

ULUSLARARASI HAKEMLİ MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ DERGİSİ

INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF ENGINEERING AND SCIENCES

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

[SAYI: 18 YIL: 2022 - ISSUE: 18 YEAR: 2022]



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

İNDİGO BOYALI İPLİKLERDEN GERİ DÖNÜŞÜM İLE ELDE EDİLEN LİFLERİN İPLİK PERFORMANSINA ETKİSİ 1-13

Fehmi BAYLAK, Belkas ZERVENT ÜNAL

ÇELİK YAPILARDA STABİLİTE TASARIM YÖNTEMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 14-38

İsmail KUL, Hüseyin KASAP, Zeynep YAMAN

İZMİR İLİ KARŞIYAKA BÖLGESİNDE KENTSEL DÖNÜŞÜM ALANLARINDA ASBEST TEHLİKESİNİN ARAŞTIRILMASI 39-53

Nilüfer TOKKAMIŞ, Canan URAZ

CAM ATIKLARININ HARÇ ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ 54-68

Esra ÇELİK, Kadir GÜÇLÜER

114 BARALI KUZEYBATI ANADOLU GÜÇ SİSTEMİNDE OPTİMAL REAKTİF GÜÇ DAĞITIMI İLE AKTİF GÜÇ KAYIPLARIN AZALTILMASI 69-79

Talha Enes GÜMÜŞ, Selçuk EMİROĞLU, Türker Fedai ÇAVUŞ

VGG16 DERİN ÖĞRENME İLE KOLOREKTAL KANSERDE MIKROSATELLITE İNSTABİLİTE'NİN SINIFLANDIRILMASI 80-94

Hüseyin ERİKCİ, Ziyet PAMUK

GELENEKSEL VE MODÜLER KOLON-KİRİŞ BİRLEŞİM BÖLGESİNİN FARKLI YÜKLEME DURUMUNDA SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ 95-114

Sibel HAZİNEDAR, Elif AĞCAKOCA,

Mohammad Manzoor NASERY

OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE KULLANILAN DİRENÇ NOKTA KAYNAK İŞLEM PARAMETRELERİNİN KAYNAK MUKAVEMETİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ 115-128

Ali KARAFKİOĞLU, Fevzi BEDİR, Senai YALÇINKAYA,

Sevil İNAN ÖZ, Arda ULUDAĞ

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 Saynur DERMAN - Marmara Üniversitesi - İletişim Fakültesi (İngilizce - Rusça) - Türkiye
Prof. Dr. Muammer CENGİL - Hitit 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 DİKİCİOĞLU - İstanbul Teknik Üniversitesi - Makina Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Adrian OLARU - Politechnic 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 Uzay Bilimleri Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Fevzi BEDİR - Gebze Teknik Üniversitesi - Mühendislik Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Güröl 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 KRÓL CZYK - 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 ÇİZMECİOĞLU - 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

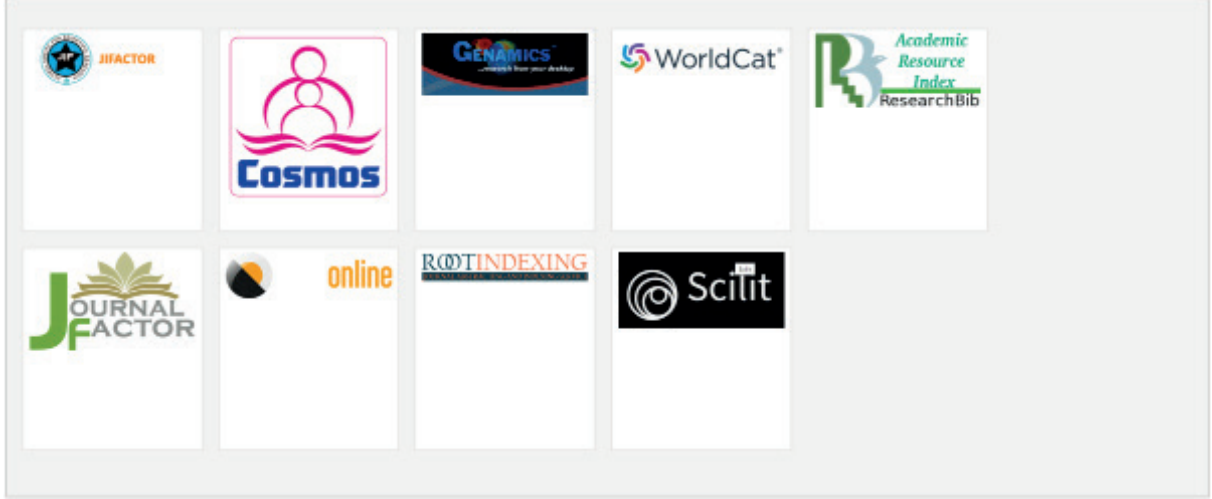
YAYIN KABUL ETTİĞİMİZ ALAN VE DİSİPLİNLER

- 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 08 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 oluşan 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 08 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.

İNDİGO BOYALI İPLİKLERDEN GERİ DÖNÜŞÜM İLE ELDE EDİLEN LİFLERİN İPLİK PERFORMANSINA ETKİSİ ⁽¹⁾

EFFECT OF RECYCLING FIBERS FROM INDIGO DYED YARNS ON YARN PERFORMANCE

Fehmi BAYLAK¹, Belkıs ZERVENT ÜNAL²

¹BOSSA T.A.Ş, Adana / Türkiye

²Çukurova Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana / Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-0080-8435¹, 0000-0001-8591-2217²

Öz: Amaç: Çalışma kapsamında, denim kumaş üretiminde çözgü ipliği olarak kullanılan indigo boyalı atık ipliklerden geri dönüşüm yoluyla elde edilen liflerden pre-consumer iplik eldesi ve üretilen ipliklerin performansının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Yöntem: Çalışmada, indigo boyalı ipliklerden geri dönüşüm ile elde edilen lifler harmanda %30 oranında karıştırılarak iplik üretimi gerçekleştirilmiş ve üretilen ipliklerin fiziksel özellikleri aynı numarada orijinal pamuk elyafı ile üretilen iplikler ile karşılaştırılmıştır. İplikler ring eğirme yöntemi ile Z büküm yönünde üretilmiştir. Çalışma için rijit iplik olarak Ne 7,12/1 ring şantuk ve Ne 9,8/1 ring şantuk iplikler, elastanlı iplik olarak ise Ne 10/1 ring karde elastan ve Ne 13/1 ring karde elastan iplik elde edilmiştir. Üretilen rijit ve elastanlı, orijinal ve geri dönüşüm elyafı ipliklerin düzgünlük ve mukavemet değerleri standart yöntemlerle test edilmiştir. İpliklerin %U, %CVm, %200 neps, %40 ince ve %50 kalın yer değerleri ile Rkm değerleri karşılaştırılmıştır. Ayrıca işletmeden çıkan atık indigo ipliklerin değerlendirilebilmesi nedeniyle maliyet girdisi analiz edilmiştir. **Bulgular:** Pre-consumer lif içeren ipliklerin %U ve %CVm değerlerinin tüm iplik numaraları için ortalama %1 oranında daha yüksek olduğu, geri dönüşüm lif kullanımıyla gerçekleşen düzgünlükteki bu artışın oldukça düşük oranda olduğu belirlenmiştir. İndigo ipliklerin değerlendirilmesi ile üretilen ipliklerin maliyet açısından daha avantajlı olduğu tespit edilmiştir. **Sonuç:** Sonuç olarak denim kumaş üretiminin vazgeçilmez bir parçası olan indigo boyalı ipliklerin geri dönüştürülmesi ile elde edilen liflerin bir miktar düzgünlük artışı ve mukavemet kaybına rağmen denim kumaş üretiminde tekrar kullanılabilceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pre-Consumer, İndigo İplik Açma, Geri Dönüşüm Elyaf, Geri Dönüşüm İplik, Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi

Abstract: Aim: Within the scope of the study, it was aimed to obtain pre-consumer yarn from the fibers obtained by recycling from indigo dyed waste yarns used as warp yarn in denim fabric production and to evaluate the performance of the produced yarns. **Method:** In the study, the fibers obtained by recycling from indigo dyed yarns were mixed at the rate of 30% in the blend, and the physical properties of the produced yarns were compared with the yarns produced with the original cotton fiber of the same number. Yarns are produced in Z twist direction by ring spinning method. For the study, Ne 7,12/1 ring slub and Ne 9,8/1 ring slub yarns were obtained as rigid yarns, and Ne 10/1 ring carded elastane and Ne 13/1 ring carded elastane yarns were obtained as elastane yarn. The unevenness and strength values of the produced rigid and elastane, original and recycled fiber yarns were tested with standard methods. The yarns' U%, CVm%, 200% neps, 40% thin and 50% thick place values and Rkm values were compared. In addition, since the waste indigo yarns from the mill can be evaluated, the cost input has been analyzed. **Results:** It was determined that the U% and CVm% values of the yarns containing pre-consumer fiber were 1% higher on average for all yarn counts, and this increase in unevenness with the use of recycled fiber was very low. It has been determined that the yarns produced by the evaluation of indigo yarns are more advantageous in terms of cost. **Conclusion:** As a result, it has been determined that the fibers obtained by recycling indigo dyed yarns, which are an indispensable part of denim fabric production, can be reused in denim fabric production despite some increase in unevenness and loss of strength.

Keywords: Pre-Consumer, Indigo Spinning, Recycled Fiber, Recycled Yarn, Life Cycle Assessment

Doi:10.17366/uhmfd.2022.18.1

- (1) Sorumlu Yazar, Corresponding Author: Belkıs ZERVENT ÜNAL, (Prof. Dr., Professor), Çukurova Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana / Türkiye, belzer@cu.edu.tr, Geliş Tarihi / Received: 11.07.2022, Kabul Tarihi / Accepted: 24.12.2022, Makalenin Türü: Type of Article: (Araştırma – Uygulama; Research - Application) Çıkar Çatışması, Yok – Conflict of Interest, None, 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

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:25 K:41

(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 KURUMSAL ÇERÇEVE

Dayanıklı yapısı ve rahat olmasıyla ön plana çıkan denim kumaşlar geçmişten günümüze kadar Türkiye ve Dünya pazarındaki yerini kaybetmeden varlığını sürdürerek tekstil pazarında önemli rol oynamaya devam etmektedir. Pazardaki payı nedeniyle ve artan dünya nüfusuyla birlikte artan elyaf ihtiyacını karşılamak amacıyla denim kumaşlar üzerinde sürdürülebilirlik çalışmaları yapılmaktadır. Oluşan ekolojik değişiklikler, sürekli artan aşırı tüketim alışkanlıkları, önüne geçilemeyen nüfus artışı sürdürülebilirlik kavramının yaygınlaşmasını gerekli kılmıştır.

Tüm dünyada güncel olan “Sürdürülebilir Üretim” kavramı aslında, tekstil sektörü başta olmak üzere tüm sektörler için bir tehdit değil aksine bir fırsattır. Bu sektör için kritik olan, su veya enerji gibi kaynakların ve malzemelerin, döngüsel bir şekilde akıllıca kullanılması konusundaki etkinlik ve sorumluluktur (Yurtsever ve diğ., 2018: 44).

Sürdürülebilirlik, üretim, çeşitlilik ve tüketimin devamlılığı sağlanırken toplumsal ve ekolojik olarak daimî olmak anlamına gelmektedir. Basit ve anlaşılabilir bir şekilde anlatmak gerekirse sürdürülebilirlik kendi ihtiyaçlarınızı karşılarken gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama yetilerini ellerinden almamaktır. Sürdürülebilirliğin temelinde yalnızca çevresel değil, ekonomik ve sosyal etkiler de

bulunmaktadır. Bugün gelinen noktada, dünya kaynaklarının ve çevrenin insan faaliyetleri sonucu tükenme sınırına doğru ilerlediği konusunda genel bir görüş birliği bulunmakla birlikte sürdürülebilirliğin ancak doğanın sunduğu kaynakların kendiliğinden yenilenmesine olanak tanıyacak hızda kullanılmasıyla sağlanacağı görüşü yaygındır. Doğanın gelecek nesillerin gereksinimlerine yanıt verme yeteneğini tehlikeye atmadan, günlük ihtiyaçları temin ederek, kalkınmayı sürdürülebilir kılmak için, nihai ürünü elde edinceye kadar atıkların minimize edilmesinin yanında bu atıkların tekrar kullanılması da çok önemli bir etkidir (Buzkan ve Erman, 2020: 76).

Dünya Yaban Hayatı Fonu, 1 kilogram pamuk üretmek için 20.000 litre su gerektiğini, mevcut üretim yöntemlerinin sürdürülemez olduğunu, geri dönüşümle elde edilen pamukların kullanılarak saf pamuk ihtiyacının azaltılıp milyarlarca galon su tasarrufu sağlanabildiğini savunmaktadır (Doba Kadem, Özdemir, 2020: 380). Denim üretiminde en çok kullanılan elyaf türü pamuk elyafı olup bu elyafın geri dönüşüm ile üretime tekrar kazandırılması sürdürülebilirlik açısından önem arz etmektedir. Ziraat Mühendisleri Odasının 2020 raporunda yüksek üretim maliyetleri nedeniyle Türkiye’de pamuk üretiminin 350.000 hektara kadar düştüğü belirtilmiştir. TÜİK verilerine göre ise 2020 yılında Türkiye’de pamukta üretimin tüketimi karşılama oranı

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:25 K:41

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

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

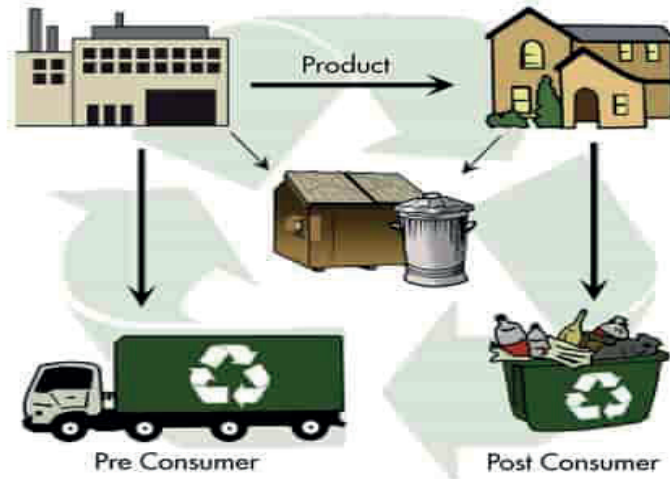
(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

%61 olarak belirtilerek, %39 dışa bağımlı olduğu ve pamuk ithalatına yaklaşık 1,5-2 milyar dolar civarında para ödendiği ifade edilmiştir.¹

Tekstilde geri dönüşüm iki ana kaynak altında toplanır. Bunlar nihai ürünü oluşturuncaya kadar üretim sürecinde meydana gelen atıklar ve tüketici sonrası meydana gelen atıklardır. Kullanım amaçlarına bakıldığında tekstil

atıklarının üretime dahil edilmesi için uygulanan yöntemler farklı olmaktadır. Geri dönüştürülecek olan malzemeler öncelikli olarak ayırma işlemine tabii tutulup daha sonra kullanım amacına göre çeşitli yöntemlerle geri kazanılabilir hale getirilmektedir. Kullanılan başlıca yöntemler mekanik, termomekanik, kimyasal ve enerji dönüşümü şeklinde sıralanabilir (Macit ve diğ., 2019: 93).



Şekil 1. Geri Dönüşüm İçin Elde Edilen Atıklar²

Tekstil sektöründe hammadde en büyük maliyet girdisini oluşturmaktadır.

Denim sektöründe hammadde olarak ise ilk sırada pamuk elyafı yer almaktadır. Denim işletmesinde indigo boyalı iplik teleflerinin geri

dönüşüm ile üretim sürecine dahil edilmesi; önce bu atıkların toplanması, renklerine göre ayrılması (koyu, açık) ve daha sonra tekrar elyaf haline getirilmek üzere geri dönüşüm tesisine gönderilmesi şeklindedir. Elde edilen lifler belirli oranlarda harman karışımına eklenerek tekrar üretime dahil edilebilmektedir. Şekil 1’de geri dönüşüm için elde edilen atıklar görülmektedir.

1 https://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=33727&tipi=3&sube=20

2 <https://atillatekstil.com/tekstil-bilgilendirme-atolyesi/geri-donusum-kumas/>



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:25 K:41

(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

Geri dönüştürülmüş liflerin denimde üretim sürecine katılması harman kısmında gerçekleşir. Tekstil atıklarından geri dönüştürülerek elyaf haline getirilen atıklar istenilen oranda balya dizimine eklenir. Daha sonra iplik haline getirilerek denim kumaş üretiminde kullanılır.

Telli ve Babaarslan, recycle liflerin denim kumaşlarda yıkama performansına etkisi üzerine çalışma yapmışlardır. Çalışmada geri dönüştürülmüş liflerden elde edilen iplikler kullanılarak üretilen denim kumaşların orijinal denime benzer kumaş performansı gösterdiği görülmüştür. Recycle pamuk lifinin yırtılma ve kopma kuvvetine olumsuz etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Elde edilen bulgular, r-PET içeren kumaşların, ağartma gibi çeşitli agresif denim yıkama yöntemlerinde veya artan sıcaklık ve zaman gibi farklı yıkama proses koşullarında CO ve r-CO'ya göre daha dayanıklı olduğunu göstermiştir (Telli ve Babaarslan, 2017: 819).

Doba Kadem, pamuk atıklarının geri dönüşümü üzerine yapmış olduğu deneysel çalışmada recycle pamukla üretilen denim kumaş ile re-cycle olmayan denim kumaşın mukavemet özelliklerini karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda ise re-cycle pamuk ile üretilen denim kumaşların recycle olmayan denim kumaşlar gibi kullanılabilceği ortaya konmuştur (Doba Kadem, 2016).

Deneysel olarak yürütülen bir diğer çalışmada, tüketici kullanımı sonrası geri dönüştü-

rülmüş elyaflar kullanılarak üretilen denim kumaş (PC denim) ile aynı konstrüksiyondaki orijinal denim kumaşın (REF denim) hava geçirgenliği, eğilme dayanımı ve yıkamadan sonraki boyut değişimi karşılaştırılmıştır. PC denim ve REF denim kumaşlar arasında hem atkı yönünde hem çözgü yönünde belirgin bir kumaş çekmesi farkı görülmemiştir. Çalışmada kullanılan PC denim kumaş kısmen de olsa elastan, polyester gibi sentetik hammaddeler bulunan kumaşlardan da elde edilebileceği için, PC denim kumaşın hava geçirgenlik değeri standart denim kumaşa göre daha düşüktür. ASTM dairesel eğilme test metoduna göre dijital pnömatik yumuşaklık test cihazı ile yapılan ölçümlerde REF ve PC denim kumaşların eğilme dayanımları birbirine çok yakın değerlerde bulunmuştur (Doba Kadem ve Özdemir, 2020: 387).

Kurtoğlu ve diğerlerinin tüketici sonrası geri dönüşüm üzerine yaptıkları çalışmalarında, hazır giyim ürünlerinin kumaş kırıntılarında elde edilen geri dönüşüm iplikler ile süprem kumaş üretilmiş ve bu kumaşlar giysiye dönüştürülmüştür. Elde edilen geri dönüşüm ipliklerin, örme kumaşın ve giysinin performans testleri yapılmış ve sonuçları geri dönüşüm olmayan kumaş ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, kumaş kırıntılarının geri dönüşümü ile elde edilen ipliklerin başarılı bir şekilde hazır giyim sanayinde giysi üretiminde kullanılabilceğini ortaya konulmuştur (Kurtoğlu Necef ve diğ., 2013).



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:25 K:41

(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

Altun, tekstil üretim ve kullanım atıklarının geri kazanımı, çevresel ve ekonomik etkileri üzerine yapmış olduğu çalışmada Türkiye’de her yıl yaklaşık olarak bir milyon ton civarında tekstil atığının ortaya çıktığını ve çöpe giden tekstil atıklarının geri dönüşüm ile üretime kazandırılması durumunda ülke kütlü pamuk üretiminin %17 sini karşılayacağını belirtmiştir (Altun, 2016: 2).

Wangcheng ve diğerleri çalışmalarında, tüketici sonrası pamuk atıklarını çevre dostu alkaline/üre çözücülerini ile kimyasal olarak geri dönüştürerek rejenere lifler üretmişlerdir. Elde edilen liflerin çapı, morfolojisi, ısı özellikleri ve gerilme özellikleri SEM, TGA, XRD ve gerilme testi ile karakterize edilmiştir. Bu çalışma ile çevre dostu solventler içeren yöntemin, tüketici sonrası pamuk atığının geri dönüşümü için ekonomik bir yöntem olduğu, mevcut ticari normal liflerle karşılaştırılabilir özelliklerine sahip liflerin üretilebileceği görülmüştür (Wangcheng, et al., 2019: 147).

Zhong ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada, indigo ile boyanmış denim kumaştan nanoselüloz elde edilmiş ve elde edilen nanoselüloz özellikleri, denim kumaş atıklarının geri dönüştürülme potansiyelini araştırmak için ağartılmış pamuklu kumaştan ve odun hamurundan elde edilenlerle karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Denimden türetilen nanoselüloz, ağartılmış pamuktan elde edilenlere benzer verim, morfoloji, boyut, kristallik ve

termal stabiliteye sahip olurken, odun hamurundan elde edilen nanoselüloza kıyasla daha yüksek kristallik ve termal stabilite göstermiştir (Zhong ve diğ., 2020: 10).

Peters ve arkadaşları çalışmalarında yaşam döngüsü değerlendirmesi (LCA)’nin, tekstilde hammaddeden lif işlemeye, tekstil üretimine, dağıtımına ve kullanımına, bertaraf veya geri dönüşüme kadar çevresel etkilerini değerlendirmek için kullanılabilirliğini belirtmişlerdir. LCA’nin, ürün ve süreç tasarımı ile tekstil ve giysilerin etiketlenmesi için önemli bir araç olduğu ifade edilmiştir (Peter, et al., 2015).

Yapılan bir başka araştırmada, pamuk liflerinden eğrilen ipliklerin çevresel etkilerini değerlendirmek için geri dönüştürülmüş pamuk lifleri ve işlenmemiş pamuk lifleri kapsamında iki farklı üretim prosesine yaşam döngüsü analizi yapılmıştır. Yaşam döngüsü etki değerlendirmesi (LCIA) sonuçları, geri dönüştürülmüş pamuk ipliğinin kaynak ve çevre baskısını hafifletmek için uygun bir alternatif olduğunu ortaya koymuştur. 1000 kg geri dönüşümlü pamuk ipliği kullanılarak yaklaşık 0,5 ha tarım arazisi tasarrufu sağlanabilmekte, 6600 kg CO₂ eşdeğeri azaltılabilmekte ve 2783 m³ sulama suyu tasarrufu yapılabilmektedir (Liu, et al., 2020: 2050-2061).



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:25 K:41

(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

AMAÇ

Çalışmanın amacı denim işletmelerinde ortaya çıkan indigo boyalı iplik artıklarından geri dönüşüm ile elyaf elde edilmesi ve bu liflerden pre-consumer iplik üretilerek performansının araştırılmasıdır. Ayrıca üretilecek olan pre-consumer ipliklerin sürdürülebilirlik açısından üretime kazandırılması ile yaşam döngüsü üzerine etkisini değerlendirmek ve elyaf maliyetinin avantajlı olup olmadığını araştırmaktır.

MATERYAL ve METOT

MATERYAL

İpliklerin üretimi esnasında hammadde olarak standart iplikte pamuk elyafı, pre-consumer iplikte ise pamuk elyafı ve indigo ipliklerden geri dönüşüm ile elde edilen elyaf kullanılmıştır. Kullanılan pamuk elyafı menşei Türkiye'dir. İplikler ring eğirme yöntemi ile Z büküm yönünde üretilmiştir. Çalışmada standart ve pre-consumer ipliklerden rijit iplik olarak Ne 7,12/1 ring karde şantuk ve Ne 9,8/1 ring karde şantuk iplik üretilmiştir.

Elastanlı iplik olarak ise Ne 10/1 karde elastan ile Ne 13/1 karde elastan iplik üretilmiştir (Tablo 1 ve 2).

İplik üretimi Marzoli vater makinesinde gerçekleşmiş olup, vater 10.000 d/dk ile çalıştırılmıştır. Rijit ipliklerin büküm katsayısı 4,3 ve elastanlı ipliklerin ise 4,5 olarak seçilmiştir. Elastanlı iplik üretimi esnasında verilen elastan çekimi tüm ipliklerde 3,8 dir. Tüm ipliklerin üretiminde kullanılan fitil numarası Ne 0,55 tir. İplik üretimi esnasında kullanılan harman hallaç makineleri sırasıyla Unifloc Otomatik Balya Açıcı (Rieter), Uniclean Ön Temizleyici (Rieter), Unimix Homojen Karıştırıcı (Rieter), ince açıcı ERM (Rieter). Tarak makinesi Rieter C4 markadır.

Üretilen rijit iplikler ve elastanlı iplikler kendi içerisinde değerlendirilmiştir. Üretilen ipliklerin özellikleri standart iplik test değerleri referans alınarak kıyaslanmıştır. İpliklerin test değerleri Uster Tester 4 cihazı ile ölçülmüştür. İpliklere yaşam döngüsü değerlendirmesi (LCA) yapılmıştır.

Tablo 1. Rijit İplikler İçin Üretim Şartları

Numune	İplik Numarası (Ne)	Büküm Katsayısı (α_c)	Büküm(T/'')	Karışım Oranı
S1	7,12/1	4,3	11,47	%100 CO
PC1	7,12/1	4,3	11,47	%70 CO+%30 PC
S2	9,8/1	4,3	13,46	%100 CO
PC2	9,8/1	4,3	13,46	%70 CO+%30 PC



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:25 K:41

(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

* S: Standart (referans) iplik

** PC: Pre-consumer (recycle) iplik

*** CO: Pamuk

Tablo 2. Elastanlı İplikler İçin Üretim Şartları

Numune	İplik Numarası (Ne)	Büküm Katsayısı (α_c)	Büküm (T'')	Eleştan (dtex)	Elaştan Çekimi	Karışım Oranı
S3	10/1	4,5	14,23	78	3,8	%100 CO
PC3	10/1	4,5	14,23	78	3,8	%70 CO+%30 PC
S4	13/1	4,5	16,23	78	3,8	%100 CO
PC4	13/1	4,5	16,23	78	3,8	%70 CO+%30 PC

METOD

Üretilen ipliklerin seçilmiş kalite değerlerinin ölçümünde Uster Tester4 cihazı kullanılmış ve her iplik için 5 adet bobin numune olarak alınmış ve her birinden 400 metre ölçüm yapılmıştır. Ayrıca üretim esnasında %100 pamuk ile pre-consumer (recycle) ipliklerin döküntüsü takip edilerek iplik içerisindeki oranları hesaplanmış ve maliyete etkisi araştırılmıştır. Pre-consumer iplikler ile standart ipliklerin yaşam döngüsü (LCA) değerlendirilmesi için SimaPro yazılım programı kullanılmıştır. Yaşam döngüsü değerlendirmesinde pre-consumer ipliğin kaynak tükenmesi, ozon tabakasının incilmesi, tatlı su yaşamı üzerindeki toksik etkisi, karasal yaşam üzerindeki toksik etkisi ve su tüketimi gibi çevresel etkiler üzerine sonucu incelenmiştir.

BULGULAR

Her deneme için harmana 100 kg serim yapılmış olup yapılan testler sonucunda %100 pamuk ile üretilen ipliklerde döküntü miktarının % 14,5 olduğu, recycle pamuklu ipliklerin üretiminde ise döküntü miktarının % 27 olduğu gözlemlenmiştir. Harmanda %30 recycle serim yapılan ipliklerin döküntü sonrası iplik içerisindeki oranın %18 recycle pamuk, %82 orijinal pamuk elyafı olduğu gözlemlenmiştir.

Pamuk elyafı ile üretilen iplikler ile recycle elyaf ile üretilen ipliklere beşer adet test yapılmış olup %U, %CVm, Neps (+200%/km), Kalın yer (+50%/km), İnce yer (-40%/km) değerleri ile Rkm değerlerine bakılmıştır. Yapılan testler sonucu elde edilen değerler Tablo 3'te verilmiştir.



UHMFĐ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:25 K:41

(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 3. İplik Testi Sonuçları

No	Numune İplik Özellikleri	% U	% CVm	İnce yer -40%	Kalın yer +50%	Neps +200%	Rkm
S1	Ne 7,12/1 KARDE	14,95	18,16	231,5	85	61	17,79
PC1	Ne 7,12/1 PC-KARDE	16,06	19,68	738	306,3	61,3	16,09
S2	Ne 9,8/1 KARDE	14,81	18,73	190	260	84	17,36
PC2	Ne 9,8/1 PC-KARDE	15,03	19,31	637	575	408	14,54
S3	Ne 10/1 KARDE EA	9,99	12,79	16,5	114,5	158	18,87
PC3	Ne 10/1 PC-KARDE-EA	11,21	14,62	60	321	542	15,86
S4	Ne 13/1 KARDE EA	11,11	14,26	90	256	291,5	17,61
PC4	Ne 13/1 PC-KARDE-EA	12,29	16,02	212	580	545	13,92

* PC: Pre-consumer, EA: Elastan

Değerlendirmede %100 pamuk ipliklerin (S1, S2, S3 ve S4 kodlu iplikler) test değerleri referans alınmıştır. Pre-consumer ipliklerin test değerleri, standart ipliklerin test değerleri ile karşılaştırılmış ve yorumlanmıştır. Aynı numaradaki rijit iplikler kendi aralarında, elastanlı iplikler ise kendi aralarında irdelenmiştir.

Aynı numarada ipliklerin %U değerleri kıyaslandığında genel olarak pamuk ipliklerinin test değerleri 0,22-1,18 puan aralığında daha iyi olduğu görülmektedir. %CVm değerleri pamuk ipliklerinde 0,58-1,83 puan aralığında daha iyidir. İnce yer, kalın yer ve neps değerlerinin pre-consumer ipliklerde daha fazla olduğu ve bu değerlerin iplikler incelidikçe genellikle daha da arttığı gözlemlenmiştir. Beklenen şekilde pamuk ipliklerin Rkm değerleri

aynı özellikteki pre-consumer ipliklere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında numune ipliklerin maliyet analizi de yapılmıştır. Pre-consumer ile elde edilen elyafın nakliye dahil açma fiyatı 0,35 \$, 1 kg yerli pamuk elyafının fiyatı ise 3,10 \$'dir. Harmanda %30 pre-consumer, %70 pamuk serilerek eldi edilen ipliklerde 100 kg serimden 73 kg iplik elde edilmiştir. 1 kg pre-consumer iplik elde etmek için gerekli elyaf maliyeti 3,12 \$'dir. Harmanda %100 pamuk serilerek elde edilen ipliklerde 100 kg harman seriminden 85,5 kg iplik elde edilmiştir. 1 kg pamuk ipliği üretmek için gerekli elyaf maliyeti 3,63 \$ çıkmaktadır. 1kg iplik üretmek için pre-consumer ipliğin hammadde maliyeti, pamuk ipliğe göre %14 daha avantajlı olmaktadır.



UHMFJ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:25 K:41

(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

Geri dönüşüm ile indigo ipliklerden elde edilen elyafın harmanda %30 kullanılmasıyla elde edilen ipliklerde yaşam döngüsü analizi sonucu kaynak tükenmesi, ozon tabakasının

incelmesi, tatlı su yaşamı üzerindeki toksik etki, karasal yaşam üzerinde toksik etki, toplam su kullanımı konularında iyileşme olduğu gözlenmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Yaşam Analizi Test Sonuçları

Etki Kategorisi	Birim	%70 Pamuk % 30 Recycle iplik	% 100 Pamuk iplik
Kaynak tükenmesi	kg Sb eq	1,73E-05	2,06E-05
Ozon tabakasının incelenmesi (ODP)	kg CFC-11 eq	4,19E-07	4,88E-07
Tatlısu yaşamı üzerindeki toksik etki	kg 1,4-DB eq	22,89854	27,628746
Karasal yaşam üzerindeki toksik etki	kg 1,4-DB eq	1,6934094	2,0639158
Toplam su kullanımı	m ³	1,3561855	1,6523114

SONUÇ

Çalışma kapsamında yürütülen deneysel çalışma ile atık haldeki indigo boyalı ipliklerden geri dönüşüm yoluyla elde edilen lifler kullanılarak üretilen elastanlı ve elastansız iplikler ile orijinal pamuk ipliklerinden elde edilen aynı numaralı ipliklerin kalite değerleri karşılaştırılmış ve söz konusu pre-consumer liflerin iplik üretiminde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Çalışma ile elde edilen sonuçlardan seçilmiş olanlar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

- 1kg iplik üretiminde pre-consumer ipliğin hammadde maliyetinin, pamuk ipliğine göre %14 daha avantajlı olduğu görülmüştür.

- Pre-consumer lif içeren ipliklerin %U ve %CVm değerlerinin tüm iplik numaraları için ortalama %1 oranında daha yüksek olduğu, geri dönüşüm lif kullanımıyla gerçekleşen düzgünlükteki bu artışın oldukça düşük oranda olduğu belirlenmiştir.
- Genel olarak recycle ipliklerden beklendiği şekilde orijinal pamuk ipliklerin kalın yer, ince yer ve neps değerlerinin bir miktar daha düşük olduğu görülmüştür.
- Düzgünlük değerlerindeki artış recycle ipliklerde mukavemet kaybına neden olmuş ancak söz konusu mukavemet düşüşü maksimum %20 oranında gerçekleşmiştir.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:25 K:41

(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

- Yaşam döngüsü analizinde; %30 geri dönüştürülmüş elyaf ile üretilen pre-consumer ipliğin kaynak tükenmesinde %16, ozon tabakasının incelmesinde %14, tatlı su yaşamı üzerindeki toksik etkisinde %17, karasal yaşam üzerinde toksik etkisinin %18, toplam su kullanımında ise %18 iyileşme sağladığı gözlenmiştir.

Genel olarak tüm sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde denim kumaş üretiminin vazgeçilmez bir parçası olan indigo boyalı ipliklerin geri dönüştürülmesi ile elde edilen liflerin bir miktar düzgünsüzlük artışı ve mukavemet kaybına rağmen denim kumaş üretiminde tekrar kullanılabilmesi ve böylelikle sürdürülebilirliğe, atık yönetimine katkı sağlanabileceği ve üretim maliyetinin de düşürülebileceği tespit edilmiştir.

Yazar Notu: Söz konusu çalışma,14-16 Mayıs 2022 tarihleri arasında gerçekleştirilen 9. Uluslararası Mühendislik Mimarlık ve Tasarım Kongresi'nde sözlü olarak sunulmuş ve bildiri kitabında özet metin halinde basılmıştır.

KAYNAKÇA

ALTUN, Ş., (2016). Tekstil Üretim ve Kullanım Atıklarının, Geri Kazanımı, Çevresel ve Ekonomik Etkileri, Uşak Ticaret ve Sanayi Odası Raporu, 29

BUZKAN, C., ERMAN, O., (2020). Yapısal Atıkların Geri Dönüşüm Sorunu ve Tür-

kiye'deki Durumunun Mevzuat Bakımından Değerlendirilmesi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi, Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 6(1): 76-89

CAN, Ö., AYVAZ, K.M., (2017). Tekstil ve Modada Sürdürülebilirlik, Akademia Sosyal Bilimler Dergisi, 2017, 3(1): 110-119

DOBA KADEM, F., (2016). Sürdürülebilir Bir Yaklaşım: Denim Sektöründe Pamuk Atıklarının Geri Dönüşümü Üzerine Bir Çalışma, 12. Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi (UKMK, 2016)

DOBA KADEM, F., ÖZDEMİR, Ş., (2019). Denimde Geri Dönüşüm Uygulamaları-Tüketici Sonrası Geri Dönüşüm (Post-Consumer Re-Cycle), Ulusal Çukurova Tekstil Kongresi-UÇTEK'2019, Adana

DOBA KADEM, F., ÖZDEMİR, Ş., (2020). Tüketici Sonrası Geri Dönüştürülen Denim Kumaşların Seçilmiş Konfor Özellikleri Üzerine Bir Çalışma, Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 35(2): 379-388

KURTOĞLU NECEF, Ö., SEVENTEKİN, N., PAMUK, M., (2013). A Study on Recycling the Fabric Scraps in Apparel Manufacturing Industry, Tekstil ve Konfeksiyon, 23(3): 286-289



UHMFJ

www.hmfjdersisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:25 K:41

(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

LIU, Y., HUANG, H., ZHU, L., ZHANG, C., REN, F., LIU, Z., (2020). Could the Recycled Yarns Substitute for the Virgin Cotton Yarns: A Comparative LCA, Int J Life Cycle Assess 25: 2050–2062, <https://doi.org/10.1007/s11367-020-01815-8>

MACİT, H., TAYYAR, A.E., ŞEVKAN MACİT, A., ALAN, G., (2019). Tekstil Sektöründe Geri Dönüşüm Olanakları ve Uşak İli'nde Güncel Durum, Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa Bilimleri Dergisi, 3 (2): 91 – 102

PETERS, G., SVANSTROM, M., ROOS, S., SANDIN, G., ZAMANI, B., (2015). Handbook of Life Cycle Assessment (LCA) of Textiles and Clothing; Woodhead Publishing Series in Textiles, Elsevier: Amsterdam, The Netherlands

TELLİ, A., BABAARSLAN, O., (2017). The Effect of Recycled Fibers on the Washing Performance of Denim Fabrics, The Journal of The Textile Institute, 108 (5): 812–820

WANGCHENG, L., SHUYAN, L., LIU, T., LIU, T., ZHANG, J., LOU, H., (2019). Eco-friendly Postconsumer Cotton Waste Recycling for Regenerated Cellulose Fibers, Carbohydrate Polymers, 206: 141–148

YURTSEVER, U., ÖNAL, İ., ABACI, G., YILDIZ TÖRE, G., (2018). Entegre Tekstil İşletmelerinde Ham ve Mamul Dokuma Kumaş Kontrolü İçin Tasarlanan Yenilikçi Boyama Sisteminin Kaynak Kullanımı ve Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi, Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 14: 43-59

ZHONG, T., DHANDAPANI, R., LIANG, D., WANG, J., WOLCOTT, M. P., VAN FOSSEN, D., LIU, H., (2020). Nanocellulose From Recycled Indigo-Dyed Denim Fabric and Its Application in Composite Films, Carbohydrate Polymers, 240: 1-11

İNTERNET KAYNAKLARI

https://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=33727&tipi=3&sube=20 (E.T. 28.04.2022)

<https://tekstilbilgi.net/re-cycle-pamuk-ozellikleri.html> (E.T. 29.04.2022)

<https://atillatekstil.com/tekstil-bilgilendirme-atolyesi/geri-donusum-kumas/> (E.T. 05.05.2022)



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:25 K:41

(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: Recycling in textile is gathered under two main sources. These are the wastes that occur during the production process until the final product is formed and the wastes that occur after the consumer. Considering the usage purposes, the methods applied to include textile wastes in production are different. The materials to be recycled are primarily subjected to the separation process and then made recyclable by various methods depending on the purpose of use. The main methods used can be listed as mechanical, thermomechanical, chemical and energy conversion (Macit, et al., 2019:93). In the textile sector, raw materials constitute the largest cost input. Cotton fiber takes the first place as a raw material in the denim sector. Including indigo dyed yarn wastes in the production process by recycling in the denim mill; first, these wastes are collected, separated according to their colors (dark, light) and then sent to the recycling facility to be turned into fiber again. The obtained fibers can be added to the blend mixture in certain proportions and included in the production again. Doba Kadem (2016) compared the strength properties of denim fabric produced with recycle cotton and non-re-cycle denim fabric in her experimental study on the recycling of cotton waste. As a result of the study, it has been revealed that denim fabrics produced with re-cycle cotton can be used like non-recycle denim fabrics. Telli and Babaarslan (2017) studied the effect of recycle fibers on the washing performance of denim fabrics. In the study, it has been observed that denim fabrics produced using yarns obtained from recycled fibers can show fabric performance similar to original denim. **Aim:** Within the scope of the study, it was aimed to obtain pre-consumer yarn from the fibers obtained by recycling from indigo dyed waste yarns used as warp yarn in denim fabric production and to evaluate the performance of the produced yarns. **Method:** In the study, the fibers obtained by recycling from indigo dyed yarns were mixed at the rate of 30% in the blend, and the physical properties of the produced yarns were compared with the yarns produced with the original cotton fiber of the same number. Yarns are produced in Z twist direction by ring spinning method. For the study, Ne 7,12/1 ring slub and Ne 9,8/1 ring slub yarns were obtained as rigid yarns, and Ne 10/1 ring carded elastane and Ne 13/1 ring carded elastane yarns were obtained as elastane yarn. The unevenness and strength values of the produced rigid and elastane, original and recycled fiber yarns were tested with standard methods. The yarns' U%, CVm%, 200% neps, 40% thin and 50% thick place values and Rkm values were compared. Test values of 100% cotton yarns (S1, S2, S3 and S4 coded yarns) were taken as reference in the evaluation. The test values of pre-consumer yarns were compared with the test values of stan-



UHMFJ

www.hmfjergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:25 K:41

(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

ard yarns and interpreted. Rigid yarns of the same number were examined among themselves, and elastane yarns were examined among themselves. In addition, since the waste indigo yarns from the mill can be evaluated, the cost input has been analyzed. **Findings and Results:** For each trial, 100 kg was spread on the blend, and as a result of the tests, it was observed that the amount of waste in the yarns produced with 100% cotton was 14.5%, and the amount of waste in the production of recycle cotton yarns was 27%. It has been observed that the proportion of yarns spread with 30% recycle in the blend is 18% recycle cotton and 82% original cotton fiber in the yarn after shedding. It has been observed that the raw material cost of pre-consumer yarn in 1kg yarn production is 14% more advantageous than cotton yarn. It was determined that the U% and CVm% values of the yarns containing pre-consumer fiber were 1% higher on average for all yarn counts, and this increase in unevenness with the use of recycled fiber was very low. It has been determined that the yarns produced by the evaluation of indigo yarns are more advantageous in terms of cost. In life cycle analysis; It has been observed that pre-consumer yarn produced with 30% recycled fiber provides 16% improvement in resource depletion, 14% in ozone depletion, 17% in its toxic effect on freshwater life, 18% in its toxic effect on terrestrial life, and 18% in total water use. In general, when all the results are evaluated together, it has been determined that the fibers obtained by recycling indigo dyed yarns, which are an indispensable part of denim fabric production, can be reused in denim fabric production despite some increase in unevenness and loss of strength, thus contributing to sustainability, waste management and reducing the production cost.

ÇELİK YAPILARDA STABİLİTE TASARIM YÖNTEMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ⁽¹⁾

EVALUATION OF THE STABILITY DESIGN METHODS IN STEEL STRUCTURES

İsmail KUL¹, Hüseyin KASAP², Zeynep YAMAN³

¹Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya / Türkiye

²⁻³Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
Sakarya / Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-3318-4155¹, 0000-0002-7923-1893², 0000-0003-0987-6685³

Öz: Tüm yapı sistemleri için stabilite; can güvenliği ve yapı güvenliği açısından aşılması gereken bir problem olmakla birlikte özellikle çelik yapılar için ayrı bir önem arz etmektedir. Çeliğin yüksek dayanıma sahip olması, taşıyıcı sistem elemanlarında küçük en kesitlerle yeterli taşıma kapasitesine erişim kolaylığı sunmaktadır. Ancak küçük kesitler ile teşkil edilen ve eksenel basınç yüküne maruz kalan yapı elemanında burkulma sorunu ile karşılaşılırken, aynı yapı sistemin bütünsel davranışı incelendiğinde de stabilite sorunu ile karşılaşmaktadır. Bu sebeple tasarım aşamasında eleman bazında ve sistem genelinde stabilite durumu incelenerek tasarımın gerçekleştirilmesi gereklidir. Stabilite tasarımında eleman ve yapının stabilitesini etkileyen faktörlerin kapsamlı bir araştırma ile dikkate alınması doğru bir yöntem olacaktır. Bu kapsamda uluslararası çelik yönetmelikleri ve Türk Çelik Yönetmeliği (ÇYTYHE-2016), Genel Analiz (GA) ve Burkulma Boyu (BB) yöntemi olmak üzere iki ayrı yöntem ile tasarım imkanı sunmaktadır. Tasarım yöntemlerinin ikinci merite etkilerini dikkate alabilmesi için iki farklı analiz yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemler Geometrik doğrusal olmayan analiz (Nonlinear) ve yaklaşık ikinci merite analiz yöntemleridir (YİMA). Sunulan yöntemler harmanlandığında belirli sınır durumlar içerisinde dört farklı tasarım ve analiz yöntemlerini oluşturmaktadır. **Amaç:** Bu çalışmada dört yöntemin uygulanabilirlik sınır durumları içerisinde karşılaştırılması, avantajlı ve dezavantajlı yönleri öne çıkarılması amaçlanmıştır. **Yöntem:** Çalışma kapsamında, tek katlı bir düzlem çelik çerçeve sistemi ve 8 katlı çelik yapı modeli birinci merite analiz ile tasarımları yapılmış ve dört farklı yöntem ile stabilite kontrolleri yapılarak sonuçlar analiz edilmiştir. **Bulgular:** Analizler neticesinde hesaplamalardaki netlik ve uygulanabilirlik bakımından GA yöntemi BB yönteminden daha güvenilir olduğu görülmüştür. Doğrusal olmayan analiz yöntemi, YİMA yöntemine göre şekil değiştirmeleri analizde dikkate alabilmesi sebebiyle gerçek davranışa daha yakın sonuçlar vermektedir. YİMA yöntemi, doğrusal olmayan analiz yönteminden daha küçük değerler elde etmesinin daha güvenli bölgede kalmaktadır. Süperpozisyon prensibinin kullanılması gerekli durumlarda doğrusal olmayan analiz yöntemi uygulanamadığından YİMA yönteminin kullanılması avantaj sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Stabilite Tasarımı, Genel Analiz Yöntemi, Burkulma Boyu (Etkin Uzunluk) Yöntemi, İkinci Merite Analizi, Yaklaşık İkinci Merite Analizi

Abstract: Stability for all building systems; Although it is a problem that must be overcome in terms of life safety and building safety, it has special importance, especially for steel structures. The high strength of the steel provides easy access to sufficient bearing capacity with small cross-sections in the carrier system elements. However, while the buckling problem is encountered in the structural element formed with small sections and subjected to axial pressure load, the stability problem is also met when the holistic behavior of the same structural system is examined. For this reason, it is necessary to carry out the design by examining the stability situation based on elements and throughout the system during the design phase. It would be a correct method to consider the factors affecting the stability of the element and the structure with a comprehensive research in the stability design. In this context, international steel regulations and Turkish Steel Regulations (ÇYTYHE-2016) offer design opportunities with two different methods: General Analysis (GA) and Buckling Length (BB) method. There are two different analysis methods to consider the second-order effects of the design methods. These methods are nonlinear geometric analysis (nonlinear) and approximate second-order analysis methods (YİMA). When the presented methods are blended, they form four different design and analysis methods within certain boundary situations. **Aim:** This study is aimed to compare the four methods within the limits of applicability and to highlight their advantages and disadvantages. **Method:** Within the scope of the study, a single-story plane steel frame system and an 8-story steel structure model were designed with first-order analysis and stability controls with four different methods, and the results were analyzed. **Result:** As a result of the study, in terms of clarity and applicability in the calculations, the GA method is different from the BB method; It has been seen that the Nonlinear analysis method is more reliable than YİMA since it can analyze the deformations more realistically. However, in cases where the use of the superposition principle is necessary, the nonlinear analysis method cannot be applied, so the use of the YİMA method is advantageous.

Keywords: Design for Stability, Direct Analysis Method, Effective Length Method, Second-Order Analysis, Approximate Second-Order Analysis

Doi:10.17366/uhmfd.2022.18.2

- (1) **Sorumlu Yazar, Corresponding Author: Zeynep YAMAN, (Dr. Öğr. Üye., Assist. Prof.), Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sakarya / Türkiye, zdyaman@sakarya.edu.tr, Geliş Tarihi / Received: 07.08.2022, Kabul Tarihi / Accepted: 29.12.2022, Makalenin Türü: Type of Article: (Araştırma – Uygulama; Research - Application) Çıkar Çatışması, Yok – Conflict of Interest, None, 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

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:31 K:16

(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

Bina türü yapılar için yapı taşıyıcı sistem tasarımı önemlidir. Dayanımı yüksek bir taşıyıcı sistem, yapının sadece düşey yükler altında güvenli olmasını değil, yanal yük etkisi oluşturan deprem yükleri altında da yapının ayakta kalmasını sağlayacaktır. Yapılan mühendislik hesapları ve hesaplarda yapılan varsayımlar ve kabuller, bütünüyle, yapının taşıyıcı sisteminin düşey yükler ve deprem yükleri etkisi altında, yüksek dayanıma sahip olmasını ve gerçek şekil değiştirme ve öteleme davranışı ile örtüşen yakınsaklıkta sonuçlar elde edilmesine yönelik varsayımlardır. Bu varsayımlar yapı elemanlarının ve taşıyıcı sisteminin, elverişsiz koşullar altında stabilitesini (kararlılığını) koruyabilmesi yönünde tasarımlar sunmaktadır.

Çelik yapıların stabilitesini etkileyen birçok parametre ve davranışsal etkiler bulunmaktadır (Birnstiel ve Iffland, 1980: 491-504; McGuire, 1992: 915-932; White ve Chen, 1993: 121-152; ASCE, 1997; Ziemian, 2010). ÇYTHYE-2016 (Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esasları-2016)'ya göre yapı stabilitesini etkileyen faktörler;

- Elemanların eğilme, kayma ve eksenel şekil değiştirmeleri ile birlikte yapı sistemlerinin yer değiştirmesinde etkili olan diğer tüm şekil değiştirmeler

- Eleman şekil değiştirmesine ait ve sistem yer değiştirmesine ait ikinci mertebeye etkileri
- Geometrik ön kusurlar
- Doğrusal olmayan şekil değiştirmeler ile dayanım ve rijitliklerdeki belirsizlikler

olarak sunulmuştur. Stabilitate tasarımı, stabiliteyi etkileyen faktörler dikkate alınarak analiz yapılmasını, analiz ile hesaplanan gerekli dayanımın, mevcut dayanım ile oranlanması sağlayan tasarımdır (Niloufari, ve diğ., 2014:59-69; Korucuk ve diğ., 2019:1-2; Maali ve diğ., 2019:29-39; Aydın ve diğ., 2020:425-435; Maali ve diğ., 2021:1-2; Aydın ve diğ., 2021:2886-2901). Stabilitate tasarımı için çeşitli yöntemler mevcuttur (Ziemian, 2010). Yapı stabilitesi incelenirken, sadece eksenel kuvvet altındaki elemanlar değil, aynı zamanda kirişler, çapraz sistemleri ve bağlantılar da dahil olmak üzere yapı taşıyıcı sistemi dikkate alınmalı ve yapı bir bütün olarak düşünülmelidir (AISC 360-16 C.C: 287-289). AISC 360-16 (Specification for Structural Steel Buildings, Çelik Binalar İçin Tasarım ve İnşaat Yönetmeliği 2016) ve ÇYTHYE-2016(Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esasları)'da yapı stabilite tasarımı için, Genel Analiz (GA) ve Burkulma Boyu (BB) yöntemleri sunulmuştur. Tasarım yöntemlerinde şekil değiştirmeler ve ikinci mertebeye etkiler dikkate alınmalıdır. Yönetmeliklerde, analiz yöntemleri olarak doğrusal



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:31 K:16

(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

olmayan analiz ve yaklaşık ikinci mertebeye analiz yöntemleri bulunmaktadır. Tasarım ve analiz yöntemleri aşağıdaki bölümlerde açıklanmıştır.

Literatürde, standartlarda bulunan stabilite tasarım yöntemlerinin incelendiği sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Durmaz (2015) çalışmasında Standartların ve yöntemlerin arasında değerlendirme yapabilmek için beş katlı çelik bir binanın stabilite analizini ve tasarımını yapmıştır. Çalışma sonucunda stabilite tasarım sonuçlarına etki eden faktörlerin, şekil değiştirmelerden oluştuğunu belirtmiştir. TS-648'in diğer standartlardan çok daha fazla güvenli bölgede kaldığını vurgulamış ve TS-648'in uzun yıllardır kullanıldığını ve yeniliklere gidilmesini önermiştir. (Durmaz, 2015; 119-120)

AMAÇ

Çelik yapılarda stabilite tasarımı altında, eleman ve yapının stabilitesini etkileyen faktörlerin dikkate alınması gerekmektedir. Bu kapsamda çelik yönetmeliği (ÇYTYHE-2016) içerisindeki Genel Analiz veya Burkulma Boyu yöntemleri ile tasarım yapılmasını ön görmektedir. Tasarım yöntemlerinin ikinci mertebeye etkileri dikkate alınabilmesi için iki farklı analiz yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemler Geometrik doğrusal olmayan analiz ve yaklaşık ikinci mertebeye analiz yöntemleridir. Sunulan yöntemler harmanlandığında belir-

li sınır durumları içerisinde dört farklı analiz yöntemini oluşturmaktadır. Bu yöntemler; genel analiz yöntemi ile doğrusal olmayan analiz, genel analiz yöntemi ile yaklaşık ikinci mertebeye analiz, burkulma boyu yöntemi ile doğrusal olmayan analiz, burkulma boyu yöntemi ile yaklaşık ikinci mertebeye analizi yöntemleridir. Dört yöntemin uygulanabilirlik sınır durumları içerisinde karşılaştırılması, avantajlı ve dezavantajlı yönleri öne çıkarılması amaçlanmıştır.

KAPSAM

Eurocode, AISC gibi yönetmelikleri 1900 li yılların sonlarından bu yana çalışmalar yaparak stabilite tasarımı ile ilgili şartlarını, tasarımcılara sunmuşlardır. Türkiye de 1980 yılında yürürlüğe giren TS648 sadece eleman bazında stabilite kontrolleri yaparken, 2016 yılında yürürlüğe giren, ÇYTYHE gerek eleman gerekse yapı taşıyıcı sisteminin bütünsel davranışına yönelik stabilite tasarım ilkeleri belirlemiştir. ÇYTYHE-2016 yönetmeliği ile Türkiye de ilk olarak Çelik Yapılarda stabilite tasarım yöntemleri ve detaylı olarak sunulmuştur.

YÖNTEM

ÇYTYHE-2016 da sunulan, stabilite tasarım yöntemlerinin avantajları ve dezavantajlarını incelemek için öncelikle ÇYTYHE-2016 Bölüm 6'da açıklanan Genel Analiz ve Burkul-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:31 K:16

(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 Boyu yöntemlerinin içeriği ve uygulanma mantıkları araştırılmıştır.

Her iki stabilite tasarım yönteminde, ikinci merteye etkilerin dikkate alınması gerekmektedir. İkinci merteye etkiler, geometrik doğrusal olmayan analiz ve yaklaşık ikinci merteye analiz yöntemleri belirlenebilmektedir. Bu analiz yöntemleri ile stabilite tasarım yöntemleri birlikte dikkate alınarak stabilite tasarımı yapılmalıdır. Bu durumda stabilite tasarımı için dört farklı tasarım-analiz yöntemi elde edilmektedir. Bu yöntemler;

- Genel Analiz yöntemi ile Doğrusal Olmayan Analiz
- Genel Analiz yöntemi ile Yaklaşık İkinci Merteye Analiz
- Burkulma Boyu yöntemi ile Doğrusal Olmayan Analiz
- Burkulma Boyu yöntemi ile Yaklaşık İkinci Merteye Analizi

olarak adlandırılabilir. Öncelikle, kullanılan bu tasarım-analiz yöntemlerinde dikkate alınan ortak sınır durumları ve etkiler detaylı olarak sunulmuş, akabinde stabilite tasarımı için sunulan bu dört farklı tasarım-analiz yöntemi ile örnek çalışmalar yapılmıştır. Çalışma kapsamında, bu tasarım-analiz yöntemleri kullanılarak bir adet tek katlı düzlem çerçeve sistemi ve bir adet 8 katlı 3B yapı sisteminin birinci merteye analizleri ve stabilite tasarımları

ları yapılmıştır. Her iki örnekteki sonuçlar kendi içinde karşılaştırılmıştır.

ARAŞTIRMANIN KISITLARI ve ALT PROBLEMLERİ

ÇYTYHE-2016 da yer alan stabilite tasarım yöntemlerinin hangi koşullarda ve nasıl uygulanabileceği genel hatları ile açıklanmıştır.

1. Geometrik Doğrusal Olmayan İkinci Merteye Analizi

Eleman bazındaki şekil değiştirmeleri ve sistem genelindeki deplasmanları çeşitli yöntemlerle dikkate alan ikinci merteye analizidir. Modern analiz programlarının çoğu, doğrusal olmayan analiz için önemli olan noktaları doğru modelleme yeteneğine sahiptir. İkinci merteye etkilerini doğru bir şekilde ele alan bu programlar tipik olarak ya geometrik rijitlik yaklaşımı (McGuire ve diğ., 2000:529 ; Ziemian, 2010) ya da kararlılık fonksiyonları kullanımı (Chen ve Lui, 1987) yoluyla ana diferansiyel denklemleri çözerler. Bu programlarda analize dahil edilen ve dahil edilmeyen bileşenler veya etkileri, program kullanıcıları tarafından bilinmeli ve kontrol edilmelidir. Doğrusal olmayan analizde süperpozisyon prensibi geçerli değildir.

2. Yaklaşık İkinci Merteye Analizi

Yaklaşık ikinci merteye analiz yöntemi, geometrik doğrusal olmayan analiz ile eleman iç kuvvetlerini hesaplamak yerine, ikinci merteye



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:31 K:16

(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

be etkilerini yaklaşık olarak hesaplamak için geliştirilen alternatif bir yöntemdir. Birinci mertbe analizi ile elde edilen iç kuvvetleri belirli katsayılarla büyüterek ikinci mertbe etkilerini hesaplamayı amaçlar. İkinci mertbe etkileri içeren, iç kuvvetlerin yaklaşık olarak belirlendiği formülasyonlar Denklem 2.1 ve Denklem 2.2 ile gösterilmiştir.

$$M_r = B_1 M_{nt} + B_2 M_{it} \quad (2.1)$$

$$P_r = P_{nt} + B_2 P_{it} \quad (2.2)$$

Burada; M_r : YDKT veya GKT yük birleşimleri altında hesaplanan ikinci mertbe etkileri içeren gerekli eğilme momenti dayanımı,

P_r : YDKT veya GKT yük birleşimleri altında hesaplanan ikinci mertbe etkileri içeren gerekli aksenal kuvvet dayanımı,

B_1 : P- δ etkilerini göz önüne alan katsayı,

B_2 : P- Δ etkilerini göz önüne alan katsayı,

M_{nt} : Yatay ötelemesi önlenmiş sistemde, YDKT veya GKT yük birleşimleri altında hesaplanan birinci mertbe eğilme momenti,

P_{nt} : Yatay ötelemesi önlenmiş sistemde, YDKT veya GKT yük birleşimleri altında hesaplanan birinci mertbe aksenal kuvvet,

M_{it} : Yapı sisteminin sadece yanal ötelenmesi sonucu, YDKT veya GKT yük birleşimleri

altında ilgili elemanda oluşan birinci mertbe eğilme momenti,

P_{it} : Yapı sisteminin sadece yanal ötelenmesi sonucu, YDKT veya GKT yük birleşimleri altında ilgili elemanda oluşan birinci mertbe aksenal kuvvet, olarak tanımlanmaktadır.

Yaklaşık ikinci mertbe analizinde, çerçeve sistemin yatay ötelemesi önlenmiş ve yatay ötelemesi önlenmemiş durumdaki davranışı ayrı ayrı incelenerek, çerçeve sistemde oluşan toplam moment ve kuvvet tesirleri hesaplanır. Sistemi yatay ötelemesi önlenmiş ve yatay ötelemesi önlenmemiş olmak üzere iki ayrı durumda inceleyebilmek için iki yaklaşım bulunmaktadır. Bu yaklaşımlar: Düşey yüklerin yanal deformasyon oluşturmadığı; düşey yüklerden yanal deformasyon oluşturduğu yaklaşımlardır. Bu yaklaşımlardan düşey yüklerin yanal deformasyon oluşturmadığı varsayımı daha kullanışlı olduğundan bu yaklaşım kullanılacaktır. Şekil 1’de gösterilen çerçeve sistemi, düşey yüklerin yanal deformasyon oluşturmadığı varsayımı altında yük ayrımı Şekil 2’de gösterilmiştir.

Yaklaşık ikinci mertbe analizinde kullanılan B katsayıları formülleri Tablo 1 ile sunulmuştur.

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

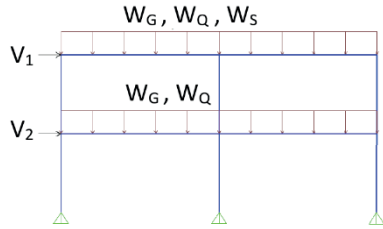
ID:31 K:16

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

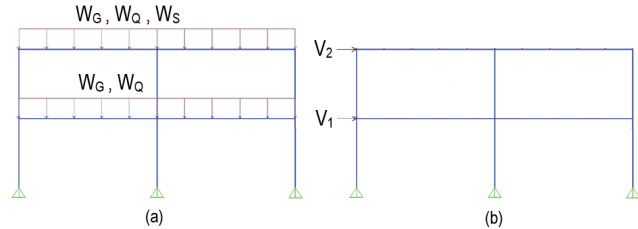
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



Şekil 1. Çerçeve Sistem ve Yük Durumu



Şekil 2. Çerçeve Sistemi Yük Ayırımı; a) Sadece Düşey Yükler Etkisindeki Çerçeve b) Sadece Yanal Yükler Etkisindeki Çerçeve

Tablo 1. Yaklaşık İkinci Mertebe Analizi B Katsayıları Formülleri

$$B_1 = \frac{C_m}{1 - \frac{\alpha P_r}{P_{ei}}} \geq 1$$

$$C_m = 0.6 - 0.4(M_1/M_2)$$

$$P_{ei} = \frac{\pi^2 EI^*}{(K_1 L)^2}$$

$$B_2 = \frac{1}{1 - \frac{\alpha P_{kat}}{P_{e,kat}}} \geq 1$$

$$P_{e,kat} = R_M \frac{HL}{\Delta_H}$$

$$R_M = 1 - 0.15(P_{mf}/P_{kat})$$

P_{ei} : Eğilme düzlemi burkulma yükü(yanal yer değiştirme yapmadığı varsayımı altında), EI^* :Eğilme rijitliği(GA yöntemi için azaltılmış eğilme rijitliği, BB yöntemi için normal EI), K_1 :Eğilme düzlemindeki burkulma katsayısı($K=1$), L :Eleman boyu, C_m :Eşdeğer sabit moment değiştirme katsayısı(Yanal yer değiştirmesi önlenmemiş sistemlerde 1 alınır.), M_1 : Eleman düğüm noktalarındaki küçük olan eğilme momenti, M_2 :Eleman düğüm noktalarındaki büyük olan eğilme momenti, P_r : Eleman eksenel kuvvet değeri($P_r = P_{nt} + R_{It}$), α : YDKT için $\alpha=1$, GKT için $\alpha=1.6$,

P_{mf} : Moment aktaran çerçeve kolonlarına gelen düşey yük, P_{kat} :Kata gelen toplam düşey yük, $P_{e,kat}$:Söz konusu katın elastik burkulma yükü, R_M : P- δ etkilerinin P- Δ üzerindeki etkisini göz önüne alan katsayı(yanal ötelemesi önlenmiş sistemde 1 alınır). H :Kat kesme kuvveti, L :Kat yüksekliği, Δ_H :Birinci mertebe göreli kat ötelemesi



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:31 K:16

(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

3. Genel Analiz(GA) Yöntemi

Genel analiz(GA) yöntemi 1999 yılından itibaren AISC-SSRC komitesi tarafından çalışılmaya başlanmış ve AISC-360-05 ile yönetmelik içerisinde ek bölümünde yerini almış bir yöntemdir. Amerikan yönetmeliği uygulama kılavuzunda GA yönteminin gelecekte AISC yönetmelikleri içerisinde tercih edilen yöntem olacağı belirtilmiştir. GA yöntemi ÇYTHYE-2016'da Türkiye çelik yönetmeliği içerisinde de yerini almıştır. GA yönteminin standartlar çerçevesince uygulama sınır durumu bulunmamaktadır. GA yönteminin dikkate aldığı durumlar bölüm alt başlıkları ile sunulmuştur.

3.1. Geometrik Ön Kusurların Dikkate Alınması

GA yönteminde geometrik ön kusurlar, doğrudan doğruya modellenebildiği gibi fiktif yük olarak ta ele alınabilirler. Doğrudan doğruya modellemede malzemenin geometrik ön kusurları model üzerinde birebir modellenir. Fiktif yük olarak dikkate alınması durumunda, düğüm noktasının kusur düzeyi kadar yer değiştirmesini sağlayacak bir kuvvet, düğüm noktasına uygulanmaktadır. Buna göre, fiktif yatay yük katlar arası yapım toleransına bağlı olacak şekilde, her bir kata etkiyen düşey yükün 0.002 si olarak verilmektedir. Bu değer L/500 düzeyinde bir sistem ön kusuruna denk gelmektedir. Düğüm noktasında uygulanan

fiktif yükler sistemin şekil değiştirmemiş durumunda uygulanmaktadır. YDKT (Yük ve Dayanım Katsayıları ile Tasarım) yük kombinasyonları ve azaltılmış rijitlikler kullanılarak hesaplanan ikinci mertbe görelî kat ötelemelerin birinci mertbe görelî kat ötelemelerine oranı olan B_2 katsayısı 1.7 değerine eşit veya daha küçükse, geometrik fiktif yükler sadece düşey yükleri içeren YDKT yük kombinasyonlarında dikkate alınması yeterlidir. Aksi halde tüm kombinasyonlarda yatay fiktif yük hesaba katılacaktır.

Fiktif yük hesabı Denklem 2.3 ile gösterilmiştir.

$$N_i = 0.002\alpha Y_i \quad (2.3)$$

N_i : (i) Kat düzeyine etkitilecek fiktif yük, Y_i : YDKT ve GKT yükleme durumları ile belirlenen (i) kat kat döşemesine etkiyen toplam düşey yük, $\alpha=1$ (YDKT), $\alpha=1.6$ (GKT)

3.2. Dayanım ve Rijitliklerdeki Belirsizliklerin Dikkate Alınması

Elemandaki artık gerilmeler tarafından tetiklenen kısmı akmalar ve ilave stabilite bozucu etkiler oluşturan dayanım sınır durumları, yapının genel bir rijitliğinde yumuşamasına neden olmaktadır. GA yöntemi ayrıca, plastisitenin eleman kesiti ve eleman uzunluğu boyunca oluşan malzeme bakımından elastik olmayan davranışı(plastisite) hesaba katan yöntemdir. Elemanların gerekli rijitliklerine



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:31 K:16

(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

karar vermek için iki rijitlik azaltması ($0.8EA$ veya $0.8\tau_b EI$) durumu uygulanmaktadır.

- Tüm yapı elemanlarının eğilme, kayma ve eksenel rijitlikleri 0.8 katsayısı ile çarpılarak azaltılacaktır.

$$EA^*=0.8EA \quad (2.4)$$

- Eğilme rijitlikleri yapısal stabilite üzerinde etkili olan tüm elemanlarda, basınç kuvvetin düzeyine bağlı olarak, eğilme rijitlikleri ayrıca τ_b katsayısı ile çarpılacaktır. Bu durumda eğilme rijitliği Denklem 2.7 ile τ_b katsayısı Denklem 2.5 veya 2.6 ile hesaplanacaktır.

$$\alpha P_r / P_{ns} \leq 0.5 \text{ için } \tau_b = 1 \quad (2.5)$$

$$\alpha P_r / P_{ns} > 0.5 \text{ için} \quad (2.6)$$

$$EI^*=0.8\tau_b EI \quad (2.7)$$

P_r :YDKT veya GKT yük birleşimleri altında hesaplanan gerekli eksenel basınç kuvveti dayanımı. P_{ns} :Eleman enkesit basınç kuvveti dayanımı($=F_y A_g$ veya narin elemanlar için $=F_y A_e$), $\alpha=1.0$ (YDKT) veya $\alpha=1.6$ (GKT)

3.3. İkinci Mertebe Etkilerin Dikkate Alınması

GA yönteminde ikinci mertebe etkileri doğrusal olmayan analiz ile belirlenmesi önerilir. Ancak yaklaşık ikinci mertebe analiz ile etkilerin belirlenmesi alternatif bir yöntem olarak sunulmuştur.

4. Burkulma Boyu(BB) Yöntemi

Burkulma boyu(BB) yöntemi ilk olarak AISC ile 1961 yılında tanıtılan ve yarım yüzyılı aşkın süredir kullanılıp ve kullanılmaya devam eden çelik tasarım yöntemlerindedir. GA yöntemine alternatif olarak BB yöntemi, sınır durumlar içerisinde, burkulma boyu katsayısı K kullanılarak uygulanabilir. Aşağıdaki sınırlar içerisinde BB yöntemi GA yöntemi yerine kullanılabilir.

1. Düşey yüklerin düşey çerçeveler, kolonlar ve perdeler tarafından taşındığı yapı sistemlerinde uygulanabilir.
2. Tüm katlarda, YDKT yük birleşimlerinden veya GKT yük birleşimlerinin 1.6 katına eşit yüklemelerden oluşan ikinci mertebe görelî kat ötelemelerinin birinci mertebe görelî kat ötelemelerine oranı olan B_2 katsayısı 1.5 değerine eşit veya daha küçük olmalıdır.

BB yönteminin dikkate aldığı durumlar bölüm alt başlıkları ile sunulmuştur.

4.1. Geometrik Ön Kusurların Dikkate Alınması

BB yöntemi; GA yönteminde sunulan geometrik ön kusurların dikkate alınması durumu ile aynı esaslara sahiptir. Sadece BB yöntemi uygulama sınır şartı $B_2 \leq 1.5$ durumundan dolayı fiktif yükler sadece düşey yükleri içeren YDKT yük kombinasyonlarında sisteme dahil edilecektir.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:31 K:16

(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

4.2. Dayanım ve Rijitliklerdeki Belirsizliklerin Dikkate Alınması

Dayanım ve rijitliklerdeki belirsizliklerin dikkate alınması konusunda GA yönteminde yapılan rijitlik azaltması yerine; BB yönteminde burkulma boyu katsayısı K kullanılarak, gerekli dayanım ve rijitliğin burkulma boyu katsayısının $K \geq 1$ durumu ile sağlandığı varsayılmaktadır.

4.1. İkinci Mertebe Etkilerin Dikkate Alınması

BB yönteminde ikinci mertebe etkileri doğrusal olmayan analiz ile belirlenmesi önerilir. Ancak yaklaşık ikinci mertebe analiz ile etkilerin belirlenmesi alternatif bir yöntem olarak sunulmuştur.

4.2. Burkulma Boyu Katsayısı(K)

Burkulma boyu katsayısı, K ile yapılan tasarımlarda mevcut dayanımı hesaplamak için eleman burkulma boyu(etkin uzunluğu) dikkate alınarak hesap yapılır. $K > 1$ olması durumu için eleman etkin uzunluğu olarak efektif uzunluğun kullanılmasıyla, plastisitenin eleman kesiti ve boyunca yayılmasının hesaba katıldığı varsayılır. Bu sebeple analizde rijitlik azaltmasına gerek yoktur.

Burkulma boyu katsayısı K hesabı için literatürde birçok yöntem bulunmaktadır (Kavanagh,1962; Johnston, 1976; LeMessurier,1977; ASCE, 1997; White ve Hajjar, 1997).

Burkulma boyu katsayısının hesabı için yaygın olarak kullanılan yöntem hizalama nomogramları ve denklemleridir (Kavanagh, 1962). Bu nomogramlar gerçek yapılarda tamamı nadiren bulunan idealleştirilmiş koşulların varsayımına dayanmaktadır. Hizalama nomogramları, yanal yer değiştirmesi önlenmiş ve önlenmemiş olarak ikiye ayrılır. Nomogramlardan ve denklemlerden hesap yapılabilmesi için düğüm noktalarını ifade eden G değerlerinin hesaplanması gerekir. G değeri Denklem 2.8 ile hesaplanır.

$$G = \frac{\sum(E_c I_c / L_c)}{\sum(E_g I_g / L_g)} \quad (2.8)$$

$E_c I_c$: Kolon enkesiti eğilme rijitliği, L_c : Kolon boyu, $E_g I_g$: Kiriş enkesiti eğilme rijitliği, L_g : Kiriş boyu

Yanal yer değiştirmesi önlenmemiş çerçeveler: Yanal yer değiştirmesi önlenmemiş çerçevelerin stabilitesi, rijit bağlantılı kirişler ve kolonların eğilme rijitliğine bağlıdır. Elemanların boyutlarına ve sistem rijitliğine göre kayma şekil değiştirmelerinden kaynaklanan rijitlik azaltması göz önüne alınması gerekebilir. Bu rijitlik azaltması eleman boyu L yerine, etkin boy KL kullanılmasıyla sağlanır. Bu nedenle yanal yer değiştirmesi önlenmemiş sistemlerde K katsayısı 1 den büyüktür. Yanal yer değiştirmesi önlenmemiş çerçeve kolonlarının burkulma boyu katsayısı Denklem 2.9 ile hesaplanır.

$$K = \sqrt{\frac{G_A(1.6G_B + 4.0)(4G_B + 7.5)}{G_A + G_B + 7.5}} \quad (2.9)$$



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:31 K:16

(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

Yanal yer değiştirmesi önlenmiş çerçeveler: Yanal yer değiştirmesi önlenmiş sistemlerde nomogram veya denklem ile bulunan burkulma boyu katsayısı K , birden küçüktür. Elemanların burkulma boyları, elemanın dayanım sınır durumunu belirlemesi ve stabilite tasarımı için $K > 1$ durumu kullanılmasını gerektirdiğinden yanal yer değiştirmesi önlenmiş sistemlerde burkulma boyları $K=1$ olarak alınması gerekmektedir.

Burkulma boyu katsayısı, K hesabı için yapılan düzenlemeler: Hizalama nomogramları ve denklemlerinde yapılan kabuller ve idealleştirme koşullarının gerçek yapı sistemlerine uygulanabilmesi için bazı düzenlemeler yapılması gerekmektedir.

G_A ve G_B büyüklüklerinin hesabında, kolonların ve kirişlerin sınır koşullarına bağlı olarak, yapılan düzenlemeler:

- Temellere rijit olarak bağlanmayan kolonlarda, gerçek bir mafsallı bağlantı olmadığı sürece, pratik uygulamalar bakımından $G=10$ olarak alınabilir. Kolonun temele bağlantısının rijit olması halinde, temel dönmesinin sıfıra eşit olduğu kanıtlanmadığı sürece, $G=1$ olarak alınabilir.
- Yanal yer değiştirmenin önlenmediği çerçeve kirişlerinde, kiriş $E_g I_g / L_g$ eğilme rijitliği katsayı ile çarpılarak büyütülür. Kirişin diğer ucu ankastre olarak mesnetlenmesi halinde katsayının değeri 2, diğer ucunun mafsallı olarak mesnetlenmesi halinde ise 1.5 olarak alınır.

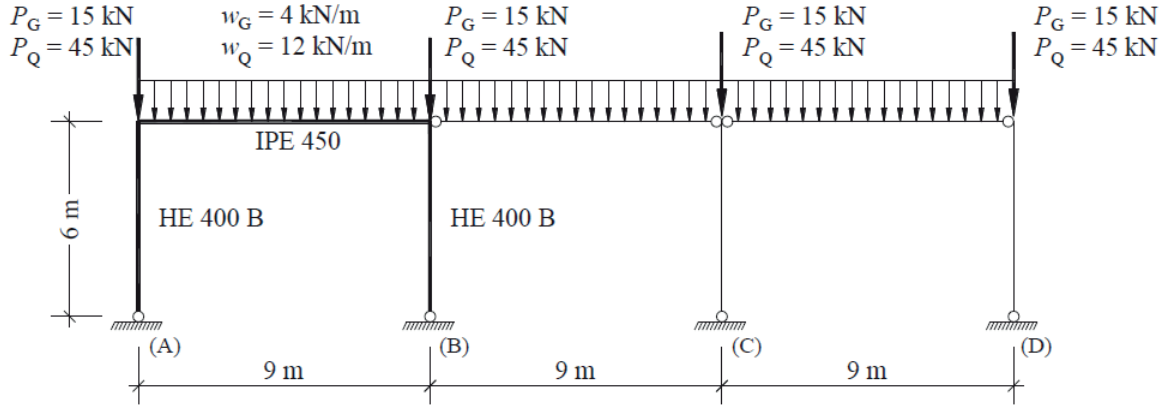
- Yanal yer değiştirmesinin önlenmediği çerçeve kirişlerinde, kiriş $E_g I_g / L_g$ eğilme rijitliği katsayı ile çarpılarak azaltılır. Kirişin diğer ucu ankastre olarak mesnetlenmesi halinde katsayı değeri $2/3$, diğer ucunun mafsallı olarak mesnetlenmesi halinde ise 0.5 olarak alınır.
- Nomogram denklemlerinde önemli varsayımlardan biri birleşimlerin rijit olduğu kabulüdür. İncelenen düğüm noktasındaki kirişin kolona birleşimi moment aktaran birleşim değilse, kolon uç noktası rijitliği hesaplanırken kiriş rijitliği dikkate alınmaz.

ANALİZ ve BULGULAR

ÇYTHYE-2016 yönetmeliği çerçevesince yöntemlerin sınır durumları dikkate alınarak çerçeve sistemi ve üç boyutlu yapı sistemi çözülmüştür.

1. Çerçeve Sistem Uygulaması

X-Z düzleminde geometrisi ve servis yükleri Şekil 3'te verilen çerçeve sistemin Burkulma Boyu ve Genel Analiz yöntemlerine göre gerekli dayanımlarının belirlenmesi yapılacaktır. Çerçeve elemanları düzlemde kuvvetli eksenleri etrafında çalıştırılmıştır. A ve B akslarındaki kolonları birbirine bağlayan kirişin ankastre, diğer kirişler mafsallı olarak bağlanmıştır. Tüm kolonlar sabit mesnet olarak temele mesnetlenmiştir. Aks isimleri kolon isimleri olarak ifade edilecektir. Öncelikle YDKT yüklemesine



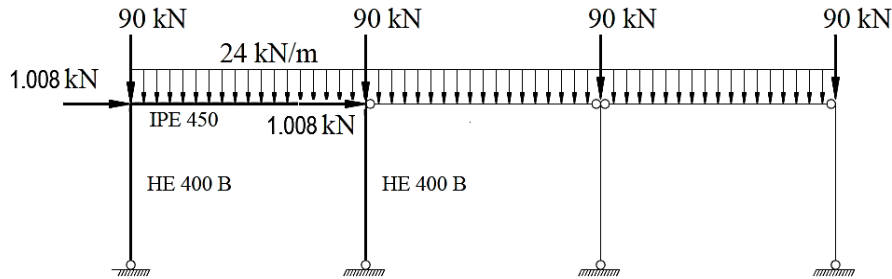
Şekil 3. Çerçeve Sistemi ve Yük Durumları Gösterimi

göre birinci mertbe analiz yapılacaktır. Sonrasında her iki stabilite tasarım yöntemi için (GA ve BB) yaklaşık ikinci mertbe analiz yapılarak sonuçlar bulunacak ve doğrusal olmayan analiz sonuçlarıyla karşılaştırılacaktır. Analizlerde çerçeve öz ağırlığı ihmal edilmiştir. Çerçeve sistemin oluşturulduğu çeliğin akma gerilmesi $F_y = 275 \text{ N/mm}^2$ olarak kabul edilmiştir.

Her iki stabilite tasarım yöntemi ile hesap yapılabilmesi için geometrik ön kusur sınır du-

rumlarının dikkate alınması gerekmektedir. BB yönteminde yatay yüklerin bulunduğu kombinasyonlarda fiktif yük hesaba katıldığından ve fiktif yüklerin dikkate alınabileceği elverişsiz yükleme durumunu oluşturacak YDKT yük kombinasyonuna (1.2G+1.6Q) göre hesap yapılacaktır.

YDKT 1.2G+1.6Q yükleme ve geometrik ön kusurları dikkate almak için uygulanan fiktif yüklerin görünümü Şekil 4 ile gösterilmiştir.



Şekil 4. Çerçeve YDKT Yükleme ve Fiktif Yük Görünümü



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:31 K:16

(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

GA yöntemi rijitlik azaltması koşulları kontrol edilerek rijitlikler $0.8EA-0.8EI$ olarak alınmıştır. BB yöntemi katsayısı K hesabı, yatay öteleme önlenmemiş nomogram denklemi ve K katsayısı hesap düzenlemeleri ile yapılmıştır. Elemanların tasarım dayanımları

yöntemlere göre değişiklik göstermektedir. Yaklaşık ikinci merteye analiz yöntemi katsayıları (B_1 ; B_2) belirtildiği şekilde hesaplanmıştır. Yöntemlere göre değişken değerler ve yöntemlerin analiz sonuçları Tablo 2 ile sunulmuştur.

Tablo 2. Stabilité Tasarım-Analiz Yöntemlerinde Kullanılan Değişken Değerler ve Sonuçları

Kolon	Yöntemler	K	B_1	B_2	EA-EI	P_r (kN)	M_r (kNm)	P_d (kN)	M_d (kNm)	Δ (mm)	K.O.
A	1. Merteye	1	-	-	1	196.66	121.8	3342.6	799.68	1.556	0.182
	BB-YİMA	2.41	1.010	1.163	1	196.44	121.6	3226.5	799.68	1.556	0.182
	BB-Nonlinear	2.41	-	1.12	1	196.49	120.99	3226.5	799.68	1.748	0.182
	GA-YİMA	1	1.008	1.211	0.8	196.38	121.54	3342.6	799.68	1.936	0.181
	GA-Nonlinear	1	-	1.153	0.8	196.45	120.91	3342.6	799.68	2.232	0.181
B	1. Merteye	1	-	-	1	307.34	133.92	3342.6	799.68	1.467	0.213
	BB-YİMA	2.41	1.006	1.163*	1	307.56	136.18	3226.5	799.68	1.467	0.220
	BB-Nonlinear	2.41	-	1.12*	1	307.51	134.58	3226.5	799.68	1.66	0.216
	GA-YİMA	1	1.012	1.211*	0.8	307.62	136.73	3342.6	799.68	1.824	0.217
	GA-Nonlinear	1	-	1.153*	0.8	307.55	134.86	3342.6	799.68	2.120	0.215

Tabloda; KL: Kolon, K:Burkulma boyu katsayısı, B_1 : P- δ Etkilerini içeren katsayı (YİMA), B_2 : YİMA için P- Δ Etkilerini içeren katsayı; Nonlinear için Stabilité tasarım yöntemlerine göre rijitlikleri azaltılmış veya azaltılmamış sistemin, ikinci merteye kat ötelemelerinin birinci merteye kat ötelemelerine oranı, EA-EI: Eksenel, kayma ve eğilme rijitlikleri, P_r : yüklerden oluşan eksenel kuvvet, M_r : Yüklerden oluşan Moment, P_d : Tasarım eksenel kuvvet dayanımı, M_d : Tasarım moment kuv-

vet dayanımı, Δ : Zemin kat sistem elverişsiz deplasmanı, K.O: Kapasite oranı, BB-YİMA: Burkulma Boyu yöntemi ile Yaklaşık İkinci Merteye Analizi, BB-Nonlinear: Burkulma Boyu yöntemi ile Doğrusal Olmayan Analizi, GA-YİMA: Genel Analiz yöntemi ile Yaklaşık İkinci Merteye Analizi, GA-Nonlinear: Genel Analiz yöntemi ile Doğrusal Olmayan Analizi, ifade etmektedir.

*Sistem (A ve B kolonu) için tek bir B_2 hesabı yapılmıştır. B_2 hesabında sistemin en bü-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:31 K:16

(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

yük deplasmanı olan, A kolonu deplasmanı kullanılmıştır.

2. Üç Boyutlu Yapı Sistemi Uygulaması

TBDY-2018 yönetmeliği koşulları yerine getirilerek ÇYHTYE-2016 yönetmeliğine göre boyutlandırılmış olan yapı sistemi, birinci merteye analizi ve dört farklı stabilite tasarım-analiz yöntemlerine göre SAP2000 v22.2.0 programı ile yapılmıştır. Yapı sistemi görünümü Şekil 5 ve Şekil 6 ile gösterilmiştir.

Yapı x eksenini doğrultusunda mafsalı süneklik düzeyi yüksek çaprazlı çerçeve ve y eksenini doğrultusunda süneklik düzeyi yüksek moment aktaran çerçeveden oluşmaktadır. Tüm kolonların (HE450B) güçlü yönü y eksenini doğrultusunda çalışmaktadır. X eksenini doğrultusunda çapraz elemanlar (kutu140*140*12mm) yatayda taşıyıcı sistemi oluşturmaktadır.

İşyeri olarak inşa edilmesi düşünülen binanın coğrafi konumu, İstanbul/Avcılar bölgesinde olmak üzere, enlem ve boylam değerleri sırasıyla 40.9935 ve 28.7029 olarak belirlenmiştir. Binanın ZC zemin sınıfı üzerinde inşa edileceği varsayılmıştır. Kat döşemeleri, çelik kirişlere ankrajlar ile mesnetlenen betonarme döşeme sisteminden meydana gelmek-

tedir. Kompozit döşeme sisteminin düzlem içinde rijit bir diyafram oluşturacağı varsayılmıştır. Analizi yapılacak olan yapıya her kat düzeyine farklı rijit diyaframlar tanımlanmıştır. Taşıyıcı elemanların özellikleri Tablo3 ile gösterilmiştir.

Deprem verileri TBDY-2018'e göre bina kullanım sınıfı BKS=3, bina önem katsayısı I=1, tasarım spektral ivme katsayıları $S_{D5}=1.453$, $S_{D1}=0.492$, deprem tasarım sınıfı DTS=1, bina yükseklik sınıfı BYS=5 ve tasarım yaklaşımı, dayanıma göre tasarım olarak belirlenmiştir. Eşdeğer deprem yükü TBDY Tablo 4.4' e göre uygulanabilir. Yapı sistemi için eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılacaktır. Yapı doğrultu periyotları 0.966sn (X) ve 1.923sn (Y) olarak bulunmuştur. Ancak bina türü yapıların doğrultulara göre bulunan hakim doğal titreşim periyot değerleri TBDY'ye göre hesaplanan ampirik periyot değerinin 1.4 katını geçmeyecektir kuralı nedeniyle, yapının doğrultulara göre periyot değerleri 0.966sn (X), 1.363sn (Y) olarak belirlenmiştir. Buna göre doğrultuların azaltılmış tasarım spektrumları belirlenmiştir. Doğrultulara göre azaltılmış tasarım spektrumları Şekil 7 ve Şekil 8 ile gösterilmiştir.

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

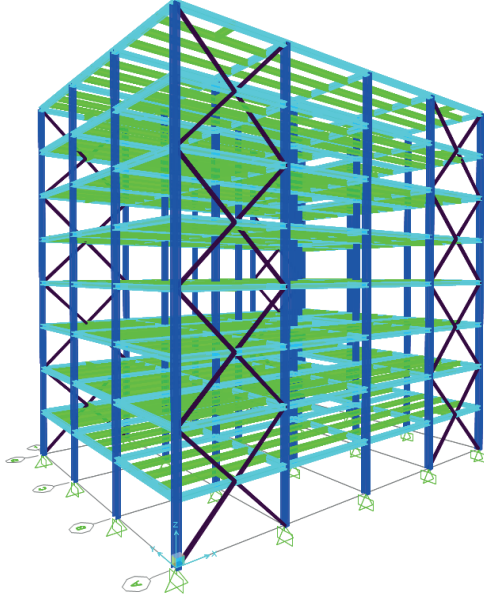
ID:31 K:16

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

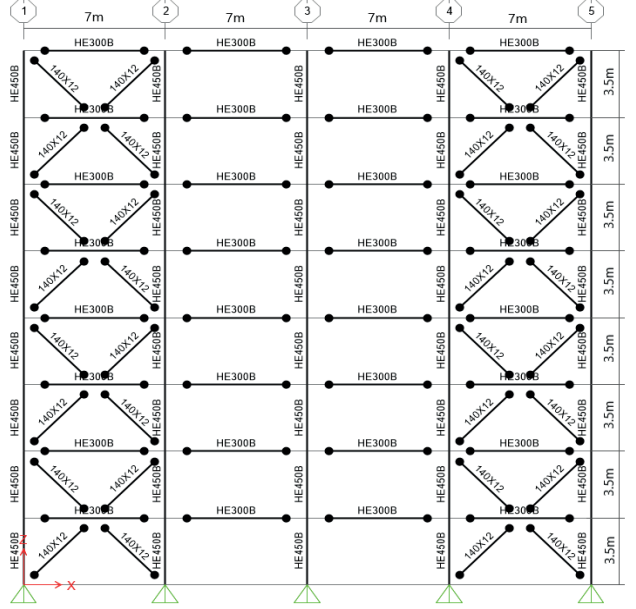
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



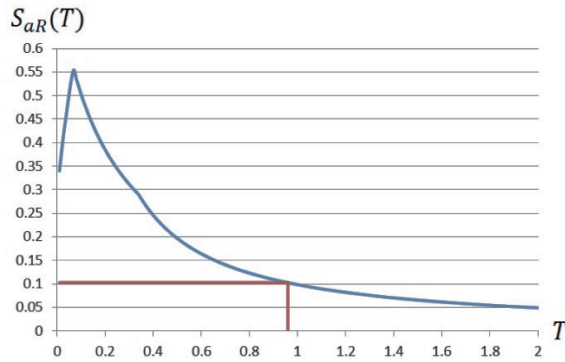
Şekil 5. Genel Sistem Görünüşü



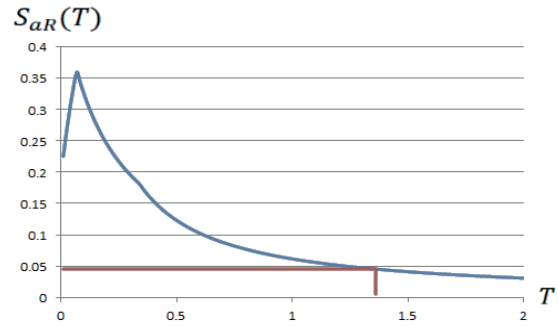
Şekil 6. Sistem A Aksı Çerçeve Sistemi

Tablo 3. Taşıyıcı Sistem Eleman Özellikleri

Taşıyıcı Sistem Elemanı	Profil	Malzeme
Kolonlar	HE450B	S355
Ana kirişler	HE300B	S275
İkincil ara kirişler	IPE360	S275
Çaprazlar	Kutu140*140*12mm	S275



Şekil 7. Azaltılmış Tasarım Spektrumu (X)



Şekil 8. Azaltılmış Tasarım Spektrumu (Y)



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:31 K:16

(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

Tasarım spektrumlarına göre doğrultu eşdeğer deprem yükleri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$V_{tE}(x) = m_t S_{aR}(x) \geq 0.04 m_t I S_{DS}$$

$$V_{tE}(x) = 27809.4(0.102) \geq 0.04(27809.4)1(1.453)$$

$$V_{tE}(x) = 2836.6kN \geq 1616.3kN$$

$$V_{tE}(y) = m_t S_{aR}(y) \geq 0.04 m_t I S_{DS}$$

$$V_{tE}(y) = 27809.4(0.045) \geq 0.04(27809.4)1(1.453)$$

$$V_{tE}(y) = 1251.4kN \geq 1616.3 \times$$

$$E_z = (2/3) S_{DS} G$$

$$E_z = (2/3) 1.453G = 0.97G$$

$$V_{tE}(x) = 2836.6kN,$$

$$V_{tE}(y) = 1616.3kN \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

hesaplanan deprem kuvvetleri Sap2000 programından elde edilen sonuçlarla kontrol edilmiştir.

Yapı sistemi tasarımı ÇYTHYE-2016'ya uygun olarak birinci mertbe analizi Sap2000 programı ile yapılmıştır. Stabilite tasarım yöntemleri olan, genel analiz yöntemi ile doğrusal olmayan analiz, genel analiz yöntemi ile yaklaşık ikinci mertbe analiz, burkulma boyu yöntemi ile doğrusal olmayan analiz, burkulma boyu yöntemi ile yaklaşık ikinci mertbe analizi yine Sap2000 programıyla yapılarak sonuçlar elde edilmiştir. Yükleme

durumu için YDKT yöntemi kullanılmıştır. Y doğrultusunda en elverişsiz yükleme durumunu 1.2G+Q+0.2S+0.3Ex+Ey+0.3Ez kombinasyonu oluşturmuştur. X doğrultusunda en elverişsiz yükleme durumunu 1.2G+Q+0.2S-Ex-0.3Ey+0.3Ez kombinasyonu oluşturmuştur. Sonuçların değerlendirilmesi ve karşılaştırılması amacıyla Y doğrultusu için zemin kat 3/B aksı kolonu (12); X doğrultusu için zemin kat 4/A aksı çapraz elemanı (7) ele alınmıştır. Yöntemlere göre değişken değerler ve tasarım-analiz yöntemleri sonuçları Tablo 4'te sunulmuştur.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:31 K:16

(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. Stabilité Tasarım-Analiz Yöntemlerinde Kullanılan Değişken Değerler ve Sonuçları

Eleman ve doğrultu	Yöntemler	K	B_1	B_2	EA-EI	P_r (kN)	M_r (kNm)	P_d (kN)	M_d (kNm)	Δ (mm)	K.O.
12 Numaralı Kolon (Y)	1. Mertebe	1	-	-	1	3405.2	298.65	5867.3	1272.2	7.82	0.789
	BB-YİMA	1.9	1.027	1.081	1	3405.5	322.35	5867.3	1272.2	7.82	0.806
	BB-Nonlinear	1.9	-	1.12	1	3405.6	320.39	5867.3	1272.2	8.74	0.804
	GA-YİMA	1	1.027	1.101	0.8	3403.9	328.04	5867.3	1272.2	9.59	0.809
	GA-Nonlinear	1	-	1.11	0.8	3404.1	325.83	5867.3	1272.2	10.69	0.808
7 Numaralı Çapraz (X)	1. Mertebe	1	-	-	1	715.38	1.53	905.3	73.2	3.11	0.809
	BB-YİMA	1	2.128	1.015	1	722.69	3.25	905.3	73.2	3.11	0.838
	BB-Nonlinear	1	-	1.016	1	723.23	2.79	905.3	73.2	3.16	0.833
	GA-YİMA	1	2.133	1.018	0.8	724.44	3.26	905.3	73.2	3.8	0.840
	GA-Nonlinear	1	-	1.042	0.8	725.33	3.71	905.3	73.2	3.96	0.846

Tabloda; K:Burkulma boyu katsayısı, B_1 : P- δ Etkilerini içeren katsayı (YİMA), B_2 : YİMA için P- Δ Etkilerini içeren katsayı; Nonlinear için Stabilité tasarım yöntemlerine göre rijitlikleri azaltılmış veya azaltılmamış sistemin, ikinci mertebe kat ötelemelerinin birinci mertebe kat ötelemelerine oranı, EA-EI: Eksenel, kayma ve eğilme rijitlikleri, P_r : yüklerden oluşan eksenel kuvvet, M_r : Yüklerden oluşan Moment, P_d : Tasarım eksenel kuvvet dayanımı, M_d : Tasarım moment kuvvet dayanımı, Δ : Zemin kat sistem elverişsiz deplasmanı, K:O: Kapasite oranı, BB-YİMA: Burkulma Boyu yöntemi ile Yaklaşık İkinci Mertebe Analizi, BB-Nonlinear: Burkulma Boyu yöntemi ile Doğrusal Olmayan Analizi, GA-YİMA: Genel Analiz yöntemi ile Yaklaşık İkinci Mertebe Analizi, GA-Nonlinear: Genel Analiz

yöntemi ile Doğrusal Olmayan Analizi, ifade etmektedir.

TARTIŞMA

Çerçeve Sistemi Analiz Sonuçları

Deplasman değerleri incelendiğinde, BB-YİMA yöntemi ve birinci mertebe analizi ile elde edilen deplasman değerlerinin aynı olduğu görülmektedir. BB yönteminde kullanılan burkulma boyu katsayısı K'nın sistem deplasmanlarına etki etmediği anlaşılmaktadır. GA yöntemlerinde ise yapılan rijitlik azaltmaları nedeniyle birinci mertebe deplasman değerlerinden daha yüksek değerler elde edilmiştir. Deplasmandaki artış ikinci mertebe etkilerin daha etkin olmasına ve stabilité bozucu faktörlerin artmasına neden olabilmektedir. Ya-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:31 K:16

(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

pılan Rijitlik azaltması ile oluşan daha fazla deplasman değeri yapı stabilitesini daha iyi irdeleme olanağı sağlamaktadır.

Stabilite tasarımında kullanılan GA ve BB yöntemlerinin hesap detayları incelendiğinde, BB yöntemi eleman tasarım basınç kuvveti dayanımını, K katsayısı ile azaltmayı hedeflemektedir. Bu nedenle elemanda oluşacak kapasite oranı, azaltılmış aksenal kuvvet dayanımı ile dikkate alınmaktadır. GA yönteminde elamanın tasarım dayanımlarında değişiklik yapmadan, eleman rijitliklerini azaltarak elemanın ve sistemin şekil değiştirmeleri dikkate alınmaktadır.

Geometri bakımından doğrusal olmayan analiz (nonlinear) yönteminin, yönetmelik tarafından kullanılması önerilen yöntem olması sebebi ile gerçek davranışa yakın sonuçlar verdiği söylenebilir. B kolonu iç kuvvetleri incelendiğinde; şekil değiştirmeler dikkate alınarak (nonlinear) yapılan analiz sonuçlarında, birinci mertebe analize sonuçlarına göre artışlar görülmektedir. Ancak A kolonunda şekil değiştirmelerden dolayı oluşan iç kuvvetlerin azaldığı gözlenmektedir. Doğrusal olmayan analiz ile yaklaşık ikinci mertebe analiz sonucu elde edilen iç kuvvet değerleri karşılaştırıldığında, aksenal kuvvet değerlerinde birbirine yakın sonuçlar görülmüştür. Moment değerlerinde ise yaklaşık ikinci mertebe analizin doğrusal olmayan analiz değer-

lerinden daha yüksek moment değerleri verdiği görülmektedir.

Üç Boyutlu Yapı Sistemi Analiz Sonuçları

Yapı planında orta bölgede bulunan 12 numaralı kolon elemanının (3/B aksı) y eksenini doğrultusunda (moment çerçeve sistemi) değerlendirmeleri aşağıda yapılmıştır.

İç kuvvetlere göre değerlendirme yapıldığında, kolon aksenal kuvvet değerleri birinci mertebe değerlerine nispeten değişiklik göstermemiştir. Aksenal kuvvetteki değişimin olmamasının nedeni; yapı planı orta aks kolonu olmasından kaynaklanmaktadır. Moment değerleri incelendiğinde birinci mertebe analiz yöntemi sonuçlarına göre %7-10 oranlarında artışlar görülmüştür. Moment değerleri doğrusal ve doğrusal olmayan analize göre incelendiğinde, en yüksek değerlerin yaklaşık ikinci mertebe analizinde (YİMA) ortaya çıktığı görülmektedir. Nonlinear analizin yapılamadığı yapılar için, YİMA'nın kullanımı çerçeve sistemlerin tasarımı için avantaj sağlamaktadır. GA ve BB yöntemleri açısından sonuçlar incelendiğinde, GA yöntemi kullanılarak elde edilen moment değerleri BB yöntemi kullanılarak elde edilen moment değerlerinden daha büyük çıktığı gözlenmektedir.

Deplasman değerleri incelendiğinde en yüksek değerlerin GA yöntemlerinde olduğu görülmektedir. GA yönteminin deplasman de-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:31 K:16

(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

ğerlerinin büyük olması, eleman rijitliklerini azaltılmasından kaynaklanmaktadır. Deplasmanı artan sistemin ikinci mertebe etkileri ile moment değerleri daha fazla artış göstermiştir. Bu nedenle GA yöntemi; ikinci mertebe etkilerini BB yönteminden daha iyi irdeleme şansı tanımaktadır.

Yapılan çalışmada BB yöntemi için kullanılan K katsayısı değerleri normal katlarda tasarım eksenel kuvvet kapasitelerinde azaltma yaparken, zemin kat kolonlarında azaltma yapılmadığı gözlenmiştir. Bu durumun sebebi zemin kat burkulma boyu katsayılarının daha küçük değerlere sahip olmasından kaynaklanmıştır. Bu durum BB yöntemine dezavantaj sağlamıştır.

Yapılan analizler sonucunda eleman kapasite oranları incelendiğinde, stabilite tasarım yöntemleri kapasite oranlarının birbirine yakın değerlerde olduğu görülmektedir. Stabilite tasarım yöntemleri ile analiz sonucunda, birinci mertebe kapasite oranından %2 civarında daha yüksek oranlar elde edilmiştir. Kapasite oranındaki bu artışa moment değerlerindeki artış neden olmaktadır. Moment değerlerindeki artışa etki eden en önemli faktörün ikinci mertebe etkileri olduğu söylenebilir.

Çapraz elemanı iç kuvvetleri incelendiğinde, stabilite tasarım yöntemlerinin analizleri sonucunda elde edilen eksenel kuvvet ve moment değerlerinde, birinci mertebe analiz so-

nuç değerlerine göre yapı elemanını etkileyecek artışlar görülmüştür. Bu artışlar eksenel kuvvet değerlerinde %1-2, moment değerlerinde %82-143 oranları arasında değişiklik göstermektedir. Bu durum, ikinci mertebe analiz sonucunda Çapraz elemanın eksenel kuvvet değerinde çok fazla değişim gözlenmeyeceği, moment değerinde ise oransal olarak ciddi artışlar gözlenebileceği şeklinde yorumlanabilir. Ancak Çapraz elemanlar, birinci mertebe analizde zaten eksenel yük taşıma kapasitesi yüksek elemanlar olarak tasarlandıkları için moment kapasiteleri çok çok düşük değerdedir. Dolayısıyla çok düşük olan moment kapasitesindeki ortalama %100 lerdeki artış oranı çapraz elemanlarda önemli etkiler ortaya çıkmasına sebep olmamaktadır. Elemanın eksenel kuvvet-moment etkileşim denklemleri üzerinden bu inceleme yapılacak olursa, moment kapasite oranındaki bu artış %3-5 aralığında değişen oranlarda elemanın taşıma kapasitesinde artışa neden olmaktadır.

SONUÇ

Yapılan çalışmalar, eksenel kuvvet ve moment değerleri açısından incelenecek olursa, Burkulma Boyu (BB) ve Genel Analiz (GA) yöntemleri farklı iç kuvvet değerlerini irdelediği görülür. BB yöntemi eksenel kuvvet, GA yönteminde moment değeri üzerinde yoğunlaşmaktadır. Ancak eleman kapasite sonuçlarını gösteren, eğilme ve basınç altındaki bile-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:31 K:16

(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

şik etki denklemleri sonuçları birbirine yakın çıkmaktadır.

Burkulma boyu yönteminde kullanılan burkulma boyu katsayısı K, yapı deplasmanını etkilememektedir. Genel analiz yöntemi rijitliklerdeki azaltma sebebiyle, tasarımı yapılan yapının deplasman ve oluşabilecek ikinci mertebe etkileri ile sınır değerlerini zorlamaya yönelik çalışmaktadır. Böylesi bir zorlama tasarımcı için yapı stabilitesini daha iyi irdeleme şansı tanımaktadır.

Burkulma boyu yöntemi için K katsayısının hesabının tartışma konusu olması ve bu nedenle standartlar tarafından net bir K katsayısı hesabı önerilmiyor olması, yöntem için en büyük dezavantajdır. Genel analiz yönteminde böyle bir durum söz konusu olmadığından hesaplardaki netlik ve uygulanabilirlik sınır durumlarından dolayı GA yöntemi daha güvenilirdir.

Doğrusal olmayan analiz yöntemi, YİMA yöntemine göre şekil değiştirmeleri analize dahil edebilmesi sebebiyle gerçek davranışa daha yakın sonuçlar vermektedir. Bu durum göz önüne alınarak, kolon elemanları için yaklaşık ikinci mertebe analizi ile doğrusal olmayan analiz eleman kapasite oran sonuçları karşılaştırıldığında sonuçların birbirine yakın değerler sergilediği söylenebilir. Sonuçlar iç kuvvetler açısından irdelediğinde, eksenel kuvvet değerlerinin her iki yöntemde

de birbirine yakın değerlere ulaştığı görülür. Ancak moment değerleri karşılaştırıldığında yaklaşık ikinci mertebe analiz sonuçlarının doğrusal olmayan analiz sonuçlarından %1 ile %5 arasında değişen oranlarda daha yüksek değerlere ulaştığı söylenebilir. Bu durum yaklaşık ikinci mertebe analizi ile yapılan stabilite tasarımında daha güvenli bölgede kalındığını göstermektedir. Tasarım mühendislerinin deprem hesabında sıklıkla kullandığı spektrum(mod birleştirme) yöntemi, süperpozisyon prensibine dayandığından doğrusal olmayan analiz ile kullanılamamaktadır. Bu durum, tasarım mühendislerinin YİMA ile spektrum(mod birleştirme) yöntemi kullanımına olanak sağlamaktadır.

Çaprazlı sistemlerde eleman bazındaki şekil değiştirmelerden oluşabilecek etkiler tasarım yöntemlerine göre değişiklik göstermektedir. BB yöntemi ile tasarım yapıldığında YİMA'nın nonlineer analiz sonuçlarını yakaladığını ancak GA yöntemi ile tasarımda YİMA'nın nonlineer analiz sonuçlarını yakalayamadığı görülmüştür. GA yönteminde, AISC 360-16 C.A.7'de belirtildiği üzere, B_1 katsayısının 1.2'den büyük olduğu durumlarda nonlineer analizin tercih edilmesi daha uygun olacaktır.

ÖNERİ

Genel analiz yöntemi ile yaklaşık ikinci mertebe analiz yöntemleri bir arada kullanılarak



UHMFED

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:31 K:16

(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

yapılan stabilite tasarımında, B_2 katsayısı hesabı yapılırken AISC 360-16 A.8’de ifade edilen rijitliği azaltılmış sistem deplasmanı kullanılması önerilir. Bundan sonraki stabilite çalışmalarını için aşağıdaki öneriler dikkate alınabilir;

- Yapı sistemi ile ilgili olarak; yüksek katlı yapı türleri, planında düzensizliğin bulunduğu yapı çeşitleri, katlar arası rijitlik farklı bulunan yapılar veya taşıyıcı sistemi karmaşık olan eğik taşıyıcı sistemler ile ilgili çalışmalar yapılabilir.
- Deprem hesap yöntemi olarak eşdeğer deprem yükünden farklı mod toplama veya mod birleştirme yöntemleri kullanılabilir.
- Malzeme bakımından elastik olmayan analiz ile stabilite tasarımı incelenebilir.

KAYNAKÇA

AISC 360-10., (2010). An American National Standart Specification for Structural Steel Buildings, American Institute of Steel Construction, Chicago

AISC 360-16., (2016). An American National Standart Specification for Structural Steel Buildings, American Institute of Steel Construction, Chicago

AISC 360-16, APPENDIX, 7., (2016). An American National Standart Specification for Structural Steel Buildings, American

Institute of Steel Construction, Chicago, pp.245-249

AISC 360-16, APPENDIX, 8., (2016). An American National Standart Specification for Structural Steel Buildings, American Institute of Steel Construction, Chicago, pp.249-252

AISC 360-16, CHAPTER, C., (2016). An American National Standart Specification for Structural Steel Buildings, American Institute of Steel Construction, Chicago, pp.22-27

AISC 360-16, COMMENTARY CHAPTER, A.7., (2016). An American National Standart Specification for Structural Steel Buildings, American Institute of Steel Construction, Chicago, pp.568-579

AISC 360-16, COMMENTARY CHAPTER, A.8., (2016). An American National Standart Specification for Structural Steel Buildings, American Institute of Steel Construction, Chicago, pp.579-585

AISC 360-16, COMMENTARY CHAPTER, C., (2016). An American National Standart Specification for Structural Steel Buildings, American Institute of Steel Construction, Chicago, pp.287-298

AISC COMMITTEE, (2013). Stability Design Guide of Steel Buildings, American Institute of Steel Construction, USA



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:31 K:16

(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

AISC COMMITTEE, (2019). Design Examples V15.1, American Institute of Steel Construction, USA

ASCE, (1997). Effective Length and Notional Load Approaches for Assessing Frame Stability: Implications for American Steel Design, Task Committee on Effective Length, American Society of Civil Engineers, New York, NY

AYDİN, A.C., YAMAN, Z., AĞCAKOCA, E., KILIÇ, M., MAALİ, M., AGHAZADEH DİZAJİ, A., (2020). CFRP Effect on the Buckling Behavior of Dented Cylindrical Shells, International Journal of Steel Structures, 20(2): 425-435

AYDİN, A.C., BİLEN, M.B., MAALİ, M., (2021). Effect of Hydrochloric Acid Corrosion and CFRP Coating on the Buckling Behavior of Cylindrical Shells Under External Pressure. Scientia Iranica. 2886, 2901

BIRNSTIEL, C., IFFLAND, J.S.B., (1980). “Factors Influencing Frame Stability,” Journal of the Structural Division, ASCE, Vol. 106, No. 2, pp.491–504

CHEN, W.F., LUI, E.M., (1987). Structural Stability: Theory and Implementation (No. 624.12 C5)

ÇELİK YAPILARIN TASARIM, HESAP ve YAPIM ESASLARINA DAİR ESAS-

LAR, (2016). Çevre Şehircilik Bakanlığı, Ankara, 2016

ÇELİK YAPILARIN TASARIM, HESAP ve YAPIM ESASLARINA DAİR YÖNETMELİK HAKKINDA UYGULAMA KILAVUZU. (2017). Çevre Şehircilik Bakanlığı, Ankara, 2017

DURMAZ, M.G., (2015). Çelik Yapılarda Stabilité Analizi Yaklaşımlarının Değerlendirilmesi (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü)

KAVANAGH, T.C. (1962). “Effective Length of Framed Columns,” Transactions, Part II, ASCE, Vol. 127, pp.81–101

KORUCUK, F.M.A., MAALİ, M., KILIÇ, M., AYDIN, A.C., (2019). Experimental analysis of the effect of dent variation on the buckling capacity of thin-walled cylindrical shells. Thin-Walled Structures, 143, 106259

LEMESSURIER, W.J., (1977). “A Practical Method of Second Order Analysis, Part 2—Rigid Frames,” Engineering Journal, AISC, Vol. 14, No. 2, pp.49–67

MAALİ, M., KILIÇ, M., YAMAN, Z., AĞCAKOCA, E., AYDIN, A.C., (2019). Buckling and Post-Buckling Behavior of Various Dented Cylindrical Shells Using CFRP Strips Subjected to Uniform External Pressure: Comparison of Theoreti-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:31 K:16

(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

cal and Experimental Data, Thin-Walled Structures, 137, 29-39

MAALİ, M., BAYRAK, B., KİLİÇ, M., SAĞIROĞLU, M., AYDİN, A.C., (2021). Buckling Behavior of Double-Layered Composite Cylindrical Shells, International Journal of Pressure Vessels and Piping, 191, 104328

MCGUIRE, W., (1992). “Computer-Aided Analysis,” Constructional Steel Design: An Inter - National Guide, P.J. Dowling, J.E. Harding and R. Bjorhovde (eds.), Elsevier, New York, NY, pp.915–932

MCGUIRE, W., GALLAGHER, R.H., ZIEMIAN, R.D., (2000). Matrix Structural Analysis, 2nd Ed., John Wiley & Sons Inc., New York, NY, pp.529-529

NILOUFARI, A., SHOWKATI, H., MAALI, M., FATEMİ, S.M., (2014). Experimental investigation on the Effect of Geometric Imperfections on the Buckling and Post-Buckling Behavior of Steel Tanks Under Hydrostatic Pressure, Thin-Walled Structures, 74, 59-69

WHITE, D.W., (1993). Plastic-Hinge Methods for Advanced Analysis of Steel Frames, Journal of Constructional Steel Research, 24(2): 121-152

WHITE, D.W., HAJJAR, J.F., (1997). “Design of Steel Frames Without Consideration of Effective Length,” Engineering Structures, Elsevier, Vol. 19, No. 10, pp.797–810

ZIEMIAN, R.D., (ed.) (2010). Guide to Stability Design Criteria for Metal Structures, 6th Ed., John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:31 K:16

(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: Designs prepared based on engineering calculations enable maintaining the stability of steel construction members and load-bearing systems under unfavorable conditions. There are various parameters and behavioral factors that affect the stability of steel-framed structures (Birnstiel & Iffland, 1980; McGuire, 1992; White & Chen, 1993; ASCE, 1997; Ziemian, 2010). According to CYTHYE-2016, factors affecting structural stability are bending, shear and axial deformations in structural members and all other deformations that effective on structural displacements; second-order effects of deformation in structural members and displacement in structural systems; geometric imperfections; nonlinear deformations; uncertainties in strength and stiffness. Stability design is the combination of analysis to determine the required strengths of components and proportioning of components to obtain adequate strengths. Various methods are available to provide the required stability (Ziemian, 2010). The stability of structures and individual elements must be addressed by evaluating the structure as a whole, considering not only compression members, but also beams, bracing systems, and connections (AISC-360-16 C-C1). **Aim:** General Analysis (GA) and buckling length (BB) methods are presented in the AISC-360-16 and CYTHYE-2016 for structural stability designs. In design methods, deformations and second-order effects should be considered. Furthermore, the seismic codes also include nonlinear analysis and second-order approximate analysis approaches as assessment methods. A combination of these approaches yields four different design-analysis methods. This study, therefore, aims at identifying the pros and cons of these four methods and comparing their practicality within limit conditions. **Method:** Before conducting the study, the details and application principles of General Analysis (GA) and Buckling Length (BB) methods given in Section 6 of CYTHYE-2016 were examined. Both stability design methods require consideration of second-order effects. And second-order effects can be determined by geometric nonlinear analysis and second-order approximate analysis. These analysis and stability design methods should be considered together in stability designs. Accordingly, four different design-analysis methods are achieved for stability designs. These methods are Nonlinear Analysis with General Analysis; Second Order Approximate Analysis with General Analysis; Buckling Length method with Nonlinear Analysis; and Buckling Length method with Second Order Approximate Analysis. The design-analysis methods are explained separately. Geometric nonlinear analysis (Nonlinear): This analysis method considers deformations in the members and structure. The principle of superposition does not apply to this method. Therefore, limit condi-



UHMFJ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:31 K:16

(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

tions are only determined by areas where the principle of superposition applies. Second-Order Approximate Analysis (YIMA): This method is developed to replace the second-order analysis method. The internal forces obtained by the first-order analysis are increased by multiplying certain coefficients; the second-order effects are, therefore, calculated. This method is not used except in structures where vertical loads are carried by vertical frames. General Analysis (GA) Method: This design method meets the conditions for stability designs. The design method considers uncertainties in stiffnesses by reducing stiffnesses according to some assumptions. The effects of deformations are considered by the analysis methods. This method can be applied to all structural load-bearing systems. Buckling Length (BB) Method: This method is proposed as an alternative to the GA method. This method has been known and used by designers for many years. Uncertainties in strength and stiffness are assumed to be represented by buckling length coefficient K . The effects of deformations should be considered using the analysis methods. Accordingly, using these design-analysis methods and first-order analysis, stability designs of one single-story plane frame system and one 8-story 3D structural system were prepared and the results of both structural systems were compared in this study. The frame system and 3D structural system were chosen considering the limit conditions of all design-analysis methods. **Findings and Results:** Findings of the frame system: According to the calculation details of the GA and BB methods used in stability designs, the BB method aims to reduce the design compressive strength of elements with the coefficient K . Therefore, any decrease in the member is represented by reduced axial strength. In the GA method, on the other hand, deformations in the elements and structures are considered by reducing the stiffness of the element, without changing the design strengths of the element. Displacement results obtained by the BB-YIMA method and the first-order analysis were similar. Buckling length coefficient K , which was used in the BB method was found to be not effective in the displacement of the system. In the GA methods, higher values than the first-order displacement values were obtained due to reduced stiffness. Findings of the 3D structural system: Considering the internal forces, column axial forces did not change compared to first-order values. On the other hand, considering moment values, increases by 7-10% compared to the first-order results were observed. According to the examination of moment values by linear and nonlinear analyses, the higher values were obtained by the second-order approximate analysis (YIMA). For structures that are not suitable for nonlinear analysis, the use of YIMA offers some advantages for frame system designs. Furthermore, according to the results of the GA and BB methods, moment values generated by the GA method were found to be higher than those obtained by the BB method. Regarding the dis-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:31 K:16

(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

placement values, the highest values were calculated by the GA method. The reason for higher displacement values by the GA method is due to reduced element stiffnesses. Higher moment values were observed in the system with increased displacement due to the second-order effects. The GA method, therefore, allows a more comprehensive examination of the second-order effects compared to the BB method. An examination of the analysis results regarding the element capacity ratios revealed that similar ratios were obtained by stability design methods. Approximately 2% higher ratios than the first-order capacity ratios were obtained using the stability design methods. This increase in the capacity ratio causes an increase in the moment values. The second important factor that causes an increase in the moment values is considered to be second-order effects. According to the studies in terms of axial force and moment values, buckling length and general analysis methods consider different internal force values. The BB method focuses on axial forces, whereas, the GA method focuses on moment values. However, the results of the equations considering both bending and pressure effects, which give the element capacities, were found to be similar. Buckling length coefficient K , which is used in the buckling length method, does not affect structural displacement. The general analysis method, by reducing stiffnesses, pushes the limit values of the designed structure with displacement and potential second-order effects. Such an approach for pushing the limits allows the designer more accurate evaluation of structural stability.

İZMİR İLİ KARŞIYAKA BÖLGESİNDE KENTSEL DÖNÜŞÜM ALANLARINDA ASBEST TEHLİKESİNİN ARAŞTIRILMASI ⁽¹⁾

INVESTIGATION OF ASBESTOS HAZARD IN URBAN TRANSFORMATION AREAS IN KARŞIYAKA IN İZMİR PROVINCE

Nilüfer TOKKAMIŞ¹, Canan URAZ²

¹⁻²Ege University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, İzmir / Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-7565-7152¹, 0000-0002-9072-1420²

Öz: Amaç: Bu projede Karşıyaka Belediyesi ile Ege Üniversitesi arasında imzalanan protokol gereği 25.01.2013 tarih 28539 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik” te bahsi geçen sökmü, yıkım, tamir ve uzaklaştırma işlerinde Asbest Maruziyetinin boyutunu araştırmak, toplanan numunelerde asbest varlığını kanıtlayarak konunun önemini vurgulamak hedeflenmiştir. Yöntem: Farklı binalardan ve farklı bölümlerden (eternit, marley, sıva) alınan numuneler öncelikle Ege Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü Araştırma Laboratuvarı 18’de bulunan Optik Mikroskop ile bakılmış, daha sonra asbest olduğu tahmin edilen numuneler fiziksel ve kimyasal analiz, ölçüm gibi sayısal sonuçlarla desteklenmek üzere ileri analiz teknikleri ile incelenmiştir. **Bulgular:** İzmir’de 30 Ekim 2020 tarihinde yaşanan deprem sonrası Karşıyaka bölgesinde hasar gören ve çöken binalardan alınan bazı örneklerin mikroskop görüntüleri 4x, 10x ve 20x büyütme ile incelendikten sonra SEM (250x ve 5000x), SEM-EDS ve FTIR analizleri uygulanarak asbest lifleri belirlenmiştir. Asbest lifi tespit edilen örneklerin ikisi eternit çatı kaplama malzemesi, ikisi marley altı zift ve biri duvar sıvasıdır. **Sonuç:** Farklı analiz yöntemleri ile incelenen numunelerde farklı asbest varlığı ortaya çıkarılmıştır. Örneğin bir numunede, kompozisyonunda Ca, Si ve Mg olduğu için, amfibol grubundan tremolit asbest olduğu tespit edilmiştir. Günümüzde eski yapıların hemen hemen hepsinde bulunan bu malzemeler, kentsel dönüşümle birlikte yeniden ortaya çıkararak yayılmaktadır ve bu durum o bölgede yaşayan kent sakinleri ve inşaat alanında çalışanlar için tehlike arz etmektedir. Bu ve buna benzer bina yıkım işlerinde, yetkili kişinin yanında bir asbest sökmü uzmanının da bulunması yararlı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Asbest, Asbest Maruziyeti, İş Sağlığı ve Güvenliği, Kentsel Dönüşümde Asbest, Asbest Risk Yönetimi

Abstract: Aim: In this project, in accordance with the protocol signed between Karşıyaka Municipality and Ege University, the extent of Asbestos Exposure in dismantling, demolition, repair and removal works mentioned in the “Regulation on Health and Safety Precautions in Working with Asbestos” published in the Official Gazette dated 25.01.2013 and numbered 28539, it is aimed to investigate the importance of the subject by proving the presence of asbestos in the collected samples. **Method:** Samples taken from different buildings and their different parts (eternit, marley, wall plaster) were first examined with the Optical Microscope in Ege University Department of Chemical Engineering Research Laboratory 18, then the samples that were estimated to be asbestos were examined with advanced analysis techniques to be supported by numerical results such as physical and chemical analysis and measurement. **Results:** After examining the microscope images (4x, 10x and 20x magnitude) of some samples taken from the damaged and collapsed buildings in the İzmir-Karşıyaka region at the 30 October 2020 earthquake, asbestos fibers were determined by applying SEM (250x and 5000x), SEM-EDS and FTIR analyses. Two of the samples in which asbestos fiber was detected were eternit roofing material, two were under-marley pitch and one was wall plaster. **Conclusion:** Different types of asbestos are determined using with different analyses techniques. For example: because of Ca, Si and Mg are found in the composition of one of the sample, it is decided that it can be tremolit type asbestos in amphibol group. These materials, which are found in almost all old buildings today, are re-emerging and spreading with the urban transformation, and this situation poses a danger to the residents of the city and those working in the construction field. In this and similar building demolition works, it will be useful to have an asbestos removal specialist in addition to the authorized person.

Keywords: Asbestos, Asbestos Exposure, Occupational Health and Safety, Asbestos in Urban Transformation, Asbestos Risk Management

Doi:10.17366/uhmfd.2022.18.3

- (1) **Sorumlu Yazar, Corresponding Author: Canan URAZ, (Doç. Dr., Assoc. Prof.), Ege University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, İzmir / Türkiye, canan.uraz@ege.edu.tr, Geliş Tarihi / Received: 13.06.2022, Kabul Tarihi / Accepted: 22.12.2022, Makalenin Türü: Type of Article: (Araştırma – Uygulama; Research – Application) Çıkar Çatışması, Yok – Conflict of Interest, None, Conflict of Interest, None, Etik Kurul Raporu veya Kurum İzin Bilgisi Ethical Board Report or Institutional Approval, Yok / None**



UHMFĐ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:24 K:39

(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

Within the scope of urban transformation works in Turkey, approximately 7 million buildings are planned to be demolished in 81 provinces. Asbestos, which is a harmful substance for human and environmental health, is used in many of these buildings for roof, wall and floor coverings due to its non-flammability, good thermal insulation, high electrical resistance and flexibility (Kösali, YK., 2014). The International Agency for Research on Cancer (IARC) regularly groups carcinogens in the world according to their properties every year. In the agency's list of carcinogens, asbestos is classified in group 1 with the definition of "definitive carcinogen" (Gürcanlı, GE.,2021). In addition to the negative effects of urban transformation on urban identity, asbestos, which is thought to cause many different problems on the environment and human health in the future, poses a great danger. Because asbestos fibers are very small particles, they can only be seen with light or electron microscopy.

By nature, they can fly in the air, can be carried long distances, and remain suspended in the air for long periods of time. As a result of the findings; Asbestos fibers, which can remain suspended in the air for a long time, can travel deep into the lungs through the respiratory tract, and these asbestos fibers accumulate in the lung tissues, causing pleural

tumors, asbestosis, mesothelioma and, worst of all, lung cancer. All kinds of asbestos; It has been identified as a carcinogen by the International Agency for Research on Cancer, the United States Environmental Protection Agency, and the World Health Organization. In some types of asbestos, the symptoms of the disease may appear over a long period of 10 to 20 years. According to the data of the International Labor Organization (ILO), 125 million people in the world are exposed to asbestos in their working environments and every year 100 000 people die due to diseases caused by exposure to asbestos in the working environment (World Health Organization). Therefore, asbestos is accepted as an important environmental problem all over the World (Şenyiğit A. et al., 2004: 48-52).

The 1999/77/EC directive, which was accepted by the member states of the European Union in 1999, entered into force on 1 January 2005 and was banned by all European Union members (Tezcan E., 2007:9-12).

In Turkey, in 2010, all kinds of extraction, purchase, production and placing on the market for any purpose other than production, sale or use of chrysotile asbestos fibers were prohibited (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2010). In 2013, the extraction and processing, purchase, sale, import and export of all known species, production and processing of asbestos-containing products or products with



UHMFĐ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:24 K:39

(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 addition of asbestos were completely prohibited. In this way, asbestos cannot be used in new buildings and building materials, so the problem of asbestos in buildings has been prevented. However, the problem of the presence of building products containing asbestos in buildings completed in the past continues to pose a threat to human and environmental health (Kösali, YK., 2014).

AIM

Demolition within the scope of the urban transformation process and the removal/storage of the debris after the demolition is an area that is not clearly defined in our country, and the process in question contains great risks. One of these risks, asbestos, which is found in almost many parts of the buildings, poses a great risk for public health. The aim of this project; is to investigate the presence of asbestos in buildings destroyed by urban transformation and to evaluate the environmental effects of asbestos that will be released when demolition is done without taking the necessary precautions.

SCOPE

As a result of the effect of asbestos on the respiratory system after inhalation, local membrane thickening with or without calcification on the lung membrane, benign water collection between the lung membranes, asbestosis (hardening and deterioration due to asbestos

collection in the lungs), round atelectasis (small deflated areas in the lungs), it has been proven to cause mesothelioma (lung membrane cancer) and lung cancer (Türk Toraks Derneği, 2017). Although the use of asbestos was completely banned in our country in 2010, it was frequently used as an insulation material in building constructions from the 1980s to the early 2000s. During the demolition of the buildings in question within the framework of urban transformation, the residents, workers in demolition works and their families are at serious risk of exposure to asbestos. In this study;

- Samples were taken from some parts of the buildings (boiler room, wall plaster, floor coverings, roof coverings, etc.) that will undergo urban transformation in Karşıyaka district of our city.
- These samples were examined in the laboratories of Ege University and it was determined whether they contain asbestos.

In the 22nd article of the “Regulation on Control of Excavated Soil, Construction and Demolition Wastes” published in the Official Gazette dated 18.03.2004 and numbered 25406, asbestos wastes should be collected separately;

“Asbestos, paint, fluorescent, mercury, acid and similar hazardous wastes contained in construction/wreckage wastes are collected



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:24 K:39

(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

separately from other wastes and disposed of in accordance with the provisions of the regulation on control of hazardous wastes” indicated by expressions.

Again, in the “Occupational Health and Safety Regulation in Construction Works” published in the Official Gazette dated October 5, 2013 and numbered 28786, it was stated that the following points should be followed in the dismantling, demolition, repair and maintenance works of structures that are likely to contain asbestos;

- Before starting work, necessary research is carried out by obtaining information from the owner of the building or facility in order to identify materials that may contain asbestos.
- If there is a suspicion or knowledge of the presence of asbestos in any building or material, the provisions of the regulation on health and safety precautions are complied with when working with asbestos, published in the official newspaper dated 25/1/2013 and numbered 28539, in order to prevent workers from being exposed to asbestos dust and to protect them from health risks arising from this exposure.

In addition, in the standard titled TS 13895 “Guide for Removal of Asbestos Containing Materials and Asbestos Disposal Methods”, the steps to be taken, the way and methods to be followed are stated.

Although the rules and precautions to be followed in building demolition works are specified in the legislation, unfortunately, many buildings in our country are being demolished uncontrollably within the scope of urban transformation. It is estimated that asbestos was used in many buildings constructed between 1980 and 2010 in Turkey. It is important to carry out an inventory study for this purpose, even if it is on a single district basis. By determining the dimensions of the hazard, ignoring the presence of asbestos should be prevented. Otherwise, asbestos spreading to the environment, especially in regions where intense urban transformation is planned, will bring about irreversible environmental and health problems. One of the goals of this project is to draw attention to the environmental problems caused by asbestos exposure and to increase awareness on this issue.

METHOD

Along with the urban transformation process in İzmir and after the earthquake on October 30, 2020, we see destroyed buildings in almost every street. The construction years of these buildings go back 40 to 50 years. As in the whole world, asbestos was used in many buildings constructed in 1970, the years when asbestos usage was most intense, and until 2010, when asbestos was banned in our country. Asbestos is resistant to heat, friction and pressure, has an elastic structure. Its proper-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:24 K:39

(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

ties do not change in fire, its electrical conductivity is weak. Due to these features, it has been widely used all over the world with the rapid progress of the industry in the early 19th century. After the Second World War, brick was replaced by cement because it did not meet the requirement, and the production and use of asbestos cement increased especially due to its durability and insulation properties. In the insulation of asbestos structures, it has been used in many areas such as ceiling coverings, heat and fire insulation materials, boilers and pipes for thermal insulation, insulation of electric vehicles, vinyl and thermo plastic flooring, corrugated roofing, wall insulation, and in many areas such as building and housing construction (U.S. Environmental Protection Agency, 1990).

63 samples are taken from different buildings and their different parts. Some of them are given in Table 1.

Table 1. Samples Taken From Building and Their Codes

Sample Code	Sample Type
5-5	Eternit
N5	Bitumen under marley
N11	Wall plaster

Demolished due to Urban Transformation in this project the following procedure was applied to detect the presence of asbestos in old buildings:

1. With the protocol signed with the municipality of Karşıyaka, buildings that were evacuated for demolition were identified in Karşıyaka district.

2. With the permissions obtained, the samples were duly taken with the help of an expert and a municipal official.

3. The coding of the samples that were different from each other was made according to the building where they were taken.

4. The presence of asbestos in the samples taken was determined by three different analysis methods:

*Trinocular Microscope (Ege University, Dept., of Chemical Engineering, Soif BK 5000) was used to detect the fibrous structure of the samples.

*Image and chemical composition of asbestos were determined with SEM, SEM-EDS (Ege MATAL-Leica EM ACE600 [Coating device] and Thermo Scientific Apreo S). SEM (Scanning Electron Microscopy)

*Type determination was made with the bonds in the asbestos material with FTIR (Ege MATAL-Fourier Transform Infrared Spectrometer, Perkin Elmer Spectrum Two).

According to its mineralogy properties, asbestos is examined in two main groups. One of them is the Serpentine Group and the other

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:24 K:39

(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

is the Amphibole Group. If we compare the asbestos types in the amphibole group and the serpentine group; Amphibole fibers are shorter and harder, have a smaller diameter, needle-like appearance, and are more resistant to moisture and chemicals. Serpentine, on the other hand, is more fibrous, soft and silky-shining, and also more flexible. Because of these known properties of amphibole group asbestos species, it is accepted that they penetrate human tissues more easily and are more dangerous (Asbestle Çalışmalarda Uygulama Rehberi, 2019). Chrysotile asbestos constitutes 90% of the asbestos used for commercial purposes. The amphibole group has more toxicity (Lippmann, M., 2014).

RESULTS

Trinocular Microscope Analyzes

Trinocular microscope analyses were taken at 4X, 10X and 20X magnifications to determine and visualize the fibrous structure of the materials.

5-5 Code Corrugated Roofing Material (Eternit): Trinocular Microscopy image of the sample is shown in Figure 1.

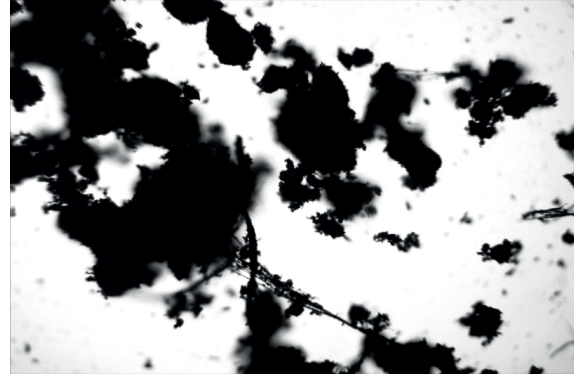


Figure 1. Trinocular Microscopic Analysis of 5-5 Coded Sample-10x Magnification

Trinocular Microscope Analysis of N11 coded wall plaster is shown in Figure 2.

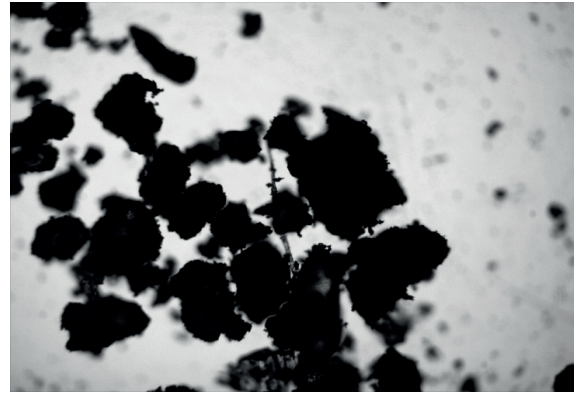


Figure 2. Trinocular Microscopic Analysis of N11 Coded Sample-10x Magnification

Trinocular Microscope Analysis of N5 coded bitumen under marley is shown in Figure 3.

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:24 K:39

(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 3. Trinocular Microscopic Analysis of N5 Coded Sample-10x Magnification

SEM Analyses

SEM analyses of samples coded as 5-5, N11 and N5 were taken in different sizes from 250X to 12000X magnifications. With the images taken in SEM analysis, the fibrous structure seen in the samples was examined.

The SEM image of the 5-5coded sample is given in Figure 4.

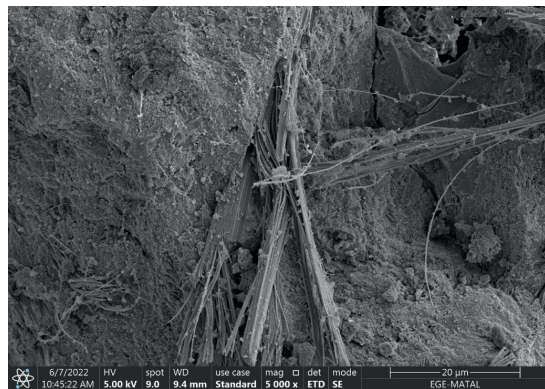


Figure 4. SEM Image of 5-5 Coded Sample-5000X

The SEM image of the N11 coded sample is given in Figure 5.

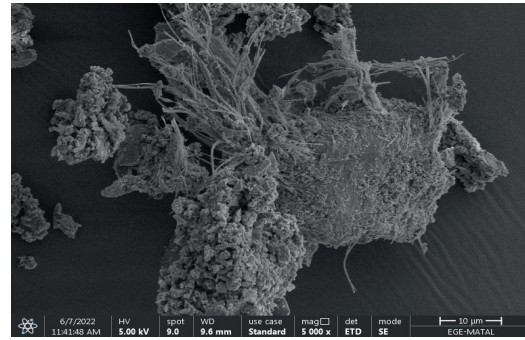


Figure 5. SEM Image of N11 Coded Sample-5000X

The SEM image of the N5 coded sample is given in Figure 6.

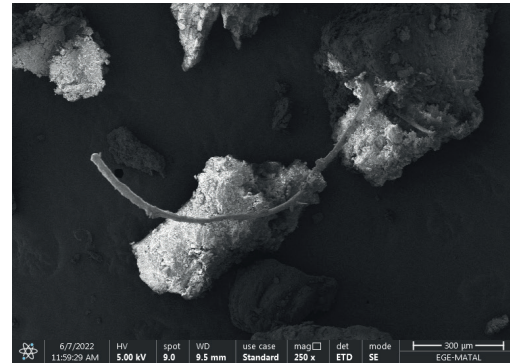


Figure 6. SEM Image of N5 Coded Sample-250X

SEM-EDS Analysis

In SEM-EDS analysis, determination of asbestos type. It is carried out as a result of determining the chemical compositions in their structures and making proportional comparisons.

1. SEM-EDS Analysis of 5-5 coded sample is given in Figure 7 and Table 2.

2. SEM-EDS Analysis of N11 coded sample is given in Figure 8 and Table 3.

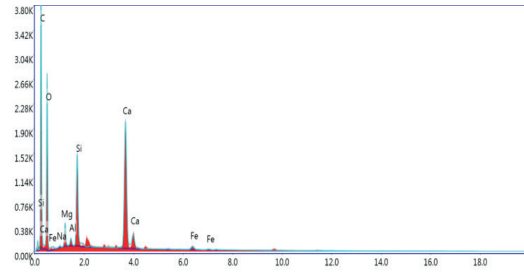
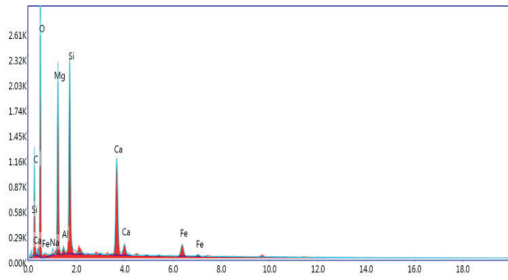


Figure 7. SEM-EDS Analysis of 5-5 Sample

Figure 8. SEM-EDS Analysis of N11 Sample

Table 2. Mass Distribution of Elements in SEM-EDS Analysis of 5-5 Sample

Table 3. Mass Distribution of Elements in SEM-EDS Analysis of N11 Sample

Element	Weight(%)	Atomic(%)
C K	27,19	37,02
O K	47,05	48,1
NaK	0,44	0,31
MgK	11,05	7,44
AlK	0,2	0,12
SiK	7,96	4,64
CaK	5,06	2,07
FeK	1,05	0,31

Element	Weight(%)	Atomic(%)
C K	48,13	58,44
O K	39,79	36,26
NaK	0,15	0,1
MgK	1,42	0,85
AlK	0,31	0,17
SiK	3,23	1,68
CaK	6,65	2,42
FeK	0,31	0,08

In the SEM-EDS analysis of the 5-5 sample, the most Ca, Si and Mg elements were found. The ratios of Na and Fe elements found as a result of the analysis are low. This shows that the asbestos type in the 5-5 sample is tremolite asbestos from the amphibole group. The chemical formula of tremolite asbestos is; $Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$.

In the SEM-EDS analysis of the N11 sample, the most Ca, Mg and Si elements were found. The ratios of Na and Fe elements found as a result of the analysis are low. This shows that the asbestos type in the N11 sample is tremolite asbestos from the amphibole group. The chemical formula of tremolite asbestos is; $Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$.

3. SEM-EDS Analysis of N5 coded sample is given in Figure 9 and Table 4. **FTIR Analysis**

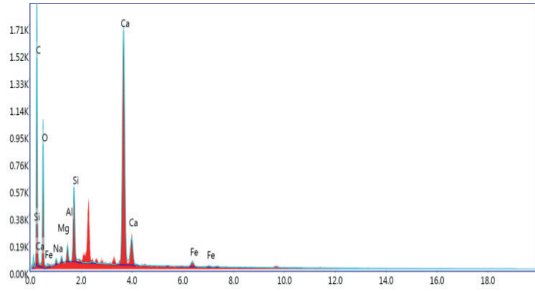


Figure 9. SEM-EDS Analysis of N5 Sample

Table 4. Mass Distribution of Elements in SEM-EDS Analysis of N5 Sample

Element	Weight(%)	Atomic(%)
C K	44,52	56,5
O K	37,68	35,9
NaK	0,69	0,46
MgK	0,41	0,25
AlK	0,75	0,43
SiK	2,75	1,49
CaK	12,72	4,84
FeK	0,48	0,13

In the SEM-EDS analysis of the N5 sample, the most Ca, Mg and Si elements were found. The ratios of Na and Fe elements found as a result of the analysis are low. This shows that the asbestos type in the N5 sample is tremolite asbestos from the amphibole group. The chemical formula of tremolite asbestos is; $Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$.

FTIR Analysis, the molecules of infrared rays sent on the sample by absorption. Table 5 shows the absorption peaks of elements and bonds according to asbestos minerals.

Table 5. Absorption Values of Amphibole Group Asbestos Minerals (Ventura, 2018)

Ant-hophyllite 29_102	Amosite UICC	Crocidolite UICC	Tremolite	Actinolite
1126	1128	1142	1105	1102
1106	1082	1105	1059	1058
1095	1020	1048	1038	1038
1058	997	1017	1015	1012
1026	969	990	995	993
1008	888	976	953	952
978		896	921	919
910		878		
898				
781	797	778	757	756
755	775	726	738	736
736	729	693	724	724
709	700	655	685	684
688	654	634	661	661
657	635		642	642
530	528	543	543	540
495	499	506	526	508
480	479	450	508	463
463	424		465	446
440			445	

FTIR analysis evaluations of the samples were made according to the values given in Table 5.

Analysis conditions for FTIR analyzes performed at Ege University MATAL; ATR-FTIR (Attenuated Total Reflection – Fourier Transform Infrared Spectrometer)

Device name: Perkin Elmer Spectrum Two
Analysis Range: 600 cm^{-1} - 4000 cm^{-1} .

1. FTIR Analysis of 5-5 sample;

The FTIR analysis of the 5-5 coded sample of the corrugated roof covering (eternit) from the fifth bulding is given in Figure 10.

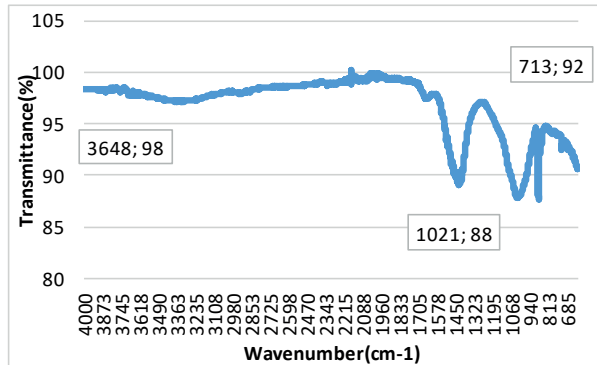


Figure 10. FTIR Analysis of 5-5 Sample

When the results of SEM and SEM-EDS analysis of 5-5 sample were examined, the presence of Mg, Si and Ca elements in its structure indicated tremolite asbestos from the amphibole group. Therefore, when we compare the FTIR analysis results for tremolite from the amphibole group with Table 7;

O-H bond 713 cm^{-1} and 3647 cm^{-1}

Reference 724 cm^{-1} and 3643 cm^{-1}
(Altıntop,2019)

Si-O-Si, Si-O,O-Si bond 1020 cm^{-1}

Reference 1015 cm^{-1}

5-5 sample is not pure tremolite. Other materials in the sample also peaked in the analysis. For this reason, some peaks are hidden under other peaks because they are very close to the peaks of other elements in the material.

2. The FTIR analysis of the N11 coded sample of the wall plaster from the eighth is given in Figure 11.

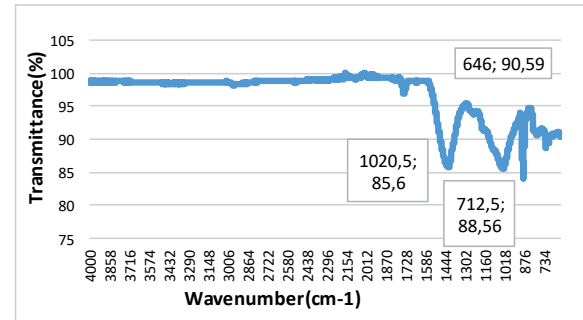


Figure 11. FTIR Analysis of N11 Sample

When the results of SEM and SEM-EDS analysis of N11 sample were examined, the presence of Mg, Si and Ca elements in its structure indicated tremolite asbestos from the amphibole group. Therefore, when we compare the FTIR analysis results for tremolite from the amphibole group with Table 7;



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:24 K:39

(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

O-H bond	712 cm ⁻¹	Reference	738 cm ⁻¹
Reference	724 cm ⁻¹	Si-O-Si, Si-O,O-Si bond	1033 cm ⁻¹
Si-O-Si, Si-O,O-Si bond	1020 cm ⁻¹	Reference	1038 cm ⁻¹
Reference	1015 cm ⁻¹		

N11 sample is not pure tremolite. Other materials in the sample also peaked in the analysis. For this reason, some peaks are hidden under other peaks because they are very close to the peaks of other elements in the material.

N5 sample is not pure tremolite. Other materials in the sample also peaked in the analysis. For this reason, some peaks are hidden under other peaks because they are very close to the peaks of other elements in the material.

3. The FTIR analysis of the N5 coded sample of the bitumen under marley from the fifth is given in the Figure 12.

DISCUSSION

The first and most important problem that we may encounter in urban transformation applications is the safe demolition of existing buildings. For this reason, occupational health and safety measures to be taken during the demolition phase are extremely important in terms of both human health and environmental safety. Therefore, the primary purpose of planning within the scope of urban transformation studies should be to give importance to worker health and safety. Before trying to do better by eliminating the old one, precautions should be taken for the human and environmental factors that make up the current system, their health and safety should be taken into account, and studies should be carried out in this direction. Considering that the asbestos problem is not a momentary but a lifetime hazard, the importance of how much attention should be paid in these studies is better understood.

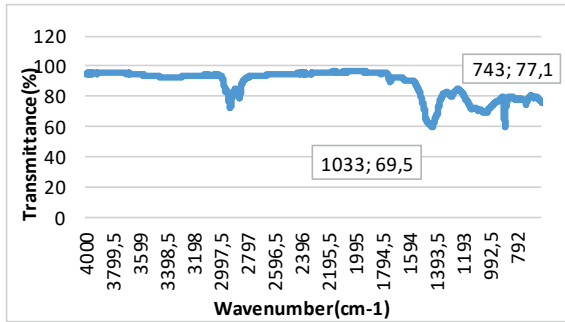


Figure 12. FTIR Analysis of N5 Sample

When the results of SEM and SEM-EDS analysis of N5 sample were examined, the presence of Mg, Si and Ca elements in its structure indicated tremolite asbestos from the amphibole group. Therefore, when we compare the FTIR analysis results for tremolite from the amphibole group with Table 7;

O-H bond	743 cm ⁻¹
----------	----------------------



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:24 K:39

(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

Asbestos fibers were determined by applying SEM, SEM-EDS and FTIR analyses after examining the microscope images of some samples taken from damaged and collapsed buildings in the İzmir-Karşıyaka region after the earthquake on October 30, 2020.

From the results of SEM-EDS analysis, the types of asbestos are determined according to the literature (Altıntop and Uraz, 2020:225-228).

Examples with asbestos fiber are eternit roofing material, under-marley bitumen and wall plaster. These materials, which are found in almost all of the old buildings today, re-emerge and spread with urban transformation and pose a great danger to the people around and the workers working in these works. If these demolitions are duly carried out by asbestos removal experts, this danger can be minimized. According to the Building demolition regulation, which entered into force on July 1, 2022 by the Ministry of Environment and Urbanization, “Main demolition cannot be started until the manufactures containing asbestos and similar dangerous chemicals are dismantled and removed and without selective demolition.” It should also be added that since the condition of the buildings is very bad, it is not possible to carry out healthy work, so it becomes difficult to detect even though asbestos is present.

CONCLUSION

Considering the existing building stock throughout the country, it is known that materials containing asbestos are used in many buildings that were built in the past, continue to be used today and will be demolished within the scope of urban transformation. Therefore, those working in maintenance, repair, reinforcement and demolition works in the existing stock are at risk of being exposed to asbestos at a serious level without their families and neighbors knowing it. One of the biggest reasons why the exposure is so great is that the deficiencies of the enterprises in terms of occupational health and safety are very large and the unconscious use of asbestos in the regions where asbestos mines are located. In addition, during the demolition works of buildings, the possibility of transporting asbestos fibers to large areas increases by mixing with the wind factor. With the urban transformation movement, which is currently on the agenda in our country, the increase in the number of demolitions is quite high. During this transformation period, those around and those working in the demolition of buildings are exposed to dust containing asbestos. Therefore, in order to prevent asbestos exposure, the issue should be handled in detail and a guide should be prepared for practitioners. In Turkey, there are various regulations and laws that can be sourced as asbestos legis-



UHMFĐ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:24 K:39

(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

lation. However, the biggest conspicuous shortcoming regarding the implementation is construction. The reason is that there is no legislation that specifically addresses asbestos in the industry. The current regulations cover all sectors and contain general information on the subject. However, considering the risk that each sector has, it should be examined separately. In addition, it has been emphasized that the responsible competent person to be appointed to provide the necessary occupational health and safety measures in working with components containing asbestos. In addition, the concept of “controlled area” is mentioned in the standards. In this practice, which is not implemented in our country, only relevant persons are allowed to enter the site if the asbestos exposure limit value is exceeded. The works to be carried out within the scope of the controlled area are carried out with serious care within the scope of personal protection, ventilation and hygiene conditions, as if working in an environment with radiation. Currently, there is no study on asbestos in the majority of demolition practices carried out within the scope of urban transformation. Legal practices related to asbestos remain only on paperwork. In order to prevent this, it is necessary to increase the frequency of field inspections, especially for small-scale enterprises. Because the biggest problem of our country is that these laws are not implemented effectively due to the

lack of inspection despite the legal regulations. Public health experts, pulmonologists, environmental and civil engineers should carry out a joint study in order to present the results with numbers.

In order to obtain precise and clear information during the demolition stages, demolition should not be allowed before the asbestos inventories of the buildings are taken. In addition, its import should be prohibited and its export should be controlled. Its production should be done at the minimum level. In cases where it is required to be produced, it should be disposed of in the closest and safest area to the place of manufacture. A number of disposal facilities should be established to meet the need for asbestos waste. Since there are few asbestos disposal facilities in our country, major problems may arise during the transportation of asbestos-containing waste from one side of the country to the other by road. Therefore, disposal facilities should be increased especially on a regional basis as well as throughout the country. These established facilities should be checked at regular intervals in terms of the environment.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors acknowledge the financial support by Ege University Scientific Research Fund under project no.FLP-2022- 23621.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:24 K:39

(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

REFERENCES

ALTINTOP, S., (2019). Evaluation of Asbestos Exposure in Asbestos Removal Works in terms of Occupational Health and Safety (in Turkish). Master Thesis. Ege University

ALTINTOP, A.S., URAZ, C., (2020). Engineering Sciences (NWSAENS), 1A0464, 2020; 15(4): 218-235

GÜRCANLI, G.E., (2021). On Urban Transformation Process, Demolition and Asbestos Risk. (In Turkish). <http://gurkanemregurcanli>

KÖSALİ, Y.K., (2014). Asbestos Problem in Demolitions Within the Scope of Urban Transformation (in Turkish)

LIPPMANN, M., (2014). Toxicological and Epidemiological Studies on Effects of Airborne Fibers: Coherence and Public [Corrected] Health Implications, Crit Rev Toxicol; 44(8):643-95

MINISTRY of ENVIRONMENT and FORESTRY (2010). “Regulation Amending the Regulation on Restrictions on Production, Placement on the Market and Use of Certain Dangerous Substances, Preparations and Goods” (In Turkish). Ankara, Türkiye, 27687

ŞENYİĞİT, A., DALGIÇ, A., KAVAK O., (2004). Health Effects of Asbestos (in Turkish). Dicle Medical Journal, 31(4):48-52

TEZCAN, E., (2007). What is asbestos? (In Turkish) Engineer and Machine. 48(562): 9-12

TURKISH THORACIC SOCIETY (2017). What is Asbestos? Effects of Asbestos on Health (in Turkish), Turkish Thoracic Society Environmental and Occupational Lung Diseases Working Group, Ankara, Turkish Thoracic Society Educational Books Series

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (1990). Where Is Asbestos Likely To Be Found In Buildings? In: Managing Asbestos In Place. A Building Owner’s Guide to Operations and Maintenance Programs for Asbestos-Containing Materials. Pesticides and Toxic Substances, Washington; 20:2-4

VENTURA, GIANCARLO DELLA (2018). “Infra Red Spectroscopy of the Regulated Asbestos Amphiboles”

WORLD HEALTH ORGANIZATION, Asbestos: Elimination of Asbestos-Related Diseases, Fact Sheet N°343

Practice Guide in Asbestos Studies, 2019



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:24 K:39

(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

AUTHOR NOTE: This study was presented as an verbal presentation at 8th International Congress on Occupational Safety and Health, 1-2 October 2022, İstanbul.

INTERNET RESOURCES

http://www1.mmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=40150&tipi=2&sube=10#sunoym (E.T.30.09.2022)

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs343/en/>

CAM ATIKLARININ HARÇ ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ ⁽¹⁾

INVESTIGATION OF THE USABILITY OF GLASS WASTE IN MORTAR PRODUCTION

Esra ÇELİK¹, Kadir GÜÇLÜER²

¹Adıyaman Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Adıyaman / Türkiye

²Adıyaman Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, İnşaat Bölümü, Adıyaman / Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-6624-955X¹, 0000-0001-7617-198X²

Öz: Amaç: Çimento üretiminde gerçekleştirilen enerji sarfiyatı ve ekolojik eksende Dünya'ya yansımaları günümüz ve geleceğimiz açısından önem arz etmektedir. Bu sebeple sürdürülebilir yapı malzemeleri üretimi ve atıkların bu alanda geri dönüşümünün sağlanması avantaj sağlayabilir. Bu amaçla bu çalışmada atık cam ikameli harç örnekleri üretilmiştir. **Yöntem:** Üretilen deney örneklerinde çimento ile atık cam ikame oranları %5, %10 ve %15 olarak belirlenmiştir. Taze haldeki harçların işlenebilirlik özelliklerini belirleyebilmek amacıyla manuel yayılma tablası deneyi uygulanmıştır. Fiziksel özellikleri belirleyebilmek amacıyla su emme, birim hacim ağırlıkları deneyleri, mekanik özellikleri belirleyebilmek amacıyla da basınç ve eğilme dayanımı deneyleri uygulanmıştır. **Bulgular:** Basınç dayanımı deneyinde şahit numunelerin ortalama gerilme değeri 36.23 MPa, %15 atık cam katkılı numunede ortalama gerilme değeri 22,52 MPa bulunmuştur. Eğilme dayanımında şahit numunelerin ortalama gerilme değeri 8.70 MPa, %15 atık cam katkılı numunede ortalama gerilme değeri 6.37 MPa bulunmuştur. Birim hacim ağırlık ve su emme deneylerinde şahit numune ve atık cam katkılı numuneler için benzer sonuçlar bulunmuştur. **Sonuç:** Harç numunelerinde atık cam katkı oranının artışına bağlı olarak basınç ve eğilme dayanımı değerlerinde azalış tespit edilmiştir. Yayılma tablasında ölçülen değerlerde ve su emme değerlerinde şahit numuneye göre belirgin farklılıklar gözlemlenmemiştir. Yapılan çalışmada atık cam artış oranına bağlı olarak harcın fiziksel özelliklerinde belirgin şekilde değişiklik göstermediği gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atık Cam, Harç, Çimento

Abstract: The Objective: In order to protect the cement preservatives, the energy consumption and its ecological reflections on the world are important for our present and future. For this reason, sustainable building materials production and recycling of wastes in this area can provide advantages. For this purpose, waste glass substituted mortar samples were produced in this study. **The Method:** The cement and waste glass replacement ratios in the produced test samples were 5%, 10%, and 15% respectively. In order to determine the workability of the fresh mortars, the manual spreading table test was applied. In order to determine the physical properties, water absorption and unit weight tests were applied, and in order to determine the mechanical properties, pressure and bending strength tests were conducted. **The Findings:** In the compressive strength test, the control sample was found to be 36.23 Mpa, in the sample with 15% waste glass, the average stress value was found to be 22,52 MPa. The flexural strength of the control sample was 8.70 MPa, in the sample with 15% waste glass, the average stress value was found to be 6,37 MPa. Similar results were found for the control sample and waste glass-added samples in the unit volume weight and water absorption tests. **The Outcome:** Depending on the increase in the waste glass additive ratio in the mortar samples, a decrease in the compressive and flexural strength values was detected. No significant differences were observed in the values measured in the spreading table and the water absorption values compared to the control sample. In the study, it was found that the mortar's physical properties didn't change much when the amount of waste glass was increased.

Keywords: Waste Glass, Mortar, Cement

Doi:10.17366/uhmfd.2022.18.4

- (1) Sorumlu Yazar, Corresponding Author: Esra ÇELİK, (Öğrenci, Student), Adıyaman Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Adıyaman / Türkiye, esraa.celikk28@gmail.com, Geliş Tarihi / Received: 19.07.2022, Kabul Tarihi / Accepted: 21.12.2022, 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

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:29 K:46

(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

İklim değişikliği, etkisini şu an gördüğümüz ve gelecekte de görmeye devam edeceğimiz bir olgu olarak hayatımıza dâhildir. İnsanlık için artık yalnızca kısa süreli meteorolojik olayları, yani hava durumunu, tahmin etmek yeterli olmayacaktır. Bunun yanında iklim değişikliğinin öngörülmesi ve zararlı etkilerini azaltabilmek için muhtemel senaryolar üzerinden strateji geliştirilmesi gerekmektedir.

İklim değişikliği kavramı bir bölgenin ikliminde uzun süre boyunca meydana gelen değişimi ifade eder. Bu kavram sıklıkla küresel ısınma ile birlikte kullanılır. Küresel ısınma dünyanın ortalama sıcaklığındaki yükseliştir. Aslında küresel ısınma iklim değişikliğinin etkenlerinden yalnızca biridir. Fakat bu etken insan etkisi ile şekillendiğinden en önemli çalışma alanlarından da biridir.

İklim değişikliği; küresel sıcaklık değişimi, küresel sıcaklık artışı, kara sıcaklık anomalisi, bölgesel sıcaklık anomalileri, okyanus sıcaklığı anomalisi ölçülerek gözlemlenebilir. Aynı zamanda küresel sıcaklık artışı sebebiyle küresel deniz seviyesinin yükseldiği bilinmektedir. Ayrıca okyanuslardaki tuz miktarını azaltıcı ve akıntıları zayıflatıcı etkisi de ölçülmüştür. Söz konusu anomali ve değişikliklerin doğal ve insani faktörleri saptanarak

bunların değişkenlikleri üzerinden senaryolar üretilmektedir.

Küresel iklim değişikliği doğal kaynaklarımızın sürdürülebilirliğini hem doğrudan hem de dolaylı olarak etkiler. Bu nedenle iklim değişikliğinin seyrinin analiz edilmesi önemlidir. Bu analizler iklim değişikliği etkisindeki doğal kaynakların durumunu gösterir ve bu kaynaklar üzerindeki gelecekteki etkisinin senaryo edilmesi açısından veri sağlar. Bu veriler bize doğal kaynakların yönetimi konusunda fikir ve perspektif sağlayacaktır.

İklim değişikliği gözlemlenirse, öncelikle yıllara bağlı olarak küresel sıcaklık, kara sıcaklığı, okyanus sıcaklığı, bölgesel sıcaklıklar ve küresel deniz seviyesinin anomalileri gözlemlenebilir. Ayrıca okyanus akıntılarının hızı ölçülebilir. Ulaşılan sonuçlar bize iklim değişikliğinin doğal bir süreç olarak var olduğu ancak insan etkisiyle seyrinin değiştiğini açıkça göstermektedir.¹

İklim değişikliğinin insan etkisiyle şekillenen kaçınılmaz bir gerçek olduğunun kabul edilmesinin ardından bu problemler her alanda sürdürülebilirlik ve atık malzemelerin geri dönüşümü konularında çalışılmasını önemli kılmıştır. Her alanda olduğu kadar inşaat alanında da doğal kaynakların korunması, ekonomik ve ekolojik verimin sağlanması,

¹ <https://climate.nasa.gov/>



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:29 K:46

(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

sürdürülebilir yapı malzemelerinin üretilmesi için yeni yöntemlere başvurulmaktadır.

Günümüzde sosyal ve ekonomik yönünden gelişen dünyanın en önemli sorunlarının başında artan nüfus problemi gelmektedir. Özellikle son yıllarda artmakta olan kentleşme nedeniyle yüksek ve çok katlı binaların inşaatında artış olduğu görülmektedir (Ağcakoca ve Nowbaharı, 2021: 15:129). Ülkemiz, önemli deprem kuşaklarından biri olan Alp-Himalaya kuşağı üzerinde bulunmakta ve 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 (Özyurt, 2021: 15:75). Bütün bu oluşumlar büyük miktarda beton ve beraberinde harç üretimini kaçınılmaz hale getirmiştir. Çimento harcın başlıca bileşenidir. Çimentonun üretimi esnasında çok fazla miktarda karbondioksit açığa çıkmaktadır ve bu miktar üretilen bir ton çimento başına yaklaşık olarak 800 kilogramdır. Türkiye’de 2017 yılında atmosfere salınan karbondioksit miktarı yaklaşık olarak 61.6 milyon tondur. Çimentonun üretimi esnasında açığa çıkan karbondioksit, sera gazı etkisini artırır. Buna bağlı olarak da küresel ısınmayı arttıran bir sonuç doğurur (Özcan ve Güngör, 2019: 15:177).

Çimento üretiminde gerçekleştirilen enerji sarfiyatı ve ekolojik eksende Dünya’ya yan-

sımaları günümüz ve geleceğimiz açısından önem arz etmektedir. Bu sebeple sürdürülebilir yapı malzemeleri üretimi ve atıkların bu alanda geri dönüşümünün sağlanması avantaj sağlayabilir.

Bu çalışmada atık cam malzemesi kullanılmıştır. Cam, büyük çoğunluğu kuvarsit olmak üzere, feldspat, dolomit, kireçtaşı ve sodanın belirli oranlarda bir araya gelmesiyle oluşur. Bu maddelerin eritilip ani soğutulması camı meydana getirir. Ergimiş halde yüksek viskozite değeri olan bu karışım, ani soğutma sonucu sıvı haldeki molekül yapısını değiştirmez ve katılaşma gerçekleşir. Bu sırada yüksek viskozite ve ağır molekül hareketlerinden dolayı yeni bir molekül yapısı oluşturulmaya zaman bulamayan cam molekülleri, katı halin düzgün kristalli yapısına gelemmez. Bu sebeplerden dolayı camın molekül yapısı birçok maddeden sert ve katı gibi görünse de, bir sıvıdaki kadar yüksektir (Kavas vd, 2004: 115).

Kimyasal içeriklerine göre ticari cam ürünlerinin başlıcaları şu şekilde gruplandırılabilir: silika camlar, soda-kireç-silika camlar, kurşunlu-alkalin camlar ve bor silikalı camlar. Bu içeriklerine ve kullanım özelliklerine göre imalat esnasında camların içerisine farklı kimyasal bileşikler ve renklendirici maddeler ilave edilebilir. Renkli ve renksiz cam atıklarının geri dönüşümü esnasında bu özelliğe dikkat edilmesi ve kullanım amacına göre



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:29 K:46

(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

içerdiği kimyasal bileşimin incelenmesi ge-

reklidir. Çeşitli camların tipik kimyasal bileşimleri Tablo 1’de verilmiştir (Anon, 2001).

Tablo 1. Çeşitli Camların Tipik Kimyasal Bileşimleri

Cam Tipi	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	Cr ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	BaO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	PbO (%)	B ₂ O ₃ (%)
Soda-kireç	70-73	1.7-2	0.1	0.1	9.1-9.8	1.1-1.7	0.14-0.18	13.8-14.4	0.55-0.68		
Kurşun	60-70		-	-	1	-	-	7-10	7	15-25	-
Bor silikat	60-80	1.4	-	-	-	-	-	45	-	-	10-25

Kirliliği önlemek adına bu malzemeler için genellikle endüstriyel atıklar tercih edilir. Beton karışımı içerisinde çimento yerine cam tozunu kullanarak çevresel katı atıklar değerlendirilebilir. Atık cam şu anda zaten geri dönüşümde kullanılan bir malzemedir. Camın geri dönüşüm imkânlarının geliştirilmesi atık depolama maliyetlerini ve atık camın tekrar cam olarak kullanılması için gerekli tesis ve üretim maliyetlerini de düşürme konusunda avantaj sağlayacaktır (Anon, 2001).

AMAÇ ve KAPSAM

Günümüzde gittikçe artan çevre sorunları, doğal kaynakların tüketilmesi ve gelecek nesillere ulaştırılması konusunda yaşanan yetersizlik, küresel ısınma gibi tehditler sürdürülebilirlik konusunu önemli kılmıştır. Nüfus artışıyla konut yapımındaki artışlar, depremlerin yaşanması ile kentsel dönüşümde artan çalışmalar inşaat sayısını artırmıştır.

İnşaat harçlarının ana malzemesi olan çimento üretiminde gerçekleştirilen enerji sarfiyatı ve ekolojik eksende Dünya’ya yansımaları günümüz ve geleceğimiz açısından önem arz etmektedir. Bu sebeple sürdürülebilir yapı malzemeleri üretimi ve bu alanda geri dönüşümünün sağlanması avantaj sağlayabilir. Bu çalışmada atık cam ikameli harç örnekleri üretilmiştir. Üretilen deney örneklerinde çimento ile atık cam ikame oranları %5, %10 ve %15 olarak gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın amacı, farklı oranlarda çimentonun yerine kullanılan atık cam tozunun, harcın fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisini belirlemektir.

KURAMSAL ÇERÇEVE (LİTERATÜR TARAMASI)

Cam öz niteliklerini doğal ortamda değiştirmedeği için geri dönüşüm adına uygun bir malzemedir. Atık camların çimento ve beton



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:29 K:46

(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

sanayisinde kullanımı için 1960’ dan bu yana çalışmalar yapılmaktadır. Geçtiğimiz 10 yılda bu çalışmalar artmıştır. Nedeni çevresel düzenlemeler ve atık bertaraf maliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Diğer önemli nedeni ise camların kirlenmesi ve farklı renkte olması atık camların tekrar kazandırılmasını çok maliyetli hale getirmiştir. Bu nedenle karışık camlar içinde yeni pazarlara ihtiyaç doğmuştur (Shi ve Zheng, 2007: 52:234-247).

Bu konuda çalışan bilim insanları deneyleri için birçok kaynaktan, çeşitte, farklı renklerle

de camlara çalışmalarında yer vermişlerdir. Çalışmalarda, cam şişe, LCD tüp, pencere camı, elektronik cam, düz cam soda-silis, bor silikat ve kurşun silikat vb. gibi türlerin atıkları kullanılmıştır (Özgüden, 2019: 32).

Park ve ark.’nın (2004: 34:2181-2189) çalışmasında kum boyutundaki renksiz, kahverengi ve yeşil renkli cam atıklarını kullanarak yaptıkları çalışmada öncelikle camlara bazı agrega deneyleri uygulamıştır. Bu deneyler sonucunda elde edilen veriler Tablo 2’de verilmiştir (Park vd, 2004: 34:2181-2189).

Tablo 2. Atık Camların Bazı Fiziksel Özellikleri

Cam Rengi	Test Sonuçları			
	İncelik Modülü	Özgül Ağırlık	Su Emme Oranı (%)	Birim ağırlık (kg/m ³)
Kahverengi	3.49	2.52	0.40	1559
Yeşil	3.48	2.50	0.41	1543
Renksiz	3.48	2.50	0.43	1551

Deneylerden elde edilen sonuçlar, camın test edilen fiziksel özelliklerine cam renginin önemli ölçüde bir etkisi olmadığını göstermektedir. Bununla birlikte birim ağırlıklarının 1500 kg/m³’ten yüksek olmasından dolayı camların, normal betonda ince agrega olarak kullanılabilmesi de belirtilmiştir (Park vd, 2004: 34: 2181-2189).

Cam tozunun %30 nispetinde ikame edilerek kullanıldığı çalışmalar vardır. Çimento ve su

bir araya geldiğinde hidrasyon neticesinde Ca(OH)₂ oluşur. Ca(OH)₂ ortamda bulunan SiO₂ ile bağ kurarak CSH jelleri oluşturur. Oluşan CSH jelleri betonun basınç, eğilme ve çekme gibi dayanım özelliklerini oluşturur (Öz, 2017: 20:15).

Devrim Pekdemir ve diğerlerinin yaptığı benzer çalışmada cam tozu kullanarak tuğla üretimi yapılmış ve cam tozunun tuğlanın mekanik, kimyasal ve fiziksel özelliklerine olumlu

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:29 K:46

(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

katkısı olduğu sonucuna ulaşmıştır (Pekdemir ve Bayram, 2015: 5:4).

ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Bu çalışmada çimento miktarı %5, %10 ve %15 oranında azaltılarak yerine azaltılan oranda öğütülmüş atık cam tozu ilave edilen numuneler üretilmiştir.

Harç numuneleri hazırlanırken TS EN 197-1 ile uyumlu CEM I 42.5 R tipte çimento tercih edilmiştir. Atık cam olarak soda şişeleri kullanılmıştır. Soda şişeleri bıçaklı öğütücüde öğütülüp toz haline getirilmiştir. Numunelerin üretiminde kullanılan malzemeler ise standart kum, çimento, atık cam ve sudur. Harç karışımındaki malzeme miktarları Tablo 3’ de gösterilmiştir.

Tablo 3. Harç Karışımındaki Malzeme Miktarları (g)

Miktar (g)	Şahit	%5 Atık Cam	%10 Atık Cam	%15 Atık Cam
Çimento	450	427,5	405	382,5
Standart Kum	1350	1350	1350	1350
Su	225	225	225	225
Atık Cam Tozu		22,5	45	67,5

Harç numunelerinin üretimi yapılırken harç karışım hesabına göre belirlenen her bir numune karıştırma kabına eklendi. Çimento, standart kum ve atık cam tozu eklenip karıştırıcı mikser düşük ayarda 30 s karıştırıldı. Su ilave edilerek mikser yüksek ayarda 1 dk karıştırıldı. Karıştırılan numuneler 40×40×160 mm boyutunda 3 bölmeli prizma kalıplar fırça ile yağlandıktan sonra uygun bir kaşıkla konulup yüzeyleri spatula yardımı ile düzeltildi. Sonrasında kalıplar sarsma tablasına koyularak karışımın yayılması sağlandı. Tüm numunelere sırasıyla aynı işlem uygulandı. Hazırlanan numunelere 24 saat kalıpta bekle-

tildikten sonra kalıplar söküldü. Kalıptan çıkarılan numune 22±2 °C sıcaklıktaki kür havuzlarına 7 ve 28 günlük deneylerini yapmak için konuldu. Üretilen harç numuneleri Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Harç Numuneleri

Hazırlanan harç numunelerin kıvamını ve işlenebilirlik özelliklerini belirlemek amacıyla TS EN 1015-3 standardına uygun, taze harçlar üzerinde yayılma tablası deneyi uygulanmıştır. Numune çapları üç farklı yerden ölçülerek ortalamaları alınmıştır. Yayılma tablası deneyi Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Yayılma Tablası Deneyi

Sertleşmiş numunelere ait su emme ve birim hacim ağırlık deneyleri tayini, kür sonrasında 40×40×160 mm’lik prizma numunelere uygulanmıştır. Numuneler 24 saat süresince 100 °C (±5 °C) etüve koyulmuştur. Numunelerin etüv kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Numunelere ait fiziksel özellikleri belirlemek için fırın kuru ağırlıkları, kuru yüzey doymuş ağırlıkları ve su içinde ağırlık ölçümü yapılarak Bağlantı 1 ve 2 yardımı ile su emme ve birim hacim ağırlık değerleri belirlenmiştir (Gümüşsoy, 2019:35).

$$\text{Su Emme Oranı (\%)} = \frac{A_{KD} - A_{FK}}{A_{FK}} \times 100 \quad (1)$$

$$D = \frac{M_d}{V} \quad (2)$$

Burada;

A_{FK} : Fırın kuru ağırlığı (g)

A_{KYD} : Kuru yüzey doymuş ağırlığı (g)

D: Birim Hacim Ağırlık (g/m³)

M_d : Numunenin suya doymuş kütle, g

V = Numune hacmi, m³

Kalıptan çıkarılan numune 22±2 °C sıcaklıkta küv havuzlarına 7 ve 28 günlük deneylerini yapmak için konuldu. Her seri için 3 adet üretilen numuneler önce eğilme dayanımı testine tabi tutulmuştur. Sonuçlar Bağlantı 3 yardımıyla hesaplanıp ortalama değerleri alınmıştır. Daha sonra basınç dayanımı testine tabi tutulmuş sonuçlar Bağlantı 4 yardımıyla hesaplanıp ortalamaları alınmıştır (TS EN 196-1).

$$R_f = \frac{1,5 \times l \times F_f}{b^3} \quad (3)$$

Burada;

R_f : Eğilme dayanımı, (Newton/mm²)

b: Prizmanın kare kesitinin kenar uzunluğu (mm)

l: Mesnet silindirleri arasındaki uzaklık (mm)

$$fb = \frac{Pk}{A_0} \quad (4)$$

Burada;



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:29 K:46

(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

f_b = Basınç dayanımı (MPa)

A_0 = Yüzey alanı (mm²)

P_k = Kırılma anındaki yük (N)

BULGULAR

Yayıllma tablası deneyinde şahit numunenin yayılma değeri 17.25 cm, %5K cam tozu içeren numunenin 17.75 cm, %10K cam tozu

içeren numunenin 18.5 cm, %15K cam tozu içeren numunenin 16 cm olarak bulunmuştur. Yayıllma tablası ölçülen değerlerde şahit numune ve atık cam katkılı numunelerde belirgin farklılıklar gözlenmemiş, atık cam ilave edilmesine rağmen karışımlar yeterli akışkanlık göstermiştir. Yayıllma tablası deneyi sonuçları Tablo 4' de gösterilmiştir.

Tablo 4. Yayıllma Tablası Deneyi Sonuçları

Numune Adı	Yayıllma çapları(cm)
Şahit	17.25
%5	17.75
%10K	18.5
%15K	16

Cam tozu ikameli harçların su emme oranları şahit numune için %7.26 %5K cam tozu içeren numune %7.54,%10K cam tozu içeren

numune %7.29 ve %15K cam tozu içeren numune %7.47 olarak bulunmuştur. Numunelerin su emme oranları Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. Su Emme Değerleri

Numune Adı	Su Emme Oranı (%)
Şahit	7.26
%5K	7.54
%10K	7.29
%15K	7.47

Birim hacim ağırlık değerleri Tablo 6'da verilmiştir. Şahit numunede belirgin farklılıklar gözlenmemiştir.

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:29 K:46

(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

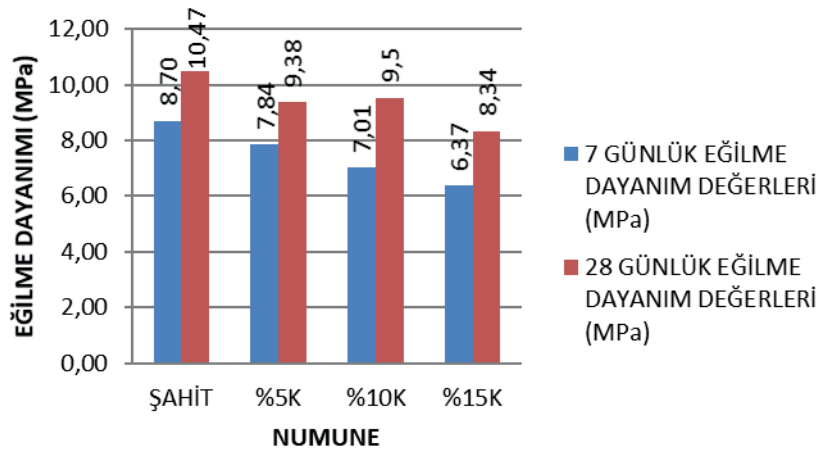
Tablo 6. Birim Hacim Ağırlık Değerleri (g/m³)

Numune Adı	Birim Hacim Ağırlık (g/m ³)
Şahit	2237,69
%5K	2193,28
%10K	2260,55
%15K	2200,78

Numunelerin eğilme dayanımları Şekil 3' de verilmiştir. Numuneler 3' er tane yapılmış eğilme dayanımları ölçülmüş ve ortalaması alınarak sonuca ulaşılmıştır.

Şekil 1'de verildiği gibi şahit numunenin 7 günlük eğilme dayanımının değerlerinin ortalaması 8.70 MPa, %5 atık cam katkılı numunede 7.84 MPa, %10 atık cam katkılı numunede 7.01 MPa ve %15 atık cam katkılı numunede ise 6.37 MPa değerlerine ulaşılmıştır. 7 günlük erken dayanımları değerlendirildiğinde şahit numunede atık cam katkılı numunelere göre daha yüksek değerlere ulaşılmıştır.

28 günlük şahit numune eğilme dayanımının değerlerinin ortalaması 10.47 MPa iken %5 atık cam katkılı numunede 9.38 MPa, %10 atık cam katkılı numunede 9.50 MPa ve %15 atık cam katkılı numunede ise 8.34 MPa değerlerine ulaşılmıştır. 28 günlük dayanımları değerlendirildiğinde şahit numunede atık cam katkılı numunelere göre daha yüksek değerlere ulaşılmıştır. Atık cam katkıların ikamesi ile oluşturulan bağlayıcı sistemde çimento hamuru ile atık cam tanelerinin yeterli kohezyonu gerçekleştirememesi bu duruma sebep olarak düşünülmektedir.



Şekil 3. Eğilme Dayanımı Sonuçları

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:29 K:46

(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)

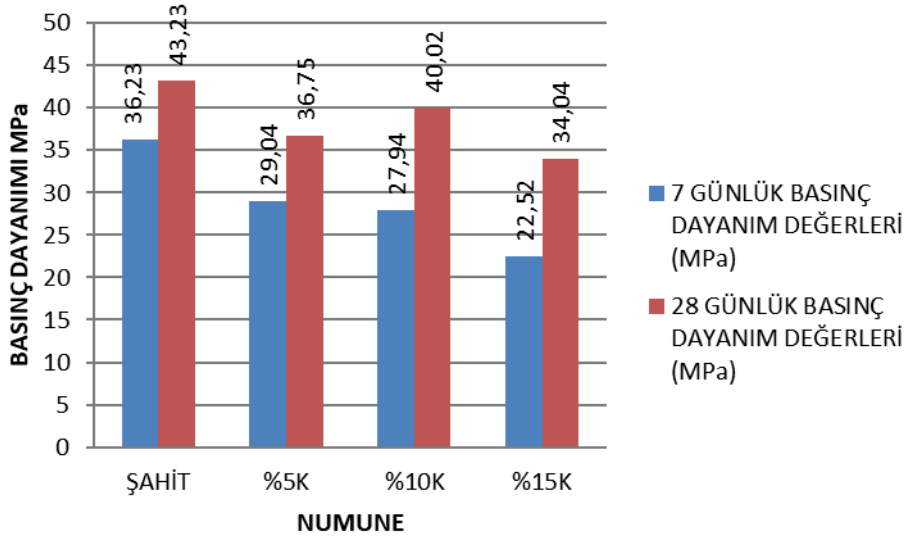
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Numunelerin basınç dayanımları Şekil 4’ de verilmiştir. 3 adet numune yapılmıştır. 7 ve 28 günlük basınç dayanımlarının ortalaması alınmıştır.

Şekil 2’de görüldüğü gibi 7 günlük şahit numune basınç dayanım değerleri ortalaması 36.23 MPa iken %5 atık cam katkılı numune de 29.04 MPa, %10 atık cam katkılı numune de 27.94 MPa ve %15 atık cam katkılı numune de ise 22.52 MPa değerlerine ulaşılmıştır. 7 günlük erken dayanımları değerlendirildiğin-

de şahit numunede atık cam katkılı numunelere göre daha yüksek değerlere ulaşılmıştır.

28 günlük şahit numune basınç dayanım değerleri ortalaması 43.23 MPa iken %5 atık cam katkılı numune 36.75 MPa, %10 atık cam katkı numune 40.02 MPa ve %15 atık cam katkılı da ise 34.04 MPa değerlerine ulaşılmıştır. 28 günlük dayanımları değerlendirildiğinde şahit numunede atık cam katkılı numunelere göre daha yüksek değerlere ulaşılmıştır.



Şekil 4. Basınç Dayanımı Sonuçları

SONUÇ

Çimento miktarı %5, %10 ve %15 oranında azaltılarak yerine azaltılan oranda atık cam tozu ilave edilen harç numunelerine bakıldığında,

- Yayılma tablası ölçülen değerlerde şahit numune ve atık cam katkılı numunelerde belirgin farklılıklar gözlenmemiştir. Bu sonuç atık cam ilave edilmesine rağmen karışımların yeterli akışkanlık gösterdiği anlamına gelir.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:29 K:46

(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

- Su emme ve birim hacim ağırlık değerleri hesaplandığında şahit numune ve atık cam katkılı numunelerde belirgin farklılıklar gözlenmemiştir. Yapılan çalışmada atık cam artış oranına bağlı olarak harcın fiziksel özelliklerinde belirgin şekilde değişiklik göstermediği gözlemlenmiştir.
- Atık cam katkı oranının artışına bağlı olarak basınç ve eğilme dayanımı değerlerinde ise azalış tespit edilmiştir.
- Atık cam katkıların ikamesi ile oluşturulan bağlayıcı sistemde çimento hamuru ile atık cam tanelerinin yeterli kohezyonu gerçekleştirmemesi bu duruma sebep olarak düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

AGCAKOCA, E., NOWBAHARI, (2021).

Çok Katlı Çelik Yapıların 2018 Deprem Yönetmeliğindeki Farklı Yötemlere Göre Analiz ve Tasarımı, Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 15:129

ANON, (2001). Waste Glass, MaterialDescriptionhttp://www.thfrc.gov/hnr20/recycle/waste/wgl.htm

GÜMÜŞSOY, M., (2019). Geri Dönüştürülmüş Agregaların Harç Özelliklerine Etkisi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

ÖZYURT, M.Z., (2021). Betonarme Yapılarda L Tipi Perdelerin Plandaki Yerleşiminin Yapısal Davranışa Etkisi, Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 15:75

ÖZCAN, U., GÜNGÖR S., (2019). Sürdürülebilir Bir Yöntem / Betonda Puzolan Kullanımı, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 15:177

ÖZGÜDEN, Ö., (2019). Atık Cam Katkılı Betonların İncelenmesi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

ÖZ, H.Ö., (2017). Atık Cam Tozu ve Yüksek Fırın Cürufunun İçeren Kendiliğinden Yerleşen Harçların Taze, Mekanik ve Durabilite Özellikleri, KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi, 20:15

PARK, S.B., LEE, B.C., KİM, J.H., (2004). Studies on Mechanical Properties of Concrete Containing Waste Glass Aggregate, Cement and Concrete Research, 34:2181-2189

PEKDEMİR, D., BAYRAM, O., (2015). Cam Tozunun Tuğla Yapımında Kullanılabilme Olanaklarının İncelenmesi, MTA Genel Müdürlüğü, Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesi, The 9th International



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:29 K:46

(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

Industrial Minerals Symposium, İzmir,
Mayıs 2015, 5:4

SHI, C., ZHENG, K., (2007). A review on
the use of waste glasses in the production
of cement and concrete, Resources, Con-
servation and Recycling, 52:234-247

TS EN 1015-3. Kagir Harcı- Deney Metotla-
rı- Bölüm 3: Taze Harç Kıvamının Tayini
(yayılma tablası ile)

TS EN 197-1., (2002). Çimento-Genel Çi-
mentolar-Birleşim, Özellikler ve Uygun-
luk Kriterleri

TS EN 196-1., (2002). Çimento Deney Me-
totları-Dayanım Tayini

KAVAS, T., ÇELİK, M.Y., EVCİN, A., (2004).
Cam Atıklarının Çimento Üretiminde
Katkı Maddesi Olarak Kullanılabilirli-
ğinin Araştırılması, Afyon Üniversitesi,
Endüstriyel Hammaddeler Sempozyu-
mu, 13-14 Mayıs 2004, İzmir, Türkiye

YALÇIN, L., (2021). Atık Cam Tozu
K-Değerlerinin Betonun Mekanik
Özelliklerine Etkisi, Gebze Teknik
Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İn-
şaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yük-
sek Lisans Tezi

İNTERNET KAYNAKLARI

[https://climate.nasa.gov/\(E.T.10/12/2022\)](https://climate.nasa.gov/(E.T.10/12/2022))

**YAZAR NOTU: Bu çalışma İnşaat Mü-
hendisi Esra ÇELİK'in, Doç. Dr. Kadir
GÜÇLÜER danışmanlığında, Adıya-
man Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim
Enstitüsü'nde gerçekleştirdiği Yüksek
Lisans Tezinden geliştirilerek hazırlan-
mıştır.**



UHMFĐ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:29 K:46

(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: Global warming, environmental problems, unconscious consumption of natural resources and the inability to transfer them to future generations are the main problems faced by human beings in the developing world. These problems have made it important to work on sustainability and recycling of waste materials in every field. In the construction sector, new methods have also been applied to protect natural resources, ensure economic and ecological efficiency, and produce sustainable building materials. With the increase in the need for new buildings as a result of population growth, the number of constructions is increasing day by day. At the same time, the consequences of the earthquakes have necessitated urban transformations in large areas. Population growth and the increase in housing with urban transformation necessitated the production of large amounts of concrete and mortar. The mixture formed by combining cement, water and fine aggregate in certain proportions is called mortar. The increase in mortar production also increases the use of cement. Cement is the main material of the mortar. Cement production in Turkey, which was 71 million tons in 2013, increased to 77 million tons in 2017. Cement production in the world is increasing every year and there is a lot of carbon dioxide emission during cement production and this value is about 800 kilograms per ton of cement produced. In this study, waste glass material was used. glass consists of a mixture of quartzite, feldspar, dolomite, limestone and soda in certain proportions and quartzite constitutes the majority of the mixture. Glass is formed as a result of a melting and then the sudden cooling of these materials. This mixture, which has a high viscosity in molten state, solidifies as a result of sudden cooling, preserving its molecular structure in the liquid state. Meanwhile, glass molecules, which cannot find time to form a new molecular structure due to high viscosity and heavy molecular movements, cannot reach the smooth crystalline structure of the solid state. Therefore, the molecular structure of glass, which is harder than many substances and appears solid, is irregular like that of a liquid. Commercial glass products can be classified as silica glasses, soda-lime-glasses, leaded-alka glasses and borsilica glasses according to their chemical content. Depending on these contents and usage characteristics, different chemical compounds and coloring agents can be added to the glasses during production. It is necessary to pay attention to this feature and to examine the chemical composition it contains according to the purpose of use during the recycling of colored and colorless glass wastes. **Purpose:** The energy consumption in cement production and its ecological reflections on the world are important for our present and future. For this reason, sustainable building materials production and recycling of wastes in



UHMFĐ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:29 K:46

(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

this field can be advantageous. Using it in concrete as a cement substitute will offer ecologically and economically positive solutions. Industrial wastes are generally preferred for these materials in order to prevent pollution. It is aimed to recycling environmental solid wastes by using glass powder as a cement substitute in concrete mix. Expanding the recycling possibilities of waste glass, which is a material currently used in recycling, will also reduce waste storage costs and the facility and production costs required to reuse waste glass as glass. For this purpose, 5%, 10%, 15% waste glass substituted mortar samples were produced in this study. **Metod:** In this study, samples were produced by reducing the amount of cement by 5%, 10% and 15%, and instead of this cement adding the reduced amount of ground waste glass powder. While preparing the mortar samples, CEM I 42.5 R type cement in compliance with TS EN 197-1 was preferred. Soda bottles were used as waste glass. Soda bottles were ground and powdered by machine. Materials used in the production of test samples; Cement, water, standard sand, and waste glass were prepared in accordance with the TS EN 196-1 standard and samples were produced. While producing the mortar samples, each sample determined according to the mortar mix calculation was added to the mixing bowl. Cement, standard sand and waste glass powder were added and the mixer was mixed at low setting for 30 s. Water was added and the mixer was mixed at high setting for 1 minute. The mixed samples were placed in 3-section prism molds with a size of 40×40×160 mm, oiled with a brush, and their surfaces were smoothed with the help of a spatula. The mixture was spread by placing it on the shaking table. The same procedure was applied to all samples. The prepared samples were kept in the mold for 24 hours and then disassembled. The sample removed from the mold was placed in the curing pools at 22±2 °C to conduct the 7 and 28 day experiments. In order to determine the consistency of the prepared mortars, a spreading table test was carried out on fresh mortars that conforming to TS EN 1015-3 standard. In order to determine the consistency of the prepared mortars, the spreading table test was carried out on the fresh mortars which comply with the TS EN 1015-3 standard. Sample diameters were measured from three different locations and their averages were taken. In order to determine its physical properties, water absorption and unit volume weight tests were applied. Determination of water absorption and unit weight of the hardened samples were applied to 40×40×160 mm prism samples after curing. In order to determine its mechanical properties, compressive and flexural strength tests were applied. **Results and Conclusion:** In the compressive strength test, the control sample was found to be 36.23 Mpa. Lower values were determined for waste glass added mortars. The flexural strength of the control sample was 8.70 MPa, and lower values were found in the waste glass added mortars. Similar results were found



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:29 K:46

(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

for the control and waste glass added samples in unit volume weight and water absorption tests. Depending on the increase in the waste glass additive ratio in the mortar samples, a decrease in the compressive and flexural strength values was detected. No significant differences were observed in the values measured in the spreading table and the water absorption values compared to the control sample. In the study, it was observed that the physical properties of the mortar did not change significantly depending on the increase rate of waste glass.

114 BARALI KUZEYBATI ANADOLU GÜÇ SİSTEMİNDE OPTİMAL REAKTİF GÜÇ DAĞITIMI İLE AKTİF GÜÇ KAYIPLARIN AZALTILMASI ⁽¹⁾

REDUCING ACTIVE POWER LOSSES WITH OPTIMAL REACTIVE POWER DISPATCH IN 114 BUS NORTHWESTERN ANATOLIAN POWER SYSTEM

Talha Enes GÜMÜŞ¹, Selçuk EMİROĞLU², Türker Fedai ÇAVUŞ³

¹⁻²⁻³Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü,
Sakarya / Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-6716-6414¹, 0000-0001-7319-8861², 0000-0003-1399-8044³

Öz: Amaç: Bu çalışmada, 114 baralı Kuzeybatı Anadolu (KBA) güç sisteminde aktif güç kayıplarının ve gerilim dalgalanmalarının azaltılması amacıyla Optimal Reaktif Güç Dağıtım (ORPD) problemi Genetik Algoritma (GA) kullanılarak çözülmesi önerilmiştir. **Yöntem:** Doğrusal olmayan bir optimizasyon problemi olarak modellenen ORPD problemi Genetik Algoritma (GA) kullanılarak çözülmüştür. ORPD problemi, KBA'daki büyük bir 114 baralı güç sistemine uygulanmıştır. ORPD problemi çözülerek optimal kontrol değişkenleri olan generatörlerin terminal gerilimleri ve şönt kompanseörlerin reaktif güç değerleri bulunmuştur. Aktif güç kayıplarını ve gerilim dalgalanmalarını en aza indirmek için kontrol değişkenleri değerleri GA kullanılarak elde edilmiştir. **Bulgular:** Önerilen yaklaşım ile, optimizasyon probleminin kontrol değişkenleri olan generatörlerin terminal gerilim değerlerini ve reaktif güç kaynaklarının boyutlarını bularak ORPD problemi başarıyla çözülmüştür. ORPD probleminin amacı güç kayıplarını ve sistemdeki gerilim dalgalanmalarını bazı işletme kısıtları göz önünde bulundurularak azaltmaktır. Önerilen yaklaşım 114 baralı KBA güç sistemine uygulanmış ve ORPD sonrası sistemin aktif güç kayıplarının %4,63 azaldığı ve bara gerilim dalgalanma değerinin 0,08'den 0,0798'e azaldığı gözlemlenmiştir. **Sonuç:** ORPD probleminin çözülmesiyle, 114 baralı KBA güç sisteminde bara gerilimlerinin belirlenen limitler içinde kalması sağlanarak, aktif güç kayıpları ve baradaki gerilim dalgalanmaları aynı anda minimize edilmiştir. Benzetim çalışmaları, önerilen ORPD yaklaşımı ile bara gerilimlerinin belirlenen sınırlar içinde kaldığını ve aktif güç kayıplarının ilk duruma göre azaldığını göstermiştir. Bara gerilim dalgalanmalarının azalması, sistemin kararlılığı açısından daha kararlı hale gelmesi anlamına gelir. Böylece güç sisteminde verimi artırılarak tasarruf sağlanırken sistemin kararlılığının izlenmesi de mümkün olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Optimal Reaktif Güç Dağıtımı, Optimizasyon, Aktif Güç Kaybı Minimizasyonu, Genetik Algoritma

Abstract: Aim: In this study, it has been proposed to solve the Optimal Reactive Power Dispatch (ORPD) problem with Genetic Algorithm (GA) in order to minimize the active power losses and voltage fluctuations in the 114 bus Northwestern Anatolian (NWA) power system. **Method:** The ORPD problem, which is modeled as a nonlinear optimization problem, has been solved by using GA. The ORPD problem has been applied to a large 114 bus power system in Northwestern Anatolia. By solving the ORPD problem, terminal voltages of generators and reactive power values of shunt compensators, which are optimal control variables, have been found. Control variables values to minimize active power losses and voltage fluctuations have been obtained by using GA. **Results:** The proposed approach has successfully solved the ORPD problem by finding the voltage values of the generators and the sizes of the reactive power sources which are the control variables of the optimization problem. The aim of the ORPD problem is to minimize power losses and to reduce the voltage deviations in the system considering some operational constraints. The proposed approach has been applied to the 114 bus NWA power system and it has been observed that the active power losses are reduced by 4.63% and the bus voltage deviations are decreased from 0.08 to 0.0798 after ORPD. **Conclusion:** By solving the ORPD problem, active power losses and voltage fluctuations at buses are simultaneously minimized by ensuring that all bus voltages remain within the defined limits in the 114-bus NWA power system. Simulation studies have shown that with the proposed ORPD approach, the bus voltages remain within the specified limits and the active power losses are reduced compared to the first case. The reduction in bus voltage deviations means that the system becomes more stable in terms of stability. Thus, while saving is achieved by increasing the efficiency in the power system, it is also possible to monitor the stability of the system.

Keywords: Optimal Reactive Power Dispatch, Optimization, Active Power Loss Minimization, Genetic Algorithm

Doi:10.17366/uhmfd.2022.18.5

- (1) **Sorumlu Yazar, Corresponding Author: Talha Enes GÜMÜŞ, (Dr. Öğr. Üye., Assist. Prof.), Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Sakarya / Türkiye, tgumus@sakarya.edu.tr, Geliş Tarihi / Received: 03.07.2022, Kabul Tarihi / Accepted: 11.12.2022, Makalenin Türü: Type of Article: (Araştırma – Uygulama; Research - Application) Çıkar Çatışması, Yok – Conflict of Interest, None, 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

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:27 K:43

(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

Optimal Reaktif Güç Dağıtımı (ORPD), güç sistemlerinin işletilmesi ve planlanması için büyük bir önem taşımaktadır. ORPD, doğrusal olmayan optimizasyon problemi olarak ele alınır (Ettappan vd., 2020:1-5). Güç sisteminde yük değişimleri, bara gerilimlerini etkileyerek değiştirmektedir (Liu vd., 2022:1-7; Zhang vd., 2007). Bu yüzden, bara gerilimlerini yükler açısından kabul edilebilir sınırlar içinde kalması reaktif güç yönetimi ile gerçekleştirilebilir (Mouassa vd., 2017:885-895). ORPD' nin aktif güç kaybı en aza indirmek, kararlılık indeksini iyileştirmek veya gerilim dalgalanmalarını azaltmak gibi çeşitli amaçları bulunmaktadır (Roy vd., 2021:1-24). Bu amaçlara ulaşmak için optimizasyon probleminin kontrol değişkenleri olan generatör gerilimleri, kademe değiştirici trafoların kademe pozisyon değerleri veya şönt reaktif güç kaynaklarının reaktif güç değerleri bulunur (Nasouri vd., 2020:1-27).

ORPD probleminin çözümü için Newton metodu (Sun vd., 1984:2864), doğrusal programlama (Alsaç vd., 1990:697-711), doğrusal olmayan programlama (Billinton, 1973:1217), kuadratik programlama (Lo ve Zhu, 1991:47-60), iç nokta metodu (Yan vd., 2006:61-67) gibi çeşitli klasik matematiksel yöntemler önerilmiştir.

Son yıllarda ORPD probleminin çözümü için deterministik yöntemler yerine türev gerektirmemek gibi birçok avantajı bulunan sezgisel tabanlı algoritmaların uygulanmasına ve geliştirilmesine odaklanılmıştır (Nasouri vd., 2020:1-27). Literatürde, klasik yöntemler yanında yapay zeka algoritmalarının ilerlemesi ile hesaplama gücündeki artış sayesinde genetik algoritma (Liu vd., 2022:1-7; Wu vd., 1998:563), karınca aslanı optimizasyon algoritması (Mouassa vd., 2017:885-895), parçacık sürü optimizasyonu (Zhao vd., 2005:1070), kaotik yarı algoritması (Mugemanyı vd., 2020:65830), geliştirilmiş balçık kalıp algoritması (Wei vd., 2021:8742), diferansiyel evrim algoritması (Ela, Abido ve Spea, 2011), yapay arı kolonisi algoritması (Ettappan vd., 2020:1-5) ve bazı hibrid yöntemler (Nasouri vd., 2020:1-27) gibi çeşitli sezgisel optimizasyon algoritmaları önerilmiştir. Yapılan bir çalışmada, balçık kalıp algoritmasının salınım davranışının kolayca yerel optimuma düşmesinden dolayı geliştirilmiş balçık kalıp algoritması, ORPD probleminin çözülmesi için uygulanmıştır. ORPD için uygulanan geliştirilmiş balçık kalıp algoritmasının performansı diğer algoritmalar ile karşılaştırılarak gösterilmiştir (Wei vd., 2021:8742).

AMAÇ ve KAPSAM

GA, doğal evrim sürecini simüle ederek karmaşık kısıtlı ve kısıtsız optimizasyon prob-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:27 K:43

(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

lemeleri çözmek için yaygın olarak kullanılan, iyi sonuçlar üreten bir sezgisel algoritmadır (Liu vd., 2022:1-7). Yapılan çalışmalarda, optimizasyon problemlerin çözümünde hassas ve hızlı yakınsadığı gösterilmiştir (Michaewicz, 1996:1). Bu çalışmada, 114 baralı KBA güç sisteminde aktif güç kayıplarını ve gerilim dalgalanmalarını en aza indirmek için ORPD probleminin GA ile çözülmesi önerilmiştir. Önerilen yaklaşımın performansını göstermek için büyük ölçekli bir güç sistemi olan 114 baralı KBA güç sistemi kullanılmıştır. Elde edilen benzetim sonuçları ile bara gerilimleri belirlenen limitler içerisinde tutularak aktif güç kayıplarının ve gerilim dalgalanmalarının baz duruma göre azaltıldığı gösterilmesi amaçlanmıştır.

YÖNTEM

Doğrusal olmayan bir optimizasyon problemi olarak modellenen ORPD problemi Genetik Algoritma (GA) kullanılarak çözülmüştür. ORPD problemi, KBA'daki büyük bir 114 baralı güç sistemine uygulanmıştır. ORPD problemi çözülerek optimum kontrol değişkenleri olan generatörlerin terminal gerilimleri ve şönt kompensatörlerin reaktif güç değerleri bulunmuştur. Aktif güç kayıplarını ve gerilim dalgalanmalarını en aza indirmek için kontrol değişkenleri değerleri GA kullanılarak elde edilmiştir.

ARAŞTIRMANIN PROBLEMİ

Enerji iletim sistemlerinde aktif güç kayıplarının, reaktif güç kaynaklarının kullanılarak minimize edilmesidir.

OPTİMAL REAKTİF GÜÇ DAĞITIM PROBLEMİ

ORPD problemi, doğrusal olmayan optimizasyon problemi olarak modellenmiştir. Bu doğrusal olmayan optimizasyon olarak modellenen problem, aktif güç kayıplarının ve gerilim dalgalanmalarının minimizasyonunu sağlayan çoklu amaç fonksiyonu ile eşitlik ve eşitsizlik kısıtları dikkate alınarak GA kullanılarak çözülmüştür. Toplam aktif güç kaybını ve gerilim dalgalanmalarının minimize edilmesini sağlayan çoklu amaç fonksiyonu aşağıda verilmiştir.

$$\begin{aligned} \min F &= \min (P_{\text{Kayıp}} + GD) \\ \min F &= \min (P_{\text{Kayıp}} + GD) \end{aligned} \quad (1)$$

Burada $P_{\text{kayıp}}$ ve GD , sırasıyla toplam aktif güç kaybını ve baralardaki toplam gerilim dalgalanmasını göstermektedir.

$$\begin{aligned} P_{\text{Kayıp}} &= \sum_{k=1}^{Hs} g_k (V_i^2 + V_j^2 - 2 \cdot V_i \cdot V_j \cdot \cos \theta_{ij}) \\ P_{\text{Kayıp}} &= \sum_{k=1}^{Hs} g_k (V_i^2 + V_j^2 - 2 \cdot V_i \cdot V_j \cdot \cos \theta_{ij}) \end{aligned} \quad (2)$$

$$GD = \sum_{i=1}^{Bs} (V_i - V_{ref})^2 \quad (3)$$



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:27 K:43

(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

V_i i . baranın gerilim değeri iken g_k ise $k=(i,j)$ olduğunda g_{ij} olan hat kondüktansıdır. H_s ve B_s sırasıyla hat ve bara sayısıdır. $\theta_{ij} = \theta_i - \theta_j$ olmak üzere i . ve j . baralarının gerilim açıları arasındaki farktır.

Aşağıda verilen aktif ve reaktif güç akışı denklemleri optimizasyon probleminde eşitlik kısıtı olarak ele alınmıştır.

$$\begin{aligned} p_i^g - p_i^l &= \sum_{j=0}^N v_i v_j (g_{ij} \cos \theta_{ij} + b_{ij} \sin \theta_{ij}) \\ q_i^g - q_i^l &= \sum_{j=0}^N v_i v_j (g_{ij} \sin \theta_{ij} - b_{ij} \cos \theta_{ij}) \end{aligned} \quad (4)$$

$p_i^g - q_i^g$ ve $p_i^l - q_i^l$, i . baranın aktif-reaktif güç üretimi ve aktif-reaktif güç tüketimidir. g_{ij} ve b_{ij} sırasıyla, admitans matrisinin reel ve imajiner bileşenleridir.

Bara gerilim değerleri ve reaktif güç kaynaklarının reaktif güç limitleri aşağıda verilerek eşitsizlik kısıtı olarak ele alınarak problem çözülmesi amaçlanmıştır.

$$V_{Min} \leq V_{Bara} \leq V_{Maks} \quad (5)$$

$$Q_{ci-Min} \leq Q_{ci} \leq Q_{ci-Maks} \quad (6)$$

Optimizasyon probleminde kısıt olarak generatör ve yük barası gerilim değerleri 0.95 pu ile 1.1 pu arasında tutulması amaçlanarak

üst ve alt limit olarak tanımlanmıştır. Q_{ci} şönt kompensatörlerin reaktif güç değerleridir. Generatörlerin gerilim değerleri ve şönt kompensatörlerin reaktif güç değerleri optimizasyon probleminin kontrol değişkenleridir.

BENZETİM ÇALIŞMASI

Önerilen yaklaşım 114 baralı KBA güç sistemine uygulanmış ve sonuçları optimizasyon öncesi durum ile karşılaştırmalı olarak verilmiştir. KBA 114 baralı güç sistemi MATPOWER (Zimmerman ve Murillo-S'anchez, 2016:1; Zimmerman, 2011.12-17) kullanılarak MATLAB'da modellenmiştir (MathWorks, 2020). 114 baralı KBA güç sisteminde 154 hat, 18 PV barası ve 96 PQ barası bulunmaktadır. Güç sistemi PV baraları 5, 6, 7, 9, 11, 28, 35, 38, 42, 51, 53, 64, 75, 76, 81, 82, 97, 107 numaralı baralardır (Pamuk, 2009:1).

Optimizasyon probleminde kontrol değişkenleri 5 adet şönt reaktif güç kaynağı bağlantı noktası ve boyutu ile güç sistemi generatör bara gerilim değerleri seçilmiştir. Tablo 1'de 114 baralı KBA güç sisteminde ORPD problemi GA ile çözüldükten sonra kontrol değişkenlerine ait sonuçlar karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:27 K:43

(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. ORPD Sonucunda Bulunan Kontrol Değişkeni Değerleri

Kontrol Değişkeni	Optimizasyon Öncesi	Optimizasyon Sonrası	Kontrol Değişkeni	Optimizasyon Öncesi	Optimizasyon Sonrası
Q1 (MVAR)	-	15/90.24	V38 (pu)	1.05	1.0549
Q2 (MVAR)	-	20/94.91	V42 (pu)	1.05	1.0332
Q3 (MVAR)	-	25/99.11	V51 (pu)	1.05	1.0541
Q4 (MVAR)	-	26/84.65	V53 (pu)	1.05	1.0426
Q5 (MVAR)	-	46/21.54	V64 (pu)	1.05	1.0485
V5 (pu)	1.05	1.0616	V75 (pu)	1.05	1.0437
V6 (pu)	1.05	1.0599	V76 (pu)	1.05	1.0434
V7 (pu)	1.05	1.0546	V81 (pu)	1.05	1.0436
V9 (pu)	1.05	1.0539	V82 (pu)	1.05	1.0540
V11 (pu)	1.05	1.0773	V97 (pu)	1.05	1.0889
V28 (pu)	1.05	1.0318	V107 (pu)	1.05	1.0585
V35 (pu)	1.05	1.0247			

Tablo 2’de optimizasyon sonrasında güç sisteminde aktif güç kayıplarının azaldığı görülmektedir. Optimizasyon çözümü ile aktif güç

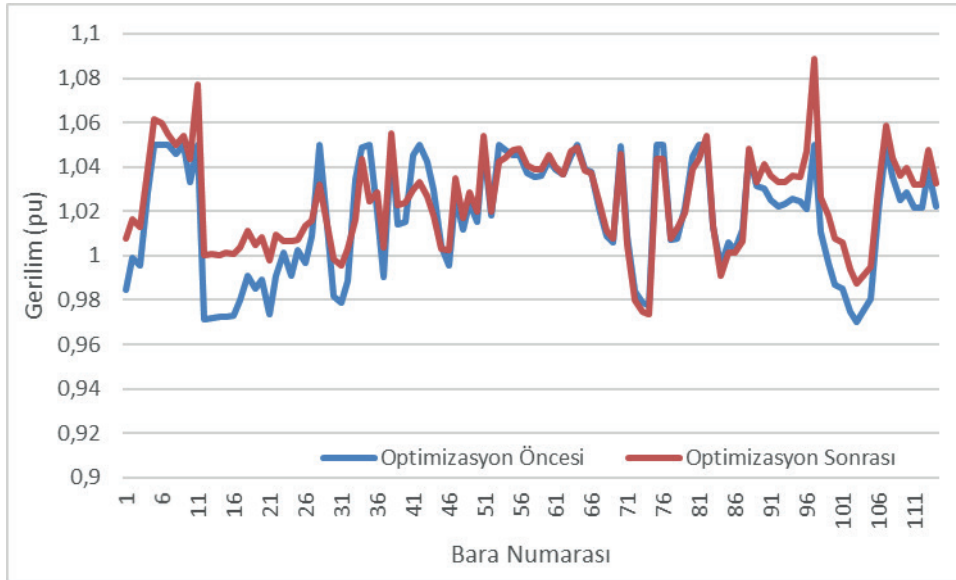
kayıplarının %4,63 oranında azaldığı görülmüştür.

Tablo 2. ORPD Öncesi ve Sonrası Aktif Güç Kayıpları

	ORPD Öncesi	ORPD Sonrası	% Değişim
Aktif Güç Kayıpları (MW)	280,883	267.852	%4,63

Şekil 1’de güç sisteminin bara gerilim profili verilmiştir. Bara gerilim değerlerinin optimizasyon öncesi duruma göre iyileştiği görülmektedir. Şekil 1’den görüldüğü gibi yük baralarının gerilim değeri maksimum 1.05 pu

olurken, generatör barası gerilimlerinin maksimum 1.1 olduğu için bazı generatör baralarının gerilim değerlerinin 1.05 pu değerinin üstünde olduğu görülmektedir.



Şekil 1. Güç Sisteminin Gerilim Profili

Benzetim çalışmalarında gerilim profilinin optimizasyon öncesi duruma göre iyileştiği görülmektedir. Bu durum sistemin gerilim kararlılığı açısından daha kararlı hale geldiğini göstermektedir. Ayrıca bara gerilim dalgalanmalarının 0,08'den optimizasyon sonrası durumda 0,0798'e gerilediği görülmüştür.

SONUÇ

Önerilen yaklaşım ile optimizasyon probleminin kontrol değişkenleri olan generatörlerin gerilim değerleri, reaktif güç kaynaklarının büyüklüklerini bulunarak, ORPD problemi başarılı bir şekilde çözülmüştür. ORPD probleminin amacı güç kayıplarını en aza indirmek ve sistem bara gerilimlerinde oluşan gerilim dalgalanmalarını belirli kısıtlar altında minimum değere indirmektir. Öne-

rilen yaklaşım 114 baralı KBA güç sistemine uygulanmış ve güç kayıplarının %4,63 oranında azaldığı görülmüştür. Sistemin tüm baralarında optimizasyon sonrası durumda bara gerilim dalgalanmalarının azaldığı görülmüştür. Bara gerilim dalgalanmalarında oluşan bu azalma sistemin kararlılığı açısından da daha kararlı hale geldiği anlamına gelmektedir.

Önerilen yaklaşım ile sezgisel algoritmaların büyük güç sistemlerinde ORPD problemlerinin çözümünde etkili bir şekilde kullanıldığı görülmüştür. Sezgisel algoritmalar, farklı amaç fonksiyonları içeren ORPD problemlerine çözüm sağlayabilir. Böylece güç sisteminde tasarruf sağlanırken aynı zamanda güç sisteminin daha kararlı çalışmasını sağlar. Güç sistemlerinin kararlı çalışması sistemin



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:27 K:43

(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

sürdürülebilirliği açısından önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

ALSAC, O., BRIGHT, J., PRAIS, M., STOTT, B., (1990). Further Developments in Ip-Based Optimal Power Flow, IEEE Transactions on Power Systems, 15(3): 697–711, Doi:10.1109/59.65896

BİLLİNTON, R., (1973). Optimum Network VAR Planning by Nonlinear Programming, IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems. PAS-92(4): 1217–1225, Doi: 10.1109/TPAS.1973.293803

ELA, A.A.A., EL, ABİDO, M.A., SPEA, S.R., (2011). Differential Evolution Algorithm for Optimal Reactive Power Dispatch, Electric Power Systems Research, 81(2): 458–464, Doi:10.1016/J.EPSR.2010.10.005

ETTAPPAN, M., VIMALA, V., RAMESH, S., KESAVAN, V.T., (2020). Optimal reactive Power Dispatch for Real Power Loss Minimization and Voltage Stability Enhancement Using Artificial Bee Colony Algorithm, Microprocessors and Microsystems, 76:103085, Doi:10.1016/J.MICPRO.2020.103085

LIU, Y., ĆETENOVİĆ, D., LI, H., GRYAZINA, E., TERZIJA, V., (2022). An Optimized Multi-Objective Reactive Power

Dispatch Strategy Based on Improved Genetic Algorithm for Wind Power Integrated Systems, International Journal of Electrical Power and Energy Systems, 136, Doi: 10.1016/j.ijepes.2021.107764

LO, K.L., ZHU, S.P., (1991). A Decoupled Quadratic Programming Approach for optimal Power Dispatch, Electric Power Systems Research, 22(1): 47–60, Doi:10.1016/0378-7796(91)90079-3

MATHWORKS, T., (2020). MATLAB (R2020b). The MathWorks Inc., (x)

MICHAELWICZ, Z., (1996). Genetic Algorithms + Data Structures = Evolutionary Programs, Springer

MOUASSA, S., BOUKTİR, T., SALHİ, A., (2017). Ant Lion Optimizer for Solving Optimal Reactive Power Dispatch Problem in Power Systems, Engineering Science and Technology, an International Journal, 20(3): 885–895 Doi:10.1016/J.JESTCH.2017.03.006

MUGEMANYİ, S., QU, Z., RUGEMA, F. X., DONG, Y., BANANEZA, C., WANG, L., (2020). Optimal Reactive Power Dispatch Using Chaotic Bat Algorithm. IEEE Access, 8:65830–65867, Doi: 10.1109/ACCESS.2020.2982988

NASOURI GILVAEI, M., JAFARI, H., JABBARI GHADI, M., LI, L., (2020).



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:27 K:43

(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

- A Novel Hybrid Optimization Approach for Reactive Power Dispatch Problem Considering Voltage Stability Index, Engineering Applications of Artificial Intelligence, 96(May), Doi:10.1016/j.engappai.2020.103963
- PAMUK, N., (2009).** Nihat Pamuk, 380 ve 154 kV’luk Kuzeybatı Anadolu Şebekesi Güç Akışı Benzetimleri’, Yüksek Lisans Tezi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Sakarya Üniversitesi, Sakarya, Türkiye, 2009
- ROY, R., DAS, T., MANDAL, K.K., (2021).** Optimal Reactive Power Dispatch Using a Novel Optimization Algorithm, Journal of Electrical Systems and Information Technology, 8(1): Doi: 10.1186/s43067-021-00041-y
- SUN, D.I., ASHLEY, B., BREWER, B., HUGHES, A., TİNNEY, W.F., (1984).** Optimal Power Flow By Newton Approach, IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, PAS-103(10):2864–2880, Doi:10.1109/TPAS.1984.318284
- WEI, Y., ZHOU, Y., LUO, Q., DENG, W., (2021).** Optimal Reactive Power Dispatch Using an Improved Slime Mould Algorithm, Energy Reports, 7:8742–8759, Doi:10.1016/j.egyr.2021.11.138
- WU, Q. H., CAO, Y.J., WEN, J.Y., (1998).** Optimal reactive Power Dispatch Using an Adaptive Genetic Algorithm, International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 20(8):563–569, Doi: 10.1016/S0142-0615(98)00016-7
- YAN, W., YU, J., YU, D.C., BHATTARAI, K., (2006).** A new Optimal Reactive Power Flow Model in Rectangular Form and Its Solution By Predictor Corrector Primal Dual Interior Point Method, IEEE Transactions on Power Systems, 21(1):61–67, Doi:10.1109/TPWRS.2005.861978
- ZHANG, W., LI, F., TOLBERT, L.M., (2007).** Review of reactive Power Planning: Objectives, Constraints, and Algorithms, IEEE Transactions on Power Systems, 22(4):2177–2186, Doi: 10.1109/TPWRS.2007.907452
- ZHAO, B., GUO, C. X., CAO, Y.J., (2005).** A Multiagent-Based Particle Swarm Optimization Approach for Optimal Reactive Power Dispatch, IEEE Transactions on Power Systems, 20(2):1070–1078, Doi.org/10.1109/TPWRS.2005.846064
- ZIMMERMAN, R.D., MURILLO-S’ANCHEZ, C.E., (2016).** MATPOWER 6.0 User ’ S Manual. PSerc, (December)
- ZIMMERMAN, R.D., MURILLO-S’ANCHEZ, C.E., THOMAS, R.J.,**



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:27 K:43

(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

(2011). MATPOWER: Steady-state Operations, Planning, and Analysis Tools for Power Systems Research and Education, IEEE Transactions on Power Systems. 26(1): 12-17, Doi:10.1109/TPWRS.2010.2051168



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:27 K:43

(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: The Optimal Reactive Power Dispatch (ORPD) is essential for the operation and planning of power systems. ORPD has been considered as a nonlinear optimization problem (Ettappan, et al., 2020:1-5). Load changes in the power system affect the bus voltages (Liu et al., 2022:1-7; Zhang et al., 2007). Therefore, keeping the bus voltages within acceptable limits for loads can be achieved by reactive power management (Mouassa et al., 2017:885-895). ORPD has various objectives such as minimizing active power loss, improving stability index or reducing voltage deviations (Roy et al., 2021:1-24). To achieve these goals, generator voltages, tap position values of tap changer transformers or reactive power values of shunt reactive power sources, which are the control variables of the optimization problem, should be obtained (Nasouri et al., 2020:1-27). Various classical mathematical methods such as Newton method (Sun et al., 1984:2864), linear programming (Alsaç et al., 1990:697-711), nonlinear programming (Billinton, 1973:1217), quadratic programming (Lo and Zhu, 1991:47-60) and the interior point method (Yan et al., 2006:61-67) have been proposed. In recent years, it has been focused on the implementation and development of heuristic-based algorithms that take many advantages such as not requiring derivatives instead of deterministic methods for solving the ORPD problem (Nasouri et al., 2020:1-27). In the literature, in addition to classical methods, genetic algorithm (Liu et al., 2022:1-7; Wu et al., 1998:563), ant lion optimization algorithm (Mouassa et al., 2017:885-895), particle swarm optimization (Zhao et al., 2005:1070), chaotic bat algorithm (Mugemanyi et al., 2020:65830), improved slime mold algorithm (Wei et al., 2021:8742), differential evolution algorithm (Ela et al., 2011:458-464), artificial bee colony algorithm (Ettappan et al., 2020:1-5), and some hybrid methods (Nasouri et al., 2020:1-27) have been proposed thanks to the increase in computational power with the advancement of artificial intelligence algorithms. In a study, the improved slime mold algorithm has been applied to solve the ORPD problem, since the oscillation behavior of the slime mold algorithm easily falls into the local optimum. The performance of the improved slime mold algorithm applied for ORPD has been demonstrated by comparing it with other algorithms (Wei et al., 2021: 8742). **Aim:** In this study, it has been proposed to solve the ORPD problem with GA in order to minimize the active power losses and voltage fluctuations in the 114 bus Northwestern Anatolian (NWA) power system. A large-scale system, 114 bus NWA power system, has been used to demonstrate the performance of the proposed approach. With the simulation results obtained, it has been shown that the active power losses and voltage deviations have been reduced compared



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:27 K:43

(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

to the base case by keeping the bus voltages within the defined limits. **Method:** The ORPD problem, which is modeled as a nonlinear optimization problem, has been solved by using Genetic Algorithm (GA). The ORPD problem has been applied to a large 114 bus power system in North West Anatolia. By solving the ORPD problem, terminal voltages of generators and reactive power values of shunt compensators, which are optimal control variables, have been found. Control variables values to minimize active power losses and voltage fluctuations have been obtained by using GA. **Findings and Results:** The proposed approach has successfully solved the optimal reactive power dispatch (ORPD) problem by finding the voltage values of the generators and the sizes of the reactive power sources which are the control variables of the optimization problem. The aim of the ORPD problem is to minimize power losses and to reduce the voltage deviations in the system considering some operational constraints. The proposed approach has been applied to the 114 bus NWA power system and it has been observed that the active power losses are reduced and the bus voltage deviations are decreased after ORPD. The decrease in bus voltage deviations means that the system becomes more stable in terms of stability. With the proposed approach, it has been seen that heuristic algorithms have been used effectively in solving ORPD problems for large scale power systems. Solutions to ORPD problems involving different objective functions of heuristic algorithms can be provided. Thus, while improving the efficiency and saving in the power system, it is also possible to monitor the stability of the system.

VGG16 DERİN ÖĞRENME İLE KOLOREKTAL KANSERDE
MIKROSATELLITE İNSTABİLİTE'NİN SINIFLANDIRILMASI⁽¹⁾VGG16 CLASSIFICATION OF MICROSATELLITE
INSTABILITY IN COLORECTAL CANCER BY DEEP
LEARNINGHüseyin ERİKÇİ¹, Ziynet PAMUK²¹Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Biyomedikal Mühendisliği Anabilim Dalı, Zonguldak / Türkiye²Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği
Bölümü, Zonguldak / TürkiyeORCID ID: 0000-0003-3988-9823¹, 0000-0003-3792-2183²

Öz: Son zamanlarda teknolojinin gelişmesiyle birlikte yapay zekanın bir dalı olan derin öğrenme yöntemi, sağlık alanında hastalıkların teşhisi, sınıflandırılması ve uygun tedavinin belirlenmesinde oldukça büyük etkiler oluşturarak kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. **Amaç:** Bu yöntem ile yola çıkarak gerçekleştirilen bu çalışma ile kolorektal kanser hastalarında mikrosatellite instabilitenin (MSI) erken tahmin edilmesi, uygun tedavinin belirlenmesi, istenmeyen yan etkilerin azaltılması, hastalık için zaman ve maliyetin önlenmesi gibi hasta için en uygun tedavi seçeneğinin belirlenmesinde önem taşımaktadır. **Yöntem:** Bu çalışmada, evrişimli sinir ağı ve transfer öğrenme yöntemleri olan derin öğrenme teknikleri kullanılarak VGG16 modeli geliştirilmiştir ve mikrosatellite instabilitenin sınıflandırılması sağlanmıştır. Kaggle internet sitesi üzerinden açık erişim olan kolorektal kanser hematoxilen ve eozin (H&E) lekeli 150000 histopatolojik görüntü veri seti kullanılarak %80 eğitim için ayrılırken %20'si ise test için ayrılmıştır. Ayrılan bu veri setleriyle derin öğrenme tabanlı VGG16 modelin eğitimleri ücretsiz bulut ortamı olan Google Colab üzerinden yüksek grafik işlem birimleri (GPU) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. **Bulgular:** Modelin eğitimi için epoch, öğrenme oranı, momentum katsayısı ve grup boyut hiperparametreleri sırasıyla 10, 0.00001, 0.9 ve 64 olarak belirlenerek kolorektal kanserde mikrosatellite instabilitenin sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir. Önerilen model VGG16 ile sınıflandırma başarımları performans doğruluk %89.4, kesinlik %92.9, duyarlılık %85.3 ve AUC %89.4 değerleri elde edilmiştir. **Sonuç:** Bu sonuçlar doğrultusunda, patoloğların klinik ortamında bilgisayar destekli karar vermelerine yardımcı olacağına inanılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Derin Öğrenme, Kolorektal Kanser, Mikrosatellite İnstabilite, Transfer Öğrenme

Abstract: Recently, with the development of technology, deep learning method, which is a branch of artificial intelligence, has become increasingly widespread in the field of health, with its use in the diagnosis, classification and determination of appropriate treatment. This study, which was carried out with this method, is important in determining the most appropriate treatment option for the patient, such as early estimation of microsatellite instability (MSI) in colorectal cancer patients, determination of appropriate treatment, reduction of undesirable side effects, and prevention of time and cost for the disease. **Method:** In this study, the VGG16 model was developed using deep learning techniques, which are convolutional neural network and transfer learning methods, and the classification of microsatellite instability was provided. Using the colorectal cancer hematoxylin and eosin (H&E) stained 150000 histopathological image dataset, which is open access via the Kaggle website, 80% was reserved for training and 20% was reserved for testing. With these separated data sets, the training of the deep learning-based VGG16 model was carried out using high graphics processing units (GPU) over Google Colab, a free cloud environment. **Results:** For the training of the model, the epoch, learning rate, momentum coefficient and group size hyperparameters were determined as 10, 0.00001, 0.9 and 64, respectively, to classify microsatellite instability in colorectal cancer. With the proposed model VGG16, classification performance accuracy 89.4%, precision 92.9%, sensitivity 85.3% and AUC 89.4% were obtained. **Conclusion:** In line with these results, it is believed that it will help pathologists to make computer-aided decisions in the clinical setting.

Keywords: Deep Learning, Colorectal Cancer, Microsatellite Instability, Transfer Learning

Doi:10.17366/uhmfd.2022.18.6

- (1) *Sorumlu Yazar, Corresponding Author Hüseyin ERİKÇİ, (Öğrenci, Student), Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomedikal Mühendisliği, Zonguldak / Türkiye, huseyin.erikci@fbe.karaelmas.edu.tr, Geliş Tarihi / Received: 19.10.2022, Kabul Tarihi / Accepted: 29.12.2022, Makalenin Türü: Type of Article: (Araştırma – Uygulama; Research - Application) Çıkar Çatışması, Yok – Conflict of Interest, None, 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

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:40 K:50

(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

Kolorektal kanser (CRC), dünya genelinde en çok görülen bir kanser türü olup kanser ölümlerinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır (Bardhan, et al., 2013: 676-713). Dünya Sağlık Örgütü (WHO)-Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı'na (IARC) göre 2020 yılında dünya çapında teşhis edilen üçüncü malignite ve kanser ölümlerinde ise ikinci önde gelen nedenler arasında olduğu belirtilmektedir (American Cancer, 2020: 48). Kolorektal kanser hastalığın teşhisi için genellikle endoskopik olarak, formalinle sabitlenmiş ve parafine gömülmüş (FFPE) bir tümör dokusu örneği alınarak bu örneği hematoksilen ve eozin (H&E) ile boyanır ve tanı koymak üzere mikroskopik olarak incelenir (Tosta, et al., 2019: 118-132). CRC hastalarına ileri moleküler testler ile uygun bir tedavi yöntemi seçilmesi için bu hastaların yaklaşık %10-15'ini etkileyen ve genetik değişikliklerin neden olduğu mikrosatellite instabilite (MSI) için test edilmesi önerilmektedir (Bonneville, et al., 2017: 1-15; Kather, et al., 2018: 189-197).

MSI, DNA uyumsuzluk onarım (MMR) sisteminin yetersizliğinden kaynaklanan kısa DNA motiflerinin anormal tekrarı ile karakterize edilerek sık görülen bir tümör fenotipidir. DNA, her bir nükleotidin karşısına o nükleotide eş nükleotit (örn: Adenin (A) karşısına Timin (T), Sitozin (C) karşısına Guanin

(G)) getirilerek kopyalanmaktadır. Ancak bir DNA kopyalanmasında çok fazla nükleotidin eşleştirildiğini varsayarsak bazı yanlış eşleşme hataları olabilmektedir. Bu hatalar bazı görevli onarım genleri tarafından tespit edilerek onarılmaktadır. Yanlış eşleşme hatalarını onarmada görevli olan bu genlerde mutasyon olduğunda tespit edilen hata onarılmamakta ve hatalı DNA dizileri oluşarak genomik bir kararsızlık olan mikrosatellite instabilite ile sonuçlanmaktadır (Boland, et al., 2010: 2073-2087.e2073). Sistemik MSI taraması, genellikle kolorektal kanserde görülme sıklığı yüksek olan Lynch sendromu hastalarını tespit etmek, yeterli takip sağlamak, immünoterapi yanıtı ve tartışılmalı olsa kemo-terapi yanıtı için önerilmektedir (Kawakami, et al., 2015: 1-15). MSI teşhisi geleneksel olarak H&E lekeli CRC dokusunu inceleyerek ve mikroskopik görüntülerdeki anormallikleri manuel olarak kontrol ederek polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) testi veya yeni nesil dizileme kullanılarak yapılmaktadır. Bu yöntemler zaman alıcı, pahalı olabilmekte beraber her merkezde bulunamayacak özel uzmanlığa dayanabilmekte ve bazen hataya yol açabilmektedir (Li, et al., 2020: 1-13). Böylelikle geniş çapta erişilebilir, daha düşük maliyetli ve daha az zaman zarfında, yüksek doğruluk sonuçları verecek araçlara önemli derecede ihtiyaç bulunmaktadır.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:40 K:50

(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

Yapay zeka (AI), bir bilgisayar veya makinenin insanlara özgü öğrenme, karşılaştırma ve seçim yapma gibi zihinsel faaliyetleri taklit ederek elde ettiği verilerle kendi kendini iyileştirebilen sistemlerdir (Ongsulee, 2017: 1-6). AI alt kümesi olan makine öğrenmesi, makinelerin verileri kullanarak insanlar gibi öğrenmesi veya performansları iyileştirmek için geliştirilen sistemlerdir. Derin öğrenme yöntemi ise makine öğreniminin bir alt kümesini oluşturmaktadır (Rashidi, et al., 2019: 2374289519873088). Son zamanlarda derin öğrenmenin popüler bir alt alanı olan evrişim sinir ağları (ESA) görüntü sınıflandırmada oldukça sık tercih edilmektedir. ESA, Yann LeCun tarafından 1989 yılında ilk kez önerilmiş (LeCun, et al., 1989: 541-551) ve sonrasında LeCun ve ark, yaptıkları çalışmada el yazı rakamlarından oluşan MNIST görüntü veri setini kullanarak el yazı rakamlarının sınıflandırmasını (LeCun, et al., 1989) LeNet olarak isimlendirdikleri mimariyi kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Derin öğrenme 2010 yılından bu yana gerçekleştirilen ImageNet Büyük ölçekli Görsel Tanıma Yarışması (Russakovsky, et al., 2015: 211-252) sayesinde nesne kategorisi sınıflandırmada, görüntü tespitiinde çok büyük bir gelişim göstermektedir. Bu yarışmayla birlikte birçok etkili modeller (Alexnet, VGGNet, GoogleNet, ResNet gibi) geliştirilmiş ve sonradan yapılan çalışmalar için oldukça katkılar sağlamışlardır.

Kather ve ark. gastrointestinal kanserde ImageNet üzerinden ResNet18 model mimarisini kullanarak H&E ile boyanmış FFPE ve donmuş görüntüler ile Kolorektal kanser sende eğri altında alan (AUC) 0.84 değeriyle MSI'nin tahmin edebileceğini göstermişlerdir (Kather, et al., 2019: 1054-1056). Krause ve ark. ise CRC'de MSI durumunun tahmini için koşullu üretici hasım ağları (CGAN) kullanılarak sentetik görüntüler üretmişlerdir. Bu üretilen görüntülerle eğitim ve doğrulama işlemini gerçekleştirerek gerçek görüntü verilerinde 0.742 alıcı işletim eğrisi (AUROC) altında bir değer, tamamen sentetik görüntüler ile 0.743 AUROC değeri elde edilirken hem gerçek hem de sentetik görüntüler ile gerçekleştirilen eğitimle AUROC 0.777 olarak elde edilmiştir (Krause, et al., 2021: 70-79). Zhang ve arkadaşları rectum kanserinde T2 ağırlıklı manyetik rezonans görüntüleri (MRG) kullanarak MSI'nin tahmini için bir derin öğrenme modeli önermişlerdir. Model, MobileNetV2 sinir ağ mimarisi ile geliştirilmiş ve 0.868 AUC değerine ulaşılmıştır (Zhang, et al., 2021: 4164-4173). Qiu ve ark., yaptıkları çalışmada yeni bir derin öğrenme çerçevesi olduğunu belirterek H&E lekeli görüntüleri ve çeşitli molekülleri (mRNA, DNA metilasyonu gibi) birleştirerek MSI'nin tahmini gerçekleştirilmişlerdir. Bu çalışma ile MSI ve MSS hasta grupları arasında moleküllerde önemli farkların olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmada 5 katlı çapraz doğrulamayı kulla-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:40 K:50

(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

narak H&E lekeli görüntüler ile 0,809 AUC değerini elde etmişlerdir. Ayrıca, yalnız bir molekül türüyle birleştirdikleri H&E görüntüler ile oluşturdukları modelin, sadece H&E lekeli görüntüler ile oluşturdukları modelden daha yüksek başarı elde etmişlerdir (Qiu, et al., 2022: 3011).

HİSTOPATOLOJİK GÖRÜNTÜLERDEN MSI'NIN SINIFLANDIRILMASI

DERİN ÖĞRENME

Derin öğrenme, insan beyninin çalışma şeklini taklit ederek çalışan ve birden fazla katmandan oluşan bir makine öğrenimi alt dalıdır. Derin öğrenmenin daha kolay anlaşılması ve büyük veri setleriyle daha hızlı işlemler yapılması için grafik işlem biriminin gelişmesi büyük katkılar sağlamıştır. Günümüzde verilerin çeşitlenmesi ve veri miktarlarının artmasıyla birlikte derin öğrenme teknolojisi otonom araçlar, bilgisayarla görme, konuşma tanıma gibi alanlarda kullanıldığı gibi tıbbi değer verileri ve medikal görüntü işleme araştırmalarında da önemli bir gelişme göstermektedir (Ravi, et al., 2016: 4-21). Derin öğrenme yöntemleri medikal görüntüleme alanında, manyetik rezonans görüntüleme ve bilgisayarlı tomografi gibi cihazlardan elde edilen görüntü verileri doğrultusunda sınıflandırma, segmentasyon gibi alanlarda çalışmalar yapılmaktadır.

Son zamanlarda derin öğrenme teknolojileri sağlık alanında oldukça yaygınlaşmaya başlamıştır. Evrişimsel sinir ağı olarak adlandırılan derin öğrenme tekniği kanser histopatolojik görüntüleri kullanarak tümörleri, moleküler değişiklikleri teşhis ve tespit edebilen segmentasyon ve sınıflandırma çalışmalar yapılmaktadır (Xu, et al., 2019: 7556). Gerçekleştirilen bu çalışmalardan yola çıkılarak çalışmamızda kolorektal kanserde MSI durumunu H&E lekeli histopatoloji görüntülerinden, derin transfer öğrenme kullanılarak sınıflandırılma çalışması yapılmıştır.

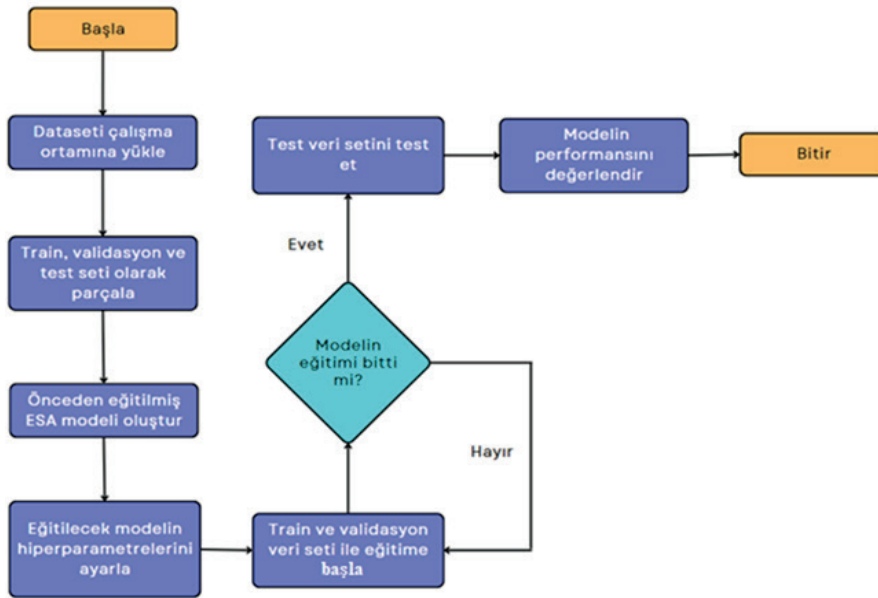
EVRIŞİMLİ SİNİR AĞI

Önerilen evrişimli sinir ağı modelinin eğitilmesi ve test edilmesi için histopatolojik görüntüler içeren veri seti kullanılarak çalışma gerçekleştirilmiştir. Önerilen modelin akış diyagramı Şekil 1'de gösterilmektedir.

Derin öğrenme ile gerçekleştirilecek uygulamanın oluşturulması için modeller bazı algoritmalarından yararlanır. Görüntü sınıflandırma alanında evrişimli sinir ağları yaygın olarak kullanılan bir algoritmadır. ESA, denetimli öğrenme ve verileri analiz etmek için algılayıcıları kullanan çok katmanlı, ileri beslemeli bir sinir ağıdır (O'Shea, et al., 2015). Çalışmada kullanılan görsel verilerin özelliklerini yakalayan ve onları sınıflandıran bu algoritma evrişim, havuzlama ve tam bağlı katmandan oluşmaktadır. Evrişim katmanının da özellik çı-

kartma işlemi gerçekleştirilir. Özellik çıkartmada bir filtre belirlenir ve bu filtre görüntü üzerinde gezdirilerek görüntünün etiketi ile oluşturulan yeni görüntü arasında belirli olasılıkta benzerlik (örn. çizgiler, kenarlar) kurulmaya çalışılır. Havuzlama katmanında ağ

içindeki parametreler ve hesaplama sayısını azaltmak için kullanılarak ağdaki uyumsuzluk kontrol edilmiş olur. Tam bağlı katmanda ise kısaca sınıflandırma işlemi gerçekleştirilir (Albawi, et al., 2017: 1-6).



Şekil 1. Önerilen Modelin Akış Diyagramı

ÖNCEDEN EĞİTİLMİŞ (TRANSFER ÖĞRENME) MODELLER

Transfer öğrenimi, bir çalışma için geliştirilen bir modelin, ikinci bir çalışmadaki bir model için başlangıç noktası olarak tekrar kullanıldığı makine öğrenmesi tekniğidir. Yani evrimsel sinir ağı modellerini sıfırdan eğitmek yerine önceden eğitilmiş bir ağdan öğrenilen bilgileri kullanarak öğrenmenin hızlanmasını ve işlemlerin daha hızlı yapılmasını sağlar ve

eğitim değerlerinin başarımı açısından önemli rol almaktadır. Önceden eğitilmiş ağlar benzer veya farklı bir problem üzerinde önceden kullanılarak bu modele bağlı ağırlıkları alan modellerdir. Oluşan problemler için en uygun bir çözüm olmasalar bile yapılan işlem tekrarının önüne geçmekte ve daha az hesaplama analizi ile daha hızlı sonuç alınmasını sağlamaktadır. Bu ağların kullanımı genellikle ImageNet görsel nesne tanıma veri tabanı üzerinden gerçekleştirilmektedir (Lu, et al.,



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:40 K:50

(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

2015: 14-23). Bu çalışmada kolorektal kanser histopatolojik doku görüntülerinin ikili sınıfa (MSI ve MSS) sınıflandırılması derin ESA tabanlı transfer öğrenme VGG16 modeli kullanılarak sağlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

VERİ SETİ

Çalışmada kullanılan veri seti, Joan Gibert'in paylaştığı Kaggle internet sitesi üzerinden TCGA kolorektal kanser (COAD) MSI ve MSS histopatolojik H&E lekeli görüntülerdir.¹ Veri seti MSS ve MSI olarak iki kategoriye ayrılmıştır. MSS içinde 117.276 görüntü MSI içinde ise 75.039 adet görüntü bulunmaktadır. Şekil 2'de örnek görüntüler gösterilmektedir. Çalışmada kullanılan veri seti 192.312 görüntü içerisinden rastgele olarak 150.000 görüntü kullanıldı. Bu veri seti, %80 train/doğrulama seti olarak ve %20'de test seti şeklinde ayrılarak çalışma yürütüldü. Veri seti bilgileri Tablo 1'de gösterilmektedir.

DENEYSEL KURULUM

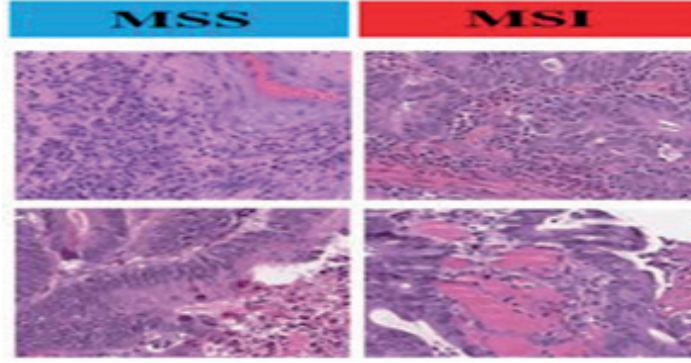
Önerilen derin transfer öğrenme modellerini eğitmek için Python programlama dili kullanıldı. Kolorektal kanser histopatolojik görüntülerine yönelik tüm deneyler, Intel Core i3-5005U işlemci, 2 GB RAM NVIDIA GeForce 920M ekran kartı ve 8 GB RAM'e sa-

hip kişisel bilgisayarla Tesla T4 Grafik işlem birimi (GPU) donanımı ile online bulut hizmeti kullanılarak Google Colaboraty (Colab) sunucusunda ücretsiz olarak gerçekleştirildi. ESA modeli VGG16, kayıp fonksiyon için çapraz entropi ve RMSprop optimizasyon tekniği kullanılarak eğitimler gerçekleştirildi. Önerilen modelde batch size, learning rate, momentum katsayısı ve eğitim tur sayısı (epoch) gibi hiperparametreler sırasıyla 64, 0.000001, 0.9 ve 10 olarak belirlendi. Kullanılan tüm veri kümeleri, eğitim ve test için sırasıyla %80 ve %20 olmak üzere iki bağımsız veri kümesine rastgele bölünmüştür. Modelin eğitiminde veri setinin %80'i kullanılmaktadır. Ayrıca eğitim veri seti içinden %20'lik doğrulama veri seti rastgele oluşturulup doğrulama işlemi yapılmıştır. Veri setinin geri kalan %20'lik test veri seti ile modelin geçerliliği test edilmektedir.

1 https://www.kaggle.com/datasets/joangibert/tcga_coad_msi_mss_jpg

Tablo 1. Her Veri Kümesi İçin Sınıf Başına Görüntü Sayısı

Dataset	Train	Doğrulama (Val)	Test
MSS	48000	12000	15000
MSI	48000	12000	15000
Toplam	96000	24000	30000

**Şekil 2. Histopatolojik MSS ve MSI Örnek Görüntüleri**

DENEYSEL SONUÇLAR

Bu çalışmada iki farklı sınıf olan MSI ve MSS ile ikili sınıflandırma işlemi VGG16 modeli ile gerçekleştirilmiştir. Veri setinin rastgele olarak %80'i eğitim/val seti için ayrılırken

kalan %20'si test seti için ayrılmıştır. Önerilen modelin toplam eğitim süresi 13989s, olarak belirlenmiştir. Gerçekleştirilen eğitim ve test işlemlerinin sonuçları Tablo 2'de detaylı olarak gösterilmektedir.

Tablo 2. VGG16 Modelin Eğitim Süresi ve Doğruluk, Kayıp Değerleri

Model	Değerler						Süre
	Train		Doğrulama (Val)		Test		
	Acc	Loss	Acc	Loss	Acc	Loss	
VGG16	91	0.19	90	0.22	89	0.25	3:53:09

Veri setine uygulanan modeller için eğitim sürecinde en düşük kayıp değeri temel alınarak eğitim doğrulama ve test veri setindeki doğruluk (accuracy) ve kayıp (loss) değerle-

ri Tablo 2'de verilmiştir. Modelin doğruluğu değerlendirilirken eğitim sırasındaki doğruluk ve kayıp oranları da dikkate alınır. Kayıp fonksiyonu, tahmin edilen değer ile gerçek

değer arasındaki kararsızlığı ölçmek için kullanıldığından dolayı önemli bir parametredir. Kayıp fonksiyonunun değeri azaldıkça modelin sağlamlığının arttığı belirtilmektedir

(Zhao, et al., 2015). VGG16 modeli doğruluk ve kayıp değer grafiği Şekil 3 ve Şekil 4'te gösterilmektedir.



Şekil 3. Modelin Eğitim ve Doğrulama (Val) Doğruluk (Accuracy) Grafiği



Şekil 4. Modelin Eğitim ve Doğrulama (Val) Kayıp (Loss) Grafiği

Tablo 3'te sunulan sonuçlar, bu çalışmada kullanılan VGG16 modelinin histopatolojik görüntüler üzerindeki eğitimlerinin sonuçlarını özetler niteliktedir. Doğruluk değerleri,

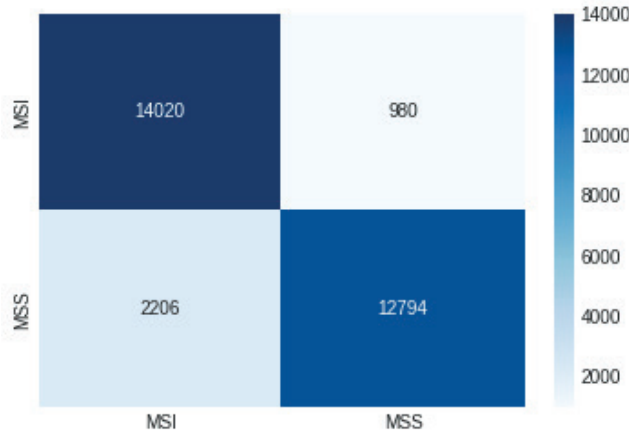
performans metrikleri (specificity(özgüllük), accuracy(doğruluk), precision(kesinlik), recal(duyarlılık)) ve modelin genel olarak başarımlarını göstermektedir.

Tablo 3. VGG16 Modeli Genel Başarım Performans Değerleri

Model	Spe (%)	Acc (%)	Pre (%)	Rec (%)	AUC (%)	F1-Score (%)
VGG16	93,5	89,4	92,9	85,3	89,4	88,9

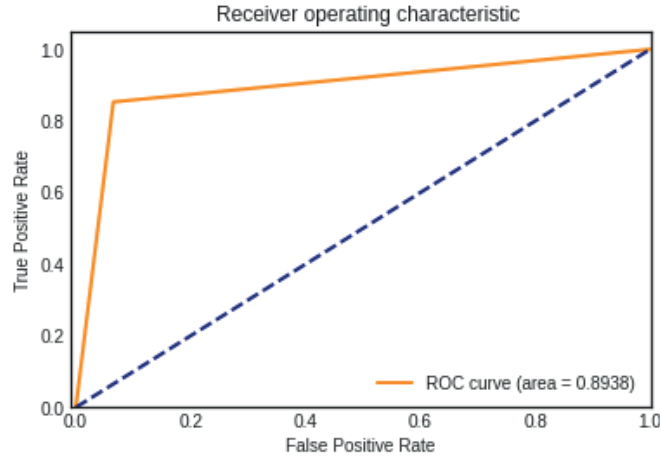
Şekil 5'teki görsel veri setindeki var olan durum ile sınıflandırma modelimizin doğru ve yanlış tahminlerinin sayılarını oluşturan değerleri, karışıklık matrisini oluşturmaktadır. Yani VGG16 modeli ile yaptığımız tahmin edilen ve gerçek sınıf etiketlerini göstermek için kullandığımız bir tabloya denk gelmektedir. Karmaşıklık matrisinde modelin veri setinde yapılan ayırım sonucu görüntülere verdikleri tahminler ve görüntülerin gerçek de-

ğerleri gösterilmektedir. Çalışma için geliştirilen VGG16 model için test veri setinde 30000 görüntü bulunmaktadır. Test veri seti içindeki 15000 MSI görüntüsünde 14020 tanesini doğru (MSI) tahmin ederken geri kalan 980 görüntü hatalı (MSS) tespit edilmiş ve yine 15000 MSS görüntüsünde 12794 tanesini doğru (MSS) tahmin ederken 2206 tanesini hatalı (MSI) tahmin edilerek değerlendirilmiştir.

**Şekil 5. Modelin Karmaşıklık Matrisi**

Şekil 6'da VGG16 modelinin ROC grafiğini ve eğri altındaki alanı yani kapsanan alanın büyüklüğü doğrultusunda modelin başarı oranının büyüklüğünü göstermektedir. AUC,

doğruluk, f1 skor ve Tablo 3'teki diğer değerler modelin başarımını değerlendirilmesi için kullanılan ölçütlerdir.

**Şekil 6. Modelin ROC Grafiği**

SONUÇ

Araştırmacıların yaptığı çalışmalar ile literatürde sınırlı sayıda histopatolojik görüntü verisi üzerinde çalışmışlardır. Tablo 4'te MSI'nın tahmini ile ilgili yapılan bazı çalışmaların karşılaştırılması verilmiştir. Bu çalışmada 150000 görüntü verisi kullanılarak VGG16 modeliyle sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Yöntemimizde manuel bir işlem olmayıp baştan sona elde edilen görüntü verileriyle otomatik olarak ve görüntü olduğu gibi 224x224 boyutu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca literatürdeki bir-

çok çalışmaya göre daha fazla veri ile çalışılmıştır. Ancak veri sayısı arttığı için eğitim dönem sayısı düşük olarak gerçekleşmiştir. Bunun temel sebebi ise ücretsiz bulut ortamı, Colab sınırlı bir süre çalışma izni ve sınırlı bir kapasite kullanma sağladığından dolayı çalışma bu şekilde gerçekleştirilmiştir. Kolorektal kanser hastalarının histopatolojik görüntüleri üzerinden MSI olup olmadığı tespiti için patoloğlara, doktorlara önemli ölçüde yardımcı olma, işlerini kolaylaştırma, hızlı sonuç alma ve maliyet açısından çok daha uygun bir karar destek sistemi önerilmiştir.

Tablo 4. Yapılan Bazı Çalışmaların Karşılaştırılması

Çalışma	Kanser Tipi	Dataset	ESA Model	Performans
(Kather, et al., 2019: 1054-1056)	Kolorektal Kanser	TCGA Kohortu (738 Hasta)	ResNet18	AUC = 0.84



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:40 K:50

(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

(Krause, et al., 2021: 70-79)	Kolorektal Kanser	TCGA Kohortu (256 WSI) NLCS Kohortu (1457 WSI) 10000 Sentetik Veri	ShuffleNet	TCGA Kohortu AUROC = 0.742 NLCS Kohortu AUROC = 0.757 Sadece Sentetik Görüntüler AUROC = 0.743 Hem Sentetik Hem Gerçek Verilerin Birleşimi AUROC = 0.777
(Zhang, et al., 2021: 4164-4173)	Rektum Kanser	Batı Çin Hastanesi (Yüksek Çözünürlüklü T2 Ağırlıklı MRI Görüntüleri- 491 Hasta)	MobileNetV2	AUC = 0.868
(Qiu, et al., 2022: 3011)	Kolorektal Kanser	TCGA Kohortu (100000 H&E Benzersiz Görüntü)	ResNet34	AUC = 0.809
Bizim Çalışma	Kolorektal Kanser	TCGA Kohortu (150000 H&E Benzersiz Görüntü)	VGG16	AUC = 0.894

Bu çalışmada kolorektal kanser hastalarından elde edilen MSI ve MSS histopatolojik görüntülerin sınıflandırılması için evrişimli sinir ağlarıyla transfer öğrenmesi modeli, aktivasyon ve optimizasyon yöntemleri belirlenerek VGG16 modeli geliştirilmiştir. Çalışmada kullanılan veri kümesinde performans sonuçları doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1-skor değerleri sırasıyla %89.4, %92.9, %85.3, %88.9 ile VGG16 modelinin verdiği görülmektedir. Analizler doğrultusunda, yüksek performans göstermesi nedeniyle patoloğların klinik ortamında karar vermelerine yardımcı olacağına inanılmaktadır. Gelecekteki çalışmalarda daha yüksek doğruluk sonuçları elde etmek için yüksek donanımlı bir bilgisayar kullanılması, veri setindeki histopatolojik görüntü sayısının artırılması ve farklı aktivasyon fonksiyonu, optimizasyon yöntemleri

gibi parametreler ve ESA modelleri kullanılarak sınıflandırma performansı test edilebilir. Ayrıca bu gerçekleştirilen çalışmayı hem web sitesi üzerinden hem de mobil uygulamalar ile entegre edilerek tahmin işleminin bu araçlar, platformlar üzerinden gerçekleştirilmesi sağlanabilir.

KAYNAKÇA

ALBAWI, S., MOHAMMED, T. A., AL-ZAWI, S., (2017). Understanding of a convolutional neural network. Paper presented at the 2017 International Conference on Engineering and Technology (ICET)

AMERICAN CANCER, S., (2020). Colorectal Cancer Facts & figures 2020–2022. Published online, 48



UHMFĐ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:40 K:50

(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

- BARDHAN, K., LIU, K., (2013).** Epigenetics and Colorectal Cancer Pathogenesis, *Cancers (Basel)*, 5(2), 676-713, doi:10.3390/cancers5020676
- BOLAND, C.R., GOEL, A., (2010).** Microsatellite Instability in Colorectal Cancer, *Gastroenterology*, 138(6), 2073-2087. e2073. doi:10.1053/j.gastro.2009.12.064
- BONNEVILLE, R., KROOK, M.A., KAUTTO, E.A., MIYA, J., WING, M.R., CHEN, H.-Z., et al., (2017).** Landscape of Microsatellite Instability Across 39 Cancer Types, *JCO Precision Oncology*, 1, 1-15
- KATHER, J.N., HALAMA, N., JAEGER, D., (2018).** Genomics and Emerging Biomarkers for Immunotherapy of Colorectal Cancer, Paper Presented at the Seminars in Cancer Biology
- KATHER, J. N., PEARSON, A. T., HALAMA, N., JÄGER, D., KRAUSE, J., LOOSEN, S. H., et al., (2019).** Deep Learning Can Predict Microsatellite Instability Directly From Histology in Gastrointestinal Cancer, *Nature Medicine*, 25(7): 1054-1056, doi:10.1038/s41591-019-0462-y
- KAWAKAMI, H., ZANAN, A., SINICROPE, F., (2015).** Microsatellite Instability Testing and Its Role in the Management of Colorectal Cancer, *Current Treatment Options in Oncology*, 16(7): 1-15
- KRAUSE, J., GRABSCH, H.I., KLOOR, M., JENDRUSCH, M., ECHLE, A., BUELOW, R.D., et al., (2021).** Deep Learning Detects Genetic Alterations in Cancer Histology Generated By Adversarial Networks, *J Pathol*, 254(1): 70-79, doi:10.1002/path.5638
- LECUN, Y., BOSER, B., DENKER, J., HENDERSON, D., HOWARD, R., HUBBARD, W., et al., (1989).** Handwritten Digit Recognition with a Back-Propagation Network, *Advances in Neural Information Processing Systems*, 2
- LECUN, Y., BOSER, B., DENKER, J. S., HENDERSON, D., HOWARD, R. E., HUBBARD, W., et al., (1989).** Back-propagation Applied to Handwritten Zip Code Recognition, *Neural Computation*, 1(4): 541-551
- Lİ, K., LUO, H., HUANG, L., LUO, H., ZHU, X., (2020).** Microsatellite Instability: A Review of What the Oncologist Should Know, *Cancer Cell International*, 20(1): 1-13.
- LU, J., BEHBOOD, V., HAO, P., ZUO, H., XUE, S., ZHANG, G., (2015).** Transfer Learning Using Computational Intelligence: A Survey. *Knowledge-Ba-*



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:40 K:50

(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

sed Systems, 80, 14-23, doi:https://doi.org/10.1016/j.knosys.2015.01.010

O'SHEA, K., NASH, R., (2015). An Introduction to Convolutional Neural Networks, Arxiv Preprint arXiv:1511.08458

ONGSULEE, P., (2017). Artificial Intelligence, Machine Learning and Deep Learning, Paper Presented at the 2017 15th International Conference on ICT and Knowledge Engineering (ICT&KE)

QIU, W., YANG, J., WANG, B., YANG, M., TIAN, G., WANG, P., et al., (2022). Evaluating Microsatellite Instability of Colorectal Cancer Based on Multimodal Deep Learning Integrating Histopathological and Molecular Data, Frontiers in Oncology, 3011

RASHIDI, H.H., TRAN, N.K., BETTS, E.V., HOWELL, L.P., GREEN, R., (2019). Artificial Intelligence and Machine Learning in Pathology: The Present Landscape of Supervised Methods, Acad Pathol, 6, 2374289519873088, doi:10.1177/2374289519873088

RAVI, D., WONG, C., DELIGIANNI, F., BERTHELOT, M., ANDREU-PE-REZ, J., LO, B., et al., (2016). Deep Learning for Health Informatics, IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, 21(1): 4-21

RUSSAKOVSKY, O., DENG, J., SU, H., KRAUSE, J., SATHEESH, S., MA, S., et al., (2015). Imagenet Large Scale Visual Recognition Challenge, International Journal of Computer Vision, 115(3): 211-252

TOSTA, T.A.A., DE FARÌA, P.R., NEVES, L.A., DO NASCIMENTO, M.Z., (2019). Computational Normalization of H&E-Stained Histological Images: Progress, Challenges and Future Potential, Artificial Intelligence in Medicine, 95, 118-132

XU, J., XUE, K., ZHANG, K., (2019). Current Status and Future Trends of Clinical Diagnoses Via Image-Based Deep Learning, Theranostics, 9(25): 7556

ZHANG, W., YIN, H., HUANG, Z., ZHAO, J., ZHENG, H., HE, D., et al., (2021). Development and Validation of MRI-Based Deep Learning Models for Prediction of Microsatellite Instability in Rectal Cancer, Cancer Medicine, 10(12): 4164-4173

ZHAO, H., GALLO, O., FROSÌO, I., KAUTZ, J., (2015). Loss Functions for Image Restoration with Neural Networks, Arxiv Preprint Arxiv:1511.08861

İNTERNET KAYNAKLARI

https://www.kaggle.com/datasets/joangibert/tcga_coad_msi_mss_jpg (E.T.)



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:40 K:50

(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: According to the World Health Organization (WHO)-International Agency for Research on Cancer (IARC), colorectal cancer is stated to be the third malignancy diagnosed worldwide in 2020 and the second leading cause of cancer deaths (American Cancer, 2020: 48). For the diagnosis of colorectal cancer disease, usually endoscopically, a formalin-fixed and paraffin-embedded (FFPE) tumor tissue sample is taken, stained with hematoxylin and eosin (H&E), and examined microscopically to make the diagnosis (Tosta, et al., 2019: 118-132). It is recommended that CRC patients be tested for microsatellite instability (MSI), which affects approximately 10-15% of these patients and is caused by genetic changes, in order to select an appropriate treatment method with advanced molecular tests (Bonneville, et al., 2017: 1-15; Kather, et al., 2018: 189-197). Microsatellite instability is a common tumor phenotype characterized by the abnormal repetition of short DNA motifs resulting from a deficiency of the DNA mismatch repair (MMR) system. DNA is copied by placing a nucleotide equivalent to that nucleotide (eg Thymine (T) against Adenine (A), Guanine (G) against Cytosine (C)) against each nucleotide. However, assuming that too many nucleotides are paired in a DNA replication, there may be some mismatch errors. These errors are detected and repaired by some responsible repair genes. When mutations occur in these genes, which are responsible for repairing mismatch errors, the detected error is not repaired and defective DNA sequences are formed, resulting in microsatellite instability, which is a genomic instability (Boland, et al., 2010: 2073-2087.e2073). Screening of systematic microsatellite instability is generally recommended for detecting Lynch syndrome patients with a high incidence in colorectal cancer, providing adequate follow-up, immunotherapy response and, controversially, chemotherapy response (Kawakami, et al., 2015: 1-15). Diagnosis of MSI is traditionally made using polymerase chain reaction (PCR) testing or next-generation sequencing by examining H&E-stained CRC tissue and manually checking for abnormalities in microscopic images. Although these methods can be time-consuming, expensive, they may rely on special expertise that cannot be found in every center and sometimes lead to errors (Li, et al., 2020: 1-13). Thus, there is a significant need for tools that are widely available, cost-effective, and provide high-accuracy results in less time. With the recent development of technology, deep learning method, which is a branch of artificial intelligence, has become increasingly widespread in the field of health by creating great effects in the diagnosis, classification and determination of appropriate treatment. **Aim:** Based on this problem, this study is important in determining the most appropriate treatment option for the



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:40 K:50

(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

patient, such as early prediction of microsatellite instability in colorectal cancer patients, determining the appropriate treatment, reducing unwanted side effects, and preventing time and cost for the disease. **Method:** Models make use of some algorithms to create the application to be realized with deep learning. Convolutional neural networks are a widely used algorithm in the field of image classification. A convolutional neural network is a multi-layered, feed-forward neural network that uses supervised learning and sensors to analyze data (O’Shea, et al., 2015). This algorithm, which captures the properties of the visual data used in the study and classifies them, consists of convolution, pooling and fully connected layer. The feature extraction process is also performed in the convolution layer. In feature extraction, a filter is determined and this filter is hovered over the image to try to establish a certain probability of similarity (eg lines, edges) between the label of the image and the new image created. In the pooling layer, the incompatibility in the network is controlled by using it to reduce the number of parameters and calculations in the network. In the fully connected layer, briefly classification is performed (Albawi, et al., 2017: 1-6). As another method, transfer learning is a machine learning technique in which a model developed for one study is reused as a starting point for a model in a second study. In other words, instead of training convolutional neural network models from scratch, it uses the information learned from a pre-trained network to accelerate learning and perform operations faster and plays an important role in the performance of training values. **Findings and Results:** In this study, the VGG16 model was developed using deep learning techniques, which are convolutional neural network and transfer learning methods, and the classification of microsatellite instability was provided. Using the colorectal cancer hematoxylin and eosin (H&E) stained 150000 histopathological image dataset, which is open access via the Kaggle website, 80% was reserved for training and 20% was reserved for testing. With these separated data sets, the training of the deep learning-based VGG16 model was carried out using high graphics processing units (GPU) over Google Colab, a free cloud environment. For the training of the model, the epoch, learning rate, momentum coefficient and group size hyperparameters were determined as 10, 0.00001, 0.9 and 64, respectively, to classify microsatellite instability in colorectal cancer. With the proposed model VGG16, classification performance accuracy 89.4%, precision 92.9%, sensitivity 85.3% and AUC 89.4% were obtained. In line with these results, it is believed that it will help pathologists to make computer-aided decisions in the clinical setting.

GELENEKSEL VE MODÜLER KOLON-KİRİŞ BİRLEŞİM BÖLGESİNİN FARKLI YÜKLEME DURUMUNDA SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ⁽¹⁾

INVESTIGATION OF TRADITIONAL AND MODULAR COLUMN-BEAM CONNECTION WITH FINITE ELEMENT METHOD UNDER DIFFERENT LOADING CONDITIONS

Sibel HAZİNEDAR¹, Elif AĞCAKOCA², Mohammad Manzoor NASERY³

¹⁻²Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği, Sakarya / Türkiye

³Karadeniz Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Trabzon / Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-5142-225X¹, 0000-0001-8228-0592², 0000-0003-3787-1355³

Öz: Amaç: Ülkemizde ve dünyada meydana gelen depremler sonucu yapılarda oluşan hasarlar; yapı tasarımı, rijitlik, süneklik gibi kavramların yanı sıra kolon-kiriş birleşim detaylarındaki hatalardan oluşabilmektedir. Taşıyıcı sistemi çelik çerçeve olan yapıların kolon-kiriş bağlantıları bulon veya kaynak birleşim aracı kullanılarak momentin aktarıldığı rijit bağlantı şeklinde ya da moment aktaran mafsallı bağlantı şeklinde tasarlanabilmektedir. Literatürde ve pratikte taşıyıcı sistemdeki kolon-kiriş birleşim detayı; modüler ve geleneksel yöntem olarak isimlendirilen iki yöntem kullanılarak yapılabilmektedir. **Yöntem:** Çalışmada, geliştirilmiş modüler ve geleneksel yöntem kullanılarak oluşturulmuş iki katlı çerçeve sisteminin deplasman kontrollü yük etkisi altında kolon-kiriş birleşim bölgesinin davranışı Abaqus sonlu eleman programı kullanılarak incelenmiştir. **Bulgular:** Çalışmada farklı yöntemler kullanılarak oluşturulmuş taşıyıcı sistemin, 100mm düşey ve 100 mm yatay deplasman kontrollü yükleme durumuna göre sonlu eleman modelinden elde edilen yük-deplasman değerleri, gerilme dağılımı ve birleşim bölgesindeki akma durumu karşılaştırılmıştır. **Sonuç:** Geliştirilmiş modüler çerçeve sistemi depreme dayanıklı bina tasarımı ilkesine göre istenilen sistem davranışı olan güçlü kolon-zayıf kiriş ilkesini sergilemiştir. Geleneksel yöntem kullanılarak oluşturulmuş çerçeve sisteminin daha rijit ve yük taşıma kapasitesinin daha fazla olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Abaqus, Geliştirilmiş Modüler Sistem, Kolon-Kiriş Birleşimi

Abstract: Aim: Damages to buildings as a result of earthquakes in our country and in the world; structural design can consist of concepts such as rigidity and ductility, as well as column-beam junction details. Column-beam connections of structures with a steel frame carrier system can be designed as a rigid connection where the moment is transferred by using bolts or welding connection tools, or as an articulated connection. In the literature and in practice, the column-beam junction detail in the bearing system can be made using two methods called modular and conventional methods. **Method:** In the study; the behavior of the column-beam connection under the effect of displacement-controlled load of the two-stories frame system constructed using a modular and conventional method was investigated using the Abaqus finite element program. **Findings:** The load-displacement values obtained from the finite element model, the stress distribution and the yield state in the joint area were compared according to the 100 mm vertical and 100 mm horizontal displacement-controlled loading condition of the bearing system created by using different methods. **Conclusion:** The developed modular frame system exhibited the strong column-weak beam principle, which is the desired system behavior according to the earthquake resistant building design principle. However, although the frame system created using the traditional method is more rigid and the load bearing capacity is higher than the modular frame system.

Keywords: Abaqus, Column-Beam Connection, Developed Modules System

Doi:10.17366/uhmfd.2022.18.7

(1) *Sorumlu Yazar, Corresponding Author: Elif AĞCAKOCA, (Doç. Dr., Assoc. Prof.), Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Sakarya / Türkiye, elifd@sakarya.edu.tr, Geliş Tarihi / Received: 03.07.2022, Kabul Tarihi / Accepted: 21.12.2022, Makalenin Türü: Type of Article: (Araştırma – Uygulama; Research - Application) Çıkar Çatışması, Yok – Conflict of Interest, None, 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

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:35 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 çelik malzemesi, yüksek katlı ve geniş açıklıklı yapılarda optimum çözüm, az maliyet ve kısa sürede montaj olanağı sunduğu için tercih sebebi olmaktadır. Kolon-kiriş ya da kiriş-kiriş yapı elemanlarının yük aktarımını sağladığı bölgeye birleşim bölgesi adı verilmektedir. Taşıyıcı sistemi oluşturan çelik çerçevelerin kiriş kolon birleşim bölgesinin sınır şartları, momentin aktardığı rijit bağlantı ya da momentin aktarılmadığı mafsallı bağlantı şeklinde tasarlanabilmektedir. Birleşim bölgesinde bulon veya kaynak birleşim aracı kullanılarak oluşturulan çerçeve sistemleri, yapının taşıma kapasitesini ve yatay rijitliğini önemli ölçüde etkilemektedir. Dolayısı ile çelik yapının kullanım ömrü boyunca maruz kaldığı yük etkisi altında kendilerinden beklenen yeterli dayanımı sağlamasında birleşim noktalarının sınır şartları ve tasarım şekli önemli olmaktadır. Norridge depreminden önce özellikle kaynak birleşim aracı kullanılarak oluşturulan birleşim bölgelerinin sismik yük etkisinde yeterli rijitliğe sahip olduğunu ifade edilmiştir (Chen, et al., 1981: 1816-1817). Ancak Norridge 1994 depremden sonra çelik yapıların birleşim bölgelerinde yapılan incelemede kaynaklı birleşimlerin yeterli dayanımına sahip olmadığı ve birleşimde bulunan kaynakların göçme mekanizmasına gevrek kırılma ile ulaştığı görülmüştür (Okazaki et al., 2006: 1206-1207, Popov

et al., 1998: 1032-1033, Gates et al., 1996: 30-31). Birleşim bölgesinin tasarımı göçme mekanizmasını oluşmasında, dolayısı ile plastik mafsallı oluşumunda etkili olmaktadır (Lindner, 2008: 833-834, Wang et al., 2018: 32-33, Deng et al., 2019: 8-9, Sui et al., 2022: 43-44). Ülkemizde ve diğer ülkelerde yönetmelikler çerçevesinde güçlü kolon zayıf kiriş prensibi çerçevesinde birleşim bölgesinden uzakta kiriş elemanında plastik mafsallı oluşması istenmektedir, bu yüzden kiriş elemanlarının enkesiti azaltılarak mafsallı oluşumunun kiriş elemanında olması sağlanmaktadır. (Mansouri et al., 2021: 2-3, Qiao et al., 2020: 2-3, Chen et al., 2020: 3-4). Bunun yanı sıra birleşim bölgesinin sismik yük etkisi altındaki davranışları üzerine yapılan deneysel ve nümerik çalışmalarda, birleşim noktasındaki bulon dağılımı birleşimin dayanım performansı üzerine etkili olduğu görülmüştür (Dubina et al., 2001: 131-132). Dolayısı ile yapının dayanımı, taşıyıcı sistemi oluşturan çerçeve sisteminin birleşim bölgesinin tasarımı ile doğrudan ilişkilidir. Birleşim noktalarının tasarımı yapılırken, taşıyıcı sistemleri oluşturan çerçeveler geleneksel ve modüler yöntem olarak bilinen iki farklı yöntem kullanılarak yapılabilmektedir. Geleneksel yöntemde; şantiye ortamında tek parça olarak yerleştirilen kolon elemanına çerçeve açıklığına kesilen kiriş elemanları, her katta birleştirilerek taşıyıcı sistem oluşturulmaktadır. Bu yöntemde; montajın büyük kısmının şantiye ortamın-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:35 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

da olmasından dolayı yapım süresinin ve maliyetin artması büyük bir dezavantajdır. Ayrıca kiriş elemanı kat boyunca süreklilik arz etmemektedir. Modüler sistemde ise; bulonlu veya kaynaklı olarak tasarlanan kolon-kiriş birleşimi fabrika ya da şantiyede iki kolon bir kirişten oluşan tek parça çerçeve modülü kurularak oluşturulmaktadır. Yapıda bulunan açıklık ve kat sayısına göre üretilen modüler sistemler birleştirilerek yapının taşıyıcı sistemi oluşturulmaktadır. Bu yöntemde montajın kolay ve güvenliğinin yüksek olması ayrıca kat boyunca kiriş sürekliliği olan birleşim olması çok büyük avantajdır.

Yapılan çalışmada; taşıyıcı sistemi oluşturan çerçeve sistemleri, geleneksel ya da modüler olarak ifade edilen iki farklı yöntem kullanılarak oluşturulmuştur. Çalışmada iki farklı yöntem kullanılarak oluşturulan tek açıklıklı 2 katlı taşıyıcı sistemin incelenmiştir. Ayrıca modüler yöntemde kullanılan kolon-kiriş birleşim detayı bu çalışmaya özel olarak tasarlanmıştır. Farklı çerçeve sistemleri kullanılarak oluşturulan 2 katlı taşıyıcı sistemlerin birleşim noktasının davranışının incelenmesi için Abaqus sonlu eleman programından yararlanılmıştır. Sonlu eleman programında 100 mm düşey, 100 mm yatay deplasman kontrollü çözüm yöntemi kullanılmış, yük-deplasman değerleri, gerilme dağılımı ve birleşim bölgesindeki akma durumu karşılaştırılmıştır.

AMAÇ

Elemanın dayanımda önemli bir azalma olmadan plastik şekil değiştirmeler yapabilme yeteneğine süneklik denilmektedir. Çelik malzemesi içindeki karbon oranına göre sünek bir malzeme olmasına rağmen, bu malzemenin üretilmiş çelik yapılar sünek olmayabilir. Bu yüzden çelik yapıların tasarımında; deprem gibi tersinir yükler altında kolon-kiriş bölgelerinde elastik olmayan davranış yaparak, yeterli düzeyde sünek davranarak, enerji sönmülmesi istenmektedir. Dolayısı ile yapının sünek davranmasında en önemli parametre birleşim bölgesinin tasarımıdır. Çelik yapılarda birleşim bölgeleri perçin-bulon veya kaynak kullanılarak tasarlanmaktadır. Ülkemizde ve Dünyada kolon-kiriş birleşimleri için çeşitli yönetmelikler kullanılmakta çok farklı birleşim tasarımları oluşturulabilmektedir. Avrupada; Eurocode 3: Design of Steel Structures Part 1-8; Tasarım için dayanım ve rijitlik dikkate alınarak sınır değerler tanımlanmış ve sayısal modelleme için metot önermiştir (EN 1993-1-8). Amerika'da Recommended Seismic Design Criteria for New Steel Moment-Frame Buildings; tersinir yükler etkisi altında düğüm noktaları için gerekli dayanım belirlenmiş, yine sayısal modelleme için metot önermiştir (FEMA350). Türkiye'de Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esasları Yönetmeliği (ÇYTHYEEY); yapı elemanlarının dayanım kapasitelerini

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:35 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

belirlemek için iki farklı yöntem önermiştir. İki yöntemde eleman dayanım kapasitelerinin belirlenmesinde; sınır değerlere göre hesabı dikkate almış, elemanın karakteristik dayanımın, gerekli dayanımdan büyük olması ayrıca süneklik, rijitlik değerlerinin de kontrol altında tutması gerektiği ifade edilmiştir.

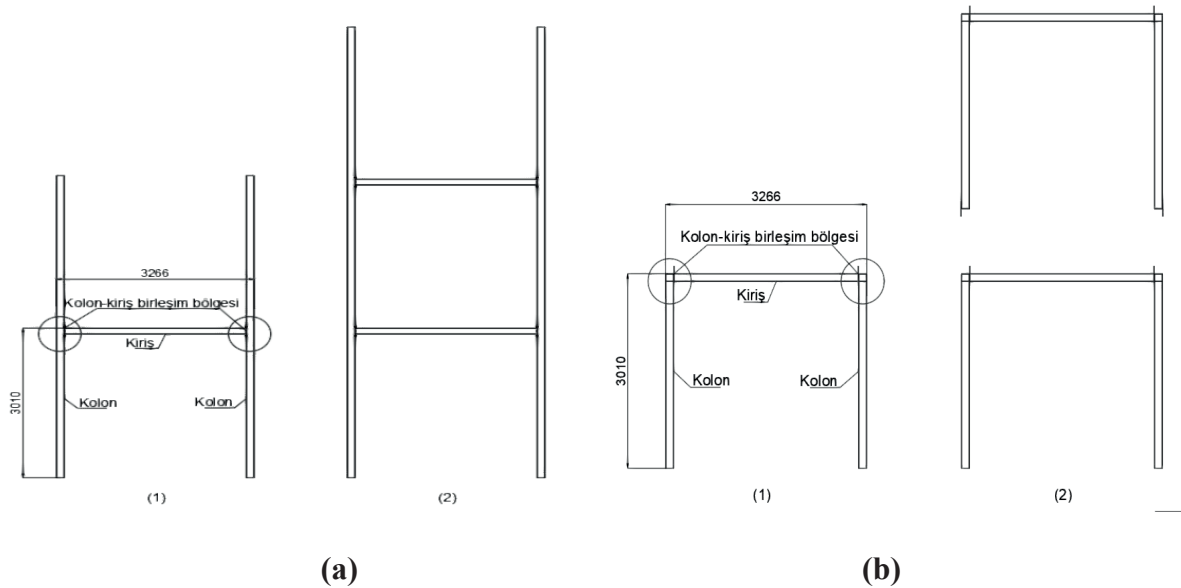
KAPSAM

Bu çalışmada geliştirilmiş modüler ve geleneksel yöntem kullanılarak oluşturulmuş, 2 katlı taşıyıcı sistemlerin birleşim noktasının davranışının incelenmesi için Abaqus sonlu eleman modelinden elde edilen yük-deplasman değerleri, gerilme dağılımı ve birleşim bölgesindeki akma durumu karşılaştırılmıştır. Ayrıca bu çalışmada modüler sisteme uygun özel olarak tasarlanmış kolon-kiriş

birleşimin dayanımı da incelenmiştir. Böylece farklı yükleme etkisi altında, farklı birleşim türlerinin sonlu eleman analizleri sonucu davranışları hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlayacaktır.

ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Bu çalışmada, geliştirilmiş modüler ve geleneksel yöntem kullanılarak oluşturulmuş çerçeve sistemleri kullanılarak 2 katlı taşıyıcı sistem oluşturulmuştur. 2 katlı geleneksel yöntem kullanılarak oluşturulmuş çerçeve sistemi Şekil 1(a), geliştirilmiş modüler yöntem Şekil 1(b), geleneksel sistem kullanılarak oluşturulmuş çerçeve sisteminin birleşim bölgesi detayı Şekil 2(a), geliştirilmiş modüler yöntem kullanılarak oluşturulmuş çerçeve sisteminin birleşim



Şekil 1. Geleneksel Yöntem Çerçeve (a), Geliştirilmiş Modüler Yöntem Çerçeve (b)

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

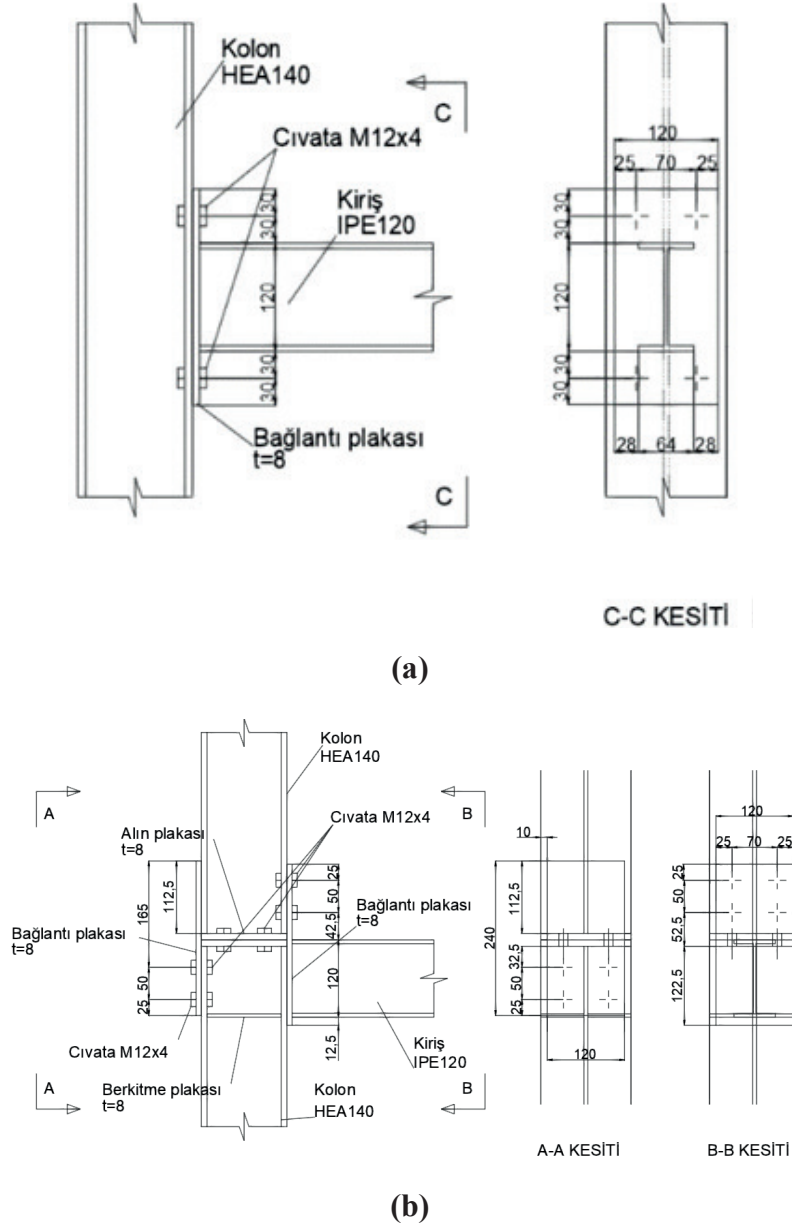
ID:35 K:23

(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. Geleneksel Yöntem (a), Geliştirilmiş Modüler Yöntem Geometrik Detay (b)

bölgesi detayı Şekil 2(b) gösterilmiştir. Geliştirilmiş modüler ve geleneksel yöntem kullanılarak oluşturulmuş 2 katlı taşıyıcı

sistemlerin birleşim noktasının davranışının incelenmesi için ABAQUS/CAE (Abaqus, 2014) bilgisayar programından yararlanıl-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:35 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

mıştır. Böylece kolon-kiriş birleşimlerinin 100 mm düşey ve 100mm yatay deplasman kontrollü yük etkisi altındaki davranışı sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Ayrıca bu çalışmaya özel olarak tasarlanmış modüler yöntem uygun, kolon-kiriş birleşimin dayanımı hakkında bilgi sahibi olunmuştur. Çelik malzemesi ideal elasto-plastik malzeme davranışına göre homojen, izotrop olarak tanımlanmıştır. Ayrıca sonlu eleman modelinde profil ve bulon malzemesi için lineer kuadratik entepolasyon özellikli sürekli elemanlar kullanılmıştır. Profil ve bulon için 3 boyutlu sürekli katı (solid) eleman C3D8R kullanılmıştır. C3D8R eleman tipi 8 düğüm noktasına sahip olmasına rağmen azaltılmış integrasyon yöntemi kullanılarak elemanın orta noktasına bir nokta belirlenerek integrasyon noktası bire indirilmiştir. Birleşim bölgesinde elde edilen yük-deplasman değerleri, gerilme dağılımı ve birleşim bölgesindeki akma durumu sonlu eleman modellemesi ile elde edilmiştir.

Sonlu Eleman Programında Kullanılan Kolon-Kiriş Bağlantılarının Geometrisi

Sonlu elemanlar çalışmasında, geleneksel yöntem kullanılarak oluşturulmuş birleşim bölgesi Şekil 3(a)'da gösterilmiştir. Modüler yöntem kullanılarak bu çalışmaya özel geliştirilmiş birleşim bölgesi Şekil 3(b)'de gösterilmiştir. İki yöntem kullanılarak oluşturulmuş çerçevelerin kullanıldığı taşıyıcı sistem kat adedi, yükleme durumu, isimlendirmeleri, kolon elemanı HEA 140 ve kiriş elemanı IPE 120 olarak belirlenmiş ve Tablo 1'de verilmiştir. Çalışmaya özel olarak tasarlanmış modüler çerçeve; alt kat kolon elemanı üst kat kolon elemanına bulonlu alın plakası kullanılarak bağlanmıştır. Kiriş elemanı uç plakaya kaynak ile bağlanmış, uç plaka ise kolon elemana bulon ile bağlanmıştır. Kolon elemanı kirişin bağlandığı bölgede kaynaklanan bağlantı elemanları 5mm kalınlığında, diğer berkitme ve alın plakaları ise 8mm kalınlığında olacak şekilde seçilmiştir. Çalışma kapsamında geliştirilen 4 modele ilişkin tüm detaylar Şekil 3 ve Tablo 1'de gösterilmiştir.

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

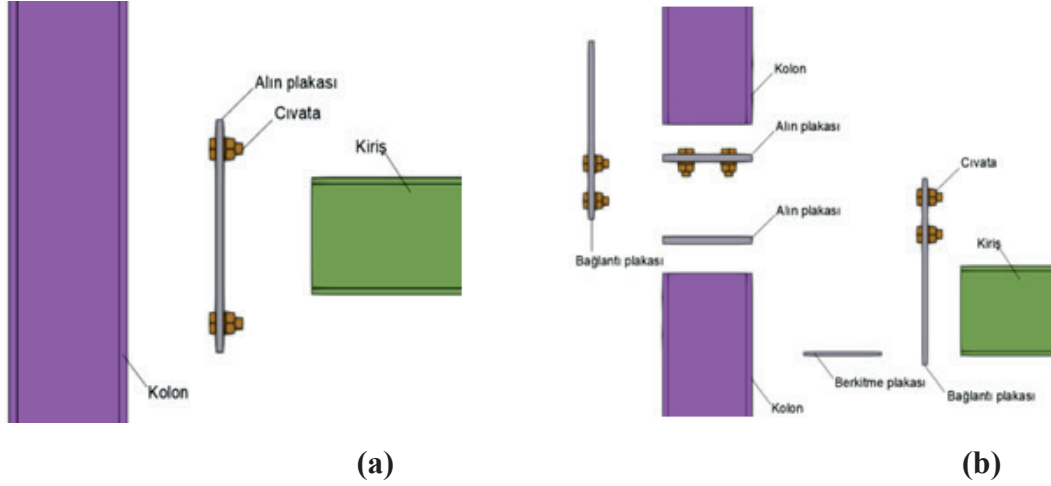
ID:35 K:23

(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. Geleneksel Yöntem Birleşim Bölgesi (a), Modüler Yöntem Birleşim Bölgesi (b)

Tablo 1. Sonlu Eleman Model Detayları

Çerçeve Türü	Kat Adedi	Yükleme Türü	İsmlendirme	Kolon	Kiriş	Berkitme (mm)	Levha (mm)
Geleneksel Yöntem	2 Katlı Taşıyıcı Sistem	Düşey Yerdeğiştirme (100mm)	2G-D100	HEA 140	IPE 120	5	8
		Yatay Yerdeğiştirme (100mm)	2G-Y100				
Geliştirilmiş Modüler Yöntem	2 Katlı Taşıyıcı Sistem	Düşey Yerdeğiştirme (100mm)	2M-D100	HEA 140	IPE 120	5	8
		Yatay Yerdeğiştirme (100mm)	2M-Y100				

Sonlu Eleman Programında Kullanılan Malzeme Özellikleri ve Sınır Koşulları

Sonlu elemanlar analizinde en önemli parametre malzeme modelinin tanımlanmasıdır. Kolon, kiriş ve bulon malzemesinin tanımlanmasında PDM (Plastisite in Ductile Materials) kullanılmıştır. Birleşimde kullanılan

cıvataların malzeme özellikleri (Bull, et al., 2015: 198-199), kolon-kiriş ve levhaların özellikleri (Nasery, 2019: 62-63)'dan alınmış Tablo 2'de verilmiştir. Birleşimin çözümü için sınır şartlarının doğru davranışı göstermesi gerekmektedir. Kolon ve kiriş ankastre mesnet olacak şekilde oluşturulmuştur. Ayırı-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:35 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

ca birleşimin yanal hareketini önlemek için, yanal yerdeğiştirme tutulmuştur. Birleşimde bulunan kaynaklar ‘Tie’ olarak isimlendirilen özellik kullanılarak oluşturulmuştur. Tie özel-

liği kullanılarak birleştirilen yapı elemanlarının bağlantılı yüzeylerinden yük aktarımının tam olarak gerçekleştiği kabul edilmektedir.

Tablo 2. Malzeme Özellikleri

	Akma Gerilmesi (MPa)	Kopma Gerilmesi	Elastisite Modülü (GPa)	Poisson Oranı	Plastik Şekil değiştirme
Çelik	275	423	200	0.3	0.2
Bulon (8.8)	640	800	200	0.3	0.15

Çalışmada; geliştirilmiş modüler yöntem ve geleneksel yöntem kullanılarak oluşturulmuş çerçeve sisteminde kolon giriş eleman en kesit değerleri, çerçeve açıklığı dikkate alınarak mühendislik tecrübelerine göre belirlenmiştir. Bu çalışmada amaç iki yöntemin karşılaştırması olduğu için; iki yöntem kullanılarak oluşturulmuş çerçevelerin bütün eleman özellikleri, kesit boyutları, açıklık vb. aynı olacak şekilde belirlenmiştir. Sadece birleşim bölgesinin tasarımı farklı olacak şekilde oluşturulmuştur. Birleşim bölgesi analizinin yapılması için; sisteme deplasman kontrollü yükleme yapılmıştır. Çalışma birleşim noktasının 100mm yatay yer değiştirme ve 100mm düşey yer değiştirme yapma durumuna göre yükleme yapılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Geleneksel yöntem kullanılarak oluşturulmuş çerçeve sisteminin 100mm düşey

deplasman kontrollü yükleme durumunu ve sınır koşullarını Şekil 4’de, 100mm yatay deplasman kontrollü yükleme durumu, sınır koşulları, eleman tipi ve sonlu eleman ağ sıklığı Şekil 5’de ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Geliştirilmiş modüler yöntem kullanılarak oluşturulmuş çerçeve sisteminin 100mm düşey deplasman kontrollü yükleme durumu ve sınır koşulları Şekil 6’da 100mm yatay deplasman kontrollü yükleme durumu, sınır koşulları ve sonlu eleman ağ sıklığı Şekil 7’de gösterilmiştir. Geleneksel ve Geliştirilmiş modüler yöntem kullanılarak oluşturulmuş çerçeve sistemlerinin yükleme durumu karşılaştırılacağı için; her iki çerçevelerde bulunan kolon elemanının zemine bağlandığı bölge; x, y ve z doğrultudaki hareketi tutulmuş ayrıca 3 ekseninde dönmesi de engellenmiştir.

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

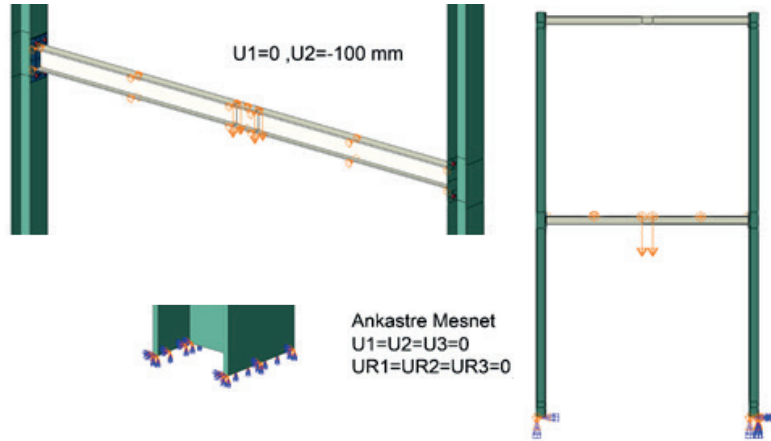
ID:35 K:23

(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)

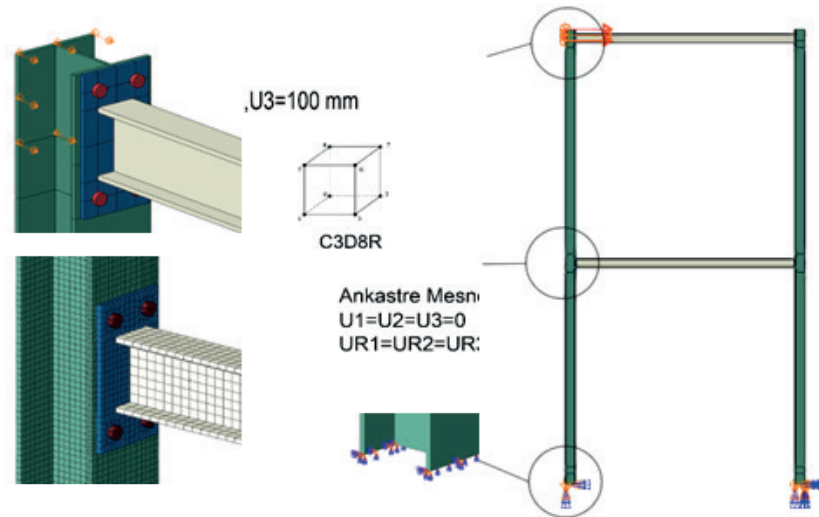
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



Şekil 4. Geleneksel Yöntem Sonlu Eleman Modellemesi (2G-D100); Düşey Deplasman ve Sınır Koşulları

Şekil 5’de 2G-D100 ve 2G-Y100 birleşimlerinin Şekil 7’de 2M-D100 ve 2M-Y100 birleşimlerinin sonlu eleman ağ sıklığı görülmektedir. Nasery 2019 tez çalışmasında kolon-kiriş birleşiminde optimum yakınsama kulla-

nılarak, kolon kiriş birleşiminin analizi için gerekli sonlu eleman ağ sıklığını belirlemiştir. Bu çalışmada Nasery 2019 referans alınarak en uygun sonlu eleman ağ sıklığı 10x10 mm olarak kullanılmıştır.



Şekil 5. Geleneksel Yöntem Sonlu Eleman Modellemesi (2G-Y100); Yatay Deplasman, Sınır Koşulları ve Çözüm Ağı

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

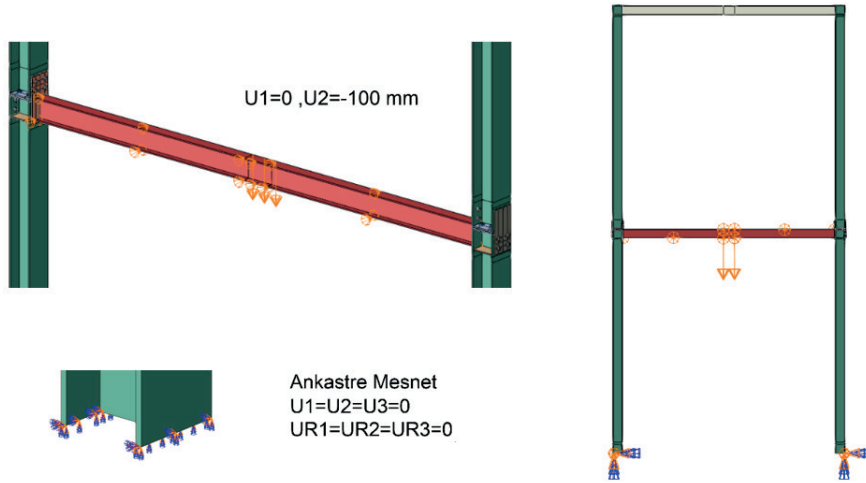
ID:35 K:23

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

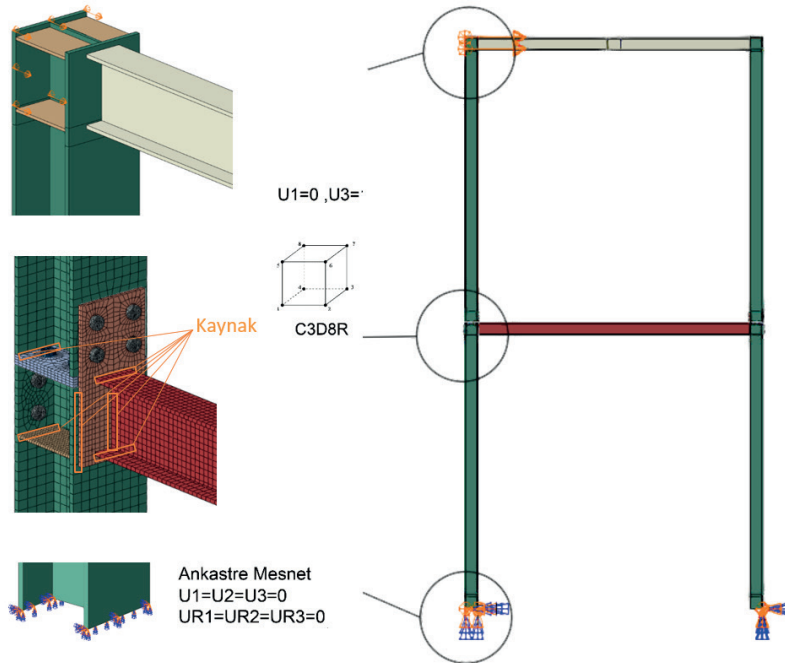
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



Şekil 6. Modüler Yöntem Sonlu Eleman Modellemesi (2M-D100); Düşey Deplasman ve Sınır Koşulları



Şekil 7. Modüler Yöntem Sonlu Eleman Modellemesi (2M-Y100); Yatay Deplasman, Sınır Koşulları ve Çözüm Ağı



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:35 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

ARAŞTIRMANIN PROBLEMİ

Çelik yapılar, üstün malzeme özellikli narin yapı elemanları kullanılarak şantiye ortamında elemanların bağlantı bölgelerinden birleştirilmesi ile inşa edilirler. Kiriş ve kolon elemanlarının ayrı ayrı montaj edilecek şekilde tasarlanması hem imalat hem montaj sürecinde zorluk yaratmaktadır. Geliştirdiğimiz modüler sistemde uygun bağlantı şekli geliştirilerek çelik sistem Şekil 1(b)'de görüldüğü üzere kat kat çerçeveler halinde fabrikasyon olarak üretilip, şantiye ortamında sadece montajı yapılacaktır. Böylece geleneksel yöntemin imalat ve montaj süreçlerinde karşılaşılan zorlukların giderilmesi amaçlanmıştır. Bunun yanı sıra çelik yapıların analizi ve tasarımında bağlantı bölgelerinin davranışının doğru bir şekilde çözümlenmesi önem arz etmektedir. Moment aktaran çelik çerçevelerde kolon kiriş bağlantılarında oluşan hasarlar meydana gelen depremler sonucunda tespit edilmiş ve bağlantıların çalışması için özel projelerde araştırmalar yürütülmüş ve geçmişten günümüze kadar yapıların mühendisliği alanında önemli gelişmeler yaşanmıştır. Depremlerden sonra yapılan araştırmalarla beraber Yapıların depremde sünek davranışı ön plana çıkmış ve çelik yapıların depremde üstün davranış performansı gösterdiği ortaya çıkmıştır.

Yapıda büyük hasarların ve göçmenin önlenmesi için taşıyıcı sistemin dayanım kaybet-

meden deprem enerjisini önceden belirlenmiş noktalarda hasar oluşumuyla sönmemesi beklenmektedir. Bu noktalar plastik mafsallık bölgeleri olarak adlandırılmaktadır. Yapının göçmemesi için kirişlerde bağlantı noktalarına yakın konumda oluşması istenmektedir. Modüler sistemde tasarladığımız bağlantı şeklinin bu kabuller çerçevesinde davranışının incelenmesi ve karşılaştırılması yapılabilecektir.

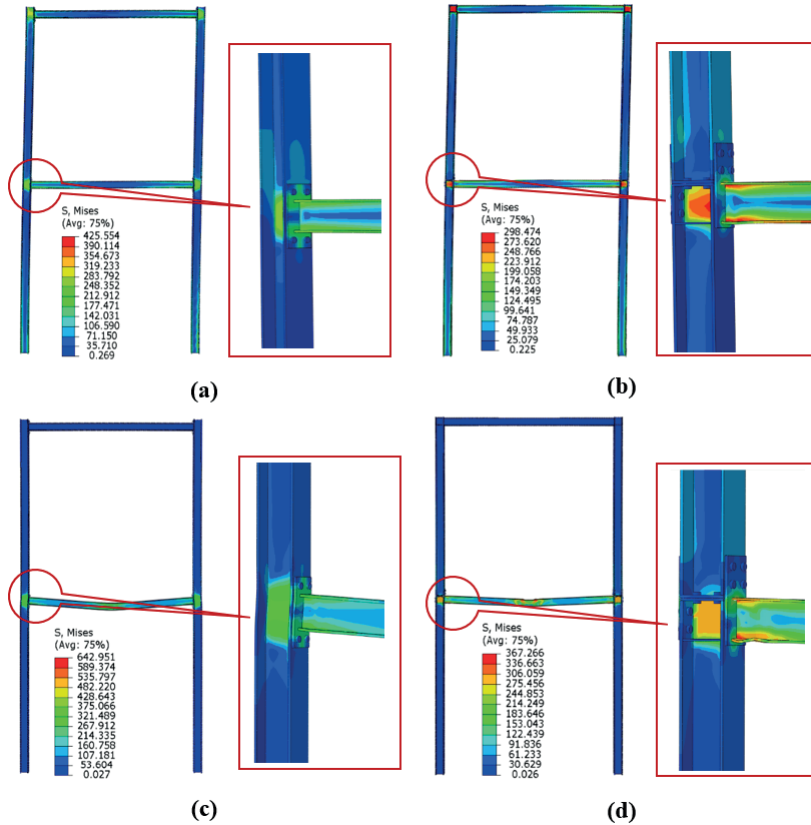
TARTIŞMA

Çalışmada belirlenen sınır şartları ve yükleme durumu altında birleşimde oluşan Von Mises gerilmeleri, plakada oluşan gerilme dağılımı, birleşim bölgelerinde meydana gelen akmalar ve yük-yer değiştirme eğrileri incelenmiştir. Farklı tür birleşimlerin, farklı yerdeğiştirme yüklemesi sonucu elde edilen Von Mises gerilme dağılımları Şekil 8'de, plakadaki gerilme dağılımı Şekil 9'da ve birleşim bölgelerinde meydana gelen akmalar Şekil 10'da verilmiştir.

100mm yatay deplasman kontrollü yükleme etkisi altında geleneksel yöntem kullanılarak oluşturulmuş 2G-Y100 birleşimi Şekil 8(a)'da geliştirilmiş modüler yöntem kullanılarak oluşturulmuş 2M-Y100 birleşimi Şekil 8(b) incelendiğinde; deplasman kontrollü yükleme yapıldığı için geliştirilmiş modüler çerçeve daha az yük aldığı için gerilme değeri %42 oranında daha az oluşmaktadır. Ancak

her iki yöntemde aynı kesit elemanları kullanıldığı için geliştirilmiş modüler yöntem kullanılarak oluşturulmuş çerçeve daha fazla deplasman yapmaktadır. 100mm düşey deplasman kontrollü yükleme etkisi altında geleneksel yöntem kullanılarak oluşturulmuş 2G-D100 birleşim Şekil 8(c)'de, geliştirilmiş modüler yöntem kullanılarak oluşturulmuş 2M-D100 birleşim Şekil 8(d)'de incelendiğinde; aynı durum bu birleşimde de görülmektedir. Geliştirilmiş modüler çerçevede daha az ge-

rilme değeri oluşmakta, ancak bu birleşim daha fazla deplasman yapmaktadır. Modüler yöntem kullanılarak oluşturulmuş 2M-D100 ve 2M-Y100 numunelerinde yükleme durumundan bağımsız gerilme dağılımı kolon ve kiriş elemanında oluşurken, 2G-D100 ve 2G-Y100 birleşimlerinde gerilme dağılımı kolon elemanında yoğunlaşmaktadır. Gerilme dağılımlarında 2M-D100 ve 2M-Y100 birleşimlerinin daha düşük yük altında meydana gelen gerilme değeri olduğu unutulmamalıdır.



Şekil 8. Birleşimin Von- Mises Gerilme Dağılımları

100mm yatay deplasman kontrollü yükleme etkisi altında geleneksel yöntem kullanıla-

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:35 K:23

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

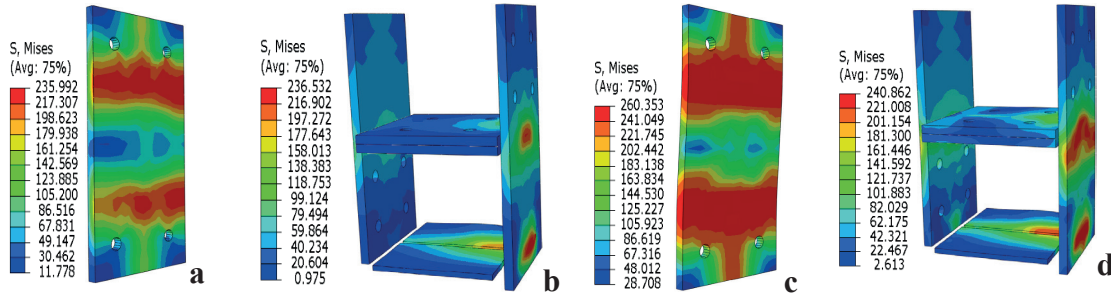
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

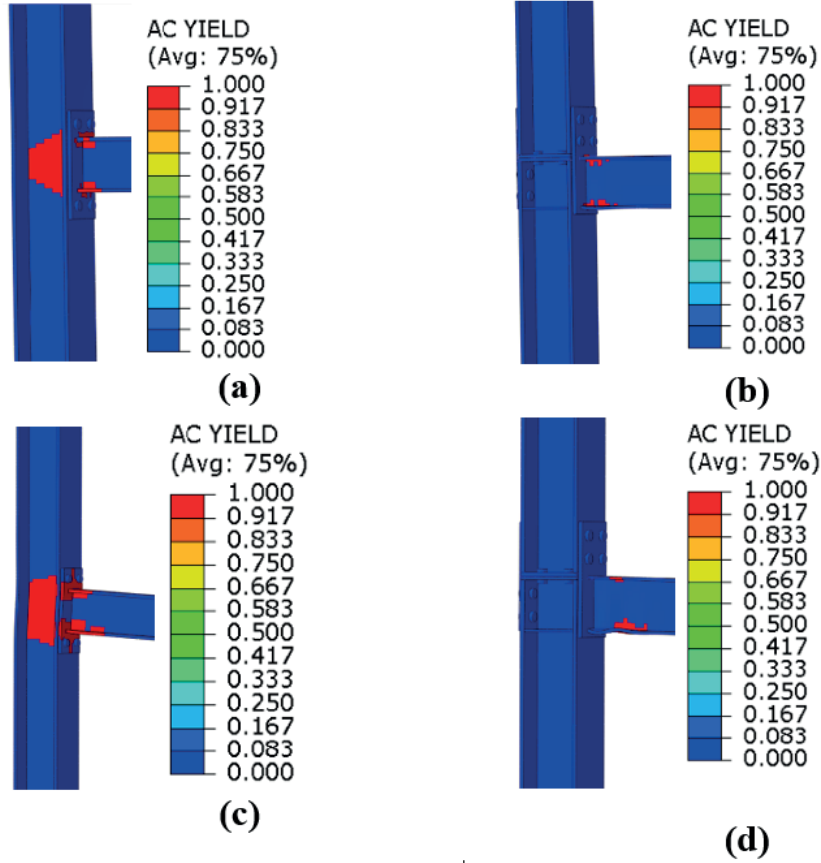
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

rak oluşturulmuş 2G-Y100 birleşimi Şekil 9(a)'da geliştirilmiş modüler yöntem kullanılarak oluşturulmuş 2M-Y100 birleşim Şekil 9(b) incelendiğinde; levhalarda yaklaşık aynı gerilmelerin olduğu görülmektedir. 100mm düşey deplasman kontrollü yükleme etkisi altında geleneksel yöntem kullanılarak oluşturulmuş 2G-D100 birleşim Şekil 9(c), geliştirilmiş modüler yöntem kullanılarak oluşturulmuş 2M-D100 birleşim Şekil 9(d) incelendiğinde; geliştirilmiş modüler çerçeve

daha az yük aldığı için, gerilme değeri %8.3 azalmakta olduğu görülmektedir. Ayrıca Şekil 9(b) ve Şekil 9(d) da bulunan geliştirilmiş modüler yöntem birleşimlerdeki gerilme dağılımları incelendiğinde; gerilmenin homojen olarak dağıldığı görülmektedir. Geleneksel yöntemin kullanıldığı Şekil 9(a) ve Şekil 9(c)'de yükün aktarıldığı bulon bağlantı noktalarında, aşırı gerilme yığılmasının olduğu görülmektedir.



Şekil 9. Plakadaki Gerilme Dağılımı



Şekil 10. Birleşim Bölgelerinde Meydana Gelen Akmlar

100mm yatay deplasman kontrollü yükleme etkisi altında geleneksel yöntem kullanılarak oluşturulmuş Şekil 10(a), Geliştirilmiş modüler yöntem kullanılarak oluşturulmuş Şekil 10(b) incelendiğinde; geleneksel yöntemde kullanılan birleşimde kolon elemanında akma meydana geldiği, Geliştirilmiş modüler yöntemde ise kiriş elemanında meydana geldiği görülmektedir. Şekil 10(b) daha az yük değeri almasına rağmen, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018’de bulunan güçlü kolon za-

yıf kiriş prensibine uygun davranmış, mafsal oluşumunun başlangıcı olan çelik elemandaki akma davranışı kiriş elemanında meydana gelmiştir. 100mm düşey deplasman kontrollü yükleme etkisi altında geleneksel yöntem kullanılarak oluşturulmuş Şekil 10(c), Geliştirilmiş modüler yöntem kullanılarak oluşturulmuş Şekil 10(d) incelendiğinde; yine aynı söz konusu olmuş, güçlü kolon zayıf kiriş prensibi Şekil 10(d) oluşmuştur.

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

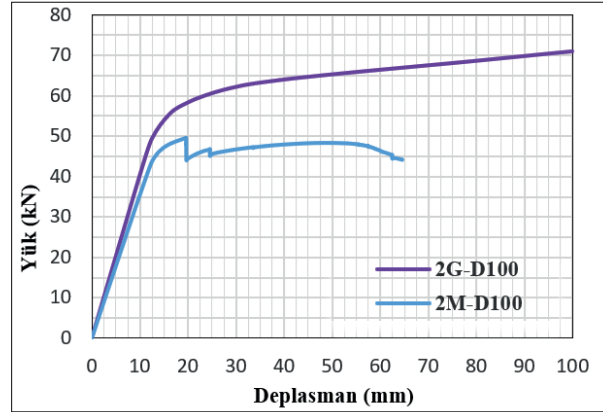
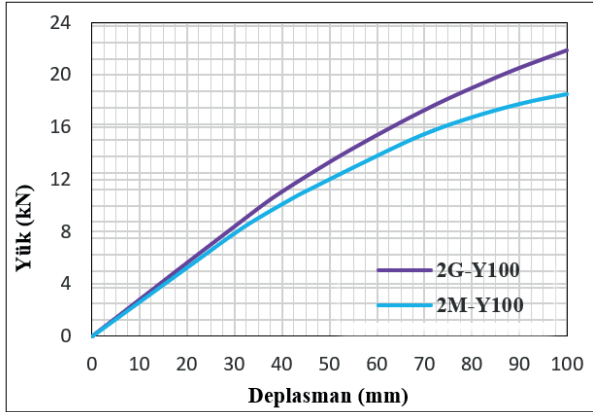
ID:35 K:23

(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 11. Yük Deplasman Eğrileri Yatay Yükleme (a) ve Düşey Yükleme (b)

100mm yatay deplasman kontrollü yükleme etkisi altında geleneksel yöntem ve geliştirilmiş modüler yöntem kullanılarak oluşturulmuş Şekil 11(a) grafiği incelendiğinde; geliştirilmiş modüler yöntem kullanılarak oluşturulmuş birleşimin daha az yük taşıdığı ve daha az sünek davrandığı görülmektedir. Geleneksel yöntem kullanılarak oluşturulmuş çerçevenin daha fazla yük taşımasının sebebi; akmanın kolonda olması ve kolon elemanının kesitinin, kiriş elemanına göre daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır. 100mm düşey deplasman kontrollü yükleme etkisi altında geleneksel yöntem ve geliştirilmiş modüler yöntem kullanılarak oluşturulmuş Şekil 11(b) grafiği incelendiğinde; geliştirilmiş modüler yöntem kullanılarak oluşturulmuş birleşimin yine az yük taşıdığı ve daha az sünek davrandığı görülmektedir. Yine akmanın kolon elemanında olması ve kolon elemanının kesitinin kiriş elemanın kesitine göre büyük

olması, geleneksel yöntem kullanılarak oluşturulmuş çerçevenin daha fazla yük taşımasını sağlamıştır. Bundan sonraki çalışmalarda; kolon ve kiriş elemanının aynı kesit seçilmesi bu birleşimlerin davranışının daha net ortaya çıkmasını sağlayacağı düşünülmektedir.

SONUÇ

Geleneksel yöntem kullanılarak oluşturulmuş 2G-Y100 ve 2G-D100 birleşimlerinde gerilme yığılması birleşim noktasında oluşmuş ve akma kolonda meydana gelmiştir. Geliştirilmiş modüler sistem kullanılarak oluşturulmuş 2M-Y100 ve 2M-D100 ise gerilme yığılması kolon-kiriş birleşim noktasından bir miktar uzakta kirişte oluşmaktadır. Bu durum geliştirilmiş modüler yöntem kullanılarak oluşturulmuş taşıyıcı sistemlerin her iki yükleme durumunda, güçlü kolon-zayıf kiriş ilkesini sergileyip taşıyıcı sistemde oluşabilecek ani göçme durumunu engelleyecektir. Böylece



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:35 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

depreme dayanıklı bina tasarımı ilkesine göre istenilen sistem davranışı geliştirilmiş modüller sistemde oluşmaktadır. Ancak geleneksel yöntem kullanılarak oluşturulmuş taşıyıcı sistemlerin her iki yükleme durumunda da dayanımının daha fazla olduğu görülmüştür.

Kolon ve kiriş birleşim bölgesinde bulunan levhalar bağlantının güçlenmesini, böylece bağlantının taşıma kapasitesi ve dayanımının artmasını sağlamıştır. Ancak geleneksel yöntemin kullanılarak oluşturulmuş çerçevede bulunan levhalardaki gerilme dağılımının homojen olmadığı görülmüştür. Geliştirilmiş modüler yöntemde kullanılarak oluşturulan çerçevelerde bulunan levhalarda gerilme dağılımı homojen olduğu görülmektedir.

Yük deplasman eğrisini incelediğimizde; geleneksel yöntem kullanılarak oluşturulan 2G-Y100 ve 2G-D100 birleşimin bağlantının daha rijit ve yük taşıma kapasitesinin, geliştirilmiş modüler sistem kullanılarak oluşturulmuş 2M-Y100 ve 2M-D100 birleşimlerine nazaran daha yüksek olduğu görülmektedir. Geliştirilmiş modüler yöntem kullanılarak oluşturulmuş birleşimin daha az yük taşıdığı ve daha az sünek davrandığı görülmektedir.

Geleneksel yöntem kullanarak oluşturulmuş 2G-Y100 ve 2G-D100 birleşimlerinin yük taşıma kapasitesinin fazla olmasında en önemli etken, mafsal oluşumunun enkesiti büyük olan kolon elemanında oluşmasıdır.

KAYNAKÇA

ABAQUS, V., (2014). Abaqus Standard and Abaqus Documentation, Version 6.14. USA: Dassault Systemes Simulia Corporation, ss.1-651

BULL, L., PALMIERE, E.J., THACKRAY, R. P., BURGESS, I.W., DAVISON, B., (2015). Tensile behaviour of galvanised grade 8.8 bolt assemblies in fire. Journal of Structural Fire Engineering, 6(3): 197-212. Doi:10.1260/2040-2317.6.3.197

CHEN, W.F., PATEL, K.V., (1981). Static Behavior of Beam-to-Column Moment Connections, Journal of the Structural Division, 107(9): 1815-1838. Doi:10.1061/JSDEAG.0005784

CHEN, C., QIAO, H., WANG, J., CHEN, Y., (2020). Progressive Collapse Behavior of Joints in Steel Moment Frames Involving Reduced Beam Section, Engineering Structures, 225(220): 111297. Doi:10.1016/j.jcsr.2021.107051

ÇYTHYEY, (2016). Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esasları Yönetmeliği. Ankara, Türkiye: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ss.1-238

DENG, K., ZHENG, D., YANG, C., XU, T., (2019). Experimental and Analytical Study of Fully Prefabricated Damage-Tolerant Beam to Column Connection



UHMFJ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:35 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

For Earthquake-Resilient Frame, Journal of Structural Engineering, 145(3): 04018264-1-10, Doi:10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0002270

DUBINA, D., CIUTINA, A., STRATAN, A., (2001). Cyclic Tests of Double-Sided Beam-to-Column Joints, Journal of Structural Engineering, 127(2): 129-136. Doi:10.1061/(ASCE)0733-9445(2001)127:2(129)

EN 1993-1-8, (2005). Eurocode 3, Design of Steel Structures-Part 1–2: General Rules-Structural Fire Design, London, England: European Committee for Standardisation, ss.1-76

FEMA 350, (2000). NEHRP Recommended Seismic Design Criteria For Steel Moment Frames Buildings. Washington, USA: Federal Emergency Management Agency, ss.1-80

GATES, W.E., MORDEN, M., (1996). Professional Structural Engineering Experience Related to Welded Steel Moment Frames Following the Northridge Earthquake, The Structural Design of Tall Buildings, 5(1): 29-44, Doi: 10.1002/(SICI)1099-1794(199603)5:1<29:AID-TAL63>3.0.CO;2-V

LINDNER, J., (2008). Old and New Solutions for Contact Splices in Columns,

Journal of Constructional Steel Research, 64(7-8): 833-844, Doi:10.1016/j.jcsr.2008.01.026

MANSOURI, A., SHAKIBA, M.R., FERESHTEHPOUR, E., (2021). Two Novel Corrugated web Reduced Beam Section Connections for Steel Moment Frames, Journal of Building Engineering, 43(2021): 103187, Doi:10.1016/j.jobbe.2021.103187

NASERY, M.M., (2019). Kompozit Kolon-Kiriş Birleşimlerinin Tekrarlı Yük Etkisindeki Davranışlarının Deneysel ve Teorik Olarak İncelenmesi, Trabzon, Türkiye: Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Doktora Tezi, ss.1-282

OKAZAKI, T., ENGELHARDT, M.D., NAKASHIMA, M., SUITA, K., (2006). Experimental Performance of Link-to-Column Connections in Eccentrically Braced Frames, Journal of Structural Engineering, 132(8): 1201-1211. Doi: 0.1061/(ASCE)0733-9445(2006)132:8(1201)

POPOV, E.P., YANG, T.S., CHANG, S.P., (1998). Design of Steel MRF Connections Before and After 1994 Northridge Earthquake, Engineering Structures, 20(12): 1030-1038. Doi:10.1016/S0141-0296(97)00200-9



UHMFĐ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:35 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

QIAO, H., CHEN, Y., WANG, J., CHEN, C.,
(2020). Experimental Study on Beam-to-Column Connections With Reduced Beam Section Against Progressive Collapse, Journal of Constructional Steel Research, 175:106358, Doi:10.1016/j.jcsr.2020.106358

WANG, Y., ARAKIDA, R., CHAN, I., KOE-TAKA, Y., NAKANO, T., (2018). Cyclic Behavior of Panel Zone in Beam-Column Subassemblies Subjected to Bidirectional Loading, Journal of Constructional Steel Research, 143:32-45, Doi:10.1016/j.jcsr.2017.12.017

SUI, W., DONG, Z., ZHANG, X., WANG, Z.,
(2022). Experimental Study of the Influence of the Shear Strength of Panel Zones on the Mechanical Properties of Steel Frame Structures, Structures, 44: 42-57, Doi:10.1016/j.istruc.2022.07.083



UHMFJ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:35 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

Introduction: Unexpected damage to buildings as a result of earthquakes in our country and in the world has revealed that building design is important. In order to avoid damage in the building design; In addition to concepts such as rigidity and ductility, column-beam connection detail is important. Column-beam connections of structures with a steel frame carrier system can be designed as a rigid connection where the moment is transferred by using bolts or welding connection tools, or as an articulated connection. In the literature and in practice, the column-beam junction detail in the bearing system can be made using two methods called modular and conventional methods. In the study; the behavior of the column-beam connection under the effect of displacement-controlled load of the two-stories frame system constructed using a modular and conventional method was investigated using the Abaqus finite element program. The load-displacement values obtained from the finite element model, the stress distribution and the yield state in the joint area were compared according to the 100 mm vertical and 100 mm horizontal displacement-controlled loading condition of the bearing system created by using different methods. The developed modular frame system exhibited the strong column-weak beam principle, which is the desired system behavior according to the earthquake resistant building design principle. However, although the frame system created using the traditional method is more rigid and the load bearing capacity is higher than the modular frame system. Steel material is preferred because it offers optimum solution, low cost and short time assembly in high-rise and wide-span structures. The region where the column-beam or beam-beam structural elements provide load transfer is called the junction region. The boundary conditions of the beam-column junction area of the steel frames forming the load-bearing system can be designed as a rigid connection where the moment is transferred or as an articulated connection where the moment is not transferred. Frame systems created by using bolt or welding joint tool in the joint area significantly affect the bearing capacity and horizontal rigidity of the structure. Therefore, the boundary conditions and design style of the junction points are important for the steel structure to provide sufficient strength expected from them under the influence of the load it is exposed to throughout its useful life. It was stated that before the Northridge earthquake, especially the joints formed using the source joint tool had sufficient rigidity under the effect of seismic load (Chen, et al., 1981: 1816-1817). However, after the Northridge earthquake, it was observed that the welded joints did not have sufficient strength and the welds in the joint reached the failure mechanism with brittle fracture (Okazaki et al., 2006: 1206-1207, Popov et



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:35 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

al., 1998:1032-1033, Gates 1996:31-32). The design of the joint area is effective in the formation of the collapse mechanism, thus the formation of plastic hinges (Lindner, 2008:833-834, Wang et al., 2018:32-33, Deng et al., 2019:8-9, Sui et al., 2022:43-44). In our country and other countries, within the framework of the strong column weak beam principle, a plastic joint is required to form in the beam element away from the junction area, so the cross-section of the beam elements is reduced and the joint formation is ensured in the beam element. (Mansouri et al., 2021:2-3, Qiao et al., 2020:2-3, Chen et al., 2020:3-4). In addition, in experimental and numerical studies on the behavior of the joint area under the influence of seismic load, it has been observed that the bolt distribution at the junction has an effect on the strength performance of the joint (Dubina et al., 2001:131-132). Therefore, the strength of the structure is directly related to the design of the junction area of the frame system that forms the carrier system. While designing the junction points, the frames forming the carrier systems can be made using two different methods known as the traditional and modular method. In the traditional method; The beam elements cut by the frame opening to the column element placed as a single piece in the construction site are combined at each floor to form a load-bearing system. In this method, the fact that most of the assembly is in the construction site environment causes an increase in construction time and cost. In addition, the beam element is not continuous throughout the floor. In the modular system; Column-beam junction, which is designed as bolted or welded, is formed at the factory or construction site by installing a one-piece frame module consisting of two columns and a beam. The structural system of the building is formed by combining the modular systems produced according to the openings and the number of floors in the building. In this method, easy to install, high security, and a joint with beam continuity throughout the floor is designed. In the study; The frame systems that make up the carrier system were created using two different methods, expressed as conventional or modular. In addition, the column-beam junction detail used in the modular method has been specially designed for this study. In the study, the frame systems created using two different methods were used in the creation of the 2-storey carrier system. Abaqus finite element program was used to examine the behavior of the junction point of the 2-storey carrier systems created using different frame systems. In the finite element program, 100 mm vertical, 100 mm horizontal displacement-controlled solution is used.

OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE KULLANILAN DİRENÇ NOKTA KAYNAK İŞLEM PARAMETRELERİNİN KAYNAK MUKAVEMETİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ⁽¹⁾

A REVIEW ON THE EFFECTS OF RESISTANCE SPOT WELDING PROCESS PARAMETERS ON WELDING STRENGTH USED IN AUTOMOTIVE INDUSTRY

Ali KARAFKİOĞLU¹, Fevzi BEDİR², Senai YALÇINKAYA³, Sevil İNAN ÖZ⁴,
Arda ULUDAĞ⁵

¹⁻⁴⁻⁵Happiness Tech Otomotiv Sanayi A.Ş. Ar-Ge Merkezi Kocaeli / Türkiye

²Gebze Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Gebze, Kocaeli / Türkiye

³Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü,
İstanbul / Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-6415-594X¹, 0000-0002-9202-3458², 0000-0001-7076-7766³,
0000-0002-5692-5817⁴, 0000-0002-5768-1535⁵

Öz: Otomotiv endüstrisinde en yaygın olarak kullanılan kaynak birleştirme yöntemi direnç punta kaynağıdır. Direnç nokta kaynağı (DNK), kaynaklı parçaların yerel elektrik akımına maruz bırakılmasının bir sonucu olarak akışa karşı direncin etkisiyle ısınan üretilmiş bir kaynak alanıdır. Kaynak kalitesini garanti altına almak ve kaynak parametrelerini optimize etmek için etkin bir yaklaşım yönteminin uygulanması önemli bir konu haline gelmiştir. Bu teori ve pratikte paha biçilmezdir. Literatürde en çok nokta kaynak proses parametrelerinin kaynak çekirdek çapı ve elektrot penetrasyon derinliği üzerindeki etkileri araştırılmaktadır. DNK'deki kaynak mukavemeti, uygulanan elektrik akımı, kenetleme kuvveti, kaynak süresi gibi birçok proses parametresinden etkilenir. Temas direnci ve joule ısınması nedeniyle iş parçaları üzerinde erimiş bir kaynak külçe bölgesi oluşur. Birleştirilecek parçaların ara yüzeyinde maksimum sıcaklığın olması arzu edilir. Uygulamada, kabul edilebilir kalitede kaynakların üretimi, optimum kaynak parametrelerinin tanımlanmasına ve uzun bir üretim süresi boyunca sabit kaynak kalitesinin sağlanması için uygun kontrollerin uygulanmasına bağlıdır. Deneysel çalışmalarda, maksimum çekme-kesme mukavemetini elde etmek için kaynak parametrelerinin optimizasyonu çalışılmıştır. Deneysel çalışmalarda en belirgin proses parametreleri elektrot mukavemeti, kaynak akımları ve kaynak süreleridir. Kaynak parametrelerinin optimizasyonu için farklı algoritmalar geliştirilmiştir. Doğrulama testleri, uygun kaynak parametrelerinin kombinasyonu ile bağlantının çekme-kesme mukavemetini artırmanın mümkün olduğunu açıkça göstermektedir. Sonuç olarak, deneysel sonuçlar, direnç punta kaynağı işlemlerinde kaynak performansını iyileştirmek ve kaynak parametrelerini optimize etmek için kullanılan algoritmaların geçerliliğini doğrulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Direnç Nokta Kaynağı, Penetrasyon Derinliği, Çekme-Kesme Mukavemeti, Parametrik Optimizasyon

Abstract: The most widely used welding joining method in the automotive industry is resistance spot welding. Resistance spot welding (RSW) is the welding area where heat is produced by the effect of resistance against the flow as a result of exposing the welded parts to a local electric current. It has become an important issue to apply an effective approach method to guarantee weld quality and optimize welding parameters. This is of high value in theory and practice. In the literature, the effects of spot welding process parameters on the weld core diameter and electrode penetration depth are mostly investigated. Weld strength in RSW is affected by many process parameters such as applied electric current, compression force, welding time. Due to the contact resistance and joule heating, a molten weld nugget zone is formed on the work pieces. It is desirable to have the maximum temperature at the interface of the parts to be joined. In practice, the production of welds of acceptable quality depends on the definition of optimum weld parameters and the application of appropriate controls to ensure constant weld quality over a long production period. In the experimental studies, the optimization of the welding parameters was studied in order to obtain the maximum tensile-shear strength. The most prominent process parameters in experimental studies are electrode force, welding currents and welding times. Different algorithms have been developed for the optimization of welding parameters. The verification tests clearly show that it is possible to increase the tensile-shear strength of the connection with the combination of appropriate welding parameters. As a result, the experimental results confirm the validity of the algorithms used to improve welding performance and optimize welding parameters in resistance spot welding processes.

Keywords: Resistance Spot Welding, Penetration Depth, Tensile-Shear Strength, Parametric Optimization

Doi:10.17366/uhmfd.2022.18.8

- (1) **Sorumlu Yazar, Corresponding Author:** Fevzi BEDİR, (Prof. Dr., Professor), Gebze Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Gebze, Kocaeli / Türkiye, fevzibedir@gmail.com, **Geliş Tarihi / Received:** 19.08.2022, **Kabul Tarihi / Accepted:** 26.12.2022, **Makalenin Türü: Type of Article:** (Araştırma – Uygulama; Research - Application) **Çıkar Çatışması, Yok – Conflict of Interest, None, 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

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:26 K:42

(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

Otomobil, otobüs ve demiryolu araç gövdelerine otomatik ve hızlı işlem nedeniyle direnç nokta kaynağı büyük önem kazanmaktadır. Bu süreci kontrol eden başlıca faktörler akım, zaman, elektrot kuvveti, temas direnci, elektrot malzemesinin özelliği, levha malzemeleri, yüzey durumu vb.'dir. Kaynak kalitesi, nokta kaynak çekirdek boyutu ve bağlantı mukavemeti ile en iyi şekilde değerlendirilir (Raut vd. 2014). Otomobil bağlantıları daha yüksek yüklemeye koşullarına maruz kaldığından dolayı arızayı önlemek için nokta kaynaklı bağlantının daha yüksek mukavemet gerektirmektedir (Raut vd. 2014; Thakur ve vd. 2010). Nokta kaynak bağlantısı, sadece açılma şartlarına maruz kaldığında, uygulanan yük yönünde, birleşik açılma ve kesme yüklemeye şartlarına maruz kaldığında ise kaynak çekirdeğinin yüzeyinden eğimli olarak hasara uğrar (Raut vd. 2014; Lin vd. 2003). Bu nedenle punta kaynaklı bağlantı hem sadece açma durumunda hem de birleşik açma ve kesme yüklemeye koşullarında mukavemetli olmalıdır. Punta kaynak proses parametreleri, kaynaklı bağlantısının mekanik davranışını da etkilese de proses parametrelerin daha yüksek kaynak mukavemeti sağlaması için de uygun olması gerekir (Raut vd. 2014; Patel vd. 2012). Nokta direnç kaynağı (NDK) sırasında, elektrot tarafından bırakılan girinti ne kadar büyük olursa, kaynak o kadar dirençli

olur. Plaka kalınlığının %25'ine kadar girintiler elde etmek için Kumar ve Vijayajumar, Taguchi yöntemini kullanarak AISI 304 L'nin direnç kaynağı parametrelerini optimize etmiştir (Kumar vd. 2012). Pashazadeh ve arkadaşları, DNK sırasında makine parametrelerinin etkisi üzerine bir çalışma yürütmüştür. Akım, baskı kuvveti ve kaynak süresi dahil olmak üzere iki düzeyde üç faktörlü tam bir faktöriyel deney tasarlayarak başlatılmıştır. Daha sonra bu parametrelerin kaynak külçesinin yüksekliği ve çapı üzerindeki etkisini belirlemek için bir varyans analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analizden, akımın en etkili parametre olduğu ortaya çıkmış; hem külçe çapı hem de külçe yüksekliği için kaynak süresinin külçe çapını etkilediği bulunmuştur (Pashazadeh vd. 2016). Suresh, çekme mukavemetini (kesme) maksimize etmek için optimum proses parametrelerinin belirlenmesine yönelik sistematik bir yaklaşım üzerinde çalışmıştır. Deneylerde 1,0 mm kalınlığında oluklu yumuşak çelik numuneler kullanmıştır. Çalışmasında, akım, zaman ve elektrot çapı parametreleri incelenmiştir. Varyans analizi, kaynakların çekme mukavemeti için akımın en etkili parametre (%63.70) olduğunu, bunun kaynak süresinin (%28.70) izlediğini göstermiştir (Suresh, 2014). Shah ve Dhaval, optimal NDK parametrelerinin araştırılması ve kaynak kalitesinin değerlendirilmesi için sinir ağı tabanlı sistemlerin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi üzerine bir çalışma yürüt-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:26 K:42

(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

müştür. Varyans analizi, faktörlerin kaynak mukavemetine katkısını göstermiştir (Shah vd.2014). Singh ve arkadaşları, Taguchi yöntemini kullanarak proses parametrelerinin (akım, basınç ve zaman) AISI 316 L östenitik paslanmaz çelik kaynaklarının çekme mukavemeti üzerindeki etkisini belirlemek için bir yaklaşım sunmuştur. Deneyler bir L9 Taguchi ortogonal matrisi ile gerçekleştirilmiştir. Analizler, kaynak akımının, kaynakların mekanik mukavemetini etkileyen en önemli faktör olduğunu göstermiştir (Singh vd. 2013). Pandey ve arkadaşları, Taguchi yöntemi kullanılarak NDK işlem parametrelerini optimize etmişlerdir. Çalışmada 0,9 mm kalınlığındaki sac yumuşak çeliktir kullanılmıştır. Mekanik dayanımı en büyükmek için varyans analizi gerçekleştirilmiştir. Akım, kuvvet ve zamanın sırasıyla %61, %28,7 ve %4 katkı göstermiştir (Pandey vd. 2013).

Yapılan literatür çalışmalarında birçok araştırmacının kaynak parametrelerinin bir seferde bir kalite üzerindeki etkisine, yani kaynak geometrisi veya mekanik mukavemete odaklandığı bulunmuştur. Bu tür bir yaklaşım, sürecin kısmen anlaşılmasına yol açmaktadır. Bir kaynak parametresi bir çıktı değişkeni üzerinde olumlu bir etkiye sahipken başka bir çıktı değişkeni üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olabilir. Endüstri sürekli olarak tüm proseste uzmanlaşmaya doğru geliştiğinden, aynı anda birkaç çıktı değişkenine odaklan-

mak zorunlu hale gelmektedir (Feujofack vd. 2020). Bu çalışmada başta otomotiv sektörü olmak üzere farklı araç gövde kaynak bağlantılarında kullanılan NDK proses parametrelerinin kaynak mukavemeti üzerine etkilerini literatürde yapılan çalışmalar esas alınarak genel bir değerlendirme yapılmıştır.

NOKTA DİRENÇ KAYNAĞININ ÇALIŞMA PRENSİBİ

Nokta direnç Kaynağı (NDK), endüstride kullanılan en eski elektrik kaynak yöntemlerinden biridir ve metallerin birleştirilmesinde faydalı ve kabul gören bir yöntemdir. NDK, daha yüksek elektrik direncine ve daha düşük ısı iletkenliğine sahip oldukları için karbon çeliğinin kaynağında yaygın olarak kullanılmaktadır. Metalin oluşturduğu direnç etkisi ile ortaya çıkan ısının iş parçalarının birleştirmesinde kullanılmaktadır. NDK, sac levhaları kaynaklamak için kullanıldığından otomobil endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Düzenlenmiş ısı dengesi dikkate alındığında, termal etkinin çok doğru bir tahminine sahip olmak için bir kaynağın her bir parçasında üretilen ısıyı hesaba katmak esastır. Aşağıdakiler bir cismi ısıtmak için gereken ısıyı verir:

$$q = m \cdot C_p \cdot \Delta T \quad (1)$$

Burada; q Joule cinsinden ısı, C_p malzemenin özgül ısısı, m kütlesi ve ΔT sıcaklıktaki

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:26 K:42

(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)

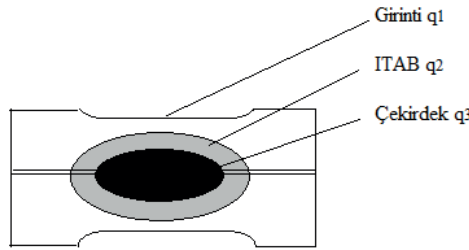
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

değişimdir. Zhang ve Senkara, kaynak çekirdek bölgesinin altı ana parçaya bölündüğü bir ısı hesaplama modeli üzerinde çalışmışlardır(Şekil 1) (Zhang vd.2011). Her bir parça küçük bir silindir model olarak basitleştirilebilir ve daha sonra kaynak birleşimi

için gereken ısı miktarı kolayca hesaplanabilir. Buna göre;

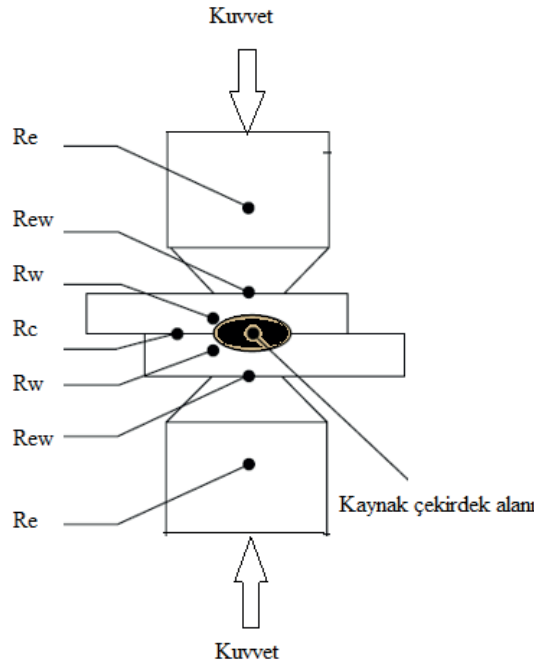
Joule yasasına göre, bir elektrik devresinde üretilen ısının genel ifadesi:

$$Q = R \cdot I^2 \cdot t \quad (2)$$



Şekil 1. Kaynak Bölgesinin Geometrik Modeli (Feujofack vd. 2020)

Toplam R direncini meydana getiren alt dirençlerin katkısı Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. NDK Prosesinde Öngörülen Elektrik Dirençleri (Luo vd. 2009)

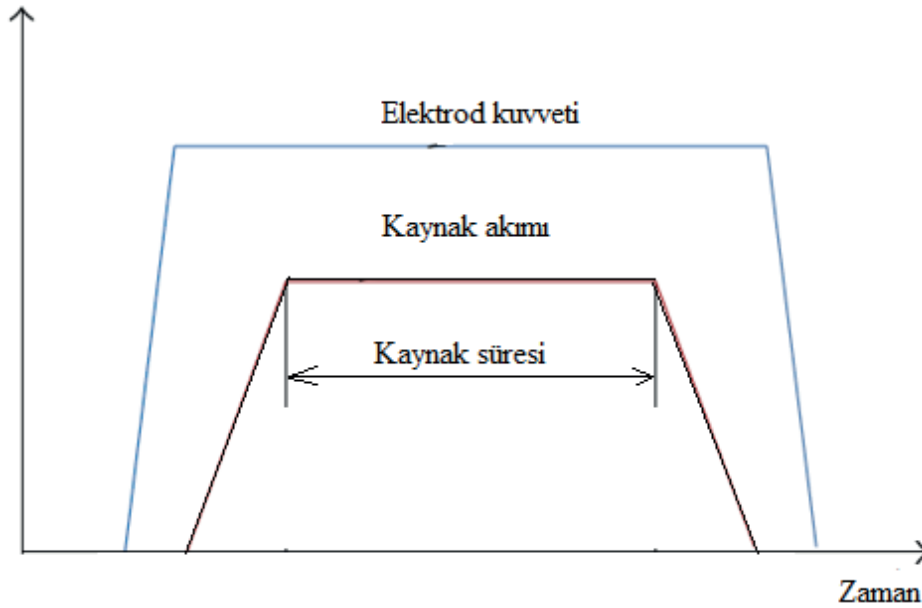
Şekil 1'den, DNK sürecindeki direnç ile ifade edilebilecek toplam direnç üzerinde

$$R = R_c + R_w + 2R_{ew} + 2R_e \quad (3)$$

Burada R toplam dirençtir, R_e elektrot direncidir, R_{ew} numune elektrot temas direncidir, R_w numune direnci ve R_c numunenin kontak direncidir. Malzeme iş parçasının direnç dönüşümü nokta kaynağındaki erime sıcaklığını ve malzemenin kaynak kabiliyetini etkiler (Arunchai vd. 2014; Thornton vd. 1996; Livshits, 1997). Elektrik akım yoğunluğu malzeme ergitmeyi kontrol eden ısının oluşumunda en önemli bir faktörken elektrot basma kuvveti ise ergitme esnasındaki oluşan kıvılcım atma veya kıvılcım patlama

için gereklidir (Arunchai vd. 2014; Hirsch, 2007; Senkara vd. 2004).

Elektrik yoğunluğu ne zaman yükselse, nokta kaynağı da yoğun ısıya sahip olacaktır. Bu durum kaynak bağlantısının çekirdek boyutunu ve mukavemetini etkiler (Arunchai vd. 2014; Satonaka vd. 2004]. Nokta kaynak çekirdek boyutu ve kaynak bağlantı mukavemeti ve kaynak süresine bağlıdır. Bu nedenle kaynak süresi kaynak bağlantılarının mekanik özellikleri etkiler (Arunchai vd. 2014; Aslanlar vd. 2008; Hayat, 2011). Şekil 3'te NDK çevrim diyagramında görüldüğü gibi ergitme, kaynak akımı, kaynak süresi ve elektrot kuvveti arasındaki ilişkinin bir sonucunda oluşur. Burada I kaynak akımı, t kaynak süresi ve F elektrot kuvvetidir.



Şekil 3. NDK Kaynak Çevrim Diyagramı



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:26 K:42

(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

Araştırmacılar NDK proses parametreleri arasındaki ilişkiyi incelediler ve kaynak kalitesi üzerine çok büyük etkileri olduğunu ifade ettiler (Arunchai vd. 2014; Kim vd. 2005; Florea vd. 2013). Ayrıca iş parçasının kalınlığından dolayı iletkenlik direnci açısından önemlidir. Daha kalın parçalarda ince olanlara göre daha büyük çekirdek alanı büyümesi görülmektedir. Farklı malzemelerde yeterli bir çekirdek alanı yüksek dirençli malzemelerde veya düşük termal iletkenliğe sahip malzemelerde oluşur (Arunchai vd. 2014; Tsai vd. 1992).

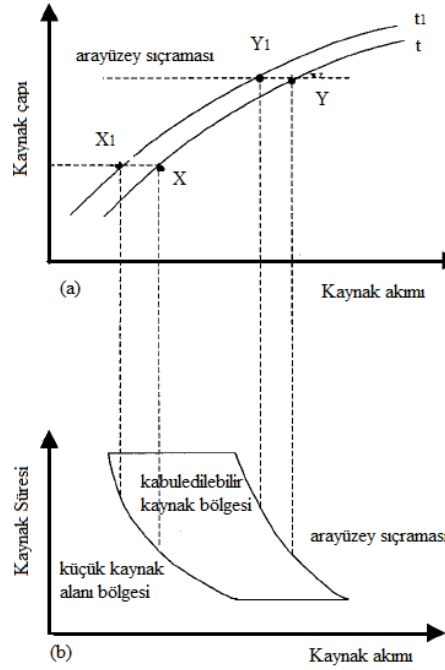
KAYNAK PROSES PARAMETRELERİ

NDK makinesinde kontrol edilebilen ana parametreler kaynak akımı, kaynak süresi ve elektrot kuvvetidir. Üretim koşulları altında bu parametrelere dayalı olarak bir kaynak yapabilme yeteneği, en iyi şekilde “kaynaklanabilirlik eğri” olarak tanımlanır. Kaynaklanabilirlik eğri, tanımlanmış kalitede bir kaynak üretmek için mevcut toleransları tanımlar. Bu tür araçlarla, kaynak boyutu gibi kesin fiziksel sınırlarla tanımlandığı gibi kabul edilebilir bir kaynak kalitesine yol açan kaynak parametrelerini veya iz bırakmayan veya estetik nitelikler için yüzey girinti miktarıyla belirlemek mümkündür.

Kabul edilebilir kaynak için tolerans kutusunu ana hatlarıyla belirten üst sınırlar, genellikle kaynak eriyiğinin sıçraması veya dışarı atılması açısından tanımlanır. Bu gereksinimleri karşılamak için, kaynaklanabilirlik eğrileri, kaynak süresi (dikiş kaynağı durumunda kaynak hızı), kaynak akımı ve elektrot kuvveti arasındaki karşılıklı ilişkiyi gösteren iki boyutlu bir çizim veya üç boyutlu bir çizim olabilir. Bu eğriler genellikle farklı kaynak sürelerinde belirlenen kaynak büyüme eğrilerinden oluşturulur (Şekil 4a).

İKİ BOYUTLU KAYNAKLANABİLİRLİK EĞRİLERİ

İki boyutlu kaynaklanabilirlik lobları veya eğrileri (Şekil 4), araştırmalarında ve belirli bir kaynak hücreindeki kaynak koşullarının belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Williams vd. 2004). Tekniğin çok başarılı olduğu kanıtlanmıştır, özellikle, örneğin otomatik veya robotik bir kaynak hücreinde aynı kaynak makinesi kullanılarak bir dizi farklı sac kalınlığı kombinasyonunun kaynaklanması durumunda, uygun kaynak koşullarının belirlenmesi gerektiğinde. Kaynaklanabilirlik eğri kavramı 20 yılı aşkın bir süredir kullanımda olmasına rağmen, iki boyutlu kaynaklanabilirlik eğrilerini belirlemek için kabul edilebilir işlemler ancak son zamanlarda standart hale getirilmiştir.



Şekil 4. a) Sabit Bir Zaman Aralığı İçin Tipik Kaynak Büyüme Eğrisi,

b) Sabit Elektrot Kuvvetinde Tipik Kaynaklanabilir Eğrisi

Sabit bir elektrot kuvvetinde kaynak akımı ve zaman açısından kaynaklanabilirlik eğrilerini belirlemek yaygın bir uygulamadır. Bununla birlikte, çoğu yüksek hızlı otomatik kaynak işleminde, kaynak süresi genellikle dar sınırlar arasında sabitlenir. Bu koşullar altında, eğriyi sabit bir kaynak süresinde kaynak akımı ve elektrot kuvveti cinsinden tanımlamak daha avantajlı olacaktır. Kaynak akımı, kaynak süresi ve elektrot kuvveti arasındaki karşılıklı ilişki üzerine pek çok çalışma yapılmıştır (Williams vd. 2004). Bu çalışmanın bulguları, kaynaklanabilirliğin şeklini ve konumunu etkileyen ana faktörlerin belir-

tilmesi dışında, bu incelemede detaylandırılmamıştır. Eğri aşağıdaki gibidir. Elektrot kuvveti: Elektrot kuvveti ne kadar yüksek olursa, kaynaklanabilirlik eğri o kadar geniş olur ve elektrot kuvvetinin artırılması, eğriyi daha yüksek kaynak akımlarına doğru kaydırır. Sac kalınlığı: sac kalınlığının artırılması, kaynaklanabilirlik eğrinin genişliğini artırır, örneğin 0,4–0,6, 0,7–1,5 ve 0,5 mm, >1,5 sac kalınlıkları sırası ile 1000, 1500–2000 ve >2000 Amperlik kaynaklanabilirlik eğri genişlikleri verir.(Williams vd. 2004).

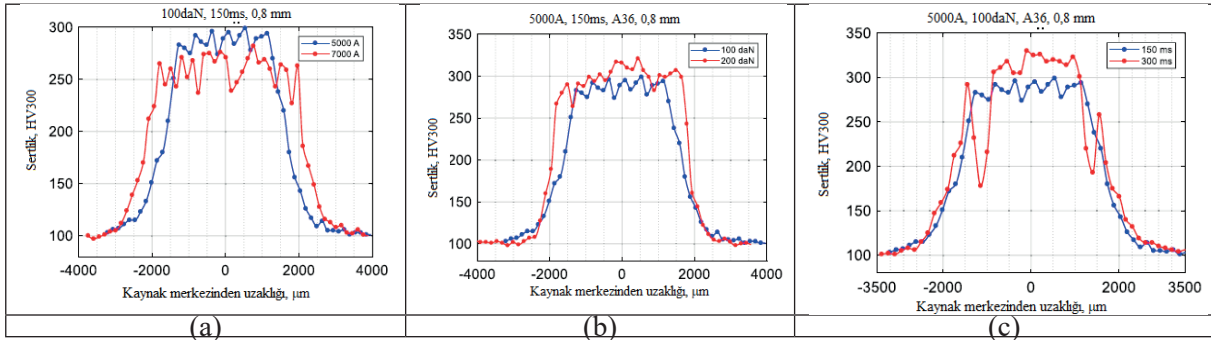
KAYNAK BÖLGESİNİN SERTLİK PROFİLİ

Kemda ve ark. tarafından sunulan makalede sertlik deneylerinden başarılı ve ikna edici sonuçlar elde edilmiştir. A36 ve galvanizli çelik kaynakların benzer sertlik profillerine sahip olduğu görülmüştür. A36 çeliği için ana metaldeki sertlik yaklaşık 110 HV300'dür. Isının tesiri altındaki bölgede (ITAB) yaklaşık $15,55 \times 10^{-2}$ HV300/ μm 'lik bir gradyan ile sertlikte bir artış vardır. Erime bölgesinde sertlik değeri stabilize olur. Galvanizli çelik, ana metalde 108 HV300 sertliğine sahiptir; ITAB sertlik $12,50 \times 10^{-2}$ HV300/ μm 'lik bir gradyanla artar. Proses parametrelerinin sert-

lik profilleri üzerindeki etkisini vurgulamak için grafiksel bir karşılaştırma yapılmıştır.

Bu karşılaştırma sadece 0,8 mm kalınlığında A36 çelik levhalar üzerinde yapılmıştır. Şekil 5(a)'da kaynak akımının sertlik profili üzerindeki etkisi vurgulanmıştır. Akımdaki bir artışın daha büyük bir kaynak genişliğine yol açtığı ilk bakışta görülebilir. Ancak, akımdaki bu artış, sertlik üzerinde ters bir etkiye sahiptir.

Şekil 5 (b), elektrotların presleme kuvvetinin kaynakların sertlik profili üzerindeki etkisini göstermektedir. Presleme kuvvetindeki bir artışın, kaynak yapılan alanın tamamında metalde sertliğin artmasına yol açtığı açıktır.



Şekil 5 Kaynak Proses Parametrelerinin Kaynak Sertlik Profili Üzerine Etkileri (Feujofack vd. 2020)

Şekil 5 (c), kaynak süresinin, kaynakların sertlik profili üzerindeki etkisini göstermektedir; Artan kaynak süresinin sertlik üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu ancak daha büyük ve daha kritik bir ITAB oluşumu yoluyla kaynakta kararsızlıklar yarattığı göz-

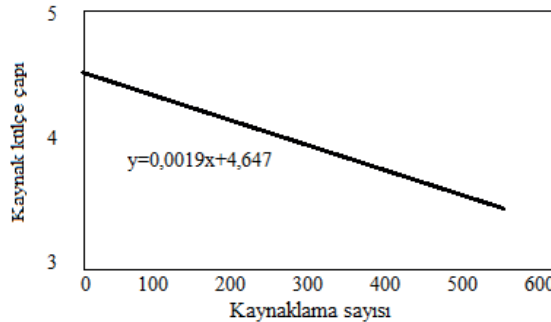
lemlenebilir. Geniş ITAB bölgesi, nispeten düşük yerel sertlik ile karakterize edilir. Bu durum Şekil 5 c'deki iki düşük noktanın görünümünden anlaşılmaktadır (Feujofack vd. 2020).

OPTİMUM ELEKTROT UCU AŞINMA SÜRESİNİN BELİRTİLMESİ

Hamed Pashazadeh ve arkadaşları tarafından yapılan bir makale çalışmasında NDK’de birkaç kaynaktan sonra elektrot, içinden geçen elektrik akımı ve üzerine uygulanan basınç nedeniyle aşınmaya başlar. Elektrotun aşınması, külçe boyutlarının özellikle çapının standartların dışına çıkmasına neden olur. Bu nedenle elektrot ucunu belirli bir süre sonra işleme tabi tutmak gerekir. Elektrot ucu aşınma miktarını

kontrol etmeden önce kaynaklama esnasında birleştirilmesi gereken optimum nokta kaynağı sayısını belirlemek gerekmektedir. Farklı sayıda punta kaynağında külçe çapı ölçülmüştür. Sonuçlar (Pashazadeh vd. 2016) Şekil 6’da gösterilmiştir. Külçe çapı, nokta kaynak sayısı ile lineer olarak azaldığı görülebilir. Grafik eğrisinin denklemi:

$$y = (-0.0019)x + (4.647) \quad (4)$$



Şekil 6. NDK Aşınma Değişimi

Burada y, külçe çapını ve x nokta kaynak sayısını gösterir. Bu denklemi çözerek istenilen külçe çapı için $y = 3.5\text{mm}$, $x = 603.68$ elde edilir. Bu, 591 ila 615 nokta kaynağı aralığının uç düzeltme işleminin yapılması gerektirdiği anlamına gelir. Öte yandan, bu aralıktan önce tüm kaynaklı noktalar 3,5 mm veya buna yakın bir külçe çapına sahiptir, ancak bu aralıktan sonra elektrot ucu aşınmaya başlar ve bu nedenle uç düzeltme işleminin yapılması gerekir (Pashazadeh vd. 2016).

SONUÇ

NDK, endüstride kullanılan en eski elektrik kaynak yöntemlerinden biridir. NDK, daha yüksek elektrik direncine ve daha düşük ısı iletkenliğine sahip oldukları için karbon çeliğinin kaynağında yaygın olarak kullanılmaktadır. NDK, sac levhaları kaynaklamak için kullanıldığından otomobil endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:26 K:42

(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

Elektrik akım yoğunluğu malzeme ergitmeyi kontrol eden ısının oluşumunda en önemli bir faktörken elektrot basma kuvveti ise ergitme esnasındaki oluşan kıvılcım atma veya kıvılcım patlama için gereklidir. NDK’de çekirdek boyutu, kaynak bağlantı mukavemeti ve kaynak süresine bağlıdır. Bu nedenle kaynak süresi kaynak bağlantılarının mekanik özellikleri etkiler. NDK proses parametrelerin kaynak kalitesi üzerine etkileri önemlidir. İş parçasının kalınlığı iletkenlik direncini etkilemektedir. Parça kalınlığı arttıkça elektrik direnci de artacaktır. Artan direnç, kaynak bölgesindeki ısının tesiri altındaki alanını arttıracaktır. Bu durumda elektrik direnç etkisi ile daha kalın parçalarda ince olanlara göre daha büyük çekirdek alanı büyümesi görülmektedir. Farklı malzemelerde yeterli bir çekirdek alanı yüksek dirençli malzemelerde veya düşük termal iletkenliğe sahip malzemelerde oluşur.

Kaynak akımının sertlik profili üzerindeki etkisi önemlidir. Kaynak akımındaki bir artışın daha büyük bir kaynak genişliğine yol açmakta iken bu artış, sertlik üzerinde ters bir etkiye sahiptir. NDK’de birkaç kaynaktan sonra elektrot, içinden geçen elektrik akımı ve üzerine uygulanan basınç nedeniyle aşınmaya başlar. Elektrotun aşınması, külçe boyutlarının özellikle çapının standartların dışına çıkmasına neden olur. Bu nedenle elektrot ucunu belirli bir süre sonra işleme tabi tutmak gerekir.

KAYNAKÇA

ARUNCHAI, T., SONTHIPERMPOON, K., PHISUT, A., KREANGSAK, T., (2014). Resistance Spot Welding Optimization Based on Artificial Neural Network International Journal of Manufacturing Engineering, Volume 2014, Article ID 154784, 6, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/154784>

ASLANLAR, S., OGUR, A., OZSARAC, U., ILHAN, E., (2008). Welding Time Effect on Mechanical Properties of Automotive Sheets in Electrical Resistance Spot Welding, Materials and Design, Vol: 29, No: 7, pp.1427–1431

FEUJOFACK, KEMDA, B.V., BARKA, N., JAHAZI, M., OSMANI, D., (2020). Optimization of Resistance Spot Welding Process Applied to A36 Mild Steel and Hot Dipped Galvanized Steel Based on Hardness and Nugget Geometry, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 106:2477–2491

FLOREA, R.S., BAMMANN, D.J., YELDELL, A., SOLANKI, K.N., HAMMI, Y., (2013). Welding Parameters Influence on Fatigue Life and Microstructure in Resistance Spot Welding of 6061-T6 aluminum Alloy, Materials and Design, Vol: 45, pp.456–465



UHMFJ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:26 K:42

(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

- HAYAT, F., (2011).** The Effects of the Welding Current on Heat Input, Nugget Geometry, and the Mechanical and Fractural Properties of Resistance Spot Welding on Mg/Al Dissimilar Mate Materials, *Materials and Design*, Vol: 32, No: 4, pp. 2476–2484.
- HIRSCH, R.B., (2007).** Making Resistance Spot Welding Safer, *Welding Journal*, Vol: 86, No: 2, pp. 32–37
- KAIEDA, S., OKAMOTO, K., RAUT, S., (2004).** Prediction of Tensile shear Strength of Spot Welds Based on Fracture Modes, *Welding in the World*, Vol: 48, No: 5-6, pp.39-45
- KIM, T., PARK, H., RHEE, S., (2005).** Optimization of Welding Parameters for Resistance Spot Welding of TRIP Steel with Response Surface Methodology, *International Journal of Production Research*, Vol: 43, No: 21, pp.4643–4657
- KUMAR, S.M.N., VIJAYAKUMAR, D.Y., (2012).** Application of Taguchi Method for Optimization of Resistance Spot Welding of Austenitic Stainless Steel AISI 301L. 3(10):15
- LIN, S.H., PAN, J., TYAN, T., PRASAD, P., (2003).** A General Failure Criterion for Spot Welds Under Combined Loading Conditions, June
- LIVSHITS, A.G., (1997).** Universal Quality Assurance Method for Resistance Spot Welding Based on Dynamic Resistance, *Welding Journal*, Vol: 76, No: 9, pp.383–390
- LUO, Y., LIU, J., XU, H., XIONG, C., LIU, L., (2009).** Regression modeling and Process Analysis of Resistance Spot Welding on Galvanized Steel Sheet, *Materials and Design*, Vol: 30, No: 7, pp. 2547–2555
- PANDEY, A.K., KHAN, M.I., MOEED, K.M., (2013).** Optimization of Resistance Spot Welding Parameters Using Taguchi Method. *Int J Eng Sci Technol* 5(2): 234–241
- PASHAZADEH, H., GHEISARI, Y., HAMEDI, M., (2016).** Statistical Modeling and Optimization of Resistance Spot Welding Process Parameters Using Neural Networks and Multi-Objective Genetic Algorithm. *J Intell Manuf* 27(3): 549–559
- PATEL, C.R., PATEL, D.A., (2012).** Effect of Process Parameters on the Strength of Aluminium Alloy A5052 Sheets Joint Welded by Resistance Spot Welding with Cover Plates, August
- RAUT, M., ACHWAL, V., (2014).** Optimization of Spot-Welding Process Parameters for Maximum Tensile Strength, *Int.*



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:26 K:42

(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

-
- J. Mech. Eng. & Rob. Res. vol. 3, no. 4, 506-517
- SENKARA, J., ZHANG, H., HU, S.J., (2004).** Expulsion Prediction in Resistance Spot Welding, Welding Journal, vol. 83, no.4, p.123
- SHAH, D., DHAVAL, P.P., (2014).** Prediction of Weld Strength of Resistance Spot Welding Using Artificial Neural Network. Int J Eng Res Appl IV (VII):2249–8303
- SINGH, A., VANRAJ., SUMAN, K., (2013).** Parameter Optimization for Tensile Strength of Spot Weld for 316L Stainless Steel. Int J Sci Eng Res 4
- SURESH, R.K., (2014).** Parameter Optimization for Tensile Shear Strength During Spot Welding of Corrugated Mild Steel Plates. VSRD Int J Mech Civ Automob Prod Eng 4:2319–2208
- THAKUR, A.G, NANDEDKAR V.M., (2010).** Application of Taguchi Method to Determine Resistance Spot Welding Condition of Austenitic Stainless Steel AISI 304, September
- THORNTON, P.H., KRAUSE, A.R., DAVIES., (1996).** Contact Resistances in Spot Welding, Welding Journal, vol. 75, no. 12, pp.402–412
- TSAI, C., PAPRITAN, J., (1992).** Modeling of Resistance Spotweld Nugget Growth, Welding Journal, vol. 71, no. 2, pp.47–54
- WILLIAMS, N.T., PARKER, J.D., (2004).** Review of Resistance Spot Welding of Steel Sheets Part 1 Modelling and Control of Weld Nugget Formation, International Materials Reviews, 49:2, 45-75
- ZHANG, H., SENKARA, J., (2011).** Resistance Welding: Fundamentals and Applications, Second Edition, 2nd edn. CRC Press
-



UHMFJ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:26 K:42

(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: It is very important to examine the effects of resistance spot welding processing parameters used in the automotive industry on weld strength. A spot weld joint suffers damage only when exposed to unfolding conditions, in the direction of the applied load, and obliquely from the surface of the weld core when subjected to combined unfolding and shear-loading conditions. For this reason, the spot weld joint must be strong both in the open-only condition and in the combined opening and shear loading conditions. Although spot welding process parameters also affect the mechanical behavior of the welded joint, the process parameters must also be appropriate to provide higher weld strength. Resistance spot welding (RSW) is a welding area where heat is produced by the effect of resistance to flow as a result of the exposure of the parts being welded to a local electric current. It has become an important issue to apply an effective approach method to guarantee weld quality and optimize welding parameters. The most widely used welding joining method in the automotive industry is resistance spot welding. In the literature, the effects of spot welding process parameters on weld core diameter and electrode penetration depth are mostly investigated. Weld strength in RSW is affected by many process parameters such as applied electric current, clamping force, welding time. Due to the contact resistance and joule heating, a molten weld ingot zone is formed on the workpieces. It is desirable to have the maximum temperature at the interface of the parts to be joined. In practice, the production of acceptable quality welds depends on the definition of optimum weld parameters and the application of appropriate controls to ensure constant weld quality over a long production period. **Method:** The main parameters that can be controlled in the NDK machine are welding current, welding time and electrode force. The ability to make a weld based on these parameters under manufacturing conditions is best described as a “weldability curve”. The weldability curve defines the tolerances available for producing a defined quality weld. With such tools it is possible to determine weld parameters that lead to an acceptable weld quality, as defined by strict physical limits such as weld size, or by the amount of surface indentation for non-marking or aesthetic qualities. It is common and important to determine weldability curves in terms of welding current and time at a constant electrode strength. In the high-speed automatic welding process, the welding time is usually fixed within narrow limits. Under these conditions, it would be more advantageous to define the curve in terms of welding current and electrode force at a constant welding time. Many studies have been conducted on the interrelationship between welding current, welding time and electrode strength. In experimental studies, optimization of



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Ekim / Kasım / Aralık – Sonbahar Dönemi Sayı: 18 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

October / November / December - Autumn Term Number: 18 Year: 2022

ID:26 K:42

(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

welding parameters was studied to obtain maximum tensile-shear strength. Prominent process parameters in experimental studies are electrode force, welding currents and welding times. Different algorithms have been developed for the optimization of welding parameters. The validation tests clearly show that it is possible to increase the tensile-shear strength of the joint with the combination of suitable welding parameters. In conclusion, the experimental results confirm the validity of algorithms used to improve welding performance and optimize welding parameters in resistive spot welding processes. **Findings and Results:** NDK is widely used in welding carbon steel as they have higher electrical resistance and lower thermal conductivity. NDK is widely used in the automobile industry as it is used to weld sheet metal. Electric current density is the most important factor in the generation of heat that controls material melting. Electrode compression force is required for sparking or spark explosion during melting. In NDK, core size depends on weld joint strength and welding time. Therefore, the welding time affects the mechanical properties of the welded joints. The effects of NDK process parameters on weld quality are important. The thickness of the workpiece affects the conductivity resistance. As the thickness of the part increases, the electrical resistance will also increase. Increasing resistance will increase the area under the influence of heat in the weld zone. In this case, larger core area growth is observed in thicker parts than in thin ones, due to the electrical resistance effect. A sufficient core area in different materials is formed in materials with high resistance or materials with low thermal conductivity. The influence of the welding current on the hardness profile is significant. After several weldings in NDK, the electrode begins to wear due to the electric current passing through it and the pressure exerted on it. The wear of the electrode causes the ingot dimensions, especially the diameter, to go beyond the standards. Therefore, it is necessary to process the electrode tip after a certain period of time. The findings of this study, besides stating the main factors affecting the shape and location of weldability, not detailed in this review. As a result of the study, when evaluated in terms of electrode strength: It is seen that the higher the electrode strength, the wider the weldability curve. Also, increasing the electrode strength shifts the curve towards higher welding currents. Sheet thickness: It was concluded that increasing sheet thickness increases the width of the weldability curve.

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 örnek 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