

ULUSLARARASI HAKEMLİ MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ DERGİSİ

INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF ENGINEERING AND SCIENCES

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

(SAYI: 17 YIL: 2022 - ISSUE: 17 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

ZEOLITE (CLINOPTILOLITE) COMPOSITE CEMENTS 1-19

Bülent YILMAZ, Eda TAŞÇI

KOMPOZİT KOLONLU YAPILARIN BETONARME VE ÇELİK KOLONLU YAPILARA GÖRE AVANTAJLARININ DEPREM PERFORMANSLARI BELİRLENEREK

ARAŞTIRILMASI 20-52

Muaz HATTAB, Hüseyin KASAP

MOTORLU ARAÇLARDA, BİNALARDA SES VE ISI YALITIMI İÇİN MALZEME TASARIMI

53-76

Senai YALÇINKAYA, Alper ÖNER, Abuzer AYGUL

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 KRÓLCZYK - Opole University of Technology - Makina Mühendisliği Fakültesi - Polonya
Prof. Dr. Hamid Reza KARIMI - Politecnico di Milano - Makina Mühendisliği Bölümü - İtalya
Prof. Dr. H. Ziya ÖZEK - Namık Kemal Üniversitesi - Mühendislik Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Hiroshi Sekimoto - Tokyo Institute of Technology - Yenilikçi Nükleer Enerji Sistemleri Araştırma Merkezi - Japonya
Prof. Dr. Hülya KALAYCIOĞLU - Karadeniz Teknik Üniversitesi - Orman Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Jory HANCOCK - University Of Arizona - Dans Okulu - A.B.D.
Prof. Dr. Hatice ÖGÜT - Ahievran Üniversitesi - Ziraat Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Hüsnü GERENGİ - Düzce Üniversitesi - Mühendislik Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Mihaela BUCIUMEANU - University Dunarea de Jos of Galati - Mühendislik Fakültesi - Romanya
Prof. Dr. Mohammad ISRAR - Sur University College Mechanical Engineering - Mühendislik Bölümü - Hindistan
Prof. Dr. Mehmet Baki KARAMIŞ - Erciyes Üniversitesi - Mühendislik Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Mehmet ŞİMŞİR - Sivas Cumhuriyet Üniversitesi - Mühendislik Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Metin GÜRÜ - Gazi Üniversitesi - Mühendislik Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Mohd Ali Hassan - Universiti Putra Malaysia - Biyoproses Teknolojisi Bölümü - Malezya
Prof. Dr. Ömer YILDIRIM - G.O.P. Üniversitesi - Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Pete WALKER - University Of Bath - Mimarlık ve İnşaat Mühendisliği Bölümü - İngiltere
Prof. Dr. Rajini Nagarajan - Kalasalingam University - Makine Mühendisliği Fakültesi - Hindistan
Prof. Dr. Pelin AVŞAR KARABAŞ - Hitit Üniversitesi - Güzel Sanatlar - Tasarım ve Mimarlık Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Peter CHILDS - Imperial College London - Mühendislik Fakültesi - İngiltere
Prof. Dr. Sevil YÜCEL - Yıldız Teknik Üniversitesi - Kimya-Metalurji Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Şükran ŞAHİN - Ankara Üniversitesi - Ziraat Fakültesi - Türkiye
Prof. Dr. Tauseef A. Khan - Lahore University of Engineering and Technology - Makina Mühendisliği Bölümü - Pakistan
Prof. Dr. Yusuf ŞAHİN - Nişantaşı Üniversitesi - Sivil Havacılık Yüksekokulu - Türkiye
Prof. Dr. Yoshihiko Takano - National Institute for Materials Science - Uluslararası Malzeme Nanoarhitektonik Merkezi - Japonya
Prof. Dr. Zeki 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

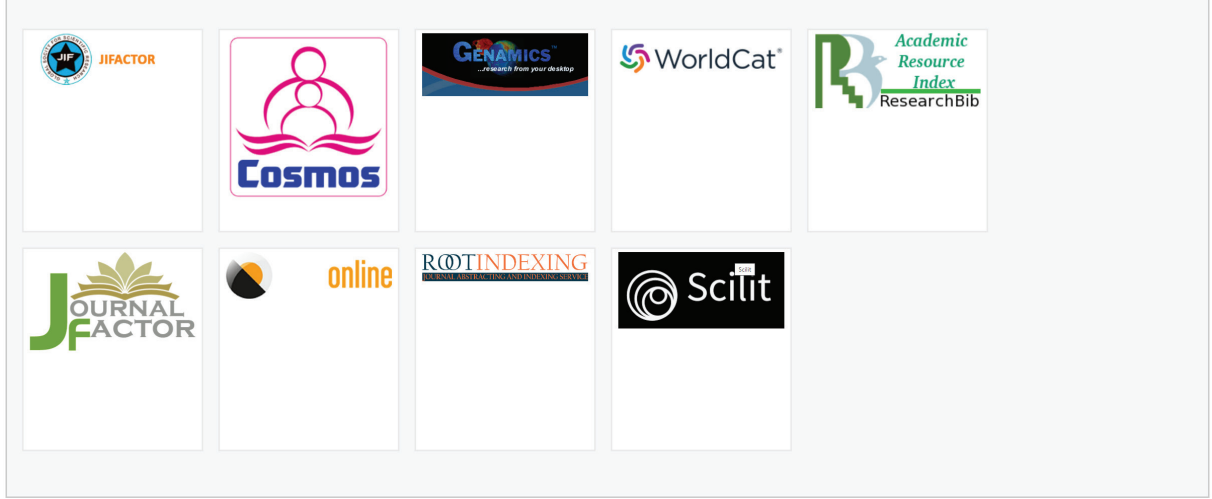
YAYIN KABUL ETTİĞİMİZ ALAN VE DİSİPLİNLER

- 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 03 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 03 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.

ZEOLITE (CLINOPTILOLITE) COMPOSITE CEMENTS ⁽¹⁾ZEOLİT ESASLI(KLİNOPTİLOLİT) KOMPOZİT
ÇİMENTOLAR*Bülent YILMAZ¹, Eda TAŞÇI²**¹Bilecik Şeyh Edebali University, Faculty of Fine Arts and Design, Department of Industrial Products Design, Bilecik / Türkiye**²Dumlupınar University, Engineering Faculty, Metallurgy and Materials Department, Kütahya / Türkiye**ORCID ID: 0000-0002-4310-3371¹, 0000-0003-3346-8833²*

Öz: Bu çalışma, bir zeolit minerali olan klinoptilolit ve çeşitli puzolanlardan (diatomit, uçucu kül ve cüruf) oluşan kompozit çimentoların özelliklerini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Klinoptilolit türü zeolitler doğal puzolan olarak sınıflandırılmaktadır. Bu malzeme alkali ve toprak alkali katyonlardan oluşmaktadır ve kristalin bir yapıya sahiptir. Olumlu özellikleri ile zeolit ve diatomit katkısı betonarme malzemelerde taze beton şekillendirme ve güçlendirilme etkisi sağlayabilmektedir. Uçucu kül ise mikro küresel parçacıklardan oluşan endüstriyel bir atık malzemedir. Çimentoda puzolanik etkiyi artırmasıyla hidrasyon gelişimini etkilemektedir. Diatomit, yüksek düzeyde doğal amorf silika malzemesi içeren puzolanik bir malzemedir. Diatomitler, tek hücreli sucul bitkilerin diatom adı verilen fosilleşmiş halleridir. Curuflar çeşitli metalürji tesislerinden elde edilen atık madde grubunu oluşturmaktadır. İşletmelerin ürün çeşidine ve üretim yöntemine bağlı olarak cürufların kullanıldığı pek çok yayında görülmektedir. **Yöntem:** Çalışma, çimentoda diatomit ve uçucu kül içeriğinin priz süresini azalttığını, cürufun ise priz süresini kısalttığını göstermektedir. **Sonuçlar:** Uçucu kül ve cüruf erken mukavemeti düşürürken diatomit ise erken mukavemeti artırmaktadır. **Genel Sonuç:** Çalışma sonucunda üç puzolanın karışımı ile üretilen hafif ağırlıklı, kimyasal olarak dayanıklı, kısa kürleme sürelili iyi mekanik performans gösteren klinoptilolite esaslı kompozit çimentolar elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Klinoptilolit, Diatomit, Uçucu Kül, Cüruf, Kompozit Çimento

Abstract: This study was conducted to investigate the properties of composite types of cements comprising Clinoptilolite, a zeolite mineral, and various pozzolans (Diatomite, Fly Ash, and Slag). Clinoptilolite type zeolite was classified as natural pozzolan. This material was consist of alkali and alkaline-earth cations and have a crystal structure. Zeolite and diatomite, with their positive and technical properties, are formative and can be expressed as reinforced concrete materials. Fly ash is an industrial waste material consisting of microspherical particles. It affects the development of hydration by increasing the pozzolanic effect in the cement. Diatomite is a pozzolan containing a high level of natural amorphous silica material. Diatomites are fossilized single-celled aquatic plants called diatoms. Slags are from waste material group obtained from various metallurgical plants. Chemical compositions and properties obtained from industry depending on the product type and production method of the enterprises shows a large number of publications. **Method:** The study shows that Diatomite and fly-ash content in cement increase the setting time whereas Slag shortens the setting time. **Results:** Fly-ash and Slag are decreasing early strength whereas Diatomite is increasing. **Conclusion:** As a result of the study, light-weighted, chemically durable, with a short curing time Clinoptilolite composite cements produced by the mixtures of three of the pozzolans demonstrate appropriate mechanical performance.

Keywords: Clinoptilolite, Diatomite, Fly Ash, Slag, Composite Cement

Doi:10.17366/uhmfd.2022.17.1

- (1) *Sorumlu Yazar, Corresponding Author: Eda TAŞÇI (Prof. Dr., Professor), Dumlupınar University, Engineering Faculty, Metallurgy and Materials Department, Kütahya / Türkiye, eda.tasci@dpu.edu.tr, Geliş Tarihi / Received: 17.01.2022, Kabul Tarihi / Accepted: 19.08.2022, 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
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:17 K:28

(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

Global warming is becoming an essential problem in today's world. During the years-long ongoing debate on the causes of global warming, the increase in greenhouse gas emissions is considered one of the major reasons for climate change.

Clean technologies and new methods of production are being developed in the industry to decrease greenhouse gas emissions. In this respect, while the cement industry attempts to utilize the pozzolanic materials by producing with high quality and more efficiently but less clinker on one side, cement researchers on the other side start to investigate ternary cement mixtures (composite cements) for improving the performance of pozzolanic cements (Bágel, 1998: 1011-1022; Thomas, 1999:1207-1214; Menéndez, 2003: 61-67).

Zeolites, classified as natural pozzolans, are tetrahedral-linked and negatively charged networks of oxygen with silicon and aluminum. The load in their structures is balanced by positively charged atoms (cations) located within the network spaces of zeolites (Sidheswaran,1997: 55-58). Due to their chemical properties (reactive SiO_2), physical properties (high surface area, cation exchange capacity, microporous crystalline), and cost-efficiency (high reserves, lower production cost) zeolites draw the attention of cement researchers for their use in various industries.

According to the recent studies, zeolites are found to be more reactive than certain pozzolans (Cioffi, 1997: 93-98) despite their positive pozzolanic properties (Poon, 1999: 427-432; Perraki, 2003:205-212); Perraki, 2004: 9-16; Martínez, 2006: 40-52, Molaabasi A., 2022). Their pozzolanic properties are correlated with reactive SiO_2 content, similar to other pozzolans (Fragoulis, 1997: 889-905, Kordnaeij, A., 2019). Their mechanical properties are ranging between silica fume and Fly Ash under similar conditions (Sammy,1999: 293-300, Kordnaeij, A., 2019, L.e.Burris, 2020). In terms of durability, some of their properties are making them favourable to use in the industry such as the expansion prevention (Sersale, 1987: 404-410); Feng, 2005: 579-584); Quanlin, 2005:1784-1788) in the alkali-aggregate reactions, their availability of use as light aggregate (Gennaro, 2005: 309-319); Gennaro, 2004: 71-81), having a negative structural charge due to the isomorphic substitution of the cations in their mineral lattices and their capacity to adsorb chromium ions deleterious for human health in the aqueous medium (Bowman, 1995: 54-64; Pansini, 1991: 145-157; Faghihian, 2005: 1099-1104; Mier, 2001: 373-378).

AIM

The behaviour of Clinoptilolite, the most redundant zeolite mineral in nature, in composite cements is not well known even though positive results have been obtained from its use as an additive in cement (Yılmaz, 2007:



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:17 K:28

(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

3808-3815). This study was conducted to investigate the effect of Clinoptilolite, the ideal unit cell formula of which is defined as $[(Na,K)_6(Al_3Si_{30}O_{72}).20H_2O]$, (Tsitsishvili, 1992) on the composite cement properties. For this purpose, Clinoptilolite was used together with Diatomite, Fly Ash, and Slag. Properties of cement that were prepared at different weight ratios were reviewed by using standard cement tests and structural (XRD, SEM) analysis techniques.

SCOPE

CEM I 42.5 Portland cement samples produced in Bartın (Turkey) Cement Manufacturing Plant in accordance with TS EN 197-1

were used for this study. The materials used in the study were supplied from various companies such as Clinoptilolite from Rota Mining Incorporation at Gördes-Manisa (Turkey) region, Diatomite from the Diatomite ore field at Alanyunt-Kütahya (Turkey) region, Fly Ash from the waste disposal site of Tunçbilek (Turkey) thermal power plant and Slag from Karabük Iron and Steel Plant. Also, for preparation of the mortar samples, Rilem Cembureau Pınarhisar standard aggregate manufactured by SET Trakya Cement Industry in accordance with TS EN 196-1, having the properties as listed in Table-1, and tap water of Bartın Province with a pH value of 7.6 were used.

Table 1. The Chemical and Physical Properties of Standard Aggregate

Chemical Composition	%	Sieve Size (mm)	Cumulative Over Size (%)
SiO ₂	94.05	2.0	-
Al ₂ O ₃	2.98	1.6	6.65
Fe ₂ O ₃	0.15	1.0	35.02
CaO	0.17	0.5	62.24
MgO	0.03	0.16	82.14
SO ₃	0.05	0.08	99.01
K ₂ O	1.20		
Na ₂ O	0.85		
Humidity	0.11		
L.O.I.	0.57		

METHODS

The Properties of Raw Materials : Pozzolan samples used in the tests were dried in

the air-drying oven for 2 hours and each of the samples was grinded for 30 minutes in a laboratory-type ball mill for the identification



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:17 K:28

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

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

of their structures. Chemical, physical and mineralogical analyses were performed on the samples.

Chemical analyses were performed by ARL 8680+ X-Ray spectrometer (XRF) in accordance with TS EN 196-2 and the reactive SiO₂ test by HCl (36 % w/w) and KOH (37% w/w) (Table 2).

Table 2. Chemical Specifications of Used Materials

Materials	OPC	Clinoptilolite	Diatomite	Fly ash	Slag
Chemical composition (wt. %)					
SiO ₂	21.07	74.13	89.25	49.74	49.98
Al ₂ O ₃	6.22	10.69	3.45	17.23	11.18
Fe ₂ O ₃	3.38	1.47	1.61	9.74	1.50
CaO	62.10	1.20	0.75	10.94	32.11
MgO	1.38	1.56	0.10	5.51	4.06
Na ₂ O	0.45	0.76	0.40	0.62	0.02
K ₂ O	0.23	2.30	0.10	1.85	0.01
SO ₃	3.15	0.05	0.05	0.41	0.001
P ₂ O ₅	0.06	0.03	0.04	0.21	0.22
TiO ₂	0.01	0.08	-	0.01	0.001
Mn ₂ O ₃	0.004	0.01	-	0.23	0.001
Cr ₂ O ₃	0.01	0.001	-	0.05	0.002
Cl ⁻	0.0001	-		0.002	0.001
L.O.I.	1.66	7.62	4.58	2.84	1.04
Reactive SiO ₂	-	62.74	83.25	32.47	42.14

Physical analyses were performed in accordance with TS EN 196-6 shown as % over sieve values. For the identification of particle structure, sieve analyses were performed by the use of Alpine Air Jet Sieves ALS Device having 45, 90 and 200 µm sieves. Surface

areas of the particles were identified with Tonindustrie Seger Blaine Device over the Blaine values and the specific weights with Air Comparison Picnometer Beckman 930 Device (Table 3).

Table 3. Physical Specifications of Blended Materials

Material	Range dimension (over sieve %)			Blaine cm ² /g	Specific Gra- vity g/cm ³
	> 45 µm	> 90 µm	> 200 µm		
Clinoptilolite	32.40	5.30	0.20	5503	1.70
Diatomite	42.80	16.0	0.90	6951	2.03
Fly Ash	15.00	1.10	-	4332	2.95
Slag	27.40	4.40	0.10	4684	2.39

The mineralogical structure of pozzolan samples was identified with Rikagu Miniflex

XRD Device and the use of Cu K α ($\lambda=1.54$ A $^\circ$) radiation. (Figure 1).

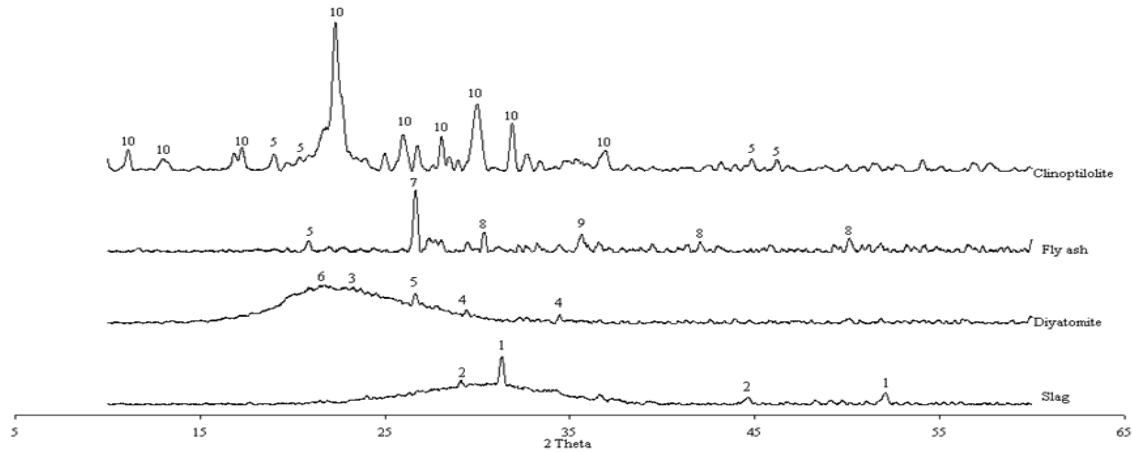


Figure 1. X-Ray Diffraction Patterns of Raw Materials 1: Gehlenite 2: Anorthite 3: Albite 4: Ortoklaz 5: Quartz 6: Cristobalite 7: Kyanite 8: Calcium Silicate 9: Magnetite 10: Clinoptilolite

Preparation of Cement and Mortar: 5 groups of cement samples were produced for experimental studies. The first group was considered as the reference cement, the second one was Clinoptilolite blended cement and the others were Clinoptilolite composite cement. The first group was the CEM I 42.5

Portland cement, with the chemical properties given in Table 2 and the physical properties in Table 4. This cement was also called the reference cement (OPC). The same cement was used in the preparation of both blended and composite cements.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:17 K:28

(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 other group was the Clinoptilolite blended cement, manufactured in the form of a binary mixture prepared with the supplementation of Clinoptilolite at the same ratios in

substitution for the decreased amount of OPC by weight ratios of 5%, 10% and 20% (C5, C10 and C20).

Table 4. Blend Ratios, Codes and Physical Properties of OPC And Blended Cements Samples (Wt. %)

Mixtures	Blend ratios (wt. %)					Codes	Over sieve (%)			Blaine (cm ² /g)	Specific gravity (g/cm ³)
	OPC	Clinopt.	Diatom.	Fly Ash	Slag		45µm	90 µm	200 µm		
Clinker-gypsum											
OPC	100					OPC	19,8	3,3	0,1	3521	3,07
Substitution OPC and clinoptilolite											
C5	95	5				C1	11,7	2,3	-	3931	2,92
C10	90	10				C2	15	2,1	-	4588	2,9
C20	80	20				C3	16,5	2	0,9	5503	2,88
Substitution OPC and clinoptilolite-diatomite											
C15D5	95	15	5			CD1	15,3	2,8	-	5721	2,9
C10D10	90	10	10			CD2	17,1	3,3	0,1	5933	2,91
C5D15	80	5	15			CD3	19,2	3,7	0,1	5858	2,93
Substitution OPC and clinoptilolite-fly ash											
C15FA5	95	15		5		CF1	12,7	2,1	0,1	4232	2,89
C10FA10	90	10		10		CF2	12,9	2,3	0,1	4325	2,88
C5FA15	80	5		15		CF3	12,3	2,1	0,1	4367	2,86
Substitution OPC and clinoptilolite-slag											
C15S5	95	15			5	CS1	15,2	1,9	-	5112	2,92
C10S10	90	10			10	CS2	14,1	1,1	-	4672	2,96
C5S15	80	5			15	CS3	10,4	1,1	-	4254	2,97

Composite cements were prepared in the form of ternary mixtures which were obtained by

way of supplementing the same ratio but different quantities of additives by decreasing

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:17 K:28

(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 overall weight of OPC quantity by 20%. In each of the composite cements, 3 separate mixtures were prepared by removing Clinoptilolite in decreasing ratios of 15, 10 and 5% respectively and by adding the third component by overall 20%, in the respective ratios of 5, 10, 15%. The third, fourth and fifth groups were prepared in the form of Clinoptilolite - Diatomite (15C5D, 10C10D and 5C15D) Clinoptilolite - Fly Ash (15C5FA, 10C10FA and 5C15FA) and Clinoptilolite - Slag (15C5S, 10C10S and 5C15S). A unique code was given to each of these mixtures and the codes were used throughout the experimental studies. The cements prepared in the

mixture ratios given in Table-4 were grinded for 40 minutes, except for OPC and their physical properties were identified. Paste and Mortar mixtures were prepared in accordance with TS EN 196-1. Standard slump test, water demand and setting time of the paste samples were determined in accordance with TS EN 196-3 (Table 5). Furthermore, the mineralogical structures of OPC (Figure 2), Clinoptilolite (C3) blended cement (Figure 3a) and CD2, CF2, CS2 composite cements (3b, 3c and 3d) were determined by XRD on the 2nd, 7th and 28th days of hydration of the paste samples prepared.

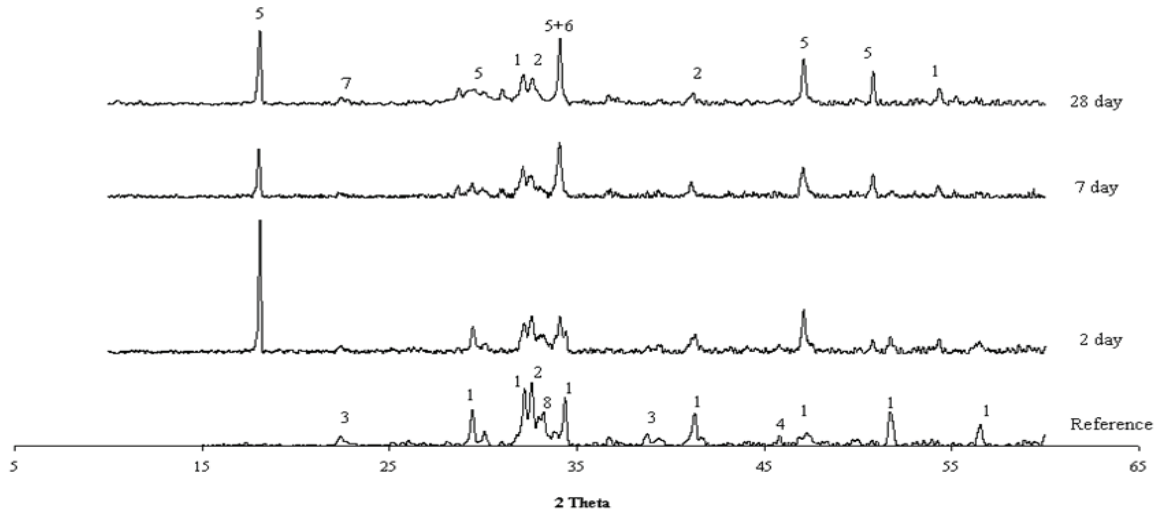


Fig 3a. X-Ray Diffraction Patterns of Clinoptilolite Blended Cement (1: Tricalcium Silicate, 2: Dicalcium Silicate (Larnite), 3: Tricalcium Aluminate, 4: Brownmillerite, 5: Portlandite, 6: CSH, 7: Ettringite, 8: Potassium Calcium Aluminate)

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:17 K:28

(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

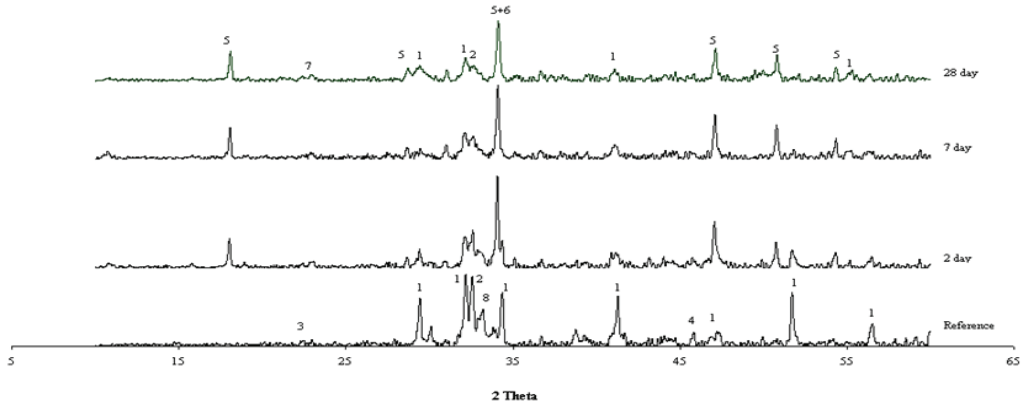


Figure 3b. X-Ray Diffraction Patterns of CD2 Composite Cement

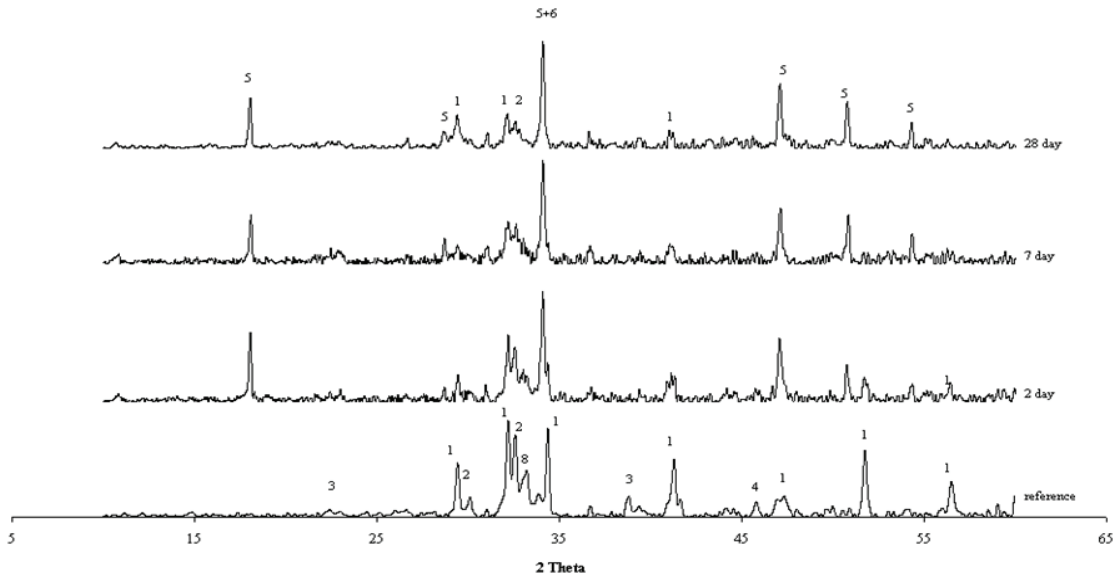


Figure 3c. X-Ray Diffraction Patterns of CF2 Composite

On the 28th day of hydration of OPC, blended and composite cement pastes, microstructure studies were performed for OPC (Figure 4),

C3 (Figure 5), CD2 (Figure 6), CF2 (Figure 7) and CS2 (Figure 8) by using Joel JEM 1200 Variable Pressure SEM Device.

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:17 K:28

(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

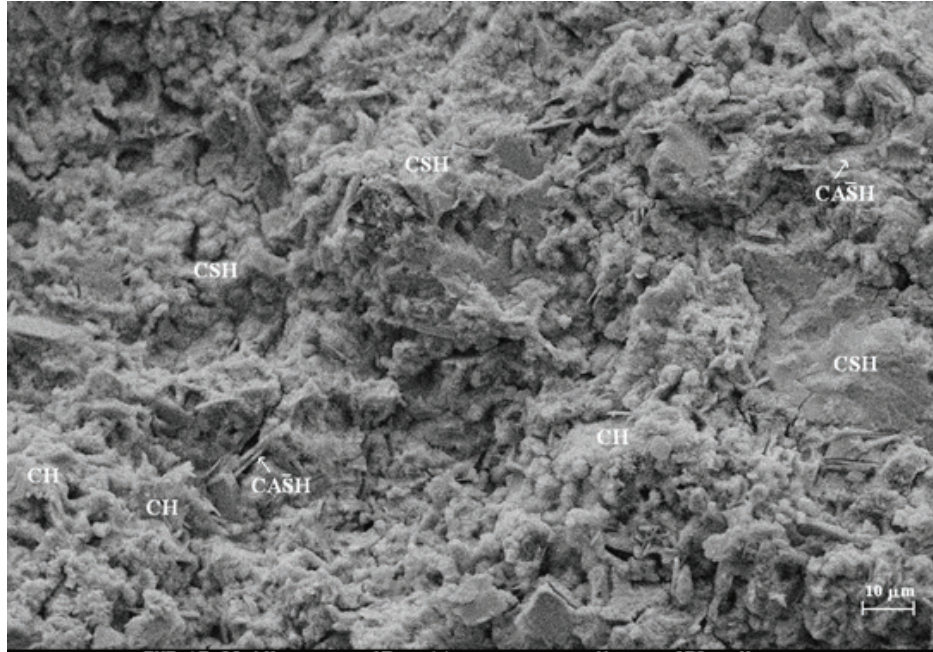


Figure 4. SEM Image of Reference (OPC) Cement Paste

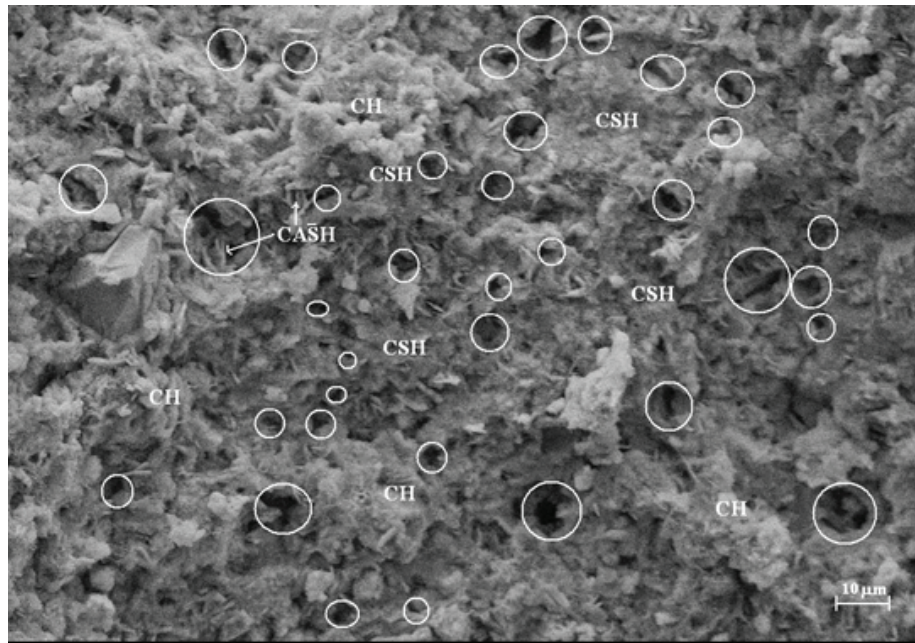


Figure 5. SEM Image of Clinoptilolite Blended Cement Paste

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:17 K:28

(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

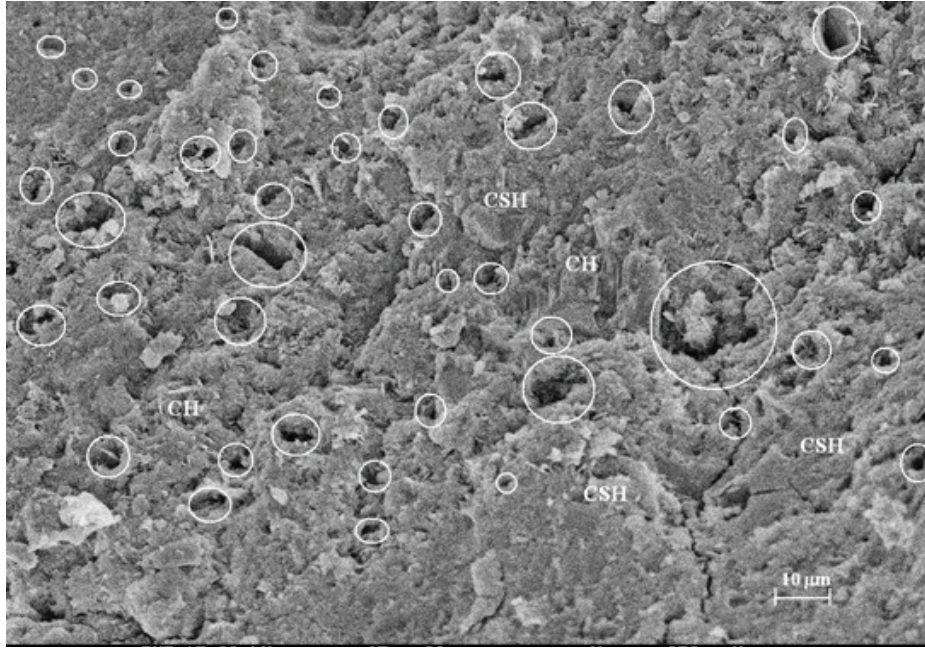


Figure 6. SEM Image of CD2 Composite Cement Paste

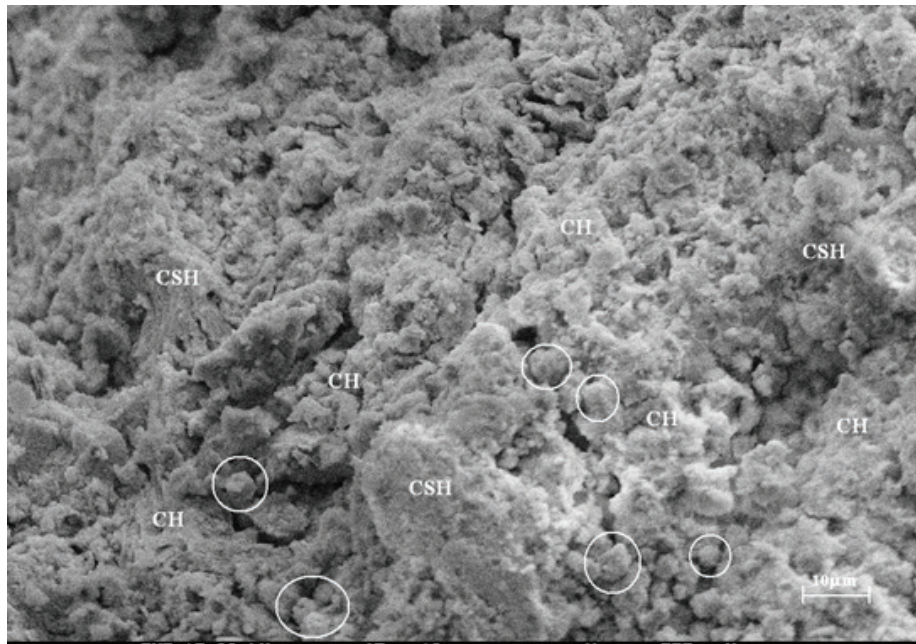


Figure 7. SEM Image of CF2 Composite Cement Paste

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
 Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
 International Refereed Journal of Engineering And Sciences
 May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:17 K:28

(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

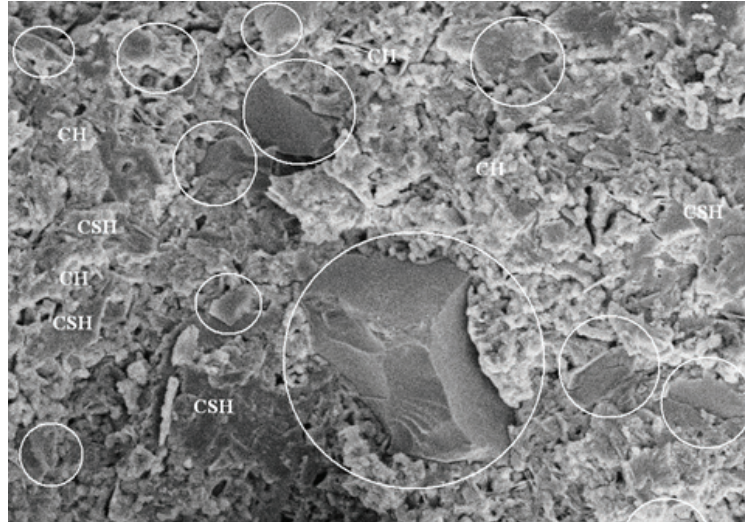


Figure 8. SEM Image of CS2 Composite Cement Paste

In the mortar tests, each of the mortar mixture samples was prepared by using cement, standard sand and water ratio of 1:3:0.5. The mortars were poured into mortar molds of

40×40×160 mm in dimension and the pressure resistance tests were performed with the Toni-Technic brand device in accordance with TS-EN 196-1 (Table 7).

Table 7. Compressive Strength of Cement Mortars (N/Mm²)

Codes	Hydration days			
	1 day	2 day	7 day	28 day
OPC	8.2	16.9	35.4	53.2
C1	8.9	18.0	38.1	56.3
C2	9.0	17.9	34.0	57.7
C3	7.3	14.1	28.7	53.8
CD1	9.1	17.0	33.4	57.9
CD2	8.6	16.1	31.7	56.8
CD3	8.4	16.0	32.6	56.7
CF1	6.6	12.1	23.7	46.0
CF2	7.0	13.0	26.4	50.1
CF3	7.7	13.9	28.4	51.9
CS1	7.4	13.8	28.6	54.9
CS2	7.0	13.8	30.0	54.7
CS3	6.6	13.2	31.7	58.0



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:17 K:28

(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

RESULTS and DISCUSSION

Tests Applied to Raw Materials: According to the chemical analysis of Clinoptilolite, Diatomite, Fly Ash and Slag samples used in the tests, SiO_2 , Fe_2O_3 and Al_2O_3 were found to be 86.29%, 94.31%, 76.71% and 62.66%, respectively. Whereas CaO, MgO, Na_2O and K_2O were found to be 5.82%, 1.35%, 18.92% and 36.20%, respectively (Table 2). Having a higher value of K_2O than Na_2O in Clinoptilolite leads to the fact that it is rich in K^+ ions. Considering the ratio of reactive SiO_2 to overall SiO_2 as a measure of pozzolanic reactions, the respective order was obtained to be Diatomite, Clinoptilolite, Slag and Fly Ash.

Although the pozzolan samples used in the tests were subjected to the same grinding time, the physical analysis values of Fly Ash were found to be different from the others (Table 3). The reason was that the particle structure of Fly Ash is spherical, whereas the others are channelled (Clinoptilolite), porous (Diatomite) and granular (Slag).

Due to the channelled structure of Clinoptilolite % Over Sieve and Blaine values of cements were increasing in the blended cement mixtures. Whereas in composite cements, with the decrease in the quantity of Clinoptilolite and increase of the other pozzolans, % Over Sieve and Blaine values were increased with Diatomite and were decreased with Slag

and remained the same with Fly Ash (Table 4). Because the particles having smaller particle sizes than Clinoptilolite (Fly Ash and Slag) penetrated the channelled structure of Clinoptilolite and the Clinoptilolite particles into the porous structure of Diatomite (Table 3). This was observed both in the Blaine and Specific Weight values.

The mineralogical structure of raw materials is given in Figure 1 and that of the non-hydrated blended and composite cements in the XRD analysis as reference (Figures 2, 3a-3d). The amorphous structure was observed at the 20-40° region of Slag 2 theta. Both the amorphous and crystal region was composed of Gehlenite ($\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7$) and Anorthite ($(\text{Ca.Na})(\text{SiAl})_4\text{O}_8$). Whereas, an amorphous structure was observed at Diatomite at the 17-32° region. While low ratios of Albite ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), Orthoclase (KAlSi_3O_8), Quartz (SiO_2) and Cristobalite (SiO_2) were found in the amorphous region, the crystalline region was composed of Quartz and Orthoclase. Fly ash was composed of Kyanite (Al_2SiO_5), Calcium silicate (CaSiO_3) and Magnetite (Fe_2O_3). On the other hand, Clinoptilolite was composed of Clinoptilolite ($\text{KNa}_2\text{Ca}_2(\text{Si}_9\text{Al}_7)\text{O}_{24}\text{H}_2\text{O}$) and Quartz (SiO_2).

Clinoptilolite blended and composite cements were composed of Tricalcium Silicate, Dicalcium Silicate Tricalcium Aluminate and Brownmillerite. Furthermore, Clinoptilo-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:17 K:28

(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

lite-related Potassium Calcium Aluminate was observed in all cement samples at the 32° region during the grinding stage. (Figures 2, 3a-d).

Upon the examination of the XRD results, it was observed that the structure of Slag and Diatomite was uneven (amorphous), whereas that of Fly ash and Clinoptilolite was even (crystal).

Tests Applied to Paste Samples: The hydration process was determined by using the XRD device according to the mineralogical structures of both the anhydrated cements (reference) and the hydrated pastes on the 2nd, 7th and 28th (Figures 2-3a-3d) days of hydration. While Potassium Calcium Aluminate was observed in the reference cements together with typical clinker minerals, Portlandite (CH), Calcium Silicate Hydrate (CSH) and Ettringite ($CASH$) minerals, as the hydration products, and anhydrated clinker minerals (Tricalcium silicate and Dicalcium silicate) were observed in the hydrated pastes.

CH production was at maximum on the 2nd day of hydration of OPC paste and later with the increase in CSH production, there was a decrease in the CH quantity. $CASH$ was formed in the paste starting from day 7 (Figure 2).

While CH consumption was very low on the day 2 of the hydration of C3 blended cement paste, it increased on day 7 and declined again on day 28. It had less $CASH$ than the OPC paste (Figure 3a).

As for the CD2 composite cement paste, CH consumption and CSH formation were high on all days of hydration. CH consumption occurred in parallel to CSH production and $CASH$ was formed on day 28 of hydration (Figure 3b).

CH consumption, in the CF2 composite cement paste, was lower when compared to that of CD2 paste and higher when compared to C3 paste. While $CASH$ was observed on days 2 and 7 in this paste, not the same observed on day 28 (Figure 3c).

CH consumption in the CS2 composite cement paste was lower than CD2 and recorded a similar process to CF2. Likewise, $CASH$ was not observed on day 28 in this paste (Figure 3d).

During the microstructure analysis, microstructures of reference cement (OPC), blended cement (C3) and composite cements (CD2, CF2, CS2) were examined on day 28 of hydration.

CSH developed in the form of uneven pieces over the hydrated cement particles together with needle structured CH and hexagonal



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:17 K:28

(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

prism shaped $C\bar{A}S\bar{H}$ crystals were observed in a wide region on the OPC paste (Figure 4).

The cavities at different dimensions as circled on the blended cement (C3) paste were the channel structures of Clinoptilolite. There observed CSH and CH developed over the Clinoptilolite particles and $C\bar{A}S\bar{H}$ crystals developed together with CH's as well (Figure 5).

On the CD2 composite cement paste, there observed CSH developed over the hydrated cement particles together with CH crystals developed both in the cavities and over the CSH. Those shown in circles were the Diatomite pores blocked in between the hydrated particles (Figure 6).

CF2 composite cement paste was composed of clustered structures covered by CSH and CH layers over the visible spherical particles of the Fly Ash, as shown in a circle (Figure 7).

CS2 composite cement paste was composed of multi-cornered, large, glass-like structures and smaller, multi-cornered granular structures piled like logos, as shown in the circle. CH and CSH developed over and around these structures (Figure 8).

Particle sizes and Blaine values of cements (Table 4) had an impact on the water demand of pastes (Table 6). As for the Clinoptilolite

blended cements, water demand increased in parallel to the increasing ratio of Clinoptilolite. Whereas for composite cements, Diatomite increased the water demand and Fly Ash and Slag decreased the same. The reason for the increase in water demand both for Diatomite and Clinoptilolite was that they recorded high Blaine values due to their porous and channel-like structures with spaces. Water demand for Fly Ash and Slag was decreasing given their Blaine values due to the spherical structure of Fly Ash and the multi-cornered, uneven and granular structure of Slag.

Setting time was increasing in the Clinoptilolite blended cements depending on the ratio of additive. When the setting time of composite cements was compared to that of C3 cement paste, an increase in Diatomite was elongating the setting time on one hand and Fly Ash and Slag were decreasing on the other hand (Table 6). In other words, the water demand of Clinoptilolite and Diatomite was increasing due to their structure embodying spaces.

Tests Applied to Mortar Samples: According to the strength test results, type-quantity, chemical and physical properties and mineralogical structure of the additive collectively had an impact on the development of strength (Table 7).



UHMFĐ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:17 K:28

(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

Although early strength (2 days) of Clinoptilolite blended mortars was found to be higher than OPC in the low additive ratios (C1 and C2), the strengths recorded low values at high additive ratios (C3) due to the high quantity of CH in the medium (Figure 3a) and the not-yet started pozzolanic reactions. Si-O and Al-O tetrahedral in the skeleton of Clinoptilolite were bonded with positive ions due to electrovalence irregularity to restore their balance as a result of the degradation in the structure of Clinoptilolite on day 7 of hydration [13] and subsequently reactive compounds of Clinoptilolite started to consume the CH in the medium (Figure 3a). However, while C1 and C2 recorded higher values than OPC, C3 still recorded lower strength values when compared to the others. This result remained the same for the 28-day strength values as well. However, the strength value of C3 cement was that of OPC despite the spaces in the structure of the former (Figure 5) and the still existing high ratio of CH availability in the medium on day 28 corresponded to the fact that hydration would last longer.

The strengths of Diatomite composite cements increased when compared to Clinoptilolite blended cement (C3) having the same additive ratio, despite their Blaine values, increase in water demand and its structure embodying spaces (Figure 6). The reason was that the high reactive SiO₂ content of both

Clinoptilolite and Diatomite accelerated the pozzolanic reactions (Figure 3b).

As for the Fly Ash composite cements, although Fly Ash had a smaller particle size than the others, CH consumption was slowed down as a result of low reactive SiO₂ value and non-activation of the reactive compounds in the skeleton of Clinoptilolite (Figure 3c). This, in its turn, resulted in recording lower values for early strength. However, intensive structural strength increased as a result of incremental Fly Ash additive, thanks to the penetration of Fly Ash particles in the Clinoptilolite channels (Figure 8).

Early strength (1 and 2 days) declined in the Slag composite cements with the supplementation of slag however strength for 7 and 28-days increased. Because the high peak of CH in the early period demonstrated that pozzolanic reactions had not yet started (Figure 3d). However, strengths increased on day 28 of hydration as a result of the hydration developed in between the multi-cornered, granular, glass-like structure of the Slag (Figure 9).

CONCLUSION

The following is concluded for Clinoptilolite composite cements;

- Diatomite increases the reactive SiO₂ and Blaine values, whereas Fly Ash and Slag decrease the same.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:17 K:28

(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

- SiO₂ ratio increases and Na₂O and K₂O ratios decrease with Diatomite. While the SiO₂ ratio is decreasing with Fly Ash and Slag, the accompanying decrease in the Na₂O and K₂O ratios leads to the fact that cement with low alkali content and having better chemical strength is likely to be manufactured.
- While Diatomite (porous) increases water demand, Fly Ash (spherical) and Slag (granular) decrease the same.
- While Diatomite elongates the setting time, Fly Ash and Slag shorten the same.
- Their lower specific weight when compared to Portland cements makes them favorable for use in the production of lighter structural elements.
- In the overall additive ratio of 20%, a ratio of 5% Diatomite and 15% Fly Ash and Slag can be used with Clinoptilolite. Diatomite is increasing the early strength however Fly Ash and Slag are decreasing early strength; therefore, concrete design should be made accordingly.
- They require curing for a shorter period of time for their hydration process.

As a result, although Diatomite is delaying the setting time, it increases both early and final strengths given its higher surface area and reactive silica content. Fly Ash is increasing

the strength in the long term, despite delaying setting time and decreasing early strength. On the other hand, Slag is increasing final strength despite decreasing early strength. Clinoptilolite composite cements can be manufactured with the mixtures of three of the pozzolans providing for proper performance.

ACKNOWLEDGMENT

The Authors acknowledge to Quality Control Chief of Bartın Cement Manufacturing Plant, Çiğdem ÖZENCİ, for her contribution to the lead of standard cement tests in this study.

REFERENCES

- BÁGEL, L., (1998).** Strength and Pore Structure of Ternary Blended Cement Mortars Containing Blast Furnace Slag and Silica Fume, Cement and Concrete Research., 28(7):1011-1022
- BOWMAN, R.S., HAGGERTY, G.M., HUD-
DLESTON, R.G., NEEL, D., FLYNN,
M., (1995).** Sorbtion of Nonpolar organic compounds, inorganic cations and inorganic oxyanions by surfactant-modified zeolites. American Chemical Society Symposium, Washington,594: 54-64
- BURRIS, L.E., JUENGER, M.C.G., (2020).** Effect of Calcination on the Reactivity of Natural Clinoptilolite Zeolites Used as Supplementary Cementitious Materials,



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:17 K:28

(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

Construcyion and Building Materials,
258

CIOFFI, R., MARROCCOLI, M., MARTONE, G., SANTORO. L., (1997). Utilization of Zeolite-Rich Tuff for the Manufacture of Building Materials Based on Calcium Silicate and Trisulphoaluminate Hydrates, Thermoch. Acta, 306 (1-2):93-98

FAGHIHIAN, H., BOWMAN, R.S., (2005). Adsorption of Chromate by Clinoptilolite Exchanged with Various Metal Cations, Water Research, 39(6):1099-1104

FENG, N.Q., PENG, G.F., (2005). Applications of Natural Zeolite to Construction and Building Materials in China, Construction Building Materials, 19(8):579-584

FRAGOULIS, D., CHANIOTAKIS, E., STAMATAKIS, M.G., (1997). Zeolitic Tuffs Kimolos Island, Aegean Sea, Greece and Their Industrial Potential, Cement and Concrete Research., 27(6):889-905

GENNARO, R., CAPPELLETTI, P., CERRI, G., GENNARO, M., DONDI, M., LANGELLA, A., (2004). Zeolitic Tuffs as Raw Materials for Lightweight Aggregates, Applied Clay Science, 25(1-2):71-81

GENNARO, R., CAPPELLETTI, P., CERRI, G., GENNARO, M., DONDI, M., LANGELLA, A., (2005). Neapolitan Yellow Tuff as Raw Material for Lightweight Aggregates in Lightweight Structural Concrete Production, Applied. Clay Science, 28(1-4):309-319

HOSSEIN MOLAABASI, A., PARISA KHARAZMI. B., AGHILEH KHAJEH, C., MOHAMMAD SABERIAN, D., REZA JAMSHIDI CHENARI, E.H., MOHAMMAD HARANDI, F., JIE, LI., (2022). Low Plasticity Clay Stabilized with Cement and Zeolite: An Experimental and Environmental Impact Study, Resources, Conservation & Recycling, 184

KORDNAEIJ, A., MOAYED, R.Z., SOLEİMANİ, M., (2019). Shear Wave Velocity of Zeolite-Cement Grouted Sands, Soil Dyn. Earthq. Eng. 122, 196–210

KORDNAEIJ, A., MOAYED, R.Z., SOLEİMANİ, M., (2019). Unconfined Compressive Strength of Loose Sandy Soils Grouted With Zeolite And Cement. Soils Found

MARTÍNEZ-RAMÍREZ, S., BLANCO-VARELA, M.T., EREÑA, I., GERNER, M., (2006). Pozzolanitic Reactivity of Zeolitic Rocks from Two Different Cuban Deposits: Characterization of Re-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:17 K:28

(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

action Products, Applied Clay Science.,
32(1-2):40-52

MENÉNDEZ, BONAVETTI, V., IRASSAR, E.F., (2003). Strength Development of Ternary Blended Cement with Limestone Filler and Blast-Furnace Slag, Cement and Concrete Composite, 25(1):61-67

MIER, M.V., CALLEJAS, R.L., GEHR, R., CISNEROS, B.E.J., ALVAREZ, P.J.J., (2001). Heavy metal removal with Mexican zeolite: multi-component ionic exchange, Water Research, 35(2):373-378

PANSINI, M., COLELLA, C., GENNARO, M., (1991). Chromium Removal from Water by Ion Exchange Using Zeolite, Desalination, 83(1-3):145-157

PERRAKI, T.H., ORFANOUDAKI, A., (2004). Mineralogical Study of Zeolites from Pentafos Area, Thrace, Greece, Applied Clay Science, 25(1-2):9-16

PERRAKI, TH., KAKALI, G., KONTOLEON, F., (2003). The Effect of Natural Zeolite on the Early Hydration of Portland Cement, Micro. Mesop. Mater. 61(1-3): 205-212

POON, C.S., LAM, L., KOU, S.C., LIN, Z.S., (1999). A Study on The Hydration Rate of Natural Zeolite Blended Cement

Pastes, Construction and Building Materials, 13 (8):427-432

QUANLIN, N., NAIQIAN, F., (2005). Effect of Modified Zeolite on the Expansion of Alkaline Silica Reaction, Cement and Concrete Research, 35(9):1784-1788

SAMMY, Y.N., CHAN, XIHUANG, JI., (1999). Comparative Study of the Initial Surface Absorption and Chloride Diffusion of High-Performance Zeolite, Silica Fume and PFA Concretes, Cement and Concrete Composite, 21(4): 293-300

SERSALE, G.P., (1987). Portland-Zeolite-Cement for Minimizing Alkali-Aggregate Expansion, Cement and Concrete Research, 17(3):404-410

SIDHESWARAN, P., BHAT, A.N., (1997). Impact of Zeolitic Water Content on Exchange of Calcium Ions, Thermoch. Acta, 298 (1-2):55-58

THOMAS, M.D.A., SHEHATA, M.H., SHASHIPRAKASH, S.G., HOPKINS, D.S., CAIL, K., (1999). Use of Ternary Cementitious Systems Containing Silica Fume and Fly Ash in Concrete, Cement and Concrete Research, 29(8):1207-1214

TSITSISHVILI, G.V., RNIKASHVILI, T.G., KIROV, G.N., FILIZOVA, L.D., (1992). Natural Zeolites, Chichester: Ellis Horwood Limited, England



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:17 K:28

(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

YILMAZ, B., UÇAR, A., ÖTEYAKA, B., UZ, V., (2007), Properties of Zeolitic Tuff (Clinoptilolite) Blended Portland Cement Building and Environment, 42(11):3808-3815

TS EN 196-1 Methods of Testing Cement-Part 1: Determination of Strength

TS EN 196-2 Methods of Testing Cement-Part 2: Chemical Analysis of Cement

TS EN 196-3 Methods of Testing Cement-Part 3: Determination of Setting Time and Soundness

TS EN 196-5 Methods of Testing Cement-Part 5: Pozzolanicity Test for Pozzolanic Cement

TS EN 196-6 Methods of Testing Cement-Part 6: Determination of Fineness

KOMPOZİT KOLONLU YAPILARIN BETONARME VE ÇELİK KOLONLU YAPILARA GÖRE AVANTAJLARININ DEPREM PERFORMANSLARI BELİRLENEREK ARAŞTIRILMASI ⁽¹⁾

INVESTIGATION OF THE ADVANTAGES OF COMPOSITE COLUMN STRUCTURES ACCORDING TO RCC AND STEEL STRUCTURES BY DETERMINING THE EARTHQUAKE PERFORMANCES

Muaz HATTAB¹, Hüseyin KASAP²

¹Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği, Sakarya / Türkiye

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

ORCID ID: 0000-0001-6131-6330¹, 0000-0002-7923-1893²

Öz: Amaç: Bu çalışmada, genel olarak kolonlarının dış ölçüleri aynı fakat farklı kompozit kesitlere sahip yapıların, kolonlarının dış ölçüleri aynı betonarme ve çelik yapılara göre deprem davranışlarını incelemek için, aynı mimari tasarıma sahip yedi farklı model bina tasarlanıp, analiz edilmiştir. Bu yapılar analiz sonuçlarına göre birbiriyle karşılaştırılmıştır. **Yöntem:** bu çalışma, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) ve Çelik Yapıların Tasarım Hesap ve Yapım Esasları (ÇYTHYE-2016) yönetmeliklerin kurallarına göre yapılmıştır. Analiz için ETABS V19.1 bilgisayar programı kullanılmıştır. Farklı modellerin elastik deprem hesabında mod birleştirme yöntemi ve lineer olmayan analizi için itme analizi (Pushover) yöntemi kullanılmıştır. İncelenen yapılar da malzeme olarak C30 betonu, B420C beton çeliği ve S275 çelik sınıfı kullanılmıştır. İncelenen yapıların kullanım amacı işyeri, zemin sınıfı ZB ve deprem yer hareketi düzeyi DD-2 olarak seçilmiştir. **Bulgular:** Elde edilen yatay spektrum değerleri kullanılarak spektrum grafiği oluşturulmuştur ve mod birleştirme yöntemi ile incelenen yapıların periyotları, taban kesme kuvvetleri ve maksimum deplasmanları bulunmuştur. Non-linear itme analizi yöntemi ile elde edilen itme analizi eğrisi kullanılarak incelenen yapıların tepe yer değiştirme istemleri, hasar durumları, süneklik katsayıları ve rijitlikleri bulunmuştur. **Sonuç:** Genel olarak kompozit yapıların, geleneksel betonarme ve çelik yapılara göre daha iyi deprem performansı gösterdiği tespit edilmiştir. Lineer ve lineer olmayan analiz sonuçlarına göre, beton dolgululu kompozit yapıların diğer modellere göre en iyi performans gösterdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Betonarme Yapı, Kompozit Yapı, Çelik Yapı, Mod Birleştirme Yöntemi, İtme Analizi Yöntemi

Abstract: Aim: Seven different model buildings with the same design were analyzed in order to determine the earthquake behavior of different composite structures. The structures were compared with RCC and steel structures according to the results of the analysis. **Method:** This study was carried out in accordance with the regulations of TBDY-2018 and ÇYTHYE-2016. ETABS V19.1 computer program was used for the analysis. The response spectrum method was used for the linear earthquake calculation of different models and the pushover analysis method was used for the non-linear analysis. In these structures, C30 concrete, B420C rebar bars, and S275 steel were used. The structures were chosen as workplace, soil class ZB and Earthquake ground motion level DD-2. **Results:** By using the horizontal spectrum values obtained, the spectrum graph was created and the periods, base shear forces and max displacements of the structures were found by using the response spectrum method. By using the pushover curve obtained by the non-linear pushover analysis method, the peak displacement demands, damage conditions, ductility coefficients and stiffnesses of the structures were found. **Conclusion:** In general, it has been determined that composite structures show better earthquake performance than conventional reinforced concrete and steel structures. According to the linear and non-linear analysis results, it was seen that the concrete filled composite structures showed the best performance compared to the other models.

Keywords: Reinforced Concrete Structure, Composite Structure, Steel Structure, Response Spectrum Analysis, Pushover Analysis

Doi:10.17366/uhmfd.2022.17.2

- (1) Sorumlu Yazar, Corresponding Author: Muaz HATTAB (Öğrenci, Student), Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği, Sakarya / Türkiye, muazhattab95@gmail.com, Geliş Tarihi / Received: 05.04.2022, Kabul Tarihi / Accepted: 21.08.2022, 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
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:23 K:36

(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

İki veya daha fazla farklı malzemeden oluşan yapısal elemanlar, kompozit elemanlar olarak biliniyor. İnşaatta en yaygın şekli çelik-beton kompozit elemanlardır. Ancak diğer kompozit türleri de vardır. Çelik-ağaç, ağaç-beton, plastik-beton vb. Kompozit yapılar, çelik profilleri ile betonarme elemanların birlikte kullanılmasına dayanan ve bunların özelliklerinden yapı yararına maksimum düzeyde yararlanmayı amaçlayan modern bir yapı yöntemidir.

Deprem, binalara zarar veren en büyük doğal afetlerden biridir. Deprem kuvvetlerinin olumsuz etkilerine dayanabilecek yüksek yapıların tasarımı ve inşası çok önemlidir (Purushothaman ve diğ., 2017:1). Binalar şiddetli deprem yüklerine karşı dayanabilmelidir. Kompozit yapılar bu ihtiyacı karşılayan en etkili yöntemlerden biridir (Rajan ve diğ., 2020: 1).

Türkiye’de inşaat sektöründe yaygın olarak betonarme yapılar kullanılmaktadır. Oysa betonarme yapı belli bir katın üstünde ihtiyaca cevap vermemekte, yapının ağırlığı kat sayısı arttıkça artmakta ve dolayısıyla deprem yükü de artmaktadır. Çok fazla yaygın olmamakla birlikte çelik yapılar de inşaat sektöründe uygulanmaktadır. Çelik, karakteri gereği büyük açıklıkların aşılmasında, çürük zeminli yapılarda, hızlı yapılması istenen işlerde, dep-

rem ve benzeri dinamik etkileri karşılamada betonarmeye nazaran çok iyi sonuçlar verir. Ancak yüksek sıcaklıklarda mukavemet düşüklüğü, paslanmaya dayanıksız olması, ses ve ısıyı iyi iletmesi çeliğin sakıncalı yanlarını oluşturmaktadır. Zaman zaman yangından korunmaları amacıyla, çelik kolonlar ve bazen kirişler hafif donatılı bir beton kütleyle gömülmektedirler (Emre, 2010: 1).

Günümüz yapı teknolojisi ve yapısal tasarım yöntemlerinin gelişimiyle birlikte çok katlı yapıların tasarımında artan bir eğilim görülmektedir. Yapı yüksekliklerinin artmasıyla birlikte yapısal elemanların taşıma kapasitesindeki artış daha fazla önem kazanmıştır. Betonarme ve çelik yapısal elemanların dayanım ve performanslarındaki dezavantajları en aza indirebilmek için kompozit elemanların tercih edilmesi söz konusu olmuştur (Açıkel-li, 2019: 1).

Betonarme yapılar artan ölü yükleri sebebiyle, çelik yapılar ise daha az rijitliğe sahip olduğundan yüksek binalar için artık ekonomik değildir. Bu nedenle çelik-beton kompozit yapıların hem çelik hem de betonun olumlu özelliklerini bir araya getirmesi nedeniyle geniş kabul görmüştür (Jagadale ve diğ., 2019: 1).

Çelik yapılar, betonarme yapılara göre yapının ömrünün azalmasına neden olan termal genleşme ve korozyon ile karşı karşıyadır.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:23 K:36

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

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Bu nedenle, çelik yapıların kullanım süresinin azalması gibi dezavantajları ortadan kaldırmak için kompozit yapılar önemli bir rol oynamaktadır (Vamsi Krishna ve diğ., 2019: 1).

Beton ve çelik gibi yapı malzemeleri birbirlerinden farklı üstünlüklere sahiptirler ve bu iki malzemeyi beraber kullanmakla betonun yüksek basınç dayanımından çeliğin ise yüksek çekme dayanımından yararlanılmaktadır. Bu iki yapı malzemenin birlikte kullanılmasıyla elde edilen kompozit yapı daha yüksek rijitliğe ve yüksek mukavemete sahip olmasının yanında küçük boyutlarda tasarlanması ekonomi olarak da katkı sağlanacaktır (Ammini, 2018: 1). Kompozit elemanlar, yapının rijitliğini ve yük taşıma kapasitesini arttırmaktadır (Vamsi Krishna ve diğ., 2019: 1). Kolonların kompozit olarak modellenmesi, kesitin dayanımını arttırmaktadır ve kesitin rijitliğini arttırdığı için narinliğin azalmasına ve burkulma direncinin artmasına neden olmaktadır ve aynı zamanda çelik profilleri yangın ve korozyondan korumaktadır (Wagh ve diğ., 2016: 1-2).

AMAÇ ve KAPSAM

Kompozit yapıların özellikle sismik yüklere karşı direnci bu kadar kapsamlı bir şekilde araştırılmamıştır. Bu çalışmada farklı kompozit kesitlere sahip yapıların deprem davranışının incelenmesi amaçlanmaktadır. İncelenen

kompozit yapıların geleneksel betonarme ve çelik yapılara göre avantaj ve dezavantajlarının araştırılması hedeflenmektedir. Bu amaçla farklı kesitli modeller ETABS V19.1 bilgisayar programıyla, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TDBY-2018) ve Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik (ÇYTHYDE-2016)'e göre uygun şekilde tasarlanıp hem doğrusal hem de doğrusal olmayan analiz yöntemleri ile analiz edilmiştir. Doğrusal deprem hesabında mod birleştirme yöntemi ve doğrusal olmayan analizlerde ise itme analizi (Pushover) yöntemi kullanılmıştır.

Bu çalışma kapsamında aynı mimari tasarıma sahip yedi farklı model bina tasarlanmıştır. Tasarlanan yapılardan birinin bütün taşıyıcı elemanları betonarmedir, ikinci tip yapıda betonarme yapıdan farkı sadece kolonlarında çelik gömme kompozit elemanlar kullanılmıştır. Diğer yapılarda ise kirişler ve döşemeler, çelik profiller ve betonarme döşemenin birleşiminden oluşan kompozit elemanlardır. Bu yapıların kolonlarında ise bir modelde çelik profili, diğer dört modelde ise farklı çelik profilli kompozit elemanlar tasarlanmıştır. Analiz sonuçlarına göre incelenen yapıların; periyotları, kat kesme kuvvetleri, deplasmanları, sünekliği ve hasar durumları karşılaştırılmıştır.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:23 K:36

(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

LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatürde; farklı taşıyıcı sistemlerin yapıların deprem performansına etkisinin araştırılması için yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Purushothaman V ve Sukumaran A, çalışmalarında dairesel beton dolgulu ve çelik gömme kompozit kolonların karşılaştırılması yapılmıştır. Bu makalede, esas olarak, çok katlı binaların, Dikdörtgen, C, L ve H-şekli gibi farklı plan konfigürasyonları için yapısal davranışı vurgulanmıştır. ETABS 2015 sayesinde Tepki Spektrumu Analizi yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonucunda, beton dolgulu kompozit kolonların düzenli (dikdörtgen) binalarda daha iyi performans gösterdiği, çelik gömme kompozit kolonların düzensiz (C, L ve H) binalarda daha iyi performans gösterdiği sonucuna varılmıştır (Purushothaman ve diğ., 2017).

Amini H, tez çalışmasında, aynı mimari projeye sahip 5 ve 15 katlı iki yapı, kompozit ve betonarme elemanları kullanılarak 3 boyutlu olarak modellenip, analiz edilmiştir. Kompozit yapıların kat ötelemelerinin ve periyotlarının betonarme yapılardan daha büyük olduğu görülmüştür. Ancak, kompozit yapıların kat kesme kuvvetleri, kat kütleleri ve deprem yüklerinin betonarme yapılardan daha az olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda kompozit yapıların daha hafif olması ve daha az

deprem yükünün etkimesi sebebiyle kompozit yapıların deprem performanslarının betonarme yapılardan daha iyi olacağı anlaşılmıştır (Amini, 2018).

Rajan D ve Abraham J K, çalışmalarında kütle düzensizlikleri olan binalarda betonarme, beton dolgulu ve çelik gömme kompozit kolonların karşılaştırılması yapılmıştır. Sismik analiz, eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Kütle düzensizliklere sahip binalarda; betonarme, beton dolgulu ve çelik gömme kompozit yapıların kat deplasmanlarının hemen hemen benzer olduğu bulunmuştur. Beton dolgulu kompozit kolonların, betonarme ve çelik gömme kompozit kolonlara kıyasla kütle düzensizlikleri olan binalarda kullanılmaya daha uygun olduğu bulunmuştur (Rajan ve diğ., 2020).

Kumar K M ve Rao H S, çalışmalarında (5, 10 ve 15) katlı betonarme ve çelik gömme kompozit yapılar kullanılmıştır. Yapıların sismik analizi tepki spektrumu analizi ve doğrusal olmayan zaman tanım alanında yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kompozit yapıların periyotlarının ve deplasmanlarının betonarme yapılara göre daha büyük, kolonlara etkiyen kesme kuvvetlerinin ise daha küçük olduğu bulunmuştur (Kumar ve diğ.,2016).

Namratha N, Ganesh M ve Spandana B, çalışmalarında 20 katlı bina modeli için beto-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:23 K:36

(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

narne ve farklı çelik-beton kompozit elemanlarının tepkisi üzerinde karşılaştırılmalı bir çalışma yapılmıştır. Eşdeğer deprem yükü ve tepki spektrumu analizi yöntemleri kullanılmıştır. Betonarme yapılara göre kompozit yapıların maksimum deplasmanları, eşdeğer deprem yükü yöntemi için %21-26 ve tepki spektrumu analizi yöntemi için %16-23 aralığında artırmıştır. Kutu profili beton dolgulu kompozit yapının, diğer tüm kompozit yapı türlerine göre periyodunun azaldığı, taban kesme kuvvetinin ise arttığı görülmüştür (Namratha ve diğ., 2018).

Reddy Lomada N K ve Bhagyamma G, çalışmalarında çok katlı yapılarda kompozit kolonların geleneksel çelik kolonlara karşı avantajlarını ortaya çıkarmaya çalışmaktadır. Bu amaçla, sismik olarak aktif orta bölgede bulunan 13 katlı bina modelinde çelik ve beton dolgulu kompozit kolonlar kullanılmıştır. Analizlerde eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılmıştır. Taban kesme kuvveti ve kat devrilme momenti kompozit yapıda %22 ila 28 oranında azalmıştır. Beton dolgulu kompozit yapının, çelik yapıya kıyasla çatı deplasmanı %26,6 oranında azalmıştır. Bu da kompozit kolonların, çelik kolonlara göre daha yüksek yanal rijitliğe sahip olduğunu göstermektedir (Reddy ve diğ., 2021).

Vamsi Krishna T.G.N.C., Surendhar S V ve Shiva Rama Krishna M, çalışmalarında geometrik olarak düzensiz 19 katlı bina modeli

için hem betonarme hem de çelik çerçeveli çelik gömme kompozit yapılar tasarlanıp, analiz edilmiştir. Yapılar, eşdeğer deprem yükü yöntemi, mod birleştirme yöntemi ve zaman tanım alanında yöntemi gibi doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemler kullanılarak analiz edilmiştir. Gözlenen sonuçlardan, kompozit yapının, betonarme yapıya göre daha iyi performans gösterdiği sonucuna varılmıştır (Vamsi Krishna ve diğ., 2019).

Preetha V ve Arun Prasad M S, çalışmalarında 10 katlı bina için; betonarme, çelik gömme ve beton dolgulu kompozit kolonlara sahip üç farklı model kullanılmıştır. Sonuç olarak, kompozit yapıların doğal süneklik özelliğinden dolayı deprem koşullarında betonarme yapıdan daha iyi performans göstermiştir. Kompozit yapıların kat ötelemeleri, betonarme yapılardan nispeten daha fazladır ancak izin verilen sınırlar içindedir. Kompozit yapıların kat kesme kuvvetlerinin betonarme yapıya göre azaldığı görülmüştür (Preetha ve diğ.,2017).

Yadav S, Narayan K ve Vanshaj K, çalışmalarında, 15 katlı betonarme ve çelik gömme kompozit kolonlu betonarme yapıların doğrusal zaman tanım alanında yöntemi kullanılarak sismik davranışı incelenmiştir. Çelik gömme kompozit kolonlarla inşa edilen betonarme yapının sismik yükleme altındaki performansı değerlendirilmiştir. Çelik gömme kompozit kolonlu betonarme yapının, ge-

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:23 K:36

(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

leneksel betonarme yapıya göre taban kesme kuvvetleri, periyotları ve kat deplasmanları azalmıştır (Yadav ve diğ., 2019).

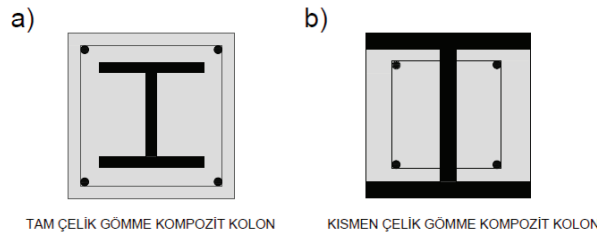
KOMPOZİT YAPILAR

Çelik ve betonu bir araya getirerek inşa edilen kompozit yapılar, inşaat sektörü için yeni bir kavramdır. Kompozit yapı hem çelik hem de betonun olumlu özelliklerini bir araya getirmesi nedeniyle geniş kabul görmüştür.

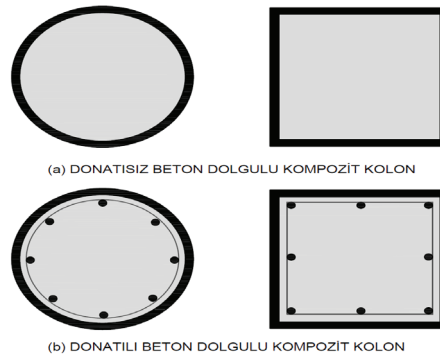
İki çeşit kompozit kolon vardır; bunlar çelik gömme kompozit kolonlar ve beton dolgulu kompozit kolonlardır. Çelik gömme kompo-

zit kolonlar da iki kısma ayrılır; Tam çelik gömme kompozit kolonlar, betona gömülü yapısal çelik elemanlar ile teşkil edilmiş kompozit kolonlardır (Şekil 1(a)). Kısmen çelik gömme kompozit kolonlar ise gövde boşlukları betonla doldurulan yapısal çelik kesitlerle teşkil edilen yarı gömme kompozit kolonlardır (Şekil 1(b)).

Beton dolgulu kompozit kolonlar, içine beton doldurulan kapalı boru veya kutu çelik kesitlerle teşkil edilmiş kompozit kolonlardır. Bu kolonlar donatısız veya donatılı olarak tasarlanabilirler (Şekil 2).



Şekil 1. Tam ve Kısmen Çelik Gömme Kompozit Kesitler



Şekil 2. Beton Dolgulu Kompozit Kesitler

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:23 K:36

(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)

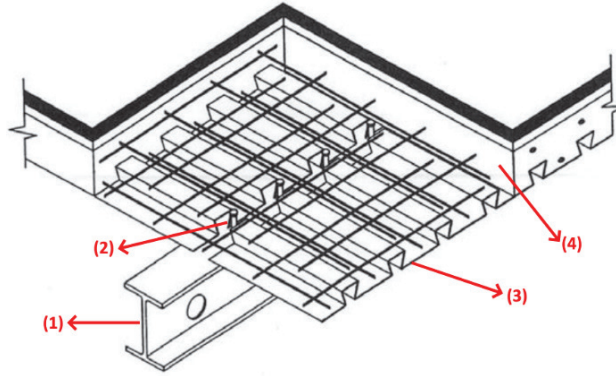
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Kompozit kolonların tasarımında ÇYTHYE-2016 12.2.3'te belirlenen malzeme sınırları ve ÇYTHYE-2016 12.3'te belirlenen çelik gömme ve beton dolgulu kompozit elemanlar için tasarım sınırlamaları dikkate alınmıştır.

Kompozit kirişler, genel olarak çelik kirişlere tutturulmuş ve desteklenmiş betonarme döşemeden oluşan bir yapı elemanıdır. Kompozit kirişler, kendilerini oluşturan elemanların toplamından daha güçlüdür ve her iki malzemenin dayanım özelliklerinin uygun bir kombinasyonunu sergiler.

Tipik kompozit döşeme sistemi Şekil 3'te görülmektedir. Bu sistemde dört temel bileşen yer almaktadır; (1) çelik profil kiriş, (2) başlıklı kayma bağlantısı, (3) profillenmiş çelik sac ve (4) beton. Kompozit döşeme sisteminin bir elemanı olan çelik kirişin, mekanik kayma bağlantıları vasıtasıyla betona bağlanmasıyla bu iki malzeme beraber çalışmaktadır (Yorgun, 2005: 1).

Kompozit kirişlerin tasarımı ÇYTHYE-2016 12.4.2.3'te belirlenen kurallara uygun şekilde yapılmıştır.



Şekil 3. Kompozit Kiriş

MOD BİRLEŞTİRME YÖNTEMİ İLE DOĞRUSAL DEPREM HESABI

TBDY-2018 4.8.1.2'e göre modal hesap yöntemlerinde, hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı, (X) ve (Y) deprem doğrultularında her bir mod için hesaplanan taban kesme kuvveti modal etkin kütleleri toplamı-

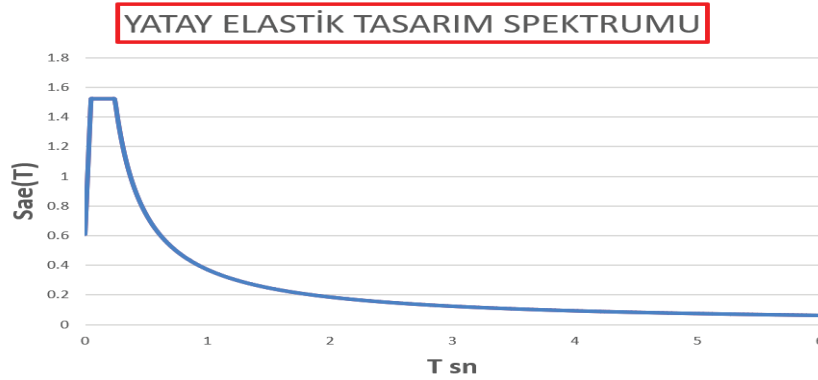
nın bina toplam kütlelerinin %95'inden daha az olmaması kuralına göre belirlenmektedir.

TBDY-2018 Tablo 4.1'den Taşıyıcı Sistemler Davranış Katsayısı (R) ve Dayanım Fazlalığı Katsayısı (D) belirlenmiştir. Kompozit yapılarda çelik yapılar için verilen katsayılar kullanılmıştır. Türkiye Deprem Tehlike Hari-

taları İnteraktif Web Uygulaması aracılığıyla elde edilen Sismik Tehlike Haritası Detay Raporu ile yatay spektrum değerleri kullanılarak spektrum grafiği oluşturulmuştur. TBDY-2018 Denklem 4.8 ile azaltılmış tasarım spektral ivme değerleri $S_{aR}(T)$ hesaplanmıştır.

Tasarlanacak yapıların yeri Sakarya ili, Serdivan ilçesi, Esentepe mahallesi olarak düşünülmüştür (Enlem: 40.744051, Boylam:

30.341212). Yerel Zemin sınıfı ZB ve deprem yer hareketi düzeyi DD-2 olarak seçilmiştir. Türkiye Deprem Tehlike Haritalarından Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı $S_5=1.692$, 1 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı $S_1=0.463$ olarak elde edilmiştir. TBDY-2018'e göre elde edilen yatay elastik tasarım spektrumu Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4. Yatay Elastik Tasarım Spektrumu

TBDY-2018 4.4.3.2'de belirtildiği üzere düşey deprem etkisi Denklem 4.10 ile hesaplanmıştır. TBDY-2018 4.8.4'e göre herhangi bir (X) deprem doğrultusu için $V_{tx} < \gamma_E * V_{IE}$ olması durumunda, uygulanan modal hesap yöntemi ile elde edilen tüm azaltılmış iç kuvvet ve yer değiştirme büyüklüklerinin, eşdeğer taban kesme kuvveti büyütme katsayısı β_{IE} ile çarpılarak büyütülmesi gerekmektedir. Görelî kat ötelemelerinin kontrolü TBDY-2018 4.9'e uygun şekilde yapılmıştır. Bütün modellerde duvarlar ile kolon ve kirişler arasında esnek derzler yapıldığı varsayılmıştır.

Dayanıma göre tasarım (DGT) yaklaşımına göre betonarme taşıyıcı sistem elemanlarının kesit özelliklerinin modellenmesinde TBDY-2018 Tablo 4.2'den faydalanarak etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılmıştır. ÇYTHYE-2016 6.2.3'e göre genel analiz yöntemi ile ikinci mertbe teorisine göre hesapta, doğrusal olmayan şekil değiştirmelerin stabilite analizine etkisini yaklaşık olarak göz önüne almak üzere, kompozit kolonlar ve çelik taşıyıcı sistem elemanlarının kayma ve eksenel rijitlikleri 0.80, çelik kirişlerin eğilme rijitliği 0.8, kompozit kolonların eğilme rijit-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:23 K:36

(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

liği ÇYTHYE-2016 6.2.3 ve 12.2.5(d) uyarınca 0.64, katsayıları ile çarpılarak azaltılmıştır.

NON-LİNEER İTME (PUSHOVER) ANALİZİ YÖNTEMİ

Ayrıntıları TBDY-2018 5.6.2 ve 5.6.5’de açıklanan Tek Modlu İtme Yöntemleri, Bina Yükseklik Sınıfı $BYS \geq 5$ olan ve 5.6.2.2’de verilen koşulları sağlayan binalar için kullanılabilir.

Doğrusal olmayan statik itme analizi sonuçları, taban kesme kuvveti-tepe yerdeğiştirme grafiği çizilerek sunulmaktadır. Bu eğri, yapının yanal rijitliği ve sünekliğinin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

Yanal rijitlik, Bir birim yer değiştirme elde etmek için gereken kuvvetin büyüklüğüne yanal rijitlik denmektedir. Yanal rijitlik, yüksek yanal kuvvetlere maruz kalan binaların tasarımında en önemli parametrelerden biridir. Ancak, rijitliğin artırılması, arzu edilmeyen bir gevrek performansa neden olabilmektedir. Yapı mühendisliğinde rijitlik, binaların rijitliğini ifade etmektedir. Rijitlik elastik bölgede sabittir. Bununla birlikte, bina itme analizi eğrisi plastik bölgesine yaklaştıkça yanal rijitlik

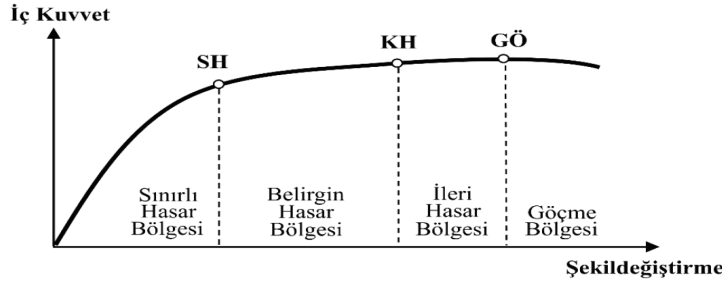
önemli ölçüde azalmaktadır, yapının yanal rijitliği (K) Denklem 1’e göre belirlenmekte

$$K = F/d \quad (1)$$

Süneklik, şiddetli yer hareketlerine maruz kalan yapılar için önemli bir faktördür. Süneklik, rijitlik veya dayanımda önemli bir kayıp olmaksızın yapının büyük deformasyon yapma kapasitesidir. Süneklik faktörü, nihai yer değiştirme veya çökmeden hemen önceki yer değiştirmenin, ilk hasar veya akmadaki yer değiştirme değerine oranını ifade etmektedir. Yer değiştirme süneklik faktörü (μ), Denklem 2’de gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$\mu = \Delta_{max}/\Delta_y \quad (2)$$

TBDY-2018 15.3.2’e göre kritik kesitlerinin hasarı sınırlı hasar (SH)’ya ulaşmayan elemanlar Sınırlı Hasar Bölgesi’nde, sınırlı hasar (SH) ile kontrollü hasar (KH) arasında kalan elemanlar Belirgin Hasar Bölgesi’nde, kontrollü hasar (KH) ile göçmenin önlenmesi (GÖ) arasında kalan elemanlar İleri Hasar Bölgesi’nde, göçmenin önlenmesi (GÖ)’yü aşan elemanlar ise Göçme Bölgesi’nde yer almaktadır (Şekil 5).

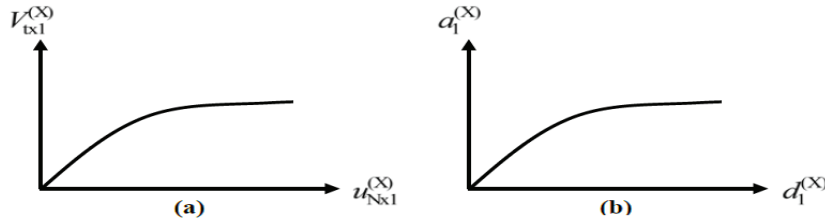


Şekil 5. Kesit Hasar Bölgeleri

TBDY-2018 5.4.1.5 (b)'de belirtildiği üzere yeni yapılacak binaların şekil değiştirmeye göre değerlendirme ve tasarımında beton ve donatı çeliği ile yapı çeliğinin TBDY-2018 Tablo 5.1'de tanımlanan beklenen (ortalama) dayanımları esas alınmıştır.

Geleneksel itme hesabında önce taban kesme kuvveti-tepe yerdeğiştirme ilişkisi ola-

rak itme eğrisi çizilmektedir, daha sonra bu eğrinin koordinatları kullanılarak modal tek serbestlik dereceli sistem'e ait modal sözde ivme-modal yerdeğiştirme ilişkisi olarak modal kapasite diyagramı elde edilmektedir (Şekil 6). Modal kapasite diyagramının elde edilmesinde TBDY-2018 5B.1'de verilen denklemler kullanılmıştır.



Şekil 5B.1

Şekil 6. İtme Analizi Eğrisi ve Modal Kapasite Diyagramı

Birinci (hâkim) titreşim moduna ait ve koordinatları modal yerdeğiştirme-modal sözde ivme olan modal kapasite diyagramı ile koordinatları spektral yerdeğiştirme-spektral ivme olan doğrusal deprem spektrumu aynı

grafik üzerinde çizilmektedir (Şekil 7). Davranış spektrumu ve modal kapasite diyagramının kesiştirilmesi sonucu modal yer değiştirme istemi bulunmaktadır.

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

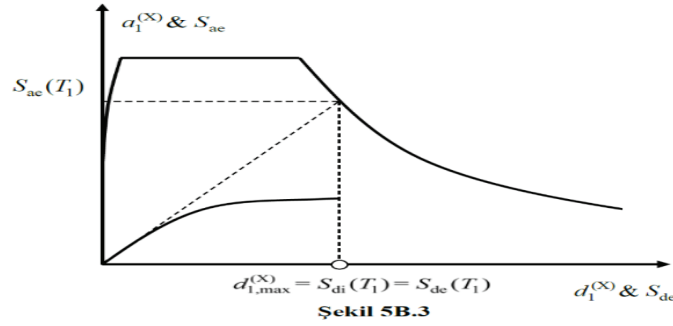
ID:23 K:36

(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 7. Deprem modal yerdeğiştirme Talebinin Hesabı

TAŞIYICI SİSTEMLERİN MODELLENMESİ ve GENEL BİLGİLERİ

Aynı mimari projeye sahip 7 farklı yapı modeli Etabs bilgisayar programıyla modellenip, yapılarda kullanılan kesitlerin boyutları belirlenmiştir. Bu yapılar normal moment aktaran çerçeveler olup, herhangi bir perde ya da çelik çapraz kullanılmamıştır. Modellerde kullanılan kesitlerin detayları Tablo 1’de gösterilmiştir. Bu çalışmada incelenen model-

lerin kullanım amacı işyeri olarak seçilmiş olup, TBDY-2018 Tablo 3.1’ den faydalanaarak Bina Kullanım Sınıfı (BKS=3) ve Bina Önem Katsayısı (I=1) değerleri elde edilmiştir. Hareketli yük kütle katılım katsayısı, TBDY-2018 Tablo 4.3’ten ($n=0.30$) olarak elde edilmiştir. Deprem tasarım sınıfı TBDY-2018 Tablo 3.2’den (DTS=1) olarak belirlenmiştir. TBDY-2018 Tablo 3.3’ten yüksekliği 15 m ve (DTS=1) olan bina için yükseklik sınıfı (BYS=6) olarak belirlenmiştir.

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:23 K:36

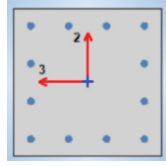
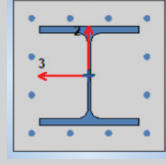
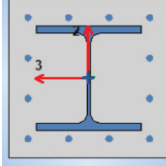
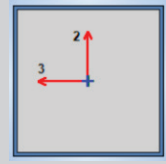
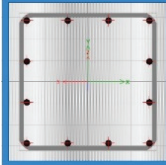
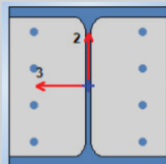
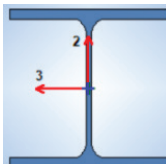
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Tablo 1. Taşıyıcı Sistemlerin Kolon ve Kiriş Bilgileri

Model No	Kolon Tipi		Kiriş
Model 1	Betonarme (400x400) mm 12Φ16		Betonarme: (300x500) mm Esas düz demirler: 4Φ12
Model 2	Çelik Gömme (400x400) mm 12Φ16 HE260B		Betonarme: (300x500) mm Esas düz demirler: 4Φ12
Model 3	Çelik Gömme (400x400) mm 12Φ16 HE260B		Yapısal Çelik: IPE360 Tali Kiriş: IPE220
Model 4	Donatısız Beton Dolgu (400x400) mm t=15 mm		Yapısal Çelik: IPE360 Tali Kiriş: IPE220
Model 5	Donatılı Beton Dolgu (400x400) mm t=15 mm 12Φ14		Yapısal Çelik: IPE360 Tali Kiriş: IPE220
Model 6	Kısmen Çelik Gömme (300x300) mm HE300B 8Φ14		Yapısal Çelik: IPE360 Tali Kiriş: IPE220
Model 7	Çelik HE300B		Yapısal Çelik: IPE360 Tali Kiriş: IPE220

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:23 K:36

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

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

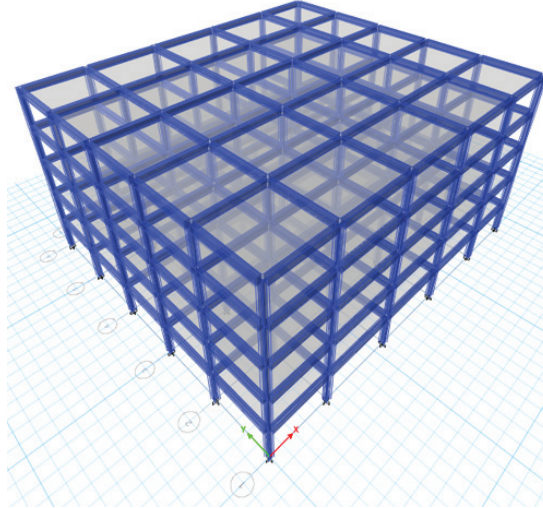
(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

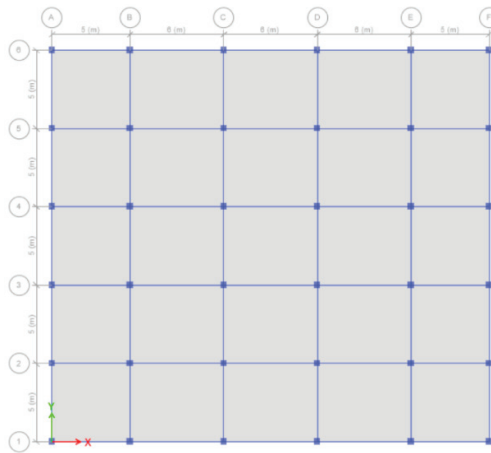
Binaların tasarımı ve boyutlandırılması Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TDBY-2018) ve Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik (ÇYTHYDE-2016)'e göre uygun şekilde yapılmıştır.

Seçilen mimari yapı modeli simetrik, boyutları (X) ve (Y) doğrultularında sırayla 25

ve 28 m'dir. X ve Y yönlerindeki açıklık sayısı 5, kat yüksekliği ise 3 m olarak seçilmiştir. Betonarme modellere ait 3 boyutlu görünüşü ve normal kat kesit planları Şekil 8 ve 9'da verilmiştir. Çelik çerçevesel modellere ait 3 boyutlu görünüşü ve normal kat kesit planları Şekil 10, 11 ve 12'de verilmiştir.



Şekil 8. Betonarme Çerçevesel Modeller



Şekil 9. Model (1 ve 2) Kat Kesit Planı

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

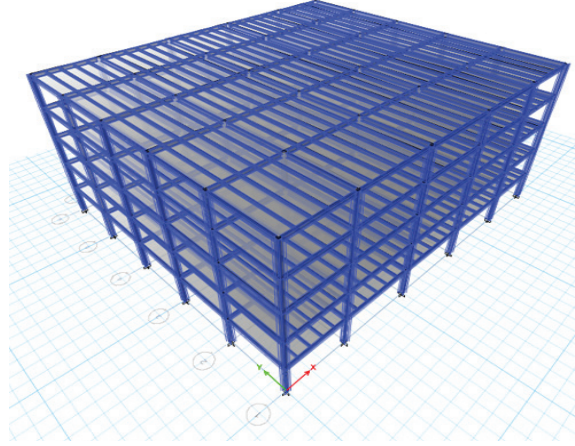
ID:23 K:36

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

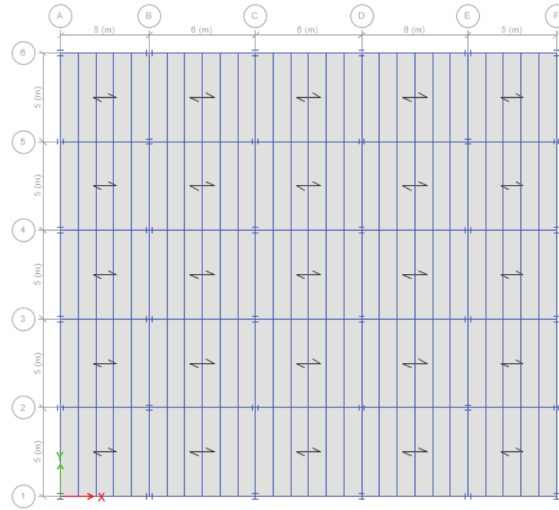
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



Şekil 10. Çelik Çerçeveli Modeller



Şekil 11. Model (3, 6 ve 7) Kat Kesit Planı

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

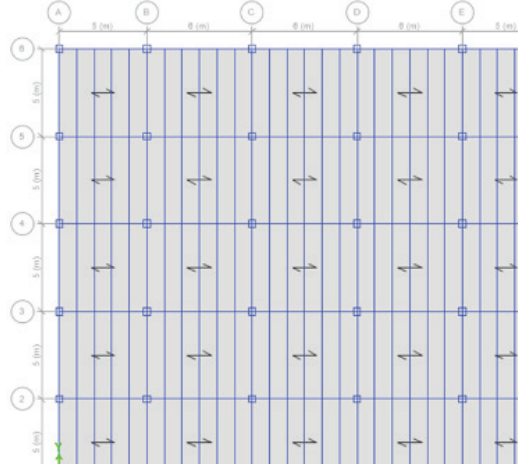
ID:23 K:36

(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 12. Model (4 ve 5) Kat Kesit Planı

İncelenen modellerde yükler, sabit yük G (Bina Elemanlarının Kendi Ağırlığı + 1.6 KN/m² kaplama ağırlığı), hareketli yük (Q= 2 KN/m²) ve duvar yükü (3.5 KN/m) olarak tanımlanmıştır. Kullanılan malzemeler; C30 Beton, B420C beton çeliği ve S275 çelik sınıfı olarak seçilmiştir.

Yük kombinasyonları TBDY-2018 ve ÇYTHYDE-2016 yönetmeliklerine göre belirlenmiştir. Betonarme ve çelik taşıyıcı modeller için tanımlanan yük kombinasyonları Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Betonarme ve Çelik Taşıyıcı Modeller İçin Yük Kombinasyonları

Betonarme Taşıyıcı Modeller		Çelik Taşıyıcı Modeller	
1,4G+1,6Q		1,2G+1,6Q	
0,9G+Ex-0,3Ey-0,3Ez	0,9G+Ex-0,3Ey-0,3Ez	1,2G+Q+Ex-0,3Ey+0,3Ez	G+Q+Ex-0,3Ey+0,3Ez
0,9G+Ex+0,3Ey-0,3Ez	0,9G+Ex+0,3Ey-0,3Ez	1,2G+Q+Ex+0,3Ey+0,3Ez	G+Q+Ex+0,3Ey+0,3Ez
0,9G+Ey-0,3Ex-0,3Ez	0,9G+Ey-0,3Ex-0,3Ez	1,2G+Q+Ey-0,3Ex+0,3Ez	G+Q+Ey-0,3Ex+0,3Ez
0,9G+Ey+0,3Ex-0,3Ez	0,9G+Ey+0,3Ex-0,3Ez	1,2G+Q+Ey+0,3Ex+0,3Ez	G+Q+Ey+0,3Ex+0,3Ez
0,9G-Ex-0,3Ey-0,3Ez	0,9G-Ex-0,3Ey-0,3Ez	1,2G+Q-Ex-0,3Ey+0,3Ez	G+Q-Ex-0,3Ey+0,3Ez
0,9G-Ex+0,3Ey-0,3Ez	0,9G-Ex+0,3Ey-0,3Ez	1,2G+Q-Ex+0,3Ey+0,3Ez	G+Q-Ex+0,3Ey+0,3Ez
0,9G-Ey-0,3Ex-0,3Ez	0,9G-Ey-0,3Ex-0,3Ez	1,2G+Q-Ey-0,3Ex+0,3Ez	G+Q-Ey-0,3Ex+0,3Ez
0,9G-Ey+0,3Ex-0,3Ez	0,9G-Ey+0,3Ex-0,3Ez	1,2G+Q-Ey+0,3Ex+0,3Ez	G+Q-Ey+0,3Ex+0,3Ez

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:23 K:36

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

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

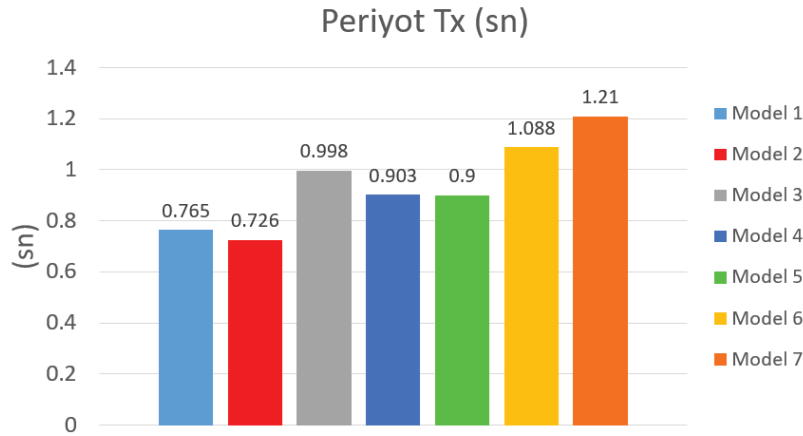
(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

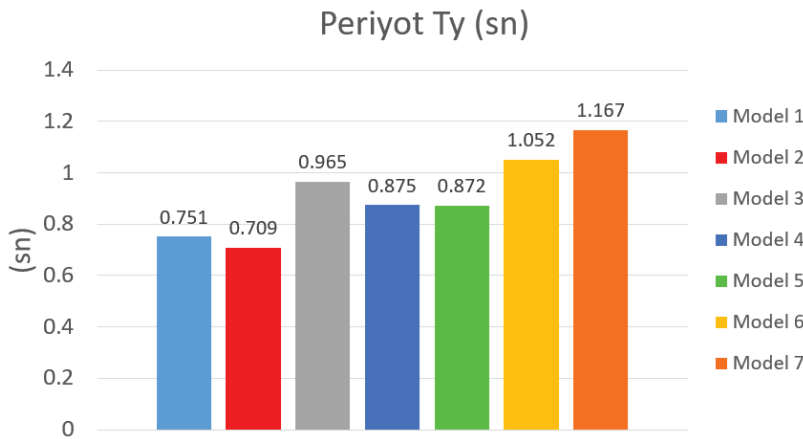
TAŞIYICI SİSTEMLERİN LİNEER ANALİZİ

Taşıyıcı sistemlerin lineer deprem analizi mod birleştirme yöntemi ile yapılmıştır. Modellerin hem X hem de Y yönünde Şekil 13 ve 14'te periyotları gösterilmiştir.

Şekil 15, 16, 17 ve 18'de modellerin hem X hem de Y yönünde kat kesme ve taban kesme kuvvetleri gösterilmiştir. Şekil 19 ve 20'de modellerin hem X hem de Y yönünde kat ötelemeleri gösterilmiştir.



Şekil 13. Taşıyıcı Sistemlerin (+X) Yönünde Periyot Değerleri



Şekil 14. Taşıyıcı Sistemlerin (+Y) Yönünde Periyot Değerleri

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

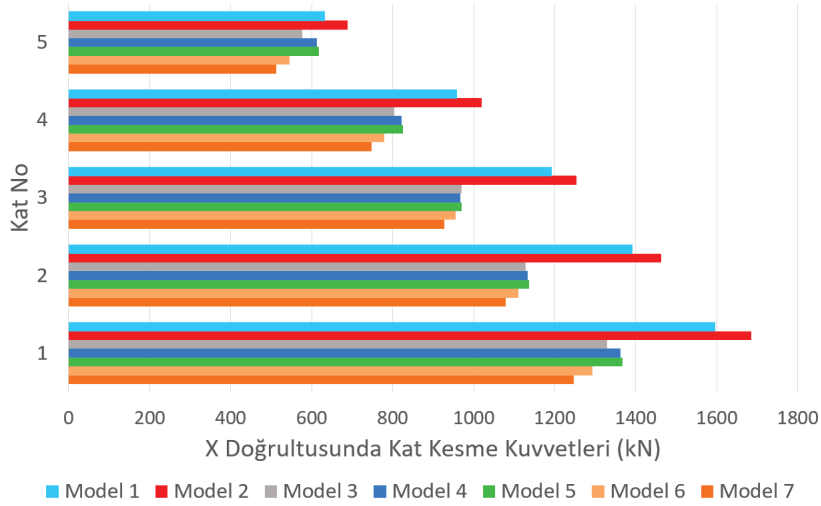
ID:23 K:36

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

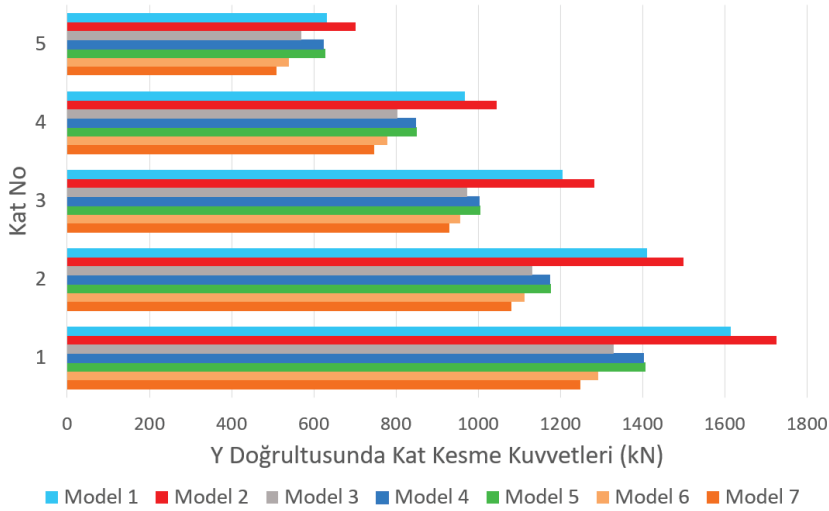
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



Şekil 15. Taşıyıcı Sistemlerin (+X) Yönünde Kat Kesme Kuvvetleri



Şekil 16. Taşıyıcı Sistemlerin (+Y) Yönünde Kat Kesme Kuvvetleri

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

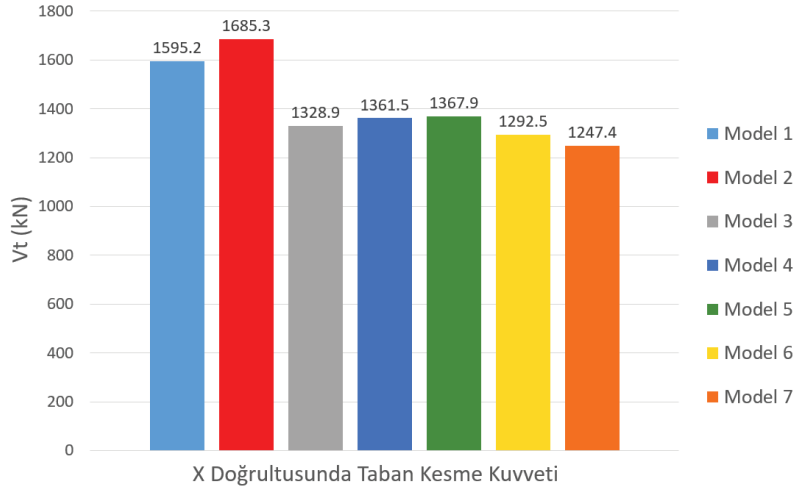
ID:23 K:36

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

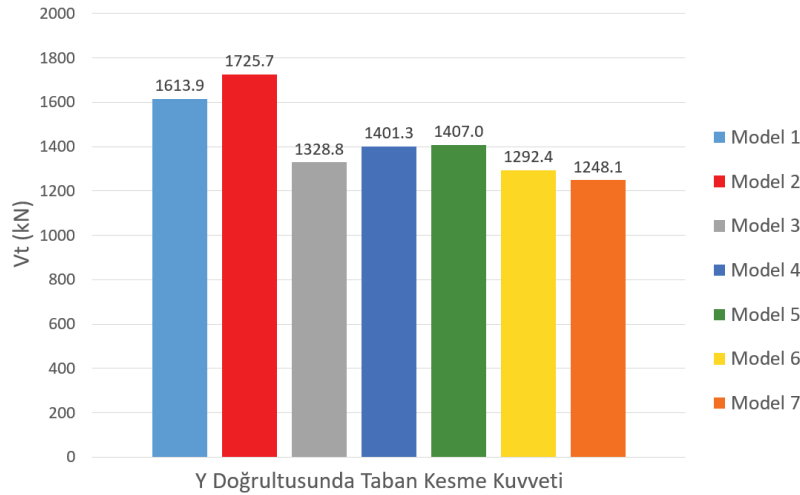
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



Şekil 17. Taşıyıcı Sistemlerin (+X) Yönünde Taban Kesme Kuvveti



Şekil 18. Taşıyıcı Sistemlerin (+Y) Yönünde Taban Kesme Kuvveti

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

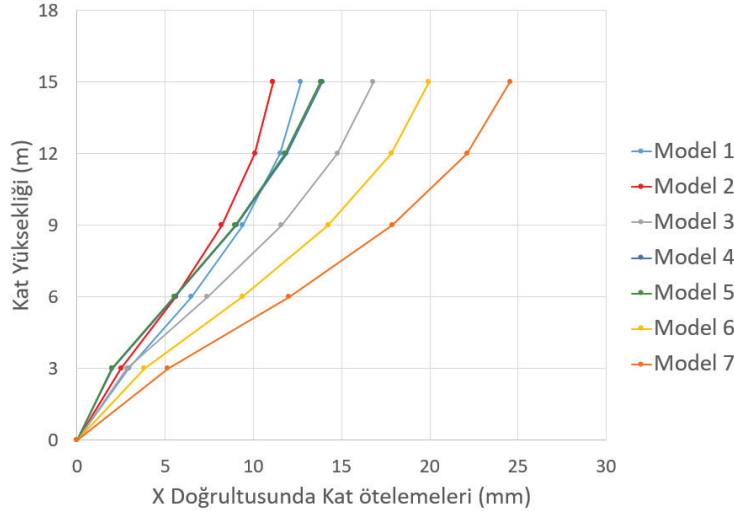
ID:23 K:36

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

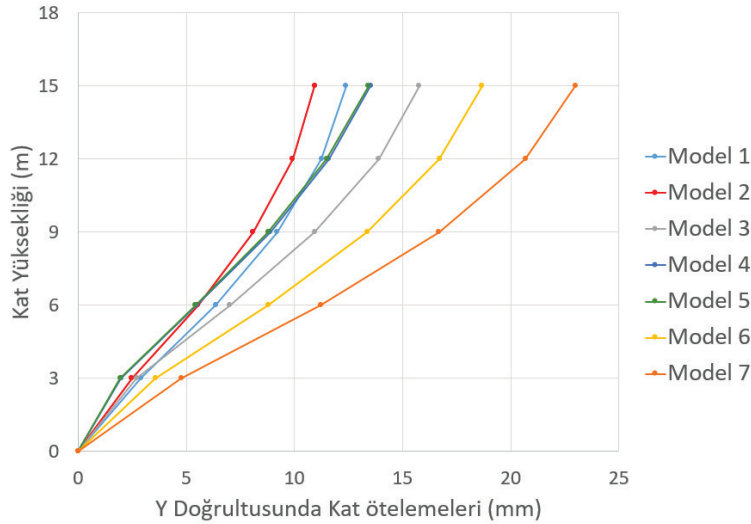
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



Şekil 19. Taşıyıcı Sistemlerin X Doğrultusunda Kat Ötelemeleri



Şekil 20. Taşıyıcı Sistemlerin Y Doğrultusunda Kat Ötelemeleri

TAŞIYICI SİSTEMLERİN LİNEER OLMAYAN ANALİZİ

Betonarme ve kompozit kolonların doğrusal olmayan davranışının tanımlanması için, kolonların uçlarında yayılı plastik davranış

modeline göre kesit hücresi (lif) tanımı yapılmıştır. Plastik mafsal boyu (L_p), çalışan doğrultudaki kesit boyutu (h)'nin yarısına eşit alınmıştır ($L_p = 0.5h$).



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:23 K:36

(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

Betonarme kirişlerin doğrusal olmayan davranışının tanımlanması için, kirişlerin uçlarında yığılı plastik davranış modeline göre plastik mafsallar tanımlanmıştır. Mafsal tanımlarken akma momenti programa veri olarak girilmiştir.

TBDY-2018 Ek 5C.1'e göre çelik kirişlerde ve kolonlarda (eğilme) şekil değiştirme sınırları akma dönmesi cinsinden hesaplanmıştır. İzin verilen şekil değiştirme sınırları çelik

kirişler için TBDY-2018 Tablo 5C.1, çelik kolonlar için ise Tablo 5C.2 esas alınarak tanımlanmıştır.

TBDY-2018 5.4.5'e göre, betonarme taşıyıcı sistem elemanlarının etkin kesit rijitlikleri hesaplanmıştır. Yönetmeliğin kompozit elemanlar için ayrı bir tanım verilmediğinden betonarme taşıyıcı sistem elemanları için verilen denklemler kullanılmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Taşıyıcı Sistemlerin Elemanlarının Etkin Kesit Rijitlikleri

	Model 1 Kolon	Model 2 Kolon (Güçlü eksen)	Model 2 Kolon (Zayıf eksen)	Model 1, 2 Kiriş 6 m	Model 1, 2 Kiriş 5 m	Model 3 Kolon (Güçlü eksen)	Model 3 Kolon (Zayıf eksen)	Model 4 Kolon	Model 5 Kolon	Model 6 Kolon (Güçlü eksen)	Model 6 Kolon (Zayıf eksen)
EI_z (kNm ²)	8977	28681	19657	9858	9227	29473	20191	84397	74255	32528	15166
M_y (kN.m)	206	690	492	115	115	690	492	1252	1457	819	468
L_s (m)	1,25	1,25	1,25	2,8	2,3	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32
θ_y (rad)	0,00956	0,01002	0,01043	0,01089	0,00956	0,0103	0,0107	0,00653	0,00863	0,01108	0,01358
ϕ_y (rad/m)	0,0127	0,0135	0,0142	0,00852	0,00852	0,0135	0,0142	0,0099	0,0111	0,0156	0,0199
η	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
h (m)	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
d_b (m)	0,016	0,016	0,016	0,012	0,012	0,016	0,016	0	0,014	0,014	0,014
f_{yc} (MPa)	504	504	504	504	504	504	504	0	504	504	504
f_{cc} (MPa)	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
EI_o (kNm ²)	63990	89354	72720	93750	93750	89354	72720	161160	161160	63040	34807
Etkin Kesit Rijitliği Çarpanı	0,14	0,32	0,27	0,11	0,10	0,33	0,28	0,52	0,46	0,52	0,44

İncelenen yapılar hem X hem de Y doğrultularında göçme sınırına gelene kadar itilmiştir. Bu modellere ait Taban kesme kuvveti–Tepe

yerdeğiştirmesi ilişkisi olarak itme eğrisi elde edilmiştir.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:23 K:36

(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

Her model için $\Gamma_1^{(X,1)}$ modal katkı çarpanları hesaplanmıştır. Bundan sonra modal sözde ivme-modal yerdeğiştirme ilişkisi olarak modal kapasite diyagramları elde edilmiştir. Koordinatları modal yerdeğiştirme-modal sözde ivme (d_1, a_1) olan modal kapasite diyagramları ile koordinatları spektral yerdeğiştirme-spektral ivme (S_{de}, S_{ae}) olan doğrusal deprem spektrumu birarada çizilmiştir.

Davranış spektrumu ve modal kapasite diyagramının kesiştirilmesi sonucu incelenen yapılara ait hem X hem de Y doğrultularında modal yer değiştirme istemi hesaplanmıştır.

Elde edilen model yer değiştirme değerleri kullanılarak yapıların hem X hem de Y doğrultularında tepe yerdeğiştirme istemi U_{NX1} (m) hesaplanmıştır (Tablo 4).

Tablo 4. Tepe Yer Değiştirme İstemi Hesabı

Model No	Yön	Modal Büyüklüğü Φ_{xN1} (m)	Katkı Çarpanı Γ_{x1} (1/m)	Modal Yer Değiştirme d_i (m)	Yapının tepe yer değiştirme istemi U_{NX1} (m) $U_{NX1} = d_1 * \Gamma_{x1} * \Phi_{xN1}$
1	X	0,030371	41,99	0,202	0,258
	Y	0,03029	42,05	0,196	0,250
2	X	0,031336	41,46	0,165	0,214
	Y	0,031247	41,52	0,160	0,208
3	X	0,02635	48,44	0,116	0,148
	Y	0,0267147	48,09	0,112	0,144
4	X	0,027438	47,55	0,093	0,121
	Y	0,027563	47,57	0,091	0,119
5	X	0,027308	47,65	0,094	0,122
	Y	0,027563	47,57	0,091	0,119
6	X	0,026696	47,83	0,118	0,150
	Y	0,026965	47,57	0,115	0,148
7	X	0,027332	46,93	0,117	0,150
	Y	0,027453	46,82	0,114	0,147

Hesaplanan depremin yer değiştirme istemleri U_{NX1} 'e kadar Modeller tekrar itilip, hasar durumuna bakılmıştır.

TBDY-2018 5.8'de plastik dönmeler için izin verilen sınırlar ($\theta_p^{(GÖ)}$, $\theta_p^{(KH)}$ ve $\theta_p^{(SH)}$), betonarme kirişlerde oluşan plastik dönmeler ile



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:23 K:36

(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

karşılaştırılarak kirişlerin hasar durumları belirlenmiştir (Tablo 5).

Yayıllı plastik davranış modeline göre kolonların uçlarında tanımlanan plastik mafsallar

lar TBDY-2018 5.8’de tanımlanan beton ve donatı çeliği birim şekildeğiştirmeleri esas alınarak kolonların hasar durumları belirlenmiştir.

Tablo 5. (X) Yönünde, (Model 1)’in 1.Kat Bazı Kirişlerin Hasar Durumları

Plastik Mafsal ID	Oluşan Plastik Dönmeler θ_p (rad)	$\theta_p^{(GÖ)}$ (rad)	$\theta_p^{(KH)}$ (rad)	$\theta_p^{(SH)}$ (rad)	Hasar Bölgesi
B53H9	0	0,04313	0,03235	0	Sınırlı Hasar
B53H10	0	0,04313	0,03235	0	Sınırlı Hasar
B54H9	0,013126	0,04313	0,03235	0	Belirgin Hasar
B54H10	0,013451	0,04313	0,03235	0	Belirgin Hasar
B79H10	0,017361	0,04313	0,03235	0	Belirgin Hasar
B55H10	0,012111	0,04349	0,03261	0	Belirgin Hasar

Hem X hem de Y doğrultularında, betonarme yapı (Model 1)’de hem kirişlerde hem de kolonlarda hasarlar meydana gelmiştir. Hasarlar en çok kirişlerde oluşmuştur. Kolonlardaki oluşan hasarlar sadece birinci katın bazı kolonlarında meydana gelmiştir (Şekil 21 ve 22). Çelik gömme kompozit kolonlu betonarme yapı (Model 2)’de, betonarme yapının (Model 1) aksine hasarlar sadece kirişlerde meydana gelip, kolonlarda ise hiçbir hasar durumu gözlemlenmemiştir. Ancak, kirişlerde gelen hasarlar daha fazla çıkmıştır (Şekil 23 ve 24).

Bu iki Modelde, hem X hem de Y doğrultularında, bazı mafsallar (şekillerde yeşil renkli olarak belirtilen) sınırlı hasar

(SH) sınırını aşmıştır. Ancak, hiçbir mafsal kontrollü hasar (KH) sınırını aşmamıştır.

Mevcut binaların deprem performansının belirlenmesi TBDY-2018 15.8 esas alınır, betonarme yapının birinci ve ikinci katlarındaki kirişlerin %50’si ve birinci katındaki kolonların %50’si sınırlı hasar sınırını geçtiği için bina kontrollü hasar performans düzeyinde olduğu kabul edilmiştir, Aynı şekilde, çelik gömme kompozit kolonlu betonarme yapının birinci, ikinci ve üçüncü katlarındaki kirişlerin %50’si sınırlı hasar sınırını geçtiği için bina kontrollü hasar performans düzeyinde olduğu kabul edilmiştir. Betonarme ve çelik gömme kompozit kolonlu betonarme

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:23 K:36

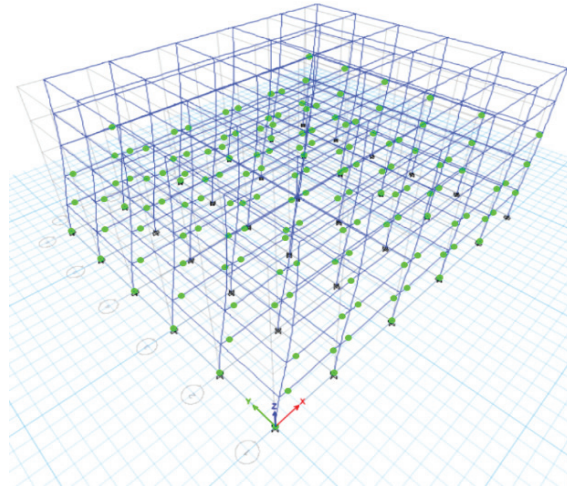
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

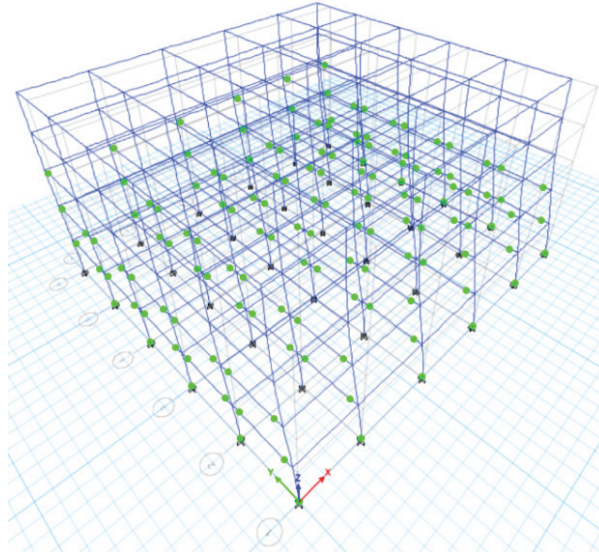
(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

yapıların kontrollü hasar normal performans
hedefini sağlamış olduğu görülmüştür.



Şekil 21. Model 1 (+X) Hasar Durumu



Şekil 22. Model 1 (+Y) Hasar Durumu

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

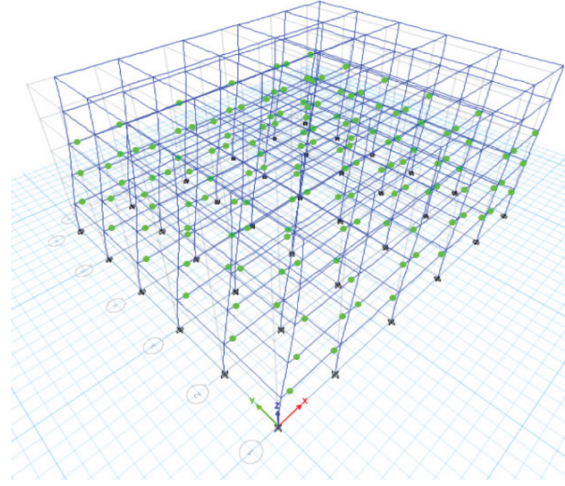
ID:23 K:36

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

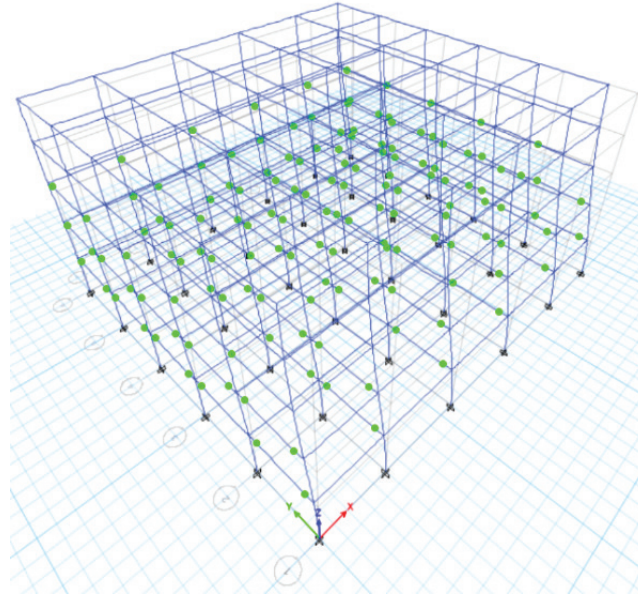
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



Şekil 23. Model 2 (+X) Hasar Durumu



Şekil 24. Model 2 (+Y) Hasar Durumu

Çelik gömme kompozit yapı (Model 3), donatısız beton dolgulu kompozit yapı (Model 4), donatılı beton dolgulu kompozit yapı (Model 5), kısmen çelik gömme kompozit

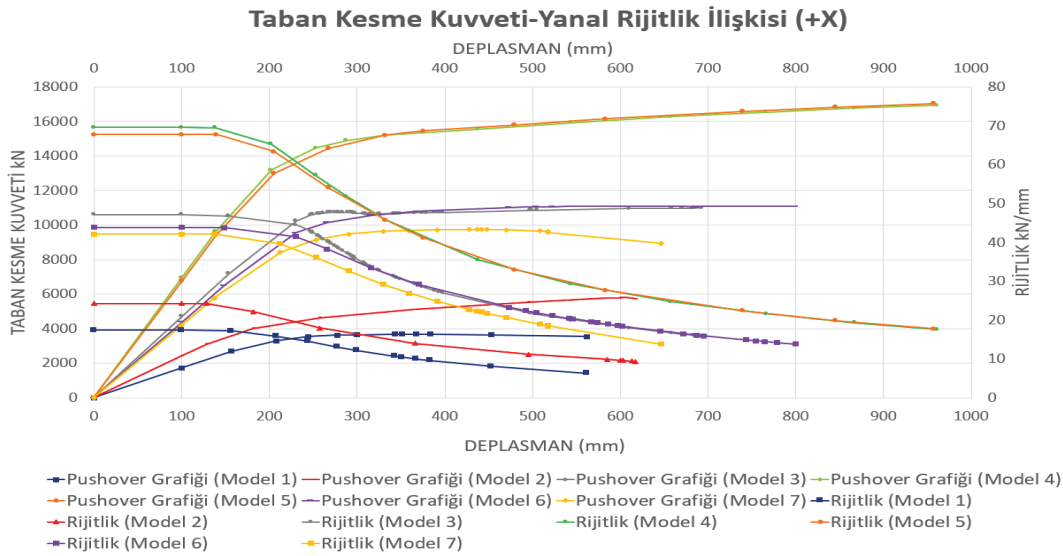
yapı (Model 6) ve çelik yapı (Model 7)'de, hem kolonlarda hem de kirişlerde her hangi bir hasar durumu gözlemlenmemiştir.

Hem (+X) hem de (+Y) doğrultusunda göçme sınırına kadar itilen modeller için elde edilen Taban kesme kuvveti–Tepe yerdeğiştirmesi ilişkisi olan itme eğrisi kullanılarak, modellerin rijitliklerinin değişimleri Denklem 1 ile

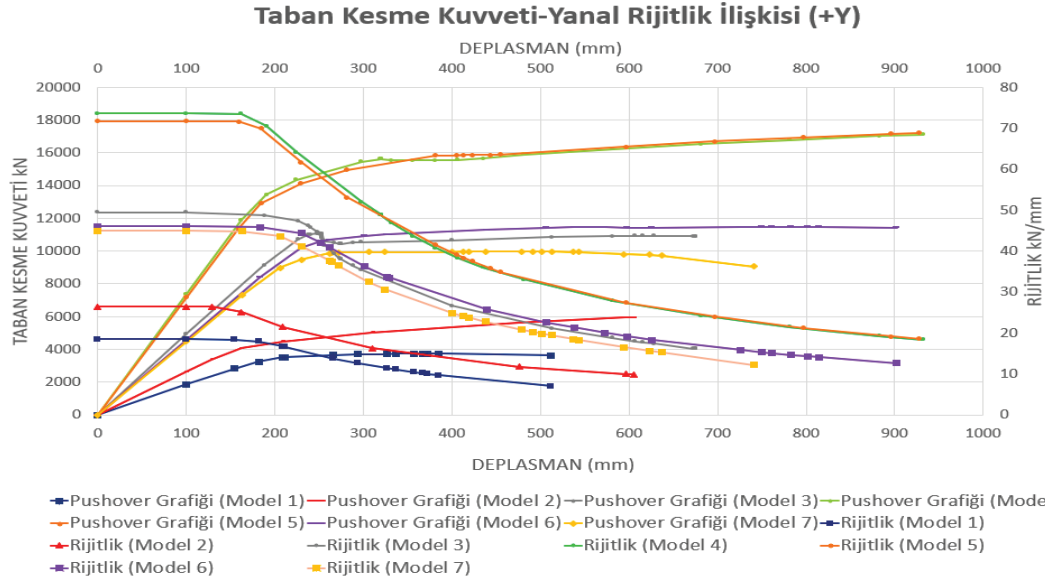
hesaplanıp, karşılaştırılmalı olarak Şekil 25 ve 26’da gösterilmiştir. Modellerin süneklik katsayıları Denklem 2 ile hesaplanıp, Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Modellerin Süneklik Katsayıları

Bina Modeli	(+X) Doğrultusunda			(+Y) Doğrultusunda		
	u_y (m)	u_{MAX} (m)	Süneklik Katsayısı (μ)	u_y (m)	u_{MAX} (m)	Süneklik Katsayısı (μ)
Model 1	0,157	0,562	3,58	0,154	0,512	3,32
Model 2	0,129	0,618	4,80	0,128	0,605	4,73
Model 3	0,154	0,693	4,50	0,188	0,676	3,60
Model 4	0,138	0,961	6,96	0,162	0,932	5,75
Model 5	0,139	0,957	6,88	0,159	0,928	5,83
Model 6	0,149	0,800	5,37	0,183	0,902	4,93
Model 7	0,137	0,646	4,71	0,163	0,741	4,55



Şekil 25. Modellerin X Doğrultusunda Taban Kesme Kuvveti-Yanal Rijitlik İlişkisi



Şekil 26. Modellerin Y Doğrultusunda Taban Kesme Kuvveti-Yanal Rijitlik İlişkisi

SONUÇ

Çelik gömme kompozit kolonlu betonarme yapının diğer modellere göre periyodunun, (X) doğrultusunda %5,1-%40 ve (Y) doğrultusunda %5,6-%39,2 aralığında azaldığı, çelik yapının diğer modellere göre periyodunun ise (X) doğrultusunda %11,2-%66,6 ve (Y) doğrultusunda %10,9-%64,6 aralığında arttığı görülmüştür. Beton dolgulu kompozit modellerin diğer çelik çerçevesi kompozit modellere göre periyodunun, (X) doğrultusunda %8,9-%17,3 ve (Y) doğrultusunda %9,6-%17,1 aralığında azaldığı görülmüştür. Donatılı ve donatısız beton dolgulu kompozit yapıların periyotları birbirine çok yakın çıkmıştır. Çelik gömme kompozit kolonlu betonarme yapının, betonarme yapıya göre peri-

yotları (+X) yönünde %5,1 ve (+Y) yönünde %5,6 olarak azalmıştır.

Çelik gömme kompozit kolonlu betonarme yapının diğer modellere göre taban kesme kuvvetinin, (X) doğrultusunda %5,6-%35,1 ve (Y) doğrultusunda %6,9-%38,3 aralığında arttığı, çelik yapının diğer modellere göre taban kesme kuvvetinin ise (X) doğrultusunda %3,5-%26 ve (Y) doğrultusunda %3,4-%27,7 aralığında azaldığı görülmüştür. Beton dolgulu kompozit modellerin diğer çelik çerçevesi kompozit modellere göre taban kesme kuvvetinin, (X) doğrultusunda %2,9-%5,8 ve (Y) doğrultusunda %5,8-%8,9 aralığında arttığı görülmüştür. Donatılı ve donatısız beton dolgulu kompozit yapıların taban kesme kuvvetleri birbirine yakın çıkmıştır. Çelik göm-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:23 K:36

(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

me kompozit kolonlu betonarme yapının, betonarme yapıya göre ağırlığı arttığından ve daha az periyot değerlerine sahip olduğundan, taban kesme kuvvetleri (+X) yönünde %5,6 ve (+Y) yönünde %6,9 olarak artmıştır.

Çelik gömme kompozit kolonlu betonarme yapının diğer modellere göre maks deplasmanının, (X) doğrultusunda %12,3-%54,7 ve (Y) doğrultusunda %11,7-%52,4 aralığında azaldığı, çelik yapının diğer modellere göre maks deplasmanının ise (X) doğrultusunda %23,1-%120,7 ve (Y) doğrultusunda %23-%110,2 aralığında arttığı görülmüştür. Beton dolgulu kompozit modellerin diğer çelik çerçeveli kompozit modellere göre maks deplasmanının, (X) doğrultusunda %17,7-%30,7 ve (Y) doğrultusunda %14,8-%27,8 aralığında azaldığı görülmüştür. Donatılı ve donatısız beton dolgulu kompozit yapıların maks deplasmanı birbirine çok yakın çıkmıştır. Çelik gömme kompozit kolonlu betonarme yapının, betonarme yapıya göre daha fazla rijitliğe sahip olduğundan, maks deplasmanı (+X) doğrultusunda %12,3 ve (+Y) doğrultusunda %11,7 olarak azalmıştır.

Non-lineer itme analizi (Pushover) sonuçlarına göre, betonarme ve çelik gömme kompozit kolonlu betonarme yapıların kontrollü hasar performans düzeyini sağlamıştır. Ancak, çelik gömme kompozit kolonlu betonarme yapının kolonlarında, betonarme yapının aksine hiç hasar meydana gelmemiştir. Buna

karşılık kirişlerde ise betonarme yapıya göre daha fazla hasarlar meydana gelmiştir, bunun da nedeni çelik gömme kompozit kolonlu betonarme yapıda kolonlar kompozit olup kirişlerden daha güçlü olarak tasarlanmış olmasıdır. Ancak, buradaki kiriş hasarları kontrollü hasar düzeyini geçmemektedir.

Çelik çerçeveli modellerde (Model 3, Model 4, Model 5, Model 6 ve Model 7), hem kolonlarda hem de kirişlerde hiç hasar meydana gelmediği ve Şekil 9.5 ve 9.6'da görüldüğü gibi enerji yutma kapasiteleri daha büyük olduğu için, betonarme çerçeveli modellere göre (Model 1 ve Model 2), daha iyi performans göstermiştir.

Non-lineer itme analizi (Pushover) sonuçlarına göre, beton dolgulu kompozit modellerin en yüksek, betonarme yapının ise en düşük sünekliğe ve rijitliğe sahip olduğu görülmüştür. Donatısız beton dolgulu kompozit yapı ile donatılı beton dolgulu kompozit yapının davranışlarının birbirine çok yakın olduğu görülmüştür. Geleneksel betonarme yapının kolonları kompozit olarak modellenildiğinde yapının rijitliği (+X) doğrultusunda %40,3 ve (+Y) doğrultusunda %43,7, sünekliği ise (+X) doğrultusunda %34,1 ve (+Y) doğrultusunda %42,5 oranında artmıştır. Süneklikteki bu büyük artış sonucuna göre, bu tür tasarımların depreme karşı daha güvenli olduğu söylenebilir.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:23 K:36

(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

Çelik çerçevesel kompozit modellerde, betonarme modellere göre, ölü yükler azaldığından deprem etkisi altında daha az taban kesme kuvvetleri oluşmuştur ve çelik yapıya göre daha büyük rijitliğe sahip olduğundan daha az kat ötelemeleri meydana gelmiştir.

Lineer ve lineer olmayan analiz sonuçlarına göre, beton dolgulu kompozit yapılar diğer modellere göre en iyi performans gösterdiği görülmüştür. Ancak, donatısız beton dolgulu kompozit yapının davranışının, donatılı beton dolgulu kompozit yapı ile çok yakın olduğu için, beton dolgulu kompozit kolonlarda kullanılan donatıların fazla etkisinin olmadığı söylenebilir.

Genel olarak kompozit yapıların, geleneksel betonarme ve çelik yapılara göre daha iyi deprem performansı gösterdiği tespit edilmiştir.

TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında çelik gömme kompozit kolonlu betonarme yapının deplasmanları ve periyotları “Yadav ve diğ., 2019” nin çalışmalarında” olduğu gibi betonarme yapıya göre daha küçük çıkmıştır. Ancak, taban kesme kuvveti “Yadav ve diğ., 2019” nin çalışmalarının” aksine daha büyük çıkmıştır. Bu çalışmada çelik gömme kompozit kolonlu betonarme yapının ağırlığı betonarme yapıya göre daha büyük olması daha fazla deprem kuvvetleri oluşmasına sebep olmuştur. Çelik

gömme kompozit yapı (Model 3), beton dolgulu kompozit yapı (Model 4) ile karşılaştırıldığında, beton dolgulu kompozit yapıların, çelik gömme kompozit yapılara göre periyotlarının ve deplasmanlarının azaldığı, taban kesme kuvvetlerinin ise arttığı görülmüştür. İncelenen çalışmalarda; bu sonuç kullanılan kesitlere ve bina şekillerine (düzenli ve düzensiz) göre farklılık göstermiştir. Çelik gömme kompozit (Model 3) ve beton dolgulu kompozit (Model 4) yapıların, betonarme yapıya göre incelenen bütün çalışmalarda olduğu gibi, periyotları ve maksimum deplasmanları artmıştır, taban kesme kuvvetleri ise azalmıştır. Kompozit yapıların incelenen çalışmalarda olduğu gibi çelik yapıya göre rijitliği arttığından deprem etkisi altında daha az deplasmanlar meydana gelmiştir.

ÖNERİLER

Çelik yapıların üzerine etkiyen bütün kuvvetleri güvenli olarak taşımasına rağmen, deprem etkisi altında büyük yer değiştirmeler yapar, kolonlar kompozit olarak modellenildiğinde ise daha az yer değiştirmeler meydana geldiğinden, TBDY-2018 etkin görelilik kat ötelemesi kontrolü sağlamak için çaprazlar kullanmak yerine, kolonların kompozit olarak modellenmesi bir çözüm olarak düşünülebilir.

Kompozit yapılar inşaat sektöründe yeni bir kavram olduğu için, kompozit yapıların line-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:23 K:36

(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

er olmayan analizi hakkında fazla veriler ve TBDY-2018’de bu konu hakkında fazla bilgi olmadığından, lineer olmayan analiz yaparken bazı kabuller yapılmıştır. Gelecek yıllerde yönetmeliklerde güncelleme yapılırsa, bu araştırma yeniden yapılp, sonuçlar tekrar değerlendirilebilir.

KAYNAKÇA

AÇIKELLİ, G.S., (2019). Çelik Gömme Kompozit Kolon, Kiriş ve Bağ Kirişli Bir Binanın Yapısal Tasarımı ve Doğrusal Olmayan Analizi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yapı Mühendisliği Programı, Yüksek Lisans Tezi

AMİNİ, H., (2018). Kompozit Yapıların Dinamik Davranışlarının Geleneksel Yapılar ile Karşılaştırılması. Niğde Ömer HalisDemir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

ÇYTHYDE (2016). Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik

EMRE, S., (2010). Çelik-Beton Karma Yapıların Sismik Tasarımı, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yapı Anabilim Dalı

EXTENDED 3D (THREE DIMENSIONAL) ANALYSIS OF BUILDING SYSTEMS (ETABS) USER MANUAL, (2021). Version 19.1, CSI Educational Services Computers and Structures, Inc. 1995 University Avenue Berkeley, California 94704 USA

JAGADALE, S., SHIYEKAR, M.R., GHUGAL, Y.M., (2019). Comparative Study of Steel, RCC and Composite Frame Building, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), E-ISSN: 2395-0056, P-ISSN: 2395-0072, Volume: 06 Issue: 07. Wwww.Irjet.Net

KUMAR, K.M., RAO, H.S., (2016). Seismic Analysis of Composite Structures and Its Comparison with RCC Structures. International Journal of Engineering Science and Computing, Volume: 6, Issue: No. 10. <http://ijesc.org>

NAMRATHA, N., GANESH, M., SPANDANA, B., (2018). Comparative Study on the Seismic Behaviour of RCC and Steel-Concrete Composite Frame Structures, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), e-ISSN: 2395-0056, p-ISSN: 2395-0072, Volume: 05, Issue: 12. www.irjet.net

PREETHA, V., ARUN PRASAD, M.S., (2017). Comparative Study on Behaviour of RCC and Steel-Concrete Composite



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:23 K:36

(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

Multistorey Building. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), e-ISSN: 2395 -0056, p-ISSN: 2395-0072, Volume: 04 Issue: 02. www.irjet.net

PURUSHOTHAMAN, V., SUKUMARAN, A., (2017). Comparative Study on Seismic Analysis of Multi Storied Buildings with Composite Columns. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), ISSN: 2278-0181, Vol.: 6, Issue: 06, Available: www.ijert.org

RAJAN, D., ABRAHAM, J.K., (2020). Seismic Analysis of RC Structures with Different Composite Co.umnns İn Buildings With Mass İrregularities. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), Volume: 07, Issue: 04, Available: www.ijert.org

REDDY LOMADA, N.K., BHAGYAMMA, G., (2021). Compartion of Seismic Behavior of a Typical Multi-Storey Structure with Composite Columns and Steel Columns, Aut Research Journal, Volume: XII, Issue: I

TBDY (2018). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara

VAMSI KRİSHNA, T.G.N.C., SURENDHAR, S.V., SHİVA RAMA KRİŞHNA, M.,

(2019). Comparison of Seismic Analysis of Residential Composite and RCC Structures, International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE), Volume: 8, Issue: 6, s.3

WAGH, M.M., MOHOD, M.V., (2016). Behaviour of Concrete Filled Steel Tube with Reference to Different Shape of Column, International Journal of Innovative and Emerging Research in Engineering Volume: 3, Special Issue: 1, ICSTSD

YADAV, S., NARAYAN, K., VANSHAJ, K., (2019). Comperative Study on Seismic Behaviour of Building Provided with RCC and Composite (Concrete Encased Steel Composite) Column, Journal of Emerging Technologies and Innovative Research (JETIR), Volume: 6, Issue: 5

YORGUN, C., (2005). Çelik Sac-Beton Kompozit Döşeme Sistemlerinin Uygulamalarına Yönelik Değerlendirmeler. Türkiye mühendislik haberleri, Sayı: 1, s.435

YAZAR NOTU: Bu çalışma İnşaat Mühendisi Muaz HATTAB'ın, Dr. Öğretim Üyesi Hüseyin KASAP danışmanlığında, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nde tamamladığı Yüksek Lisans Tezinden geliştirilerek hazırlanmıştır.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:23 K:36

(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: Composite structures have gained wide acceptance worldwide because it combines the positive properties of both steel and concrete. Reinforced concrete structures suffer more seismic forces due to their increased dead load. Steel structures, on the other hand, are very ductile and have less stiffness, making large displacements under the influence of earthquakes. Acceptable properties of reinforced concrete and steel structures are combined in composite structures. In addition to, lower cost, fast construction, fire protection, etc. **Aim:** In this study, 7 different model buildings with the same design were analyzed in order to determine the earthquake behavior of different composite structures. The structures were compared with each other and with RCC and steel structures according to the results of the analysis. the advantages and disadvantages of the structures were investigated. **Method:** This study was carried out in accordance with the regulations of TBDY-2018 and ÇYTHYE-2018. ETABS V19.1 computer program was used for the analysis. The response spectrum method was used for the linear earthquake calculation of different models and the pushover analysis method was used for the non-linear analysis. In these structures, C30 concrete, B420C rebar bars, and S275 steel were used. The structures were chosen as workplace, soil class ZB and Earthquake ground motion level DD-2. The first structure is an RCC structure, while the second structure is a composite structure, the difference between these two structures is that the columns of the second one are encased steel composite columns. In the other structures, beams and floors are composite elements consisting of a combination of steel profiles and reinforced concrete flooring, while steel profiles and four different composite elements are used in columns. Concrete encased steel, unreinforced and reinforced concrete-filled steel tube and partially concrete encased steel composite sections were used. **Findings and Results:** It was observed that the period of the reinforced concrete structure with concrete encased steel composite columns decreased between 5.1%-40% in the (X) direction and 5.6%-39.2% in the (Y) direction compared to other models and the period of the steel structure increased between 11.2%-66.6% in the (X) direction and 10.9%-64.6% in the (Y) direction compared to the other models. It was observed that the period of the concrete-filled steel composite models compared to the other steel framed composite models decreased by 8.9%-17.3% in the (X) direction and 9.6%-17.1% in the (Y) direction. The periods of reinforced and unreinforced concrete-filled steel composite structures were very close to each other. The periods of the reinforced concrete structure with concrete encased steel composite columns decreased by 5.1% in the (+X) direction and by 5.6% in the (+Y) direction compared to the reinforced concrete structure. It was observed that the base shear force of the



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:23 K:36

(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

concrete encased steel composite column reinforced concrete structure increased between 5.6%-35.1% in the (X) direction and 6.9%-38.3% in the (Y) direction compared to the other models and the base shear force of the steel structure decreased by 3.5-26% in the (X) direction and by 3.4-27.7% in the (Y) direction compared to the other models. It was observed that the base shear force of the concrete-filled steel composite models increased by 2.9%-5.8% in the (X) direction and 5.8%-8.9% in the (Y) direction compared to the other steel framed composite models. Base shear forces of reinforced and unreinforced concrete-filled steel composite structures were close to each other. The base shear forces increased by 5.6% in the (+X) direction and 6.9% in the (+Y) direction, since the reinforced concrete structure with concrete encased steel composite columns increased its weight and had less period values compared to the reinforced concrete structure. Compared to other models, the maximum displacement of the reinforced concrete structure with concrete encased steel composite columns has decreased by 12.3%-54.7% in the (X) direction and by 11.7%-52.4% in the (Y) direction and that the maximum displacement of the steel structure compared to the other models increased between 23.1%-120.7% in the (X) direction and 23.1%-110.2% in the (Y) direction. It was observed that the max displacement of the concrete-filled steel composite models compared to the other steel framed composite models decreased by 17.7%-30.7% in the (X) direction and 14.8%-27.8% in the (Y) direction. The max displacement of reinforced and unreinforced concrete-filled steel composite structures were very close to each other. Since the reinforced concrete structure with concrete encased steel composite columns has more stiffness than the reinforced concrete structure, the max displacement decreased by 12.3% in the (+X) direction and 11.7% in the (+Y) direction. According to the non-linear analysis (Pushover) results, reinforced concrete (Model 1) and reinforced concrete structures with concrete encased steel composite columns (Model 2) provided the level of controlled damage performance. However, unlike the reinforced concrete structure (Model 1), no damage occurred in the columns of the steel-embedded composite column reinforced concrete structure (Model 2). On the other hand, the beams suffered more damage than (Model 1), due to the fact that the columns in Model 2 are composite and designed to be stronger than beams. However, the beam damage here does not exceed the controlled damage performance level. Steel framed models (Model 3, Model 4, Model 5, Model 6, and Model 7) performed better than reinforced concrete framed models as no damage occurred in both columns and beams and they have greater energy absorption capacity as seen in Figures 9.5 and 9.6. According to the results of non-linear pushover analysis (Pushover), the concrete-filled steel composite models (Model 4 and Model 5) had the highest ductility and stiffness,



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:23 K:36

(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

while the reinforced concrete structure (Model 1) had the lowest ductility and stiffness. When the columns of a conventional reinforced concrete structure are modeled as composite, the stiffness of the structure increased by 40.3% in the (+X) direction and 43.7% in the (+Y) direction, and the ductility of the structure increased by 34.1% in the (+X) direction and 42.5% in the (+Y) direction. From this great increase in ductility, it can be said that these designs are safer against earthquakes. According to the linear analysis results, steel framed composite models (Model 3, Model 4, Model 5 and Model 6) have less base shear forces than reinforced concrete models under the effect of earthquakes due to reduced dead loads compared to reinforced concrete models and less floor drifts than steel structure since they have greater stiffness compared to steel structure. According to linear and non-linear analysis results, concrete-filled steel composite structures showed the best performance compared to other models. However, since the behavior of the unreinforced concrete-filled steel composite structure is very close to the reinforced concrete-filled steel composite structure, it can be said that the reinforcements used in concrete-filled composite columns do not have much effect. In general, it has been determined that composite structures show better earthquake performance than conventional reinforced concrete and steel structures. Although the steel structures safely carries all the forces acting on, it makes large displacements under earthquakes. Since less displacements occur when the columns are modeled as composite, modeling the columns as composite instead of using braces can be considered as a solution for TBDY-2018 storey drift control. Since composite structures are a new concept in the construction industry, there is not much data on nonlinear analysis of composite structures and there is not much information on this subject in TBDY-2018, some assumptions were made while performing nonlinear analysis. If an update is made in the coming days, this research can be done again and the results can be evaluated again.

MOTORLU ARAÇLARDA BİNALARDA SES VE ISI YALITIMI İÇİN MALZEME TASARIMI ⁽¹⁾

MATERIAL DESIGN FOR SOUND AND HEAT INSULATION IN MOTOR VEHICLES BUILDINGS

Senai YALÇINKAYA¹, Alper ÖNER², Abuzer AYGÜL³

¹⁻²Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul / Türkiye

³Hakkari Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Hakkâri / Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-7076-7766¹, 0000-0003-3381-7474², 0000-0003-0930-3975³

Öz: Amaç: Yaşamımızda en çok yer tutan evimiz, işyerimiz ve taşıt araçlarımızda aradığımız en önemli unsurlardan biri de konfordur. Isı ve gürültü konforu etkileyen en önemli etkenlerden ikisidir. Konforu bozan unsurlar olarak araçlarda gürültü kaynakları ve frekans aralıkları ile binalarda yerlerine göre ısı kayıpları belirtilecektir. Araçların ve binaların ses ve ısı yalıtımında kullanılan malzemelerin içinde en önemlilerinden biri ülkemizde üretilen taş yünüdür. Kullanımının yaygınlaşması ülke ekonomisine her yönden fayda sağlayacaktır. **Yöntem:** Araçlarda gürültü ve titreşim kaynakların yalıtımı için farklı malzemeler veya aynı malzemenin farklı kalınlığı kullanılabilir. Tasarıma esas olması açısından yerlerine göre malzeme seçimi belirtilecektir. Benzer şekilde binalarda tasarım amacı ile ülkemizde bölgelere göre belirlenen ısı geçirgenlik katsayıları ile yerlerine göre malzeme tercihleri veya aynı malzemenin (yangın riskine karşı güvenli oldukları için çoğunlukla taş yünü) farklı yerlerde farklı kalınlıklarda çeşitli kaplama veya koruyucularla kullanılabilme bilgileri verilecektir. Dışarıyla temas eden bölgelerde kullanılan ısı yalıtım malzemeleri aynı zamanda ses yalıtımını da sağlamaktadır. Katlar arası ve iç duvarlarda yerine göre geliştirilen taş yünü esaslı ses yalıtım malzemeleri yaygın hale gelmiştir. Bu çalışmada araçlar içinde kullanılan cam ve taş yünü ile binalarda kullanılan taş yünü için beş numune belirlenecek ve Bruel & Kjaer firmasının birleştirilmiş empedans tüp test düzeni kullanılarak ses yutumlama katsayıları tespit edilecektir. Binalarda kullanılan taş yünü için ısı yalıtım katsayıları üretici firmaların katalog değerlerinden alınacaktır. **Bulgular:** Araçlarda kullanılan cam ve taş yünü ile binalarda kullanılan üç çeşit taş yününün ses yutumlama katsayıları Birleştirilmiş Empedans Tüp sistemi kullanılarak 16 Hz – 6300 Hz frekansları aralığında ölçülerek tespit edilmiştir. Ülkemizdeki yerli ve yabancı şirketler tarafından binalar için üretilen taş yünü kataloglarından ısı yalıtım katsayıları elde edilmiş olup karşılaştırılma yapılabilmesi için hepsinin 100C de ölçütleri değerler alınmıştır. **Sonuç:** Araçlarda kullanılan cam ve taş yününün özellikle düşük ve orta frekanslardaki binalarda kullanılanlardan daha iyi olduğu, binalarda kullanılanların ise yüksek frekanslarda daha iyi ses yutumladıkları görülmüştür. 4. ve 5. Numuneyi oluşturan yeni nesil saf taş yünü özellikle yüksek frekanslarda 3. Numuneyi oluşturan reçineli taş yününe göre daha yüksek ses yutumlama katsayısı sergilemişlerdir. Isı yalıtım katsayılarının karşılaştırılmasında ise yeni nesil taş yünü ısı yalıtım katsayılarının firmaların ürün çeşitlerine göre % 5 -%15 arası daha düşük değere sahip oldukları görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Ses Yalıtım, Ses Yutumlama, Taş Yünü, Motor, Isı Yalıtım

Abstract: Aim: Comfort is one of the most important elements we look for in our homes, workplaces and vehicles, which occupy the most place in our lives. Heat and noise are two of the most important factors affecting comfort. Insulation is the strongest weapon we can use to keep them within the comfort limits. Here, acoustic information such as sound, noise, hearing and discomfort limits will be given in the entrance section so that insulation materials can be designed. Noise sources and frequency ranges in vehicles and heat losses in buildings according to their locations will be specified as factors that disrupt comfort. One of the most important materials used in the sound and heat insulation of vehicles and buildings is rock wool produced from the soil of our country. The widespread use of it will benefit the country's economy in every way. Method: Different materials or different thicknesses of the same material can be used for the isolation of noise and vibration sources in vehicles. In order to be a basis for the design, material selection will be specified according to their locations. Similarly, information will be given on the thermal permeability coefficients determined according to the regions in our country for design purposes in buildings, material preferences according to their location, or the use of the same material (mostly rock wool, because they are safe against fire risk) in different places with various coatings or protectors in different thicknesses. The heat insulation materials used in the areas in contact with the outside also provide sound insulation. Stone wool-based sound insulation materials have been developed and become common on inter-floor and interior walls. Here, sound absorption coefficients will be determined by determining five samples from glass and rock wool used in vehicles and stone wool used in buildings, and using a combined impedance tube test setup of Bruel & Kjaer. The thermal insulation coefficients of the stone wool used in the buildings will be compiled from the catalogue values given by the manufacturers and compared. **Results:** The sound absorption coefficients of glass and rock wool used in vehicles and three types of rock wool used in buildings were determined by measuring the frequencies between 16 Hz and 6300 Hz using the Combined Impedance Tube system. Thermal insulation coefficients were obtained from the product data sheets of stone wool produced for buildings by domestic and foreign companies in our country, and the values measured by all of them at 100C were taken in order to make a comparison. **Conclusion:** It has been observed that glass and stone wool used in vehicles are better than those used in buildings, especially at low and medium frequencies, and those used in buildings have better sound absorption at high frequencies. The new generation pure stone wools, which make up the 4th and 5th samples, showed higher sound absorption coefficient, especially at high frequencies, compared to the resinous rock wool that made up the 3rd sample. In the comparison of the thermal insulation coefficients, it was seen that the thermal insulation coefficients of the new generation stone wools have a lower value between 5% and 15% compared to the companies and product types.

Keywords: Sound Insulation, Sound Absorption, Rock Wool, Engine, Thermal Insulation

Doi:10.17366/uhmfid.2022.17.2

- (1) *Sorumlu Yazar, Corresponding Author: Senai YALÇINKAYA (Dr. Öğr. Üye., Assist. Prof.), Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul / Türkiye, syalcinkaya@marmara.edu.tr, Geliş Tarihi / Received: 28.01.2021, Kabul Tarihi / Accepted: 14.08.2022, 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*

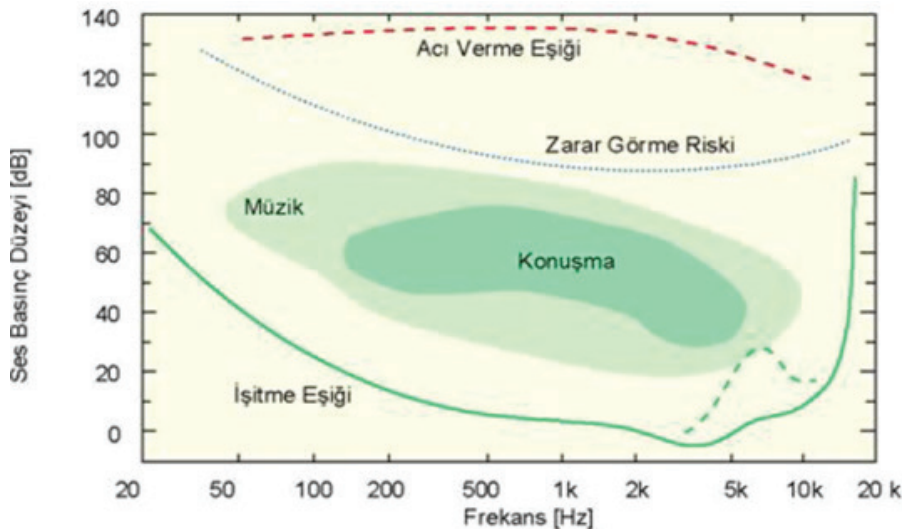
GİRİŞ

Gelişmiş ve gelişmekte olan toplumlarda ev, çalışma ortamı ve araçlar insanların hayatlarında önemli yer tutmaktadır. Birçok gelişmeler insanların rahat ve güvenli yaşamalarını sağlamak için yapılmaktadır. Yaşamımızın çoğunluğunun geçtiği bu alanlarda konforumuzu bozan gürültü ve ısı dengesizlikleri gidermenin en iyi yolu yalıtımın doğru yapılmasıdır. Bu doğruluk konunun iyi analiz edilip tasarımın uygun yapılması ile başlar.

Ses ve Gürültü Nedir. Araçlarda Gürültü ve Kaynakları

Sesleri kulağımız ile duyarız. Seslerin basınç değerleri (şiddetleri) Pascal (Pa) olarak ifade edilmekle birlikte akustik biliminde daha çok Desibel (dB) kullanılmaktadır. Buradaki Bell ismi telefonun mucidi olan Alexander Gra-

ham Bell'den esinlenerek verilmiştir. Bell değerinin 10'da 1'i kullanıldığı için de desibel (dB) denmektedir. Seslerin kalın veya ince ses olması ses titreşimlerinin frekansına bağlıdır. Bu da Hertz (Hz) ile açıklanmaktadır. Her bir insanın duyma yetenek ve sınırları bireysel olarak fark gösterse de genellikle insanların duyma sınırları 20Hz ile 20kHz arasındaki frekanslarda, frekansına göre 0 ila 130 dB ses basınçları arasındadır. Bu sınırlar aşağıdaki şekil 1'de frekanslara göre işitimin alt sınırı, müzik ve insan sesi sınırları, kulağımızın zarar görme sınırı ve acı sınırı olan ses basınç düzeyleri verilmiştir. Şekil 1'den de anlaşılacağı gibi insanlar genel olarak 20-30 Hz frekansındaki sesleri 50-60 dB şiddetinden sonra duyabilmekteyken, 2-5 kHz sesleri 1 dB şiddetinde bile işitebilmektedirler. (Peters, Smith ve Hollins, 2011: 55-60).



Şekil 1. Frekanslara Göre İşitme Sınırları Olan Ses Basınç Düzeyleri (Peters, Smith ve Hollins, 2011: 55-60)

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

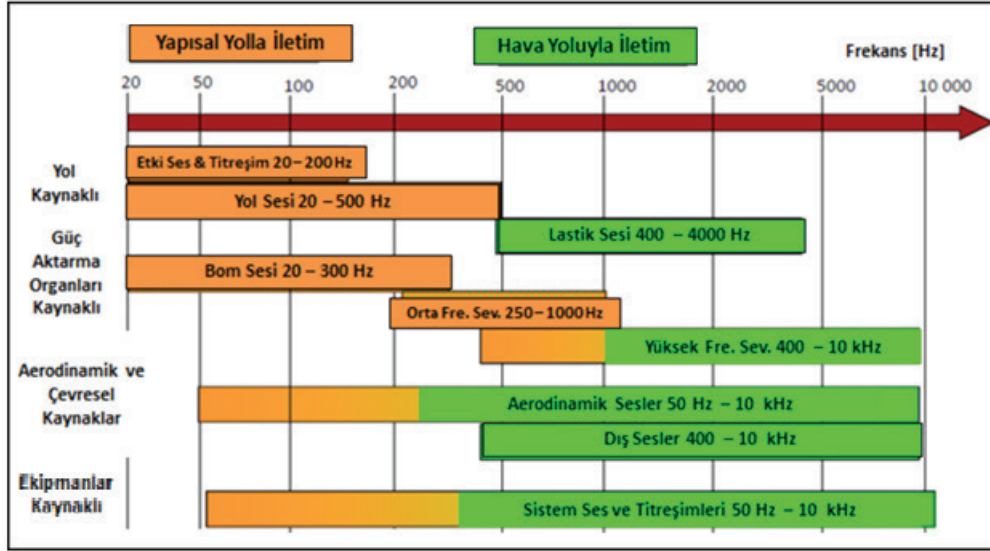
ID:22 K:10

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

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



Şekil 2. Araç Ses ve Titreşim Kaynaklarının Frekans Analizi
(Öner ve Yalçinkaya, 2021: 60)

Hoşumuza gitmeyen seslere gürültü diyoruz. Bu ses alçak ya da yüksek seviyede olabilir dolayısı ile sübjektif bir değerlendirme içermektedir. Daha çok genelin hoşlanmayacağı rahatsız edici sesleri belirtmek için kullanılmaktadır. Titreşim dokunma ile veya vücutta hissedilebilen akustik olayları belirtir. Gürültülü ve titreşimli ortamlarda bulunmak insanları rahatsız eder. Ayrıca haşırta ve sertlik yüksek seviyede olmasa bile bizi rahatsız eden diğer sesler ve olgulardır. Bunların tamamı akustik biliminde Gürültü, Titreşim ve Sertlik (NVH - Noise, Vibration and Harshness) olarak bilinir. Buradaki sertlik tabiri kullanım ve sürüşteki sertliği ifade etmektedir. Lüks ve üst sınıf araçlarda bu üç olguya çok dikkat edilmekte ve araçlarda son teknolojik gelişmeler

uygulanmaktadır (Dobie ve Hemel, 2004: 52-59).

İçten yanmalı motorlu araçlarda motor ve güç aktarma organları en önemli gürültü ve titreşim kaynağıdır. Elektrik motorlu araçlarda en büyük gürültü kaynağı motor değildir ama diğerleri çok benzer özellikler gösterir. İçten yanmalı motorlu araçlarda yapısal veya hava yolu taşıyan bu gürültü ve titreşimler araç içi gürültünün % 39-60'ını oluşturur. Yapısal yolla iletilen yol sesi ve hava yoluyla iletilen lastik sesi araç içinin toplam gürültü seviyesinin % 9-15'ini oluşturur. Egzoz, fan ve kompresör sesi gibi ekipmanların gürültüleri toplam gürültünün % 32-50.sini oluştururlar. Rüzgar sesi ve gıcırta-tıkırtı gibi ses kaynakları titreşimden



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:22 K:10

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

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

daha çok gürültü kaynağıdır. Bu sesler hızla bağlı olarak toplam gürültünün % 5-30'unu oluşturur (Deulgaonkar, Kallurkar ve Mattani, 2014: 242-246). Hava ve yapısal yolla taşınan araç içi gürültüye neden olan etkenler ve etkin oldukları frekans aralıkları Şekil 2'de verilmiştir (Öner ve Yalçınkaya, 2021: 60).

Binalarda ses Kaynakları ve Isı Kayıpları

Binalar, dünya çapında üretilen toplam enerjinin yüzde 20'sini tüketirler. Avrupa Birliği ülkelerinde ise bu oran %40'lara kadar çıkmaktadır. Binalar sera gazı salınımının yüzde 36'sından sorumludurlar. 2014 yılı verilerine göre ülkemizde enerji tüketiminin yüzde 37'si konutlara aittir. Bunun yüzde 85'i de ısıtma ve soğutma amaçlı tüketilmektedir. Türkiye'deki 22 milyon binanın 16 milyonu yalıtımsızdır (Öztürk, 2021). Binalara gerekli yalıtımlar yapılamadığı için büyük bir oranda enerji havaya atılmaktadır.

Binalarda dış cephelere bakan yüzeylerde toprakla temas eden veya yakın yüzeylerde daha

çok ısı kaybı dikkate alınır. İç yüzeylerde kat arası döşeme, tavan ve yan farklı daireler arası duvarlarda inşaat sınıfına göre ses ve ısı geçirgenliği dikkate alınır. Daire içi duvarlarda ses için alınan önlemler çoğu zaman ısı içinde geçerli olmaktadır. Isıtma ve soğutma hatları gibi ısı farkı olan yerlerde ısıyı korumak gerektiğinden bu hatlarında yalıtılması gereklidir. Jeneratör, hidrofor veya herhangi bir gürültü çıkaran cihazlarında araçlarda olduğu gibi konforu sağlamak açısından yalıtılması gereklidir (Yalçınkaya ve Öner, 2019:515). İki katlı veya tek katlı bir binada çatı, yan duvarlar, taban, pencere ve kapı (hava kanalları) önemli ısı kaybı bölgeleridir. Yüksek katlı binalarda yan duvarlar, pencere ve kapı (hava kanalları) ısı kaybı açısından daha önemli olmaktadır. Yüzey alanı olarak duvarlara göre çok daha az olan çatı ve taban göreceli olarak daha az ısı kaybına yol açmış gözükmektedir. Aşağıda Şekil 3'de az katlı ve çok katlı binalarda genel olarak ısı kayıplarının nerelerden hangi yüzdelerde olduğu verilmiştir.^{1, 2}

1 <http://izoleyizolasyon.com/urun-detay-Yalitim-Nedir-ve-Ouml-nemi>

2 <https://www.beralyapi.com.tr/binalarda-isi-kaybi.html>

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

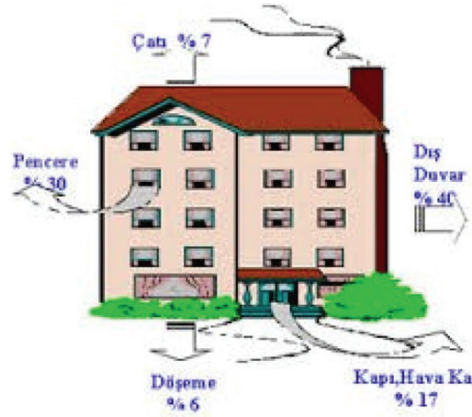
ID:22 K:10

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

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



Şekil 3. Binalardaki Isı Kayıpları Nerelerden Ne Düzeyde Olmaktadır.³⁴

AMAÇ

Enerjinin, rekabetin ve sera gazlarının etkin olduğu günümüzde insanlar evlerindeki, işyerlerindeki ve araçlarındaki konforlarından fedakârlık yapmak istememektedirler. İmkanları dahilinde gürültüsüz ve ısı şartlarının uygun olduğu ortamlarda bulunmak standart bir beklenti olmuştur. Bu şartları ancak ortamların uygun olarak yalıtılması ile mümkün olmaktadır. Araçlarda ve binalarda ses ve ısı yalıtımı konusunda tasarım yaparken doğru malzeme seçimini sağlanması için genel bir yaklaşımda bulunmak esas alınmıştır. Yeni nesil vücutta eriyen ve kanserojen olmayan taş yünlerinin kullanımının artması yangın güvenliği de dahil her açıdan insanlığın yararına. Bu çalışmanın amacı, araçlarda

kullanılan cam yünü ve taş yünü ile binalarda kullanılan yeni nesil üç çeşit taş yününün ses yutumlama performansları deneysel olarak tespit edilip tablo ve grafik kullanılarak karşılaştırılması ve firmaların verdiği ısı iletkenlik özelliklerinin karşılaştırılması ile uygun malzeme seçimine yardımcı olacaktır.

KAPSAM

Araçlarda ses yalıtımı ve binalarda ses ısı yalıtımı tasarımı yapılırken dikkate alınması gereken unsurlar ve yerine göre malzeme seçimi kapsam içeriğine alınmıştır.

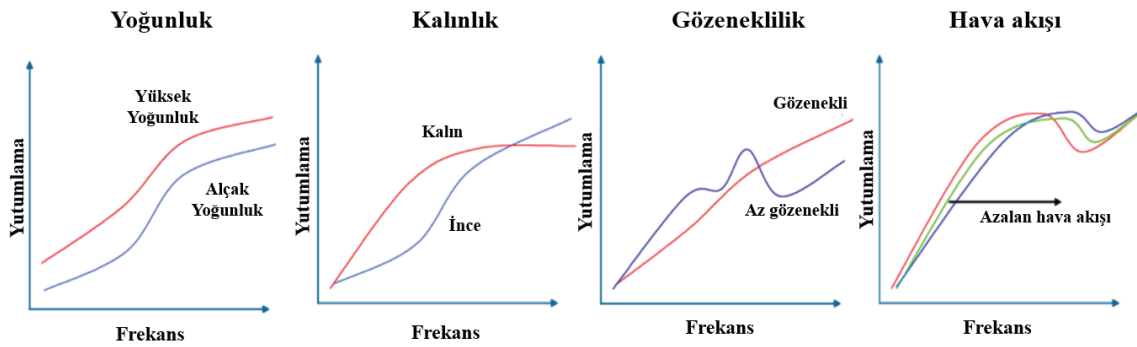
Araçlarda ses yalıtımı yapılırken gürültüye neden olan etkenler ve etkin oldukları frekans aralıklarının verildiği Şekil 2'deki frekans aralıklarına çok dikkat etmek gerekmektedir. Ses yalıtımında kullanılan malzemelerin etkin oldukları frekanslar farklılık göstermektedir. Ses yutumlama performansını artıran temel özelliklerin başında yoğunluk, kalınlık,

3 <http://izoleyizolasyon.com/urun-detay-Yalitim-Nedir-ve-Ouml-nemi>

4 <https://www.beralyapi.com.tr/binalarda-isi-kaybi.html>

gözeneklilik ve hava akışı etken olmaktadır. Bu etkenler grafiksel olarak aşağıda Grafik

1'de gösterilmiştir (Bilova ve Lumnitzer, 2011: 39-42).



Grafik 1. Ses Yutulama Performansını Artıran Temel Özelliklerin Şemaları (Bilova ve Lumnitzer, 2011: 39-42)

Genel olarak araçların ses yalıtımı tasarımında dikkate alınması gerekenler;

1) Motor bölgesi yalıtımı: Motora temas etmeyen kaput altı, çamurluk üstleri, ön cam altları ve çamurluk kapı arası sacı gibi yerlerde hafif yanmaz poliüretan sünger veya tekstil ağırlıklı hafif yalıtım malzemeleri yerine göre üstleri kaplanarak kullanılır. Burada orta ve yüksek frekans seslerin yutulması esastır. Motor ve aktarma organlarının araçla yakın olduğu bölgelerde (dış ön göğüs gibi) genellikle yüksek yoğunluklu üzerleri kaplanmış yanmaz taş yünleri tercih edilir. Üzerleri kaplanmış yüksek yoğunluklu keçe veya kalın yanmaz poliüretan süngerde kullanılmaktadır. Burada titreşimde olduğu için düşük ve orta frekanslar ağırlıklı olmak üzere tüm frekanslara etki edebilen taş yünü gibi

yalıtkanlar tercih edilir. Motor, manifold, şanzıman üstü ve egzoz borusu gibi çok sıcak bölgelerde yalıtım malzemesinin üstüne delikli alüminyum folyo kaplanır. Benzer uygulama sıcak ortamda çalışan metallerin üzerine oksitlenmeden korumak için süper alaşım kaplanması da görülmektedir (Öner ve Yalçınkaya, 2011: 599-560). Ayrıca ısı kalkanı altında bağımsız alüminyum levha da kullanılmaktadır. Motor altlarında ise kompozit veya taşıyıcı plastiklere tutturulmuş yutulama ağırlıklı suya, yanmaya ve motor yağına dayanıklı kaplanmış genellikle tekstil ve poliüretan sünger ağırlıklı yalıtım malzemeleri kullanılır.

2) Motor ile kabin arası olan bu bölge ses yalıtımı açısından ve aynı zamanda ısı yalıtımı da sağladığı için en can alıcı bölgedir.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:22 K:10

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

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Burada tüm frekanslarda yutumlama, titreşim sönümlenme ve “Transmission Loss” denilen sesin geçmesinin engellenmesi de dikkate alınmaktadır. Motor tarafından dış ön göğüs izolatörü kullanımına ilave olarak iç ön göğüs izolatörü de kullanılmaktadır. Burada seçilecek malzemeler motor cinsi araç hacmi ve araç sınıfı dikkate alınarak yapılır. Tüm şartları tek bir malzeme sağlayamadığı için iki veya üç tabakalı yapı kullanılmaktadır. Bunlar; a- Üst tabaka olarak ağır plastik katman altına ikinci tabaka olarak keçe veya poliüretan köpük. b- Yoğun üst tabaka (Taş yünü veya keçe) altına az yoğun ikinci tabaka (keçe veya poliüretan köpük). c- Yoğun üst tabaka (Taş yünü veya keçe) altına plastik film en alta az yoğun tabaka (keçe veya poliüretan köpük) şeklindedir. Bu bölgede ses kaçaklarının önlenmesi için bu izolatörler ön göğüs sacına göre formlu üretilirler ve direksiyon demiri, tesisat ve klima boruları gibi delik yerleri de sıkı geçme şeklinde form verilerek ayarlanır.

3) Bagaj bölgesinde genelde hava yolu ile taşınan sesler ve sızan gürültüler olduğu için orta üstü ve yüksek frekanslarda yutumlama yapabilen mikro fiber keçe, saf katkısız taş yünü, çok hafif poliüretan sünger gibi malzemeler kullanılmaktadır. Tek hacimli araçlarda bu bölgenin araç içini etkilememesi için özellikle egzoz gibi gürültü kaynaklarının üstlerine ilave yalıtım

malzemeleri de kullanmak gerekmektedir. Tıkırtıya ve gürültüye yol açabilecek tüm metal veya plastik parçalar (Stepne lastiği dahil) özel yanma direnci yüksek genişletilmiş polipropilen (EPP) taşıyıcı ve koruyucular içinde bulundurulmaktadır.

Genel olarak binalarda ısı ve ses yalıtımı tasarımında dikkate alınması gerekenler;

1) Özellikle binaların yalıtımı tasarımı yapılırken dış sıcaklıklara dikkat etmek gerekir. Bu konuda ülkemizdeki iller dört bölgeye dağıtılmış ve bölgelere göre standartlar oluşturulmuştur. Bölgelere göre ısı geçirgenlik katsayıları ($U - W/m^2K$) verilmiştir. Tavan için (UT) ve döşemeler için (UD) olarak belirlenen bu değerler aşağıda Şekil 4’de verilmiştir.⁵ Örneğin çatı yalıtım malzemesinin bölgemize (4. Bölge $UT=0,25$) uygun kalınlığını hesaplanırsa: λ değeri $0,041 W/mK$ olan taş yününün kalınlığı (d) $=0,041 / 0,25=0,164m = 164mm$ olarak bulunur.⁶

5 <https://www.starbor.com.tr/sayfalar/r-degeri.html>

6 <https://www.starbor.com.tr/sayfalar/lambda.html>

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

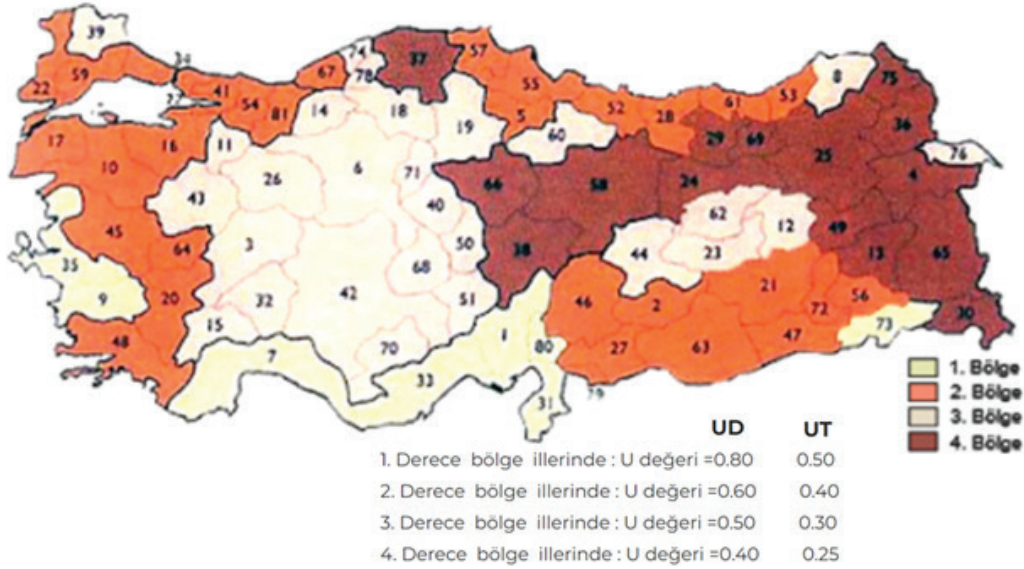
ID:22 K:10

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

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



Şekil 4. Ülkemizde İllere Göre Uygulanacak Isıl Geçirgenlik Katsayıları.⁵

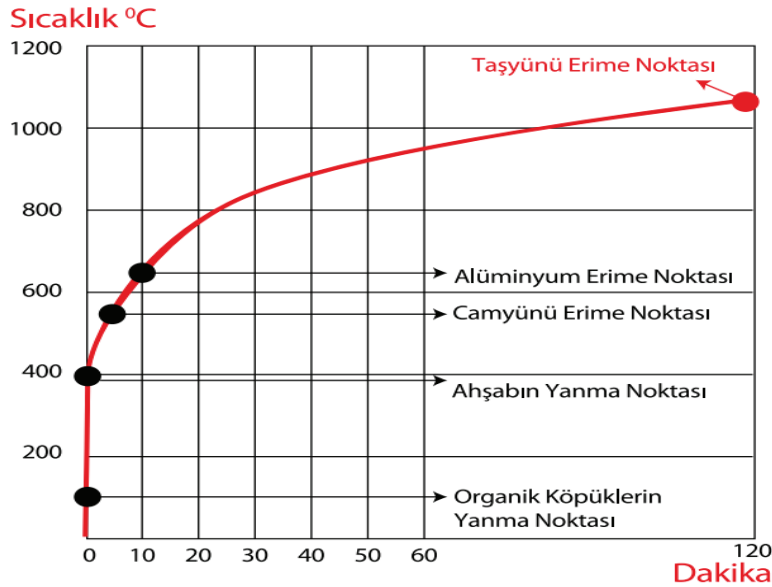
- 2) Çatı Yalıtımı (Yangın sınıfı A1 gerektirmeyen yerlerde) ucuz olması açısından Cam Yünü önerilir diğer durumda Taş yünü önerilmektedir. Bazı durumlarda yangın riskine rağmen ucuz olması açısından Ekstrude Polistiren Levhalar da kullanılabilir.
- 3) Teras Yalıtımına basma direnci yüksek 100-155 kg/m³ yoğunluklarda Taş yünü kullanılması önerilmektedir. Aynı şekilde kaplama altında Ekstrude Polistiren Levhalar da kullanılabilir.
- 4) Ara Bölme Yalıtımında yangın dikkate alındığında taş yünü malzemeler kullanılmalıdır. Burada yoğunluk genellikle 50 kg/m³ önerilmektedir. Birçok durumda hesaplı olması açısından Cam yünü de kullanılabilir.
- 5) Dış Cephe veya Mantolama. Yangının ilerlemesine sebebiyet verdiği için artık Ekstrude Polistiren Levhalar kullanılmaktadır. Çoğunlukla taş yünü tercih edilmektedir.
- 6) Döşeme Yalıtımı (Yüzer Döşeme) Yüksek yoğunluk ve basma direnci yüksek olan taş yünü en tercih edilendir. Bu sayede aynı zamanda katlar arası ses ve vibrasyon yalıtımı da sağlanmış olur.
- 7) Tesisat Yalıtımı için birçok firmanın kullanım yerine göre şekillendirilmiş taş yünü, cam yünü, Ekstrude Polistiren, polietilen köpük ve kauçuk esaslı köpükleri kullanılmaktadır
- 8) Klima kanalları yalıtımı için bir yüzeyi alüminyum kaplanmış genellikle 25mm

kalınlığında taş veya cam yünü levhalar kullanılmaktadır.

Binalarda taş yünü kullanmanın önemi.

1) Binalarda bunların dışında en dikkate alınacak konu yangın riskidir. Yangın açısından en güvenli olan kaplama taş yünüdür.

Yangının ilerlemesine yol açmaz. Yangına 1100°C'ye kadar iki saat boyunca dayanır. Bu diğer malzemelere göre çok büyük avantaj vermektedir. Aşağıda Grafik 2'de Bazı malzemelerin zamana karşı erime veya yanma dereceleri verilmiştir.⁷



Grafik 2. Bazı Malzemelerin Zamana Karşı Erime veya Yanma Dereceleri.⁷

- 2) Isı iletkenlikleri $0,035 \leq \lambda \leq 0,040$ W/mK.
- 3) Su buharı difüzyon direnci $\mu = 1$ 'dir.
- 4) Sıcağa ve rutubete maruz kalması halinde, boyutlarında değişme olmaz.
- 5) Bozulmaz, çürümez, küf tutmaz, paslanmaz. Böcekler ve mikro organizmalar zarar vermez.

- 6) Birçok Taş yünü biyo çözünebilir ve kanserojen değildir.

YÖNTEM

Araçlarda kullanılan taş yünü ile binalarda ısı yalıtımında kullanılan çeşitleri taş yünü ile cam yünüün ses yutumlama değerleri deneysel yöntemle tespit edilmiştir. Burada deneysel çalışma ASTM-E 1050-98 standardına uygun bu konuda Avrupa'nın en iyi ve güvenilir markalarından Brüel & Kjaer'in test cihazı

⁷ <https://ravagobuildingsolutions.com/tr/wp-content/uploads/sites/26/2022/04/ravagatasyunubrtreng2021.pdf>

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:22 K:10

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

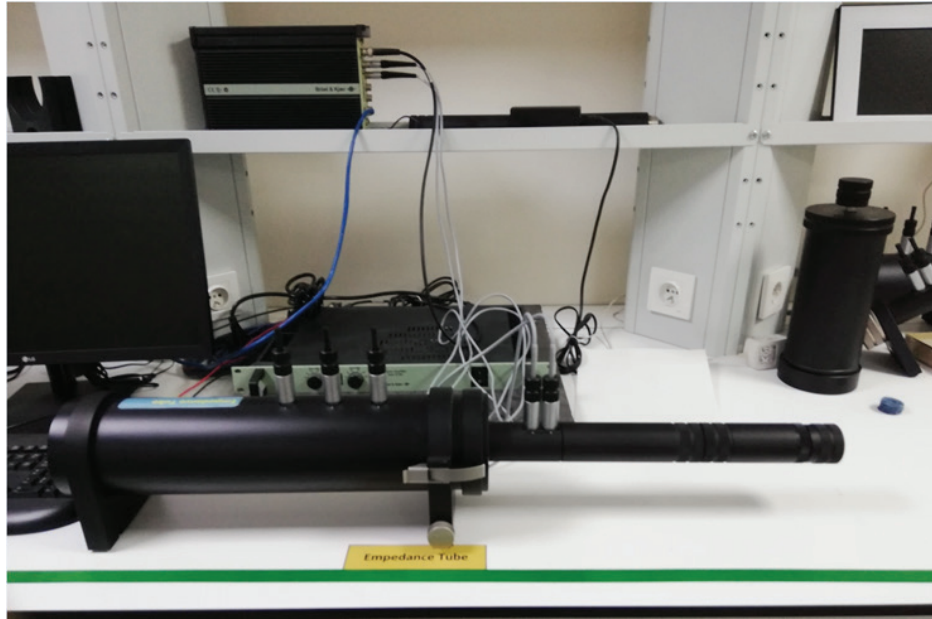
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

ve yazılım (PULSE) kiti ile yapılmıştır. Bu kit aşağıda Şekil 5'te gösterildiği şekilde yukarıdan aşağı gidildiğinde farklı frekanslarda analog ses sinyali üretip amplifikatöre gönderen ve mikrofonlardan gelen analog sinyallerle eşleştirip dijital sinyal olarak bilgisayara gönderen Fast Fourier Transformatör (FTT). Bilgisayar Pentium® işlemcili, 320 GB Hard diske sahip standart görüntü ve ses kartı vardır. İçinde Pulse yazılımı, Microsoft Windows Vista işletim sistemi, Microsoft Office 2003 programı ve FTT analizöründen gelen veri aktarımı için "LAN" yerel ağ bağlantısı

mevcuttur. Analog sesi yükselten amplifikatör 100 W stereo ses gücünde 15 Hz–20kHz frekans aralığındaki frekanstaki sesleri yükseltebilmektedir. Mikrofonlar Ses kaynağı olan hoparlörlerden 16-6300 Hz arasındaki frekanslarda üretilen ses dalgalarını ve sonradan numuneden geçip akustik olmayan pistonundan dönüp tekrar numuneden geçen ses dalgalarını algılayıp bunları ses sinyallerine çevirerek FTT analizörüne gönderir. Analog ses sinyalini sese çeviren hoparlör (ses kaynağı) ve 10cm'lik ve 3cm'lik empedans tüplerden oluşmaktadır.



Şekil 5. Deneysel Çalışmada Kullanılan Test Cihazı

Deneyde kullanılan malzemeler: Birinci ve ikinci malzemeler araçların motor bölgesinde kullanılan yoğun ($4,5-5 \text{ kg/m}^2$) ağırlığında ve 30 mm kalınlığında bulunan ithal cam yünü

ve taş yünü malzemelerdir. Bu malzemeler 10 cm ve 3 cm çapındaki empedans tüplerinde kullanılması için 10 cm ve 3 cm çapında kesilmiş ve Şekil 6 ile Şekil 7'de verilmiştir.

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:22 K:10

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

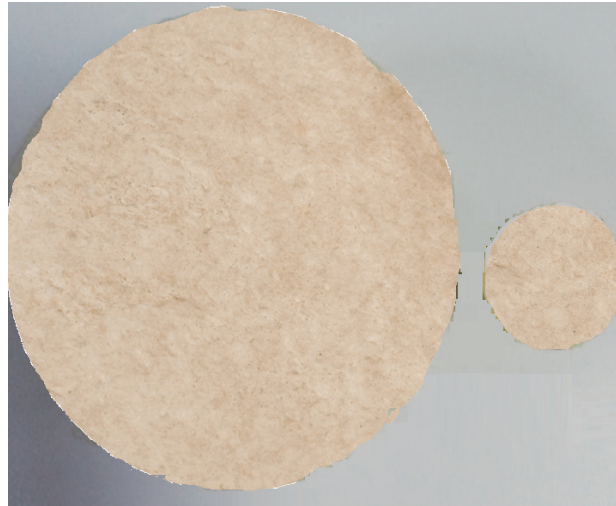
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



Şekil 6. Deneysel Çalışmada Kullanılan İthal Cam Yünü



Şekil 7. Deneysel Çalışmada Kullanılan İthal Cam Yünü

Üçüncü malzeme ise binaların ara duvarlarında kullanılan yeni teknoloji ürünü olan yenilenebilir biyolojik esaslı reçinenin kullanıldığı vücutta eriyebilen kansere neden olmayan

insan sağlığı ile dost 50 mm kalınlığındaki hafif taş yünü numunesinin 10 cm ve 3 cm çaplarında test için kesilmiş olarak aşağıda Şekil 8’de verilmiştir.

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:22 K:10

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

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



Şekil 8. Deneysel Çalışmada Kullanılan Yerli Reçineli Taş Yünü

Deneysel çalışmada kullanılan dördüncü malzeme ise binalarda ve araçlarda ses yutumlama malzemesi veya ısı yalıtım malzemesi olarak kullanılabilen saf (içinde reçine olmayan), çok

hafif, 50 mm kalınlığında olan yeni teknoloji ürünü yerli bir taş yünüdür. Test için 10 cm ve 3 cm kesilmiş olarak aşağıda Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9. Deneysel Çalışmada Kullanılan Yerli Saf Yeni Nesil Taş Yünü

Deneysel çalışmada kullanılan beşinci malzeme ise binalarda ve özellikle araçlarda ses yutumlama malzemesi veya ısı yalıtım malzemesi olarak kullanılabilen içinde reçine olmayan, çok hafif, 50 mm kalınlığında olan üzeri da-

ğılmaya ve dış etkenlere direncini artırma yönünde kaplamalı yeni teknoloji ürünü yerli bir taş yünüdür. Test için 10 cm ve 3 cm kesilmiş olarak aşağıda Şekil 10'da verilmiştir.

UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:22 K:10

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

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

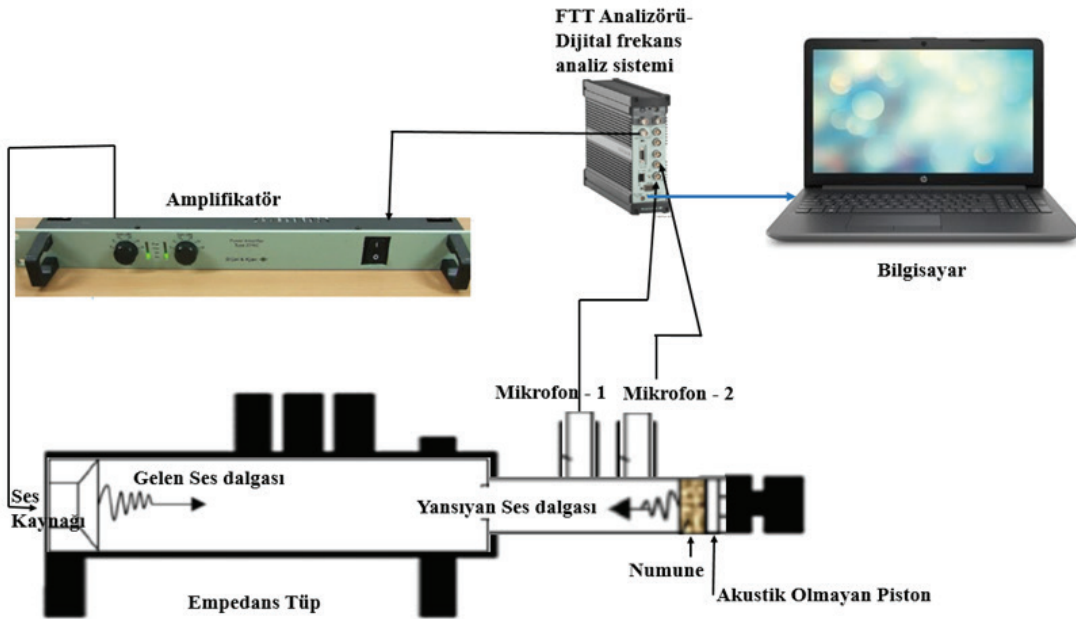
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



Şekil 10. Deneysel Çalışmada Kullanılan Yerli Saf Kaplamalı Yeni Nesil Taş Yünü

Deneyin yapılması: Önceden planlanan on adet deneyden oluşan çalışma, ASTM-E 1050-98, “Bir tüp, iki mikrofon ve bir dijital frekans analiz sistemi kullanarak akustik malzemelerin empedansı ve ses yutumu için

standart test yöntemi” standardına göre yapılarak tamamlanmıştır. ASTM-E 1050-98 standardına göre oluşturulan test düzeneği Şekil 11’de gösterilmiştir.



Şekil 11. Deneyin Yapılışı, Düzenek ve Çalışma Prensibi



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:22 K:10

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

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Deneyde kullanılan empedans tüp ünitesi (Combined EC) 10 cm ve 3 cm'lik empedans tüplerinin birleştirilmesi ile oluşturulmuştur. Sistem gereği deneyler 10cm çap ve 3cm çaplı tüpler için ayrı yapılabilmektedir.

İlk aşamada; Şekil 6'da gösterildiği gibi 3 cm çapındaki ve 50 mm kalınlığında olan ithal cam yünü numune 3 cm çapındaki empedans tüpünün sağ ucunda bulunan yere takılmıştır. Ses kaynağı olan hoparlör 10 cm çapındaki tüpün sol ucuna monte edilmiştir. FTT analizöründe üretilen 1/3 oktav bandında 1600 Hz frekansında ses üretecek sinyaller amplifikatöre gönderilmiştir. Amplifikatör bu ses sinyallerini yükselttilerek ses kaynağına gönderilmiş ve burada bu ses sinyalleri sese dönüştürülerek empedans tüpün içine sabit frekansta (1600 Hz) rastgele ses olarak gönderilmiştir. Bu sabit frekansta rastgele olarak üretilen sesler Şekil 11'de gösterilen 3cm çapındaki empedans tüpün sonunda solda olan numuneye gönderilmiştir. Bu ses dalgaları numuneden geçerek akustik olmayan pistonu çarpıp tekrar numuneden geçerek geri dönmüşlerdir ve ondan geri gelen yansıyan sesler mikrofonlar aracılığı ile sestense sinyaline dönüştürülerek FTT analizörüne ses sinyali olarak gönderilmişlerdir. FTT analizörü bu gelen sinyalleri 1/3 oktav bandında gönderdiği 1600 Hz frekansın ses sinyallerinin karşılığı olarak ele alıp bu giden ve geri gelen sinyalleri dijital verilere çevirerek ve LAN ara

yüzünü kullanarak bilgisayara göndermiştir. Bilgisayarda bulunan Pulse paket yazılım bu verileri 50 mm kalınlığındaki numunenin 1600 Hz verileri olarak kaydetmiştir. Sonra sırası ile 2000, 2500, 3150, 4000, 5000 ve 6300 Hz için aynı numunede aynı deney aynı şekilde tekrarlanmıştır. Sonra bu numune sökülerek ikinci olan 3 cm çapındaki ithal taş yünü takılmış. 1600-6300 Hz arası için aynı testler aynı şekilde tekrarlanmıştır. Sonra bütün bu testler geri kalan 3 cm çapındaki üç numune için de tekrarlanmıştır.

Deneylerin ikinci aşamasında; 10 cm çapındaki empedans tüpün sağ ucunda bulunan 3 cm çapındaki empedans tüpü sökülerek yerine 10 cm çapında numune koyma yeri ve akustik olmayan piston içeren ünite monte edilmiştir. Mikrofonlar 3 cm çapındaki empedans tüpünden sökülerek 10 cm çapındaki empedans tüpüne monte edilmişlerdir. 50 mm kalınlığında ve 10 cm çapındaki ithal cam yünü numune 10 cm çapındaki empedans tüpünün sağ ucunda bulunan numune koyma yerine takılmıştır. 16-1250 Hz arası frekans testleri için düzenek hazır hale gelmiştir. Tekrar FTT analizöründen 1/3 oktav bandında 16 Hz frekansında ses sinyalleri amplifikatöre gönderilmiştir. Amplifikatör gelen ses sinyallerini kuvvetlendirerek ses kaynağı olan hoparlöre iletmiş ve ses kaynağı gönderilen 16 Hz frekansındaki ses sinyallerini 16 Hz frekansındaki sese dönüştürerek 10 cm çapında-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:22 K:10

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

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

ki empedans tüpüne sabit frekansta rastgele ses olarak iletmiştir. Bu ses dalgaları numuneden geçerek akustik olmayan piston çarpıp tekrar numuneden geçerek geri dönmüşlerdir. Tüpün üstünde takılmış olan mikrofonlar bu giden ve geri gelen sesleri algılayarak ses sinyallerine çevirmiş ve FTT analizörüne göndermiştir. FTT analizörü bu gelen sinyalleri gönderdiği 16 Hz frekansın karşılığı olarak değerlendirip bu iki ses sinyalini dijital verilere çevirerek LAN ara yüzü aracılığı ile bilgisayara göndermiştir. Bilgisayarda bulunan Pulse paket yazılım bu verileri 50 mm kalınlığındaki ithal cam yünü numunenin 16 Hz frekansı verileri olarak kaydetmiştir. Sonra sırası ile 20, 25, 31,5, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 310, 400, 500, 630, 800, 1000 ve 1250 Hz için aynı numunede aynı deney aynı şekilde tekrarlanmıştır. Sonra bu

numune sökülerek ikinci olan 10 cm çapındaki ithal taş yünü numune takılmış. 16-1250 Hz arası için aynı testler aynı şekilde tekrarlanmıştır. Sonra bütün bu testler geri kalan 10 cm çapındaki üç numune için de tekrarlanarak 10 numune için 10 deney tamamlanmıştır. Beş çeşit malzemenin deney sonuçları bilgisayara kaydedilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Yapılan testler neticesinde bulunan sonuçlar aşağıda Tablo 1 de gösterilmiştir.

Tabloda değişen frekanslara göre beş çeşit numune için elde edilen yutulama katsayıları kullanılarak Grafik 3'de artan frekanslara karşı 5 numunenin yutulama katsayıları verilmiştir.



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:22 K:10

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

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

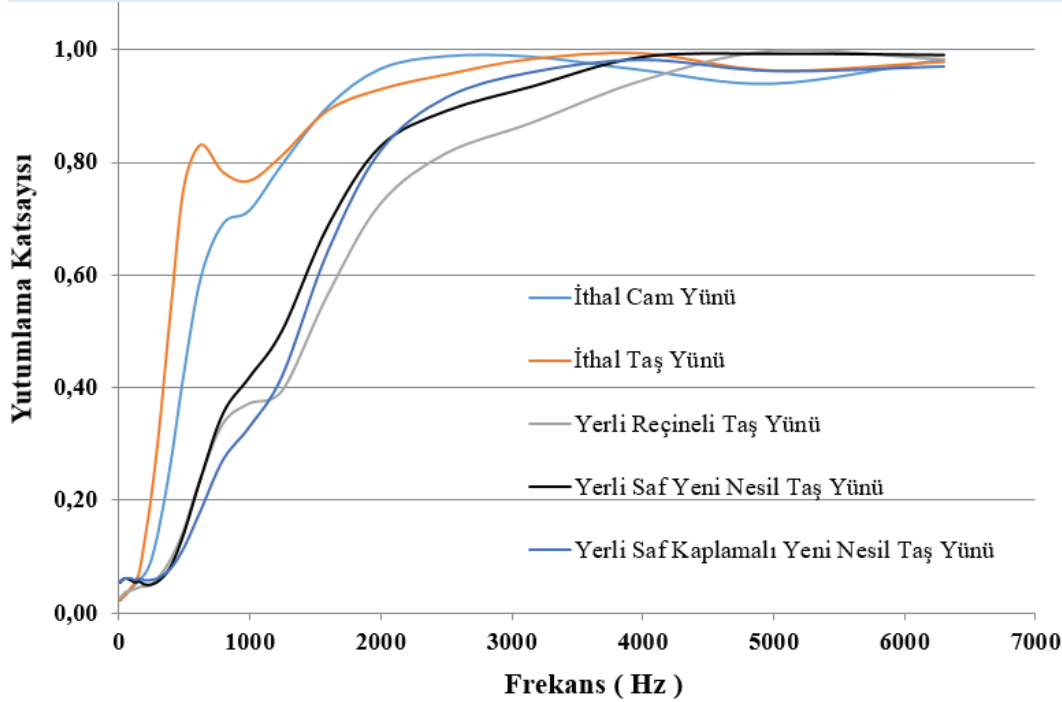
(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Tablo 1. Beş Çeşit Numunenin Empedans Tüp Testi Sonucunda Değişen Frekanslara Karşı Bulunan Ses Yutumlama Değerleri

Frekans (Hz)	Malzeme 1 İthal Cam Yünü	Malzeme 2 İthal Taş Yünü	Malzeme 3 Yerli Reçineli Taş Yünü	Malzeme 4 Yerli Saf Yeni Nesil Taş Yünü	Malzeme 5 Yerli Saf Kaplamalı Yeni Nesil Taş Yünü
16	0,02	0,02	0,03	0,05	0,05
20	0,02	0,03	0,03	0,06	0,06
25	0,03	0,03	0,03	0,06	0,06
31,5	0,03	0,03	0,03	0,06	0,06
40	0,03	0,03	0,03	0,06	0,06
50	0,03	0,03	0,04	0,06	0,06
63	0,03	0,04	0,04	0,06	0,06
80	0,04	0,04	0,04	0,06	0,06
100	0,04	0,05	0,04	0,06	0,06
125	0,05	0,06	0,04	0,06	0,05
160	0,06	0,08	0,05	0,06	0,06
200	0,07	0,1	0,05	0,06	0,05
250	0,09	0,12	0,05	0,06	0,05
315	0,16	0,15	0,07	0,06	0,06
400	0,27	0,19	0,10	0,08	0,08
500	0,43	0,26	0,15	0,14	0,12
630	0,60	0,45	0,24	0,24	0,18
800	0,69	0,68	0,34	0,35	0,27
1000	0,71	0,84	0,37	0,42	0,33
1250	0,80	0,9	0,39	0,50	0,42
1600	0,90	0,91	0,57	0,69	0,64
2000	0,97	0,97	0,73	0,83	0,82
2500	0,99	0,94	0,82	0,89	0,92
3150	0,99	0,9	0,87	0,93	0,96
4000	0,96	0,84	0,95	0,99	0,98
5000	0,94	0,88	1,00	0,99	0,96
6300	0,98	0,94	0,98	0,99	0,97

CAM YÜNÜ VE DÖRT ÇEŞİT TAŞ YÜNÜNÜN SES YUTUMLAMA KATSAYILARI



Grafik 3. İthal Cam Yünü ve Dört Çeşit Taş Yününün Artan Frekanslara Göre Ses Yutulama Katsayıları

Malzeme 1 ve malzeme 2 olarak verilen otomotivlerde kullanılan cam ve taş yünlerinin ses yutulama katsayılarını incelediğimiz zaman diğerlerine göre düşük ve orta frekanslarda çok daha iyi yutulama yaptıkları gözlemlenmektedir. Bunun bir sebebi yoğunluklarının binalarda kullanılan taş yünlerine göre 3-4 kat fazla olması diğerine ise daha kalın olmalarıdır. Bu literatürden alınan ve Grafik 1’de verilen yoğunluk ve kalınlıkların etkisini gösteren grafikler ile örtüşmektedir (Bilova ve Lumnitzer, 2011: 39-42). Ayrıca Öner

ve Yalçınkaya (2021) poliüretan köpük malzemenin farklı kalınlıklara göre ses yutulmaları incelenmiş ve yine benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Binalarda kullanılan yeni nesil yerli çok ince elyafli taş yünleri olan malzeme 4 ve malzeme 5, geleneksel yerli reçineli taş yünü olan malzeme 5’e göre daha iyi yutulama yapmışlardır. Çok ince elyafli taş yününün gözenekliliğinin ve özellikle hava geçirgenliğinin fazla olması bu sonuca etkili olmuştur buda Grafik 1’de verilen gözeneklilik ve hava geçirgenliği etkisini gös-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:22 K:10

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

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

teren grafikler ile örtüşmektedir (Bilova ve Lumnitzer, 2011: 39-42).

Türkiye’de üretilen çeşitli taş yünlerinin ısı iletkenlik değerleri (λ) (W/mK)

İzocam Firması Dış Cephe Levhası ⁸	0,035
İzocam Firması Teras Çatı Levhası ⁹	0,039
İzocam Firması Manto Taşyünü R ⁺¹⁰	0,037
Knauf Firması Cephe Mineral Plus FCB032 Pro ¹⁰	0,032
Knauf Firması Cephe Mineral Plus FCB037 KD ¹¹	0,037
Knauf Firması Ara Bölme Mineral Plus IPB 039 ¹²	0,039
Knauf Firması Çatı Şiltesi Earthwool 035 ¹³	0,035
Knauf Firması Mineral Wool MP Acousticboard ¹⁴	0,033
Özpor Firması Taş Yünü ¹⁵	0,038 – 0,040
Timaş Firması Taş Yünü ¹⁶	0,040
Akdağ Firması Mineral Taş yünü ¹⁷	0,037
Revago Ravatherm ¹⁸	0,029 - 0,035

Tüm bu değerler 10°C de ölçülen değerlerdir. Binalarda kullanılan tüm bu taş yünleri yerli üretimdir. ⁸⁹¹⁰¹¹¹²

Üç firma ürettikleri taş yünlerinin vücutta çözüldüğünü ve kanserojen olmadığını beyan edip EUCEB belgesi almıştır. ¹³¹⁴¹⁵¹⁶¹⁷¹⁸

SONUÇ

Otomotivde kullanılan taş yünlerinin ses yutumlama performanslarının binalarda kullanılanlara göre özellikle düşük ve orta frekans-

8 <https://www.izocam.com.tr/images/product/technical-image/dis-cephe-levhas922.pdf>

9 <https://www.izocam.com.tr/images/product/technical-image/teras-cati-levhasi837.pdf>

10 <https://www.izocam.com.tr/images/product/technical-image/manto-tasyunu-r-870.pdf>

11 <https://www.knaufinsulation.com.tr/urunler-0/mineral-plus-fcb037-kd>

12 <https://www.knaufinsulation.com.tr/urunler-0/mineral-plus-ipb-039>

13 <https://www.knaufinsulation.com.tr/urunler-0/earthwool-035>

14 <https://www.knaufinsulation.com.tr/urunler-0/mp-acousticboard-kdb-032>

15 <https://www.ozpor.com.tr/tasyunu/>

16 <https://www.timas.net/tasyunu/>

17 <https://www.akdagtasyunu.com/documents/Katalog.pdf>

18 <https://ravagobuildingsolutions.com/tr/wp-content/uploads/sites/26/2022/04/ravagatasyunubrtreng2021.pdf>



UHMFED

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:22 K:10

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

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

larda daha iyi olmasının nedeni otomotivdeki form alma özelliği, değişken zor şartlara uygunluk açısından daha dayanıklı olması için şartların zorlanması ve daha yoğun olmasının neden olduğu görülmektedir. Yoğunluğun artması ile düşük ve orta frekanslarda, gözenekliliğin artması ve hava geçirgenliğinin artması ile tüm frekanslarda yutulama katsayısının artması literatürde yapılan çalışma ile benzer çıkmıştır (Bilova ve Lumnitzer, 2011: 39-42). Kalınlık arttıkça orta ve düşük frekanslarda yutulamanın artması literatürde yapılan çeşitli çalışmalarda da gözlemlenmiştir (Öner ve Yalçinkaya, 2021:549-560; Bilova ve Lumnitzer, 2011: 39-42; Gade, A., 2011: 105). Binalarda yabancı kökenli dünya çapında olan firmalarda yeni nesil taş yünlerinde 0.032 W/mK ısı iletkenlik değerleri (λ) görülüyorken yerli firmalarda bu değerler 0,037 ve 0,040 gibi seviyelerdedir. Binalarda yalıtım malzemeleri çok kullanıldığı için teknolojinin yanı sıra fiyatta çok rol oynamaktadır. Fiyat rekabetinin olduğu yerlerde müşteri kaybetmemek için yabancı kökenli firmalarda 0,037 – 0,040 ısı iletkenliklerde taş yünleri de bulundurmaktadırlar. Firmalar arasında ısı değer olarak farkı en büyük ile en küçük rakam karşılaştırıldığı zaman % 40'lara yakın bir fark çıkmaktadır. Ülkemizde üretilen taş yünlerinin çeşit ve ısı değer olarak her türlü kullanım yeri için yeterli olduğu görülmüştür.

KAYNAKÇA

BILOVA, M., LUMNITZER, E., (2011).

Advanced Techniques Used for Acoustical Parameters Determination of Sound Absorbers, Annals of Faculty Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering, Tome IX. (1), 39-42

DOBIA, R.A., HEMEL, S.V., (2004).

Hearing Loss: Determining Eligibility for Social Security Benefits, 2 Basics of Sound, The Ear, And Hearing, National Academies Press Washington (DC), 2, 52-59.

DEULGAONKAR, V.R., KALLURKAL, S.P., MATTANI, A.G., (2014).

Review and Diagnostics of Noise and Vibrations in Automobiles, International Journal of Modern Engineering Research (IJMER), 1, 2, 242-246

GADE, A., (2011).

Sound Absorbers and Their Application in Room Design, İçinde J. Rindel (Ed.), Fundamentals of Acoustics and Noise Control, Department of Electrical Engineering, Technical University of Denmark, September 2011 Note no 31200, Danimarka, 4, 105

ÖNER, A., YALÇINKAYA, S., (2021).

Usage Areas of Acoustic Polyurethane Foam in Vehicles and Its Contribution to Weight Reduction, International Innovative Approaches in Engineering & Tech-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:22 K:10

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

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

nology, Şahin Y., Yalçinkaya S., Editör,
Güven Plus Group Inc. Publications:
46/2021, İstanbul, s.60

yal% C4% B1t% C4% B1lmam
% C4% B1% C5% 9F-binalar (E.T.
22.04.2022)

ÖNER, A., YALÇINKAYA, S., (2021). Increasing the Surface Properties of the Widely Used AISI4140 Steel by Coating with Co-Based Super alloy by LMD Method, 6. Uluslararası Mühendislik ve Teknoloji Yönetimi Kongresi, İstanbul, Türkiye, 21 Kasım, (6), ss.549-560

<http://izoleyizolasyon.com/urun-detay-Yalitim-Nedir-ve-Ouml-nemi> (E.T. 22.04.2022)

<https://www.beralyapi.com.tr/binalarda-isi-kaybi.html> (E.T. 22.04.2022)

<https://www.starbor.com.tr/sayfalar/r-degeri.html> (E.T. 22.04.2022)

PETERS, R.J., SMITH, B.J., HOLLINS, M., (2011). Acoustics and Noise Control-Third Edition. 3 Human Response to Noise, Routledge 2013 New York, ss.55-74

<https://www.starbor.com.tr/sayfalar/lambda.html> (E.T. 22.04.2022)

<https://ravagobuildingsolutions.com/tr/wp-content/uploads/sites/26/2022/04/ravagatasyunubrtreng2021.pdf> (E.T. 22.04.2022)

YALÇINKAYA, S., ÖNER, A., (2019). Polypropylene and Wood Sawdust-Filled Polypropylene Material Tensile Test and Elongation Test Experiment Application Which are Used in Vehicles, 5th International Congress on Engineering, Architecture and Design, İstanbul, Türkiye, 21 - 22 Aralık, (1), ss.510-518

<https://www.izocam.com.tr/images/product/technical-image/dis-cephe-levhas922.pdf> (E.T. 24.04.2022)

<https://www.izocam.com.tr/images/product/technical-image/teras-cati-levhasi837.pdf> (E.T. 24.04.2022)

İNTERNET KAYNAKLARI

ÖZTÜRK, M., (2021). Mantolanmamış (Yalıtılmamış) Binalar, Independent-Türkçe 20.03.2021, [https://www.indyturk.com/node/332181/t%C3%BCrki%CC%87yeden-sesler/mantolanmam](https://www.indyturk.com/node/332181/t%C3%BCrki%CC%87yeden-sesler/mantolanmam%C4%B1%C5%9F-) %C4%B1%C5%9F-

<https://www.izocam.com.tr/images/product/technical-image/manto-tasyunu-r-870.pdf> (E.T. 24.04.2022)

<https://www.knaufinsulation.com.tr/urunler-0/mineral-plus-fcb032-pro> (E.T. 24.04.2022)



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:22 K:10

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

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

-
- <https://www.knaufinsulation.com.tr/urunler-0/mineral-plus-fcb037-kd> (E.T. 24.04.2022) **KISALTMALAR**
Pa: Pascal
dB: Desibel
- <https://www.knaufinsulation.com.tr/urunler-0/mineral-plus-ipb-039> (E.T. 24.04.2022) Hz: Hertz
kHz: KiloHertz
- <https://www.knaufinsulation.com.tr/urunler-0/earthwool-035> (E.T. 24.04.2022) UT: Tavan için ısı geçirgenlik katsayıları
UD: Döşeme için ısı geçirgenlik katsayıları
- <https://www.knaufinsulation.com.tr/urunler-0/mp-acousticboard-kdb-032> (E.T. 24.04.2022) ASTM-E 1050-98: Empedans tüp standardı
FTT: Fast Fourier Transformatör
- <https://www.ozpor.com.tr/tasyunu/> (E.T. 24.04.2022) **SEMBOLLER**
U: ısı geçirgenlik katsayıları (W/m²K)
- <https://www.timas.net/tasyunu/> (E.T. 24.04.2022) λ: Isı iletkenliği (W/mK)
- <https://www.akdagtasyunu.com/documents/Katalog.pdf> (E.T. 24.04.2022)
- <https://ravagobuildingsolutions.com/tr/wp-content/uploads/sites/26/2022/04/ravagatasyunubrtreng2021.pdf> (E.T. 24.04.2022)
-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:22 K:10

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

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: As societies develop, their coexistence in cities and large buildings increases. This happens at home as well as at work. While an engineer used to have a separate large room, today dozens of engineers work together in open offices. While even a cat can get into the old ones, neither dust nor pollen can enter today's vehicles. The basis of all these developments lies in ensuring the comfort of people. Sound (noise), heat and humidity balance is the biggest factor in providing these comforts. Insulation of all exterior surfaces, between floors and interior walls of houses and buildings is for this sound and heat comfort. Similar insulation is done in vehicles. Insulations made for sound in vehicles mostly provide thermal insulation. Heat insulation in houses and buildings is sufficient except between floors, interior walls and special noise sources (generator, booster and similar). For this reason, there are rock wool-based insulation materials with higher thermal permeability coefficients but better acoustic values produced by all companies for the inner wall. While all these insulations are being made, our biggest assistant is rock wool, which is produced locally by many companies with inorganic raw materials in the soil, and can be adapted to any place with its very superior properties, including the absence of fire risk. **Aim:** It has been a standard expectation for people in our country to be in an environment that is quiet and suitable for thermal conditions. To increase our living comfort with the right selection of insulation materials used in all parts of our workplaces, homes, buildings and vehicles, and most importantly, to reduce the emission of energy, which is one of the most expensive elements of today, and greenhouse gas emissions that threaten humanity. It is desired to ensure that the sound and insulation material selection is made correctly by giving the advantages and usage possibilities of stone wool, which is given its superior properties. In terms of guidance, the sound absorption coefficients of five materials, four of which are stone wool, against changing frequencies will be determined by the tests to be made and the thermal transmittance coefficients of the stone wool produced in our country will be compiled from the catalogue values of the domestic production companies. **Method:** In this study, the noise and vibration sources in the vehicles and the frequency and transmission analyses of the sound and noise affecting the vehicles are given and the way is shown to ensure the right selection of insulation materials suitable for these frequencies and purpose. Dense and 30 mm thick samples were selected from imported glass wool, which is resistant to organic deterioration, mildew and rodent animals, and imported and local stone wool because it is inorganic due to its non-flammability and high thermal resistance. Three of these rock wools, which are domestic,



UHMFJ

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:22 K:10

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

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

are 50 mm thick, suitable for heat and sound insulation of buildings, have low density and can be used in vehicles except for the engine area. In order to be used in the combined impedance tube from the five selected materials, 10 samples were prepared by cutting them in 10 cm and 3 cm diameters. The experiment was carried out according to ASTM-E 1050-98, “Standard test method for impedance and sound absorption of acoustic materials using a tube, two microphones and a digital frequency analysis system” using the test setup and software of Brüel & Kjaar. In this kit, 5 samples with a diameter of 3 cm are tested for measurements between 1600 and 6300 Hz using the 3 cm diameter combined impedance tube and the absorption coefficients are determined. Then, the tube with a diameter of 3 cm is removed and the tube with a diameter of 10 cm is prepared, and the samples with a diameter of 10 cm are tested for measurements between 16 – 1250 Hz using a 10 cm diameter impedance tube and the absorption coefficients are determined. Similarly, the thermal permeability coefficients determined according to the regions in our country are given in order to assist the design of thermal insulation in buildings. With the knowledge of where the heat losses in houses and buildings come from, the points to be considered for insulation design are determined and it is aimed to ensure that material preferences are formed according to their locations. It is possible to use different or the same material (mostly rock wool because they are safe against fire risk) in different types or different thicknesses in the insulation design. In addition, information on its use with various coatings or preservatives is also given. The heat insulation materials used in the areas in contact with the outside also provide sound insulation. Stone wool-based sound insulation materials have been developed and become common on interfloor and interior walls. The thermal insulation coefficients of the stone wool used in the buildings were compiled from the catalogue values given by the manufacturers, contributing to the material selection in the design. **Findings and Results:** Sound absorption coefficients of glass and stone wool used in vehicles and three types of stone wool used in buildings were determined by measuring the frequencies between 16 Hz and 6300 Hz. When the graph drawn using these determined values is examined, it has been revealed that, in accordance with the literature, the stone wool used in vehicles that are much more dense, absorbs much better at low and medium frequencies than the stone wool used in buildings that are not dense. Again, in accordance with the literature, it has been found that the low-density stone wools have better absorption coefficients at high frequency than the dense stone wool. It has been revealed that the absorption value of the new generation pure stone wool is better than the resin one. With this result, it has been understood that this new generation stone wool used in buildings can also be used in vehicles in suitable places. In buildings, the thermal conduc-



UHMFD

www.hmfdergisi.com.tr

Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Mayıs / Haziran / Temmuz / Ağustos İlkbahar Yaz Dönemi Sayı: 17 Yıl:2022

International Refereed Journal of Engineering And Sciences

May / June / July / August Spring Summer Term Number: 17 Year:2022

ID:22 K:10

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

(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)

(2015/04066- 2015-GE-17837)

Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

tivity values (λ) of 0.032 W/mK are seen in the new generation stone wool produced locally by global companies, while these values are 0.037 and 0.040 in domestic companies. Since it is used a lot in buildings, it plays a big role in price as well as technology. In places where there is price competition, foreign origin companies also have rock wool with thermal conductivity of 0,037 - 0,040. As can be seen, when the difference between the companies in terms of thermal value is compared with the largest and smallest figures, there is a difference of nearly 40%. It has been seen that the stone wool produced in our country is sufficient for all kinds of use in terms of variety and thermal value.

DERGİ HAKKINDA

UHMFD “Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi” 2014 yılı itibariyle yayın hayatına girmiştir. Dergimizde literatüre kaynak sağlayacak nitelik ve değerde olan yayınlara yer verilmektedir. Dergimiz uluslararası hakemli bir dergi olup, yılda ÜÇ sayı çıkarmaktadır. Dergimizin sayıları NİSAN, AĞUSTOS ve ARALIK aylarında sistem üzerinden yayımlanmaktadır. Dergimiz gerek basılı gerek de internet üzerinden ulaşılabilen bir dergidir. Dergimizde Mühendislik ve Fen Bilimleri alanı içerisinde değerlendirilebilecek her türlü yayına yer verilebilmektedir. ***Dergimizin baş editörleri Prof. Dr. Ashok JAMMI, Prof. Dr. Mihaela BUCIUMEANU ve Prof. Dr. Yusuf ŞAHİN*** olup, dergi yönetim kurulunun aldığı kararlar doğrultusunda faaliyetlerini gerçekleştirmektedir.

Gönderilen her yayın kendi alanında uzman iki hakem ya da dergi sistem editörü ile yayın kurulunun belirleyeceği iki hakem dışında atama yapacağı hakemlerin onayından geçmeli ve hakemler tarafından yayımlanabilir görüşüne sahip olmalıdır. Aynı sayı içerisinde yazarın bir yayınına yer verilir. Birden fazla hakem ve yayın kurulu onayından geçen çalışmalar sıraya alınarak ilerleyen sayılarda yayımlanır. Hiçbir yazar hakem ve yayın kurulu üyeleri üzerinde etkili değildir. Dergimizde yayımlanmak üzere sisteme yüklenen çalışmalar için yayın telif hakkı sözleşmesi istenmez. Sisteme yüklenen çalışmalar dergiye devredilmiş olarak kabul edilir. Yazar ya da yazarlar bu durumu kabul etmiş ve derginin yayın kabul şartlarına uygun hareket etmeyi teyit ederek bu sisteme dâhil olmuştur. Hiçbir şekilde yazarların itiraz hakkı bulunmaz. İtiraz hakkını kullanamaz.

Dergimiz hakem ve bilim kurullarında yer almak isteyen akademisyen ve bilim araştırmacılarının mutlaka Dr. unvanı almış ve alanında uzman olması gerekmektedir. Ayrıca bilimsel çalışmalar yapmış olması şartı aranır. Dr. ya da Uzman unvanına sahip olmayan ve alanında yayın yapmayan hiç kimse bilim, danışma ve hakem kurullarında yer alamaz. Dergi yayın kurulu derginin en üst karar ve yürütme mekanizmasını oluşturur. Yayın kurulunun aldığı her türlü karar kesin ve değiştirilemez niteliktedir. Yayın kurulu kararı olmaksızın hiçbir koşul ve şartta dergi üzerinde işlem gerçekleştirilemez ve uygulamaya gidilmez. Dergi baş editörleri hakem onayına gönderilmeyen çalışmaların dergide kabul edilip edilmeyeceğine, hakem sürecine gönderilip gönderilmeyeceğine karar verebilir. Bu karar sürecinde yayın kuruluna bilgi vermek zorunda değildir. Dergimiz bünyesinde hakem, bilim ve danışma kurulunda yer almak isteyen bilim insanlarının katılımına ancak yayın kurulu karar verebilir.

Dergimizde bazı ulusal ya da uluslararası kongrelerde yayımlanmış sözlü ve hakem onayından geçmiş çalışmalar için özel sayılar şeklinde çalışmalar da gerçekleştirilmektedir. Bu tip

özel sayılar ancak anlaşma yapılan kongrelerde sunulmuş sözlü bildirimler için geçerlidir. Bu bildirimlerin mutlaka kongre bilim kurulundan onay almış hakem değerlendirmesi yapılmış olmalıdır. Hakem değerlendirmesi yapılmamış hiçbir çalışma yayına alınmaz. Yayımlanmak için gönderilen çalışmalar dergi hakem onayına gönderilir. Her iki hakemden olumlu dönüş alan çalışmalar yayına alınır. Ayrıca sözlü sunulan bildirimlerin mutlaka basılı materyali ile hakem onay raporları dergimiz yayın kuruluna ve baş editörlerine sunulmuş olmalıdır. Bu bilgi ve materyallere sahip olmayan bildirimlere dergimizde yer verilmez.

Dergimizde işlem sürecine dair bilgiler yazar ve yazarlara mail olarak dergi internet mail adresinden bildirilir. Ayrıca dergimize üye olup sisteme giriş yapan her bir yazar süreç ile ilgili bilgileri derginin üye sayfasından kendisi izleyip gelişmeleri takip edebilir. Dergimizdeki koşul ve şartlar tüm yazar ve yazarlar için aynıdır. Hiçbir yazar için bu kurallar ve koşullar değiştirilmez. Farklılık sağlanması istenemez talep edilemez. Dergimiz bünyesinde yayımlanması istenen eserlerin mutlaka derginin yayın kabul ettiği alanlardan olması şartı aranır. Bu özellikleri taşımayan hiçbir yayına dergimizde yer verilemez. Hakem sürecine dair işleyiş baş editörler kontrolünde gerçekleştirilir. Baş editörler yayının dergide hakem sürecine dair işleyişine yönelik bilgi ve karar verme yetkisine sahip bulunur. Baş editörlerin uygun bulmadığı ya da kabul etmediği bir yayın dergide sürece dâhil edilmez. Bu konuda yazar ya da yazarlar dergi ile diğer organlar üzerinde bir yükümlülük oluşturamaz. Hakem onayından geçse bile editörler ya da yayın kurulu mevcut çalışmanın yayımlanmasına olumlu görüş bildirmemesi veya makale sisteminde yayına alınsa bile kurulların kararı ile iptal edilebilir. Böyle bir durumda yazar ya da yazarlar dergiye bir yaptırım uygulayamaz. Her türlü yetki tek taraflı olarak dergi yayın ve editörler kuruluna aittir. Yüksek lisans ve Doktora tezlerinden üretilen çalışmalarda mutlaka bu durum kaynakça kısmında yazar notu olarak belirtilmelidir. Dergimizde yayımlanması talep edilen ve dergi sistemine yüklenen makalelerden mutlaka etik kurul raporu ya da çalışma izni belgesi talep edilir. Bu belgelere sahip olmayan çalışmalara dergimizde yer verilmez. Etik kurul gerektirmeyen çalışmalar için herhangi bir belge talep edilmez. Ortak yazarlarda mutlaka sisteme kayıt olan ve makaleyi yöneten yazar muhatap kabul edilir. Bu nedenle sorumluluk sadece sisteme üye olup yayını yükleyen yazara aittir. Dergimiz ve yönetimi/kurulları sorumlu yazar dışında hiçbir yazarla iletişim içerisinde bulunmaz bu yönde diğer yazarlar bir talep oluşturamaz.

Dergimiz T.C. hukuk kuralları çerçevesinde “5846” sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanun ve Hükümleri ’ne tabi hareket eder. Ayrıca KVKK kanun kapsamında dergimiz ve yönetimi yaptırımlara uygun hareket eder. Bu kanunların gerekliliklerini yerine getirmeyen yazar ya da yazarlar hakkında dergimiz tek taraflı olarak hukuki haklarını korumaya sahiptir. İlgili kanunlar kapsamında yetkili mahkemeler İstanbul Mahkemeleridir. Dergimizde yayımlanması amacıyla gönderilen çalışmalarda, ilgili hukuk ve yayın etiği kanunlarına uygun olarak gerçekleştirilmeyen alıntılar, intihal gibi konularda yazar ya da yazarlar tek taraflı olarak sorumludur. Dergimiz basılı

ve online olarak hareket eden bir yayın organıdır. Akademik alanda hazırlanan çalışmaların yer aldığı bir materyal olarak bilimsel araştırma yapan kurum ve kişilere fayda sağlamak amacıyla toplumsal hizmet sunan sosyal bir organdır. Dergimiz paralı bir dergi olmayıp, hiçbir yazara ya da yazarlara basılı materyal göndermek zorunda değildir. Dergimizde kabul edilen ve basıma hak kazanan çalışmalar dergi yayın kabul şartları ve yazım kurallarına uygun olarak mizanpajı yapılır ve sisteme yüklenir. İhtiyacı olan yazar ya da yazarlar ile okuyucular sistemden bu sayıyı indirebilir. Mizanpaj yazar tarafından rnek makale baz alınarak yapılmaktadır.

ABOUT THE JOURNAL

UHMFD “International Refereed Journal of Engineering and Science” was published in 2014. In our journal, articles, which meet the criteria of scientific quality and contribute to the field, are included. Our journal is an international refereed journal and it publishes THREE issues per year. Issues of our journal are published on the system in APRIL, AUGUST and DECEMBER. Our journal can be accessed both in print and online. All kinds of publications that can be evaluated in the field of Engineering and Science can be included in our journal. *The chief editors of our journal are Prof. Dr. Ashok JAMMI, Prof. Dr. Mihaela BUCIUMEANU and Prof. Dr. Yusuf ŞAHİN* and its activities are carried out in line with the decisions taken by the journal’s board of directors.

Each submitted publication must be approved by the appointed referees, other than two referees or journal system editors who are experts in their field, and two referees to be determined by the editorial board, and must have the opinion that it can be published by the referees. Only one publication of the author is included in the same issue. Studies that have gained the approval of more than one referee and editorial board are put in order and published in the following issues. No author has any influence over the referees and the editorial board members. A publication copyright agreement is not required for the manuscripts uploaded to the system for publication in our journal. Studies uploaded to the system are considered to be transferred to the journal. The authors are supposed to have accepted this situation and have been included in this system by confirming to act in accordance with the publication acceptance conditions of the journal. The authors have no right of objection in any way. They cannot exercise the right of appeal.

Academics and scientific researchers who want to take part in the refereeing and scientific committees of our journal must have the title of Dr. and be experts in their fields. In addition, They are expected to have conducted scientific studies. Anyone who does not have the title of Dr. or Expert and does not publish in their field cannot take part in the scientific, advisory and refereeing boards. The editorial board of the journal constitutes the highest decision and executive mechanism of the journal. Any decision taken by the editorial board is final and unchangeable. No action can be taken on the journal under any conditions and without the decision of the editorial board. The editors of the journal can decide whether the studies that are not sent to the referee’s approval will be accepted in the journal and whether they will be included in the referee process. It is not obliged to inform the editorial board during this decision process. Only the editorial board can decide on the participation of scientists who want to take part in the referee, science and advisory boards of our journal.

In our journal, studies are also carried out in the form of special issues for oral and referee-approved studies published in some national or international congresses. Special issues are only valid for oral presentations presented at the congresses with which an agreement is made. These papers must have been approved by the scientific committee of the congress and have been evaluated by a referee. Any work that has not been peer-reviewed will not be published. Studies submitted for publication are sent to the journal for referee approval. Studies that receive positive feedback from both referees are published. In addition, the printed material of the oral presentations and the referee approval reports must be submitted to the editorial board and chief editors of our journal. Papers that do not have this information and materials will not be published in our journal.

In our journal, information about the processing process is sent to the author and authors via e-mail from the journal's internet e-mail address. In addition, each author who is a member of our journal and logs in to the system can monitor the information about the process on the member page of the journal himself and follow the developments. The terms and conditions in our journal are the same for all authors. These rules and conditions do not change for any author. It is required that the works requested to be published within our journal must be from the fields that the journal accepts publication. Any publication that does not have these features cannot be included in our journal. The functioning of the referee process is carried out under the control of the chief editors. The chief editors have the authority to inform and decide on the functioning of the publication in the journal regarding the referee process. A publication that is not approved or accepted by the chief editors is not included in the process. In this regard, the author or authors cannot place sanctions on the journal and other organs. Even if it is approved by the referee, the editors or the editorial board do not give a positive opinion on the publication of the current study or even if the article is published in the system, the process can be canceled by the decision of the boards. In such a case, the authors cannot impose a sanction on the journal. All kinds of authority unilaterally belong to the journal publication and editorial board. If studies are produced from master's and doctoral theses, this should be stated as an author's note in the bibliography section. Ethics committee report or work permit document is definitely requested from the articles requested to be published in our journal and uploaded to the journal system. Studies that do not have these documents will not be included in our journal. No documents are requested for studies that do not require an ethics committee. In co-authors, the author who registered in the system and manages the article is considered the addressee. For this reason, the responsibility belongs only to the author who is a member of the system and uploads the publication. Our journal and its management/boards do not communicate with any author other than the responsible author, and no request can be made for other authors in this regard.

Our journal acts in accordance with the Law and Provisions on Intellectual and Artistic

Works numbered “5846” within the framework of Turkish law. In addition, our journal and its management act in accordance with the sanctions within the scope of the KVKK law. Our journal unilaterally protects its legal rights about the authors who do not fulfill the requirements of these laws. The competent courts within the scope of the relevant laws are the İstanbul Courts. In the studies submitted for publication in our journal, the authors are unilaterally responsible for the issues such as quotations and plagiarism that are not carried out in accordance with the relevant laws and publication ethics laws. Our journal is published both in print and online. It is a social organ that provides social service in order to contribute to institutions and people who conduct scientific research as a material that includes studies prepared in the academic field. Our journal is not a paid journal and does not have to send printed material to any author or authors. The works accepted in our journal and entitled to be published are laid out in accordance with the journal’s publication acceptance conditions and writing rules and uploaded to the system. The author or authors and readers who need it can download this issue from the system. The layout is made by the author based on the sample article.



UHMFD - Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi

Kayaşehir Mah. Evliya Çelebi Cad. Başakşehir Emlak Konutları
1/A D Blok Kat: 4 Daire: 29 Başakşehir, İstanbul, Türkiye
Tel: +90 212 801 40 61 Fax: +90 212 801 40 62
info@guvenplus.com.tr