban Kesme Kuvvetleri (kN)**

Maksimum görelî kat ötelemeleri, yapıların yönetmeliklerce güvenlik açısından sınırlan-

dırıldığı en önemli parametrelerden biridir. Yapıyı yeterli seviyede rijit yaparak ikinci

mertebe momentlerini küçültmek birincil ve ikincil taşıyıcı elemanlarda oluşacak hasarları azaltmak için önemlidir. Özellikle deprem gibi sismik yük etkisi altında yapı rijitliğinin en önemli ölçütü elemanın kendi rijitliği ve yapıda bir katın diğer kata göre yapmış olduğu görelî ötelenme miktarıdır [Genç, 2017; Aksar 2018]. Çalışmada kullanılan 4 farklı modelin geometrik boyutları aynı ancak düşey elemanları yapıda farklı yerlere yerleştirilmiş ve sonlu eleman analizi sonucu X ve Y

doğrultularında oluşan görelî kat ötelemeleri Şekil 5’de verilmiştir. İncelenen 4 yapının da aynı geometrik boyutlara sahip olmasından dolayı, yapıda oluşacak farklı görelî kat ötelemelerine, düşey taşıyıcı elemanların plandaki farklı konumlarından kaynaklanmaktadır. En büyük görelî kat ötelemesi S2 yapı modelinin Y doğrultusunda oluşmakta, en düşük ise S3’ün X doğrultusunda meydana gelmiş Şekil 5’de gösterilmiştir.



Şekil 5. Modellerin X ve Y Doğrultusunda Görelî Kat Öteleme

İkinci Mertebe Etkisi Kontrolü; TBDY-2018’e göre “İkinci mertebe gösterge değeri olarak tanımlanan $\theta_{II,i}^{(X)}$, her bir i’inci kat-

ta, her iki deprem doğrultusu için aşağıdaki Denklem (1)’e göre hesaplanmaktadır.”

$$\theta_{II,i}^{(X)} = \frac{(\Delta_i^{(X)})_{ort} \sum_{k=i}^N w_k}{V_i^{(X)} h_i} \quad (1)$$

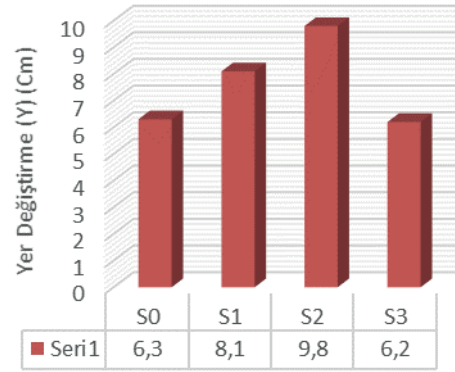
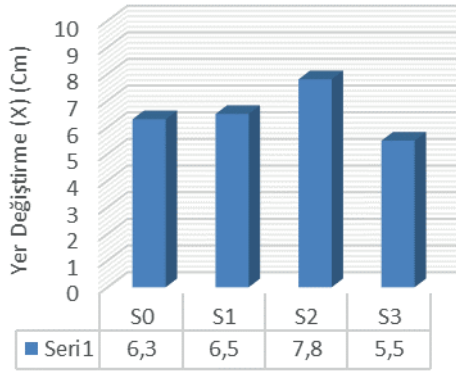
TBDY-2018'e göre "Bütün katlar için elde edilen ikinci mertbe gösterge değerlerinin maksimumu $\theta_{II,max}^{(X)}$ 'in altta tanımlanan şartı sağlaması durumunda, tasarıma esas iç kuv-

vetlerin hesaplamasında ikinci mertbe etkilerinin dikkate alınmasına gerek kalmayacaktır [TBDY2018] ve Denklem 2'ye göre hesaplamaları yapılacaktır.

$$\theta_{II,i}^{(X)} \leq 0,12 \frac{D}{C_h R} \quad (2)$$

Bütün modellerin her iki eksen doğrultusunda da ikinci mertbe etkilerinin kontrolleri yapıldığında yönetmelik şartlarını sağlamıştır. Bu

nedenle ikinci mertbe etkilerinin hesaba katılmamıştır.



Şekil 6. Modellerin X ve Y Doğrultusu Tepe Nokta Yer Değiştirmesi

Çelik yapılarda kullanılan çapraz elemanlar yanal yer değiştirmeyi sınırlayıcı elemanlar olarak kullanılmaktadır. Sınırlayıcı elemanların yapıdaki konumları katların yer değiştirmesinde ve tepe nokta yer değiştirmelerde etkili olmakta ve Şekil 6'da görülmektedir.

Planda farklı yerlere yerleştirilmiş çapraz ele-

manların yer değiştirmeleri karşılaştırıldığında X doğrultusundaki deplasmanlar da S1 ve S2 tipi yapıların maksimum değerlere sahip olduğu görülmektedir. Y doğrultusundaki yer değiştirmelerde de yine S1 ve S2 yapıların büyük değerler aldıkları görülmektedir. Her iki yöndeki en küçük değerlerin ise S0 ve S3 tipi yapıda oluştuğu gözlenmektedir. Her iki ek-

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:08 K:23

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

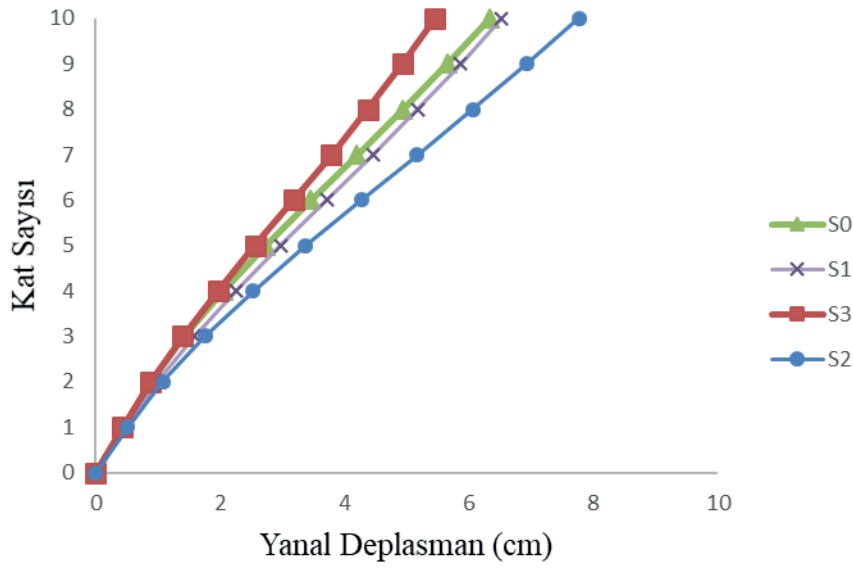
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

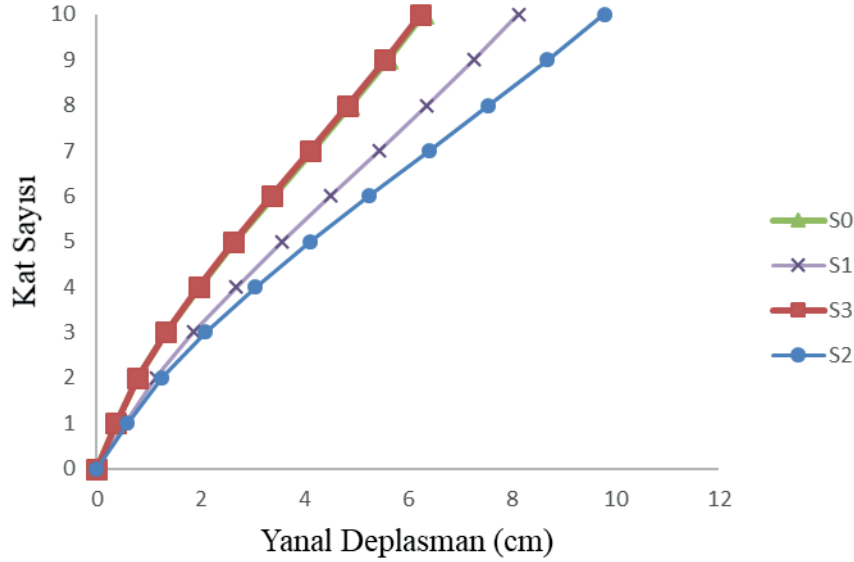
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

sende en büyük yer değiştirmenin S2 yapısında 7.8 cm deplasman değeri oluşmuştur. Tepe nokta yerdeğıştirmelerinin yüksek değerler almasında etkili olan faktörlerde yapının

kat sayısı ve çaprazların plandaki konumları önemli olmaktadır. 4 yapı modelin her katında oluşan yerdeğıştirme Şekil 7 ve Şekil 8'de ayrıntılı olarak verilmiştir.



Şekil 7. Modellerin X Doğrultusu Kat Yer Değıştirmesi



Şekil 8. Modellerin Y Doğrultusu Kat Yer Değiştirmesi

SONUÇ

- Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'ne göre modellerin periyotları incelendiğinde, en büyük doğal titreşim periyoduna sahip modeller S1 ve S2 olurken, S3 en küçük doğal titreşim periyoduna sahip modeldir.
- Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'ne göre dört modellerin ağırlıkları incelendiği zaman, bütün modellerin aynı geometrik boyutlara sahip olduğu için aynı ağırlığa sahiptir.
- Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'ne göre taban kesme kuvvetleri kıyaslandığında, X doğrultusunda en büyük taban kesme kuvveti S3'e aittir. En küçük taban kesme

kuvveti ise S2'ye aittir. Y doğrultusunda incelediğimizde ise, en büyük taban kesme kuvveti S1 ve S2'ye ait olup, en küçük taban kesme kuvveti S0'a aittir.

- Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'ne göre modellerin maksimum tepe noktası yer değiştirmeleri incelendiğinde, X ve Y doğrultularına göre en büyük S2, en küçük S3 olmuştur.

Kenar akslara çelik çapraz yerleştirmek, yapıların orta kısmındaki perdelerin rijitliklerini küçültmek veya kenar aksta bulunan taşıyıcı elemanların boyutlarını arttırmak, burulma düzensizliğini gidermek için yapılacak yöntemlerdir. Sonuç olarak, bütün modellerin burulma düzensizliği katsayıları incelendiğinde



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:08 K:23

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

en iyi performans S0'a ait, en kötü performans S4'e ait olmuştur. Burulma düzensizliği yapının maruz kaldığı deprem yükünün belirlenmesinde etkilidir.

KAYNAKÇA

AKGÖNEN, A.İ., (2017). Yüksek Sünek Merkezi Çaprazlı Çelik Çerçevelerin Yatay Yükler Altında Davranışının İncelenmesi, Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Journal of Engineering Sciences, 16, Konferans Makalesi

AKŞAR, B., AKBAŞ, B., ŞERİF KAYA, E.Ç., (2018). Merkezi Çaprazlı Çerçevelerde Dayanım Farklılığı Sonucu Oluşan Burulma Etkileri, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University 33:1

BULUT, Y., (2013). Merkezi Çaprazlı Çelik Çerçevelerde Çapraz Düzeninin Çelik Çerçevelerin Dinamik Davranışına Etkisi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi

ÇIRPAN, B., (2017). Çok Katlı Çelik Yapılarda Yapı Geometrisinin Taşıyıcı Sistem Davranışına Etkisi ve İdeal Geometrik Formun Belirlenmesi, Pamukkale Üni-

versitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi

ÇİLELİ, E., (2008). Çok Katlı Çelik Yapılarda Çaprazlı Çerçeve Sistemlerin DBYBHY 2007'ye Göre Tasarımı ve Süneklik Düzeylerinin Karşılaştırılması, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi

GENÇ, Y., (2017). Burkulması Önlenmiş Çaprazların Merkezi Çaprazlı Çerçevelerin Deprem Davranışına Etkisi, Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi

NOWBAHARİ, F., (2021). Burulma Düzensizliği Bulunan Çok Katlı Çelik Yapıların 2018 Deprem Yönetmeliğine Göre Analiz ve Tasarımı, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi

TBDY-2018, (2018). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:08 K:23

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

YAZAR NOTU: Çalışmada içinde makalede gösterilmeyen, TBDY 2018’de bulunan bütün kurallar kontrol edilerek sonuçlar verilmiştir. Çalışma daha ayrıntılı tez olarak sunulmuştur (Nowbahari F., 2021)

YAZAR NOTU: Bu çalışma ilk sırada yer alan yazarın ve ikinci sırada yer alan yazarın danışmanlığını yaptığı yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Ayrıca bu çalışma 2021 yılında bir kongrede sözlü bildiri olarak sunulmuş halinin genişletilmiş şeklidir.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:08 K:23

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

EXTENDED ABSTRACT

Intruduction: Today, one of the most important problems of the developing world in terms of social and economic aspects is the problem of increasing population. Especially in recent years, there has been an increase in the construction of high and multi-storey buildings due to the increasing urbanization. The most important factor that enables the construction of high-rise buildings is the high strength of the steel material, its lightness and flexibility, making the steel material the best building material. However, these structures are exposed to large earthquake forces due to the effect of their high floors and large masses. As a result of the large earthquake forces, especially the high-rise and irregular structure; Different designs are used to reduce the damages in the structure. The use of cross members in the building design and their placement in different positions in the plan affect the behavior of the building and the internal force and stress values that occur in the building. Cross members used in the right places in the structure; By reducing the torsion coefficient of the structure, it reduces the horizontal displacement of the structure. A 10-storey steel building was used in the study. On the plan, 4 inverted V central steel crosses with the same cross-sectional areas were used. Other models were created by relocating the steel braces and analyzed. The height of the building is determined as 3:5 m on the ground floor and 3 m on the other floors. The location of the structure has the coordinates 40.9 latitude, 28.6 longitude. The structure is symmetrical and is 21x21m². There are 3 frames with a span of 7 meters in the X and Y directions. Earthquake loads are the biggest obstacle to the design of multi-storey and irregular structures in countries located in the earthquake zone and with active earthquake faults. It is a dangerous natural disaster that can result in loss of life and property depending on the intensity of the earthquake. It is important to use comprehensive, up-to-date standards and regulations for the calculation of earthquake loads. In this study, taking into account TBDY-2018 (Turkey Building Earthquake Regulation 2018), the dynamic behavior of a multi-storey steel structure with an irregularity called A1 Torsional Irregularity under the effect of earthquake load was investigated. Central inverted V braces were used in a 10-storey steel structure, and by changing the positions of these braces, a total of 4 different plans were produced. Structural analyzes were made using the “Etabs” program. Then, the results obtained from the structures with torsional irregularity were compared, and the internal forces and displacements were calculated using the Equivalent Earthquake Load Method in the structural analysis of the models used. In addition, it has been observed that the torsional irregularity coefficient of the structure is effective in the horizontal displacement of the structure.



UHMFĐ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:08 K:23

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

When the periods of the models are examined according to the Equivalent Seismic Load Method, the models with the largest natural vibration period are S1 and S2, while S3 is the model with the smallest natural vibration period. When the weights of the four models are examined according to the Equivalent Seismic Load Method, all models have the same weight because they have the same geometric dimensions. When the base shear forces are compared according to the Equivalent Seismic Load Method, the largest base shear force in the X direction belongs to S3. The smallest base shear force belongs to S2. When we examine it in the Y direction, the largest base shear force belongs to S1 and S2, and the smallest base shear force belongs to S0. When the maximum peak displacements of the models are examined according to the Equivalent Seismic Load Method, S2 is the largest and S3 is the smallest according to the X and Y directions. Placing steel braces on the side axles, reducing the stiffness of the bulkheads in the middle of the structures or increasing the dimensions of the carrier elements on the side axles are the methods to be done to eliminate the torsional irregularity. As a result, when the torsional irregularity coefficients of all models are examined, the best performance belongs to S0 and the worst performance belongs to S4. Torsional irregularity is effective in determining the earthquake load to which the structure is exposed.

**ÇOK KATLI ÇELİK YAPILARIN 2018 DEPREM YÖNETMELİĞİNDEKİ
FARKLI YÖNTEMLERE GÖRE ANALİZ VE TASARIMI ⁽¹⁾****ANALYSIS AND DESIGN OF MULTI-STOREY STEEL STRUCTURES
ACCORDING TO DIFFERENT METHODS IN 2018 EARTHQUAKE
REGULATIONS***Fahm Ahmad NOWBAHARI¹, Elif AĞCAKOCA²**¹⁻²Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Sakarya / Türkiye**ORCID ID: 0000-0001-7240-7270¹, 0000-0001-8228-0592²*

Öz: Deprem bölgesinde aktif fay hatlarına sahip olan ülkemiz çok katlı ve düzensizliği bulunan yapı tasarımındaki en büyük sorun yapının maruz kaldığı sismik yüklerdir. Deprem şiddetine bağlı olarak, can ve mal kayıplarıyla sonuçlanabilen tehlikeli bir doğal afetdir. Deprem yüklerinin yapıya olan etkilerinin hesapları için güncel standart ve yönetmeliklerin kullanılması yapı sağlığı için önemlidir. Bu çalışmada TBDY-2018 (Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018)dikkate alınarak, A1 Burulma Düzensizliği adı verilen düzensizliğe sahip çok katlı çelik yapıda deprem yükü etkisi altındaki dinamik davranışları incelenmiştir. Deprem yükü hesapları için TBDY-2018'de bulunan doğrusal analiz yöntemlerinden mod birleştirme yöntemi ve eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılmıştır. 10 katlı bir çelik yapıda merkezi ters V çaprazları kullanılmış ve bu çaprazların konumları değiştirilerek toplamda 4 farklı plana sahip model üretilmiştir. Yapı analizleri "Etabs" programı kullanılarak yapılmıştır. Daha sonra, kullanılan iki farklı yöntem ile elde edilen sonuçlar karşılaştırılmış, kullanılan modellerin yapı analizlerinde, iç kuvvetlerin ve yer değiştirmelerin Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile hesap yapıldığında daha büyük sonuç verdiği görülmüştür. Ayrıca yapının yatay yer değiştirmesinde, yapının burulma düzensizliği katsayısının etkili olduğu ifade edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Burulma Düzensizliği, TBDY-2018, Merkezi Çelik Çapraz

Abstract: Earthquake loads are the biggest obstacle to the design of multi-storey and irregular structures in countries located in the earthquake zone and with active earthquake faults. It is a dangerous natural disaster that can result in loss of life and property depending on the intensity of the earthquake. It is important to use comprehensive and up-to-date standards and regulations for the calculation of earthquake loads. In this study, considering TBDY-2018, dynamic behavior of multi-storey steel structure with irregularity called A1 Torsional Irregularity has been investigated. For seismic load calculations, mode combination method and equivalent earthquake load method, which are linear analysis methods, were used. In a 10-storey steel structure, central inverted V braces were used and the positions of these braces were changed and a total of 4 models were produced. Structural analyzes were made using the "Etabs" program. Then, the results obtained in the two methods used were compared, and in the structural analysis of the models used, it was seen that the internal forces and displacements gave greater results when the calculations were made with the Equivalent Earthquake Load Method. In addition, it has been stated that the torsional irregularity coefficient of the structure is effective in the horizontal displacement of the structure.

Keywords: Torsional Irregularity, TBDY-2018, Central Steel Brace

Doi:10.17366/uhmfd.2021.15.3

(1) *Sorumlu Yazar, Corresponding Author: Elif AĞCAKOCA (Doç. Dr., Assoc. Prof), Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sakarya / Türkiye, elifd@sakarya.edu.tr, Geliş Tarihi / Received: 07.08.2021, Kabul Tarihi / Accepted: 29.11.2021, Makalenin Türü: Type of Article: (Araştırma – Uygulama / Research - Application) Çıkar Çatışması, Yok – Conflict of Interest, None, Etik Kurul Raporu veya Kurum İzin Bilgisi- Ethical Board Report or Institutional Approval, Yok / None*



UHMFJ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:09 K:23

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

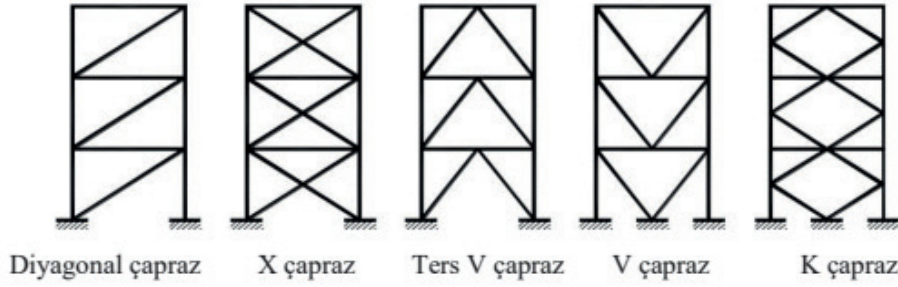
(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

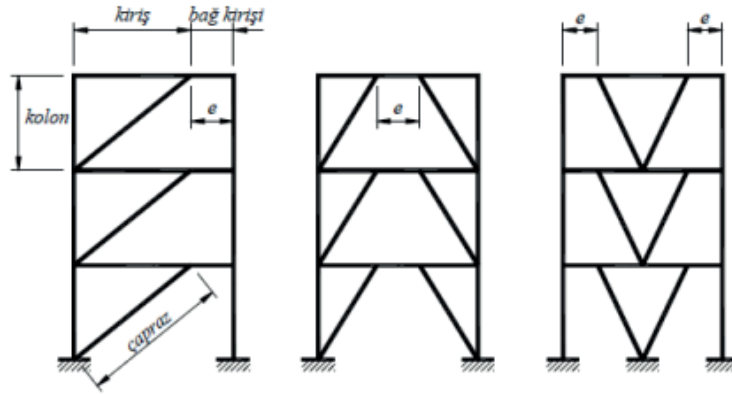
GİRİŞ

Günümüzde sosyal ve ekonomik yönünden gelişen dünyanın en önemli problemlerinden biri artan nüfusun sorunudur. Özellikle son yıllarda artmakta olan kentleşmeden dolayı yüksek ve çok katlı binaların inşaatında artış görülmektedir. Yüksek binaların yapılmasını sağlayan en önemli etken çelik malzemesinin mukavemetinin yüksek olması, hafifliği ve esnekliği çelik malzemesinin en iyi yapı malzemesi olmasını sağlamıştır. Ancak bu yapılar yüksek katlı olmalarının etkisi ile büyük kütlelere sahip olmasından dolayı büyük deprem kuvvetlerine maruz kalmaktadır. Özellikle yüksek katlı ve düzensizliği bulunan

yapının etkilendiği büyük deprem kuvvetleri sonucunda; yapıda meydana gelen zararları azaltmak için farklı tasarımlar kullanılmaktadır. Yapı tasarımında çapraz elemanların kullanılması ve plan içinde farklı konumlara yerleştirilmesi yapı davranışını ve yapıda oluşan iç kuvvet ve gerilme değerlerini etkilemektedir. Yapıda doğru yerlerde kullanılan çapraz elemanlar; yapının burulma katsayısını azaltarak, yapının yatay yer değiştirmesinin azalmasını sağlamaktadır. Çelik çapraz sistemler, TBDY-2018'de, Merkezi Çelik Çapraz (MÇÇ) Şekil 1(a) ve Dışmerkez Çelik Çapraz (DÇÇ) Şekil 1(b) olmak üzere iki grup altında değerlendirilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 1. Merkezi Çelik Çapraz (a), Dış Merkezi Çelik Çaprazlar (b), [TBDY 2018]

Şekil 1’de görülen Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler, süneklik düzeyi yüksek veya süneklik düzeyi normal sistem olarak boyutlandırılabilirler. DÇÇ sistemlerin en önemli avantajı yüksek sünekliği ile MÇÇ sistemlerin rijitlik ve dayanımının birleştirilmesi ile meydana gelmesidir.

Literatürde yapılan çalışmalarda; aynı kalitede çelik malzemesi kullanılarak farklı yönetmelikler dikkate alınarak farklı ülkelerde

yapılmış yapıların davranışına zemin koşullarının ve yapı geometrisinin yapı maliyeti üzerine araştırması yapılmış ve yapılar karşılaştırılmıştır. Aynı yük etkisi altında bulunan ve aynı plana sahip çelik yapı 3 farklı yönetmelik Eurocode-3, AISC-LRFD ve TS 648’e kullanılarak tasarımı yapılmıştır. Eurocode-3 ve LRFD yönetmeliklerine göre yapı tasarımı birim maliyet üzerinden değerlendirildiğinde TS 648 ile karşılaştırıldığında %20 daha ekonomik sonuç verdiği görülmüş-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:09 K:23

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

tür [Zervent, 2009]. Yönetmeliklerin güncellenmesinde akademik yayımlar önem arz etmektedir. Bu yüzden yönetmelikler güncellenmesinde kullanılmak üzere süneklik düzeyi yüksek merkezi çapraz kullanılarak oluşturulmuş çelik çerçeve yapısı ile süneklik düzeyi sınırlı olacak şekilde ve moment aktaran çelik çerçeve ile oluşturulmuş yapının Yük ve Dayanım Katsayılarına göre Tasarım Yöntemi (YDKT) ve Güvenlik Katsayılarına göre Tasarım (GKT) yöntemi dikkate alınarak analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan her iki yöntemin kabulleri farklı olmasına rağmen çalışmada yapılan analizler karşılaştırıldığında benzer sonuçlar ortaya çıktığı görülmüştür. Özellikle YDKT yöntemi dikkate alınarak yapılan analiz sonuçları, GKT yöntemi kullanılarak yapılan analiz sonuçlarına göre; daha ekonomik olduğu daha küçük kesitler ile sınır değerleri karşıladığı ifade edilmiştir[Öz, 2018]. 10, 20 ve 30 katlı dikdörtgen geometri ve dairesel geometriye sahip çelik yapıların dinamik yük etkisi altındaki davranışlarını incelenmiş, yapının rijitliğinin katkısı ile yaptığı yanal yer değiştirmeler incelenmiştir. Yapının her katında oluşan yanal yer değiştirmelerin az olması için yapının uygun yerlerine farklı çapraz türleri yerleştirilmiş ve yapının dinamik davranışına olan etkisi incelenmiştir. Yapılan çalışmanın sonunda; farklı yerlere yerleştirilen çelik çaprazların yapıda farklı yerlerde konumlandırılmasının yapının maruz kaldığı yanal yükler

altındaki performansında etkilidir. Dairesel geometrik plana sahip yapıların, dikdörtgen geometriye sahip yapılar ile kıyaslandığında yapı geometrisinin keskin kenarlara sahip olmasının yapı performansını olumsuz etkilediği görülmüştür. Ayrıca dairesel geometriye sahip yapıların deprem performansı incelendiğinde, yapıda uygulanan çapraz türünün, yapının farklı yerlerine yerleştirilen çapraz elemanların konumlarından daha etkili olduğu görülmüştür [Rashid, 2015]. Deprem yükü etkisi altındaki yapılarda kullanılan merkezi ve dış merkezi çapraz kullanılarak oluşturulmuş 11 katlı yapının yanal yer değiştirme, deplasman ve periyot gibi dinamik karakteristikleri incelenmiştir. Çalışmada incelenen 11 katlı yapının planı oluşturulurken Y doğrultusundaki yapı rijitliği X doğrultusundaki yapı rijitliği daha az olacak şekilde tasarım yapılmıştır. Böylece, incelenen yapıların maliyet ve güvenlik açısından karşılaştırılacak ve optimum çözümün bulunması sağlanacaktır. Yapı sisteminde kullanılan merkezi ve dışmerkezli çelik çapraz türlerinden V, Ters V, X, K çelik çaprazlar yapı tasarımında incelenmiştir. kullanılmıştır. 11 katlı çelik yapının analiz sonuçları karşılaştırıldığında, yapının Y doğrultusundaki rijitliğin daha az olmasından kaynaklı olarak, yapının Y doğrultusunda daha fazla taban kesme kuvveti oluştuğu görülmüştür. Aynı şekilde X doğrultusunda daha rijit olan yapının taban kesme kuvvetinin daha az olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:09 K:23

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

11 katlı çelik yapının rijitliği daha az olan Y doğrultusundaki periyodu daha büyük olduğu bu durumun daha büyük deprem kuvvetlerinin oluşmasına sebep olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca çapraz türleri incelendiğinde X geometriye sahip merkezi çelik çaprazın diğer diğer tüm çaprazlı çerçeve sistemlerinden daha verimli sonuç verdiği ifade edilmiştir [Yurdasev, 2008]. Merkezi çelik çapraz kullanılarak oluşturulmuş yapıların, sismik yük etkisi altındaki davranışı doğrusal olmayan dinamik analiz yöntemiyle incelenmiştir. 3 ve 10 katlı çelik yapılarda Ters V ve X merkezi çelik çapraz kullanılarak oluşturulmuş çerçeve sistemlerinin 6 adet çeşitli Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi kullanılarak davranışı incelenmiştir. Çalışmada deprem kaydı olarak Kobe 95, Northridge 94, Elsilan Park, Imperial 1940, Imperial Valley 1940 ve Imperial Valley 1979 gibi farklı dinamik karakteristiklere sahip deprem kayıtları kullanılmış ve yapıların sonlu eleman analizleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda yapıların tepe nokta yer değiştirme ve görelî ötelenme değerleri incelenmiş ve kat adedinin bu verilere olan etkisi incelenmiştir. Çalışmadaki yapı modellerinin deprem yükü etkisi altındaki davranışları karşılaştırıldığında; 3 katlı yapılarda Ters V çelik çapraz kullanılarak oluşturulmuş çerçeve sisteminin tepe noktasındaki yer değiştirmesi, X çapraz kullanılarak oluşturulmuş çerçeve modelinin kıyasla daha az olduğu ifade edilmiştir. Çalı-

ışmadaki 10 katlı yapı modelleri incelendiğinde tepe noktasındaki yer değiştirmesi ve görelî kat ötelenmesinin X ve Ters V geometrilî çelik çapraz kullanılarak oluşturulmuş çerçevelerin yaklaşık aynı değerlerde olduğu ifade edilmiştir [Bulut, 2013]. 2007 deprem yönetmeliği dikkate alınarak çelik yapıların deprem yükü etkisi altındaki davranışı incelenmiştir. çok katlı yapılar için dışmerkezi çelik çaprazlı yapılar yüksek enerji yutma kapasitesine sahip olduğu ifade edilmiştir(Tansel, 2010).

AMAÇ

Bu çalışmada, farklı oranda burulma düzensizliğine sahip bir yapının deprem etkileri karşısındaki davranışı Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemi esas alınarak incelenmiştir. Çalışmada 10 katlı bir çelik bina kullanılmıştır. Yapı planı üzerinde 4 farklı adet aynı kesit alanlarına sahip ters V kullanılarak oluşturulmuş merkezi çelik çapraz kullanılmıştır. Diğer modeller, çelik çaprazların yerleri değiştirilerek oluşturulmuş ve analizleri yapılmıştır. Binanın yüksekliği giriş katında 3:5m, diğer katlarda ise 3m olarak belirlenmiştir. Yapının konumu 40.9 enlem, 28.6 boylam koordinatlarına sahiptir. Yapı simetriktir ve 21x21m²'dir. X ve Y yönlerinde 7 metre açıklığına sahip 3 çerçeve bulunmaktadır. (Şekil 2) Ayrıca yapının farklı bölgelerine konumlandırılmış çelik çaprazlar Şekil 3'de gösterilmiştir.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

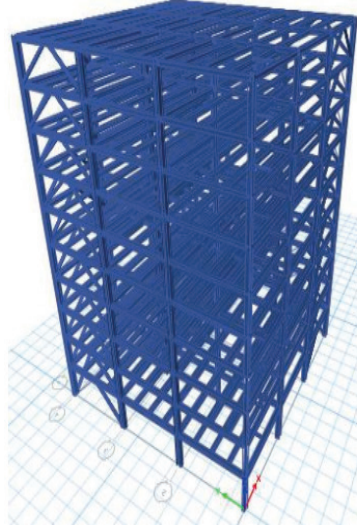
ID:09 K:23

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



Şekil 2.Yapı Modelinin 3 Boyutlu Görüntüsü

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

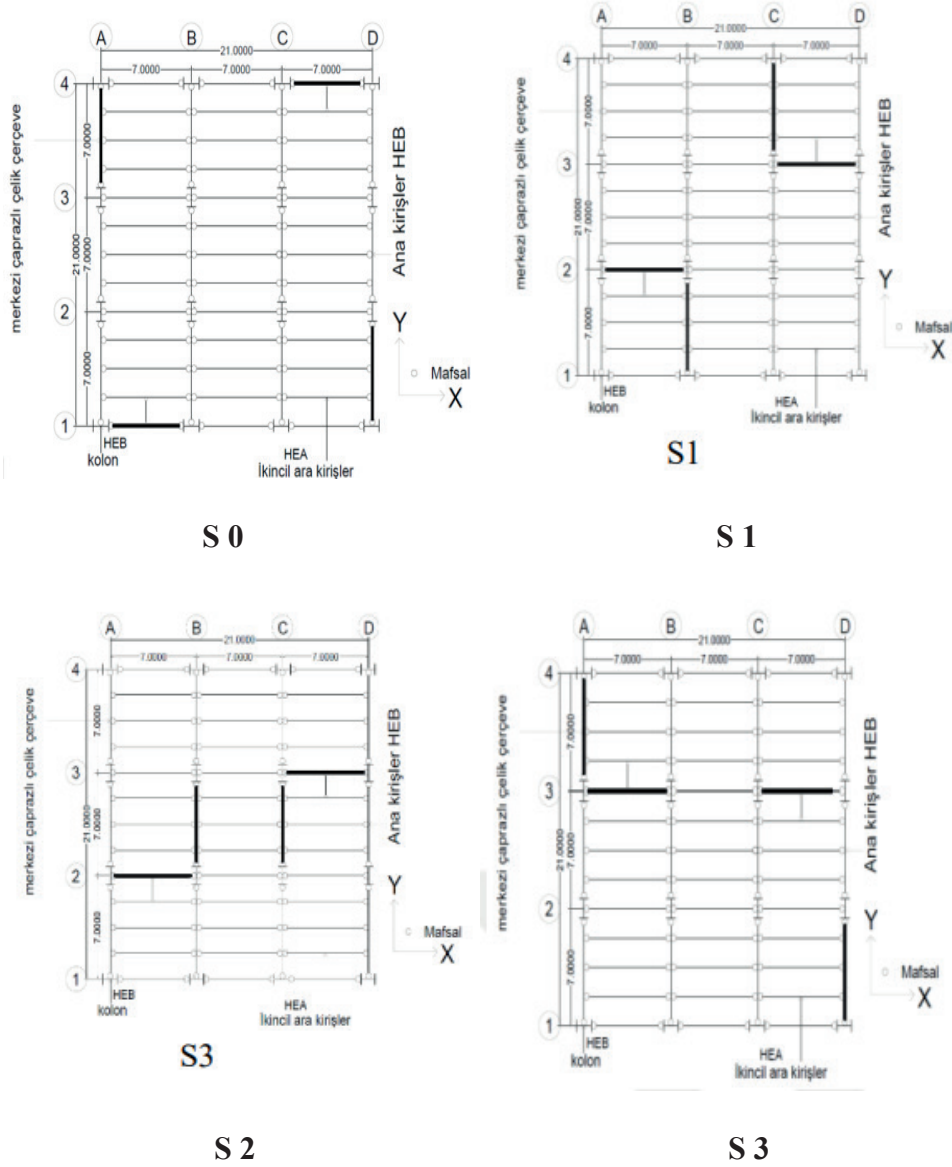
ID:09 K:23

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



Şekil 3. Yapıdaki Çapraz Elemanların Yerleşim Planları

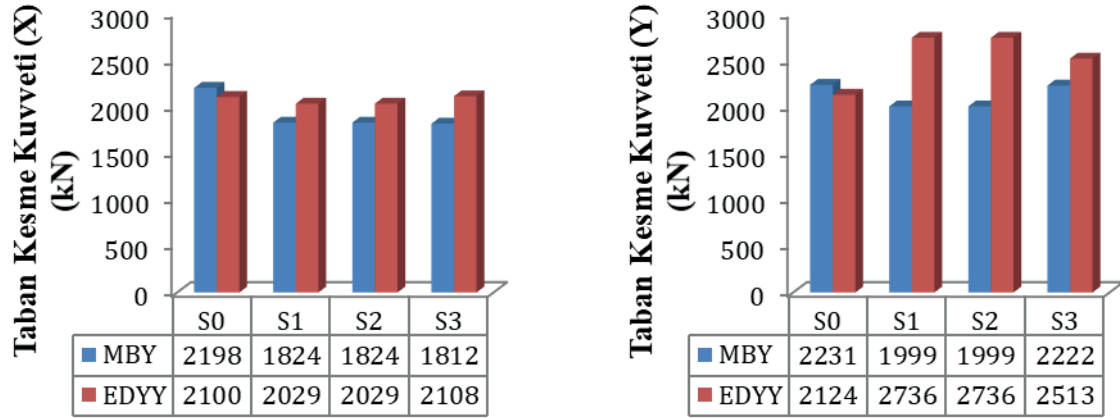
İncelenen ve tasarımı yapılan yapılar, sabit yük, hareketli yük ve rüzgâr yükü etkisi altındadır. Sabit yük, 3kN/m^2 (döşeme kalınlığı 12 cm ve çelik saç) ve hareketli yük 2kN/m^2 kabul edilmiştir. Rüzgâr yükü hesabında ise,

binanın yer alacağı arazi şartları, rüzgâr hızı meteorolojik ölçümler yapılarak dikkate alınarak standartlar çerçevesinde hesaplanmış ve sisteme yüklenmiştir.

BULGULAR

Bu bölümde, Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi (EDYY) ve Mod Birleştirme Yöntemi (MBY) ile yapılan hesaplar sonucunda ortaya çıkan veriler verilmiştir ve bu iki yöntem

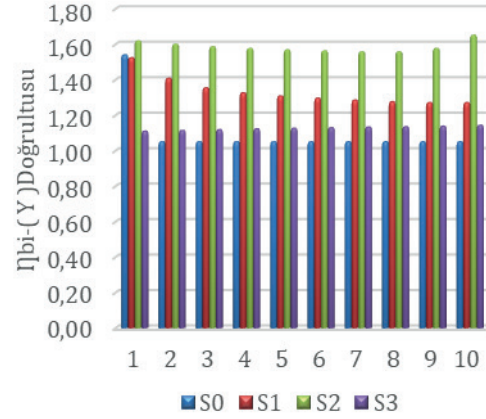
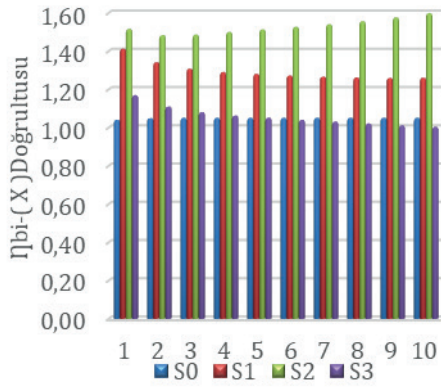
kullanılarak ortaya çıkan sonuçlar karşılaştırılmıştır. Eşdeğer Deprem Yükü ve Mod Birleştirme Yöntemiyle elde edilen X ve Y doğrultusundaki taban kesme kuvvetleri, Şekil 4’de verilmiştir.



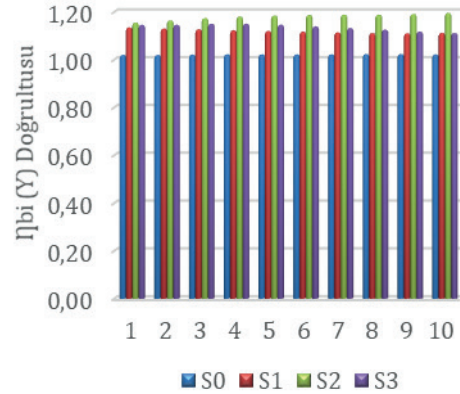
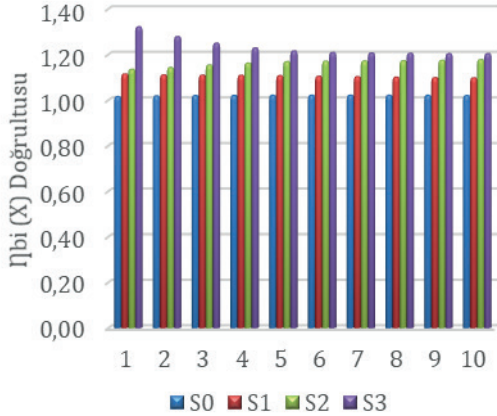
Şekil 4. X ve Y Doğrultusundaki Toplam Taban Kesme Kuvvetleri

İncelenen yapılar yaklaşık aynı ağırlığa sahip olmalarına rağmen, çapraz elemanların konumlarından ve farklı deprem yükü hesaplamaları kullanıldığı içinyapılarda farklı taban kesme kuvvetleri oluşmaktadır (Şekil4). İn-

celenen yapılarda çapraz elemanların plandaki konumları değiştirilerek her kata ait farklı burulma katsayıları elde edilmiş ve Şekil 5’de gösterilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 5. Katlarına Ait Burulma Düzensizliği Katsayısı-EDYY (a), MBY (b)

Tepe nokta yer değiştirme miktarı yapının kat sayısına, çerçeve türüne ve çaprazların konumuna göre değişkenlik göstermektedir. Modellerin her iki deprem yükü hesap yöntemine göre yaptığı yer değiştirmeleri Şekil 6 ve Şekil 7’de görülmektedir. Her bir modelde farklı yerlere yerleştirilmiş çapraz elemanların

yer değiştirmeleri karşılaştırıldığında; her iki yöntemde de X ve Y doğrultularında en fazla yer değiştirmeyi S2 modeli yapmıştır. Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile elde edilen sonuçlar, Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen sonuçlara göre daha büyük çıkmıştır. X ve Y doğrultularında, Mod Birleştirme Yöntemi’ne

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:09 K:23

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

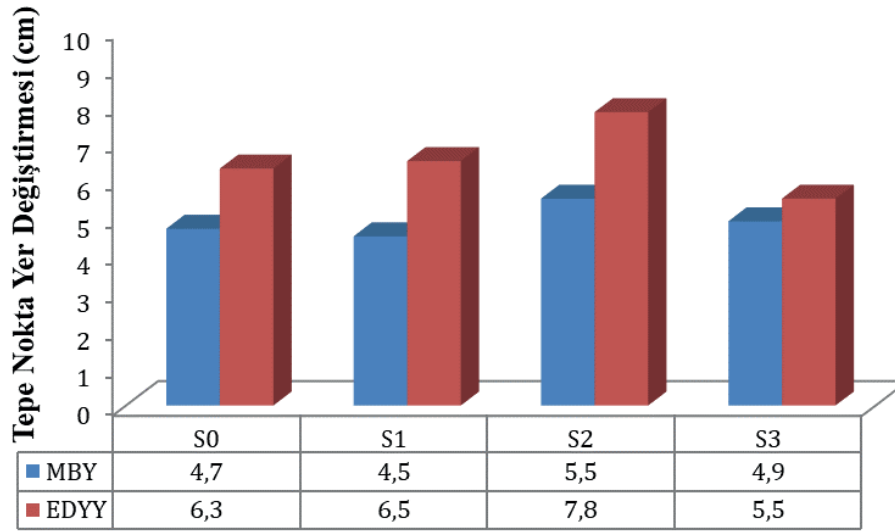
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

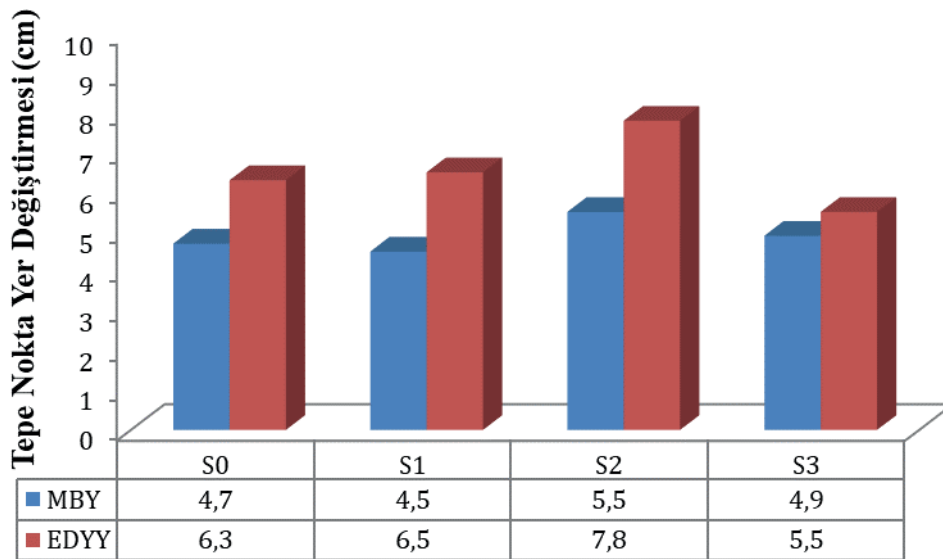
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

göre en küçük tepe nokta yer değiştirmesi S1 modeline aittir. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'ne göre en küçük tepe nokta yer de-

ęiřtirmesine sahip model her iki doğrultuda da S3 modeli olmuştur.



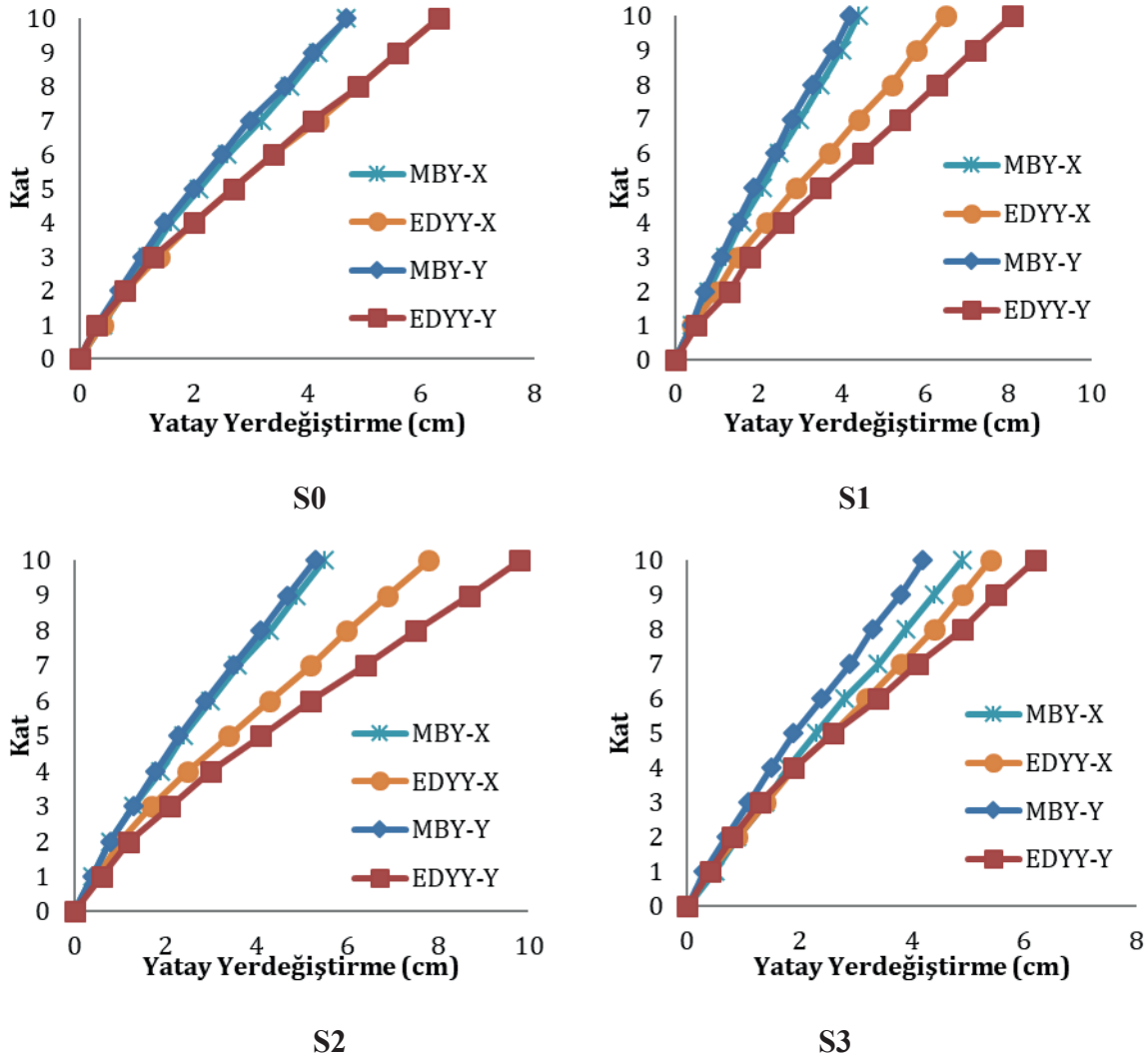
şekil 6. MBY ve EDYY (X) Doğrultusu Tepe Nokta Yatay değiştirmesi



şekil 7. MBY ve EDYY (Y) Doğrultusu Tepe Nokta Yatay Değiştirmesi

Yapıya yerleştirilen çapraz elemanların konumlarının yanı sıra, kat yüksekliği de yapının yer değiştirmesini etkileyen faktörlerden biridir (Bulut, 2013). Ancak yapılan çalışmada incelenen yapının geometrisi, kat adedi

ve yükleme 4 model içinde aynı alınmıştır. İncelenen 4 yapı modelinin de farklı doğrultulara ve farklı yönler göre, her katında oluşan yer değiştirmeler aşağıdaki Şekil 8’de gösterilmiştir.



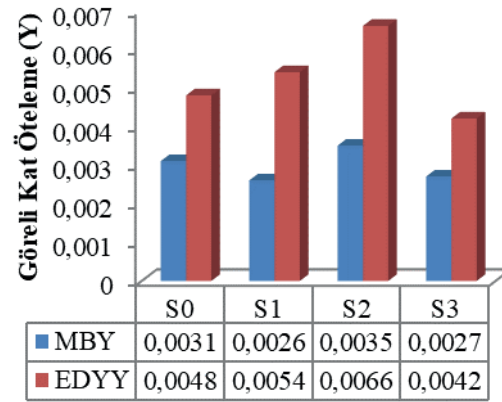
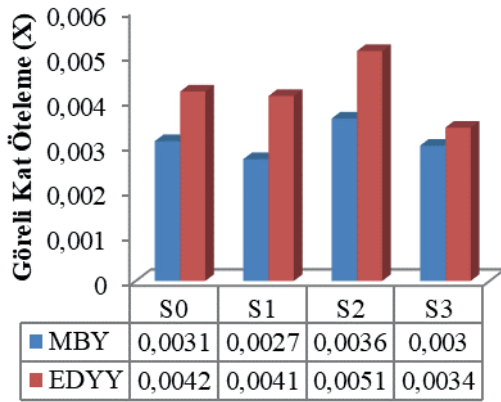
Şekil 8. MBY ve EDYY Göre Yatay Değiştirme

Çalışmada bulunan bütün modellerde her iki doğrultuda da yatay yerdeğiştirme değeri

ri Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile alınan sonuçlar Mod Birleştirme Yöntemi'ne göre

daha büyük çıkmıştır. A1 Burulma Düzensizliği, iki deprem yönünden her biri için, her katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye

oranının 1,2'den büyük olması durumudur. Bir kattaki ortalama görelî öteleme, en büyük görelî kat ötelemesi ve en küçük görelî kat ötelemesinin ortalamasıdır.



Şekil 9. X ve Y Doğrultularında Görelî Kat Ötelemesi

En büyük görelî öteleme, ortalama görelî ötelemenin 1,2 katından daha büyük olursa burulma düzensizliği oluşmaktadır. Yapılan hesaplar sonucunda EDYY'ye göre her iki doğrultuda da en büyük burulma düzensizliği katsayısına sahip model S2 modeli olmuştur. En küçük burulma düzensizliği katsayısına sahip model ise X doğrultusunda S3, Y doğrultusunda ise S0 olmuştur. Ayrıca MBY'ye göre elde edilen sonuçlar EDYY'ye göre elde edilen sonuçlara göre daha küçük çıkmıştır. MBY ile yapılan hesaplarda X doğrultusu incelendiğinde yapıların en büyük burulma düzensizliği katsayısına sahip modeli S3 iken, Y doğrultusunda S2 modeli olmuştur. Her iki doğrultuda da en küçük burulma düzensizliği

katsayısına sahip model S0 modeli olmuştur (Şekil 9).

SONUÇ

Eşdeğer Deprem Yüğü ve Mod Birleştirme Yöntemleri dikkate alınarak yapılan analiz sonuçlarında; yapı ağırlığı ve yapı üstüne gelen yükler aynı değerde olacak şekilde çözümler gerçekleştirilmiştir. Yapı modellerin elemanların boyutlarında ve sistemin üzerine gelen yükler değiştirilmeden sadece yapı planında çapraz elemanlar farklı yerlere koyularak 4 adet model oluşturulmuştur. Oluşturulan 4 adet model yapı iki farklı deprem yüküne göre analizleri gerçekleştirilmiştir.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:09 K:23

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Yapının en üst noktasında ve her katında oluşan maksimum kat yer değiştirme değerleri her iki deprem yükü hesap yöntemi karşılaştırıldığında; yapının X ve Y deprem doğrultusundaki Mod Birleştirme yönteminde daha küçük oluşmaktadır.

Eşdeğer Deprem Yükü ve Mod Birleştirme Yöntemine göre; yapı modellerinde oluşan burulma düzensizliğinin artması ve eksantrisite değerlerinin artmasına neden olmuştur. İncelenen yapıda X doğrultusunda en büyük eksantrisite değeri S3 modelinde oluşurken, en küçük eksantrisite değeri S2 modelinde meydana gelmiştir. İncelenen yapıların Y doğrultusunda ise; en büyük eksantrisite S3 modelinde ve en küçük eksantrisite değeri ise en düşük burulma katsayısına sahip S0 modelinde meydana gelmiştir.

Burulma düzensizliği açısından incelenen yapılarda, en az burulma düzensizliği katsayısı X ve Y doğrultusunda S0 modelinde oluşmaktadır. Aynı şekilde en büyük burulma düzensizliği katsayısı ise S2 modeline oluşmaktadır. Sonuç olarak, bütün modellerin yapı davranışı incelendiğinde; en iyi performans S0 modeline sahip yapıda oluşurken, en kötü performans ise S3 planına sahip yapı modelinde oluşmuştur.

BİLGİ

Çalışmada gösterilmeyen bazı kontroller, TBDY-2018'deki kurallar çerçevesinde he-

saplanmıştır. Çalışma daha ayrıntılı olarak tez şeklinde sunulmuştur. (Nowbahari F., 2021)

KAYNAKÇA

BULUT, Y., (2013). Merkezi Çaprazlı Çelik Çerçevelerde Çapraz Düzeninin Çelik Çerçevelerin Dinamik Davranışına Etkisi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi

NOWBAHARİ, F., (2021). Burulma Düzensizliği Bulunan Çok Katlı Çelik Yapıların 2018 Deprem Yönetmeliğine Göre Analiz ve Tasarımı, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi

ÖZ, D., (2018). Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapımına Dair Esaslar ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği Kuralları Doğrultusunda Çelik Yapıların Tasarımı, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi

RASHİD, M.M., (2015). Improving Lateral Deformation Behavior of High Rise Steel Structures Under Dynamic Loadings. University of Gaziantep, Graduate School of Natural & Applied Sciences, Civil Engineering, M.Sc. Thesis

TANSEL, M., (2010). Çok Katlı Çelik Yapıların 2007 Deprem Yönetmeliğine Göre



UHMFJ

www.hmfjergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:09 K:23

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Analiz ve Tasarımı, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

TBDY-2018. (2018). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara

YURDASEV, Z., (2008). Merkezi ve Dış Merkez Çelik Yapı Sistemlerinde Doğrusal Olmayan Davranışın İncelenmesi ve Süneklik Düzeyinin Belirlenmesi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

ZERVENT, A., (2009). Evaluation of Steel Building Design Methodologies: TS 648, EUROCODE 3 and lrfd, Graduate School of Natural and Applied Sciences of Middle East Technical University, Civil Engineering, M.Sc. Thesis

YAZAR NOTU: Bu çalışma ilk sırada yer alan yazarın ve ikinci sırada yer alan yazarın danışmanlığını yaptığı yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Ayrıca bu çalışma 2021 yılında bir kongrede sözlü bildiri olarak sunulmuş halinin genişletilmiş şeklidir.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:09 K:23

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

EXTENDED ABSTRACT

When the results of earthquakes are examined, it is accepted that earthquakes are one of the most dangerous natural disasters in the world. An earthquake is expressed as the seismic fluctuations that occur as a result of the unexpected energy in the earth's crust and the vibrations that these waves create on the earth. The resulting vibrational movements are called seismic waves. In order to minimize all the damages caused by the earthquake, human beings have been in constant search. The number of high-rise buildings, which are particularly affected by seismic forces, is increasing with today's conditions. If such high-rise steel buildings are built in an earthquake zone, their behavior under horizontal loads should be well known. In our country, due to the fact that it is in an active earthquake zone and in the rapid urbanization process, the application areas of steel structures have been increasing especially in recent years. In order to meet such needs, it is important to use steel, which is a ductile material with high strength. Steel material; Its biggest advantage is that it has high strength, its elasticity modulus is higher than other construction materials, it has the capacity to make a large amount of deformation due to its ductility, and it is not affected by weather conditions during the assembly phase because it is produced in workshops. In addition, the return of this advantage is cost reduction and savings in assembly time. For this reason, special engineering methods are used to examine and analyze the effects of earthquakes on structures and to design earthquake-resistant structures accordingly. In the application of these methods, it is of great importance to analyze the irregularities in the carrier system correctly. Equivalent Earthquake Load Method in TBDY-2018 was used to analyze these produced models. Structural analyzes were made using the "Etabs" finite element program. Therefore, in the study; In the plan, 4 different models named as S0, S1, S2, S3 were used and it was examined which method gave more accurate results. In the study, 4 different models were examined under the moment loading and boundary conditions. The height of the building is determined as 3.5 m on the ground floor and 3 m on the other floors, and the location of the building has 40.97 latitude and 28.65 longitude coordinates. The building is symmetrical and measures 21x21 m². There are 3 frames with a span of 7 meters in the X and Y directions. As a result of the analysis of the model obtained by placing different torsional irregularity coefficients and cross members in different places, displacement and story forces were calculated by Equivalent Seismic Load method and Mode Combination method. Then, the results obtained with the two different methods used were compared, and it was seen that the internal forces and displacements in the structural analysis of the models used gave greater results when the



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:09 K:23

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

calculations were made with the Equivalent Earthquake Load Method. In addition, it has been stated that the torsional irregularity coefficient of the structure is effective in the horizontal displacement of the structure.

TARIMSAL ÜRETİME YENİ YAKLAŞIM: BİTKİ PROBİYOTİKLERİ ⁽¹⁾NEW APPROACH TO AGRICULTURAL PRODUCTION: PLANT
PROBIOTICS

Hatice ÖĞÜTCÜ

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Kırşehir / Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-7100-9318

Öz: Dünya nüfusunun her geçen yıl artmasıyla birlikte bitkisel ve hayvansal içerikli gıdalara olan ihtiyaçta artmıştır. Bu ihtiyaçların karşılanması amacıyla tarımda verim artışında kullanılan gübrelerin (kimyasal içerikli) miktarı artarak toprakları ve çevreyi tehdit eder duruma gelmiştir. Kimyasal gübrelerin zararlarını en aza indirmek toprağın verimliliğini korumak amacı ile doğa dostu yeni uygulamalar araştırılmıştır. Bu bağlamda hem toprağın kalitesinin korunması ve bitkisel üretimde verimin artırılmasında etkili uygulamalardan birisi olan "Bitki Probiyotikleri" özellikle de yerel izolatlar ve bunlardan hazırlanacak formülasyonlarla ilgili çalışmalar hız kazanmıştır. Bitki probiyotikleri bitkilerin rizosfer adı verilen kök bölgesinde kolonize olarak gelişmiş besin kazanımı ve/veya biyokontrol faaliyetlerindeki potansiyel rolleri sayesinde toprak sağlığını, bitki büyümesini ve çeşitli abiyotik ve biyotik streslere karşı bitki toleransını veya bağırsıklığını geliştirebilen mikroorganizmalar veya mikroorganizmalar grubudur. Bu bakterilerin çok farklı özellik gösteren (azot bağlayan, fosfat sağlayıcı, biyokontrol ajanı, strese direnç, fitohormon sentezi) suşlarıyla bitkilerin aşılması sonucunda bitkinin kök ve sürgünlerinin büyüme ve gelişmesini direkt etkileyerek biyomasının artmasını sağlamakla birlikte ürünün veriminin ve kalitesinin artmasına da katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda özellikle de kendi doğal alanlarından elde edilecek yerel bitki probiyotik bakterilerin biyogübre formülasyonlarının hazırlanarak kullanılması son yıllarda akılcı tarım uygulamalarında oldukça önemli hale gelmiş ve yoğun bir şekilde araştırmalar yapılmaktadır. Bahsedilen bitki probiyotik formülasyonların kullanılması ile dünya nüfusunun devamlılığını sağlayabilmek için hem gıda maddelerinin hemde yem hammaddelerinin üretimine katkı sağlanarak çevre ile dost yeşil üretim yapılacaktır. Sonuç olarak tüm dünyanın sorunu olan çevre kirliliğinin önlenmesi ile ekosistemin korunması sağlanmış olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Bitki Probiyotikleri, Rizobakteri, Azot Fiksasyonu, Biyogübre

Abstract: With the increase in the world population every year, the need for plant and animal foods has increased. In order to meet these needs, the amount of fertilizers (with chemical content) used to increase productivity in agriculture has increased and has become a threat to the soil and the environment. In order to minimize the harms of chemical fertilizers and to preserve the fertility of the soil, new environmentally friendly applications have been researched. In this context, studies on "Plant Probiotics", which are one of the effective applications both in protecting the quality of the soil and increasing the yield in plant production, especially on local isolates and formulations to be prepared from them, have gained momentum. Plant probiotics are a group of microorganisms or microorganisms that can improve soil health, plant growth, and plant tolerance or immunity to various abiotic and biotic stresses, thanks to their potential role in enhanced nutrient acquisition and/or biocontrol activities by colonizing the root zone of plants, called the rhizosphere. As a result of inoculation of plants with strains of these bacteria, which have very different properties (nitrogen binding, phosphate solubilizing, biocontrol agent, stress resistance, phytohormone synthesis), it directly affects the growth and development of the roots and shoots of the plant, increasing the biomass, as well as contributing to the increase of the yield and quality of the product. In this context, the preparation and use of biofertilizer formulations of local plant probiotic bacteria, which will be obtained from their natural areas, has become very important in rational agricultural practices in recent years and intensive researches are carried out. With the use of the aforementioned plant probiotic formulations, environmentally friendly green production will be made by contributing to the production of both foodstuffs and feed raw materials in order to ensure the continuity of the world population. As a result, the protection of the ecosystem will be ensured by preventing environmental pollution, which is the problem of the whole world.

Keywords: Plant Probiotics, Rhizobacteria, Nitrogen Fixation, Biofertilizer

Doi:10.17366/uhmfd.2021.15.7

- (1) **Sorumlu Yazar, Corresponding Author: Hatice ÖĞÜTCÜ (Prof. Dr.), Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Kırşehir, Türkiye, hogutcu@gmail.com, Geliş Tarihi / Received: 01.09.2021, Kabul Tarihi / Accepted: 28.12.2021, Makalenin Türü: Type of Article: (Araştırma – Derleme / Research - Compilation) Çıkar Çatışması, Yok – Conflict of Interest, None, Etik Kurul Raporu veya Kurum İzin Bilgisi- Ethical Board Report or Institutional Approval, Yok / None**



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:10 K:26

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

GİRİŞ

21. yüzyılda, artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılamak amacıyla yapılan yoğun klasik tarımsal faaliyetler; zararlı ve hastalıkları arttırdığı için pestisid ilaç vb. kullanımını fazlaştırmış daha çok verim elde etmede kimyasal içerikli gübrelerin kullanımını da çok artırmıştır. Bu bağlamda tarımsal gübrelerin ve pestisitlerin aşırı kullanımı, toprak mikrobiyotasını olumsuz yönde etkilemiş ve sonuç olarak toprağın mikrobiyal popülasyonunun doğal yapısını bozmuş ve toprak sağlığını etkilemiştir. Ayrıca fazla pestisit ve kimyasal içerikli gübre kullanımı sadece toprak sağlığını ve doğal mikrobiyal topluluk yapısını bozmakla kalmamış, aynı zamanda kimyasal kirlenmeye toprak, hava ve su kirliliği sorununu da ekleyerek insan sağlığı ve hijyenini etkilemiştir.

2050 yılında dünya nüfusunun yaklaşık 9.5 milyara ulaşacağı tahmin edilmekte olup stres faktörlerine karşı (biyotik- abiyotik) daha dirençli, verimi yüksek tarımsal ürünler yetiştirebilmek amacıyla çevre dostu yeni yöntemlerin bulunarak uygulanması yoğunluk kazanmıştır (Küçük, 2019). Bu süreçte mikroorganizmaların özellikle de bakterilerin, bitki gelişimini teşvik edici özellikteki bitki probiyotiklerinin beraber kullanılmasıyla pestisid ve kimyasal içerikli gübre kullanımını azalacak, bitkisel üretimde verimin artırılacak sonuçta daha kaliteli ürünlerin elde

edilmesi sağlanacaktır. İnsan probiyotiklerine benzer şekilde, bitki probiyotikleri kavramı da son zamanlarda akıllı tarım uygulamalarında ilgi görmeye başlamıştır.

Haas ve Keel (2003:117-153), tarafından ilk defa bitkilerin fayda sağladığı belirlenen mikroorganizmaları tanımlamak amacıyla "bitki probiyotik bakteri" terimi kullanılmış olup bazı temel özelliklerinin olması beklenmektedir; bitki rizosferinde rebabet gücü yüksek ve etkin şekilde koloni oluşturma, konakçı bitkide indüklenmiş sistemik (ISR) direnç meydana getirme, patojen ajanlara karşı antagonistik aktivite gösterme.

Ana bitki ile olan etkileşim şekline göre bitki probiyotik bakteriler; serbest yaşayan rizobakteriler (bitki yapısının dışında yaşam sürerek bitkilerin büyümesini rizosfere salgıladıkları metabolitler aracılığıyla arttıran bakteriler) ve endofitler (bitkinin dokularında yada hücrelerinde yaşamını sürdüren, metabolizmasını konakçısı olduğu bitkiyle değiştiren ve bitki gelişimini teşvik edici etki gösteren bakteriler). Baklagil bitkilerle simbiyotik ilişki kurarak atmosferik azotu fikse eden Rhizobium bakterileri bunlar içinde en iyi bilinenlerdendir ve bitkinin köklerinde nodül adı verilen özel yapılar oluşturur (Küçük 2019: 1-15).

Bitki probiyotikleri, nitrojen fiksasyonu, fosfat çözünürlüğü, siderofor üretimi ve hasta-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:10 K:26

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

lıklara karşı geliştirilmiş bitki bağışıklığı dahil olmak üzere çeşitli aktiviteleri sayesinde bitki büyümesini teşvik edici ve/veya biyokontrol potansiyeli gösteren mikrobiyal formülasyonlardır (Sharma et al., 2012:65-77; Compant et al., 2010: 669-678; Nadeem et al., 2015: 1–36). Ayrıca, hücre dışı metabolit salgılanması sonucu toprak parçacıklarını bir araya toplayarak, karmaşık organik materyalin ve çözünmeyen besin maddelerinin parçalanmasını artırarak bitki büyümesi için uygun hale getirerek, stres ve hastalıklara karşı direnç sağlayarak toprak yapısını iyileştirmektedirler (Maheshwari et al., 2012: 127–165; Song et al., 2012: 123–141; Nakkeeran et al., 2004: 417–418). Sağlıklı toprak yapısında bitkinin daha iyi büyümesi için faydalı toprak mikroorganizmalarının yeterli popülasyonda olmasının gerekli olduğu belirlenmiştir.

Bitki probiyotik formülasyonu, tek bir mikrobiyal kültür veya bitki büyümesini teşvik etme potansiyeline sahip birden fazla faydalı mikroorganizma konsorsiyumu olabilmektedir. Bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (PGPR), tarımsal mikrobiyoloji ve bitki patolojisinde incelenmiş; bitki rizosferinde kolonizasyon ve hayatta kalma yeteneği, bitki büyümesinin desteklenmesinde yer alan bileşiğin yapısı, doğal mikrobiyal popülasyonla rekabet, paketlenme ve formülasyon,

depolama ve nakliye sırasında hayatta kalma, vb. farklı yönleri üzerinde çok sayıda çalışma yapılmıştır (Herrmann and Lesueur 2013: 8859–8873).

Rizobakterilere ek olarak, endofitik bakteri ve mantarlar üzerine yapılan araştırmalar, iç ortamda yaşayan bakterilerin de bitkilere besin alımı, stres toleransı, yapraklarının gövdelerinin ve köklerinin büyümesi açısından yardımcı olduğunu göstermiştir (Jorjani ve ark. 2011:180–185). Bu nedenle, bitki sağlığı, büyümesi ve daha iyi üretkenlik için bitki probiyotiklerinin kullanılması, toprak sağlığını koruyan ve aynı zamanda organik tarım kavramını destekleyen kimyasal gübrelerin çevre dostu bir alternatifidir. Yukarıda bahsedildiği gibi, probiyotiklerin diğer yönleri üzerinde muazzam miktarda çalışma yapılmıştır ve bu bölümde, esas olarak, bitki probiyotiklerinin formülasyonları ve uygulamaları ile ilgili problemlerle ilgili konulara odaklanıyoruz.

Bu derlemede akılcı tarım uygulamalarının bir bölümünü oluşturan bitki probiyotiklerinin özellikleri ve bitkisel üretimde kullanımıyla ilgili çalışmaların verilmesi amaçlanmıştır.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:10 K:26

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

BİTKİ PROBİYOTİK BAKTERİLERİN DOĞRUDAN ve DOLAYLI ETKİ MEKANİZMALARI

Bitki Büyümesini Teşvik Eden Doğrudan Mekanizmalar

Azot Fiksasyonu ve Bitki Probiyotikleri

Azot (N), bitki büyümesi ve verimliliği için en önemli besin olup atmosferde yaklaşık olarak %78 oranında bulunan azotu bitkiler doğrudan kullanamazlar. Atmosferik azot (N_2); Nitrogenaz olarak bilinen bir enzim sistemini kullanarak biyolojik azot fiksasyonu yapan (Biological Nitrogen Fixation: BNF) mikroorganizmalar tarafından, bitkilerin kullanabileceği form olan amonyağa (NH_3) dönüştürülür. Aslında, azotun geri kalan kısmı Haber-Bosch Yolu (Rubio and Ludden 2008: 62) tarafından endüstriyel olarak sentezlenirken; BNF mikroorganizmaları, biyolojik azot fiksasyonunu gerçekleştirerek atmosferik azotun üçte ikisini oluştururlar. Mikroorganizmalar tarafından fikse edilmiş azot, daha sonra bitkinin kökleri tarafından alınarak bitki tarafından kullanılır. Azot fiksasyonu özelliğine sahip bakteriyel suşlar iki kategoride sınıflandırılmış olup birinci kategori; Rhizobium türleri gibi nodül üretmek için kökleri enfekte eden ve özgülüğe sahip olan baklagil bitkileri/kökleri ile ilişkili simbiyotik bakterileri içerir. Bakterilerin diğer grubunu ise; bitkiye özgülüğe sahip olmayan serbest

azot fiksasyonu yapanlar (non-simbiyotik) olarak adlandırılırlar (Oberson et al., 2013: 237-255). Serbest azot fiksasyonu yapanlar; *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Burkholderia*, *Herbaspirillum*, *Bacillus* ve *Paenibacillus* cinslerine ait türleri içerir (Seldin et al. 1984: 451-456; Goswami et al., 2016: 1127500). Non-simbiyotik (Serbest, ortak ve endofit yaşayan) azot fiksasyonu yapan mikroorganizmalar ise; çeşitli siyanobakteri cinsleri *Anabaena*, *Nostoc* ile *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Gluconoacetobacter*, *Diazotrophicus*, *Azocarus*, *Beijerinckia*, *Bacillus*, *Paenibacillus*, *Burkholderia* ve *Herbaspirillum* vb. gibi bakterileri içerir. Ancak; non-simbiyotik azot fiksasyonu yapan bakteriler, konukçu bitki-bakteri ortaklaşa yaşamını gerektiren azot fiksasyonunun yalnızca küçük bir miktarını sağlarlar (Glick 2012:1-15). *Rhizobiaceae* familyası (α -proteobacteria) içerisinde yer alan simbiyotik azot fiksasyonu yapan Rhizobia, baklagil bitkilerinin köklerini enfekte eder ve baklagil bitkilerinin kökleri ile simbiyotik bir ilişki kurar ve bu simbiyoz nodül oluşumu ile sonuçlanır (Giordano and Hirsch 2004: 613-622.). Baklagil olmayan bitkilerle zorunlu olmayan bir etkileşim kurarak azot fikse eden PGPR bakterileri, diazotroflar da olarak adlandırılırlar (Glick et al. 1999: 187-189). *Azotobacter*'in bazı izolatlarının çeşitli tahıllar (buğday, arpa, yulaf, çeltik veya mısır gibi) ile ayçiçeği, domates, pancar, tütün, çay, kahve ve hindistan cevizi gibi diğer bitki tür-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:10 K:26

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

lerinde verimi artırdıkları bildirilmiştir (Santi et al., 2013: 743–767; Van Oosten et al., 2018: 205- 211; Küçük, 2019: 1-15). Yapılan başka bir çalışmada; çeltik ve buğday kök rizosferinde yaşayan Rhizobium ve Bradyrhizobium cinslerine ait bazı türlerin bitki verimini ve besin yoğunluğunu artırdığı bildirilmiştir (Mishra et al., 2006: 383–389).

Fosfat Çözünürlüğü ve Bitki Probiyotikleri

Toprakta hem organik hem de inorganik formda bol miktarda bulunan fosfor (P), azottan sonra bitki büyümesini sınırlayıcı besin olarak ikinci sırada yer almaktadır (Khan et al., 2009: 1-19). Fosforun geniş rezervuarına rağmen, bitkiler için yararlı formlarının miktarı düşüktür. Bitkiler için fosforun bu düşük miktarının sebebi; bitkilerin sadece çözünebilir monobazik ($H_2PO_4^-$) ve diyabazik (HPO_4^{2-}) iyonları absorbe ederken, topraktaki başlıca fosfor formlarının çözünmeyen yapıda olmasıdır (Bhattacharyya and Jha 2012:1327-1350). Topraklardaki P eksikliğinin üstesinden gelebilmek için, tarımsal alanlara fosfat içeren gübreler sıklıkla uygulanmaktadır. Bitkiler, uygulanan fosfat içerikli gübrelerin çok az miktarını ve topraktaki çözünmeyen komplekslere hızla dönüşen geri kalan kısmını absorbe etmekte ancak fosfat içeren gübrelerin düzenli uygulamaları, sadece pahalı olduğu için değil aynı zamanda çevresel olarak da zararlı oldukları için istenme-

mektedir. Bu durum ise düşük fosfat içeren topraklarda bitkisel üretimi geliştirmek için; ekolojik olarak güvenli ve ekonomik açıdan daha makul bir seçenek aramaya yol açmıştır. Bu bağlamda, fosfat çözücü aktivitesi olan ve fosfat çözücü olarak adlandırılan mikroorganizmalar [Phosphate Solubilizing Microorganisms (PSM_s)], bitkilere uygun P formlarını sağlayabilirler ve dolayısıyla kimyasal fosfat içeren gübreler için yedek bir temsilci olarak görev yaparlar (Khan et al., 2009:1-19). Rizosferde yaşayan çeşitli fosfat çözücü mikroorganizmalar, fosfat çözücü bakterilerin (PSB), çeşitli mekanizmalarla yetersiz kullanılan kaynaklardan bitkilere P sağlayabildiği anlaşıldığından beri, gelecek vaat eden biyogübreler olarak kabul edilmektedir (Zaidi et al. 2009: 263-284). *Azotobacter*, *Bacillus*, *Beijerinckia*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Microbacterium*, *Pseudomonas*, *Rhizobium* ve *Serratia* gibi bakteri cinsleri en önemli fosfat çözücüler olarak bildirilmektedir (Bhattacharyya and Jha 2012: 1327-1350). Tipik olarak; inorganik fosforun çözünmesi, çeşitli toprak bakterileri tarafından düşük moleküler ağırlıklı organik asitlerin bir eylemi sonucunda ortaya çıkar (Zaidi et al. 2009: 263-284). Aksine; organik fosforun mineralizasyonu, farklı fosfatazların çeşitli sentezleri, fosforik esterlerin hidrolizinin katalizi yoluyla gerçekleşir (Glick 2012: 1-15). Ayrıca; fosfat çözücülüğü



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:10 K:26

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

ve mineralizasyonu aynı bakteri türünde bir arada bulunabilir (Tao *et al.* 2008).

PSB, yaygın olarak pek çok toprakta bulunmasına rağmen; onların birlikleri ve performansları çevresel faktörlerden, özellikle stres şartlarından ciddi olarak etkilenir (Ahemad and Khan 2012: 945–950). Ancak; PSB tek başına inoküle edildiğinde (Ahemad and Khan 2011: 12–21; Ahemad and Khan 2012: 945–950) ya da diğer rizosferik bakterilerle kombinasyonlarında yararlı etkilerinin olduğu raporlanmıştır. Fosfat çözücü bakteriler; bitkilere P sağlamanın yanında, bitki büyümesini teşvik eden önemli maddeleri sentezleyerek ve diğer iz elementlerin varlığını, BNF'nin uyarıcı etkinliğini artırarak bitkilerin büyümesini sağlamaktadırlar (Zaidi *et al.* 2009: 263-284). Şeker pancarı, havuç, arpa, marul, çilek, baklagiller ve süs bitkileri gibi bazı bitki türlerinin gelişimini teşvik eden birçok fosfat çözücü Rhizobium türleri tespit edilmiştir (Şahin *et al.*, 2004: 123-129; Dastager *et al.*, 2010: 987–992; Bagyalakshmi *et al.*, 2012: 4250–4259; Sharma *et al.*, 2013: 587-592; Panda *et al.*, 2016: 39–56).

Fitohormon Üretimi

Bitki büyümesi ve gelişmesi; hücre bölünmesi, hücre büyümesi ve hücre farklılaşmasının zamansal ve mekansal sıkı bir koordinasyonunu gerektirmektedir. Bu olayların düzenlenmesi ve kontrol edilmesi hem biyotik hem

de abiyotik faktörler tarafından etkilenebilen kök ve sürgün arasındaki sinyal moleküllerinin alışverişiyle gerçekleştirilir. Bitkiler ve onlarla ilişkili mikroorganizmalar arasında meydana gelen etkileşimler uzun zamandır ilgi çekmekte olup bu süreçler hakkında bilgi sahibi olunması yeni tarımsal uygulamaların geliştirilmesine öncülük etmektedir. Bitki probiyotikleri tarafından bitki büyümesinin teşviki için sağlanan moleküller; indol-3-asetik asit, sitokin, gibberellin ve 1-aminosiklopropan-karboksilat deaminazın mikrobiyal üretimini gerçekleştirir. İndol-3-asetik asit (IAA) oksinler içerisinde bitkilerde en aktif rol oynayan ve iyi bilinen bir hormon olup tohum çimlenmesi, kök ve yaprak büyümesi, çiçek oluşumunun başlatılması, çiçek ve meyve gelişimini gibi olayları kontrol etmekte olup etilen ise çiçeklerin açması, yaprak dökülmesi yada meyvelerin olgun hale gelmesi gibi olayların düzenlenmesinde rol oynamaktadır (Sokolova *et al.*, 2011: 274–278). Etilen, bir bitki büyüme regülatörü olmanın yanı sıra stres hormonu olarak da belirlenmiştir.

Bitki probiyotiklerinin sahip olduğu enzim olan 1-aminosiklopropan-1-karboksilat (ACC) deaminaz; bitkilerdeki etilen düzeylerini azaltarak tuz toleransını indükler ve kuraklık stresini redükler ve böylece bitki büyüme ve gelişimi kolaylaştırır. ACC deaminaz aktivitesi gösteren bakteri cinsleri; *Acineto-*



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:10 K:26

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

bacter, Achromobacter, Agrobacterium, Alcaligenes, Azospirillum, Bacillus, Burkholderia, Enterobacter, Pseudomonas, Ralstonia, Serratia ve Rhizobium vb. belirlenmiştir (Zahir et al. 2008: 958–963).

Giberellin benzeri maddeleri üreten *Azospirillum* sp. ve *Rhizobium* sp. dışında çok sayıda bakteri familyası olduğu bildirilmiş olup fiziko-kimyasal GC-MS gibi metodların kullanılmasıyla *Acetobacter diazotrophicus, Herbaspirillum seropedicae* ve *Bacillus* sp.'de giberellin üretimi tespit edilmiştir (Atzorn et al. 1988: 532–538).

Paenibacillus cinsi üyelerinin pirinç, arpa ve buğday bitkilerinde fitohormon üretimini artırdıklarını bildirmişlerdir (Bakaeva et al., 2017: 201–208).

Enterobacter, Serratia nematodiphila, Sphingomonas sp., suşlarının şeker kamışı, buğday, biber ve soya fasulyesine uygulandığında verim artışı sağladıkları belirlenmiştir (Taule et al., 2012: 35–49; Asaf et al., 2017: 31–38.; Ghosh et al., 2015: 296–303).

Pseudomonas cinsine ait bir türün K çözücü olarak çay bitkisinin (Bagyalakshmi et al., 2012) ve tütünün gelişmesini artırdığı tespit edilmiştir (Zhang and Kong 2014:18- 25).

Rhizobium cinsine ait türlerin fitohormon ürettikleri çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir. Domates (*Solanum lycopersicum*), biber

(*Capsicum annuum*), çilek (*Fragaria ananassa*), kırmızı karanfil (*Dianthus caryophyllus*), marul (*Lactuca sativa*) ve havuç (*Daucus carota*) vb. çok sayıdaki ürünün IAA ürettiği belirlenen *Rhizobium* spp.'ler ile inoküle edildiklerinde gelişmelerinin teşvik edildiği ve verim artışının görüldüğü belirtilmiştir (Flores-Felix et al. 2013: 876– 882; Flores-Felix et al., 2015: 25–32).

Bacillus megaterium ve *Azotobacter chroococcum* türlerinin sitokin ürettikleri ve hıyar büyümesini teşvik ettikleri bildirilmiştir (Aloni et al., 2006: . 883–893).

Bitki Büyümesini Teşvik Eden Dolaylı Mekanizmalar

Bitkisel hastalıkları kontrol etmek için mikroorganizmaların uygulanması, biyolojik kontrolün bir şeklidir ve çevre-dostu bir yaklaşımdır. Rizobakterilerdeki, bitki büyümesini teşvikin en önemli dolaylı mekanizması, biyokontrol ajanları gibi hareket etme yoludur (Glick 2012:1-15). Genel olarak; besin rekabeti, niş dışında tutma, indüklenmiş sistemik direnç ve antifungal metabolitlerin üretimi, PGPR'lerdeki biyokontrol aktivitelerinin belli başlı biçimleridir. Birçok Rizobakterinin; HCN, fenazinler, pirolnitritin, 2,4-di-setilfiloglukinol, piyoluteorin, nikotinamid ve tensin gibi antifungal metabolitleri ürettikleri bildirilmiştir (Bhattacharyya and Jha 2012: 1327-1350). Bazı rizobakterilerin bitki



UHMFĐ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:10 K:26

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

kökleri ile etkileşimi bitkilerde bazı patojenik bakteri, fungi ve virüslere karşı direnç sağlayabilir. Bu olgu, indüklenmiş sistemik direnç olarak adlandırılır (ISR). Ayrıca, ISR bitkiler içinde jasmonat ve etilen sinyallerini kapsar ve bu hormonlar bitki patojenlerinin birçok çeşidine karşı konukçu bitkinin savunma cevabını tetikler (Glick 2012: 1-15). Birçok özgün bakteriyel bileşenler, lipopolisakkarit (LPS), flagella, siderefor, siklik lipopeptitler, 2-4-diasetilpiloroglukanol, homoserin laktone, aseton ve 2,3-butanediol gibi volatiller ISR'yi indükler.

Araştırmacılar sitokin üreten *Bacillus subtilis* suşları ile aşılardan bazı fidelerin kuraklık stresine karşı dirençli olduğunu tespit etmişlerdir. Liddycoat ve ark. (2009), sera koşullarında su stresi altında üretilen kuşkonmaz tohumunun çimlenme ve fide gelişimini arttıran *Pseudomonas* suşlarını tespit etmişlerdir Liu et al., 2013: 9155–9164).

Tuz stresinde büyütülen yerfıstığı bitkilerinin aynı şartlarda bakteri ile aşılama ve azotlu gübreleme uygulaması sonucu elde edilen verilerin benzerlik gösterdiğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar *Paenibacillus alcaligenes*, *Bacillus polymyxa* ve *Mycobacterium phlei* türlerinin tuzlu şartlar ve yüksek sıcaklıkta yer fıstığının (*Arachis hypogaea*) büyüme gelişmesini ve topraktan besin maddelerinin alınmasının olumlu yönde etkilendiğini bildirmişlerdir (El-Akhal et al., 2013:415–421).

Probiyotik bakterilerin bazılarının bitki patojenlerinin bir kısmının gelişmesini engellemeye neden olan antibiyotik özelliğinde maddeleri sentezledikleri bildirilmiştir. *Pseudomonas* spp.'nin buğdayda kök ve kök boğazı çürüklüğüne etkeni olan *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*'nin inhibe ettiği tespit edilmiştir. Yüksek orandaki selenyum konsantrasyonlarına dirençli olan *Klebsiella*, *Bacillus*, *Acinetobacter* ve *Paenibacillus* cinslerine ait farklı türlerin aynı patojenin biyokontrolünde etkili olduğu belirtilmiştir (Duran et al., 2014: 983–990). *Bacillus cereus*, yoncada kök çürüklüğü kontrolünde etkili olduğu (Maksimov et al., 2011: 333–345) ve *Bacillus subtilis*'in iki suşunun, soya fasulyesi tohumlarını etkileyen çeşitli patojenlere karşı antibiyotikler üretebildiği gibi, bu bitkinin gelişimini teşvik ettiği (Araujo et al., 2005: 1639–1645).

Demir, hayatın hemen hemen tüm yaşam formları için elzem bir besindir. Bazı laktobasiller hariç olmak üzere şimdiye kadar bilinen bütün mikroorganizmaların, esas olarak demire ihtiyaçları vardır (Neilands 1981: 27–46). Demir, bitkiler için gerekli bir besindir. Respirasyon, fotosentez ve azot fiksasyonu gibi önemli fizyolojik işlemler için gerekli enzimlerin birçoğu için kofaktör olarak görev alır, dolayısıyla demir yoksunluğu pek çok metabolik modifikasyonda sergilenir. Demir, toprakta epeyce çok bulunur, fakat çoğunluk-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:10 K:26

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

la toprak mikroorganizmaları ve bitkiler için elde edilebilir formda değildir. Aerobik ortamda, demir prensip olarak Fe^{+3} ve çözünemeyen hidroksit ve oksihidroksit gibi formlardan meydana gelmektedir, böylece hem bitki hem de mikroorganizmaların ulaşamayacağı hale gelir (Rajkumar et al., 2010: 142–149).

Bakteriler çoğunlukla, demir kompleksi için birleşmede ısrarlı olan siderefor gibi adlandırılan düşük moleküler ağırlıklı demir şelatörlerinin salgılanmasıyla demir edinirler. Bakteriler, kompleks için özel olan ve dış hücre zarında yer alan bir reseptörü kullanarak demir-siderefor kompleksini yakalayan sidereforları orijinal olarak sentezler. Önce demir hücre içinde serbest bırakılır, daha sonra mikrobiyal büyümeyi desteklemek için kullanılabilir. Demir bakteriler tarafından kullanılan önemli bir mikro besindir ve bakteri metabolizması için esansiyeldir. Toprakta, mikroorganizmalar tarafından doğrudan asimilasyon için mevcut değildir, çünkü doğada daha çok bulunan ferrik demir (Fe^{+3}) çok az çözünür ve mikrobiyal büyümeyi desteklemek için çok düşük konsantrasyondadır. Toprak mikroorganizmaları hayatta kalmak için bu düşük moleküler demir bağlayıcı bileşiği sentezlerler ve salgırlar.

Siderefor üreten bazı önemli bakteriler ve ürettikleri sidereforalar; *Escherichia coli* (enterobaktin veya enterokelin), *Vibrio cholerae* (vibriobaktin), *Bacillus subtilis* (basillibaktin), ve *Mycobacterium tuberculosis* (miko-

baktin), *Streptomyces pilosus* (ferrioksamin B), *Fusarium roseum* (fusarinin C), *Yersinia pestis* (yersiniabaktin), *Azotobacter vinelandii* azotobaktin), *Saccharopolyspora erythraea* (eritrobaktin) ve *Burkholderia cepacia* (ornibaktin)'dir (Glick, 2012:1-15). *Pseudomonas siderophores*'in patates bitkilerinde *Fusarium oxysporum* enfeksiyonunu, *Pseudomonas* ve *Bacillus* cinslerine ait türlerin de mısır bitkilerinde farklı fungus patojenlerini inhibe eden sideroforlar ürettikleri belirlenmiştir (Saha, et al., 2016:3984–3999). İlaveten siderofor üreten *Bacillus subtilis*'in *Fusarium* solgunluğu üzerinde biyolojik kontrol ajanı olarak görev yaptığı ve biber bitkisinin gelişimini de teşvik ettiği bildirilmiştir (Yu et al., 2011:138–145)

SONUÇ

Sonyıllarda artan nüfusun ihtiyacını karşılamak amacıyla; hayvansal ürünlere olan talebin artması, gıda ve yem üretimi, verimli toprakların sınırlı olması, klasik ve bilinçsiz tarım uygulamalarının sonucunda ortaya çıkan çevre sorunları tarımsal üretimi de kısıtlar hale gelmiştir. Bu bağlamda; akılcı tarım uygulamalarında verimlilik ve kalite artışını sağlamak amacıyla kimyasal içerikli gübreler yerine yerel bitki probiyotik bakteriler elde edilerek çevre dostu olan biyogübre formülasyonlarının kullanılması ülke tarımına tün bunların sonucunda da ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır.



UHMFĐ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:10 K:26

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

KAYNAKÇA

AHEMAD, M., MALİK, A., (2011). Bio-accumulation of Heavy Metals by Zinc Resistant Bacteria Isolated From Agricultural Soils Irrigated With Wastewater, *Bacteriol. J.* 2:12–21

AHEMAD, M., KHAN, M.S., (2012). Effect of fungicides on Plant Growth Promoting Activities of Phosphate Solubilizing *Pseudomonas Putida* Isolated From Mustard (*Brassica Compestris*) Rhizosphere, *Chemosphere* 86, 945–950

ALONİ, R., et al., (2006). Role of Cytokinin and Auxin in Shaping Root Architecture: Regulating Vascular Differentiation, Lateral Root İnitiation, Root Apical Dominance and Root Gravitropism, *Annals Botany*, 97: p. 883–893

ARAUJO, F.F., HENNING, A.A., HUNGRIA, M., (2005). Phytohormones and Antibiotics Produced by *Bacillus Subtilis* and Their Effects on Seed Pathogenic Fungi and On Soybean Root Development, *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 21: p. 1639–1645

ASAF, S., (2017). Bacterial Endophytes From Arid Land Plants Regulate Endogenous Hormone Content and Promote Growth in Crop Plants: an Example of *Sphingo-*

monas sp. and *Serratia Marcescens*, *Journal of Plant Interactions*, 12: p. 31–38

BAGYALAKSHMİ, B., PONMURUGAN, P., MARİMUTHU, S., (2012). Influence of Potassium Solubilizing Bacteria on Crop Productivity and Quality of Tea (*Camellia Sinensis*), *African Journal of Agricultural Research*, 7: p. 4250– 4259

BAKAEVA, M.D., CHETVERİKOV, S.P., LOGİNOV, O.N., (2017). The New Bacterial Strain *Paenibacillus* sp. IB-1: A Producer of Exopolysaccharide and Biologically Active Substances With Phytohormonal and Antifungal Activities, *Applied Biochemistry Microbiology*, 53: p. 201–208

BHATTACHARYYA, P.N., JHA, D.K., (2012). Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR): Emergence in Agriculture, *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28(4): 1327-1350

COMPANT S., CLÉMENT C., SESSİTSCH A., (2010). Plant Growth-Promoting Bacteria in The Rhizo-and Endosphere of Plants: Their Role, Colonization, Mechanisms Involved And Prospects For Utilization, *Soil Biol Biochem* 42:669–678

DASTAGER, S.G., DEEPA, C.K. AND PANDEY, A., (2010). Isolation and Characterization of Novel Plant Growth Pro-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:10 K:26

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

moting *Micrococcus* sp NII-0909 And its Interaction With Cowpea, *Plant Physiology and Biochemistry*, 48: p. 987–992

DURAN, P., (2014). Endophytic Bacteria From Selenium- Supplemented Wheat Plants Could be Useful for Plant-Growth Promotion, Biofortification and *Gaeumannomyces Graminis* Biocontrol in Wheat Production, *Biology and Fertility Soils*, 50: p. 983–990

EL-AKHAL, M.R., (2013). Effects of Salt Stress And Rhizobial Inoculation on Growth and Nitrogen Fixation of Three Peanut Cultivars, *Plant Biol (Stuttg)*, 15: p. 415–421

EL-AKHAL, M.R., et al., (2013). Effects of Salt Stress and Rhizobial Inoculation on Growth and Nitrogen Fixation of Three Peanut Cultivars, *Plant Biol (Stuttg)*, 15: 415–421

FLORES-FELIX, J.D., (2015). Rhizobium as Plant Probiotic for Strawberry Production Under Microcosm Conditions, *Symbiosis*, 67: 25–32

FLORES-FELIX, J.D., (2013). Use of Rhizobium Leguminosarum as a Potential Biofertilizer for *Lactuca Sativa* and *Daucus Carota* Crops, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 176: p. 876– 882

GHOSH, P.K., SEN, S.K., MAITI, T.K., (2015). Production and Metabolism of IAA by *Enterobacter* spp, (*Gammaproteobacteria*) Isolated From Root Nodules of a Legume *Abrus Precatorius* L. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 4: p. 296–303

GIORDANO, W., HIRSCH, A.M., (2004). The Expression of MaEXP1, a *Melilotus Alba* Expansin Gene, is Upregulated During the Sweetclover-Sinorhizobium *Meliloti* Interaction, *Molecular plant-microbe interactions*, 17(6): 613-622

GLICK B.R., PATTEN C.L., HOLGUIN G., PENROSE D.M., (1999). Biochemical and Genetic Mechanisms Used by Plant Growth Promoting Bacteria. Imperial college press, London, ss.187-189

GLICK, B.R., (2012). Plant Growth-Promoting Bacteria: Mechanisms and Applications, *Scientifica*, ss 1-15

GOSWAMI, D., THAKKER, J.N., DHANDHUKIA, P.C., (2016). Portraying Mechanics of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR): A Review, *Cogent Food & Agriculture*, 2(1): 1127500

HAAS, D., KEEL, C., (2003). Regulation of Antibiotic Production in Root-Colonizing *Pseudomonas* Spp, and Relevance for Biological Control of Plant Disease,



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:10 K:26

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Annual Review Phytopathology, 41: p.
117– 153

HERRMANN L., LESUEUR D., (2013). Challenges of Formulation and Quality of Biofertilizers for Successful Inoculation, Appl Microbiol Biotechnol 97:8859–8873

NEILANDS, J.B., (1981). Iron Absorption and Transport in Microorganisms, Annual Review of Nutrition, 1:27–46

JORJANI, M., HEYDARI, A., ZAMANIZADEH, H.R., REZAAE, S., NARAGHI, L., (2011). Development of Pseudomonas Fluorescens and Bacillus Coagulans Based Bioformulations Using Organic and Inorganic Carriers and Evaluation of Their Influence on Growth Parameters of Sugar Beet, J Biopest 4:180–185

KHAN, M.S., ZAIDI, A., WANI, P.A., OVES, M., (2009). Role of Plant Growth Promoting Rhizobacteria in the Remediation of Metal Contaminated Soils, Environmental chemistry letters, 7(1):1-19

KİM, J., REES, D.C., (1994). Nitrogenase and Biological Nitrogen Fixation, Biochemistry, 33(2):389-397

KUCUK, C., (2019). Bitki Probiyotik Bakteriler: Bitkiler Üzerindeki Roller ve Uygulamalar, International Journal of Life

Sciences and Biotechnology, 2(1): p.
1-15

LIU, F., (2013). Cytokinin-Producing, Plant Growth-Promoting Rhizobacteria That Confer Resistance to Drought Stress in Platycladus Orientalis Container Seedlings, Applied Microbiology Biotechnology, 97: 9155–9164

MAHESHWARI D.K., SARAF M., AERON A., (2012). Bacteria in Agrobiolgy: Crop Productivity, Berlin, Almanya, Springer,127–165

MAKSİMOV, I.V., ABİZGİLDİNA, R.R., PUSENKOVA, L.I., (2011). Plant Growth Promoting Rhizobacteria as Alternative to Chemical Crop Protectors From Pathogens. Applied Biochemistry Microbiology, 47:333–345

MAKSİMOV, I.V., R.R., ABİZGİLDİNA, PUSENKOVA, L.I., (2011). Plant Growth Promoting Rhizobacteria as Alternative to Chemical Crop Protectors From Pathogens. Applied Biochemistry Microbiology, 47:333–345

MİSHRA, R.P., SİNGH, R.K., JAİSWAL, H.K., KUMAR, V., MAURYA S., (2006). Rhizobium-Mediated Induction of Phenolics and Plant Growth Promotion in Rice (Oryza Sativa L.) Current Microbiology, 52:383–389



UHMF D

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:10 K:26

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

NADEEM S.M., NAVEED M., AHMAD M., ZAHİR Z.A., (2015). Rhizosphere Bacteria for Crop Production and Improvement of Stress Tolerance: Mechanisms of Action, Applications, and Future Prospects, In: Plant microbes symbiosis: applied facets. India, Springer, 1–36

NAKKEERAN S., KAVİTHA K., MATHİ-YAZHAGAN S., FERNANDO W.G.D., CHANDRASEKAR, G., RENUKADEVİ P., (2004). Induced Systemic Resistance and Plant Growth Promotion by Pseudomonas Chlororaphis Strain PA-23 And Bacillus Subtilis Strain CBE4 Against Rhizome Rot of Turmeric (Curcuma longa L.) Can J Plant Pathol 26:417–418

OBERSON, A., FROSSARD, E., BUEHLMANN, C., MAYER, J., MAEDER, P., LUESCHER, A., (2013). Nitrogen Fixation and Transfer in Grass-Clover Leys Under Organic and Conventional Cropping Systems, Plant and Soil, 371(1-2):237-255

PANDA, P., CHAKRABORTY, S., RAY, D.P., (2016). Screening of Phosphorus Solubilizing Bacteria From Tea Rhizosphere Soil Based on Growth Performances Under Different Stress Conditions, International Journal of Biological Sciences, 3:39–56

ATZORN, R., CROZIER, A., WHEELER, C.T., SANDBERG, G., (1988). Production of Gibberellins and Indole-3-Acetic Acid by Rhizobium Phaseoli in Relation to Nodulation of Phaseolus Vulgaris Roots, Planta, 175(4):532–538

RAJKUMAR, M., AE, N., PRASAD, M.N.V., FREITAS, H., (2010). Potential of Siderophore-Producing Bacteria for Improving Heavy Metal Phytoextraction, Trends Biotechnol. 28:142–149

RUBİO, L. M., LUDDEN, P. W., (2008). Biosynthesis of the Iron-Molybdenum Cofactor Of Nitrogenase, Annual review of microbiology, 62

SAHA, M., et al., (2016). Microbial Siderophores and Their Potential Applications: A Review. Environmental Science and Pollution Research, 23:3984–3999

SANTİ, C., BOGUSZ, D. FRANÇHE, C., (2013). Biological Nitrogen Fixation in Non-Legume Plants, Annals of Botany, 111:743–767

SELDİN, L., VAN ELSAS, J.D., PENİDO, E.G.C., (1984). Bacillus azotofixans sp. Nov., a Nitrogen-Fixing Species From Brazilian Soils and Grass Roots, International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 34(4):451-456



UHMFĐ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:10 K:26

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

SHARMA, S., GUPTA, R., DUGAR, G., SRIVASTAV, A.K., (2012). Impact of Application of Biofertilizers on Soil Structure and Resident Microbial Community Structure and Function, In: Maheswari DK (ed) bacteria in agrobiolgy: plant probiotics. Heidelberg, Almanya, Springer, 65–77

SHARMA, S.B., (2013). Phosphate Solubilizing Microbes: Sustainable Approach for Managing Phosphorus Deficiency in Agricultural Soils, Springer plus, 2:587-592

SOKOLOVA, M.G., AKIMOVA, G.P., VAISHLYA, O.B., (2011). Effect of Phytohormones Synthesized by Rhizosphere Bacteria on Plants, Applied Biochemistry Microbiology, 47:274–278

SONG, D., HAYEK, S., IBRAHİM, S., (2012). Recent Application of Probiotics in Food and Agricultural Science. in: Rigobelo EC (Ed) Immunology and Microbiology “Probiotics”. INTECH Publisher, ss.123–141

ŞAHİN, F., ÇAKMAKÇI, R., KANTAR, F., (2004). Sugar Beet and Barley Yields in Relation to Inoculation With N_2 Fixing and Phosphate Solubilizing Bacteria, Plant and Soil, 265:123-129

TAULE, C., (2012). The Contribution of Nitrogen Fixation to Sugarcane (Saccharum

Officinarum L.), and the Identification and Characterization of Part of the Associated Diazotrophic Bacterial Community, Plant Soil, 356:35–49

VAN OOSTEN, M.J., (2018). Root Inoculation With Azotobacter Chroococcum 76A Enhances Tomato Plants Adaptation to Salt Stress Under Low N Conditions, BMC Plant Biology, 18:205- 211

YU, X., et al., (2011). The Siderophore-Producing Bacterium, Bacillus Subtilis CAS15, Has A Biocontrol Effect on Fusarium Wilt and Promotes the Growth of Pepper, European Journal of Soil Biology, 47: p. 138–145

ZAHİR, Z.A., MUNİR, A., ASGHAR, H.N., SHAHAROONA, B., ARSHAD, M., (2008). Effectiveness of Rhizobacteria Containing ACC Deaminase for Growth Promotion of Peas (Pisum Sativum) Under Drought Conditions, Journal of Microbiology and Biotechnology, 5:958–963

ZAİDİ, A., KHAN, M., AHMED, M., OVES, M., (2009). Plant Growth Promotion by Phosphate Solubilizing Bacteria, Acta microbiologica et immunologica Hungarica, 56(3):263-284

ZHANG, C., KONG, F., (2014). Isolation and Identification of Potassium Solubilizing Bacteria From Tobacco Rhizosp-



UHMFJ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:10 K:26

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

heric Soil and Their Effect on Tobacco
Plants, Applied Soil Ecology, 82:18- 25

**YAZAR NOTU: Bu derleme 6. Uluslararası
Mimarlık ve Tasarım Kongresi'nde (25-
26 Aralık 2021, İstanbul) davetli konuş-
ma olarak sunulmuş şeklinin genişletil-
miş halidir.**



UHMFJ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:10 K:26

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

EXTENDED ABSTRACT

Intruduction: In the 21st century, intensive classical agricultural activities to meet the food needs of the increasing population; pesticides, etc., because it increases pests and diseases. has increased the use of chemical fertilizers in order to obtain more efficiency. In this context, the excessive use of agricultural fertilizers and pesticides has adversely affected the soil microflora, and as a result, the natural structure of the microbial population of the soil has deteriorated and has affected the soil health. In addition, the use of excessive pesticides and chemical fertilizers not only damaged the soil health and natural microbial community structure, but also added the problem of soil, air and water pollution to the chemical pollution, affecting human health and hygiene. It is estimated that the world population will reach approximately 9.5 billion in 2050, and the application of environmentally friendly new methods has increased in order to grow more resistant to stress factors (biotic-abiotic) and high yield (Küçük, 2019). In this process, with the use of microorganisms, especially bacteria, and plant probiotics that encourage plant growth, the use of pesticides and chemical fertilizers will decrease, the efficiency in plant production will be increased, and as a result, better quality products will be obtained. Similar to human probiotics, the concept of plant probiotics has recently started to attract attention in smart agriculture applications. Plant probiotics are microbial formulations that show plant growth promoting and/or biocontrol potential, thanks to their diverse activities, including nitrogen fixation, phosphate solubility, siderophore production, and enhanced plant immunity against diseases (Sharma et al., 2012:65-77; Compant et al. , 2010: 669-678; Nadeem et al., 2015: 1–36). In addition, as a result of extracellular metabolite secretion, they aggregate soil particles, increase the breakdown of complex organic material and insoluble nutrients, make them suitable for plant growth, and improve soil structure by providing resistance against stress and diseases (Maheshwari et al., 2012: 127–165; Song et al., 2012: 123–141; Nakkeeran et al., 2004: 417–418). It has been determined that a sufficient population of beneficial soil microorganisms is necessary for the plant to grow better in a healthy soil structure. The plant probiotic formulation may be a single microbial culture or a consortium of multiple beneficial microorganisms that have the potential to promote plant growth. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) have been studied in agricultural microbiology and plant pathology; The ability to colonize and



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:10 K:26

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

survive in the plant rhizosphere, the nature of the compound involved in promoting plant growth, competition with the natural microbial population, packaging and formulation, survival during storage and transportation, etc. Numerous studies have been conducted on different aspects of it (Herrmann and Lesueur 2013: 8859–8873). In addition to rhizobacteria, studies on endophytic bacteria and fungi have shown that indoor bacteria also help plants in terms of nutrient uptake, stress tolerance, and growth of leaves, stems and roots (Jorjani et al. 2011:180–185). Therefore, the use of plant probiotics for plant health, growth and better productivity is an environmentally friendly alternative to fertilizers, which preserves soil health and also supports the concept of organic farming. In this review, it is aimed to give studies on the properties of plant probiotics, which form a part of rational agricultural practices, and their use in plant production. **Aim:** In this review, it is aimed to give studies on the properties of plant probiotics, which form a part of rational agricultural practices, and their use in plant production. **Method:** Forms of action of plant probiotics-Applications of plant probiotics. **Results:** It has been reported that some isolates of *Azotobacter* increase the yield in various cereals (such as wheat, barley, oat, rice or corn) and other plant species such as sunflower, tomato, beet, tobacco, tea, coffee and coconut (Santi et al., 2013: 743). –767; Van Oosten et al., 2018: 205-211; Küçük, 2019: 1-15). In another study; It has been reported that some species belonging to *Rhizobium* and *Bradyrhizobium* genera living in rice and wheat root rhizosphere increase plant yield and nutrient density (Mishra et al., 2006: 383–389). Many phosphate solvent *Rhizobium* species have been identified that promote the development of some plant species such as sugar beet, carrot, barley, lettuce, strawberry, legumes and ornamental plants (Şahin et al., 2004: 123-129; Dastager et al., 2010: 987). –992; Bagyalakshmi et al., 2012: 4250– 4259; Sharma et al., 2013: 587-592; Panda et al., 2016: 39–56). It was determined that *Enterobacter* spp., *Serratia nematodiphila*, *Sphingomonas* sp., strains increased yield when applied to sugarcane, wheat, pepper and soybean (Taule et al., 2012: 35–49; Asaf et al., 2017: 31–38.; Ghosh et al., 2015: 296–303). It was determined that a species belonging to the genus *Pseudomonas* increased the growth of tea plant (Bagyalakshmi et al., 2012) and tobacco as a K solvent (Zhang and Kong 2014:18-25). It has been reported in various studies that species belonging to the genus *Rhizobium* produce phytohormones. Tomato (*Solanum lycopersicum*), pepper (*Capsicum annuum*), strawberry (*Fragaria ananassa*), red clove (*Dianthus caryophyllus*), lettuce (*Lactuca sativa*) and carrot (*Daucus carota*) etc. It has been stated that when a large number of crops are inoculated with *Rhizobium* spp., which is determined to produce IAA, their growth is encouraged and yield increased (Flores-Felix et al. 2013: 876– 882; Flores-Felix et al., 2015: 25–32). It has been re-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021

ID:10 K:26

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

ported that *Bacillus megaterium* and *Azotobacter chroococcum* species produce cytokinins and stimulate cucumber growth (Aloni et al., 2006: . 883–893). Researchers found that some seedlings inoculated with cytokinin producing *Bacillus subtilis* strains were resistant to drought stress (Liu et al., 2013: 9155–9164). Liddycoat et al. (2009) identified *Pseudomonas* strains that increased the germination and seedling growth of asparagus seeds produced under water stress under greenhouse conditions. They determined that the data obtained as a result of inoculation with bacteria and nitrogen fertilization application of peanut plants grown under salt stress under the same conditions were similar. Researchers reported that *Paenibacillus alcaligenes*, *Bacillus polymyxa* and *Mycobacterium phlei* species were positively affected by the growth and development of peanut (*Arachis hypogaea*) and the uptake of nutrients from the soil in salty conditions and high temperatures (El-Akhal et al., 2013:415-421). It has been reported that some of the probiotic bacteria synthesize substances with antibiotic properties that prevent the development of some of the plant pathogens. It has been determined that *Pseudomonas* spp. inhibits *Gaeumannomyces graminis* var *tritici*, which is the causative agent of root and crown rot in wheat. It has been reported that different species belonging to the *Klebsiella*, *Bacillus*, *Acinetobacter* and *Paenibacillus* genera, which are resistant to high selenium concentrations, are effective in the biocontrol of the same pathogen (Duran et al., 2014: 983-990). *Bacillus cereus* is effective in controlling root rot in alfalfa (Maksimov et al., 2011: 333–345) and two strains of *Bacillus subtilis* can produce antibiotics against various pathogens affecting soybean seeds, as well as promote the growth of this plant (Araujo et al. , 2005: 1639–1645). It has been determined that *Pseudomonas siderophores* produces siderophores that inhibit *Fusarium oxysporum* infection in potato plants, and species belonging to *Pseudomonas* and *Bacillus* species that inhibit different fungal pathogens in corn plants (Saha, et al., 2016:3984-3999). In addition, it has been reported that *Bacillus subtilis*, which produces siderophores, acts as a biological control agent on *Fusarium* wilt and promotes the development of pepper plants (Yu et al., 2011:138–145). **Conclusion:** In order to meet the needs of the increasing population in recent years; The increase in the demand for animal products, food and feed production, limited fertile lands, environmental problems as a result of classical and unconscious agricultural practices have also limited agricultural production. In this context; In order to increase productivity and quality in rational agricultural practices, the use of environmentally friendly biofertilizer formulations by obtaining local plant probiotic bacteria instead of chemical fertilizers will contribute to the country's agriculture and, as a result, to the country's economy.

DERGİ HAKKINDA

UHMFD “Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi” 2014 yılı itibariyle yayın hayatına girmiştir. Dergimizde literatüre kaynak sağlayacak nitelik ve değerde olan yayınlara yer verilmektedir. Dergimiz uluslararası hakemli bir dergi olup, yılda ÜÇ sayı çıkarmaktadır. Dergimizin sayıları NİSAN, AĞUSTOS ve ARALIK aylarında sistem üzerinden yayımlanmaktadır. Dergimiz gerek basılı gerek de internet üzerinden ulaşılabilen bir dergidir. Dergimizde Mühendislik ve Fen Bilimleri alanı içerisinde değerlendirilebilecek her türlü yayına yer verilebilmektedir. ***Dergimizin baş editörleri Prof. Dr. Ashok JAMMI, Prof. Dr. Mihaela BUCIUMEANU ve Prof. Dr. Yusuf ŞAHİN*** olup, dergi yönetim kurulunun aldığı kararlar doğrultusunda faaliyetlerini gerçekleştirmektedir.

Gönderilen her yayın kendi alanında uzman iki hakem ya da dergi sistem editörü ile yayın kurulunun belirleyeceği iki hakem dışında atama yapacağı hakemlerin onayından geçmeli ve hakemler tarafından yayımlanabilir görüşüne sahip olmalıdır. Aynı sayı içerisinde yazarın bir yayınına yer verilir. Birden fazla hakem ve yayın kurulu onayından geçen çalışmalar sıraya alınarak ilerleyen sayılarda yayımlanır. Hiçbir yazar hakem ve yayın kurulu üyeleri üzerinde etkili değildir. Dergimizde yayımlanmak üzere sisteme yüklenen çalışmalar için yayın telif hakkı sözleşmesi istenmez. Sisteme yüklenen çalışmalar dergiye devredilmiş olarak kabul edilir. Yazar ya da yazarlar bu durumu kabul etmiş ve derginin yayın kabul şartlarına uygun hareket etmeyi teyit ederek bu sisteme dâhil olmuştur. Hiçbir şekilde yazarların itiraz hakkı bulunmaz. İtiraz hakkını kullanamaz.

Dergimiz hakem ve bilim kurullarında yer almak isteyen akademisyen ve bilim araştırmacılarının mutlaka Dr. unvanı almış ve alanında uzman olması gerekmektedir. Ayrıca bilimsel çalışmalar yapmış olması şartı aranır. Dr. ya da Uzman unvanına sahip olmayan ve alanında yayın yapmayan hiç kimse bilim, danışma ve hakem kurullarında yer alamaz. Dergi yayın kurulu derginin en üst karar ve yürütme mekanizmasını oluşturur. Yayın kurulunun aldığı her türlü karar kesin ve değiştirilemez niteliktedir. Yayın kurulu kararı olmaksızın hiçbir koşul ve şartta dergi üzerinde işlem gerçekleştirilemez ve uygulamaya gidilmez. Dergi baş editörleri hakem onayına gönderilmeyen çalışmaların dergide kabul edilip edilmeyeceğine, hakem sürecine gönderilip gönderilmeyeceğine karar verebilir. Bu karar sürecinde yayın kuruluna bilgi vermek zorunda değildir. Dergimiz bünyesinde hakem, bilim ve danışma kurulunda yer almak isteyen bilim insanlarının katılımına ancak yayın kurulu karar verebilir.

Dergimizde bazı ulusal ya da uluslararası kongrelerde yayımlanmış sözlü ve hakem onayından geçmiş çalışmalar için özel sayılar şeklinde çalışmalar da gerçekleştirilmektedir. Bu tip

özel sayılar ancak anlaşma yapılan kongrelerde sunulmuş sözlü bildirimler için geçerlidir. Bu bildirimlerin mutlaka kongre bilim kurulundan onay almış hakem değerlendirmesi yapılmış olmalıdır. Hakem değerlendirmesi yapılmamış hiçbir çalışma yayına alınmaz. Yayımlanmak için gönderilen çalışmalar dergi hakem onayına gönderilir. Her iki hakemden olumlu dönüş alan çalışmalar yayına alınır. Ayrıca sözlü sunulan bildirimlerin mutlaka basılı materyali ile hakem onay raporları dergimiz yayın kuruluna ve baş editörlerine sunulmuş olmalıdır. Bu bilgi ve materyallere sahip olmayan bildirimlere dergimizde yer verilmez.

Dergimizde işlem sürecine dair bilgiler yazar ve yazarlara mail olarak dergi internet mail adresinden bildirilir. Ayrıca dergimize üye olup sisteme giriş yapan her bir yazar süreç ile ilgili bilgileri derginin üye sayfasından kendisi izleyip gelişmeleri takip edebilir. Dergimizdeki koşul ve şartlar tüm yazar ve yazarlar için aynıdır. Hiçbir yazar için bu kurallar ve koşullar değiştirilmez. Farklılık sağlanması istenemez talep edilemez. Dergimiz bünyesinde yayımlanması istenen eserlerin mutlaka derginin yayın kabul ettiği alanlardan olması şartı aranır. Bu özellikleri taşımayan hiçbir yayına dergimizde yer verilemez. Hakem sürecine dair işleyiş baş editörler kontrolünde gerçekleştirilir. Baş editörler yayının dergide hakem sürecine dair işleyişine yönelik bilgi ve karar verme yetkisine sahip bulunur. Baş editörlerin uygun bulmadığı ya da kabul etmediği bir yayın dergide sürece dâhil edilmez. Bu konuda yazar ya da yazarlar dergi ile diğer organlar üzerinde bir yükümlülük oluşturamaz. Hakem onayından geçse bile editörler ya da yayın kurulu mevcut çalışmanın yayımlanmasına olumlu görüş bildirmemesi veya makale sisteminde yayına alınsa bile kurulların kararı ile iptal edilebilir. Böyle bir durumda yazar ya da yazarlar dergiye bir yaptırım uygulayamaz. Her türlü yetki tek taraflı olarak dergi yayın ve editörler kuruluna aittir. Yüksek lisans ve Doktora tezlerinden üretilen çalışmalarda mutlaka bu durum kaynakça kısmında yazar notu olarak belirtilmelidir. Dergimizde yayımlanması talep edilen ve dergi sistemine yüklenen makalelerden mutlaka etik kurul raporu ya da çalışma izni belgesi talep edilir. Bu belgelere sahip olmayan çalışmalara dergimizde yer verilmez. Etik kurul gerektirmeyen çalışmalar için herhangi bir belge talep edilmez. Ortak yazarlarda mutlaka sisteme kayıt olan ve makaleyi yöneten yazar muhatap kabul edilir. Bu nedenle sorumluluk sadece sisteme üye olup yayını yükleyen yazara aittir. Dergimiz ve yönetimi/kurulları sorumlu yazar dışında hiçbir yazarla iletişim içerisinde bulunmaz bu yönde diğer yazarlar bir talep oluşturamaz.

Dergimiz T.C. hukuk kuralları çerçevesinde “5846” sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanun ve Hükümleri ’ne tabi hareket eder. Ayrıca KVKK kanun kapsamında dergimiz ve yönetimi yaptırımlara uygun hareket eder. Bu kanunların gerekliliklerini yerine getirmeyen yazar ya da yazarlar hakkında dergimiz tek taraflı olarak hukuki haklarını korumaya sahiptir. İlgili kanunlar kapsamında yetkili mahkemeler İstanbul Mahkemeleridir. Dergimizde yayımlanması amacıyla gönderilen çalışmalarda, ilgili hukuk ve yayın etiği kanunlarına uygun olarak gerçekleştirilmeyen alıntılar, intihal gibi konularda yazar ya da yazarlar tek taraflı olarak sorumludur. Dergimiz basılı

ve online olarak hareket eden bir yayın organıdır. Akademik alanda hazırlanan çalışmaların yer aldığı bir materyal olarak bilimsel araştırma yapan kurum ve kişilere fayda sağlamak amacıyla toplumsal hizmet sunan sosyal bir organdır. Dergimiz paralı bir dergi olmayıp, hiçbir yazara ya da yazarlara basılı materyal göndermek zorunda değildir. Dergimizde kabul edilen ve basıma hak kazanan çalışmalar dergi yayın kabul şartları ve yazım kurallarına uygun olarak mizanpajı yapılır ve sisteme yüklenir. İhtiyacı olan yazar ya da yazarlar ile okuyucular sistemden bu sayıyı indirebilir. Mizanpaj yazar tarafından rnek makale baz alınarak yapılmaktadır.

ABOUT THE JOURNAL

UHMFD “International Refereed Journal of Engineering and Science” was published in 2014. In our journal, articles, which meet the criteria of scientific quality and contribute to the field, are included. Our journal is an international refereed journal and it publishes THREE issues per year. Issues of our journal are published on the system in APRIL, AUGUST and DECEMBER. Our journal can be accessed both in print and online. All kinds of publications that can be evaluated in the field of Engineering and Science can be included in our journal. *The chief editors of our journal are Prof. Dr. Ashok JAMMI, Prof. Dr. Mihaela BUCIUMEANU and Prof. Dr. Yusuf ŞAHİN* and its activities are carried out in line with the decisions taken by the journal’s board of directors.

Each submitted publication must be approved by the appointed referees, other than two referees or journal system editors who are experts in their field, and two referees to be determined by the editorial board, and must have the opinion that it can be published by the referees. Only one publication of the author is included in the same issue. Studies that have gained the approval of more than one referee and editorial board are put in order and published in the following issues. No author has any influence over the referees and the editorial board members. A publication copyright agreement is not required for the manuscripts uploaded to the system for publication in our journal. Studies uploaded to the system are considered to be transferred to the journal. The authors are supposed to have accepted this situation and have been included in this system by confirming to act in accordance with the publication acceptance conditions of the journal. The authors have no right of objection in any way. They cannot exercise the right of appeal.

Academics and scientific researchers who want to take part in the refereeing and scientific committees of our journal must have the title of Dr. and be experts in their fields. In addition, They are expected to have conducted scientific studies. Anyone who does not have the title of Dr. or Expert and does not publish in their field cannot take part in the scientific, advisory and refereeing boards. The editorial board of the journal constitutes the highest decision and executive mechanism of the journal. Any decision taken by the editorial board is final and unchangeable. No action can be taken on the journal under any conditions and without the decision of the editorial board. The editors of the journal can decide whether the studies that are not sent to the referee’s approval will be accepted in the journal and whether they will be included in the referee process. It is not obliged to inform the editorial board during this decision process. Only the editorial board can decide on the participation of scientists who want to take part in the referee, science and advisory boards of our journal.

In our journal, studies are also carried out in the form of special issues for oral and referee-approved studies published in some national or international congresses. Special issues are only valid for oral presentations presented at the congresses with which an agreement is made. These papers must have been approved by the scientific committee of the congress and have been evaluated by a referee. Any work that has not been peer-reviewed will not be published. Studies submitted for publication are sent to the journal for referee approval. Studies that receive positive feedback from both referees are published. In addition, the printed material of the oral presentations and the referee approval reports must be submitted to the editorial board and chief editors of our journal. Papers that do not have this information and materials will not be published in our journal.

In our journal, information about the processing process is sent to the author and authors via e-mail from the journal's internet e-mail address. In addition, each author who is a member of our journal and logs in to the system can monitor the information about the process on the member page of the journal himself and follow the developments. The terms and conditions in our journal are the same for all authors. These rules and conditions do not change for any author. It is required that the works requested to be published within our journal must be from the fields that the journal accepts publication. Any publication that does not have these features cannot be included in our journal. The functioning of the referee process is carried out under the control of the chief editors. The chief editors have the authority to inform and decide on the functioning of the publication in the journal regarding the referee process. A publication that is not approved or accepted by the chief editors is not included in the process. In this regard, the author or authors cannot place sanctions on the journal and other organs. Even if it is approved by the referee, the editors or the editorial board do not give a positive opinion on the publication of the current study or even if the article is published in the system, the process can be canceled by the decision of the boards. In such a case, the authors cannot impose a sanction on the journal. All kinds of authority unilaterally belong to the journal publication and editorial board. If studies are produced from master's and doctoral theses, this should be stated as an author's note in the bibliography section. Ethics committee report or work permit document is definitely requested from the articles requested to be published in our journal and uploaded to the journal system. Studies that do not have these documents will not be included in our journal. No documents are requested for studies that do not require an ethics committee. In co-authors, the author who registered in the system and manages the article is considered the addressee. For this reason, the responsibility belongs only to the author who is a member of the system and uploads the publication. Our journal and its management/boards do not communicate with any author other than the responsible author, and no request can be made for other authors in this regard.

Our journal acts in accordance with the Law and Provisions on Intellectual and Artistic

Works numbered “5846” within the framework of Turkish law. In addition, our journal and its management act in accordance with the sanctions within the scope of the KVKK law. Our journal unilaterally protects its legal rights about the authors who do not fulfill the requirements of these laws. The competent courts within the scope of the relevant laws are the İstanbul Courts. In the studies submitted for publication in our journal, the authors are unilaterally responsible for the issues such as quotations and plagiarism that are not carried out in accordance with the relevant laws and publication ethics laws. Our journal is published both in print and online. It is a social organ that provides social service in order to contribute to institutions and people who conduct scientific research as a material that includes studies prepared in the academic field. Our journal is not a paid journal and does not have to send printed material to any author or authors. The works accepted in our journal and entitled to be published are laid out in accordance with the journal’s publication acceptance conditions and writing rules and uploaded to the system. The author or authors and readers who need it can download this issue from the system. The layout is made by the author based on the sample article.



UHMFD - Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Kayaşehir Mah. Evliya Çelebi Cad. Başakşehir Emlak Konutları
1/A D Blok Kat: 4 Daire: 29 Başakşehir, İstanbul, Türkiye
Tel: +90 212 801 40 61 Fax: +90 212 801 40 62
info@guvenplus.com.tr