

Amaç ve Kapsam

AURUM Mühendislik Sistemleri ve Mimarlık Dergisi (A-JESA) dergisi karmaşık mühendislik sistemlerinin modellenmesi, analizi ve optimizasyonu ve ayrıca mimari tasarım, planlama, araştırma, eğitim, teknoloji, tarih ve sanat için yılda iki kez olmak üzere (Haziran-Aralık), İngilizce ve Türkçe yayınları kabul eden, uluslararası düzeyde yayınlanan bir dergidir. Yayın için uygun olan konu çeşitliliği tasarım, konstrüksiyon, makinelerin ve daha kompleks ısıl/mekanik/elektromekanik sistemlerin çalışma ve bakımı, bilgisayar mimarisi ve yazılım teknolojilerindeki gelişmeler, yeni hesaplamalı metodolojiler, güç sistemleri, dijital elektronik sistemler, sinyal işleme, iletişim sistemleri, endüstriyel sistemlerin ve hizmet sistemlerinin tasarım ve geliştirilmesi, çeşitli girdilerdeki kompleks sistemlerde risk ve belirsizlik analizini içerecek ancak bunlarla sınırlı olmayacak biçimde genişler. Ayrıca, mimari alan araştırması alanlarında mimari tasarım çalışmaları, mimari eğitim, bilgisayar destekli tasarım, sinematik mimari, iç mimari, mimari eleştiri, inşaat yönetimi, konut çalışmaları ve sürdürülebilirlik de dahil ancak bunlarla sınırlı olmayan alanlar bulunmaktadır.

Aims and Scope

AURUM- Journal of Engineering Systems and Architecture (A-JESA) is a internationally refereed journal published biannually (June-December) and accepting English and Turkish publications for modeling, analysis, and optimization of complex engineering systems; and also architectural design, planning, research, education, technology, history and art. Range of topics eligible for publication is wide including but not limited to design, construction, operation and maintenance of machines and more complex thermal/ mechanical/ electromechanical systems, advances in computer architecture and software technologies, novel computational methodologies, power systems, digital electronics systems, signal processing, communication systems, design and advancement of industrial and service systems, risk and uncertainty analysis in complex systems in various domains. Additionally, in architectural field research areas is wide including but not limited to architectural design studies, architectural education, computer aided design, cinematic architecture, interior architecture, architectural criticism, construction management, housing studies and sustainability. A-JESA publishes theory and methodology papers describing novel approaches to the problems and issues related to engineering systems and architecture, innovative applications of the theory, invited reviews of literature, and short communications. The journal welcomes articles on interdisciplinary engineering and architectural research as well.

Yazışma ve İnternet Adresi / E-mail and web-sites

e-mail: ajesa@altinbas.edu.tr

web: <http://aurum.altinbas.edu.tr/tr/muhendislik-sistemleri-mimarlik-dergisi>

İletişim / Contact Adress

Altınbaş Üniversitesi, Mahmutbey Dilmenler Cad. No. 26, 34217 Bağcılar – İSTANBUL

Tel: (0 212) 604 01 00 • Fax: (0 212) 445 81 71

Yayın Aralığı / Publication Frequency

Yılda 2 sayı – 6 ayda bir (Haziran ve Aralık) / Published biannually – every 6 months (June and December)

Dil / Language

Türkçe – İngilizce / Turkish – English

Yazım Kuralları / Guide for Contributors

<https://dergipark.org.tr/en/pub/ajesa/writing-rules>

Teknik Asistan / Technical Assistant

Ekrem YILMAZ, Oğuz KOZ

Dizgi / Typesetting

Sultan ÖZER

Baskı / Print

Sena Ofset

Yayın Tarihi / Date of Publication

Haziran 2022

AURUM

Mühendislik Sistemleri ve Mimarlık Dergisi
Aurum Journal of Engineering Systems and Architecture (A-JESA)
ISSN: 2564-6397

Sahibi / Owner

Altınbaş Üniversitesi,
Mütevelli Heyeti Başkanı
Altınbaş University, President of the Board of Trustees
Ali ALTINBAŞ

Genel Koordinatör / General Coordinator

Prof. Dr. Çağrı ERHAN

Editörler / Editors

Prof. Dr. Osman Nuri UÇAN (Altınbaş Üniversitesi), Baş Editör / Editor in Chief
Prof. Dr. Oğuz BAYAT (Altınbaş Üniversitesi)
Doç. Dr. Hakan KAYGUSUZ (Altınbaş Üniversitesi)
Doç. Dr. Hakkı Oral ÖZHAN (Yeditepe Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül AKÇAY KAVAKOĞLU (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Oğuz ATA (Altınbaş Üniversitesi)

Dil Editörü / Language Editor

Dr. Öğr. Üyesi Deniz ÇETİN (Altınbaş Üniversitesi)

Yayın Kurulu / Editorial Board

Dennis ANDREJKO, Rochester Institute of Technology, USA, **Nizamettin AYDIN**, Yıldız Technical University, TURKEY, **Niyazi Onur BAKIR**, Altınbaş University, TURKEY, **Hasan H. BALIK**, Yıldız Technical University, TURKEY, **Graham CAIRNS**, AMPS, UNITED KINGDOM, **Carlo CATTANI**, University of Salerno, ITALY, **Nur ÇAĞLAR**, TOBB University, TURKEY, **Georgy M. DIMIROVSKI**, SS C. and Methodius University, MACEDONIA, **Oktay OZCAN**, Istanbul Aydın University, TURKEY, **Maurizio CARLINI**, University "La Tuscia", ITALY, **Luis F. CHAPARRO**, University of Pittsburg, USA, **Ersin GÖSE**, National Defence University, TURKEY, **Mehrdad HADIGHI**, Pennsylvania State University, USA, **Stanley HALLET**, Catholic University of America, USA, **Rachid HARBA**, Orleans University, FRANCE, **Rachid JENANNE**, Orleans University, FRANCE, **Ted LANDRUM**, Manitoba University, CANADA, **Peter STAVROULAKIS**, Telecommunication System Ins., GREECE, **Bahram SHAFAI**, Northeastern University, USA, **Masoud SALEHI**, Northeastern University, USA, **Arzu GÖNENÇ SORGUÇ**, Middle East Technical University, TURKEY, **Sinan Mert ŞENER**, Istanbul Technical University, TURKEY, **Jay WEITZEN**, University of Massachusettes, USA, **Neslihan DOSTOĞLU**, Istanbul Kültür University, TURKEY, **Mathew SCHWARTZ**, New Jersey's Science and Technology University, USA, **Lale ÖZGENEL**, Middle East Technical University, TURKEY

Danışma Kurulu / International Advisory Board

Sema ALAÇAM, Istanbul Technical University, TURKEY, **Aydın AKAN**, İzmir University of Economics, TURKEY, **Zafer ASLAN**, Istanbul Aydın University, TURKEY, **Emin ANARIM**, Boğaziçi University, TURKEY, **Doğu Çağdaş ATILLA**, Altınbaş University, TURKEY, **Çağatay AYDIN**, Ege University, TURKEY, **Süleyman BAŞTÜRK**, Altınbaş University, TURKEY, **Gülhan BENLİ**, İstanbul Medipol University, TURKEY, **Murat CEYLAN**, Konya Selçuk University, TURKEY, **Behzat Gökçen DEMİR**, Ministry of Energy and Natural Sources, TURKEY, **Abdi C. GÜZER**, Middle East Technical University, TURKEY, **Ali GÜNGÖR**, Bahçeşehir University, TURKEY, **Nihan T. HACIÖMEROĞLU**, Osmangazi University, TURKEY, **Gaye HAFEZ**, Altınbaş University, TURKEY, **Ertuğrul KARAÇUHA**, Istanbul Technical University, TURKEY, **Adem KARAHOCA**, MEF University, TURKEY, **Aykut KARAMAN**, Altınbaş University, TURKEY, **Mesut KARTAL**, İstanbul Technical University, TURKEY, **Hakan KUNTMAN**, İstanbul Technical University, TURKEY, **Sefer KURNAZ**, Altınbaş University, TURKEY, **Halit PASTACI**, Haliç University, TURKEY, **Ömer Fatih SAYAN**, Telecommunications Authority, TURKEY, **Murat SOYGENİŞ**, Bahçeşehir University, TURKEY, **Işıl Ruhi SİPAHIOĞLU**, TOBB University, TURKEY, **Nuket SİVRİ**, İstanbul University, TURKEY, **Murat SÖNMEZ**, TOBB University, TURKEY, **Bige TUNCER**, Singapore University of Technology and Design, SINGAPORE, **Bahadır UÇAN**, Yıldız Technical University, TURKEY

Editörlerin Sorumlulukları ve Yükümlülükleri

AURUM editörleri, derginin yayımlanması kapsamında yürüttükleri tüm faaliyetlerde hesap verilebilirlik ilkesi çerçevesinde hareket etmekle yükümlüdürler. Editörlerin ana hedefi okuyucuların ihtiyaçlarına cevap vermenin yanında AURUM'un akademik niteliğini artırmaktır. Düşünce ve ifade özgürlüğünü desteklemek ve yayımlanan akademik içeriğin güvenilirliğini temin etmek başlıca görevleri arasındadır. Yayımcılık sektöründe yaşanan finansal zorluklar göz önünde bulundurulduğunda, AURUM'u ticari kaygılardan korumak, onun entelektüel ve etik standartlarından ödün vermesini önlemek editörlerin sorumluluğundadır. Editörler, gerekli olduğu durumlarda düzeltme, teklif ya da özür yazısı gibi metinleri yayımlamayı peşinen kabul ederler. Dergi'nin okuyucuya karşı sorumluluğunun hassas bir mesele olmasına binaen AURUM editörlerinin okuyucuyu herhangi bir araştırma ya da akademik çalışmanın finansal destekçilerini açıklama mecburiyeti bulunmaktadır. Finansal destekçilerin, akademik bir çalışmanın üzerinde herhangi bir etkisi olması durumunda, okuyucu mutlaka bilgilendirilmelidir. Editörlerin akademik bir çalışmayı kabul ya da reddetme süreci öznel değerlendirmelere göre değil, nesnel standartlar çerçevesinde, çalışmanın özgünlüğü ve AURUM'un araştırma alanlarına uygunluğu bağlamında gerçekleştirilir. Makale gönderimleri tamamen demokratik esaslara göre yürütülür ve yapısal bir hata olmadıkça tüm başvurular değerlendirmeye alınır. Bir yazarın, çalışmasına ilişkin AURUM'dan kabul yazısı alması halinde, bu hakkı süreç içinde değişen/ göreve yeni başlayan editörler tarafından geri alınamaz. Yazarlara, editöryal değerlendirmelere itiraz etmesini sağlayacak süreçlerin işletilmesi hakkı verilir. Editörlerin, AURUM'da yayımlanacak metinlerin yayımlanmasına dair bir kılavuz hazırlama mecburiyetine binaen AURUM, web sitesinde yer alan yazım kurallarının arkasında durmakla beraber bu kılavuzda herhangi bir değişiklik yapma hakkını mahfuz tutar.

Liabilities and Responsibilities of Editors

AURUM editors are obliged to be accountable for all kinds of activities they engage within the context of publishing the journal. Their main goal is set to respond the need of readers and authors while enhancing the academic performance of the journal. It is their duty to support freedom of opinion and ensure the reliability of the academic content. Considering the financial challenges in publishing sector, the editors are obliged to exclude impacts of any commercial concerns on AURUM not to sacrifice from its intellectual and ethical standards.

They accept in advance to publish any kind of corrections, refutations and excuses when required. The responsibility towards readers is a sensitive issue where the editors should inform about the funder of particular research or other academic work. If the financial supporters of particular research have any impact on a scholarly work, the reader must be informed. Editors' action to admit or reject a scholarly work must be free of subjective criterion but based on objective standards related to its uniqueness/ originality and relevance to the research areas of AURUM. The process of receiving application shall be fully democratic where all applications to be considered unless major errors are observed. Once an author receives an acceptance of publishing from AURUM, his/her right cannot be withdrawn in case of an editor change within the process. The authors shall be given an opportunity to initiate an appeal process against any editorial discretion. As editors should offer a guidance of preparing the manuscripts, AURUM stands behind its published 'style guide' and preserves it's right to make revisions.

- AURUM Mühendislik Sistemleri ve Mimarisi Dergisi (A-JESA) yılda iki kez (Haziran-Aralık) yayınlanır.
- Yazarlar tarafından ifade edilen görüş ve görüşler nedeniyle ortaya çıkabilecek etik ihlallerin sorumluluğu derginin yayıncısı, editörü ve yayın kurulu tarafından üstlenmekle yükümlü değildir ve dergide yer alan yazı ve makalelerin sorumluluğu yazara aittir.
- Dergiye gönderilen tüm makaleler en az iki uzman hakem tarafından kör inceleme (tek kör yöntemi) ile değerlendirilir.
- Dergi editörleri, hakemlerin görüşleri doğrultusunda istenen düzeltme ve önerilerin yapıldığı makalelerin yayınlanmasına karar verir. Yayın kurulu, gönderilen makalelerde düzeltme yapma, hakem süreci olumlu olsa dahi makaleleri yayınlama veya yayınlamama hakkına sahiptir. Düzeltme yapılması durumunda yayımlanmasına karar verilen makaleler son inceleme için yazar(lar)a gönderilir. Eserlerdeki hataların sorumluluğu ve dil kurallarına uygunluğu yazar(lar)a aittir.
- Yazar(lar), değerlendirme sürecinde gönderilerini geri çekebilirler. Ancak makale yayına kabul edilir ve yayımlanırsa yayından geri alınamaz.
- Dergiye gönderilen makaleler başka bir yerde yayımlanmamış veya yayınlanmak üzere değerlendirilmiş olmamalıdır. Aynı anda birden çok dergide yayınlanmak için yollanmış olmamalıdır.
- Makale işlem ücreti yoktur. Yazarlardan hiçbir ücret istenmemektedir.
- Tüm başvuru ve değerlendirme işlemleri DergiPark sistemi üzerinden yapılmaktadır.
- Etik ilkeler ve yayın politikası ile ilgili diğer durumlar için, lütfen "Editörlerin Sorumlulukları ve Sorumlulukları" bölümümüzü ve Yayın Etiği Komitesi (COPE) gibi dünya çapında kabul gören genel etik yönergeleri kontrol edin.
- Etik kurul kararı gerektiren araştırmalar için "Etik Kurul Kararları" bölümümüzü okuyun.

Dergimize yollanan makaleler intihal kontrolünden geçirilmekte ve benzerlik oranı yüksek çıkan makaleler reddedilmektedir.

ULAKBİM TR Dizin tarafından alınan kararlar doğrultusunda, 2020 yılından itibaren yayımlanacak çalışmalar için Etik Kurul izni gerekmektedir. Bu izinleri gerektiren çalışmalar aşağıdaki gibidir:

1. Anket, mülakat, odak grup çalışması, gözlem, deney, görüşme teknikleri kullanılarak katılımcılardan veri toplanmasını gerektiren nitel ya da nicel yaklaşımlarla yürütülen her türlü araştırmalar,
2. İnsan ve hayvanların (materyal/veriler dahil) deneysel ya da diğer bilimsel amaçlarla kullanılması,
3. İnsanlar üzerinde yapılan klinik araştırmalar,
4. Hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalar,
5. Kişisel verilerin korunması kanunu gereğince retrospektif çalışmalar.

Dergimize çalışmanızı yüklerken, makale dosyanızla birlikte Etik Kurul belgenizi de yükleyiniz. Çalışmanız etik kurul izni gerektiren çalışma grubunda yer almıyor ise bu durumu belirten beyan formunu imzalamanız ve ilgili durumu makale metninizde belirtmeniz gerekmektedir. Form DergiPark sisteminde bulunmaktadır.

Ayrıca;

1. Kullanılan fikir ve sanat eserleri için telif hakları düzenlemelerine uyulduğunun belirtilmesi
2. Başkalarına ait ölçek, anket, fotoğrafların kullanımı için sahiplerinden izin alınması ve belirtilmesi,
3. Olgularında "Aydınlatılmış onam formu" nun alındığının belirtilmesi gerekmektedir.

2020 yılı öncesi araştırma verileri kullanılmış, yüksek lisans/doktora çalışmalarından üretilmiş (makalede belirtilmelidir), bir önceki yıl dergiye yayın başvurusunda bulunulmuş, kabul edilmiş ama henüz yayımlanmamış makaleler için geriye dönük etik kurul izni gerekmemektedir. Çalışmanızın bu durumu taşıdığını lütfen beyan formunda belirtiniz.

Çalışmanın Etik Kurul İzni gerektirmediğine dair beyan formuna ulaşmak için lütfen TIKLAYINIZ. Etik Kurul İzni Gerektiren ve Yayına Kabul Edilen Çalışmalar

1. Etik kurul izni gerektiren çalışmalarda, izinle ilgili bilgiler (kurul adı, tarih ve sayı no) yöntem bölümünde ve ayrıca makale ilk/son sayfasında yer verilmelidir.
2. Olgu sunumlarında, bilgilendirilmiş gönüllü olur/onam formunun imzalandığına dair bilgiye makalede yer verilmesi gereklidir.

- AURUM Journal of Engineering Systems and Architecture (A-JESA) is published biannually (June-December).
- The publisher, editor and editorial board of the journal are not obliged to accept the responsibility of the ethical violations that may arise due to the views and opinions expressed by the authors, and the responsibility of the articles and articles in the journal belongs to the author(s).
- All articles submitted to the journal are evaluated by at least two expert referees by blind review (single blind method).
- The editors of the journal decide on the publication of the articles for which the requested corrections and suggestions are made in line with the opinions of the referees. Editorial board has the right to make corrections in the submitted articles, to publish or not to publish the articles even if the referee process is positive. In the case of correction, the articles decided to be published are sent to the author(s) for final review. The responsibility of the mistakes in the works and their compliance with the language rules belong to the author(s).
- Author(s) can withdraw their submissions during the evaluation process. However, if the paper is accepted for publication and published, then it cannot be withdrawn from publication.
- Articles submitted to the journal must not have been published elsewhere or evaluated for publication.
- There is no article processing fee.
- All submission and evaluation process is conducted on DergiPark system.
- For other cases of ethical principles and publication policy, please check our "Liabilities and Responsibilities of Editors" section and general ethical guidelines accepted worldwide, such as Committee on Publication Ethics (COPE).

Articles submitted to our journal are subject to plagiarism check and articles with high similarity results are rejected.

In line with the decisions taken by ULAKBİM TR Dizin, Ethics Committee Permission is required for studies to be published as of 2020. The works that require these permissions are as follows:

1. All kinds of research conducted with qualitative or quantitative approaches that require data collection from participants using questionnaire, interview, focus group work, observation, experiment, interview techniques,
2. Use of humans and animals (including material / data) for experimental or other scientific purposes,
3. Clinical studies on humans,
4. Research on animals,
5. Retrospective studies in accordance with the law on protection of personal data.

When uploading your study to our journal, upload your Ethics Committee document along with your article file. If your study is not among the group that requires ethics committee approval, you must sign the declaration form indicating this situation and indicate the relevant situation in your article text. The declaration form can be found on our DergiPark webpage.

Also;

1. Stating that the copyright regulations are complied with for the intellectual and artistic works used
2. Obtaining and specifying permission from the owners for the use of scales, questionnaires and photographs belonging to others,
3. In case presentations, it should be stated that the "informed consent form" was obtained.

Ethics committee approval is not required for articles that have used research data before 2020, produced from master's / doctoral studies (should be specified in the article), submitted a publication application to the journal the previous year, accepted but not yet published. Please indicate in the declaration form that your work carries this situation.

Studies Requiring Ethics Committee Permission and Accepted for Publication

1. In studies requiring ethics committee approval, information about the permission (name of the board, date and number) should be included in the method section and also on the first / last page of the article.
2. In case reports, the information that the informed consent / consent form was signed should be included in the article.

İçindekiler / Contents

9-10 **Editör'den / From Editor**

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- 11-26 **Effects of Neoliberal Economy on Housing Market in Turkey**
Türkiye'de Neoliberal Ekonomi'nin Konut Piyasasına Etkisi
İlkin GÜVEN
- 27-44 **Kinetik Mimarlık Uygulamalarının Konut Mekanları Üzerinden Okunması**
Reading Kinetic Architecture Applications on Housing Spaces
Merve ÇOBAN ÇINAR, Yasemin ERKAN YAZICI
- 45-65 **Internet Of Things Based Zigbee Sniffer For Smart And Secure Home**
Akıllı ve Güvenli Ev İçin Şeylerin İnterneti Tabanlı Zigbee Sniffer
Farah Shakir Mahmood ALBAYATI, Galip CANSEVER
- 67-73 **Mobil Uygulamalarda Hibrit Sistemlerin Oluşturduğu Kullanım Kolaylıklarının İncelenmesi**
Examining The Ease Of Use Of Hybrid Systems In Mobile Applications
Mena Muaad ALİ, İbrahim KOÇ
- 75-91 **Design And Analysis of A Novel Robotic Arm For High Precision Micro Friction Stir Welding**
Yeni Bir Robot Kolunun Tasarımı ve Analizi İçin Yüksek Hassasiyetli Mikro Kurgu Karıştırma
Azhar Majid Qasim ALGHLOOM, Serdar AY
- 93-104 **Optimization of Nsm-Cfrp Reinforcement on Pre-Cracked Rcb Using Taguchi Method: Numerical Analysis**
Taguchi Yöntemi Kullanarak Önceden Çatlayan Rcb Üzerinde Nsm-Cfrp Güçlendirmesinin Optimizasyonu: Sayısal Analiz
Fatimaalzhra Rasim Maseer SHAMMARI, Zeki HASGÜR
- 105-124 **An Evalution Of Karbala City Slums And Concrete Blocks in Iraq: A Housing Unit Design Proposal**
Kerbela Şehri Gecekonduları ve Irak'taki Beton Bloklar Üzerine Bir Değerlendirme: Bir Konut Birimi Tasarımı Önerisi
Ahmed SACHIT, Deniz ÇETİN
- 125-130 **Dış Hekimliği Eğitiminde Yenilikçi Bir Yöntem Olarak Genişletilmiş Gerçeklik Teknolojisi**
Extended Reality Technology As An Innovative Method In Dentistry Education
Gülfem ÖZLÜ UÇAN, Burak Kerem APAYDIN, Bahadır UÇAN
- 131-145 **Taş Dolgu Dalgakıranların Koruma Tabakasında Taş veya Antifer Maliyet Analizi**
Cost Analysis of Rubble Mound Breakwaters For Rubble or Antifer Armor Layer
Sepanta NAİMİ, Emrah METİN

Editör'den

Altınbaş Üniversitesi tarafından basılan "Aurum Mühendislik Sistemleri ve Mimarlık Dergisi (A-JESA)" adlı uluslararası dergi; geniş kapsamda mühendislik ve mimarlık alanlarındaki özgün bilimsel çalışmaları hakem süreçlerinin olumlu olması halinde değerlendirmeye almaktadır. Stratejimiz, sıkı bir inceleme süreci sağlayarak yüksek kalite standartlarında bilim ve teknolojiye yeni eğilimleri gösteren yayınlara yer vermektir.

Yoğun inceleme süreçlerinin sonunda dergimizin 2022 yılına ait 6. cilt, 1. sayısını yayınlanmaktan büyük mutluluk duyuyoruz. Yayın kurulu üyelerine, bu sayının hakemlerine ve yazarlarına derginin misyonuna uygun bilimsel katkı ve yorumları için teşekkür etmek isterim.

Prof. Dr. Osman Nuri UÇAN

Baş Editör

From Editor

The scope of the Aurum Engineering Systems and Architecture (A-JESA) covers the novel scientific papers on engineering, architecture, mathematics and natural sciences. Our strategy is to demonstrate new trends in science and technology subject to high quality standards by ensuring a stringent peer review process.

It is our great pleasure to publish Volume 6, Number 1 (2022) of the international journal, "Aurum Engineering Systems and Architecture" (A-JESA) after serious review process. I sincerely wish to thank members of the editorial board, reviewers and authors of this issue who have generously contributed their time and knowledge to the work and the mission of the journal.

Prof. Dr. Osman Nuri UÇAN

Editor in Chief

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

EFFECTS OF NEOLIBERAL ECONOMY ON HOUSING MARKET IN TURKEY

İlkin GÜVEN¹¹Faculty of Art Design and Architecture, Malatya Turgut Ozal University, Malatya, Turkey

ilkim.guven@ozal.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9203-8302

GELİŞ TARİHİ/RECEIVED DATE: 11.12.2021 KABUL TARİHİ/ACCEPTED DATE: 29.03.2022

Abstract

Housing could be defined as a shelter, a place where the needs of daily life are met, a living space for individuals. In countries such as Turkey, where the neoliberal economic model is implemented, housing; It is seen as a "commodity" in addition to its functions. Considering the house as a commodity makes it an important economic subject. For this reason, the relationship between the economy and the housing market is important.

In this study, the short-term effects of the neoliberal economic model, which is one of the determinants of the housing market in Turkey, between 2020:1 and 2021:9 were investigated. Changes in credit conditions, annual interest rates, demographic situation, and exchange rates in the aforementioned period; evaluated in the context of housing production and housing market within the conditions of the period.

In the study, the effects of the neoliberal economic model on the housing market; Credit conditions, annual interest rates, demographics and changes in exchange rates were interpreted with the support of literature review and statistical data. The main purpose of the study is to express that the continuity of any structure that does not meet the social needs is not possible for the society.

Keywords: neoliberal economy, housing market, housing prices

TÜRKİYE'DE NEOLİBERAL EKONOMİ'NİN KONUT PİYASASINA ETKİLERİ

Özet

Konut; bir barınma aracı, günlük hayata dair ihtiyaçların karşılandığı bir mekan, bireyler için bir yaşam alanı olarak tanımlanabilmektedir. Türkiye gibi neoliberal ekonomi modelinin uygulandığı ülkelerde ise konut; sahip olduğu işlevlerin yanı sıra bir "meta" olarak görülmektedir. Konutun bir meta olarak ele alınması, onu ekonomik anlamda önemli bir özne haline getirir. Bu sebeple ekonomi ile konut piyasası arasındaki ilişki önemlidir.

Bu çalışmada Türkiye özelinde konut piyasasının belirleyicilerinden olan neoliberal ekonomi modelinin 2020:1 ile 2021:9 arasındaki kısa dönemli etkileri araştırılmıştır. Bahsi geçen dönemde geçerli olan kredi

koşulları, yıllık faiz oranları, demografik durum ve döviz kurlarındaki değişiklikler; dönem koşulları içerisinde konut üretimi ve konut piyasası bağlamında değerlendirilmiştir.

Çalışmada, neoliberal ekonomi modelinin konut piyasasına olan etkilerini; kredi koşulları, yıllık faiz oranları, demografi ve döviz kurlarındaki değişiklikler üzerinden literatür taraması ve istatistiki verilerin desteği ile yorumlanmıştır. Çalışmanın temel amacı, toplumsal ihtiyaçlara karşılık gelmeyen herhangi bir yapılanmanın devamlılığının toplum için mümkün olmayacağını ifade etmektir.

Anahtar Kelimeler: neoliberal ekonomi, konut piyasası, konut fiyatları

1. INTRODUCTION

Housing is an indispensable part of daily life. It is defined by various functions such as a means of shelter, a commodity of production, a commodity for consumption, an investment or security, a tool for establishing relations in society, or a “cultural artifact” in the formation of the urban environment (Önver, 2016). The concept of housing becomes an economic, social, and spatial problem with the onset of urbanization in Turkey in the 1950s (Demir and Palabıyık, 2005). In addition to the functions it has, its perception as a commodity is a distinguishing feature. While housing is sometimes seen as a consumption good and sometimes as an investment opportunity by its users; It can vary depending on the social, economic, geographical and population factors of the countries (Tekeli, 1999). Housing is a durable consumer good that provides shelter. For this reason, it can be seen as an investment good. Housing is a source of wealth, both in terms of its value and its ability to be rented out. It is an important asset not only for individuals but also for the national wealth of countries. The fact that housing takes place in the market as a commodity that circulates in supply-demand relations, like all other goods and services, has been widely discussed by various market theorists.

The use value of the house does not make it a “commodity” in the economic sense. However, with the effect of capitalism, housing has become an important subject for economic relations due to the fact that use value forms the basis of exchange value (Önver, 2016). For example, according to Polanyi, it could be said that housing is not really a commodity, but as long as it is defined in this way, the concept of housing will continue to be a wheel of the market (Polanyi, 1986). Every object included in the market will be commodified. Because the market is a political project produced for the commodification of labor and money, rather than a spontaneous phenomenon. For this reason, the relationship between the market and politics becomes visible. According to the view that Polanyi also supports, it could be stated that first pieces of land turn into commodities, then the masses who are deprived of these lands are disciplined with poverty, and as a result of this upbringing, their labor is commodified, and finally, money becomes commodified along with the need for money in return for all these labors (Polanyi, 1986). The organicity of this process cannot be mentioned. The process has been planned and executed by the forces of capitalism from its first to its last stage. Turning the economy into a political project with initiatives like this will bring the economy to the center of social relations, and this will not produce good results for societies.

According to Çankaya, changes in housing prices could be largely explained by these macroeconomic variables (Çankaya, 2013). In his study, Coşkun stated that factors such as CPI (Customer Price Index),

GDP (Gross Domestic Product), housing demand, housing loan interest amount, rent and building cost index and quality increase are determinants in housing price changes in Turkey (Coşkun, 2016). Credit conditions and annual loan interest rates, which are among these macroeconomic factors, are one of the two main variables that this study deals with. At the same time, inflation, and changes in exchange rates, which indirectly affect the housing market, and the decisions of the Central Bank of Turkey will also be discussed among the factors affecting the housing market.

In neoliberal economies, the system has been established by state intervention, and if it is directed in line with personal interests in this system, it becomes the state itself that presents the house as a "commodity". For this reason, the intervention of the state in the housing market could be discussed under many topics. In this study, the effects of neoliberal economy on the housing market; loan terms, annual interest rates, demographics, and changes in exchange rates. The aim of the study is to express that the continuity of the structures that do not meet the social needs is not possible by making use of the literature and statistics.

2. HOUSING-ECONOMY RELATIONSHIP

The market mechanism is one of the most important factors affecting economic life. In a system where the market mechanism affects other items, it could be accepted that the market economy is effective. Polanyi argues that this mechanism is different from other institutions in society (Polanyi, 1986), because the market mechanism deals only with the economy while other institutions have different functions. Hayek stated that the state, if there is competition, should also exist in a neoliberal political economy. He also says, "A gained advantage is greater than the social costs" (Hayek, 2007).

The dominance of the market consumes natural resources, especially with the power to build housing and other structures. From Polanyi's point of view, this system is unsustainable and will have heavy costs. The functioning of the free market economy; It is related to the affordability of all production elements such as labor, land, and capital (Oskay and Çıtak, 2018). The development of the market economy and the mentioned institutions is important for understanding the transformation in housing production and settlement (Oskay, 2019). In this respect, understanding the housing supply, production and consumption issues in Turkey is only possible with an understanding of the market economy.

Buying a house is an investment alternative for periods of economic uncertainty. Owning a home is insufficient to explain the reasons for housing or housing. Because housing is an investment tool simultaneously with all these features (Öztürk and Fitöz, 2009).

Depending on the macroeconomic developments in Turkey, there are developments in the real estate and private housing sector (Özkurt, 2007). Opportunities for individuals or groups with financial inadequacy to purchase housing are limited. They have to accept low standard housing. Therefore, it becomes the duty of the public to ensure the standards of these groups or to make them live in minimum standard housing. Public: it should make its economic, social and physical plans in an order that will meet the housing demand (DPT, 1979).

In the absence of any democratic control of the market, the neoliberal economy, beyond state planning, becomes a passive population while active as “individuals, small entrepreneurs and businesses” (Dean, 2012). The neoliberal resettlement policy of Turkey has led to the transformation of housing into an investment tool rather than a shelter. Neoliberal policies require hedging. For this reason, it is normal to change the perception of housing as an investment tool. In the aforementioned process, the need for features such as design and use of the house has decreased; housing began to be evaluated only on its exchange value. This has happened with the process of politicization of real estate.

3. FACTORS AFFECTING THE HOUSING MARKET

While the housing market is one of the important parts of the economy, it has also been an indicator of consumer spending and welfare (Bekmez and Özpolat, 2013). Housing is therefore a tool for borrowing. Considering the construction time realized as a result of the housing supply, data that changes during the construction period are obtained in the short term. The fluctuations in housing prices could have strong effects on the next period. This situation could also be summarized as follows: the effects of macroeconomic components on the housing market may be larger than expected, as they lead to chain consequences. Therefore, its impact on the economy may also increase. Neoliberal practices have caused people in the society to break away from the idea of social housing. Encouraging practices for housing, supported by the state, is a prominent policy in this sense. Because of this policy, while the idea of the state as a housing need meeting institution or a supporter for housing has lost its importance, the need for individuals to acquire property has come to the fore. These individuals are now customers for the state.

With the effect of capitalism coming to the fore in the field of housing, the states provide land to the construction owners in order to meet their housing needs, and construction companies rise in this way. With this rise, the companies mentioned are able to convince the governments with the demand for the development of large areas in the city. As large companies see the city as an object of making money, cities have integrated into the capital-economic order and have become objects of consumption (İlgen, 2009). In this case, in addition to Polanyi's view, it could be said that capitalism commodifies not only the dwelling but the entire city. According to Harvey, capitalism's view of cities as capital transforms the urbanization process into a production process. Because surplus value could be created with urbanization (Harvey, 2013). However, it would not be correct to suggest that this production process will always yield positive results.

Housing is an important construction item for Turkey. When the total construction area in Turkey is compared with the housing construction area according to the data of TUIK (See Table 1), it is seen that more than half of the existing construction area is used for housing production. In this case, the interaction of the house in directing the country's economy and the country's economy in determining the housing market cannot be denied.

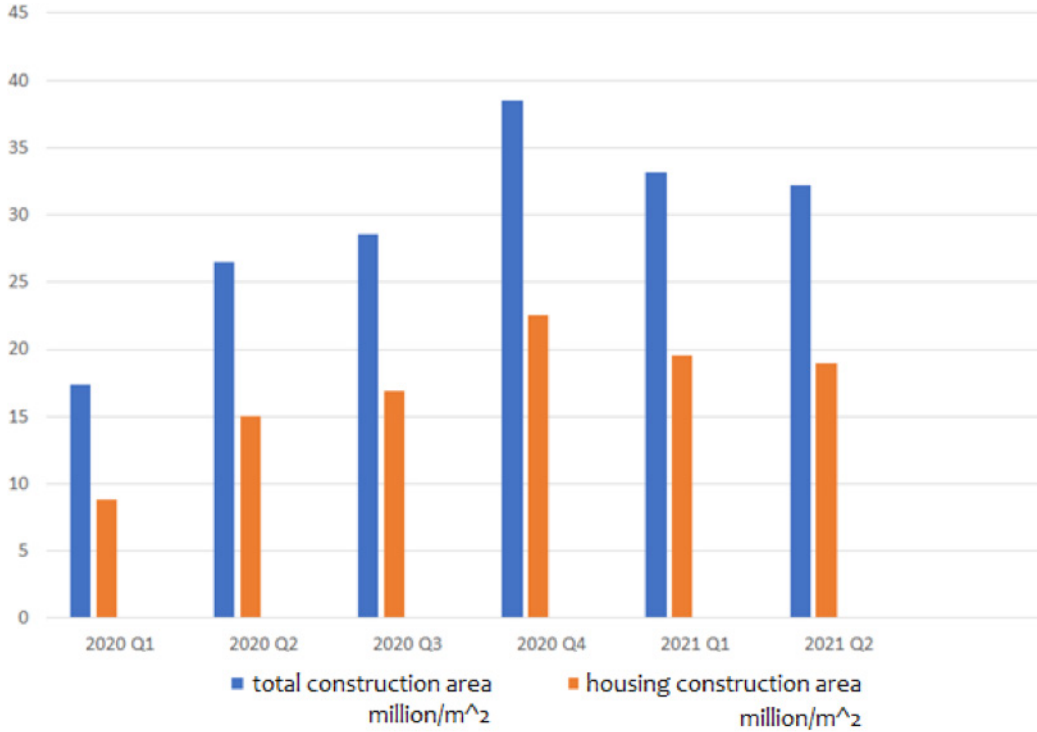


Table 1. Comparison of total construction area and residential construction area in Turkey

3.1. Loan Terms and Annual Interest Rates

In the literature, it is known that there are strong connections between housing prices, loans and macroeconomic variables, as a result of studies mostly conducted in industrialized countries (Goodhart and Hofmann, 2008). For example, according to Özkurt's study on interest and inflation, the first of the sectors that will be positively affected by the results of low interest rates and inflation is the real estate sector (Özkurt, 2007).

Housing production covers a wide area of the construction sector, and the financial sector is also active as it works together with the housing sector. Housing has become an investment tool through the developments in the field of finance. The use of housing loans has developed due to the fact that the housing issue is provided through the houses acquired as property and it is seen as a tool for the evaluation of savings (Önver, 2016). Credit terms and interest rates are important for determining housing demand. There is a relationship between housing demand and loans that are suitable for middle-income users and provide ease of payment (Gelfand, 1966). The effect of interest rates on the housing market; depends on macroeconomic variables such as savings, production, national income. However, the demand for housing is negatively affected due to high interest rates. Because while high interest increases the savings of households, it decreases the demand for housing purchased for investment purposes (Durkaya, 2002). The interest rate is effective on the decision of households who want to buy housing from banks through housing loans (Lebe and Akbaş, 2014). Banks and financial institutions

give some privileges to people who have not saved enough to buy a house. These privileges serve not only the housing demand but also the housing supply. With these functions, banks are involved in the housing sector.

While these loan options provide a long-term payment opportunity in the purchase of housing, they also affect the amount of interest rates and the amount of housing demand. The demand for housing may increase due to the mortgage loan options encouraged during the contraction periods experienced in the sector. When the interest rates decrease, the loan volume of the real estates also increases. As the demand for housing increases, rent and housing sales prices increase (Şahin, 2011).

Turkey, which is a developing country, causes an increase in credit costs due to the combination of low personal savings and high inflation. Financing programs for private residences, which began in the 80s, are a product of the commercial banking operations mentioned. Credit costs increase as banks obtain their resources from short-term and high-interest deposits. Housing loans, which are expected to be offered with low interest rates and long-term in this way, could be offered with a maximum maturity of five years due to the problems caused by high interest rates (Demir and Palabıyık, 2005). When the interest income and the effect of incentives on the houses purchased for investment purposes are investigated, it is stated that the incentives applied to the housing purchases increase the investment-oriented housing purchases, decrease the housing demand of the households, and increase the employment. In addition, the decrease in the interest rate causes an increase in the demand for investment housing, a decrease in the housing demand of the households and an increase in the housing prices. The relationship between housing demand and macro-economy varies according to the number of incentives given by the government (Jin and Zeng, 2007).

After the economic process experienced after 1980, the rate of competition increased and diversity in the product and the customer began to be sought in order to increase the profitability rates. This process led to an increase in housing loans. The most important variable at this point is interest rates. The variable that increases the demand for housing is the long-term interest rate. Today, the decrease in long-term interest rates increases the housing loans called mortgages (Öztürk and Fitöz, 2009). First of all, it should be noted that there is a causality running from interest rates to loans and from loans to CPI and housing prices in the short term. There is a bidirectional causality between credit and CPI. There is also causality from growth and housing prices to interest rates (Canbay and Mercan, 2020).

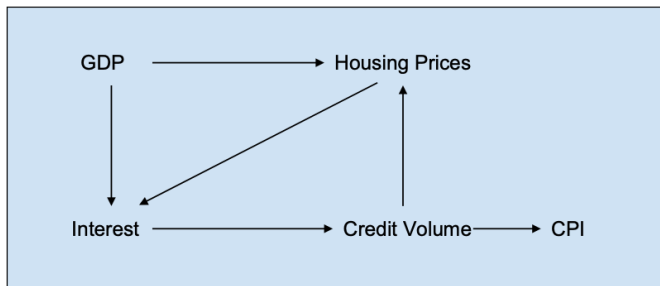


Table 2. Relationship between house prices and certain inputs

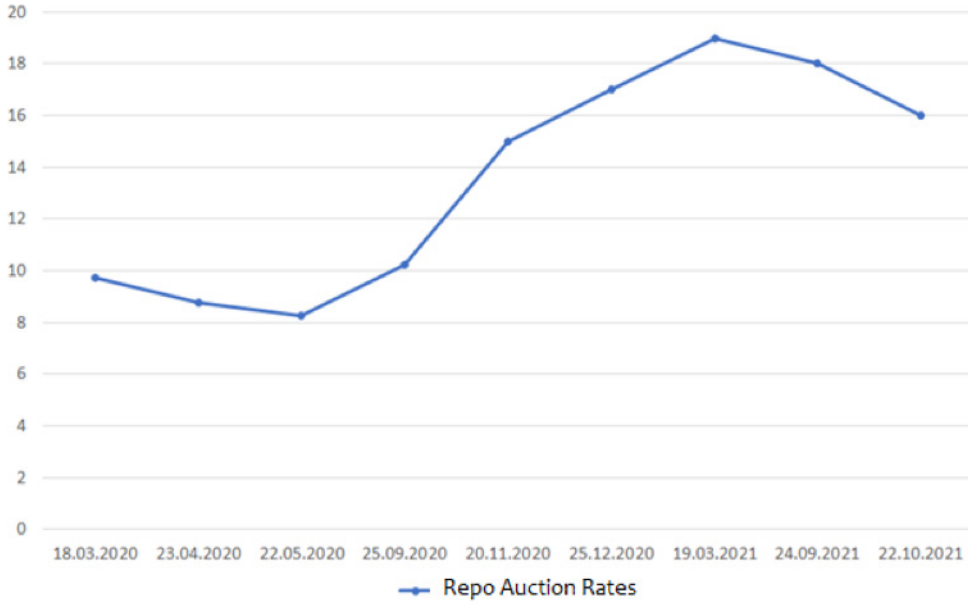


Table 3. Repo Auction Rates According to CBRT (URL 7)

The interest rates announced by the central bank of Turkey are among the important factors that determine the housing sales. With the lowering of the interest rates, the cash holders do not use their money with interest but tend to buy houses, thus housing sales are expected to increase. Various interest rate cuts were applied according to the Repo Tender Interest rates announced by the Central Bank. However, when this table is compared with the table for house sales, it is seen that there is no direct contrast or similarity relationship between interest discounts and house sales. This shows that the government's policy of lowering interest rates is not a strong enough policy for house sales. As Polanyi emphasizes, this choice is a political and economic choice made by the state and shows the indirect effect of the state on the housing market.

3.2. Demographic Factors

Population movements take place on the basis of economic activities, as they directly affect the demand for goods and services and create labour supply (Lebe and Akbaş, 2014). One of the demographic factors that are effective in determining the housing demand is migration and urbanization. Economic developments cause the current population to concentrate in cities. This situation is especially common in Turkey. Due to the fact that the existing houses do not meet the needs, demand for housing occurs. In other words, there is a positive relationship between urbanization and housing demand (Öztürk and Fitöz, 2009). High population and population growth increase the need for housing production. When it is considered for Turkey, it is not possible to meet the housing need independently of the role of the state that bears and distributes the costs (Özkurt, 2007). This situation makes the state an important subject in determining the housing market.

The role of the aforementioned demographic factors in housing demand is important. Factors such as the young population, the increase in marriage and birth rates are also expected to increase the demand for housing. Population growth is expected to increase housing prices. The reason for this theoretical expectation is that the increase in population will increase the need for housing and the increase in demand for housing and the increase in the equilibrium point of prices (İslamoğlu and Nazlıoğlu, 2019). According to Adams and Fuss, housing supply varies depending on housing prices, not on the building's own production cost. The increase in housing demand will also cause an increase in housing prices (Adams and Fuss, 2008). However, Lebe and Yiğit, in their studies on housing demand in Turkey, revealed that the housing demand increased positively in the long run with per capita income, population, number of married couples and industrialization, it was revealed that prices and housing costs were negatively affected (Lebe and Yiğit, 2009).

The demographics that have changed with government policies in Turkey in recent years also have an impact on the housing market. Until the Regulation on the Implementation of the Turkish Citizenship Law, which was made on September 19, 2018, citizenship was granted to foreigners who purchased immovables with a value of 1 million dollars within the borders of the country. According to December 2020 data, after this change, a total of 7 thousand 312 foreign Turkish citizens became Turkish citizens with an investment of 1 billion 880 million 500 thousand dollars in the last three years (URL 9).

It could be stated that the demographic structure of Turkey has undergone certain changes due to the refugees and asylum seekers who were included in the borders of Turkey with the Syrian Civil War in 2011, and the Afghan migration, which has increased since 2018. According to the news of the BBC, Mixed Migration Center, a research organization on immigrants in Australia, published in its report titled "Unknown Direction: Afghans Advancing in Turkey", in a survey conducted with a group of Afghans who came to Turkey after 2018, "it is easier and faster to find shelters." access (45.2%)" option is in the highest rank after "meeting with family (48.7%)" option (URL 1). In this case, it could be said that one of the main reasons for migration is housing access opportunities in Turkey.

According to the data updated by the Migration Administration on October 21, 2021, there are 1 million 232 thousand 448 foreigners living in Turkey with a residence permit. The majority of these foreigners are in Istanbul (640 338), followed by Antalya, Ankara and Bursa (URL-2). Looking at the graphic published by the Immigration Administration, it is seen that the number of foreigners in the country with a residence permit has increased regularly until 2019. The breaking point of this graph was the year 2020, which was included in the pandemic process.

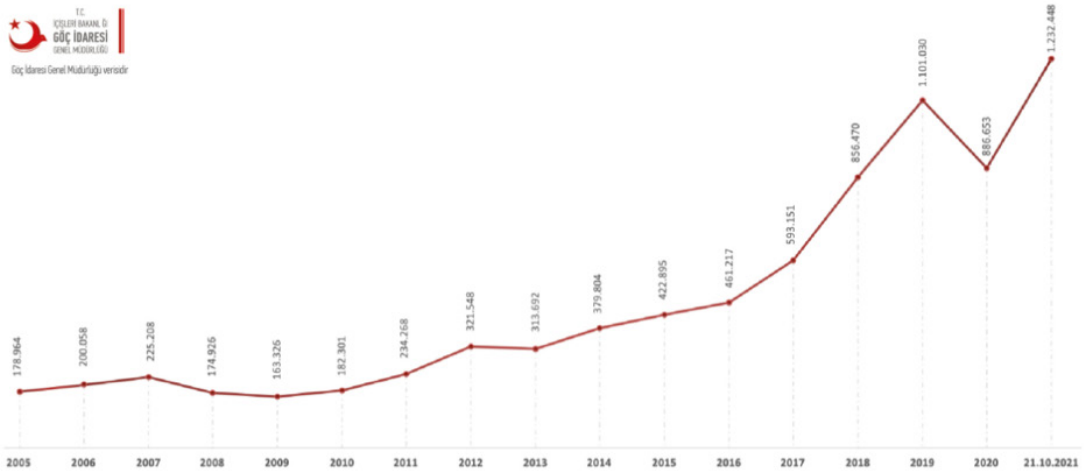


Table 4. Distribution of Foreigners in Turkey with a Residence Permit by Years (URL 2)

Turkey is a promising and developing country with a population of more than 70 million. Istanbul, which is an international center especially for commercial and cultural events, has attractive opportunities with metropolises such as Ankara and Izmir (Özkurt, 2007). With the reciprocity law that has been implemented in Turkey since 2013, it has become legal for foreigners to own property in Turkey.

3.3. Exchange Rates

The depreciation of the Turkish Lira against the US Dollar could be considered as one of the reasons for the increase in house sales to foreigners. This situation shows the effect of the state on the economy and indirectly on housing sales. According to 2021 Credit Suisse data, it was the currency that lost its value the most against the Dollar after Nigeria (-19.4) with -17.9 (URL 5). The change in the mentioned depreciation by months is shown in Table 5.

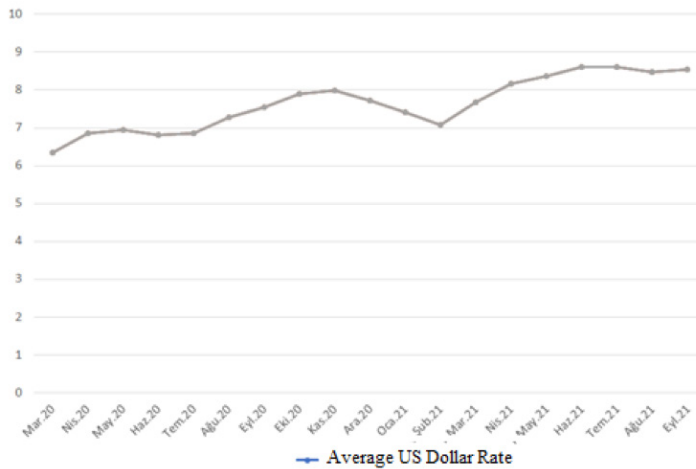


Table 5. Distribution of Average US Dollar Rate by Month (URL 10)

In order to understand the effect of exchange rate on house sales, the graph of house sales to foreigners was examined. According to TUIK data, the amount of house sales to foreigners between March 2020 and September 2021 is as follows (URL 4).

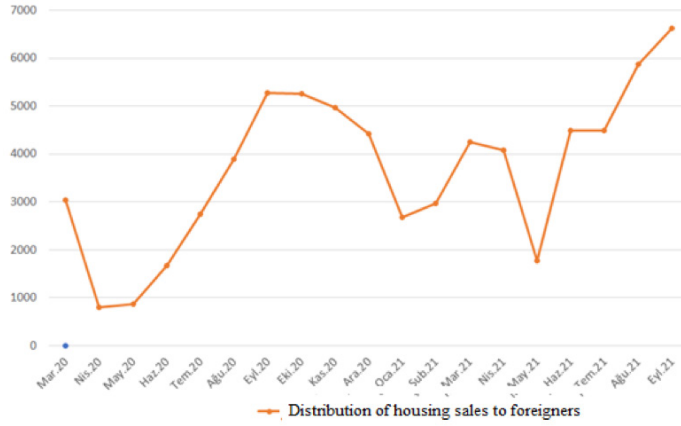


Table 6. Distribution of housing sales to foreigners by months

Although there is no direct harmony between the exchange rate and the graphics of house sales to foreigners, it could be thought that sales to foreigners increased with the appreciation of the dollar. Similarly, it could be thought that there is a relationship between the decline of the dollar in February 2021 and the decrease in housing sales. However, it cannot be said that this relationship is established directly with the available data. In addition, these graphs alone cannot explain the fact that the increasing dollar rate at the beginning of the pandemic process corresponds to the decrease in house sales. For this reason, it is not possible to draw a direct conclusion.

4. DISCUSSION

It is known that microeconomic factors such as housing demand, housing supply, and changes in construction costs affect the housing market. However, the main impact is experienced through macroeconomic changes. The importance of the construction sector in terms of macroeconomics is related to its multiplier effect. Because construction and housing production are the most important sources of the economy. The construction sector surpassed the other 250 sectors and became very effective in terms of employment and growth (Çelik and Kırıl, 2018). Changes in macroeconomics have many and effective consequences on the housing market. Considering that these results are generally negative based on the current instability of the macroeconomy, it is extremely dangerous to see the construction sector as the most important economic base for housing, in particular. The idea that focuses on only one sector is also dangerous when considered, but the construction sector is one of the riskiest sectors to choose from. Since Turkey is still in a developing country class; Evaluating economic development through the construction sector, housing production and housing prices would be a very inadequate idea. According to OECD data, Turkey is the country with the highest score for the increase in housing prices as of October 21, 2021 (OECD, 2021).

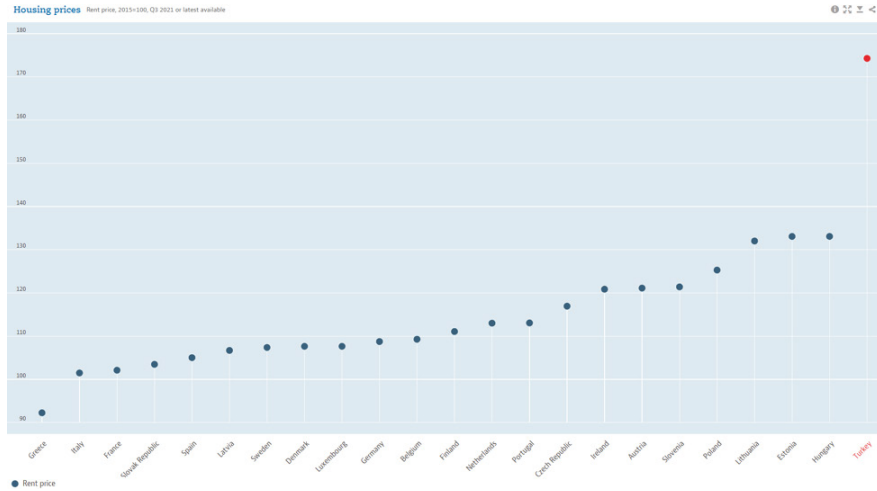


Table 7. OECD (2021), Housing prices (indicator)

According to the data of Endeksa, in the last year, the rental prices of residences in Istanbul have been 24.4%, in Ankara 21.93% and in İzmir 20.92% (URL-3).



Table 8. Endeksa data of the rental prices of residences in Istanbul, Ankara, and İzmir

Considering the effects such as economic crises, inadequacy of natural resources, climate crises and pandemics that the world has faced in recent years; it is seen that the literature findings on the fact that the functioning of the market is directed by the states have found a correct answer. The fact that states consider the housing market as a political project for the sake of their economic interests in order to achieve political dominance in the world creates a situation contrary to the existence of social life. Because the free-market economy will disrupt the structure of society if there is no state intervention. Hunger, poverty, and crime rates will increase. Human values will be damaged. These views are used as a base in anti-capitalist discourses, and it is stated that this situation in the world will be a reason for future bad scenarios.

5. CONCLUSION

In this study, the effects of the neoliberal economy on the housing market in Turkey were evaluated in the scale of urban economic development. While making these evaluations, the developments in Turkey and in the world and the economic and economic concepts affected by these developments are discussed. Looking at the housing industry and economy, it is possible to address this from many scales. The scale used in this study is urban economic development.

Markets are not spontaneous systems. On the contrary, they are systems created by the state, with an institutional orientation. The market is a political project in which labor and money are converted into commodities. Despite this, all the structures that people have established should be evaluated as a whole. Because people have to be considered together with the society, they live in. For this reason, the concepts of human and economics are concepts that cannot be considered independently. Factors such as the inadequacy of welfare state practices and the end of the class struggle have become the factors that enable the commodification of housing. In this case, the increase in neoliberal policies on the city accelerated.

Problems such as the weakness of the housing policy, the absence of a housing policy that supports tenancy, not the owners, the absence of a penal sanction for vacant houses, and the absence of an upper limit on real estate prices; strengthens the influence of the state on the housing market in the same way as capitalism induces. It is also possible for the state to make improvements on the housing policy with its own decisions, but it is understandable within the context of neoliberal economy that a financial situation that has started to operate on the same side as large companies is not willing to provide social housing or services for lower-middle-income citizens. Housing policies should be strengthened by the state in order to minimize the damage to society caused by this situation created by the neoliberal economy. Penal sanctions should be rearranged and inspections in the housing market should be made convenient for the citizens.

6. REFERENCES

- Adams, Z., and R. Fuss.** 2008. Macroeconomic determinants of international housing markets. http://www.bundesbank.de/download/vfz/konferenzen/200810_20_mannheim/paper_adams_fuss.pdf (Access: 18.11.2015).
- Akan, S.** 2016. Polanyi'nin Modern İktisatın İnsan Anlayışına Eleştirileri. *İnsan ve Toplum*, 5 (10).
- Akman, C.** 2003. Antika Bir Samuray Kılıcı Olarak Piyasa. *Birikim Dergisi*. 170(171), 52-62.
- Ataöv, A., and S. Osmay. 2007. Türkiye'de Kentsel Dönüşüme Yöntemsel Bir Yaklaşım. *METU JFA*, 24:2, 57-82.
- Aydın, A. R.** 1997. Özel İstihdam Büroları. *Türk-İş Yıllığı*, C. 2, Türk-İş Araştırma Merkezi, Ankara.
- Badurlar, İ. Ö.** 2008. Türkiye'de Konut Fiyatları ile Makroekonomik Değişkenler Arasındaki İlişkinin Araştırılması. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. Cilt: 8 Sayı: 1. 223-238.

Bayraktar, S. 2019. Kapitalizm Krizlerinin Karl Polanyi Penceresinden Analizi. Akademik Hassasiyetler Dergisi, Cilt:6 Sayı:11.

Bekmez, S., and A. Özpolat. 2013. Türkiye’de Konut Talebinin Belirleyenleri: Dinamik Bir Analiz. Tisk Akademi 2013-II.

Bilgin, İ. 2006. Kent Üretimini ve Kamu Yaşamının Örgütlenmesinde Güncel Eğilimler. Birikim Dergisi, 105, 166-177.

Block, F., and M.R. Somers. 1984. Beyond the Economistic Fallacy: The Holistic Social Science of Karl Polanyi. T. Stocpol (Ed.), Vision and Method in Historical Sociology, Cambridge University Press, Cambridge.

Boratav, K. 2016. Türkiye İktisat Tarihi, 1908-2007. İmge Kitabevi Yayınları, İstanbul.

Brandt, O., T. Knetsch, J. Peñalosa, and F. Zollino. 2010. Housing Markets in Europe: A Macroeconomic Perspective, Spring Publisher.

Canbay, Ş., and D. Mercan. 2020. Türkiye’de Konut Fiyatları, Büyüme ve Makroekonomik Değişkenler Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Analizi. Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi.

Coşkun, Y. 2016. Konut Fiyatları ve Yatırımı: Türkiye için Bir Analiz. Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 9(2).

Çankaya, S. 2013. Konut Fiyatları ve Makroekonomik Faktörler Arası İlişkiye Global Bakış. Maliye Finans Yazıları, Sayı: 100.

Çelik, C., and G. Kıral. 2018. Panel Veri Analizi ve Kümeleme Yöntemi ile Türkiye’de Konut Talebinin İncelenmesi. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt: 32, Sayı: 4.

Çoban, A.N. 2012. Cumhuriyetin İlanından Günümüze Konut Politikası. Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, 67-3.

Dean, J. 2012. The communist horizon. NY: Verso, New York.

Demir, H., and V.K. Palabıyık. 2005. Konut Ediniminde Uzun Vadeli İpotek Kredisi Sistemi. Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi, (92).

Diamond, R.W. 2002. Origins of Macroeconomics. Routledge, New York.

DPT. 1979. Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı 1979-1983, Ankara.

Dumludağ, D. 2004. Küreselleşmeyi “Büyük Dönüşüm” Üzerinden Okumak. Marmara Üniversitesi İİBF Dergisi, Cilt: XIX Sayı: 1.

Durkaya, M. 2002. Türkiye’de Konut Piyasasının Talep Yönlü Analizi (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Trabzon.

Eğilmez, M. 2019. Kendime Yazılar İnternet Sayfası, 16 Aralık 2019 tarihli Zenginleşme ve Fakirleşme İllüzyonu, Access: 17.01.2020, <http://www.mahfiegilmez.com/search?q=konut>.

Gelfand, J.E. 1966. The Credit Elasticity of Lower-Middle Income Housing Demand. *Land Economics*, 42(4), pp.464–472.

Goodhart, C., and B. Hofmann. 2008. House Prices, Money, Credit, and the Macroeconomy. *Oxford Review of Economic Policy*, 24(1): 180-205.

Harvey, D. 2013. *Asi Şehirler*. Çev.: A.D. Temiz, Metis Yayınları, İstanbul.

Hayek, F. 2007. *The road to serfdom*. University of Chicago Press, Chicago, IL.

INTES. 2019a. Türkiye İnşaat Sanayicileri İşveren Sendikası İnşaat Sektörü Raporu, Ocak 2019, Access: 26.05.2019, <https://intes.org.tr/wp-content/uploads/2019/01/İNŞAAT-SEKTÖRÜ-RAPORU.pdf>.

İlgen, S. 2009. *Metalaşan Konut ve Çevresi: Kapalı Siteler*. Yüksek Lisans Tezi.

İslamoğlu, B., and Ş. Nazlıoğlu. 2016. Enflasyon ve Konut Fiyatları: İstanbul, Ankara ve İzmir İçin Panel Veri Analizi. *SIYASET, EKONOMİ ve YÖNETİM ARAŞTIRMALARI DERGİSİ*. Ocak 2019, Cilt:7, Sayı:1.

Jin, Y., and Z. Zhixiong. 2007. Real Estate and Optimal Public Policy in a Credit Constrained Economy. *Journal of Housing Economics*, Vol. 16, No: 2, pp.143– 166.

Kahraman, T. 2006. İstanbul Kentinde Kentsel Dönüşüm Projeleri ve Planlama Süreçleri. *Planlama*, 2, ss. 93-101.

Kalkınma Bakanlığı. 2013. Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018). Kalkınma Bakanlığı Yayınları, Ankara.

Karadaş, H. A., and E. Salihoğlu. 2020. Seçili Makroekonomik Değişkenlerin Konut Fiyatlarına Etkisi: Türkiye Örneği. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Cilt: 16, Sayı: 1.

Kitapçı, İ. 2019. Piyasaları Olan Toplumdan Piyasa Toplumuna: Karl Polanyi’nin Perspektifinden İktisat Sosyolojisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C.24, S.4, s.1089-1109.

Kurtuluş, H. 2012. Kentsel Dönüşüme Modern Kent Mitinin Çöküşü Çerçevesinden Bakmak. *Planlama Dergisi*.

Kuyucu, A. T. 2010. Bir Mülkiyet Transfer Aracı Olarak TOKİ ve Kentsel Dönüşüm Projeleri. 3. İstanbul Sempozyumu, 15-16 Ekim 2010, Osmanlı Başkentinden, Küreselleşen İstanbul'a: Mimarlık ve Kent, 1910-2010 içinde, 122-134. Osmanlı Bankası Arşiv ve Araştırma Merkezi Yayınları, İstanbul.

Lebe, F., and B. Yiğit. 2009. Analysis of the Short and Long Run Housing Demand in Turkey. The 7th International Symposium of The Romanian Regional Science Association, June 12-13, Baia Mare, Romania.

Lebe, F., and Y. E. Akbaş. 2014. Türkiye'nin Konut Talebinin Analizi: 1970-2011. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt: 28, Sayı 1.

Oskay, B. 2019. Piyasa Kuramı Üzerinden Türkiye'de Konut Üretiminin Ele Alınması. Yüksek Lisans Tezi.

Oskay, B., and C. Ç. Çıtak. 2018. Piyasa Ekonomisi ve Konut Üretimi İlişkileri. Ulusal Geleneksel Mimari ve Sürdürülebilirlik Sempozyumu. 3-4 Ocak 2018: İstanbul.

Önver, M. Ş. 2016. Konut ve Konut Politikası. IJOPEC Yayıncılık.

Özgür, E. F. 2009. İstanbul'un Konut Alanlarında Yeni Eğilimler, Voyvoda Caddesi Toplantıları 2008-2009. Osmanlı Bankası Arşiv ve Araştırma Merkezi, İstanbul. <https://docplayer.biz.tr/amp/3071585-Istanbul-unkonut-alanlarinda-yeni-egilimler-yard-doc-dr-ebru-firidin-ozgur-13-mayis2009.html> (Access: 19.06.2019)

Özkurt, H. 2007. Türkiye Ekonomisinde Konut Sektörü: Gelişimi ve Alternatif Finansman Modelleri. Sosyal Bilimler Dergisi, 159-173.

Öztürk, N., and E. Fitöz. 2009. Türkiye'de Konut Piyasasının Belirleyicileri: Ampirik Bir Uygulama. ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt 5, Sayı 10.

Pamuk, Ş. 2017. Türkiye'nin 200 Yıllık İktisadi Tarihi. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul.

Polanyi, K. 1986. Büyük Dönüşüm: Çağımızın Siyasal ve Ekonomik Kökenleri. Alan Yayıncılık, İstanbul.

Polanyi, K. 2020. Büyük Dönüşüm: Çağımızın Siyasal ve Ekonomik Kökenleri. İletişim Yayıncılık.

Sancak, E., and E. Demirbaş. 2011. Küresel Ekonomik Kriz ve Türkiye Konut Sektörüne Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt: 16 Sayı: 3, 171-190.

Şahin, A. 2011. Ekonomi Üzerine Notlar. Savaş Yayınevi, Birinci Baskı, Ankara.

Şenyapılı, T. 2007. Charting the "Voyage" of Squatter Housing in Urban Spatial "Quadruped". European Journal of Turkish Studies, www.ejts.org (2 Mayıs 2007).

Tekeli, İ. 1998. Türkiye’de Cumhuriyet Döneminde Kentsel Gelişme ve Kent Planlaması. 75 Yılda Değişen Kent ve Mimarlık, Türkiye İş Bankası ve Tarih Vakfı Ortak Yayını, Ed: Yıldız Sey, 1-24.

Tekeli, İ. 1999. Kent Planlaması Konuşmaları. TBMOB Mimarlar Odası Yayınları, Ankara.

Türkiye Mühendisler Birliği. 2011. Dönem Raporu. http://www.tmb.org.tr/arastirma_yayinlar/faaliyet_raporu_2011_son.pdf. TÜİK, Hanehalkı İşgücü Anketi, <http://www.tuik.gov.tr/>, Access, 28.05.2007.

Web Sources

URL 1-<https://www.bbc.com/turkce/haberler-turkiye-58342885>

URL 2-<https://www.goc.gov.tr/ikamet-izinleri>

URL 3-<https://www.endeksa.com/tr/>

URL 4-<https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Insaat-ve-Konut-116>

URL 5-<https://www.credit-suisse.com/about-us/en/reports-research/global-wealth-report.html>

URL6-<https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/TR/TCMB+TR/Main+Menu/Temel+Faaliyetler/Para+Politikasi/Merkez+Bankasi+Faiz+Oranlari/faiz-oranlari>

URL7-<https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/tr/tcmb+tr/main+menu/temel+faaliyetler/para+politikasi/merkez+bankasi+faiz+oranlari/1+hafta+repo>

URL8-<https://www.sozcu.com.tr/2020/gundem/250-bin-dolar-veren-7-bin-312-kisiye-vatandaslik-verildi-6165046/>

URL9-<https://tr.sputniknews.com/20201122/3-yilda-7-bin-312-yabanci-turkiye-vatandasi-oldu-1043269162.html>

URL10-<https://www.doviz724.com/aylara-gore-ortalama-amerikan-dolari-kuru.html> OECD (2021), Housing prices (indicator). doi: 10.1787/63008438-en (Access 21 2021)

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

KİNETİK MİMARLIK UYGULAMALARININ KONUT MEKANLARI ÜZERİNDEN OKUNMASI

Merve ÇOBAN ÇINAR¹¹Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Mimarlık Ana Bilim Dalı, İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul, Türkiye
mmervecoban@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2414-8942Yasemin ERKAN YAZICI²²Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul, Türkiye
y.erkanyazici@iku.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1175-8445

GELİŞ TARİHİ/RECEIVED DATE: 25.11.2021 KABUL TARİHİ/ACCEPTED DATE: 29.03.2022

Özet

Bu çalışmada enerji üretimi ve çevresel faktörlerin değerlendirilmesi amacıyla kinetik mimarlığın uygulandığı konutlar araştırılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda kinetik mimarinin, teknolojik gelişmelerin artmasıyla konutlarda kullanımının artacağı, çevresel faktörlerin mimaride etkin bir şekilde kullanılacağı ve kişiselleştirilebilen mekanların, kullanıcılar ile mimarların ilgisini çekecek bir tasarım yaklaşımı olacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada kinetik mimarlığın, çevresel faktörlerin değerlendirilmesi ve enerji üretimi amacıyla tasarlanmış konutlarda ne şekilde uygulandığı araştırılmış; hareket amaçları, hareket prensipleri, hareket yönleri ve hareketin mekanlarda yarattığı etkiler incelenmiştir. Elde edilen veriler ile kinetik mimarlığın konutlarda mekânlara nasıl yansıdığı analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında Domespace evi, Heliotrope Evi, Dragspelhuset Evi, Sharifi-Ha Evi ve Girasola Evi ele alınmıştır. DomeSpace, Heliotrope, Girasola Evi kütleli olarak güneşe göre dönen ve enerji üreten yapılardır. Yapılan analizler sonucunda; kinetik uygulamaların bu yapılarda, iç mekân kullanımında ve sürekliliğinde aksaklıklara neden olduğu saptanmıştır. Dragspelhuset ve Sharifi-Ha Evindeki uygulamalarda ise yapılarıdaki mekanların, yapının bütününden ayrı olarak hareket ettiği, bu hareketle çevresel koşullara uyum sağlandığı ve mekânların kişiselleştirilebildiği görülmüştür.

Keywords: Kinetic architecture, housing, adaptation to environmental conditions, energy production

READING KINETIC ARCHITECTURE APPLICATIONS ON HOUSING SPACES

Abstract

In this study, houses, where kinetic architecture is applied, were investigated to evaluate energy production and environmental factors. As a result of the researches, it is thought that the use of kinetic architecture in residences will increase with the increase in technological developments, environmental factors will be used effectively in architecture and customizable spaces will be a design approach that will attract the attention of users and architects. How kinetic architecture is applied in houses designed for the evaluation of environmental factors and energy production has been researched through architectural projects. Movement purposes,

movement principles, movement directions, and the effects of movement in spaces were examined. With the data obtained, how kinetic architecture is reflected in the spaces in the houses has been analyzed. Within the scope of the study, Domespace, Heliotrope, Dragspelhuset, Sharifi-Ha, and Girasole Houses were examined. DomeSpace, Heliotrope, Girasole House are structures that maseffesively rotate relative to the sun and generate energy. It has been determined that kinetic applications cause disruptions in these structures, indoor use, and continuity. In the applications in Dragspelhuset and Sharifi-Ha, it has been seen that the spaces in the buildings move separately from the whole of the building, this movement adapts to the environmental conditions and the spaces can be personalized.

Anahtar kelimeler: kinetik mimarlık, konut, çevresel koşullara uyum, enerji üretimi

1. GİRİŞ

İnsan, yapı olarak hareketli bir varlıktır, bu bağlamda hareketlilik, hareket edebilme yeteneği, hareket potansiyeli ve özgürlüğü insanların yaşamında önemli bir yer tutmaktadır. Kronenburg'e (2007), göre insan istekleri doğrultusunda hareket ederek, geniş alanlara yayılmış olarak yaşamını sürdüren, esnek bir canlıdır. Çevresine uyum sağlayabilme ve hareket edebilme yeteneği sayesinde hayatta kalabilmiştir. (Kronenburg, 2007).

Mimari çoğunlukla çevresindeki değişen ortama ve konumunun özel koşullarına tepki vermeden statik, değişmeyen ve katı bir unsur olarak algılanmaktadır (Kormaníková, vd., 2017). Aynı zamanda, mimarlık yaşadığımız mekanları oluşturarak insan hayatını merkeze alan bir meslek alanı olması dolayısıyla yaşamın önemli parçalarından olan hareket etme isteği ile etkileşim içindedir. Bu isteğin mekanlardaki hareketlilik, esneklik ve değişebilirlik öğelerini tetiklediği düşünülmektedir. Konut, değişebilirlik, esneklik, hareketlilik gibi birçok kavramı barındırmaktadır. Bu kavramlar ile ilgili olarak yapılan bazı tanımlamalara literatür üzerinden erişilmiştir.

Değişebilirlik kavramı, 20. yüzyılda modern konut kullanıcılarına yaşayacakları herhangi bir konutta değişiklik yapmaları için yardımcı olabilecek ve konut tasarım ve üretim sürecine aktif katılımlarına olanak veren bir araç olarak görülmüştür. Değişebilirlik kavramı mimarlık alanında önemli bir tasarım ve üretim ölçütü olmuştur (Deniz, 2004).

Esneklik kavramı ise değişik yönlerde büyüme ve gelişme olarak tanımlanabilir. Konutta esneklik ise; tasarımın kullanıcıların gelişen koşullar altında değişen ihtiyaçlarına karşılayabilme yeteneğine sahip olmasıdır (Andiç, 1999). Norberg- Schulz esnekliği iki anlamda kullanmaktadır. İlki, parça eklenmesi veya çıkarılması yolu ile bütünlüğünü kaybetmeden binanın büyümesi veya küçülmesidir. İkincisi ise parçaların ve aralarındaki ilişkilerin değiştirilebilmesidir. Buna hareketli bölmeler (sürme duvarlar, katlanan duvarlar, perde ve storlar) ile mekân bölümlerinin veya mekân elemanlarının çevreleme biçimlerinin değiştirilebilir olması örnek olarak gösterilebilir (Norberg-Schulz, 1963).

Hareketlilik kavramı çok yönlü olan ve yaşamın her bölümünde kendini farklı biçimlerde gösteren, çok sayıda bileşenin bir araya gelerek oluşturduğu katmanlı bir bütünden oluşmaktadır. Çevreyi harekete geçirmek için insanlar "geçmişin kinetik estetiklerini tekrar" etmek amacıyla yeni teknolojik buluşları kullanmaktadırlar Bugünkü teknolojik aletler göçebe yaşam şeklinin kendi kendisine yetebilme

durumunu taklit etmektedir. İnsan hayatına teknolojinin dahil olmasıyla birlikte yaşam şekilleri farklılaşmış, bu bağlamda günlük hayat teknolojiden bağımsız olarak düşünülemez bir hale gelmiştir. İş hayatının teknoloji sayesinde mobilize olabilmesi ve insanların teknoloji ile ilişkilerinin artması ile beraber, yönetim, eğitim, servis, iletişim ve eğlence gibi önceden birbirinden ayrı olan işlevler bir arada düşünölmeye başlanmıştır (Brown, 2003). Bir araya gelen bu işlevler nedeniyle var olan mekanların karşılaması gereken ihtiyaçlar farklılaşmış ve artmıştır. Günlük hayat rutinleri değışerek sosyal hayat unsurları ile özel hayat unsurları birbiri içine girmiş ve bu durum mekanlara da yansımıştır.

Günümüzde, mimarlık ve ürünlerinin sosyal ve günlük yaşamdan etkilendiğı kabul edilmektedir. Kronenberg (2003), mimarlığın payının insanın kimlik duygusuyla doğrudan bağlantılı olduğunu belirtmektedir. Bu nedenle teknolojik, sosyal, ekonomik ve kültürel olarak değışen bir dünyada, insanlar yerleşik bir hayat kurabilmek için hareketli, esnek ve değışken tasarımlara ihtiyaç duymaktadırlar.

Hareketlilik, mekanların karşılaması gereken ihtiyaçların sağlanması için kullanılan tasarım yöntemlerinden biridir. Hareketin mimaride kullanılması genel olarak binaların işlevsel verimliliklerini arttırmaya yöneliktir. Hareketlilik sayesinde mekânda yaratılan farklılıklardan daha çok bu hareketin bina performansını arttırmaya yönelik potansiyelleri üzerinde çalışmaların yapıldığı görölmektedir. Kinetik uygulamalar, aslında işlevleri karşılamının yanı sıra hareketin kendi içinde barındırdığı estetik özelliğı de dışarı yansıttıklarında kullanıcılar için ilgi çeken bir unsur haline gelmektedir.

Günümüz yaşam şartları ve konut kullanım şekillerine bakıldığında, mekanların birçok işlev için farklı zamanlarda kullanılması artık ihtiyaç halini almıştır. Mekanların hareketli olması, değışebilirlik ve esneklik kavramlarının konut tasarımına ve kullanımına yansımaya neden olmaktadır. Kullanıcılar artık konutlarındaki bir mekânı çalışmak, uyumak, spor yapmak gibi farklı işlevler için kullanmakta, kinetik mimarlık uygulamaları da bu esneklik sağlayan ihtiyaca cevap vermektedir.

Kinetik uygulamaların farklı ihtiyaç ve işlevlere cevap verdiği konut tasarımlarından bu çalışma kapsamında araştırılan örnekler inşa edilme tarihlerine göre; 1988 yılında New York'da inşa edilen Patrick Marsilli tarafından tasarlanan Domespace evi, 1994 yılında Almanya Freiburg-Vauban'da inşa edilen Rolf Disch tarafından tasarlanan Heliotrope Evi, 2004 yılında İsveç'te inşa edilen 24H Mimarlık tarafından tasarlanan Dragspelhuset Evi, 2013 yılında İran Tahran'da inşa edilen Alireza Taghaboni ve ekibi tarafından tasarlanan Sharifi-Ha Evi ve 2013 yılında Canberra'da inşa edilen ve John Andriola ile DNA Architects tarafından tasarlanan Girasole Evi'dir. Yapılan çalışmada kinetik mimarlık uygulamaları kapsamında ele alınan 5 konut literatürde yer alan başlıklardan yararlanılarak analiz edilmiş, günümüzde ve gelecekte konutlar için değışmekte olan ihtiyaç koşulları için neler yapılabileceğı ile ilgili değerlendirme ve önerilerde bulunulmuştur.

2. KİNETİK MİMARLIK KAVRAMININ GELİŞİMİ

Sözcük anlamına bakıldığında kinetik kelimesi Yunancada hareket etmek anlamına gelen "kineo" kelimesinden türetilmiştir. Kinetik mimari kavramının, mimaride hareket veya hareketli mimari şeklinde yorumlandığı görölmektedir (Yaşa, 2010). Kinetik mimari, hareket kavramını temel almasından dolayı mimaride değışimi ve esnekliğı de kapsayan bir tasarım yaklaşımıdır. Kinetik mimari terimi, hareket

yeteneği kazandırılmış olarak üretilen yapıların tasarımını ifade etmektedir. Birçok tanıma sahip olan kinetik mimari kavramı, değişebilen hareketlilik, konum ve / veya geometriye sahip binalar, yapı bileşenleri ya da dönüşen mekanlar aynı zamanda duyarlı bina öğeleri veya etkileşimli alanlar olarak da tanımlanabilir (Fouad, 2012).

Tarih boyunca binaların performansı, kullanıcının değişen ihtiyaç ve isteklerini karşılayarak değil, zamana, doğadaki yıpranmaya ve dayanma kabiliyetine bağlı olarak değerlendirilmiştir. 1970'lerde Zuc ve Clark, Kinetik Mimari kavramını bir biçim olarak tanımlamışlardır. Bu tanımda "bir biçim, denge oluşturan etkenlere tepki göstermeli, zamana bağlı olarak durağan olmamalıdır". Yapılan bu tanımda, her yapının sabit olmaması gerektiği elbette düşünülemez ama teknolojiye meydana gelen değişikliklere uyum sağlamak için de bazı yapılarda serbest mimarinin de kullanılabilmesi aktarılmaktadır (Zuk ve Clark, 1970).

Sürekli değişen ve gelişen fiziksel çevrede mimarlığın en önemli sorumluluklarından biri de kullanıcılara yaratıcı, sosyal, çevresel ve estetik olarak yeteneklerini genişletme fırsatları sunan mekanlar oluşturmaktır. Kullanıcılar ile çevre arasında karşılıklı etkileşimin olduğu ortamlar esnek ve etkileşimli mimari kullanılarak sağlanabilmektedir (Asefi, 2012). Canlıların çevresel etmenlere uyum sağlamak için kullandıkları hareket etme yeteneğinin, insan yapımı olan mimari mekanların da şekillendirilmesi sürecinde tasarımcılara esin kaynağı olarak görülmesi gerekmektedir. Mimari mekanların zaman ve değişim karşısında işlevsel olarak devamlılıklarını sürdürebilmeleri için hareketlilik prensibiyle tasarlanmaları fikri bu yaklaşımla gündeme gelmiştir.

Tongji Üniversitesi algoritmik tasarım laboratuvar direktörü olan Kostas Terzidis tarafından "Hareketin yapılı çevreyle olan bütünleşmesi ve bu durumun yapıların estetiği, tasarımı ve performansı üzerindeki etkisi mimarlık alanında büyük önem taşıyabilir. Sanal hareketin estetik değeri her zaman bir esin kaynağı olsa da bu hareketin yapılarda fiziksel olarak uygulanması mimarlığın gerçekte ne olduğu gerçeğini zorlayabilir" şeklinde yorumda bulunmuştur (Terzidis, 2003).

Korkmaz'a (2009), göre birincil olarak, kinetik mimarlıkta yapı tümüyle veya parçalar halinde bir konumdan, başka bir konuma taşınabilir ve kullanılabilir. Biçim değiştirebilen mimari olarak adlandırdığı tür ise ikinci olarak gelmektedir. Bu türe dahil olan yapılarda, kullanıcının mekânda bulunduğu sırada gerçekleşen hareket, mekânın çok boyutlu hale gelmesini sağlamaktadır. Çeşitli mekânsal ihtiyaçları ve işlevleri karşılayabilmek için yapının tümü veya belli bölümleri hareket edebilmektedir (Korkmaz, 2009). Mimari yapılardaki hareket altı gruba ayrılmaktadır. Bu hareketler; kayma, dönme, daralma-genişleme, açılma-kapanma, katlanma ve gerilme şeklindedir. Hareketin, yapılarda yarattığı etki ve oluşturulma şekli sadece geometrik olarak değil aynı zamanda hareketin malzemesi, konumu, durumu ve kullanıcılar ile olan ilişkisiyle de incelenmesi gerekmektedir.

Fox (2009), kinetik mimarlık uygulamalarının bir yandan bina performansına değinirken bir yandan da estetik fenomolojiye değindiğini belirtmiştir. Bu doğrultuda formu etkileyen etmenleri humanistik ve pragmatik olarak iki kategoriye ayırır. Pragmatik uygulamalar ihtiyaçların giderilmesi ile ilgilenirken, humanistik uygulamalar, mimari çevredeki değişimlerin bizi fiziksel ve psikolojik olarak nasıl etkilediğiyle

ilgilenir. Kinetik mimarlık kavramını oluşturan unsurlar, genellikle sağlam, kalıcı ve değişmez bir biçim olarak kabul edilse de sadece farklı alanları sınırlandıran tamamen statik bir kavram değildir. Yapıdaki hareketli unsurlar mimarlığın ve mimarlık tarihinin ayrılmaz bir parçası olmasına rağmen bu konuda sistemik bir bilgi mevcut değildir. Hareketli mekanlar ile ilgili bir sınıflandırma Michael A. Fox ve Bryant Yeh'e aittir. İkili, 1999 yılında yayınladıkları "Intelligent Kinetic Systems" adındaki makalede kinetik mimariyi, mekanik sistemlerin ve teknolojik yeniliklerin mimari üzerindeki etkilerini esas alarak üç ana başlık altında incelemiştir. Bu başlıklar; Yapısal Yenilikler ile Malzeme Teknolojisindeki Gelişmeler, Mimarideki Kinetik Tipolojiler ve Kontrol Mekanizmalarıdır. Mimarideki kinetik tipolojiler; kinetik mimariyi, hareketin kullanıldığı mimari yapı ve yapı bileşenlerinin ölçeğine göre üç alt başlık altında incelemektedir. Bu başlıklar; gömülü kinetik yapılar, kurulabilir yapılar ve dinamik kinetik yapılarıdır. Gömülü Kinetik Yapılar, mevcut bir konuma sahip olan ancak mimari bütünün bir bölümünde kinetik yapı elemanları bulunduran yapılarıdır. Kurulabilir Yapılar, konumu geçici olan ve kolayca hareket ettirilerek taşınabilen yapılarıdır. Dinamik Kinetik Yapılar, mimari bütün içerisinde, kapılar, bölücüler, duvarlar, modüler sistemler gibi küçük ölçeklerde hareketli yapı bileşenleri bulunduran yapılarıdır. Diğer bir sınıflandırma da kinetik yapıların kontrol mekanizmaları üzerinedir (Fox ve Yeh, 1999). Literatüre bakıldığında yapıların harekete başlamalarını sağlayan etmenler; insan kontrollü, çevresel etmenlere duyarlı ve kullanıcılar ile doğrudan etkileşimli olarak üç başlıkta ele alınabilir. İnsan kontrolündeki hareketli yapılarda, hareket kullanıcının kararıyla başlatılır. Dolayısıyla, kullanıcı fiziksel temas sağlayarak yapıyı etkilemektedir. Yapıda kullanıcının kontrolü ile hareket ettirilen kapılar, pencereler, asansörler örnek olarak verilebilir.

İnsan kontrolündeki hareketli yapılarda kontrol ve denetime yönelik etki, kullanıcının bedensel temasıyla sağlanır. Çevresel olaylara karşı duyarlılığı olan bileşenlerin gerçekleştirdiği hareket, yapıdaki havalandırma, aydınlatma, ısıtma ve soğutma için kullanılan enerji tüketimini azaltmaya yöneliktir (Moloney, 2011). Günümüzde bu kontrol çeşidiyle yönlendirilen yapılar anlık kullanıcı müdahalesi gerekmeden çevresel güçlere uyum sağlayabilmesi için bilgisayar teknolojileri ile desteklenmektedir. Mekânlar, kurgulanan kontrol sistemi sayesinde "canlılar gibi bir davranış" sergilemektedir. Mimari bir mekânın gerçek bir iletişim özelliği olduğunu gösteren, kullanıcısıyla direkt etkileşimli olan yapılarda dinamik bir iletişimden söz etmek mümkündür ve yapıyı kullanan birey ile direkt etkileşimli olan hareketli yapılar, kullanıcıya farklı mekânsal deneyimler sunma imkânı da sağlar.

Hareket edebilme yeteneği, insan hayatının odağını oluşturan bir kavramdır. Tarih boyunca insanlar ihtiyaçları doğrultusunda hareketli elemanları kullanmışlardır (Fox ve Kemp, 2009). Geçmişe bakıldığında mimarideki kinetiğin köklerinin pragmatik adaptasyona dayandığını söylemektedir. Bir göçmenin yemek kaynaklarının takibi için hareketli olma durumundan ürün almak için topografyaya şekil vermesine, değişik iklim koşullarına uyum sağlamasından, düşmandan kaçmasına kadar birçok senaryo, yaşamı ve mekânı harekete zorlamaktadır. Bu senaryolar mobiliteye ve uyuma her zaman ihtiyaç olduğunu göstermektedir. (Fox ve Kemp, 2009).

Mimari açıdan uyum sağlama yeteneği ve hareketlilik, ilk zamanlarda mağara veya kulübe boşluklarını kapatan hareketli taşlar, kütükler veya deriler olarak görülmekteydi. Bununla ilgili bilinen en eski eserler İsviçre'nin Robenhausen bölgesinde, Zürih'te ve Mısır'daki tek parça olan ahşap malzemeden üretilmiş kapılardır (Sherratt, 2001). İlerleyen zamanlarda kale kapıları da Orta Çağ'da savunma amaçlı hareketli

olarak tasarlanmıştır. Hareketli kapılarla beraber aynı zamanda hareketli köprülerin de Orta Çağ'dan daha eski zamanlarda, MÖ 14. yüzyılda Mısır ve Babil'de kullanıldığına dair kanıtlar yer almaktadır. Herodot'a göre Babil Kraliçesi Nitocris MÖ 460'ta Fırat Nehri'nin karşısına koruma amacıyla geri çekilebilir bir köprü inşa ettirmiştir (Koglin, 2003).

13. yüzyılda Anadolu'da yaşamış olan El-Cezeri (Bediüzzaman Ebü'l İz İbni İsmail İbni Rezzaz El Cezeri), zamanına göre ileri derecede teknoloji içeren mekanik parçalarla otomatik olarak çalışan düzenekler tasarlayan ve bunları uygulanır hale getiren bir bilim adamı ve sanatçısıdır. Kitab-ül Hiyal adındaki kitabında renkli ve detaylı çizimlerle anlattığı tasarımları arasında, filli saat, otomatik yüzen kayık ve çalgıcılar, birbirine içecek ikram eden iki kişi, dört çıkışlı iki şamandıralı otomatik sistem, iki bölümlü testi (termos), otomatik abdest alma ve su akıtma, ikramda bulunma ve kurulama makinesi, su çarkı kepece mekanizması motor-kompresör mekanizması, su çarkı su dolabı, şifreli anahtarlar bulunmaktadır. El-Cezeri'nin çalışmaları, bugün ki mühendislik ve mimarlık alanında kullanılan kinetik sistemlerin gerçekleşmesine esin kaynağı olmuş ve alt yapı sağlamıştır (Unat, 2002).

Rönesans dönemi tasarımcısı ve düşünürü olan Leonardo Da Vinci hareketli (kinetik) mekanizmalar üzerine eskizler yapan tasarımcılardandır. Doğadaki canlıların hareketini gözlemleyen ve bu doğrultuda taslaklar geliştiren Da Vinci'nin, hareketli araçlar ve mekanizmalar üzerine pek çok çalışması bulunmaktadır. Da Vinci'ye göre, "Alet tasarımı ve mekanik bilimi bütün diğer bilimler arasında en yararlı ve en değerli olanıdır. Bu bilim sayesinde nesnelere hareket kazandırarak iş yaparlar (Suh, 2010).

Orta çağ sonrasında mimaride hareketlilik kavramı yapı kabuklarını da etkilemiştir. 18. yy. da hareketli yapı kabuklarına da örnek olabilecek bazı öğeler; hareketli kapılar, pencereler, açılıp kapanabilen tavan vb. olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca 18 yy. da iç mekânda kullanılan ayarlanabilen masa, Avrupa'da bazı tiyatrolarda dönebilen sahne mekanizmaları da bulunmaktadır.

Tarih boyunca yapılarda kinetik uygulamalardaki hareketlilik, daha çok yapı elemanı ölçeğindeyken, yapı ölçeğinde kinetik uygulamaların görüldüğü ilk örnek 1903 yılında Fransız mimar M. Engere Pettit ve Doktor Lucien Pellegrin'in ortak çalışmasıyla "Ayçiçeği Evi" olarak adlandırılan "Sanatoryum Evi"dir. (Randl, 2008). Doktor Lucien Pellegrin çoğu hastalığın tedavisi olduğuna inandığı güneş ışığından dolayı bu evi sanatoryum olarak adlandırmıştır.

Hareket ile ilgili eğilim Avrupa'da devrimci tarzların yaşandığı bir dönemde resim, grafik tasarım, edebiyat ve mimarlık alanlarında da gerçekleşmiştir. Dönmeyi amaçlayan dışavurumcu tasarımların hiçbiri ne kadar çizilmiş ve açıklanmış olsa da yapılamamıştır.

Sonuç olarak, kinetik mimarlık, bir objenin teknolojik yeniliklerle geleneksel uygulamaların tekrar yorumlanarak o objeye hareket kazandırılması veya bir yapının fiziksel değişiminin modern mimaride tasarlanmasıdır. Bu yeni bakış açısında robot, mekanik ve elektronik bilimlerinin kullanımı temeldir. Bu teknolojilerin kullanımıyla mimarlar strüktürel olarak geleneksel yöntemlere eskisi kadar bağlı kalmamaktadırlar. Teknolojik gelişmeler sayesinde duvarları hareketli, çatıları katlanabilir ve binaları dönebilecek şekilde tasarlayabilmektedirler. (Ramzy and Fayed, 2011). Bu çalışmada, farklı kinetik mimarlık uygulamalarının ele alındığı beş konut yapısı seçilmiş ve mekanlar üzerindeki etkisi okunmaya çalışılmıştır.

3. KİNETİK MİMARLIK UYGULAMALARININ KONUT MEKANLARI ÜZERİNDEN OKUNMASI

Bu çalışmada hareketli yapı örneklerinden DomeSpace evi, Heliotrope evi, Dragspelhuset evi, Sharifi-Ha evi ve Girasole Evi incelenmiştir. Bu örneklerin seçilme nedenleri, işlev olarak hepsinin konut kullanımlı olması, hareketliliğin farklı yöntemler ile uygulanmış olması, kinetik uygulamalarının amaçlarının farklı olması ve mekanlarda yarattığı etkilerin de bu bağlamda değişiklik göstermesidir.

3.1. DomeSpace Evi

20 y.y'da inşa edilmiş kinetik yapılara ilk örneklerden olan DomeSpace evi 1988 yılında Mimar Patrick Marsilli tarafından tasarlanarak inşa edilmiştir. Marsilli daha sonra kendi şirketini kurarak Fransa'da ve dünyada 130'dan fazla kubbe ev tasarımı yapmıştır. Ufo görünümünü andıran bu yapı yenilikçi bir tasarımdan öte, sürdürülebilir yapı özelliği de taşımaktadır (Şekil 1). Yapılarda kullanılan ahşaplar uluslararası bir organizasyon olan Orman Yönetim Konseyi tarafından verilen sertifikalı ürünlerdir (Tan, 2008).

Bu yapıda yalıtım malzemesi olarak mantar kullanılmıştır. Yarım küre şeklindeki çatıda, doğal aydınlatmanın iç mekanlara ulaşmasını sağlayan tavan pencereleri yer almaktadır (Şekil 2). Çatıda bulunan güneş panelleri, yapıda gerekli olan enerjinin üretilmesinde önemli rol oynamaktadır. Güneş ışığının emilimini en üst düzeye çıkarmak için yapıyı 360° döndürmeye yarayan mekanik donanım evin tabanında yer almaktadır. Yapı dönerken aynı noktadan elde edilen görüntüler Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 1. Yapının ahşap iskeleti (URL 1)



Şekil 2. Çatı pencereleri (URL 1)

Kubbenin cephesinde olduğu gibi, iç mekanlarında da çoğunlukla ahşap malzeme kullanılmıştır (Şekil 4-5). Kinetik mimarlık uygulamalarının ilk örneklerinden olan evde hareketlilik kavramının, çevresel etmenleri değerlendirmek ve enerji üretmek amacıyla uygulandığı görülmektedir.



Şekil 3. Yapı dönerken aynı noktadan elde edilen görüntüler (URL 1)



Şekil 4. İç mekanlarda ahşap kullanımı (URL 1)



Şekil 5. İç mekanlarda ahşap malzeme kullanımı (URL 1)

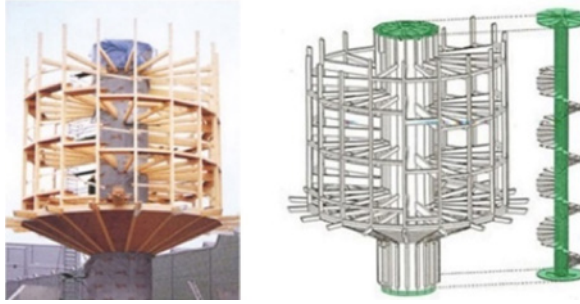
3.2. Heliotrope Evi

1994 yılında Almanya Freiburg-Vauban'da inşa edilen, Rolf Disch tarafından tasarlanmış olan Heliotrope Evi, güneşi izleyerek ve güneş panellerinin verimli bir şekilde en yüksek düzeyde çalışabilmesi için 180 derece dönebilecek şekilde düşünülmüş olan bir enerji-artı evidir (Şekil 6). Bu ev enerji üretiminde ilk örneklerden olan Freiburg-Vauban akıllı şehri için üretilmiştir. 6.6 kWh'lik enerji üreten, çatıya konumlanmış güneş panelleri, evin enerjisini artı-enerji durumuna getirmekte ve güneş enerjili termal boru sistemi sayesinde evin su ve radyatörlerini ısıtmaktadır. Heliotrope Evi, tükettiği enerjinin beş katına kadar enerji üretebilmektedir. Aynı zamanda yağmur suyu geri dönüştürme sistemi ve kompost sistemli bir tuvalet de bu ev için tasarlanmıştır.

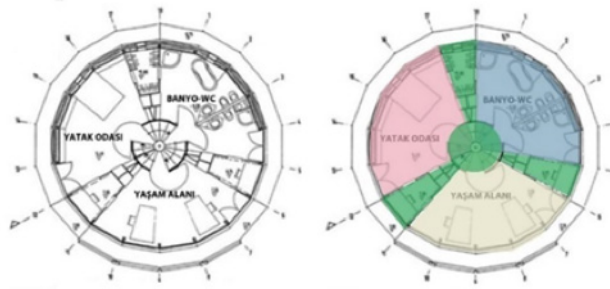


Şekil 6. Heliotrope Evi (URL 2)

Ana bir kolona monte edilen ev ahşap strüktür ile oluşturulmuştur (Şekil 7). Binanın strüktüründen dolayı aynı katta bulunan mekanlar arasındaki geçiş spiral merdivenin bulunduğu alandan yapılmakta ve bu durum mekanlar arasında süreksizliğe neden olmaktadır (Şekil 8).

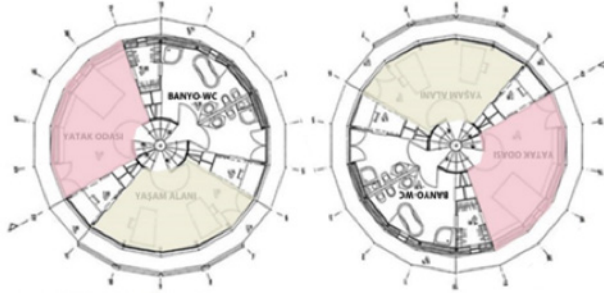


Şekil 7. Ana kolon ve ahşap strüktür (URL 2)



Şekil 8. Kat planında mekanlar arası süreksizlik (URL 3)

Binanın güneşe göre 180 derece dönmesi ile yaşam alanı ve yatak odaları yer değiştirmektedir. Binanın güneşe göre hareketi ile sıcaklık-soğukluk, aydınlık-karanlık değişkenliği mekanlara yansımaktadır (Şekil 9).

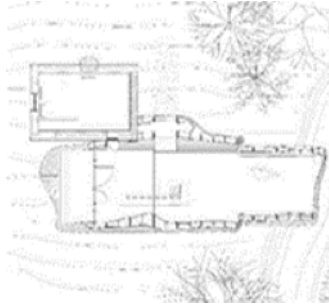


Şekil 9. Yapının dönmesi ile mekanların yer değiştirmesi (URL 2)

3.3. Dragspelhuset Evi

2004 yılında İsveç'te inşa edilen, 24H Mimarlık tarafından tasarlanan Dragspelhuset Evi, kayarak hareket eden konsol sayesinde farklı mevsimlerdeki değişken hava koşullarına uyum sağlayabilmektedir. Plan düzleminde gösterilen uzatılabilir olarak tasarlanan bu kısım halat ve makara sistemi ile manuel olarak kullanıcı tarafından hareket ettirilir. Bu yapı İsveç'teki Glaskogen doğa koruma alanı'ndaki Övre Gla gölü'nün kıyısında bulunan 1800'lerden kalma orijinal bir kulübenin uzantısıdır (Şekil 10).

Bu uzantı mekân, hava koşullarına veya ihtiyaç duyulan alana göre değiştirilebilen yaşam ortamları yaratmaktadır (Şekil 11). Konsolun uzatılmasıyla mekân daha aydınlık ve ferah bir hale gelmektedir. Yapının hareketli kısmı, yapıya fazladan bir çalışma, dinlenme gibi farklı işlevlerin olduğu bir yaşam alanı sunmaktadır.



Şekil 10. Dragspelhuset Evi (URL 4)



Şekil 11. Hareketli mekânın açık ve kapalı görseli (URL 5)

Yeni yaşam alanı manzaraya açılarak yapının çevresi ile ilişkisini arttırmaktadır. Yapının kapalı yüzeyleri hareketin etkisi ile açılmakta ve binanın algılanma biçimi hem iç mekânlardan hem de dışarıdan değişmektedir (Şekil 12). Evin organik şekli, ormanın ortamına doğal bir şekilde karışmaktadır. İsveç'te yaygın olan geleneksel çatı çözümü (stikor veya shingled roof), çağdaş bir şekilde kullanılmıştır. Çatı için Kanada sedir ağacının seçilmesinin nedeni bu ağacın bakım gerektirmemesidir. Evin tasarımcıları yapının orman içerisinde bütünlüşerek, ormanın bir parçasıymış davranmasını arzu etmiş ve malzeme seçimini o yönde yapmışlardır. Ahşabın eskimesiyle zamanla yapı orman içinde kamufle olarak doğayla uyumluluğunu koruması düşünülmüştür. Yapının hareketli kısmı, yapının ana gövdesi gibi ahşap strüktür ile oluşturulmuştur. (Şekil 13)



Şekil 12. Mekanın hareketinin dış cepheye yansımaları (URL 6)

Maartje Lammers ve Boris Zeisser tarafından tasarlanan eklenti, yapıyı çevreleyen iklime ve kullanıcıların sayısına göre ayarlanabilmektedir. Yaz aylarında hareketli mekânın, konsol ile bir uzantı olarak açılması sağlanmakta, Kış aylarında ise bu hareketli mekân bir koza gibi geri çekilerek, orijinal şekline dönebilecek şekilde hareket edebilmektedir Aynı zamanda yapının sabit kısmının üzerinde bulunan güneş panelleri sayesinde enerji de üretilmektedir.



Şekil 13. Yapının ahşap strüktürü (URL 7)

Dragspelhuset evi, diğer örneklerden farklı olarak doğaya uyumlu ve kamuflej olabilme amacıyla tasarlanmış bir yaz evidir.

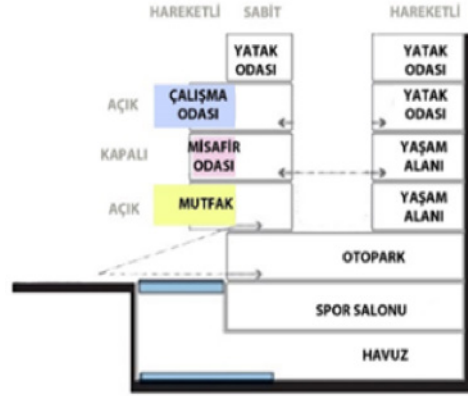
3.4. Sharifi-Ha Evi

2013 yılında İran, Tahran'da inşa edilen, Alireza Taghaboni ve ekibi tarafından tasarlanan Sharifi-Ha Evinin konsepti belirsizlik ve esneklik kavramları üzerine kurgulanmıştır. Sharifi-ha Evi'nin 2 bodrum katında spor, havuz, eğlenme ve dinlenme alanları yer alırken, zemin katta otopark ve temizlik mekânları bulunmaktadır. Birinci ve ikinci katlarda evin yaşam alanları, üst katlarda ise yatak odaları konumlanmaktadır. Cephe, dönen kutuların yer değiştirmesi ile açık/kapalı hacim ve de içe/dışa

dönük olma durumu sağlanmaktadır (Şekil 14-15) Esnekliği sağlayan bu hareketlilik, değişen mevsimlere ve farklı durumlara göre de düzenlenebilmektedir. Bu sayede İran kültüründe yer alan mevsimlik mekân kavramının (kış için Zemestan-Neshin, yaz için Taabestan-Neshin) sağlanması için odalar mevsimlere göre yer ve yön değiştirmektedir. Aynı zamanda mekanlardaki bu hareketlilik sayesinde yaz aylarında istenilen teraslar ile, şeffaflığa ulaşılabılırken, soğuk kış aylarında hacim en aza indirilmektedir (Şekil 15).



Şekil 14. Dönme hareketi ile mekanlarda oluşan değişim



Şekil 15. Hareketli mekanların kesit görünümü

Mekanlarda yaratılan bu hareketlilik sayesinde yaz-kış düzeninde sıcaklık-soğukluğa göre ortam değişmekte ve konfor düzeyi ayarlanmaktadır. Mekanlar, hareketlilik sayesinde, kullanıcının isteğine göre daha şeffaf olmakta, açılmalar ile bu alanlara teras gibi yeni işlevler yüklenebilmektedir. Bu esneklik, kinetik mimarlık sayesinde sağlanabilmekte ve yapının kimliğini olumlu yönde etkilemektedir. Hareketlilik ile hem iç mekânda değişiklik yaratılmakta hem de binanın dışarıdan algılanması farklılaşmaktadır (Şekil 16). Diğer örneklerden farklı olarak her katında bağımsız olarak hareket edebilen kinetik mekanlar bulunan çok katlı bir yapıdır.



Şekil 16. Mekanların hareketinin dış cephede yarattığı çeşitlilik (URL 8)

3.5. Girasole Evi

2013’de Avustralya, Canberra’da inşa edilen, John Andriola ile DNA Architects tarafından tasarlanan Girasole Evi, günışığına doğru hareket eden ve 360 derece dönebilen bir yapıdır (Şekil 17). Yapı köşe bir parselde yer almaktadır. Zeminde dönen bir platformla hareket kabiliyetini sağlamaktadır (Şekil 18). Güneşe göre dönen yapı, manuel olarak kullanıcılar tarafından da kontrol edilebilen akıllı bir ev sistemine sahiptir ve 360 derece dönüşünü 10 dakikada tamamlayabilmektedir.

Yapıda, esnek tasarımın yanı sıra çevresel faktörlerin de değerlendirildiği, evin ve garajın çatısında yağmur sularının toplandığı 120.000 litre kapasiteli bir su deposu bulunmaktadır. Çift camlı oturma odası pencereleri, kuzeye bakarken kışın güneşin evi ısıtmasını sağlamakta; yaz aylarında ise, daha küçük pencereler ve ısıyı yansıtan Low-E cam sistemi ile kendini korumak için dönerek güneşten uzaklaşabilmektedir.



Şekil 17. Girasole Evi (URL 9)

Evin zeminini oluşturan kinetik platform, 28 tekerlek üzerinde bir çerçeveye bağlı şekilde evin altındaki iki adet sessiz motorun dönmesi ile çalışmaktadır. Bu platformun çalışması için harcanan enerji sadece bir ampulün yanması için harcanan enerji kadardır. Yaz aylarında güneş enerjisi sistemi, bina sakinlerinin kullandığından çok daha fazla elektrik ve sıcak su üreterek, tasarruf sağlamaktadır. Yapı ahşap strüktür kullanılarak oluşturulmuştur (Şekil 19). Yapının 360 derece dönmesiyle aynı noktadan bina cephesinin görüntüsü, 10 dakika süren dönme hareketi boyunca farklılaşmaktadır (Şekil 20).



Şekil 18. 360 derece dönen platform (URL 10)



Şekil 19. Yapının ahşap strüktürü (URL 11)



Şekil 20. Aynı noktadan farklı cephe görünümüleri (URL 12)

4. BULGULAR

Çalışma kapsamındaki konutlar; kinetik mimarlık uygulamalarının hareket başlığı altında ele alınan; hareket prensibi, hareket amacı, hareket yönü ve hareketin mekanlarda yarattığı etkiler incelenerek, karşılaştırılmıştır (Tablo 1). Bu karşılaştırmalar sonucu elde edilen veriler çizelge aracılığıyla analiz edilmiştir.

DomeSpace Evi, Heliotrope Evi, Girasole Evi kütsel olarak güneşe göre dönerek hareket eden ve enerji üreten yapılardır. Enerji üretimini tasarım parametresi olarak ilk sırada tutan Heliotrope evinde, bu amacı uygulamak için seçilen yöntemin, kat planlarında süreksizliğe neden olduğu ve mekanlar arasındaki ilişkilerin genel konut kullanımından farklı bir şekilde kurulduğu görülmektedir. Domespace evi ve Girasole evi de Heliotrope evi gibi enerji üretimi amaçlanarak tasarlanmasına rağmen, Heliotrope Evi'nden farklı olarak 360 derece dönmekte ve bu dönüşün sağladığı enerji üretiminin yanı sıra açık plan düzeninde tasarlanarak mekanlarda süreklilik de sağlanmaktadır. Yapılar bütünsel olarak hareket ettiği için iç mekanlarda ayrıca esneklik sağlanamamaktadır. Domespace, Heliotrope ve Girasole evi yaptıkları bütünsel hareket sayesinde iç mekanlarda ışık ve manzara farklılıklarını sağlamaktadır. Bu dönme hareketi ile mekanların konfor koşulları da sıcaklık-soğukluk olarak düzenlenebilmektedir.

HAREKETİN YARATTIĞI ETKİ	HAREKET YÖNÜ	HAREKET AMACI	HAREKET PRENSİBİ		
			BÜTÜNSSEL HAREKET	KİSMİ HAREKET	
FİZİKSEL ÇEVREYE UYUM ENERJİ ÜRETİMİ GÖRSEL DEĞİŞİKLİK FONKSİYONEL DEĞİŞİKLİK IŞIK MANZARA SICAKLIK SOĞUKLUK KOPUKLUK SÜREKLİLİK İŞLEV DEĞİŞİMİ	ESNEK TASARIM	FONKSİYONEL DEĞİŞİKLİK	DÖNEREK HAREKET	KAYARAK HAREKET	
	90 DERECE	GÖRSEL DEĞİŞİKLİK	KAÇILIP KAPANARAK HAREKET	KAYARAK HAREKET	
	180 DERECE	FONKSİYONEL DEĞİŞİKLİK	KAÇILIP KAPANARAK HAREKET	KAYARAK HAREKET	
		GÖRSEL DEĞİŞİKLİK	KAÇILIP KAPANARAK HAREKET	KAYARAK HAREKET	
		FONKSİYONEL DEĞİŞİKLİK	KAÇILIP KAPANARAK HAREKET	KAYARAK HAREKET	
		GÖRSEL DEĞİŞİKLİK	KAÇILIP KAPANARAK HAREKET	KAYARAK HAREKET	
		FONKSİYONEL DEĞİŞİKLİK	KAÇILIP KAPANARAK HAREKET	KAYARAK HAREKET	
		GÖRSEL DEĞİŞİKLİK	KAÇILIP KAPANARAK HAREKET	KAYARAK HAREKET	
		FONKSİYONEL DEĞİŞİKLİK	KAÇILIP KAPANARAK HAREKET	KAYARAK HAREKET	
		GÖRSEL DEĞİŞİKLİK	KAÇILIP KAPANARAK HAREKET	KAYARAK HAREKET	
					1988
					1994
					2004
					2013
					2013

Tablo 1. Kinetik mimarlık uygulamalarının konut mekanları üzerinden analizi

Dragspelhuset Evi ve Sharifi-Ha Evi, çevresel koşullara uyum sağlamak için kinetik mimarlık uygulamalarının kullanıldığı konutlardır. Mevsim değişimlerine göre kinetik uygulamaların tasarlandığı bu yapılarda, tek bir mekânın bütünden ayrı olarak hareket etmesi ile mekânlarda işlev değişiklikleri ve esneklik sağlanmıştır. Bu evlerin bulunduğu konumlardaki hava şartlarının en iyi şekilde değerlendirilmesi için, mekanların hareketinin planlandığı, gerektiğinde yüzey ve hacim artışı veya azalışı ile gerekli konfor koşullarının sağlanabildiği görülmektedir. Bu iki evde doğrusal hareketlerle mekanlar açılıp kapanabilmekte ve bu da kullanım alanında artışı sağlamaktadır.

Dragspelhuset evi ve Sharifi-Ha evinde mekanların hareket etmesi ile cephe farklılıkları ve yapıların hem iç mekândan hem de dış mekândan algılanışı değişmektedir. Bu evlerde hareketli mekanlar mevcut yerlerinde içe dönük ve opak alanlarken, mekanların hareketi ile manzaraya dönerek, daha şeffaf ve aydınlık mekanlara dönüşmektedirler. Böylece mekanların hareketi ile hem fonksiyonel hem de görsel değişiklik sağlanmış olmakta, ayrıca bu hareket ile diğer örneklerden farklı olarak iç mekânda esnek tasarıma ve mekanların kişiselleştirmesine de olanak verilmektedir.

5. DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER

İncelenen örneklerde uygulanan hareketli mekân uygulamaları, kinetik mimarlığın konutlarda farklı amaçlar için, farklı yöntemler ile kullanılabilirdiğini göstermektedir. Hareketin bazen yapının tümünde

bazen de yapının bazı bölümlerinde sağlandığı görülmektedir. Yapılarda istenen önceliğe göre bu durum; enerji üretimi, işlevsellik, esneklik, uyumluluk gibi kavramlarla ele alınabilir.

Enerji üretimi ve sürdürülebilirlik amacıyla yapılan konutlardaki kinetik uygulamalar genellikle güneşe göre dönebilmekte ve yapının bütününe uygulanmaktadır. Domespace Evi, Girasole Evi 360 derece dönerek, Heliotrope Evi ise 180 derece dönerek güneşi takip etmektedir. Bu dönme hareketi ile ilk amaçlanan enerji üretimi olmasıyla beraber mekanlarda manzara farklılaşması da ikincil özellik olarak ortaya çıkmaktadır. Mekanlar bu dönme hareketi sayesinde sıcaklık-soğukluk, aydınlık-karanlık gibi farklı konfor koşullarına da uyum sağlamaktadır.

Mekanlarda çevresel faktörlerin değerlendirilmesi veya uyum sağlanması da kinetik uygulamaların konutlarda kullanılmasını tetikleyen nedenlerden olduğu görülmektedir. Dragspelhuset Evi ve Sharifi-Ha evi, inşa edildikleri bölgeler itibarı ile mevsim değişiklikleri ve ısı farkı gibi nedenler dolayısıyla kinetik uygulamaların yapıldığı konutlardır. Konutlarda yaşayan kullanıcılar bu hareketlilik sayesinde yaşam alanlarını mevsim koşullarına göre değiştirebilmekte ve konfor düzeylerini ayarlayabilmektedirler. Çevresel faktörlerin değerlendirilmesi ve uyum sağlamak için tasarlanan değişebilir mekanlar, yapının bütününden bağımsız şekilde hareket ettirilerek kullanıcının tercihlerine olanak sağlamakta, aynı yapı içerisinde esnek mekân kullanımına imkân vermektedir.

Konut kullanımının özel ve kişisel olması nedeniyle kinetik uygulamaların daha yaygın olarak konut yapılarında tercih edildiği görülmektedir. İncelenen örneklere bakıldığında; 1988 yılında yapılan ve devam eden süreçteki uygulamaların daha çok enerji üretmek amacıyla yapıldığı, konutların kişiselleştirilmediği ve hatta bazı kullanım zorluklarına da neden olduğu tespit edilmiştir. 2000 yılından itibaren, konuta yüklenen barınma ihtiyacı dışında yazlık-kışık gibi ikincil konut düzeni, çalışma ve spor yapma gibi birçok işlevin de eklenmesiyle birlikte kinetik uygulamaların arttığı görülmektedir. Kinetik mimarinin daha güncel uygulamalarında, teknoloji sayesinde geliştiği ve sadece enerji üretimi amacıyla değil, konut mekanlarını kişiselleştirme amacıyla da yapıldığı bilinmektedir.

Konut kullanımının barınma dışında birçok işlevi beraberinde getirmesiyle, farklı ihtiyaçlar doğmakta ve bu durum günümüz koşullarında her geçen gün değişerek artmaktadır. Bu nedenle ilerleyen zamanlarda kinetik mimarlığın, yapı tasarımını etkileyen ana kararlardan biri olarak ön sıralarda düşünüleceği öngörülmektedir. Ayrıca günümüzde her şeyin kişiselleştirilmesi durumu, kullanıcıların evleri için de bu durumu istemelerine neden olacağı ve böylece kinetik mimari ile konut yapılarında kişiye özgü mekanların tasarlanmasının da yolunu açacağı düşünülmektedir. Yakın gelecekte tasarlanacak olan konutlar için, tasarım parametresi haline gelmesi düşünülen kinetik mimarlık uygulamaları, konut sunum biçimlerini değiştirerek, farklılaşmaya neden olacak ve kullanıcılar tarafından arzu edilen bir durum haline gelerek, kullanımının teknolojik gelişmeler ile yaygınlaşabileceği öngörülmektedir.

6. KAYNAKLAR

Andiç, Z. 1999. Türkiye’de Açık Ev Olanaklarının İncelenmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Asefi, M. 2012. Transformation and movement in architecture: the marriage among art, engineering and technology, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 51, 1005–1010. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.08.278>

- Başar, C.** 2014. Mekân Hareketlerinin Fiziksel, Topolojik ve Deneysel Bağlamlar Üzerinden İncelenmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı, Mimari Tasarım Bilim Dalı, İstanbul.
- Brown, G.** 2003. Introduction, Transportable Environments. London, 2. E & FN SponPress.
- Deniz, Ö.Ş.** 2004. 20.Yüzyılda Değişebilir Konut Uygulamaları. Arredamento Mimarlık, 166, 114-122.
- Fouad, S.M.A.E.** 2012. Design Methodology: Kinetic Architecture, Doktora Tezi, Alexandria University, Faculty of Engineering, B.Sc. of Architecture.
- Fox, M. ve M. Kemp.** 2009. Interactive Architecture. Princeton Architectural Press, New York.
- Fox, M.A. ve B.P. Yeh.** 1999. Intelligent Kinetic Systems. Cambridge, MIT, 5-10.
- Koglin, T.L.** 2003. Movable Bridge Engineering, 1st Edition, ISBN 9780471419600. John Wiley&Sons, New Jersey.
- Korkmaz, K.** 2009. Kinetik mimarlık üzerine. Arredamento Mimarlık, 220, 64- 69.
- Kormaníková, L., E. Kormaníková ve D. Katunský.** 2017. Shape Design and Analysis of Adaptive Structures, Procedia Engineering 190, 7–14. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.05.300>
- Kronenburg, R.** 2003. Transportable Environment. London, 2. E & FN SponPress.
- Kronenburg, R.** 2007. Introduction, in Flexible: Architecture That Responds to Change. Laurence King Publishing Ltd., 10-18, London.
- Moloney, J.** 2011. Designing Kinetics for Architectural Facades, 1st Edition. Routledge Taylor & Francis Group, London.
- Moutiris, V.** 2011. Interactive Architecture through Kinetic systems & Computation. Professional Diploma Project, University of Nicosia Architecture Research Center.
- Norberg-Schulz, C.** 1963. Intentions In Architecture. Allen and Unwin, 152, London.
- Ramzy, N. ve H. Fayed.** 2011. Kinetic systems in architecture: New approach for environmental control systems and context-sensitive buildings. Sustainable Cities and Society, 1, 170-177.
- Randl, C.** 2008. Revolving architecture: a history of buildings that rotate, Swivel, and Pivot. Princeton Architectural Press, New York.
- Sherratt, G.A.** 2001. The Transformation of Early Agrarian Europe: The Later Neolithic and Copper Ages 4500-2500 BC, ISBN 0192854410. Oxford University Press, Oxford.

Suh, H. A. 2010. Leonardo'nun defterleri: Büyük üstattan uygulamalı dersler (çev. Alev Serin). Arkadaş Yayınevi, Ankara.

Tan, L. 2008, Marsilli's Domespace Homes, Erişim Tarihi: 23.08.2021, (<https://www.luxuryinsider.com/luxury-news/2008/11/marsilli-domespace-homes>).

Terzidis, K. 2003. Expressive Form: A Conceptual Approach to Computational Design. SponPress, Londra.

Unat, Y. 2002. El-Cezeri'nin Makine Yapımında Yararlı Bilgiler ve Uygulamalar Adlı Eseri. Yeni Türkiye Yayınları, 7, 569-575, Ankara.

Yaşa, A. 2010. Mimari Kinetik Sistemler ve Performansa dayalı Tasarım Önerileri. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı, Bilgisayar Ortamında Mimarlık Bilim Dalı, İstanbul.

Zuk, W. ve H.R. Clark. 1970. Kinetic Architecture, 1st Edition, ISBN 978 0442156725. Van Nostrand Reinhold, New York.

GÖRSEL KAYNAKLARI

URL1:<http://www.bubblemania.fr/en/catherine-et-patrick-marsilli-dome-1988-domespace-solaire-quimper-france/>, Erişim Tarihi: 26.08.2021.

URL2:<https://ecofriend.com/spinning-heliotrope-house-follows-the-sun-to-maximize-energy-generation.html>, Erişim Tarihi: 15.08.2021.

URL3: <http://www.rolfdisch.de/en/media-en/image-archive/>, Erişim Tarihi: 31.03.2021.

URL4:<https://architizer.com/projects/dragspelhuset/> Erişim Tarihi: 02.08.2021.

URL5:<https://swedishdesignmuseum.com/the-home-viewing-exhibitions/unique-extendable-cabin-in-varmland-object/> Erişim Tarihi: 05.08.2021.

URL6:<https://www.youtube.com/watch?v=0EU07IOiWwQ&t=159s> Erişim Tarihi: 07.08.2021.

URL7:<https://www.youtube.com/watch?v=0EU07IOiWwQ&t=308s> Erişim Tarihi: 07.08.2021.

URL8:<https://www.arkitera.com/proje/sharifi-ha-evi/> Erişim Tarihi: 31.03.2021.

URL9:<https://inhabitat.com/rotating-girasole-home-follows-the-australian-sun/> Erişim Tarihi: 06.08.2021.

URL10:<https://www.smh.com.au/environment/sustainability/following-the-sunshine-light-bright-eco-home-moves-with-the-times-20121114-29ck6.html> Erişim Tarihi: 07.08.2021.

URL11:<https://www.facebook.com/462242510483659/photos/a.472377379470172/47237736136803/?type=3&theater> Erişim Tarihi: 23.07.2021.

URL12:https://www.youtube.com/watch?v=O_21DQN9PeM Erişim Tarihi: 07.08.2021.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

INTERNET OF THINGS BASED ZIGBEE SNIFFER FOR SMART AND SECURE HOME

Farah Shakir Mahmood ALBAYATİ¹¹Electrical and Computer Engineering, Altinbas University, Istanbul, Turkey
farah.shakir91@gmail.com, ORCID No: 0000-0003-4257-4603Galip CANSEVER²²Electrical and Computer Engineering, Altinbas University, Istanbul, Turkey
galip.cansever@altinbas.edu.tr, ORCID No: 0000-0003-2294-4259

GELİŞ TARİHİ/RECEIVED DATE:19.08.2021 KABUL TARİHİ/ACCEPTED DATE:16.05.2022

Abstract

This paper aims to resolve the Internet of Things (IoT) based ZigBee sniffer for smart home and determine the usage of energy or power with high spectrum allocation in future ZigBee Protocol with the help of clustering in IoT with data mining. The research work starts presenting an overview of the broadband network energy sector and the challenges that face it. It is observed a change in the energy policies promoting energy efficiency, encouraging an active role of the consumer, instructing them about the importance of consumer behavior, and protecting consumer rights. Electricity is gaining room as an energy source. Its share will keep constantly increasing in the following decades. ZigBee Protocol and smart meters' deployment will benefit both the utility and the consumer in the near future. New services and new businesses appear in this environment, focusing on the energy management field and tools. They require specialization in fields such as computer science, software development, and data science. This research has segmented the ZigBee Protocol according to the similarities of their electrical load profiles, using the proportion of energy usage per hour (%) as a common framework. This energy consumption segmentation aims to provide personalized recommendations to each group to reduce their energy consumption and the associated costs, fostering energy efficiency measures and improving consumer engagement. The desired segmentation is obtained by an iterative process, based on computational clusters calculation (using a Python programming language) and finalized by a post-clustering analysis applying visualization and statistical data mining technique to detect the energy consumption and reallocate them to a more appropriate group. The K-Means clustering technique was tested and compared, giving the best prediction of accuracy 98.46% for all energy load profiles with a high spectrum of 100GHz. The solution from the K-Means clustering is the one that better adapts to the segmentation sought, which is used as the base of the post-clustering stage to obtain the final energy consumption segmentation.

Keywords: Energy, Internet of Things (IoT), K-Means, ZigBee Protocol, Clustering, Consumption, Smart, Monitoring.

AKILLI VE GÜVENLİ EV İÇİN ŞEYLERİN İNTERNETİ TABANLI ZİGBEE SNIFFER

Özet

Bu araştırmanın amacı, IoT'de kümeleme yardımı ile ZigBee Protokolünde yüksek spektrum tahsisli enerji veya güç kullanımını belirlemektir. Bu araştırma, geniş bant şebeke enerji sektörüne ve karşı karşıya olduğu zorluklara genel bir bakış sunmaya başlar. Enerji verimliliğini teşvik eden, tüketicinin aktif rolünü teşvik eden, tüketici davranışlarının önemini anlatan ve tüketici haklarını koruyan enerji politikalarında bir değişiklik gözlemlenmektedir. Elektrik, enerji kaynağı olarak yer kazanmakta olup, önümüzdeki on yıllarda da payı sürekli artmaya devam edecektir. Bu enerji tüketimi segmentasyonunun arkasındaki amaç, enerji tüketimini ve ilgili maliyetlerini azaltmak, enerji verimliliği önlemlerini teşvik etmek ve tüketici katılımını geliştirmek için her gruba kişiselleştirilmiş öneriler sunabilmektir. İstenen segmentasyon, hesaplamalı kümeler hesaplamasına (python programlama dili kullanılarak) dayanan yinelemeli bir süreçle elde edilir ve enerji tüketimini tespit etmek ve bunları daha uygun bir gruba yeniden tahsis etmek için görselleştirme ve istatistiksel veri madenciliği tekniğini uygulayan bir kümeleme sonrası analizi ile sonuçlandırılır. K-Means kümeleme tekniği test edildi ve karşılaştırıldı, 100GHz yüksek spektrumlu tüm enerji yükü profilleri için en iyi doğruluk tahminini %98.46 verdi. K-Means kümelemesinden elde edilen çözüm, nihai enerji tüketimi segmentasyonunu elde etmek için kümeleme sonrası aşamanın temeli olarak kullanılan, aranan segmentasyona daha iyi uyum sağlayan çözümdür. Bu metodolojilerin çoğu, daha yüksek enerji tasarrufu potansiyeline sahip kullanıcıları belirlemeye odaklandıkları için 100 kWh cinsinden mutlak değerleri kullanır. Bu durumda, enerji tasarrufu tavsiyelerinin ZigBee protokolünün belirli özelliklerine göre kişiselleştirilmesine, uygun zamanda yeterli tavsiyeyi sunarak tüketici deneyiminin iyileştirilmesine, enerji verimliliğinin etkinliğini artıran gerçeklere, geleceğe yönelik tavsiyelerin hizmetine izin verir. ZigBee protokolü

Anahtar Kelimeler: Enerji, Nesnelerin İnterneti (IoT), K-Means, ZigBee Protokolü, Kümeleme, Tüketim, Akıllı, İzleme.

1. INTRODUCTION

The Internet of Things can be defined as the network of physical devices embedded with electronics, software, sensors, actuators, and connectivity, enabling them to exchange data with each other and the internet using their unique identifiers as mentioned in (Becirovic and Mrdovic, 2019). Such an infrastructure allows the development of applications and services that facilitate the lives of citizens and workers around the world and bring us closer to the convergence of the physical and digital worlds. Some successful examples include Nest and Ecobee for smart-heating, Phillips Hue for smart-lighting. Smart things as a provider for multiple smart-home solutions, researchers in (Wu, et al., 2015) worked for personal fitness trackers and personal assistants like Alexa from Amazon or Siri from Apple.



Figure 1. A smart ZigBee used with several popular firms.

Despite the massive growth of IoT applications, the usefulness of the data originating from these systems is still to be validated and proved, as mentioned in (Bouktif, et al., 2018). The volume of data generated from a single sensor device installed in a house or a wearable device can be overwhelming for the device itself. In most cases, it needs to be offloaded to a data-processing application from which users can access it and connect it to a more meaningful use (Ge et. al., 2017). The rate of such devices integrated into our everyday lives causes offloading information in the cloud. Therefore, it creates vast volumes of data, as mentioned in (Björnson et. al., 2015). Such data need to be communicated, processed, and stored in real-time while accessing it in its raw format tends to be useless when compared with the knowledge it can generate (e.g., information about a person's lifestyle and diet compared with their daily step count and trips as latitude-longitude coordinates) as mentioned in (Aslan et. al., 2017). As a result, the need for a holistic solution on managing the data generated is still an open subject for research in both academic and enterprise scopes. Similarly, multiple interfaces for communicating and representing such data formats have been used, with none getting a clear step ahead of the others in the path for a global standard, if and when this will be possible.

1.1. Problem Statement

In order to provide such a holistic solution, it is essential to be able to integrate the data generated by all of these smart homes in a common base. We need to be able to process them, view them and operate on them using a standard methodology and also be able to gain common knowledge with security monitoring. This is the most critical step towards unifying the information from a fragmented ecosystem that significantly reduces next-level applications and services development efforts. In this dissertation, we study the possible solutions to the problems above in an environment filled with IoT-ZigBee devices. We focus our work on the following research problems:

- a. The representation of the IoT-ZigBee environment and its metadata and semantics in a suitable representation format can handle the complex relationships generated in such a densely populated environment.
- b. We focus on efficiently collecting and processing streaming IoT-ZigBee data in real-time with minimum processing time and latency. We use a modular system that can be extended to support additional data types and devices with limited interventions.
- c. They are focusing on the extraction of knowledge from the collected and processed IoT-ZigBee data. Raw data are of limited value to end-users in most cases. The real value lies in the conclusions that can be extracted from them.

Once we have achieved all objectives, we will be able to analyze IoT-ZigBee data in real-time for smart home with security generation offering the outcomes of our work to researchers that can then build upon our work and generate a brilliant and connected environment.

1.2. Research Contribution

We contribute to the field of data analytics for the Internet of Things in smart home environments and the post processing analysis of the IoT-ZigBee data by providing a better understanding of the physical surroundings with the help of solar system monitoring. We propose new and extensible methods to store the information of IoT-ZigBee installations and our findings allow for fast lookups across the whole set of IoT-ZigBee devices in the network. Processing the data generated in real-time becomes a more streamlined workflow, using a standardized methodology that allows for changing the data analysis from a single point. Data generated can be easily stored and retrieved from a specifically designed, reliable and efficient storage engine. Using the original and calculated data in a feedback loop also allows us to build additional processing and analysis layers that generate more data and information resulting in more accurate outcomes. The results of our work can be categorized in the following points:

- i. The first goal of our work was to setup a base set of infrastructures for bringing the physical world with its digital representations for smart and secure home using ZigBee technology. We wanted to be able to understand what it is where and how interacts with its environment as well as what it observes in real time. Our work towards this direction was twofold:
- ii. We have developed a graph-based schema to represent IoT-ZigBee installations together with their semantics and meta information. The schema is not based on the traditional relational databases but builds on the ideas of graph theory and utilizes a new database model, a graph database. Each entity that participates in real world interactions or can be observed by IoT-ZigBee device is represented as nodes of a graph, while the interactions themselves are the vertices of the graph.
- iii. We therefore build a web of entities and relations that are easy to visualize and traverse to find answers to various queries that may arise inside a smart environment. Such queries can look for the causes of events observed (e.g., what caused the rise of luminosity in room), the available information for an area (e.g., what information is sensed for the building) or even the social interactions and connections of individuals (e.g., which people use the same appliances).

- iv. For the analysis of the data we provide a template implementation for setting up a system that can receive, process, and analyze an unbounded number of input data streams with no impact on its operation using ZigBee with based K-Means algorithm. Such data streams can originate from sources that range from single smartphones to city wide sensor installations.
- v. The system is also capable of handling data streams that provide unbalanced volumes of information with no performance drops. The calculation methodology itself is developed as to be easily customized and extended, based on the data types and the calculations required in every environment it is deployed to ZigBee. This processing engine is capable of identifying the data from each of the sensing devices routing them to the appropriate processor without any prior per-device configuration.

2. RELATED WORK

As we are now rapidly approaching 2030, it is as important as ever to address the skills that will enable all citizens to make informed and well-thought choices as mentioned in (Zulkipli et. al., 2017). Also, another ubiquitous fact should also come to mind: we cannot manage what we cannot measure. It is necessary to monitor the impact of our current behavior or the effect of potential behavioral changes in order to have a clearer picture with respect to e.g., our everyday smart and secure home. Furthermore, environmental education, as part of the broader issue of science, is an important component of the EU cultural heritage. In fact, EU considers environmental education one of the most prominent instrument to influence human behavior towards more environmentally sustainable patterns (Stoyanova et. al., 2020). Hence, associating environmental education and game-based learning will lead to students taking over a leading role in the educational process, setting questions, investigating the possible answers, and looking for alternative explanations to come up with a fitting model.

Several software products for monitoring sensor data exist. It is able to capture sensor data from proprietary data formats or protocols and visualize them. Regarding visualization, discusses the most common approaches with respect to feedback design in eco-conscious work for the past decade, from the perspective of both ICT and psychology, providing insights to their strengths and weaknesses. The researcher in (Servida and Casey 2019). presented an example of a typical engineering-focused approach, that utilizes several skeuomorphic metaphors to enable smart home feedback creation on smartphones. While such systems provide end-users and developers with powerful tools and front ends, we believe they should also be paired with multiple approaches, offering multiple possibilities to interact with the system. Examples of large-scale smart metering deployments that used IoT portals (for electricity and water) and other visualization tools to support the system and engage end-users to participate as mentioned in (Kruger and Venter, 2019). Their findings support the notion that the use of multiple approaches, with respect to visualization and feedback, serves such purposes well. We have followed a similar line of thought while implementing our own user interfaces and will continue to evolve our approach in future revisions of the system.

Zigbee Mesh Topology

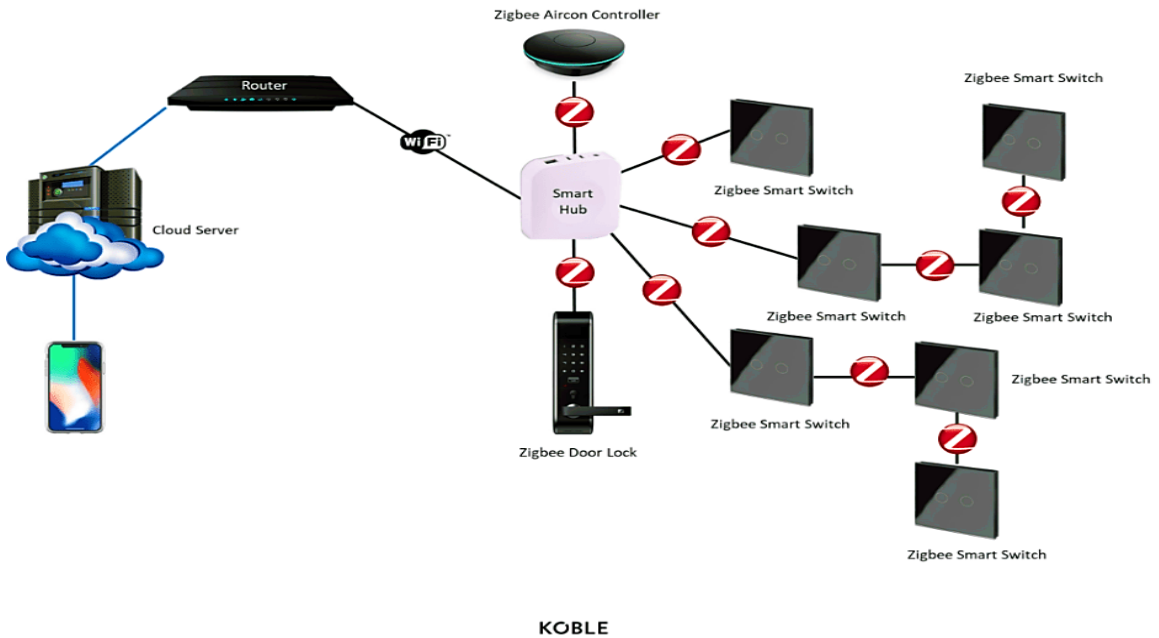


Figure 2. An advance home automation system schema developed for home using Zigbee-technology

In order to interact with an IoT installation, an appropriate representation in the digital world is required. Each installation comprises multiple elements that produce, consume or transfer data. Every element in this ecosystem potentially has multiple relations with other ones creating a complex schema that can be hard to understand or visualize as the scale of the installation increases as mentioned in (Yaqoob et. al., 2019). To overcome this problem and simplify our interaction with this digital image representation, formats more appropriate than the traditional relational databases need to be applied. At the same time, these formats need to be easy to understand and be used by non-tech-savvy users like artists or activists in their work with this, now accessible, living part of our environment.

In 2019 the number of Internet of Things (IoT) connected devices was 19.71 billion worldwide. By the end of 2020 it will hit 26.66 billion as mentioned in (Ahmed et. al., 2015). In 2025, the number of devices connected to the Internet will be 75.44 billion, the number will be risen 5 times in a decade. These smart devices are capable of generating data on its own based on behavior or expected result and share it over the Internet. This is what constitutes the concept of Internet of Things (IoT). IoT is a massive group of devices containing sensors or actuators connected together over wired or wireless networks as mentioned in (Bradac, et. al., 2015).

Besides all the benefits and positive characteristics that the wireless medium has brought to IoT, there are vulnerabilities. There are different forms of traffic anomalies and attacks. The most common security threats are intruders, which is generally referred, as hacker or cracker and the other is virus. This comes with the risk of personal data being broadcasted to the world and cause more cyber-attacks like phishing, denial-of-service (DoS), Probe, Remote to Local (R2L) attack etc. Since these attacks are not common so normal data flow has a pattern which can be more or less the same. However, when another entity will try to distort or change the data, the pattern will change, and this is where the Intrusion detection techniques comes into play in the context of internet and specifically in the context of Internet of Things as mentioned in (Collotta and Pau, 2015).

To monitor and detect anomalies or any suspicious behavior, intrusion detection system (IDS) and intrusion prevention system (IPS) are being used. As diverse environments and latest technologies are prone to be maliciously attacked, machine-learning (ML) algorithms are able to detect, analyze and classify intruders in network accurately and rapidly. Two types of intrusion detection system are there. They are Anomaly based detection and Signature based detection. Anomaly based detection methods detects the attacks that are unknown by observing the whole system and the entities in it such as traffic, objects etc. Anything other than normal behavior is identified as a potential attack. Conversely to detect specific patterns of the attacks that are known by investigating network data or traffic, signature-based detection methods are powerful as mentioned in (Pascual et. al., 2014).

ZigBee provides several day-to-day advantages not only for consumer's sector but for business sector as well as mentioned in (Baliyan et. al., 2015). This technology allows us to view real time information that was not available before. Business can improve their production efficiency by reducing material waste and unforeseen downtime. Since Artificial Intelligence is used, it saves considerable human effort and time. Sensors can be used to build infrastructure, detect damage to infrastructure. Automated traffic control can help reduce road congestion and gadgets or sensors can be implemented on the outside to recognize change in the environment and warn us for any impending natural calamity.

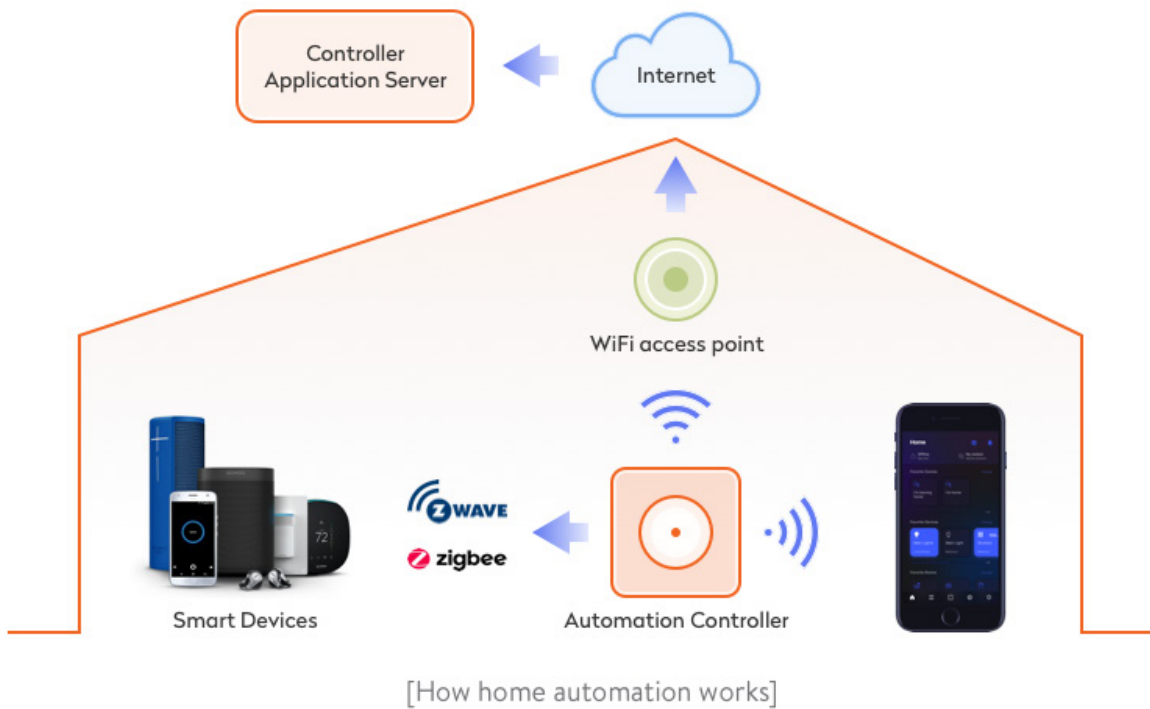


Figure 3. The ZigBee support with the automation controller described Source.

ZigBee makes our homes, offices, and vehicles smarter, more measurable and this in turn makes our life more pleasing. Smart speakers like Amazon's echo or Google home makes it very easy to set timers, get information on the go or be it to play music. Through home security system, we can monitor our home from other places remotely and can see what is happening on the inside and outside or talk to visitors as mentioned in (Marino et. al., 2016). Smart lighting systems can reduce unnecessary operation if there is no one in the house , and smart air conditioners will turn on when it knows you are on your way to your home. This makes them prone to security risks like DDoS attacks, one of the most common issues, which happens by setting the device's password to its default password which are easily crack able by hackers. Ransomware and Malware both relies on encryption to lock out the user's devices completely and steals the user's data. Privacy remains among the largest issues of ZigBee as data is being transmitted, stored, and processed and being harassed by large companies. Internet of things disconnection happens in smart homes due to many reasons. It could be because of a high growth of ZigBee in the world. Other reasons could be due to the movement of nodes, which could be a random walk to single or both nodes of each link or could be periodic due to satellites and planets movements on orbits. It is good to mention also that some cut offs occur due to nodes periodic power saving, like low power nodes in sensors networks as mentioned in (Niaz et. al., 2017).

ZigBee Market - Growth Rate by Region (2019-2024)

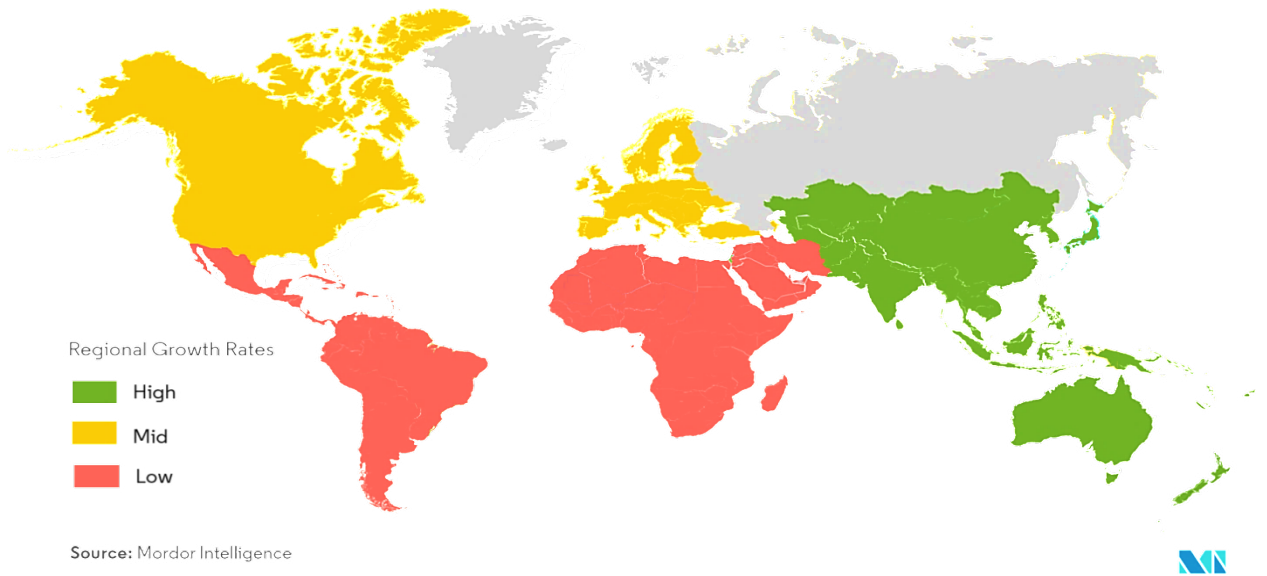


Figure 4. Interest over time according to ZigBee predicted growth from 2019 to 2024 for terms Smart device and Internet of Things

3. METHODOLOGY

The research is organized in various sections starting with a description and the philosophy of the research from which the electricity consumption data and house information is taken and used as input for the study; a remark is done in how consumer behavior can contribute to foster energy efficiency; then the objectives and goals are defined. Moving to the more technical part, the procedure of cleaning the raw data is explained to have the processed data in order to start the data analysis sought. First, an exploration and visualization of the data was carried out to extract the first outcomes from the consumer's load profiles. The core of this research focuses on the smart home network segmentation according to their electrical load profiles, various clustering methods are used and compared in order to find the most adequate consumer segmentation. Then, the house features and household characteristics are considered to find whether exists any relation between customer's segments and their house properties or not. The data generated has increased exponentially this last decade, this data could contain valuable information, but it needs to be explored. The electricity market is also living a data boom, for instance the electricity meter reading has moved from one read every month to host smart meters able to read electricity consumption every smart home network; this implies that each consumer will have around 100 measurements per year. Store and manage this data are already a challenge itself, that is the reason why smart home networks and computer science have increased their presence in the energy sector; but also, the possibility to add value to this massive amount of data applying data mining and analytics to extract hidden information or at least be able to separate the useful one to the less interesting. Big data analytic tools are essential to add value to all this data, specifically in the energy sector could add value in terms of energy balance, energy efficiency or energy prediction; that could be profitable for both the consumer and the utility.

3.1. Dataset Description

A dataset is composed of rows and columns, where, usually, each row represents an observation and each column a different variable. The dataset is named as “Smart Home Dataset with weather Information” which is freely available on KAGGLE. This data can be either qualitative (categorical) such as gender, country, city; or quantitative (numeric) such as electricity consumption, height, price, distance. Again, and as said before depending on the type of data the approach used to the analysis may vary, because is no treated the same way numeric and categorical data. The size of this dataset is relatively manageable due to mainly three facts. The dataset can be downloaded from the link: <https://www.kaggle.com/taranvee/smart-home-dataset-with-weather-information>.

- i. The number of sub-meters installed are a small amount accounting for different sub-smart home networks.
- ii. The measurements period is in most of the cases around year length.
- iii. The data was aggregated hourly, fact that reduced the final number of observations and therefore the dataset’s size consisting of 124.89 MB.
- iv. Electricity consumption data for smart home networks with weather information.
- v. Households and householder’s information based on smart home network usage.

3.2. Communication Via Smart Home Network

Communication via smart home network solves many problems that directly affected the data quality, as if the smart home network is switched on, communication can be established interrupting the sending and reception of data. Then, the data for this time period is represented by zeros as it was no consumption; thus, altering the dataset values which need to be eliminated in order to perform an accurate data analysis.

From the database server the Software as a Service (SaaS) company, in this case, access to the data stored and proceed to upload it into the web-app platform for the visualization of each user. Finally, the data used for the current analysis was obtained through an Application Programming Interface (API) configured by this research in order to:

- vi. First, aggregate all the data hourly. The sub metering equipment is able to measure the consumption in high-resolution frequencies, each 5-15 minutes according to the device. For the aim of this study, the hourly aggregation is enough and a good starting point if a further deeper study is sought in the future.
- vii. Second, all the household’s consumption data are in the same file, fact that facilitates the analysis procedure as reading one file is enough to analyses the data.
- viii. Hence, by using the “python programming” that permits the access to the database server a “.csv” file is downloaded, this file is the input data regarding electrical consumption that will be used for the data analysis. This data is considered time series numerical as it records the electrical consumption and time of it.

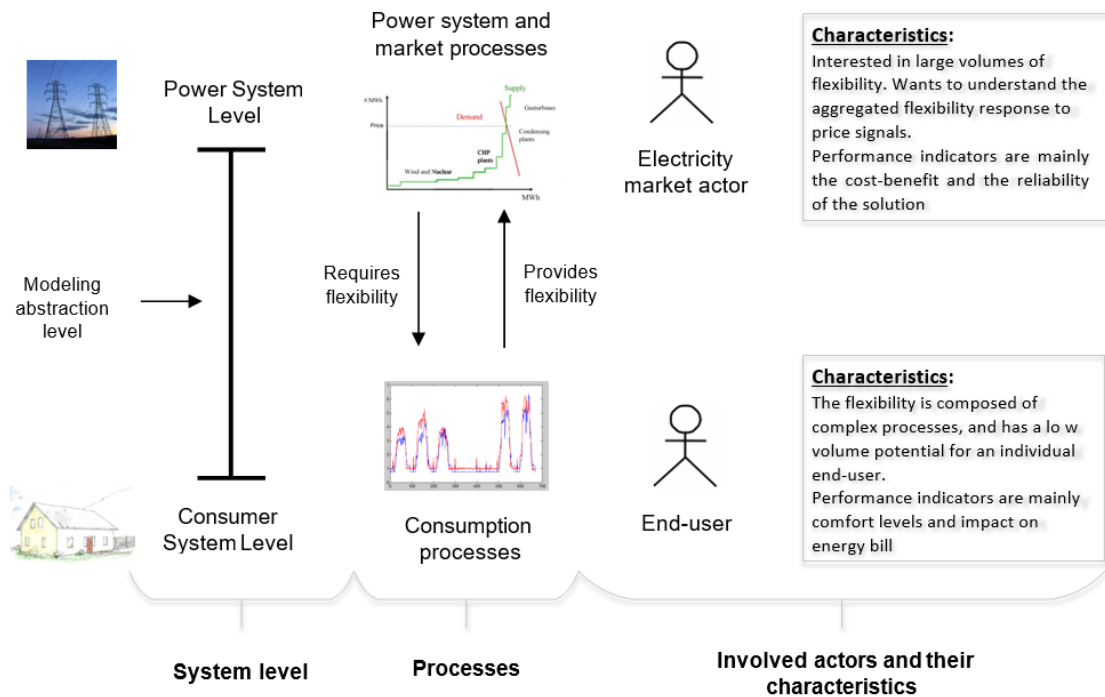


Figure 5. Diagram that describes the functions of power system for maintaining the secure home network.

The “.csv” files have the characteristics that are easy to read by software prepared to conduct a data analysis, for instance “MS Excel”, “Python” among others. “Python” is the programming language used to carry out the current analysis.

3.3. Clustering Algorithm for Prediction

The K-means solution adopted was to cluster the data in 7 groups by using the python programming language, but as said before the applying the algorithms could also be chosen. Due to the fact at this stage is not possible to stablish big differences among spectrum allocation of smart home network. The number of members assigned to each cluster, range from the minimum different number of clusters for smart and secure home data; so, a distributed user’s allocation is also achieved; avoiding clusters with 1 to 5 members which could mislead the analysis. Table 3.1, as expected, the clusters with large number of networks present a higher within cluster distance.

Table 1. Number of members per each cluster defined by K-Means algorithm using ZigBee protocol.

K-Means Algorithm on smart and secure home Data using ZigBee Protocol							
Cluster Number	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5	Cluster 6	Cluster 7
Number of members	9	17	8	8	37	8	35

Cluster 1: there are two peaks, morning, and evening both of them represents around 7% of the energy usage. It is similar to the cluster 6, although this cluster one presents a higher proportional value between peaks that ranges from 3-5%, it could mean that some activity is done for smart home networks.

Cluster 2: Presents a not sharp morning peak and a low consumption percentage during day of around 3% similar to the night hours' proportion; this means that there is no activity at home during the day.
Cluster 3: Presents a high morning peak, around 9% of the daily energy use is consumed in that peak that is around 8:00h. Then, there is no activity as the proportion of energy use in the afternoon decreases down to 3%, similar at the night percentage, and there is a small evening peak of around 5% at the dinner time.

Cluster 4: It presents two peaks prolonged in the morning (9:00) and in the afternoon (19:00), following the schedule of a small business or local, also the night consumption proportion is so low. So, it seems it is not a residential consumer.

Cluster 5: This cluster presents a flat profile, with the higher values during the day at lunch and dinner time. It could mean that people stay home during the day.

Cluster 6: Presents two sharp peaks, one in the morning and other in the evening, that reach almost 7% and 10% respectively. Then the energy usage during the rest of the day and during the night is so low, constant at 2.5%, so no activity during these periods; it means that the households are not home during the day; could correspond to working people with children.

Cluster 7: Presents a significant evening peak around 21:00h of almost 9%. There is also a small morning peak, almost no noticeable which does not reach the 5% of energy usage. During the days it also presents a continuous consumption of around 4- 5% until the evening peak.

4. RESULTS

The electrical consumption is analyzed in different levels of detail. The followed procedure starts from analyzing the whole gross data and gradually moving towards a more detailed data analysis by segmenting and grouping the data for a more accurate study. Two kinds of values were used to plot the electrical consumption; the absolute units of power consumption [kWh] and the proportional hourly energy usage in percentages (%) were used. When analyzing each consumer individually the important values are the absolute units in terms of kWh; but to fairly compare various consumers'

profiles is necessary to create a common normalized framework where to contrast the curves' shape; this can be done with the hourly percentages of energy consumption. As said before, depending on the analysis' goal one parameter or another would be used with ZigBee protocol. So, although the possible approaches to the consumption data an endless, below different representation ways are shown that would be useful to know and better understand the consumer. This section uses various consumers for the different representations, in order to see variety of load profiles and also test the validity of the illustrations. Remark that, the scope of analyzing the features for each cluster would have been more adequate if a larger sample with better data quality and more specific features were available. So, the current process could not add any value to the research; but it is a procedure that could be followed when a larger dataset would be available.

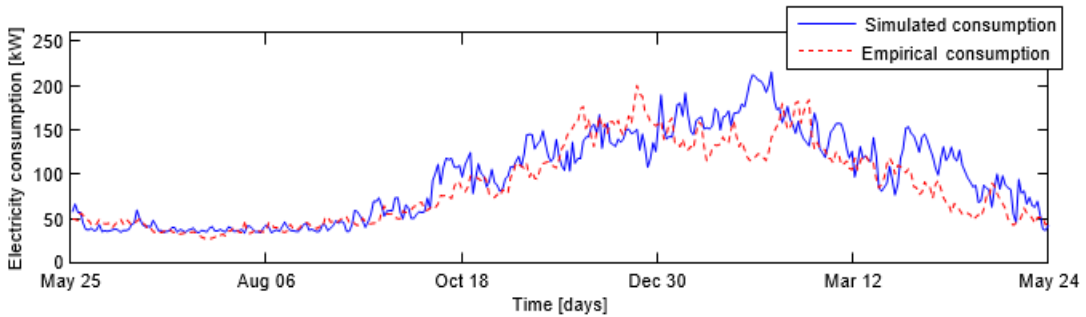


Figure 6. The smart home energy consumption expressed in absolute time in terms of consumption units (kWh), in graph bars for simulated and empirical consumption.

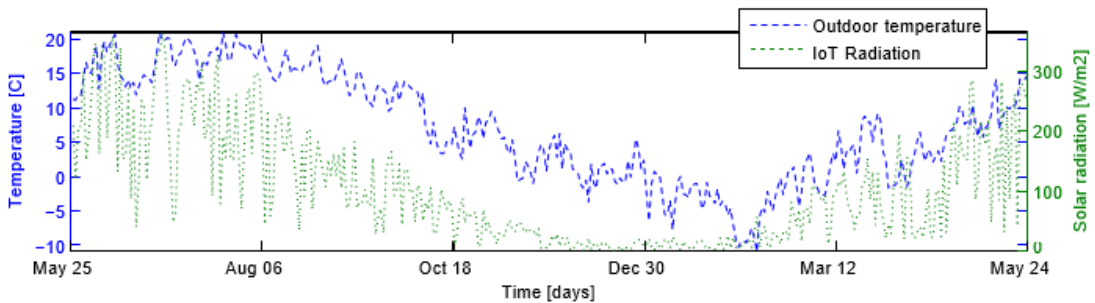


Figure 7. The smart home energy consumption expressed in absolute time in terms of consumption units (kWh), in graph bars for outdoor temperature and IoT based ZigBee radiation.

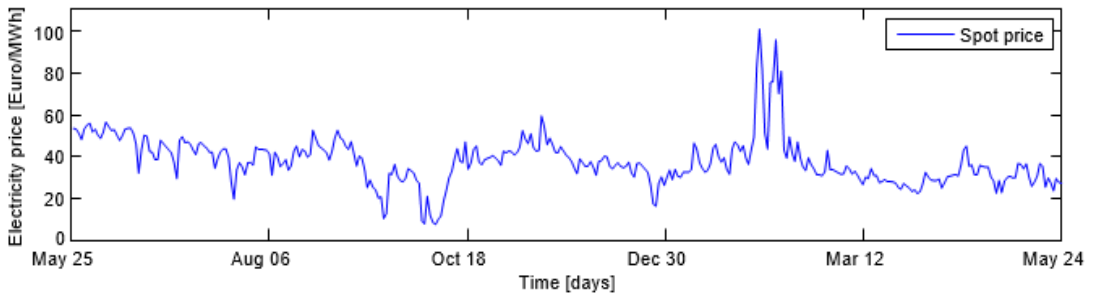


Figure 8. The smart home energy consumption expressed in absolute time in terms of consumption units (kWh), in graph bars for spot price including security.

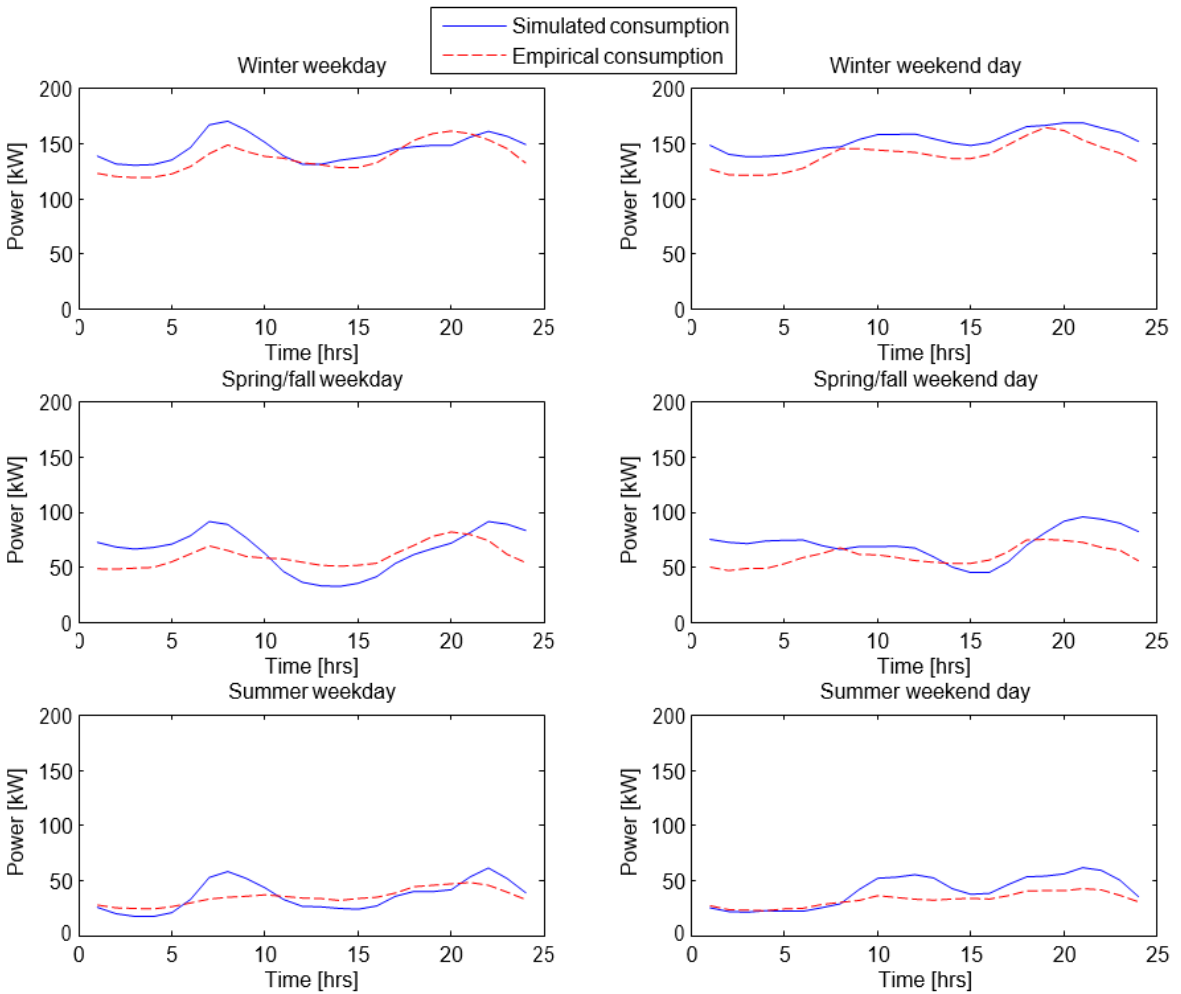


Figure 9. The power consumption plot per season of winter, spring and summer expressed in absolute time (hrs) as well as usage, in graph bars for simulated and empirical consumption in smart homes.

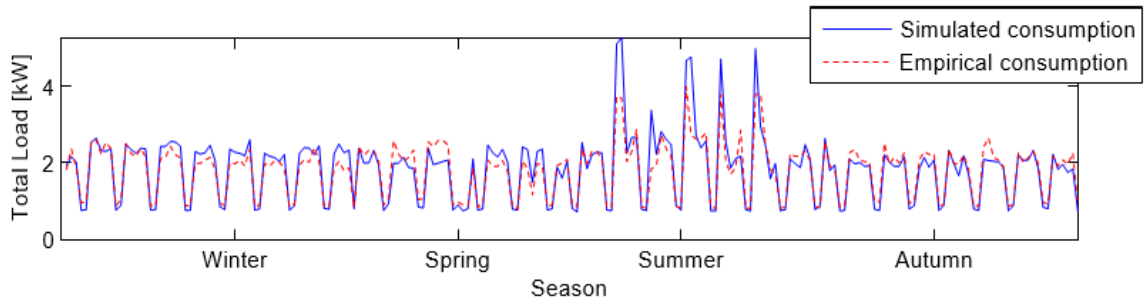


Figure 10. The prediction of energy consumption for all four season in a year with respect to total load (kWh), in graph bars for simulated and empirical consumption in smart homes.

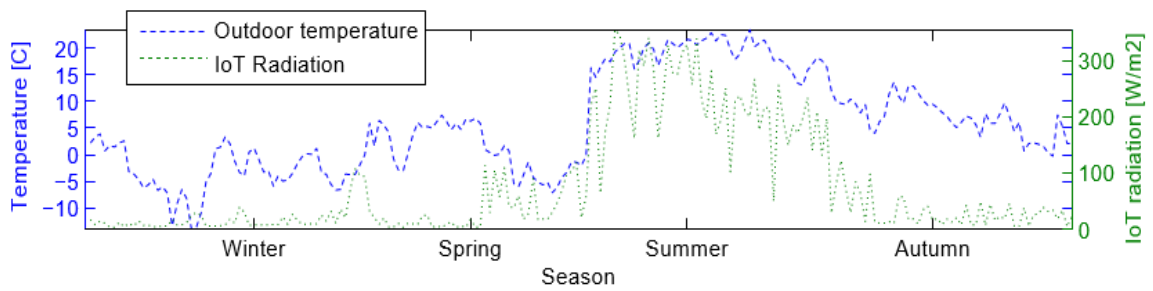


Figure 11. The prediction of energy consumption for all four seasons in a year with respect to home temperature (C°), in graph bars for outdoor temperature and IoT based ZigBee radiation.

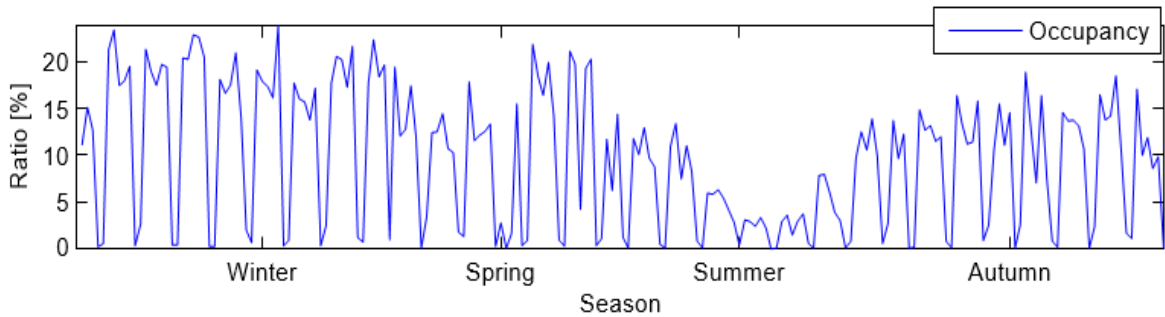


Figure 12. The prediction of energy consumption for all four seasons in a year with respect to usage ration (%), in graph bars for consumer occupancy.

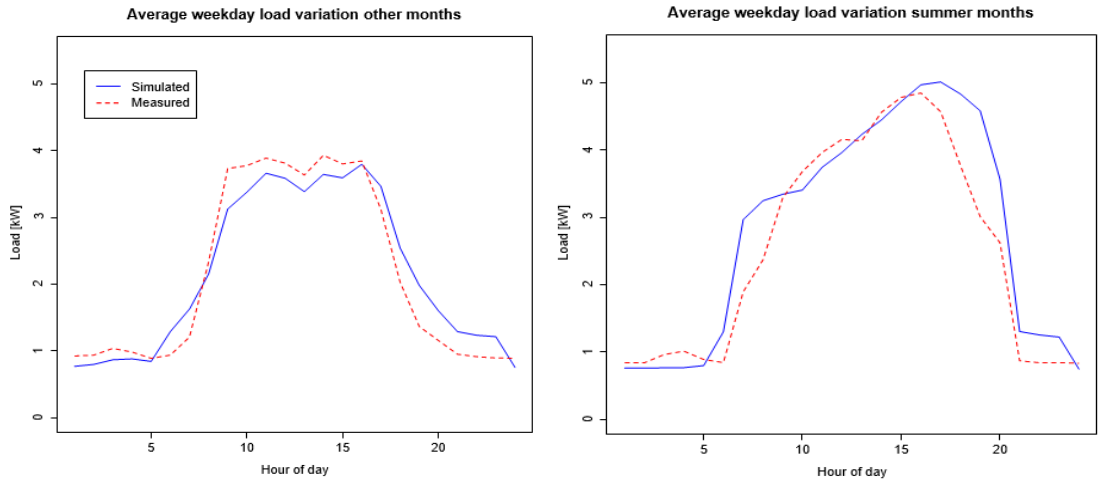


Figure 13. The average weekday load variation for summer and other months with respect to hour of day where curves expressed in hourly absolute load consumption units (kWh) for simulated and empirical consumption using K-Means.

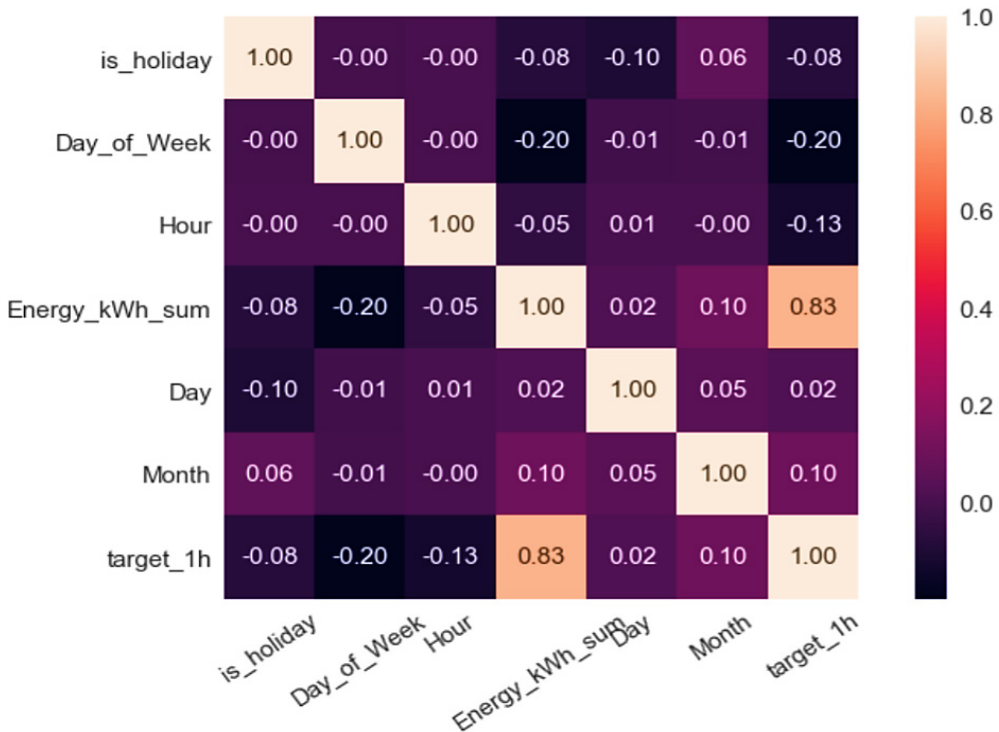


Figure 14. The confusion matrix for average energy usage per week with minimum correlation coefficient for multiple households.

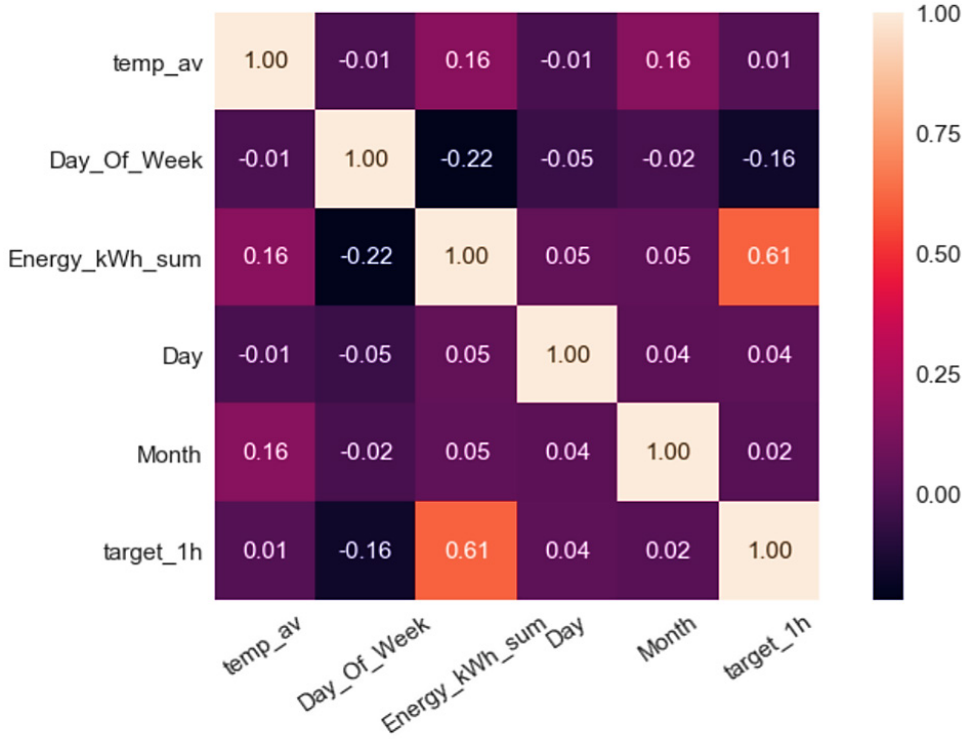


Figure 15. The confusion matrix for average energy usage per week with minimum correlation coefficient for single households.

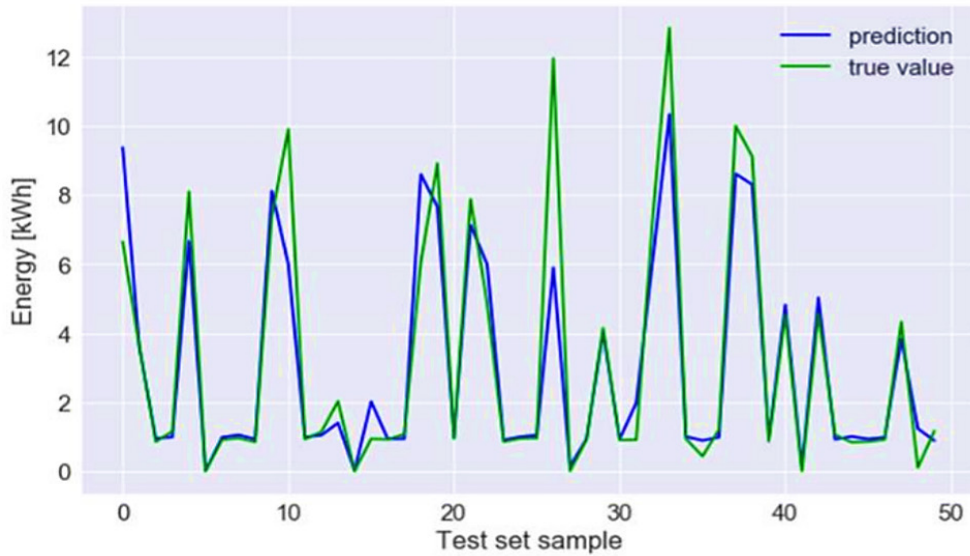


Figure 16. The forecast of energy usage in terms of true value and prediction on 50 household test samples.

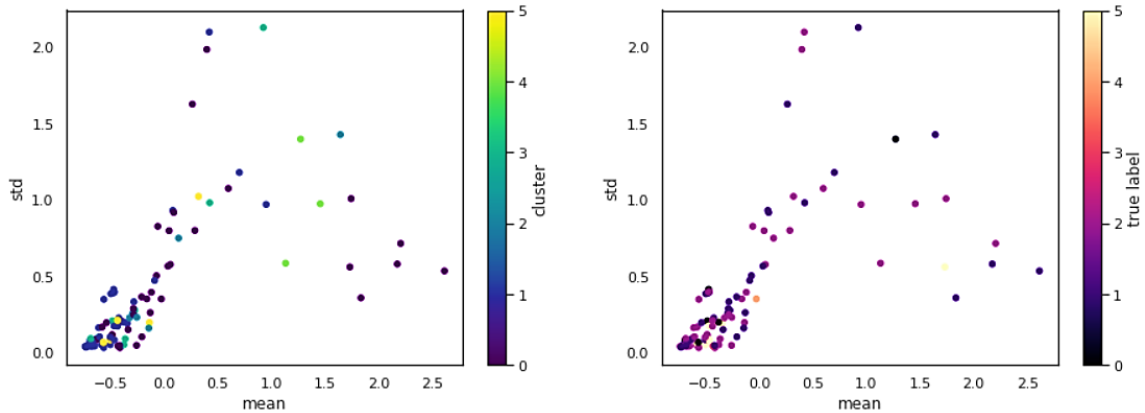


Figure 17. The Clustering the Energy Consumption with its rela

4. DISCUSSION

Energy management tools are not extended within the residential sector, since the energy consumed is so small compared to business and industries, the savings obtained do not pay-off the investment. However, there is room for providing such tools to residential consumers, for instance by creating a community as ZigBee protocol are doing with the collaboration of public administrations and electricity utilities. This research is an example of a public administration pioneer initiative to engage the consumers and foster the energy efficiency among them, aiming to provide energy knowledge, understanding and guidance to the user in order to reduce its consumption on average up to 10%. Nonetheless, it was seen that providing the technical consumption data in kWh to the householders has limited influence and effect, so is necessary to go beyond and translate the technical information into call-to-action measures, guiding the user to smart energy choices (like a GPS), have a better response from the householder. Also, the need of sub-metering devices to obtain the consumption data limits the scalability, as the cost associated is significant. To be able to reproduce this kind of research in a large-scale the access to the data from the utilities smart meters is necessary. So, the combination of the smart meter deployment and the big data analytics are called to play an important on the energy sector. The smart meters generate large amounts of raw data that need to be managed and, once analyzed can be converted into useful information that benefits both the utility and the consumer, as aim to improve the customer engagement and the quality of the service. Creating new business opportunities, mainly related to data science and data analysis in response to the market needs.

Table 2. The comparison of proposed method of implementation with existing technique.

ARTICLE	TECHNIQUE	ACCURACY
Peng et al (2019)	Support Vector Machine (SVM)	89.97%
Jaihar et al (2020)	Convolutional Neural Network (CNN)	96.73%
Proposed	ZigBee based IoT Protocol with K-Means	98.46%

Most of the home appliances features are common to each cluster, with energy usage data in the broadband network, and not available data for the domestic hot water system. Also, it does not exist any significant difference among the house properties and the sociological features in the different clusters, in order to be able to affirm that one or some specific features are the cause of the load profile pattern. Remark that, the scope of analyzing the features for each cluster would have been more adequate if a larger sample with better data quality in ZigBee protocol and more specific features were available in the result section of this research. So, the current process could not add any value to the research; but it is a procedure that could be followed when a larger dataset would be available.

5. CONCLUSION

Smart home energy consumption prediction is the key to perform a proper analysis and extract reliable conclusions from it. In this study, the dataset was the optimal in terms of quantitatively and qualitatively. This Kaggle dataset utilized well as instance counting for thousands of users, would have been more adequate to the purpose of the study than the small sample studied of only users. In addition to that, the electrical consumption data from the sub-metering equipment presented some issues that difficult the analysis at some point and demanded a pre-clustering stage for treating and cleaning the data. As the communication between the sub-metering device and the server is done through the broadband network of the consumer, when it is switched-off the consumption data is lost and counted as high spectrum allocation like if it had been no consumption. So, when the possibility to access to the hourly smart meter consumption data becomes a reality, the current study purposes will find a suitable framework since the numbers of users could be much higher and the data quality should be almost perfect as are the measures from the electricity utility to bill their customers. The methodology used in this research is simplified compared to the procedures of the referenced papers, as larger datasets and more complex parameters are used. normalize the electricity consumption considering the weather and seasonal effects, although for the present study there was no temperature data available. The K-Means clustering technique was tested and compared, giving best prediction of accuracy 98.46% for all energy load profiles with high spectrum of 100GHz. The solution from the ZigBee Protocol based K-Means clustering is the one that better adapts to the segmentation sought, which is used as the base of the post-clustering stage to obtain the final energy consumption segmentation. This normalization is advisable as it mitigates the electricity consumption correlated to the temperature; however, this is more appropriate for aggregated daily consumption. But for instance, the electricity consumption is not normalized with the temperature. Most of these methodologies use the absolute values in 100 kWh, as they were more focused on identify the users with higher energy savings potential. But for the segmentation purpose, the decision to use percentages of energy usage fulfils the expectations sought.

6. REFERENCES

- Ahmed, M.A., Y.C. Kang, and Y.-C. Kim.** 2015. Communication Network Architectures for Smart-House with Renewable Energy Resources. *Energies*, 8, 8716–8735.
- Aslan, J., K. Mayers, J.G. Koomey, and C. France.** 2017. Electricity Intensity of Internet Data Transmission: Untangling the Estimates. *J. Ind. Ecole*, p 1–14

- Baliyan, A., K. Gaurav, and S.K. Mishra.** 2015. A Review of Short-Term Load Forecasting using Artificial Neural Network Models. *Procedia Computer. Sci.*, 48, 121–125.
- Becirovic, S., and S. Mrdovic.** 2019. Manual IoT Forensics of a Samsung Gear S3 Frontier Smartwatch. In *Proceedings of the 2019 International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM)*, Split, Croatia, pp. 1–5.
- Björnson, E., L. Sanguinetti, J. Hoydis, and M. Debbah.** 2015. Optimal Design of Energy-Efficient Multi-User MIMO Systems: Is Massive MIMO the Answer? *IEEE Trans. Wire. Commun.*, 14, 3059–3075.
- Bouktif, S., A. Fiaz, A. Ouni, and M. Serhani.** 2018. Optimal Deep Learning LSTM Model for Electric Load Forecasting using Feature Selection and Genetic Algorithm: Comparison with Machine Learning Approaches. *Energies*, 11, 1636
- Bradac, Z., V. Kaczmarczyk, and P. Fiedler.** 2015. Optimal Scheduling of Domestic Appliances via MILP. *Energies*, 8, 217–232.
- Collotta, M., and G.A. Pau.** 2015. Novel Energy Management Approach for Smart Homes Using Bluetooth Low Energy. *IEEE J. Sel. Areas Commun.* 33, 2988–2996.
- Ge, X., J. Yang, H. Gharavi, and Y. Sun.** 2017. Energy Efficiency Challenges of 5G Small Cell Networks. *IEEE Commun. Mag.*, 55, 184–191.
- Jaihar, J, L. Neehal, S.V. Patel, V. Gautam, and K.P. Upla.** 2020. Smart Home Automation Using Machine Learning Algorithms. 1-4. 10.1109/INCET49848.2020.9154007.
- Kruger, J.-L., and H. Venter.** 2019. Requirements for IoT Forensics. In *Proceedings of the 2019 Conference on Next Generation Computing Applications (Next Comp)*, Mauritius, pp. 1–7.
- Marino, D., K. Amarasinghe, and M. Manic.** 2016. Building Energy Load Forecasting using Deep Neural Networks. In *Proceedings of the IECON 2016-42nd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, Florence, Italy.
- Niaz, M.T., F. Imdad, and H.S. Kim.** 2017. Power Consumption Efficiency Evaluation of Multi-User Full-Duplex Visible Light Communication Systems for Smart Home Technologies. *Energies* 10, 254.
- Pascual, J., P. Sanchis, and L. Marroyo.** 2014. Implementation and Control of a Residential Electrothermal Microgrid Based on Renewable Energies, a Hybrid Storage System and Demand Side Management. *Energies*, 210–237.
- Peng, Y., J. Peng, J. Li, and L. Yu.** 2019. Smart Home System Based on Deep Learning Algorithm. *Journal of Physics: Conference Series*. 1187. 032086. 10.1088/1742-6596/1187/3/032086.
- Stoyanova, M., Y. Nikoloudakis, S. Panagiotakis, E. Pallis, and E.K. Markakis.** 2020. A Survey on the Internet of Things (IoT) Forensics: Challenges, Approaches and Open Issues. *IEEE Commun. Surv. Tutor.*, 22, 1191–1221.
- Servida, F., and E. Casey.** 2019. IoT forensic challenges and opportunities for digital traces. *Digit. Investig.*, 28, 22–29.

Wu, G., C. Yang, S. Li, G.Y. Li. 2015. Recent advances in “energy-efficient networks and their application in 5G systems. *IEEE Wire. Commun.*, 22, 145–151.

Yaqoob, I., I.A.T. Hashem, A. Ahmed, S.A. Kazmi, and C.S. Hong. 2019. Internet of things forensics: Recent advances, taxonomy, requirements, and open challenges. *Future Gener. Computer. Syst.*, 92, 265–275.

Zulkipli, N.H., A. Alenezi, and G.B. Wills. 2017. IoT Forensic: Bridging the Challenges in Digital Forensic and the Internet of Things. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Internet of Things, Big Data and Security (IoT BDS 2017)*, Porto, Portugal; pp. 315–324

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

MOBİL UYGULAMALARDA HİBRİT SİSTEMLERİN OLUŞTURDUĞU KULLANIM
KOLAYLIKLARININ İNCELENMESİİsmail GÜLER¹¹Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

ismailguler@stu.aydin.edu.tr, ORCID No: 0000-0002-0169-4038

GELİŞ TARİHİ/RECEIVED DATE:11.06.2021 KABUL TARİHİ/ACCEPTED DATE:26.04.2022

Özet

Akıllı telefon uygulamaları, insanları sağlıklı yaşam tarzlarını benimsemelerine destek olmaktadır. Dolayısıyla davranış değişikliklerini kolaylaştıran hibrit mobil uygulamalara dâhil olan ikna edici tasarım stratejilerini anlamakta fayda vardır. Araştırmamızın amacı, Hibrit mobil uygulamaların Web ile Native uygulamalara göre kullanım kolaylıklarını göstermek için yapılmıştır. Hibrit mobil uygulamalar, Web uygulamalarının özelliklerini ve Native mobil uygulamalarını birleştirir. Web uygulamaları gibi HTML ve JavaScript gibi taşınabilir, platformdan bağımsız dillerde de uygulanırlar. Native uygulamalar gibi yerel cihaz kaynaklarına doğrudan erişirler. Hibrit uygulamalara geçiş teknolojinin hızlı ilerleyişiyle birlikte son dönemde büyük bir artış göstermektedir. Native uygulamalara göre performans eksileri olmasına rağmen yazılım geliştiriciler tarafından kullanım kolaylıkları sebebiyle daha çok tercih edilmektedir. Sonuçlardan, hibrit uygulamalar için kullanıcı arayüzünün dinamik yapısıyla geliştirilmesinin daha basit olduğunu ve hibrit uygulamalarda kullanıldığında mobil cihaz özelliklerini performans bakımından daha iyi kullandığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mobil uygulamalar, Hibrit sistemler, e-Business**EXAMINING THE EASE OF USE OF HYBRID SYSTEMS IN MOBILE APPLICATIONS****Abstract**

Smartphone apps support people to adopt healthy lifestyles. Therefore, it is useful to understand the persuasive design strategies involved in hybrid mobile applications that facilitate behavior changes. The aim of our research is to show the ease of use of hybrid mobile applications compared to Web and Native applications. Hybrid mobile apps combine the features of Web apps and Native mobile apps. Like web applications, they are implemented in portable, platform-independent languages such as HTML and JavaScript. They directly access local device resources such as native apps. Transition to hybrid applications has been increasing in recent years with the rapid progress of technology. Although it has performance disadvantages compared to native applications, it is more preferred by software developers due to its ease of use. From the results, it has been determined that the user interface for hybrid applications is simpler to develop with its dynamic structure and it uses mobile device features better in terms of performance when used in hybrid applications.

Keywords: Mobile applications, Hybrid systems, e-Business

1. GİRİŞ

Günümüzde insanlar birbirleriyle bağlantı kurabilmek için genel olarak mobil iletişimi kullanmaktadır. Mobil iletişim; kablosuz cihazlarla mekân ve zaman gözetmeksizin yeterli sayıda baz istasyonunun oluşturduğu telsiz ağlar üzerinden kurulan bir haberleşme şeklidir. İlk mobil haberleşme sistemi 1991 yılının sonlarında Fransa, Almanya ve İtalya tarafından Cenevre’de kurulmuştur (Özkan, 2007). Son dönemde teknolojinin hızlı artışıyla birlikte mobil iletişimde de büyük gelişmeler görülmekte olup bunun en çok rağbet gören kısmı mobil yazılımlardır. Akıllı telefonlar ve tablet bilgisayarlar için geliştirilen yazılımlara mobil uygulama denmektedir. Mobil uygulamaları kullandığımız cihazlarda mobil işletim sistemleri üzerinden çalışmaktadır ve en sık kullanılanlar Windows, IOS ve Android tabanlı işletim sistemleridir. IOS işletim sistemi kullanan cihazlar için Apple App Store’dan, Android işletim sistemi kullanan cihazlar için Google Play Store’dan ve Windows içinse Windows Phone Store gibi mağazalardan istediğimiz uygulamayı istediğimiz anda zaman gözetmeksizin mobil cihazlarımıza indirebilmekteyiz. Bu uygulamalar, kullanıcının isteğine bağlı olarak ücretli veya ücretsiz olabilirler.

Web teknolojilerindeki gelişmeler göz önüne alındığında mevcut seçeneklere bakarak insanlar hem mobil web sitelerini hem de uygulamalarını kullanıyorlar ancak mobil uygulamalar her zaman bir adım önde oluyor. Mobil web siteleri HTML, JavaScript ve CSS standardı ile desteklenen tarayıcı temelli sayfalar olup diğer web sitelerine benzer yapıları vardır. Mobil uygulamalar ise daha kullanıcı dostu ve kullanımı kolaydır. İnsanlar sürekli olarak URL yazmak ya da tarayıcıda sayfanın görüntülenmesini beklemek yerine mobil uygulamalara yöneliyorlar. Web standartlarındaki yeni gelişmelerle birlikte mobil uygulamalar Hibrit ve Native olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır (Charland ve Leroux, 2011). Bu yapılan ayrım, uygulamanın kodlanmaya başlandığı ortam ve yapılışıyla ilgili bir gruplandırma değildir.

Yazılım geliştiriciler hem veri hem de kullanıcılar için mantıklı yaklaşımlar düşünmelidir. Yapılan uygulamanın en iyi şekilde performans, test ve canlı ortamda denenmesi gerekmektedir. Bir yazılım ilk önce kodlamanın uygulanması ile başlar ve bunun hatasız olması gerekmektedir. Hibrit ve Native uygulamalar farklı platformlarda farklı yapılarla uygulanmaktadır.

2. HİBRİT UYGULAMALAR

HTML5, CSS ve JavaScript ile yazılan, Native ve Web platformlarını ortak kullanan mobil çözümlere hibrit uygulamalar denmektedir. Daha anlaşılır şekilde açıklamak gerekirse Native uygulamalar içinden ulaşılan mobil web yazılımlardır. Native mobil uygulama özelliklerine ulaşabilmesi için bir ara taşıyıcı kullanmaktadır. Taşıyıcıya en sık kullanılan PhoneGap örnek verilebilir (Yılmaz, 2010). Bunun dışında birçok taşıyıcı bulunmaktadır.

Hibrit mobil uygulamalar, Web uygulamalarının özelliklerini ve Native mobil uygulamalarını birleştirir. Web uygulamaları gibi HTML ve JavaScript gibi taşınabilir, platformdan bağımsız dillerde de uygulanırlar. Native uygulamalar gibi yerel cihaz kaynaklarına (dosya sistemi, konum, kamera, kişi vb.) doğrudan erişirler.

Uygulama geliştiriciler, mobil cihazların donanım özelliklerini derinlemesine kullanmadan da uygulama geliştirebilirler ve hibrit uygulama yöntemi ile rahatlıkla istediği geliştirmeleri yapabilirler. Hibrit

uygulamalar cihazın ve işletim sisteminin tüm özelliklerini, belirli bir platformda minimum performans yükü ile kullanmanıza olanak tanır. Hibrit sistemler ile iş yükü geliştiricinin üzerinden kalkmış olup tek bir kez yazılarak bütün mobil cihazlarda çalıştırılabilir olmasıdır. Bu özelliği ile son dönemde çok fazla tercih edilir olmuştur. Bununla birlikte, bir web uygulaması oluşturmak kodların platformlar arasında taşınmasını sağlar. Bu da geliştirme süresini ve maliyetini önemli ölçüde düşürebilir. Hibrit uygulamalar, Native ve benzeri uygulamaları çeşitli platformlara dağıtmak için ortak bir kod tabanı kullanarak her iki platformun en iyilerini birleştirir.

2.1. Hibrit Uygulamalara Talebin Artmasının Sebepleri

Hibrit mobil uygulamalar, geliştiricilerin mevcut becerilerini web uygulamalar geliştirmede yeniden kullanabilmelerinin bir yolunu sağlar. Bu uygulamalar, platform satıcıları tarafından sağlanan programlama dilleri ve SDK'leri içermektedir.

Hibrit mobil uygulama geliştirme, bir kurum için oldukça ilgi çekici gelmektedir. Kurum, iki ya da daha fazla platform için ayrı ayrı yazılımcı işe almak yerine tek bir yazılımcıyla HTML, CSS ve JavaScript kullanarak her platforma hitap eden yazılımlar geliştirmeyi cazip görmektedir. Maliyet açısından ince hesaplar düşünen firmalar bu şekilde hibrit mobil uygulamalara yönelmektedir.

2.2. Hibrit Uygulamaların Pozitif Yönleri

- i. Yazılım geliştiriciler mevcut web becerilerini kullanmaktadırlar.
- ii. Birden fazla platform için bir kod tabanı bulunmaktadır.
- iii. Geliştirme süresinin ve maliyetin düşürülmesi artı bir avantajdır.
- iv. Responsive web tasarımını kullanarak çeşitli form faktörleri için kolayca tasarım yapılabilmektedir.
- v. Bazı cihazlara ve işletim sistemi özelliklerine erişim sağlanmaktadır.
- vi. Gelişmiş çevrimdışı yetenekler bulunmaktadır.
- vii. Uygulama, mağazalar aracılığıyla yerel olarak dağıtıldığı için ve arama motorları aracılığıyla mobil tarayıcılara dağıtıldığı için görünürlüğü artmaktadır.

2.3. Hibrit Uygulamaların Negatif Yönleri

- i. Karmaşık Native işlemlere veya 3D oyunlar gibi ağır geçişlere sahip olan bazı uygulamalar için performans sorunları yaratabilmektedir.
- ii. Hibrit sistemlerde Native bir kullanıcı arayüzünü taklit etmek ve gerekli alt yapıyı oluşturmak için gereken zaman ve işçilik artar.
- iii. Hibrit uygulamalar, bütün aygıt ve işletim sistemi özelliklerini desteklememektedir.
- iv. Apple, geliştirilen uygulamayı Native olarak değerlendirmeye ise reddedilme riski ortaya çıkmaktadır.

Bu dezavantajlar önemlidir ve göz ardı edilmemelidir. Hibrit yaklaşımın her tür uygulamaya uymadığı görülmektedir. Hedef kullanıcılarınızı, seçtikleri platformları ve uygulamanın gereksinimlerini dikkatle

değerlendirmeniz gerekmektedir. İçerik tabanlı olanlar gibi pek çok uygulamada avantajlar sakıncaları ağırlaştırılmaktadır.

Hibrit uygulamalar, telefonunuzdaki diğer uygulamalar gibi kolayca kurulabilmektedir. Telefonunuzun bulunduğunu platforma uygun mağazalardan ücretli ya da ücretsiz indirebilirsiniz. Diğer uygulamalardan farkı yoktur; mesaj yollayabilir, fotoğraf çekebilir, alışveriş yapabilir ve çok daha fazlasını yapabilirsiniz. Uygulamanızın hibrit olup olmadığı kolayca anlaşılabilir değildir.

Hibrit uygulamalarda iki yaklaşım bulunmaktadır (Charfi ve Mezini, 2005). Bunlar WebView ve Derlenmiş Hibrit uygulamalardır:

2.4. WebView Uygulamaları

HTML, CSS ve JavaScript kod tabanı ile yerel bir uygulamada sarılmış olan dâhili bir tarayıcıda çalışır ve bu WebView uygulamaları olarak anlandırılır. Bazı yerli API'ler bu taşıyıcı aracılığıyla JavaScript'e açıktır. WebView uygulamaları için en iyi örnekler PhoneGap ve Trigger.io'dur.

2.5. Derlenmiş Hibrit Uygulamalar

Hibrit uygulamalar için kodlama bir kez yapılmaktadır ve desteklenen her platform için yerel koda çevrim yapılmaktadır. Genellikle C# ve JavaScript gibi platformlarda yazılır. Sonuç olarak, her platform için hibrit bir uygulama derlenmektedir, ancak geliştirmede daha az özgür kalınmaktadır. Örnek olarak Xamarin, Appcelerator Titanium ve Embarcadero FireMonkey'dir (Duru, 2013).

3. NATIVE UYGULAMALAR

Native, bir platformun kültürünü, dilini, sözleşmelerini ve normlarını oluşturan teknolojileri, yani dilleri ve çerçeveleri ifade eder. Kullanıcıların belirli bir platformdaki uygulamalarla iletişim kurmak için kullandığı temel semboller, hareketleri ve etkileşimleri içeren soyutlama temel seviyesidir (Charland ve Leroux, 2011). Aynı zamanda belirli bir platformdaki uygulamaların kullanıcılarla iletişim kurmak için kullandığı kelimeler, cümleler ve kavramlardır. Belli bir platformda bunlar daha kullanışlı ve tutarlı olursa, o platform için yerel uygulamalar oluşturmanın avantajları o kadar çoktur.

Günümüzde IOS ve Android'in Native platformların başını çektiği ve bunlar üzerinden birçok uygulama yapıldığı görülmektedir. Bu platformlar, üreticiler, taşıyıcılar ve kullanıcılar tarafından, farklı telefonlar ve uygulamalar arasında tutarlılık olmasına rağmen çok az olması durumunda özelleştiriliyor.

Yazılım geliştiriciler IOS uygulamalar için Swift ya da Objective-C gibi nesne yönelik programlama dillerini kullanmaktadır. Aynı şekilde Android için ise Java ya da Android Studio kullanılmaktadır. Yazılımcılar tarafından geliştirilmesi en az tercih edilen Windows uygulamalardır ve C# nesne tabanlı programlama dili aracılığı ile geliştirilmektedir (Elgazzar et. al., 2010).

4. HİBRİT UYGULAMALARIN GELİŞTİRİLMESİ

Hibrit mobil uygulamalar web siteleri gibi benzer şekilde HTML, CSS ve JavaScript teknolojileri kullanılarak geliştirilmektedir. Hedef olarak bir mobil tarayıcı yerine, yerel bir taşıyıcı da barındırılan bir WebView

hedef alınır. Burada mobil cihazın donanım özelliklerine erişmek gibi birtakım işler yapılmaktadır. İnternetteki web sitelerinde olduğu gibi hibrit mobil uygulamalar HTML, CSS ve JavaScript gibi web teknolojilerinin bir kombinasyonu ile oluşturulmuştur. En önemli fark, hibrit uygulamaların mobil platformun WebView'ini kullanan yerli bir uygulamada barındırılmasıdır. Bu, onların ivmeölçer, kamera, kişiler ve daha fazlası gibi cihaz özelliklerine erişmesini sağlar. Bunlar, çoğu zaman mobil tarayıcıların içinden erişmek için sınırlandırılan yeteneklerdir.

Günümüzde, çoğu hibrit mobil uygulama native kod ile oluşturulmuş eklentiler aracılığıyla cihazın özelliklerine erişmek için uygun bir JavaScript API desteği sağlayan Apache Cordova'yı kullanmaktadır (Jeong et. al., 2008). Apache Cordova başlangıçta PhoneGap adlı bir proje olarak başladı. Bugünlerde ise ek araçlar içeren Apache Cordova'nın bir dağıtım paketi olarak varlığını sürdürmektedir. Bunun yanında yazılım mühendislerinin geliştirdiği birçok eklenti de bulunmaktadır. Eklentiler cihazın sensörlerine, kişilere, kamera ve daha fazlasına erişmek için API'lar içerir. Bu eklentiler, Apache Cordova'nın loglarında tutulmaktadır.

4.1. Apache Cordova

Apache Cordova, Nitobi tarafından orijinal olarak oluşturulmuş bir mobil uygulama geliştirme yapısıdır. Adobe Systems, 2011 yılında Nitobi'yi satın aldı, PhoneGap olarak yeniden markaladı ve daha sonra Apache Cordova adlı yazılımın açık kaynaklı bir sürümünü piyasaya sunuldu. Apache Cordova, yazılım programcılarının Android, iOS veya Windows Phone'daki gibi platforma özgü API'lere güvenmek yerine CSS3, HTML5 ve JavaScript kullanan mobil cihazlar için uygulamalar oluşturmasına olanak tanır (Wargo, 2013). Cihazın platformuna bağlı olarak CSS, HTML ve JavaScript kodunun bir arada çalışmasını sağlar. Cordova uygulaması kendi içinde 3 katmana ayrılmaktadır.

4.1.1. WebView

Cordova özellikli WebView, uygulamanın tüm kullanıcı arabirimini sağlamaktadır. Hibrit uygulamaların geliştirildiği bazı platformlarda, WebView'i yerel uygulama bileşenleri ile birleştiren daha büyük bir bileşen de olabilir.

4.1.2. WebApp

Bu kısımda, uygulama kodunuzun bulunduğu bölümdür. Uygulamanın kendisi bir web sayfası olarak, varsayılan olarak index.html adında yerel bir dosya olarak uygulanır ve CSS, JavaScript, resimler, medya dosyaları ya da diğer kaynaklara başvurulması bunun çalışması için gereklidir. Web APP uygulama mağazalarına dağıttığınız yerli uygulama paketleri içinde WebView'i çalıştırır.

4.1.3. Plugins

Eklentiler, Cordova içerisinde ayrılmaz bir parçadır. Cordova ve yerel bileşenlerin birbirleriyle ve bağlarla standart cihaz API'leriyle iletişim kurmaları için bir arabirim sağlarlar. Bu, JavaScript'ten yerel kodu çağırmanızı sağlamaktadır.

4.2. Ionic Platform

Ionic Framework, css sınıflarının bir kümesidir ve AngularJS ile Cordova'nın üzerine kurulmuş Javascript yönergeleri ve modüllerinin bir kütüphanesidir (Malavolta, Ruverto, Soru ve Terragini, 2015). Ionic, hibrit

mobil uygulamaları oluşturma hedefi taşıyan bir HTML5 mobil uygulama geliştirme yapısıdır. Hibrit uygulamalar aslında, bir uygulamada Native platform katmanına erişimi olan bir tarayıcı kabuğunda çalışan küçük web siteleridir. Hibrit uygulamalar, native uygulamalara göre özellikle platform desteği, geliştirme hızı ve üçüncü parti koda erişim gibi birçok avantaja sahiptir.

Web geliştiriciler Ionic bir uygulamanın yapısını açıkça görmektedirler. Özünde, bu sadece hibrit bir uygulama kabuğunda çalışan bir web sayfasıdır. HTML, CSS ve Javascript'i kullanabileceğiniz anlamına gelmektedir. Web sitelerinden tek farkı, başkalarının bağlayacağı bir web sitesi oluşturmak yerine, kendine yeten bir uygulama geliştiriyor olmasıdır.

Ionic bir uygulamanın büyük kısmı HTML, Javascript ve CSS ile yazılmış olacaktır. Geliştiriciler, özel Cordova eklentileri veya native kodu kullanarak hibrit katmana da inebilirler, ancak mükemmel bir uygulama oluşturma gerekliliği sunmamaktadır.

5. SONUÇ

Bu makale, uygulama geliştirme yaklaşımlarının bazı avantaj ve dezavantajlarını açıklamakla birlikte hangisinin yazılım geliştirici için en iyisi olduğunu ana hatlarıyla belirtmiştir. Hibrit sistemler ve Native uygulama arasındaki seçim, bir uygulamanın amaçlanan özellik kümesine ve uygulamanın kapsamına bağlıdır. Native bir uygulamanın her zaman en iyi seçenek olduğunu söylemek kolay bir çıkarım olabilir, ancak bilgilendirici veya içerik dağıtım uygulamaları oluşturuyorsanız ve küçük bir bütçeyle çalışıyorsanız Hibrit platform en iyi çözümü sunmaktadır. Hibrit bir çözümün en büyük avantajı hata düzeltmeleri veya güncellemeler için Google Play, iTunes ve diğer uygulama mağazalarında yeni uygulama sürümleri yayınlamaya hiç ihtiyaç duymamasıdır. Kullanıcı son güncellemelerden, hata düzeltmelerinden veya güncellemelerden yararlanabilmesi için sayfayı yenilemesi veya uygulamayı yeniden açması gerekir. Her tür uygulama geliştirme için uygun yapılar, kütüphaneler, API'ler, geliştirme ve hata ayıklama araçları önemli rol oynamaktadır. Google Analytics'e entegre edilebilir ve kullanıcıların uygulamadaki davranışlarını uygulama içinde araştırılabilir, kitleleri segmentlere ayırabilir ve kullanıcıların mobil web sitesi uygulamalarındaki hareketlerini izleyebilir, hem de diğer analitik işlemleri gerçekleştirmektedir.

6. KAYNAKÇA

Charfi, A. ve Mezini, M. 2005. Using aspects for security engineering of web service compositions In Web Services, IEEE International Conference, 11-15 Temmuz, 59-66.

Özkan, H. 2007. Mobil Sistemler ve Mobil Phone Çalışma Mimarisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Haliç Üniversitesi. Fen Bilimler Enstitüsü: İstanbul.

Jeong, Y.-J., J.H. Lee ve G.-S. Shin. 2008. "Development Process of Mobile Application SW Based on Agile Methodology", Advanced Communication Technology, ICACT 2008. 10th International Conference on, vol.1, pp.362-366, 17-20.

Elgazzar, K., A.E. Hassan ve P. Martin. 2010. Clustering WSDL Documents to Bootstrap the Discovery of Web Services, IEEE International Conference on Web Services.

Yılmaz, O. 2010. Web Uygulama Güvenliğine Hibrid Yaklaşım. Baskı Yeri: WGT E-Dergi. 4, 1-3.Doi: 10.1132/1941127.1941234.

Charland, A. ve B. Leroux. 2011. Mobile application development: web vs. native. Baskı Yeri: Communications of the ACM. 5, 49-53.Doi: 10.1145/1941487.1941504.

Duru, İ. 2013. Çevik Yöntemlerle Mobil Uygulama Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü: İstanbul.

Wargo, M.J. 2013. Apache Cordova 3 Programming. Baskı Yeri: Pearson. 1, 1-18. ISBN-13: 978-0-321-95736-8.

Malavolta, I., S. Ruberto, T. Soru ve V. Terragni. 2015. Hybrid mobile apps in the Google play store: an exploratory investigation. Baskı Yeri: MOBILESoft '15 Proceedings of the Second ACM International Conference on Mobile Software Engineering and Systems. 5, 56-59.Doi: 10.1109/MobileSoft.2015.15.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

DESIGN AND ANALYSIS OF A NOVEL ROBOTIC ARM FOR HIGH PRECISION MICRO FRICTION STIR WELDING

Azhar Majid Qasim ALGHLOOM¹¹Mechanical Engineering, Altinbas University, Istanbul, Turkey
azharalghloom@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1322-2732Serdar AY²²Mechanical Engineering, Altinbas University, Istanbul, Turkey
serdar.ay@altinbas.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1698-9832GELİŞ TARİHİ/RECEIVED DATE: 03.02.2022 REVİZYON TARİHİ/REVISION DATE: 16.03.2022
KABUL TARİHİ/ACCEPTED DATE: 25.03.2022**Abstract**

The usage of industrial robots in manufacturing industries has revolutionized the traditional manufacturing process into more diverse and sustainable modern manufacturing processes. This paper presents the design and analysis of a 6-DOF robotic arm, which will perform a highly précised micro friction stir welding process. Friction stir welding is a technology that is constantly evolving. It has played a vital role in connecting metals in numerous sectors since its invention in 1991, and one of the outcomes of its development is micro friction stir welding, which was invented in 2004. There are numerous advantages that a designed robotic arm possesses over other traditional micro friction stir welding machines, which include high precision, sustainability, flexibility, time, and cost-effectiveness, along with a small operation area. The robotic arm is designed in two phases; the first stage is a design of links and revolute joints, respectively, and high-speed motor selection for the end effector to operate at high torques with required precision and accuracy. In the second phase, the designed model was analyzed using ANSYS software. In this phase, the transient and structural analyses are performed to analyze the performance of the robotic arm under various conditions.

Keywords: Friction stir welding, Micro friction stir welding, Robotic arm.

YENİ BİR ROBOT KOLONUN TASARIMI VE ANALİZİ İÇİN YÜKSEK HASSASİYETLİ MİKRO KURGU KARIŞTIRMA KAYNAĞI

Özet

Endüstriyel robotların imalat sanayiinde kullanımı, geleneksel üretim sürecini daha çeşitli ve sürdürülebilir modern üretim süreçlerine dönüştürmüştür. Bu makale, son derece hassas bir mikro sürtünme karıştırma kaynağı işlemini gerçekleştirecek olan 6-DOF robotik bir kolun tasarımını ve analizini sunmaktadır. Sürtünme

karıştırma kaynağı devamlı gelişen bir teknolojidir. 1991 yılında icadından bu yana birçok sektörde metallerin birleştirilmesinde hayati bir rol oynayan sürtünme karıştırma kaynağının gelişiminin sonuçlarından biri de 2004 yılında icat edilen mikro sürtünme karıştırma kaynağıdır.

Tasarlanan robot kol ile gerçekleştirilecek micro sürtünme karıştırma kaynağının, yüksek hassasiyet, sürdürülebilirlik, esneklik, zaman ve maliyet etkinliği sayesinde diğer geleneksel mikro sürtünme karıştırma kaynak makinelerine göre sahip olduğu birçok avantaj vardır.

Robotik kolu iki aşamada tasarlanmıştır. İlk aşamada: sırasıyla uzuvların ve döner eklemlerin tasarımı ve uç işlevcinin gerekli hassasiyet ve doğrulukla yüksek torklarda çalışması için yüksek hızlı motor seçimi, ikinci aşamada ise; tasarlanan model, ANSYS yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Bu aşamada, robotik kolun performansını çeşitli koşullar altında analiz etmek için geçici ve yapısal analizler yapılır.

Anahtar Kelimeler: Sürtünme karıştırma kaynağı, Mikro sürtünme karıştırma kaynağı, Robot kol.

1. INTRODUCTION

Friction stir welding (FSW) is a solid-state welding process that joins two metals together without melting. Wayne Thomas of The Welding Institute created this process in 1991, and it has rapidly evolved over the subsequent few decades (Fersini and Pironi, 2007). When compared with all other welding processes, this method provided little deformation and good joint strength and can weld alloys that are either impossible to weld or very difficult to melt. It operates at a much lower melting temperature of metals, and it takes place in a solid state. This process eliminates cracking, porosity, second phase formation, and embrittlement related to metal's re-solidification. Since the operational temperature of this process is low, it ultimately reduces the thermal stress development and distortion. FSW welding process is also cost-efficient and energy-efficient as it does not require any additional filler material while joining the metals, and shielding gas is not required in many cases. Unlike traditional fusion welding techniques, this method lacks the arcs flash, fumes, spatter, and pollution. Friction stir welding can be used to weld sheets ranging from 0.5mm to 6.5mm to their full penetration without having any defects like cracking, porosity, or internal voids (Bharat et. al., 2014). The conventional FSW is the earliest demonstration of the technique and is a mostly adopted technique in all industries. In this technique, a rotating tool consisting of a probe and a shoulder is used. The tool is inserted into the two metals. The tool's rotational motion generates heat, and the resulting plastic deformation causes the diffusion of both the metals' atoms to join. Micro friction stir welding (μ FSW) is a kind of friction stir welding that is used to combine materials with thick of less than 1000 μ m (1 mm) (Sen et. al., 2019). Manufacturers' demands are increasing daily for the micro joining of pieces to produce lightweight and small-sized products. The welding of heavy metals has developed to much extent, but small and soft material is a challenge for present science. FSW is an ideal way to produce cost-efficient parts and high-strength joints. The joining of small parts is required in the electronic industry, where micro-scale welding is performed. Among these micro-welding technologies, soldering and brazing are two methods that cannot meet the requirements in terms of reliability, elevated joint resistance, and durability of joints (Salih et. al., 2015). Micro-scale friction stir welding is a recently proposed approach that can be used to connect microscale electrical, microscale mechanical, and microscale electronic components (Padhy et. al., 2018).

1.1. Robotics In Friction Stir Welding (FSW) And Micro Friction Stir Welding μ FSW

Although the utilization of robots for friction stir welding (FSW) represents a few difficulties contrasted with regular, sold FSW machines. Ongoing progressions in machine technology, along with nova FSW methods have expanded the capability of FSW robots ultimately. FSW can be done on a variety of machinery, including processing machines, specialized FSW machines, and template machines. Nonetheless, modern robots have been used in the field of FSW because of the benefits of a broad workspace, condensed construction, remarkable adaptability, and reasonable cost involved when compared to machine instruments (Scialpi et. al., 2008). A significant portion of industrial robots is articulated arm robots, which have a serial chain of links and typically six rotary joints controlled by electric servomotors. There is high demand for the typical FSW machine because of the high force necessary for FSW. As a result, FSW was initially unsuitable for such industrial robots. The TWI (the welding institute) has developed the robots for FSW and also some conventional processes to simplify the FSW. One of which is the development of stationary shoulder FSW. In this system, the probe is made to rotate while the tool's shoulder is kept stationary and it is in contact with the surface to keep a constant contact force. This method provides a better-quality surface finish of FSW and low distortion and heat dissipation (Backer and Jeroen, 2018.). The current development of robots has upgraded the FSW welding speed to 3 m/min, as well as a sheet of 7 mm can be welded with this technique. The robots used in friction stir welding can be split into two types. The first one is serial kinematics robots (SKR), and the second one is parallel kinematics robots (PKR). At industrial work, SKRs are widely utilized. This kind of robot consists of a set of serial links connected by motor actuated joints, often known as articulating arms. They typically have six degrees of freedom, allowing them to set the tool or controlled element in any position. FSW SKR offers greater flexibility, diversity, and cheaper investment costs (Backer and Jeroen, 2016). Some types of FSW SKRs are the ESAB Rosio, ABB IRB-6400, ABB IRB7600, and KUKA KR 1000 Titan, among others. However, there is a weak point which is the lack of rigidity, which results in a lack of loading

The use of a force control unit; including a force sensor that can measure the real force and feedback it as a referencing force to fix the input force, is a perfect option to deal with the problem (De Backer, 2014), (Smith, 2000), a barrier to widespread implementation of friction stir welding (FSW) (Mishra, 2018) and (Zimmer-chevret et. al., 2010).

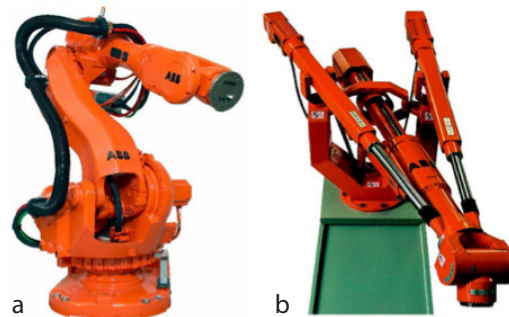


Figure 1. (a) SKR, (b) PKR, (De Backer, 2014).

For μ FSW CNC controllable micro-milling machines have been tuned for μ FSW at TWI since its invention. This could appear that using adaptive load control to preserve surface quality would be ideal for thin materials. In any case, outstanding results can be achieved without adaptive load management if the machine is strong enough and has a configurable offset for the vertical z-axis on the x-y workspace (Joo Teh et. al., 2011). KUKA is one of the companies that used the FSW robot for μ FSW of welding with a difference in the size and accuracy of the tool used and the vertical force. However, the use of robotic arm technology for μ FSW is very limited due to the lack of rigidity as the application demands high precision and accuracy.

2. RESEARCH CONTRIBUTION

In the modern world, robots have made human work more manageable. Today the utilization of robots is turning out to be more common than before. Robots have become one of the most significant parts used in mechanical industries due to their ease of control, adequate working space, and high precision since their introduction into the field of welding. There are no previous researches on the robots specialized in performing the micro friction stir welding. This article aims to design a 6-DOF robotic arm that must make the micro friction stir welding process viable. The design approach to obtain the goal is based upon selecting appropriate links lengths, revolute joints, the weight estimations, and the material of links along with the end effector (welding tool). The research would be beneficial for manufacturing a pre-designed μ FSW robotic arm, which can be used in industrial welding processes requiring high precision. In addition, this research will be helpful for researchers interested in industrial robots for welding by going over all previous scientific research and accurately summarizing the information related to precision welding, which saves them time and effort.

3. METHODOLOGY

The proposed system is the micro friction welding robotic arm for achieving the goals and objectives of micro friction welding. The main task of the following methodology is to design and analysis of the robotic arm, which is discussed by the following phases shown in Figure 2.

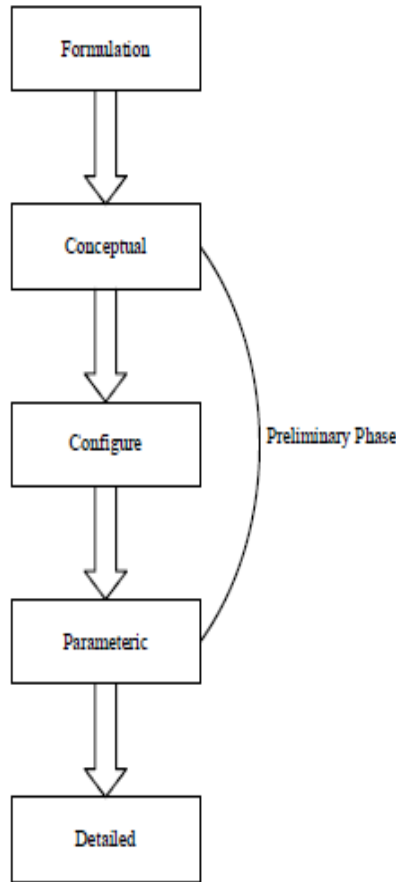


Figure 2. Methodology.

In the formulation phase, it will be decided how the complete design procedure will be taken and how its parameters will be adopted, which software will be used to design the novel robotic arm for the μ FSW purpose. The design of the arm will be on the SOLIDWORKS 3D modeling software according to the design parameters and dimensions. The conceptual phase decided the size factor of the robotic arm for friction welding purposes and described the needs of the design. At the start, choosing the unit of SOLIDWORKS is in meters, but according to design requirements and size of the design, it is decided to go for the MMGS parameters. The initial segment of the robotic arm is a kind of synergistic robot that takes after the development of a human arm. The second piece of the robotic arm is a fast-revolving motor with reasonable force to give proper erosion power to create miniature welding, which is joined to the instrument, the last piece of the robot. While in the configuration phase, the entire configuration is about designing components, specification for the components, and the last is about the analysis of the complete design. The operating direction of the design will be the six degrees of freedom, which will be a primary specialty of the design. The use of MD25 and MD32 servomotors will provide a strong base during the operating conditions of the design, and also the weight of the lower parts is also large

than the upper parts near the drilling motor. That is why the highly torqued motors are used in the design to provide the stability of the design system. In the elbow joint of the welding robotic arm, the MD17 motor is used because of the less weight of the parts and the quick response to the targeted axes. The servo motors are used in the friction welding robotic arm's waist, shoulder, and elbow. The descriptions of all these motors will be shown below in Table 1.

Table 1. The characteristics of motors in each joint.

Type	17series	25series	32series
Torque (related)	30Nm	85Nm	156Nm
peak torque	69Nm	200Nm	420Nm
max rotational speed	135°/s	135°/s	85°/s
Weight	3.95kg	8.90kg	16.55kg
Rotational angle	±360°		
voltage of supply	DC 48V		

The next phase is the parametric phase, which will describe the major dimensions of every part used in the robotic arm's design and assembly. In addition, the movements of the arm or the freedom degrees will be discussed and finalized. In this robotic arm for the micro friction welding, three types of motors are decided to be used there which are MD25, MD32, and MD17, whose dimensions are in series 110mm x 52mm x 25mm, 86mm x 45mm x 25mm and 70mm x 36mm x 21mm. These dimensions of the servomotors are much attractive in explaining the design of the current robotic arm. The degrees of freedom for that welding arm will be six; it can achieve maximum-targeted directions of movements. The last phase is the detailed design phase. It deals with the complete design procedure and the design of each component. The design of each component will be explained according to the design criteria. The main part in the micro friction welding process, a DC motor with a rotational speed of up to 10,000, is installed inside the cylindrical cage. This motor is 34B Series BLDC manufactured by Bodin Electric Company model 3317. The last part of the robot component is the tool that can be designed in different shapes and these shapes change depending on the type of welded metal. Three non-threaded tools can be made with various pin shapes when utilizing aluminum, such as stepping pin, flat pin, and curved pin. Each of the three pins has a height of (0.8 mm) an arch chambering with a radius of 0.35 mm. in this article, the tool's shape is a curved pin tool.

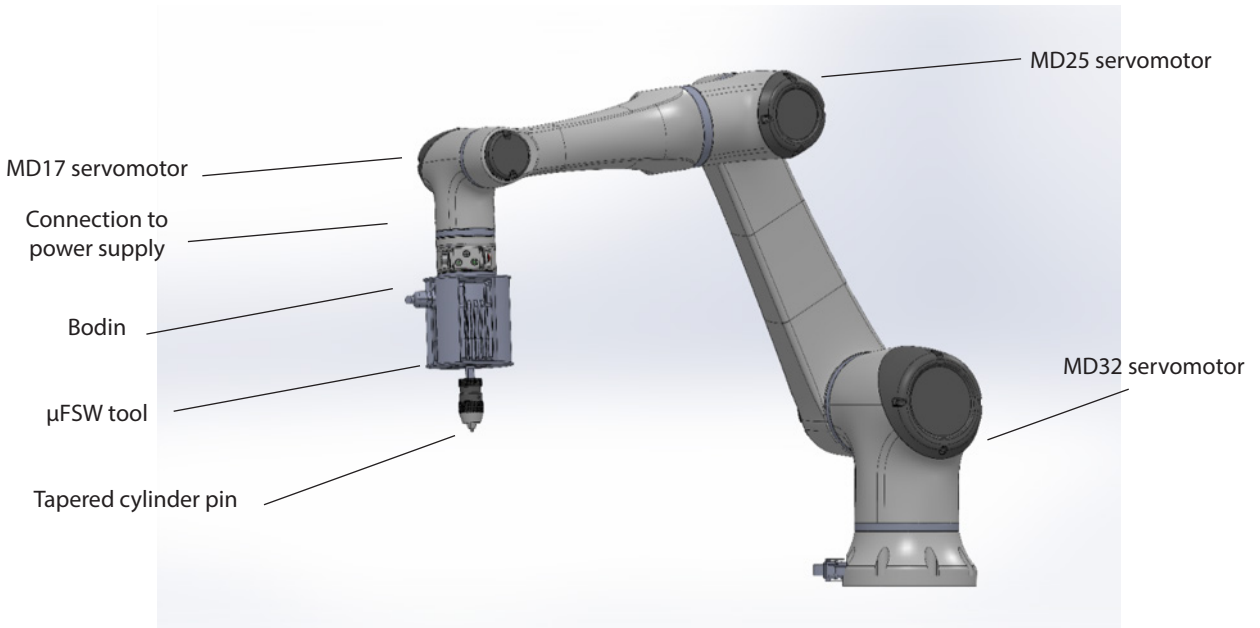


Figure 3. μFSW robot.

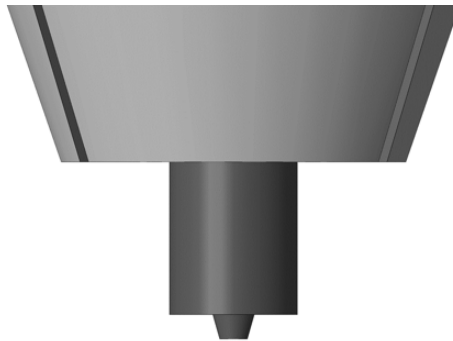


Figure 4. Curved pin tool.

After designing the model as per the proposed steps, the next step is to analyze the μFSW robot using ANSYS simulation software for structural engineering to determine the structural behaviors under different specifications, without building test products or conducting crash tests in reality.

4. RESULTS

4.1. μFSW Robot Analysis

At first, the arm was simplified and remodeled because of the complexity of the original design. The analysis was conducted on important parameters in principle work of the robot prank: (Rigid body dynamics, Stiffness verification, thermal and stress structural analysis on the tool and tip of the robotic

arm, and transient structural. Several steps must be performed to obtain results; these include pre-processing in which the geometry is imported: material Assignment, meshing, solver setup (Boundary conditions), and solutions. The results contours are obtained by selecting the solution we want to perform.

4.1.1 Rigid body dynamic

ANSYS Rigid Body Dynamics leads to a deep understanding of the motion and stability of mechanical systems earlier in the development cycle when informed engineering decisions are critical. So here the overall motion behavior of the robot arm is studied, the first pre-processed in the geometry seven components of the robot are selected as shown in Figure 5.

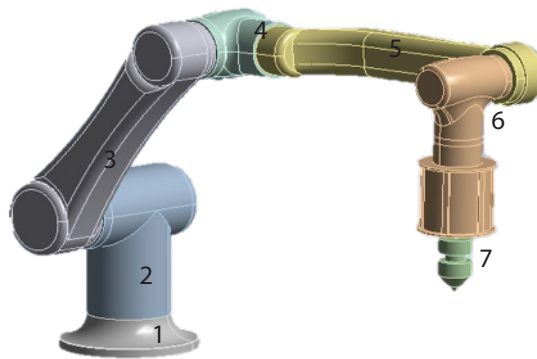
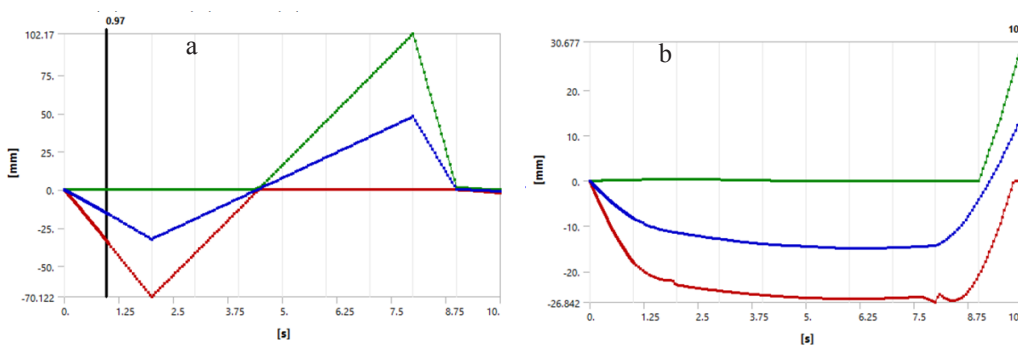


Figure 5. Robot components.

The rotational connection applied for: the base, the shoulder, the elbow and the motor joint. There will not be any meshing in this process since the rigid body dynamic does not require the meshing parameters because it is not fundamental to the FEA method, it just needed to get some basic factors to develop the designed structure. Have three boundary conditions, first in the base component, the second in the second servo of the robotic arm, and the last in the third servo motor. The result is shown in the solution part directional deformation in (x,y,z). The graphs of deformation development according to time steps are shown below.



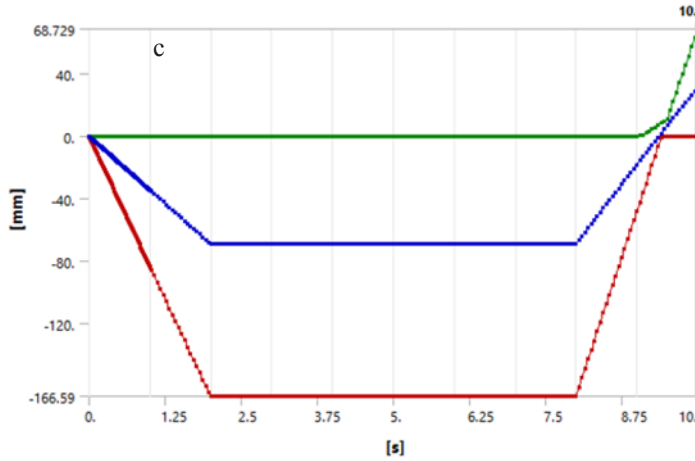


Figure 6. Deformation variation in (a) X-axis, (b) Y-axis (c) Z-axis with respect to time.

The graphs show the contour development of deformation in the structure of the micro friction welding robotic arm. In the x-direction there will be zero maximum deformation due to the applied loading conditions and the minimum deformation is also in the negative direction because the deformation is compressive. The deformation in the y-direction and z-direction is in the tensile form due to the maximum and minimum limits of the deformation. The illustration of visualizing the deformation development is also needed to check the deformation development smoothness in the structure under applied loading conditions.

Factor of safety in the design study is much important for getting the structure safety during the working environment. The von mises stresses generated in the structure will be approximately same but the deformation on different axis may vary. The factor of safety in the micro friction robotic arm according to the rigid body dynamic analysis mathematically can be represented as;

Safety factor (N) for the robot body is calculated as follows.

$$N = \frac{\text{Yield Strength of Aluminium alloy}}{\text{max. Von mises stress}} \quad (1)$$

$$N = \frac{280}{38.091} = 7.35$$

and the safety factor for the tool is calculated as follows.

$$N = \frac{\text{Yield Strength of titanium alloy}}{\text{max. Von mises stress}} \quad (2)$$

$$N = \frac{930}{38.091} = 24.41$$

4.1.2. Stiffness verification

This step aims to find the overall stiffness. Started with importing the robot model after the robot poses adjusted accompanied by setting contact parameters between components, which increases the time consumption. in this study the static structural will be used. All the processes in this part are the same as the previous one, the only change is in the geometry part that the third component will be flexible, not rigid and the mesh will be generated its type (tetrahedral- first order liner mesh)with patch conform algorithm having element size 8 mm. In the analysis, the setting will be four joint loads.

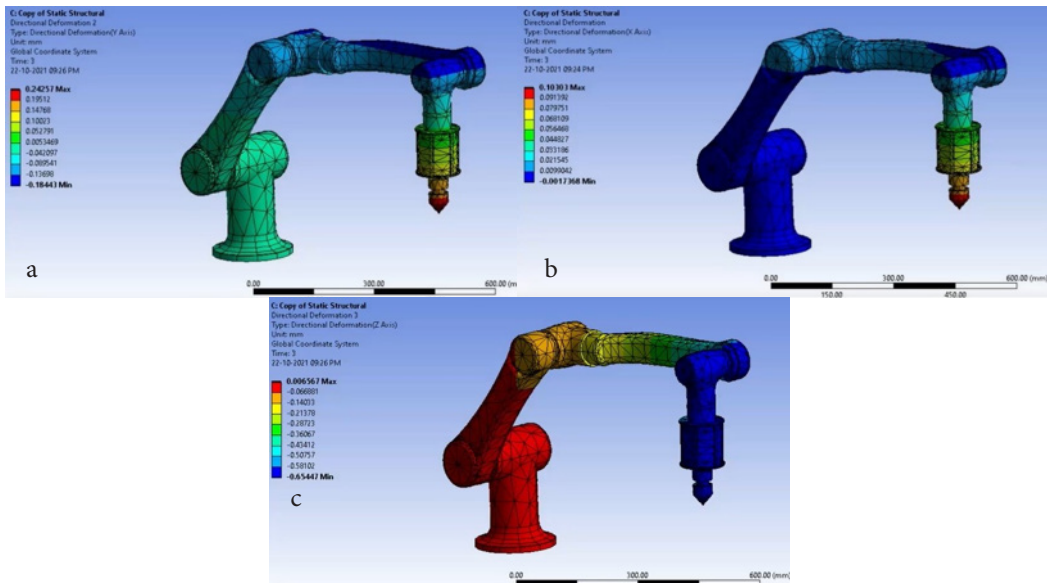


Figure 7. Directional deformation in the (a) X-axis (b) Y-axis (c) Z-axis.

To find the total stiffness of the robot the average value of directional deformation will be used but first, some update is done a new process is an upload with the same component and variable but in the analysis setting instead of joint, fixed support, and force was used. The force is 1000 N located in the tip in the direction of the welding process the table below shows the directional deformation in (x,y,z).

Table 2. The Directional deformation.

Axis	The average directional deformation
X	2.4273e ⁻⁰⁰²
Y	2.3938e ⁻⁰⁰²
Z	0.30015

To obtain the directional stiffness in the x-direction, an external force in the x-direction applied can be expressed as:

$$F_e = (1000,0,0)^T$$

The directional deformation in the X-axis result is shown in figure 7(a).

To obtain the directional stiffness in the Y direction, an external force in the Y direction is applied which can be expressed as:

$$F_e = (0,1000,0)^T$$

The result of directional deformation in the Y direction is shown in figure 7(b)

Moreover, the same thing in the z-direction to obtain the directional stiffness in the z-direction, an external force applied which can be expressed as:

$$F_e = (0,0,1000)^T$$

The directional deformation in the Z direction is shown in Figure 7(c).

The stiffness formula;

$$S = \frac{F}{\delta}$$

Where F is the applied force and δ is the deformation.

$$X_s = \frac{1000}{2.427e^{-002}} = 3044.146 \text{ N/m} = 3.044146 \text{ N/mm}$$

$$Y_s = \frac{1000}{2.3938e^{-002}} = 3086.7474 \text{ N/m} = 3086.7474 \text{ N/mm}$$

$$Z_s = \frac{1000}{0.30015} = 3331.6675 \text{ N/m} = 3.3316 \text{ N/mm}$$

4.1.3. Thermal effect and stress structural analysis on the tool and tip of the robotic arm

This part focuses only on the effectiveness of the tool component and its ability to handle the challenge of μ FSW. Two types of analyses are studied: steady-state thermal and static structure. For the first part, which started with importing the model, added the analysis parameter, such as the tool's material, then the mesh will be generated. The mesh type is foster mesh, the initial temperature is the room temperature, and two convection coefficients are added to the tool body and tip. The fine mesh is generated having an element size of 0.25 mm.

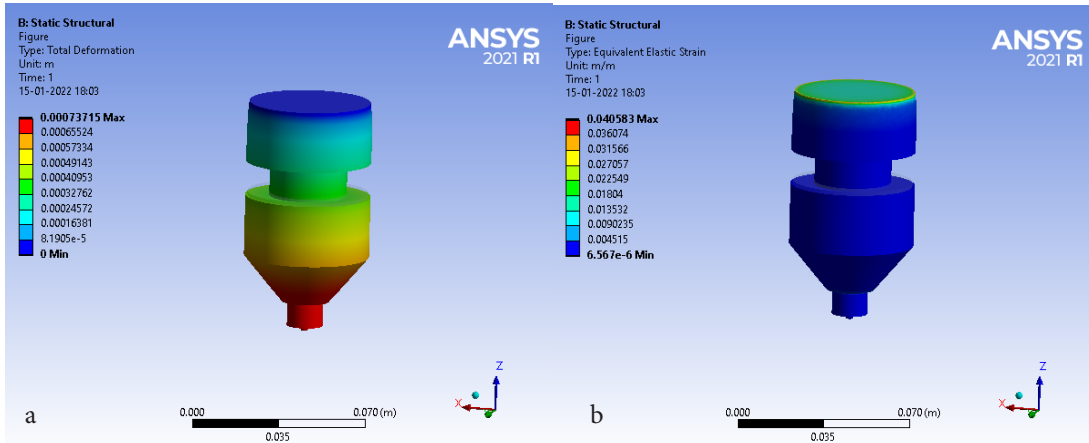


Figure 9. (a) Total deformation (b) Equivalent stresses on tool.

Figure 9 (a) shows total deformation indicates that while keeping the top surface of the holder fixed, deformation is observed on the tip, which is under an applied force. This also induces stress and strain in the holder as shown in Figure 9 (b).

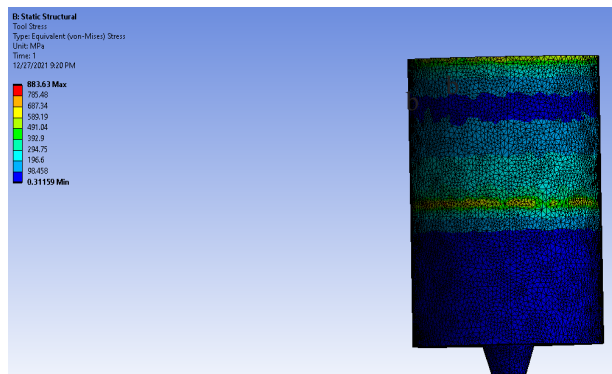


Figure 10. Total stress on the tool tip.

Also, in the tip shown in Figure 10, the maximum stress is on the top surface which is in contact with the holder; this means that this area is the most vulnerable to fracture since it is common to find failures that initiate from the regions that are closed to the fixed points.

The holder temperature simulation is shown below.

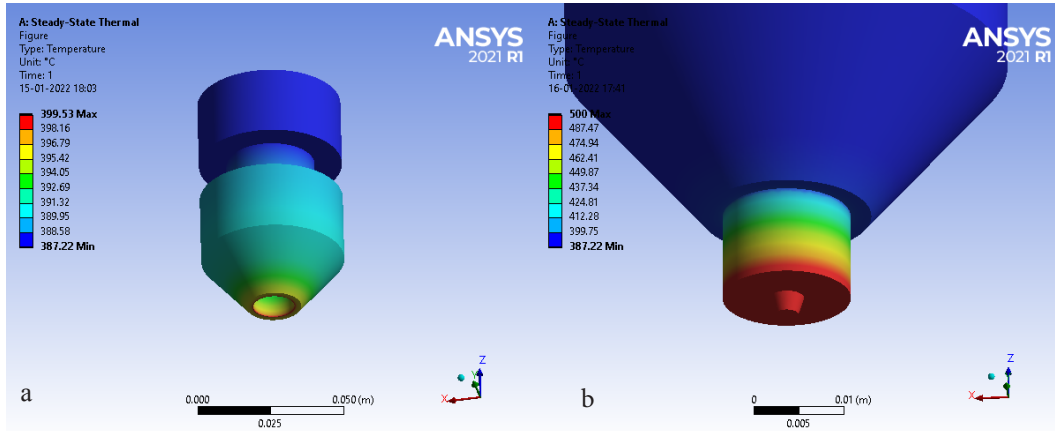


Figure 11. Temperature variation of (a) Holder (b) Tool tip.

The holder gets heated due to conduction from the tip; however, the maximum temperature of the holder is significantly less than the maximum temperature of the tip. As shown in Figure 11.

4.1.4. Transient structural

The transient analysis in the structural assemblies is much important because this process analyzes the deformation, stresses, and many other factors by providing the motion study in the simulation software by applying the time and step control settings. This process leads to a thorough grasp of the motion and stability of mechanical systems. The analysis is done in the frictional point, which means the robot body is not moving, so after the uploading of the robot geometry bonding connection is made between its parts, so they remind constantly. In the next step, the mesh was done; the used mesh is foster mesh with element size 8 mm. In total, the Statistics will be (nodes 55653, Element 30773). Three moments are applied to the first joint, the second, and the beginning of the arm. The moment varies with time. The boundary condition is added to the base of the arm, and a reaction force is added to the tip. In the last part, the result is accomplished, which is the equivalent stress and total deformation.

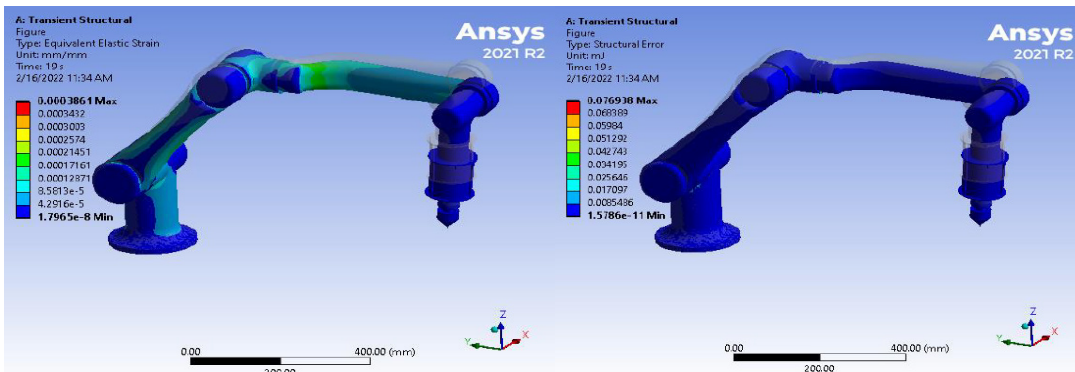


Figure 12. (a) Equivalent strain (b) Structural error

The contours of the equivalent strain are shown in figure 12 (a) indicate that the maximum strain is 0.0003861 mm/mm, which can be considered very safe since the yield strength for aluminium alloy is around 280 MPa. The given results are acceptable because the structural error shown in figure 12(b) is in orders of magnitude lower than the required criterion of 1 micron. The error is considerably greater near the joints, and that is understandable because those regions in specific are prone to stress concentration. It is common in engineering that failures are generally found at the joints. There is compressive stress, tensile stress in some regions, particularly in the lower parts of the robot body with compressive, and the tip mount with the tensile. However, it is not visible from the Von-Mises Stress, since the Von-Mises presents the absolute value of the stress at a certain point. The contour for von-Mises stress is shown below in Figure 13.

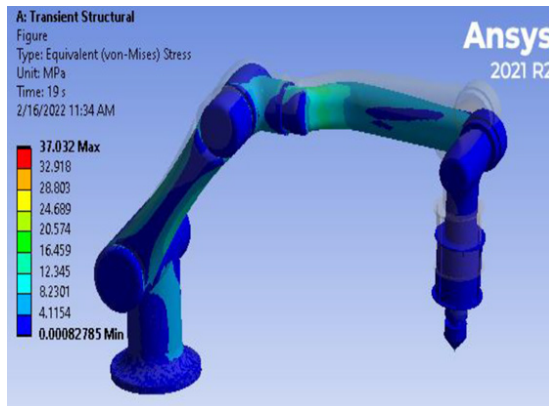


Figure 13. Equivalent stress

Force convergence development with the time is shown in Figure 14.

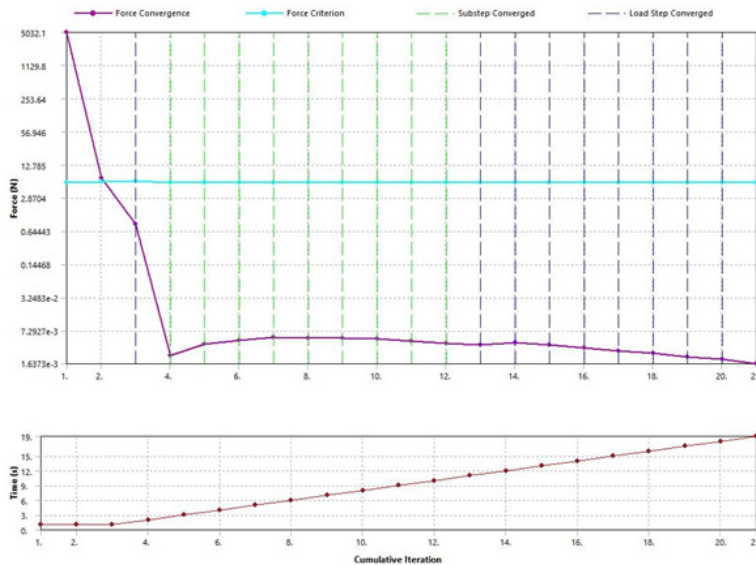


Figure 14. Force convergence in transient analysis.

Force convergence is related to the residual force, which is the difference between external and internal force. In graph 13 the force convergence is shown in the purple line, in the beginning of the process there is no internal force so it starts from it is maximum until it becomes below the blue line which is the force criterion line and that means the solution is valid and converged.

The factor of safety in each structure is the most important attribute to check the ability of that specified structure before making the real structure. For that, purpose the von-mises stresses according to the simulation software come under consideration. The maximum von-mises stresses in the structure will be the same under the applied conditions in the design with similar parameters. The yield strength of the aluminum alloy as mentioned before is 280 MPa and the titanium alloy is 930 MPa.

Thus, the safety factor (N) for the robot body can be calculated as follows:

$$N = \frac{280}{37.032} = 7.56$$

Safety factor (N) for the tool can be calculated as follows:

$$N = \frac{930}{37.032} = 25.11$$

The safety factor in two different types of structural analysis shows some separate results but without exceeding the amount of safety factor range. The safety factor of aluminum alloy and the titanium alloy in the transient structural study is more although both analyses have the same yield strength. However, the nature of transient structural analysis and the rigid body dynamic analysis is the same for checking the deformation and stresses in the structure. For structures according to the expert studies, the safety factor should minimum of 1.2 otherwise; below this limit, structure will be considered unsafe for work.

5. DISCUSSION

In this study, a portion of the attribute's parameters that affect μ FSW robotic to stand on the possibility of robot effectiveness in real-life are analyzed, yet before the utilization, it is mandatory to accomplish more tests or investigation on that arm. As per the experiment results and the simulation, the robot arm is completely satisfying the maximum distortion energy criterion, Von Mises criterion, and MSS (Maximum Shear Stress) theory. For the factor of safety in the structure according to the transient structural analysis on the robot body and the tool is shown in the safest region of working conditions.

6. CONCLUSION

This paper aims to design a robotic arm for micro friction stir welding. The research framework is built with background study regarding the friction stir welding and micro friction stir welding processes. The design parameters are determined at the beginning. A 6-DOF robot arm for micro friction stir welding is designed using SOLIDWORKS. The components and motor selections are inspired by companies working for assembly technology, where separate parts are collected from, and these parts are combined to design the robot with the appropriate size and weight, which is different from traditional robots used for friction stir welding.

The design is analyzed through ANSYS software. The robotic arm is analyzed using transient and deformation analysis, static structural and thermal effect, and stress structural analysis on the tool and tip of the robotic arm. The material selection, meshing, the boundary conditions are given in pre-processing steps. The analysis of the robotic arm and some of its properties depend on metals used for design. Aluminum alloys are used due to their many important properties such as ductility, strength, cost-effectiveness in this study. Titanium alloys are used in the pin's design, which directly contacts the workpiece for its hardness and high-temperature tolerance.

The above results show that this type of robotic arm can be pivotal due to its effectiveness under the studied analysis. It completely satisfies the maximum distortion energy criterion, Von Mises criterion, and MSS (Maximum Shear Stress) theory. However, in order to analyze the system more precisely and check its long-term effectiveness in operation, a more experimental study is needed for the proposed μ FSW robotic arm.

7. REFERENCES

Backer, D., and Jeroen. 2018. Stationary shoulder friction stir welding, TWI, available in: <https://www.twi-global.com/what-we-do/research-and-technology/technologies/welding-joining-and-cutting/friction-welding/friction-stir-welding/techniques/stationary-shoulder-friction-stir-welding>, last accessed May 12 2021.

Backer, D, and Jeroen. 2016. Robotic Friction Stir Welding , TWI, available in: <https://www.twi-global.com/what-we-do/research-and-technology/technologies/welding-joining-and-cutting/friction-welding/friction-stir-welding/techniques/robotic-friction-stir-welding>, last accessed May 12, 2021.

Bharat, P., R. Singh, and T. Campus. 2014. A Hand Book on Friction Stir Welding ,Late Shri Ram, Yagya Singh .

De Backer, J. 2014. "Feedback Control of Robotic Friction Stir Welding". Working Paper No 4-2014. University West, Trollhättan, Sweden.

Fersini, D., and A. Pirondi. 2007. Fatigue behaviour of Al2024-T3 friction stir welded lap joints, Engineering Fracture Mechanics, vol. 74, pp. 468–480.

Joo Teh, N., H. Goddin, and A. Whitaker. 2011. Developments in micro applications of friction stir welding, TWI, available in: <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/published-papers/developments-in-micro-applications-of-friction-stir-welding>, last accessed May 12, 2021.

Mishra, A. 2018. Micro Friction Stir Welding Process: State of the Art, Int. J. Curr. Eng. Technol., vol. 8, pp. 02 .

Padhy, G.K., C.S. Wu, and S. Gao. 2018. Journal of Materials Science & Technology Friction stir based welding and processing technologies - processes , parameters , microstructures and applications: A review, vol. 34, pp. 1–38.

Salih, O.S., H. Ou, W. Sun, and D.G. McCartney. 2015. A review of friction stir welding of aluminium matrix composites, Materials and Design,vol,86, pp 61-71.

Scialpi, A., M. De Giorgi, and L.A.C. De Filippis. 2008. Materials & Design Mechanical analysis of ultra-thin friction stir welding joined sheets with dissimilar and similar materials, vol. 29, pp. 928–936.

Sen, M., S. Shankar, and S. Chattopadhyaya. 2019. Micro-friction stir welding (μ FSW)-A review, in Materials Today: Proceedings, vol. 27, pp. 2469–2473.

Smith, C. B. 2000. Robotic friction stir welding a standard industrial robot, in 2nd Frict. Stir Weld. Int Symp., available in: <http://www.frictionstirlink.com/publications/Pub062ndFSWSymposiumFSWSTDINDRobotpdf.pdf>, last accessed May 25, 2021.

Zimmer-chevret, S., L. Langlois, J. Laye, J. Goussain, P. Martin, and R. Bigot. 2010. Qualification of a robotized Friction Stir Welding System - In: International conference on scientific and technical advances on friction stir welding and processing, available in: https://sam.ensam.eu/bitstream/handle/10985/8774/LCFC_FSWP_2010_ZIMMER-CHEVRET.pdf?sequence=1&isAllowed=y, last accessed May 25, 2021.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

OPTIMIZATION OF NSM-CFRP REINFORCEMENT ON PRE-CRACKED RCB USING TAGUCHI METHOD: NUMERICAL ANALYSIS

Fatimaalzhra Rasim Maseer SHAMMARI¹¹Civil Engineering Department, Altinbas University, Istanbul, Turkey
fatimaalshmary96@gmail.com, ORCID NO: 0000-0001-6103-2282Zeki HASGÜR²²Civil Engineering Department, Altinbas University, Istanbul, Turkey
zeki.hasgur@altinbas.edu.tr, ORCID NO: 0000-0002-7769-5678

GELİŞ TARİHİ/RECEIVED DATE: 29.01.2021 REVİZYON TARİHİ/REVISION DATE: 25.03.2022

Abstract

In the current paper, different methods of repairing a pre-cracked reinforced concrete beam (RCB) were reviewed and described briefly. Afterwards, near surface mounted (NSM) technique was used to simulate reinforcement of a pre-cracked RCB using carbon fiber reinforced polymer (CFRP) laminated layer. To do this end, Firstly, based on previous experimental and analytical studies the limitations of the dimensions were specified and then using Minitab software, Taguchi L9 orthogonal array design of experiment (DoE) applied to optimize the number of simulations and find the best dimensions for the reinforcement. Subsequently, ABAQUS software used to analyze the flexural behavior of the NSM-CFRP Pre-cracked RCB. Finally, Force-deflection curves were exported from the simulation results and the best reinforcing pattern was selected.

Keywords: Finite element modeling, Optimization, Reinforced concrete beams, Fiber reinforced polymers, ABAQUS.

TAGUCHI YÖNTEMİ KULLANARAK ÖNCEDEN ÇATLAYAN RCB ÜZERİNDE NSM-CFRP GÜÇLENDİRMESİNİN OPTİMİZASYONU: SAYISAL ANALİZ**Özet**

Bu makalede, önceden çatlamış bir betonarme kirişin (RCB) onarımı için farklı yöntemler gözden geçirilmiş ve kısaca açıklanmıştır. Daha sonra, karbon fiber takviyeli polimer (CFRP) lamine katman kullanılarak önceden çatlamış bir RCB'nin takviyesini simüle etmek için yüzeye monte (NSM) tekniği kullanıldı. Bu amaçla, öncelikle önceki deneysel ve analitik çalışmalara dayalı olarak boyutların sınırlamaları belirlenmiş ve ardından Minitab yazılımı kullanılarak, simülasyon sayısını optimize etmek ve en iyi boyutları bulmak için Taguchi L9 ortogonal deney tasarımı (DoE) uygulanmıştır. Daha sonra, ABAQUS yazılımı, NSM-CFRP

Pre-cracked RCB'nin eğilme davranışını analiz etmek için kullanıldı. Son olarak, simülasyon sonuçlarından Kuvvet-sapma eğrileri dışa aktarıldı ve en iyi takviye modeli seçildi.

Anahtar Kelimeler: Sonlu eleman modelleme, Optimizasyon, Betonarme kirişler, Fiber takviyeli polimerler, ABAQUS.

1. INTRODUCTION

Concrete is one of the main materials of all constructions due to the high strength, specifically compressive strength. However, low tensile strength of the concrete is the weakness of this artificial composite. Therefore, strengthening is needed for concrete for the applications which require high tensile strength such as structural parts in constructions and bridges like beams and columns. Commonly, the reinforcement is in the shape of reinforcing bars and welded wire made by steel embedded inside of the concrete.

Steel reinforced concrete beams are the most common version of reinforced beams which have a decent tensile strength as well as appropriate compressive strength. Despite the high tensile strength of the embedded steel inside the concrete beam, still cracking occurs in the bottom part of the beams and with increasing the load they propagate and with progressing the crack propagations the beam failure happens. Furthermore, based on the ACI code, different forms of reinforcements such as structural steel, steel pipe, steel tubing, and high-strength steel tendons can be utilized to reinforce the concrete in terms of increasing tensile strength (CONCRETING, 2017). Several other methods have been also investigated in order to find the most economical reinforcing method of the concrete to reach to the same tensile strength for the reinforced concrete. One of these methods is using short fibers of different materials such as steel, fiberglass, etc.

first the theoretical foundations of deep beams reinforced with FRP are presented and then in order to get acquainted with the studies done on deep beams reinforced with FRP and to find the existing strengths and weaknesses, a number of research done on FRP-reinforced deep beams are provided.

In the case of FRP-reinforced deep beams, there are generally no regulations that specifically address the FRP-reinforced deep beams. For ordinary beams in the existing relations of the regulations, the following expression is used to calculate the shear strength of the reinforced beam:

$$V_n = V_c + V_s + V_{frp} \quad (1)$$

In this regard, is the shear capacity of concrete (including the bearing share of concrete shear, the effect of grain lock and clamp and the lingual effect of beam flexural reinforcements), is the shear strength of Stirrups and is the share of FRP materials in beam shear strength.

(Chaallal et. al., 1998) proposed the following relation for , according to the structure of ACI 318-99:

$$V_{frp} = \phi_{frp} A_{frp} f_{frp} \frac{(\sin \beta + \cos \beta) d}{S_{frp}} \quad (2)$$

In this relation, tensile strength of FRP materials and reduction coefficient of resistance for FRP materials, cross section of a pair of FRP strips, β angle of the fibers to the horizon (clockwise), d effective beam depth and distance between FRP strips is along the axis of the beam. In addition, the average shear stress between the FRP material and the concrete intended for the design should not exceed half of the maximum adhesion stress. This model has two main drawbacks. It is assumed that all FRP materials cut by shear cracking have reached their maximum tensile strength, which is conservative in this assumption. Also, this modeling is not consistent with the experimental results in limiting the stress level in FRP materials that are likely to separate.

(Triantafillou et. al., 1998) showed that it is almost impossible to accurately predict the contribution of FRP materials to the shear capacity of the beam. The criteria presented by him are based on European regulations.

$$V_{frp} = \frac{0.9}{\gamma_{frp}} E_{frp} \epsilon_{frp} \rho_{frp} b_w d (1 + \cos \beta) \sin \beta \quad (3)$$

In the relation above, is the coefficient of elasticity of FRP materials. Also, , where is the thickness of the FRP layer, is the width of the reinforced concrete beam and is the partial safety factor for the tensile strength of FRP materials, the value of which is suggested for CFRP carbon reinforcement composites is 1.15. The main weakness of this modeling is that no special difference is made for different shear .reinforcement designs such as cross-section twisting and gluing to side surfaces as well as failure modes Smith-Teng modeling was performed on the assumption that individual FRP strips could be equated with continuous plates. Therefore, these modeling can be used for both tape and FRP panels. Of course, for FRP tapes, there are some restrictions on the maximum distance between separate tapes. In a general reinforcement design, if the shear cracks are inclined at an inclination θ with respect to the longitudinal axis of the beam, the value of the share of FRP strips in the shear capacity of the beam is equal to:

$$V_{frp} = 2 f_{frp} t_{frp} w_{frp} \frac{h_{frp} (\cot \theta + \cot \beta) \sin \beta}{S_{frp}} \quad (4)$$

In this regard, is the average stress in the FRP strip, below which a shear crack has passed in the final state. is the width of each of these strips, which is measured perpendicular to the position of the fibers in the strip. , the horizontal distance of the strips from each other is β , the angle of inclination of the fibers, which is measured in a clockwise direction relative to the longitudinal axis of the beam on the left side of the fibers.

Although, there are many different methods to reinforced and repair cracked reinforced concrete beams, near surface mounting (NSM) FRP is one of the most common and effective technique which have been used in different studies for different designs and crack patterns (De Lorenzis and Teng, 2007) (Soliman et. al., 2011) (Al-Abdwais et. al., 2016) (El-Gamal et. al., 2016). In line with these studies, there is a lack of

numerical study to investigate the effect of dimensions (length, width, and thickness) of CFRP layer on the flexural behavior of pre-cracked RCB. In this paper, the aforementioned effect was investigated after implementing Taguchi method as a design of experiment (DoE) technique to optimize the number of simulations and find the most optimum parameters.

2. NUMERICAL MODELLING

ABAQUS V6.21 was utilized to simulate all the conditions and numerically analyze them. ABAQUS is a famous finite element software which is very user friendly, and it can be employed for analyzing an extensive linear and non-linear model. Various mechanical properties such as elastic modulus, stress-strain, density, damage criteria include Hashin and inelastic damages for steel, concrete and FRP materials were defined in property section of ABAQUS. It is worth noting that the damage criteria for all materials were performed using concrete damage plasticity (CDP) model. For all loading sections include elastic region and plastic region isotropic damaged plasticity theory is used (ABAQUS and Manual, 2012). The CDP model and related parameters are shown in Table 1.

The experimental results from the literature were used to identify both compressive and tensile stress vs strain chart of the concrete for the simulation. The relevant formula for compression and tension are listed below, respectively. It must be noted that these relationships are credential for the uniaxial loading.

$$\sigma_c = E_0 (1 - d_c)(\epsilon_c - \epsilon_c^{pl}) \tag{5}$$

$$\sigma_t = E_0 (1 - d_t)(\epsilon_t - \epsilon_t^{pl}) \tag{6}$$

Where in these formulas σ_c , d_c , E_0 are the compressive stress, compressive damage variable and the elastic modulus of the concrete, separately. Furthermore, for the second equation, σ_t , d_t , E_0 are tensile stress, tensile damage variable, correspondingly. Moreover, ϵ_c is compressive strain and ϵ_c^{pl} is compressive plastic strain, respectively. Lastly, ϵ_t and ϵ_t^{pl} are the strain under the tension and tensile plastic strain, respectively.

Table 1. CDP parameters of Concrete (Lee and Fenves, 1998).

Dilation Angle (Ψ)	Eccentricity (ϵ)	f_{b_0}/f_{c_0}	K	Viscosity (μ)
56	0.1	1.16	0.667	0.0001

On the other hand, another model progressed by (Bahij et. al., 2018) was performed in ABAQUS to simulate the failure of the concrete. The aforementioned model has been modified by different investigators (Lee and Fenves, 1998). The mechanical properties in plastic regions must be explained using the different phenomena such as deterioration of material strain softening and hardening as well

as volumetric expansion which subsequently decreases stiffness and strength of concrete. furthermore the extensive information and other theories related to CDP model can be found in ABAQUS Analysis User's Manual (Manual, 2012).

Furthermore, the plastic behavior for strain and stress throughout the damage of concrete can be attained by the Equations (7) and (8). Also, the degradation can be happened in the softening section where stiffness is relational to the cohesion of the beam.

$$\frac{E}{E_0} = \frac{C}{C_{max}} = (1 - d) \tag{7}$$

$$\varepsilon^{-p} = \varepsilon^p - \frac{d}{1-d} \frac{\sigma}{E_0} \tag{8}$$

$$\varepsilon^{-p} = \varepsilon - \frac{f}{E_0}$$

In above equations C is cohesion, which is also proportional to stress, C_{max} represents the concrete's strength, and also, d and f are damage parameter and the compressive or tensile strength of concrete. Moreover, damage compression for model elements and tensile parameters are determined by Equations (9) and (10), independently.

$$d_c = 1 - \frac{\sigma_c E_c^{-1}}{\varepsilon_c^{pl} \left(\frac{1}{b_c} - 1 \right) + \sigma_c E_c^{-1}} \tag{9}$$

Which σ_c is the stress in the compression mode, and σ_t is stress in the tension mode. E_c is the concrete modulus elasticity, is the plastic part of the strain. The parameters include of b_c and b_t are suggested by (Barbato, 2009) and which are set as 0.7 and 0.1, respectively.

The cracks under the reinforced concrete beams which happening when the beam is under the flexural loading and bending, are the most common types of cracks. These cracks initiate in the bottom part of the beam and propagate through the central regions and subsequently cause the failure of the beam. The reason that these cracks starts from the bottom of the beam is low tensile strength of the concrete and the tension appears at the bottom part of the beam when it is under the flexural loading. Therefore, flexural loading was used in the current thesis to observe the behavior of reinforced beam after initiation of the cracks.

In this thesis four-point bending experiments were numerically analyzed and simulated in ABAQUS, where the schematic of the reinforced concrete beam with embedded steel bars and stirrups are shown in Figure 3.1. Th dimensions of the beam have been shown in the figure where width, height and length

were chosen based on the consistency with the other experimental and numerical works as 300 mm, 200mm, and 2400 mm, respectively.

Furthermore, as it is mentioned in the schematic, the beam has been reinforced using four long bars which the diameters of them are 8 mm and series of stirrups via an interval spacing of 0.1 m c/c (Shown in Figure 3.1). The elastic modulus of the commercial steel for different parts of the reinforcements such as bars and stirrups has been chosen and stated as 200 GPa. Moreover, other mechanical properties of the elements were defined and written in ABAQUS to provide the necessary information for the analysis. Also, compressive strength (f_c) of the concrete employed in this thesis was 30 MPa.

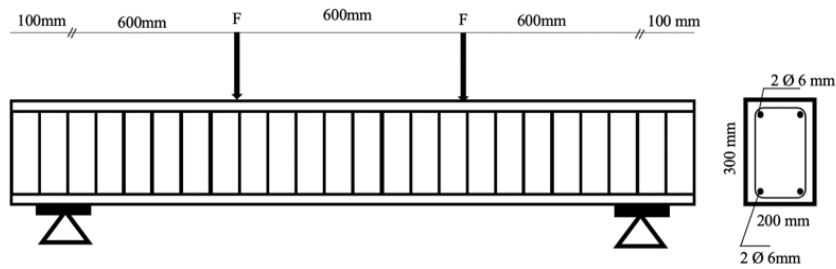


Figure 1. Schematic of reinforced concrete beam under the four-point bending experiment with the dimensions of the bars and stirrups inside the beam.

Based on the experimental results mechanical properties of the concrete which has used in the simulation is listed below in Table 2. Two different criteria have been considered to achieve the best results in numerical modeling. The first one was concrete damage plasticity (CDP) which is important when we want to investigate the damage behavior of structure after yield point to see the behavior of the plastic region and crack initiation and propagation. Also, the other important criteria are dynamic mechanical behavior of the concrete which is very crucial to predict the behavior of the concrete based structured after applying flexural load on them. The Dynamic behavior of concrete utilized for the numerical analysis as well as damage behavior employed in ABAQUS is shown in Table 2.

Table 2. Dynamic mechanical properties and tensile damage behavior of concrete.

Tensile (CDP)		Tensile Damage		
Stress(Pa)	in-strain(Pa)	stress(Pa)	damage(Pa)	in-strain(Pa)
3450652.112	0	3450652	0	0
2295713.038	0.00029	2295713	0.740058	0.00029
1884035.156	0.000549	1884035	0.868129	0.000549
1651583.006	0.000802	1651583	0.916419	0.000802
1496056.714	0.001052	1496057	0.940729	0.001052
1382096.603	0.0013	1382097	0.955019	0.0013

Totally, nine reinforced concrete (RC) beams were modeled and simulated in this paper. The beams have the dimensions of 300mm x 200mm x 2000mm with an embedded region consists of a series of stirrups and four bars at the corners of the stirrups. The yield and elastic modulus of steel used in the simulations were defined as 450 MPa and 200 GPa, respectively. Furthermore, the interactions between all the parts of the setup were defined and friction properties also was added between the concrete and CFRP reinforcement material. Also, between supports and beam the encastre boundary conditions were defined, so the beam can just deform and slip on the support, therefore, support will be fixed (see Figure 2).

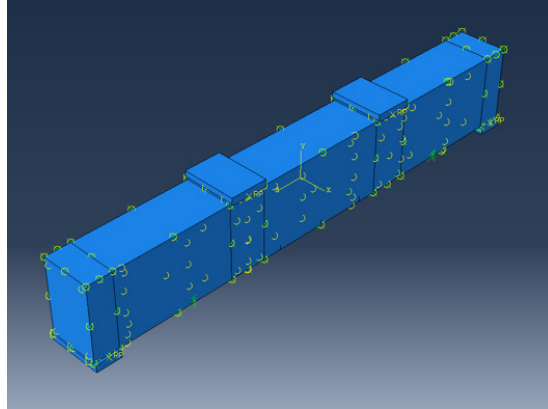


Figure 2. The interactions defined to the system between all the parts.

The design of the setup after meshing is shown in Fig 3. Afterward, in mesh module all the parts were meshed one by one to discretize the parts for numerical solution. Although, low element size may give better results, the low element size increases the number of the elements which subsequently increase the simulation time. Therefore, we have tried to optimize the number of the elements and element size to achieve a reliable result and compute the problem faster. In most of the cases of this thesis, the approximate global size was defined as 0.05. Figure 3. demonstrates the system for the four-point bending test after mesh.

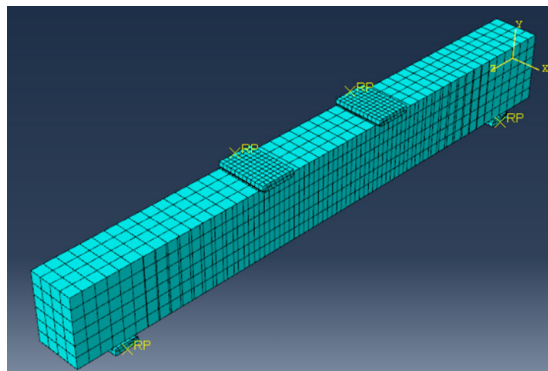


Figure 3. Design of setup after mesh.

3. RESULTS AND DISCUSSION

CFRP laminated reinforcements were used in the simulation in order to repair and decrease the crack initiation and subsequently crack propagation in the tension part of the concrete beams. In order to find the most optimum parameters for the FRP reinforcement, different optimization systems were employed. To do this, Taguchi's optimization method was used to optimize the dimension of the FRP reinforcement covered bottom part of the beam. L9 orthogonal array was chosen from the various types of Taguchi method in order to minimize the number of simulations. The parameters with the levels for each of them have been listed in Table 3. Three parameters of width, length, and thickness of FRP were used as the variables, and three levels for each of these parameters were selected to fill the simulation sets.

Table 3. Dimensions of the FRP layer to repair the bottom part of the RCB.

Parameter	Level 1 (mm)	Level 2 (mm)	Level 3 (mm)
Length	1400	1800	2000
Width	100	150	200
Thickness	0.5	1	2

After applying L9 orthogonal array Taguchi method, the experimental set of parameters were selected as shown in Table 4. Minitab V20.4 was used to create the Taguchi analysis design with aforementioned parameters and level sets. Also, the maximum load at failure was selected as the response factor of the simulation sets.

Table 4. Simulation set numbers with respective parameters.

Simulation Set Number	Length (mm)	Width (mm)	Thickness (mm)
1	1400	100	0.5
2	1400	150	1.0
3	1400	200	2.0
4	1800	100	1.0
5	1800	150	2.0
6	1800	200	0.5
7	2000	100	2.0
8	2000	150	0.5
9	2000	200	1.0

All the conditions were simulated using the same initial crack patterns and the load at failure of the beam was exported from the ABAQUS software results, and subsequently the load vs deflection curves were formed in Origin Pro 2021b software. The results of the simulations for each condition were extracted from ABAQUS and can be seen in Figure 4.

It can be seen the highest force at the failure value is related to the set 5 parameters with length, width, and thickness of 1800, 150, and 2 mm, respectively. This can be attributed to the effect of covering all the length of the beam at the bottom surface of the beam as well as the high effect of 2 mm thickness on the increasing the strength of the pre-cracked RCB against the tension applied on the downside of the beam in flexural loading. Also, it can be asserted that increasing the width of the CFRP layer is not necessary after 150mm due to the blocking effect of the layer on the cracks throughout the length of the beam which can cover all the cracks. Also, based on the results of the flexural loading simulation, it can be concluded that covering all the beam length through the supports at both sides are not necessary and even can decrease the effect of the CFRP layer. This can be due to the softening effect of the polymer layer in the interaction points between the supports and beam where this layer can be torn in the edge of the supports.

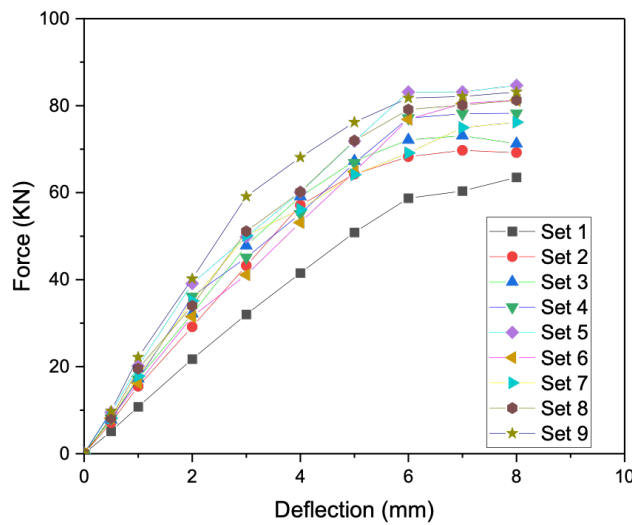


Figure 4. Force vs Deflection curves of different simulation sets.

The response factor was set as force at the failure in L9 orthogonal array Taguchi method and based on the results of the simulations, the response table for means was exported and shown in Table 4.3. Furthermore, the main effect plot for means was extracted from Minitab and demonstrated in Figure 5. As it shown in the curves, it can be seen that the effect of increasing length of the CFRP layer from 1400mm to 1800mm was very critical to increase the force at the failure value. However, after reaching to the support part there is no need to increase the length up to the end of the beam.

Moreover, the effect of increasing the width and thickness of the layer became steady after reaching to the middle level of 150 and 2 mm, respectively. This can be attributed to the covering the main cracks along the beam with 150mm width. Also, the outside layer of the CFRP cannot affect too much on propagation of the pre-defined cracks, therefore, increasing the thickness from 1 to 2 mm is not necessary.

Level	Length	Width	Thickness
1	67.99	72.65	75.35
2	81.38	78.38	76.86
3	80.20	78.55	77.36
Delta	13.39	5.90	2.02
Rank	1	2	3

Table 5. Response table for means extracted from Minitab software for L9 orthogonal array Taguchi method.

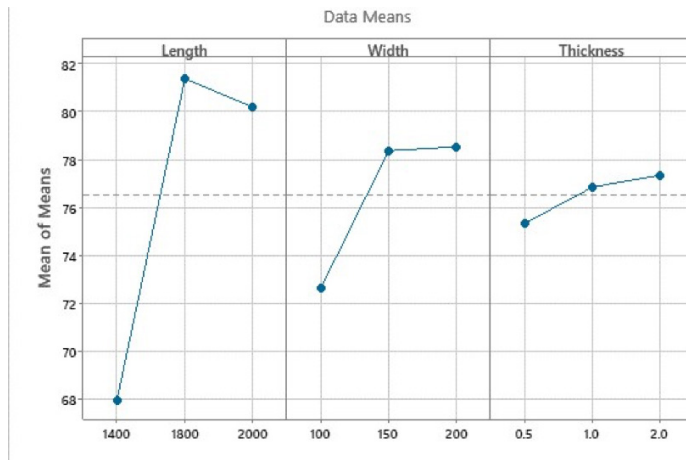


Figure 5. Main effects plot for means in L9 orthogonal array Taguchi method exported from Minitab software.

4. CONCLUSIONS

In this paper the effect of CFRP dimensions on the flexural behavior of the reinforced concrete beam were investigated using numerical analysis. To this end, L9 orthogonal array Taguchi method was used to set the parameters of each condition. Minitab V20.4 was used to create the Taguchi analysis design with aforementioned parameters and level sets. The response factor was chosen as force to failure after 8 mm deflection and the main conclusions were as follows:

- i. The highest force at the failure value is related to the set 5 parameters with length, width, and thickness of 1800, 150, and 2 mm, respectively which can be due to the effect of covering all the length of the beam at the bottom surface of the beam as well as the high effect of 2 mm thickness on the increasing the strength of the pre-cracked RCB against the tension applied on the downside of the beam in flexural loading.
- ii. Also, it can be asserted that increasing the width of the CFRP layer is not necessary after 150mm due to the blocking effect of the layer on the cracks throughout the length of the beam which can cover all the cracks.

- iii. Furthermore, based on the results of the flexural loading simulation, it can be concluded that covering all the beam length through the supports at both sides are not necessary and even can decrease the effect of the CFRP layer.
- iv. Moreover, the effect of increasing the width and thickness of the layer became steady after reaching to the middle level of 150 and 2 mm, respectively. This can be attributed to the covering the main cracks along the beam with 150mm width.

5. REFERENCES

- ABAQUS, U. s. M. and C. U. s. Manual.** 2012. Dassault Systemes Simulia Corp, Providence, RI, USA, 6(1).
- Al-Abdwais, A., and R.J.C. Al-Mahaidi. 2016. Modified cement-based adhesive for near-surface mounted CFRP strengthening system, 124: 794-800.
- Bahij, S., S.K. Adekunle, M. Al-Osta, S. Ahmad, S.U. Al-Dulaijan and M.K. Rahman.** 2018. Numerical investigation of the shear behavior of reinforced ultra-high-performance concrete beams, *Structural Concrete*, 19(1): 305-317.
- Barbato, M.** 2009. Efficient finite element modelling of reinforced concrete beams retrofitted with fibre reinforced polymers, *Computers & Structures*, 87(3-4): 167-176.
- Chaallal, O., M.-J. Nollet, and D. Perraton.** 1998. Strengthening of reinforced concrete beams with externally bonded fiber-reinforced-plastic plates: design guidelines for shear and flexure, 25(4): 692-704.
- CONCRETING, C. W. J. A. C. 2017. ACI 306R-16.
- De Lorenzis, L. and J.G. Teng.** 2007. Near-surface mounted FRP reinforcement: An emerging technique for strengthening structures, 38(2): 119-143.
- El-Gamal, S., A. Al-Nuaimi, A. Al-Saidy, A.J.C. Al-Lawati.** 2016. Efficiency of near surface mounted technique using fiber reinforced polymers for the flexural strengthening of RC beams, 118: 52-62.
- Lee, J. and G.L. Fenves.** 1998. Plastic-Damage Model for Cyclic Loading of Concrete Structures, *Journal of Engineering Mechanics*, 124(8): 892-900.
- Manual, A.S.U.s.** 2012. Abaqus 6.11, [http://130.149.89\(2080\):v6](http://130.149.89(2080):v6).
- Soliman, S.M., E. El-Salakawy and B. Benmokrane.** 2011. Bond performance of near-surface-mounted FRP bars, 15(1): 103-111.
- Triantafillou, T.** 1998. Shear strengthening of reinforced concrete beams using epoxy-bonded FRP composites, 95: 107-115.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

AN EVALUTION OF KARBALA CITY SLUMS AND CONCRETE BLOCKS IN IRAQ: A HOUSING UNIT DESIGN PROPOSAL

Ahmed SACHIT¹¹Department of Architecture, Faculty of Engineering and Architecture, Altinbas University, Istanbul, Turkey

ahmed.sachit@ogr.altinbas.edu.tr, ORCID No: 0000-0002-3497-5573

Deniz ÇETİN²²Department of Architecture, Faculty of Engineering and Architecture, Altinbas University, Istanbul, Turkey

deniz.cetin@altinbas.edu.tr, ORCID No: 0000-0002-0661-093X

GELİŞ TARİHİ/RECEIVED DATE: 23.02.2022 REVİZYON TARİHİ/REVISION DATE: 08.04.2022

Abstract

This research deals with one of the biggest housing problems in Iraq; where economic, social and political problems and the lack of organization have led to the emergence of slums in Iraqi cities and where the great social changes have been destroying Iraqi society. The appearance of concrete blocks in Iraqi cities during the war which divided and divided cities and neighborhoods into separate scattered pieces made the matter worse, as their numbers are estimated in the hundreds of thousands. The damage caused by concrete blocks is close to the damage of informal neighborhoods in cities. The research focuses both on the housing problems particularly in the slum areas of the city of Karbala with the changes of the planning policies of the city by the presence of slums and the existence of concrete blocks in Iraqi cities as an urban problem. Finally, the research proposes a housing unit design as a solution for the problem of slums by using concrete blocks.

Keywords: Karbala City, Iraq, slum, concrete blocks, housing unit**KARBELA ŞEHİRİ GECEKONDULARI VE IRAK'TAKİ BETON BLOKLAR ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME: BİR KONUT BİRİMİ TASARIMI ÖNERİSİ****Özet**

Bu araştırma; ekonomik, sosyal ve politik sorunların ve örgütlenme eksikliğinin gecekondu oluşumlarına neden olduğu ve büyük sosyal değişimlerin topluma zarar verdiği Irak'taki en büyük konut sorunlarından birini ele almaktadır. Savaş sırasında Irak şehirlerinde ortaya çıkan ve

sayılarının yüzbinleri bulduğu tahmin edilen beton bloklar, şehirleri ve mahalleleri bölerek dağınık parçalara ayırmış ve kentlerdeki durumu daha da kötüleştirmiştir. Beton bloklardan kaynaklanan hasar, gecekonduların mahallelerin şehirlere verdiği zarara yakındır. Araştırma, hem Kerbela şehrinin gecekonduların bölgelerindeki konut sorunlarına ve gecekonduların ortaya çıkışı ile kentin planlama politikalarının nasıl değiştiğine hem de bir kentsel sorun olarak Irak kentlerindeki beton bloklara odaklanmaktadır. Sonuç bölümünde araştırma, gecekonduların sorununa çözüm olarak beton bloklar kullanılarak bir konut birimi tasarımı önermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kerbela Şehri, Irak, gecekondular, beton bloklar, konut birimi

1. INTRODUCTION

The research has focused on the problem of slums, as it constitutes one of the most important obstacles facing urban planning and has appeared to keep pace with the rapid urbanization of cities and reconstruction, which dates back to its beginnings after the World War II. The concentration of government services in the main cities and the emergence of many modern industries contributed to the increase in internal migration of individuals and the exodus from the countryside to the cities in pursuit of job opportunities as well as the desire to urbanize. With this kind of endeavour, needy, poor has resorted to the outskirts of the city with an agricultural or desert nature, so they set up random gatherings in the form of human settlements that lack basic services necessary for human living. Where the situation in Iraqi cities is no different from the rest of the countries, it has become suffering from the phenomenon of slums that have spread very widely in the country, especially after 2003. This research studies the situation of slums in the city of Karbala in particular, and how slums began to appear in the city largely due to immigration from other cities in search of work or housing. The research focuses in particular on Al-Ghadir neighbourhood (one of the slums in the city of Karbala) because it is the largest and most expanding slum in the city. The phenomenon of the spread of concrete blocks in Iraq and what led to the distortion of the urban design of Iraqi cities significantly and isolating society from each other. The research consists of five main axes:

- i. The first axis clarifies the concept of slums linguistically and terminologically and their relationship with the corresponding terms to reach the final definition of slums.
- ii. The second axis studies the situation of slums in the city of Karbala in particular and how they began to spread in the city.
- iii. The third axis presents the phenomenon of concrete blocks and how they began to spread in Iraqi cities.
- iv. The fourth axis in which the research presents a proposal to design a housing unit by concrete blocks.
- v. The fifth axis presents the conclusions and recommendations reached by the research through the study of slums in the city and the design proposal put forward for a solution to this urban problem.

1.1 Problem Statement

The major Iraqi cities, including the city of Karbala, suffer from the phenomenon of slums that constitute an imbalance in the urban and urban fabric of those cities, due to the natural growth of the population and its high rates, and because of internal migration coming from the countryside to it. In addition to the external migration from other Iraqi cities (Mosul and Samarra), which have suffered from the war in recent years, as large numbers of residents of these cities have migrated to the city of Karbala. What exacerbated the problem was the presence of hundreds of thousands of concrete blocks which appeared after 2006 as one of the solutions proposed by the American forces to control the security situation in Iraqi cities and not only divided the city of Karbala, but also separated its people from each other, classifying them as distinct groups. They left negative social effects among the city's residents, which may be difficult to remove and it has deepened the separation in the city.



Figure 1. A house in Karbala City (photo credit: A. Kadhim)



Figure 2. Concrete blocks in Al-Mustansiriya University in the capital, Baghdad (<https://www.alsumaria.tv/news/168713/alsumaria-news-74093>)

1.2. Research Aim and Methodology

This research aims to:

- a. Examine the concept of slums in the third world cities and develop an insight to the reality of illegal settlements in Iraq.
- b. Develop a proposal for the problem of both concrete blocks in Iraq and slums in Karbala.
To achieve the objectives of the research, an “analytical” approach is adopted, which is sequenced in three stages:
 - i. Building a comprehensive “theoretical” framework for slums and their spatial behavior.
 - ii. Applying the indicators that were extracted from the theoretical framework to the study area which represents the slums located on the western side of the city of Karbala, namely Al-Ghadir neighborhood.
 - iii. Creating a housing unit design with using concrete blocks to solve the problems of the phenomenon of the spread of slums.

2. THE SETTLEMENTS OF TRANSGRESSORS: SLUMS

English dictionary describes the origin of the word “slum” from the word “settlement”, whose source is defined by the resource dictionary “settle: settle, establish a colony, and settlement” meaning a settlement, a colony or a small village, and “settler” refers to the colonized (Al-Baalbaki, 2004). The Webster dictionary deals with the word settlement “a smaller than a town where a group of people has come to live and make their home, where few or no people lived before” (Webster, 1975). As for the word “tajawiz” in the Arabic language, it refers to the source of the verb “jawiz” permissible. Exaggeration on the part of the addition, that is, transgression and cut off. As it was mentioned in Mujam al-Munajjid, where it refers to the source “Jazz (Jazz Juza)” the place: He left it, permitted it and justified it, and the place was permissible; he went beyond it (Al-Maalouf, 1981). Among the vocabulary synonymous with the word “tajawiz” in the Arabic language is the singular “taada” and the singular “Istahl”, where the meaning of “taada” comes as transcending something to another in the sense of transgression (Al-Maalouf, 1981). As for the word istahl, it is something that was permissible, or the land was permissible, meaning: He inhabited it without any right (Gibran, 1981). The concept of transgression came in the English source “squat: ter - tted - tting” where the dictionary defines the source resource “squat” as “whoever occupies land without right or without a wage he pays, or whoever occupies land (attending to acquire it by laying hands)” (Al-Baalbaki, 2004). The Webster dictionary deals with the word squatter “one that settles on a property without right or title or payment”. It also defined it as “one that settles on public land under government regulation with that purpose of acquiring the title” (Webster, 1975). Abrams (1971) explains in his book *The Language of Cities* some vocabulary derived from the source “squat” (Abrams, 1971). Several terms were released for slums, which are concerned with its conceptual field. Including slums illegal violators of the law, and slums, which are called slums, which are known for their ownership openly, either to the state or to other owners, and usually outside the scope of government services (Hamza, 1980). While it is understandable for backward areas as one of the types close to informal housing, as most of its residents are workers earners, small employees, farmers and immigrants (Khattab, 1993). There are several types with different classifications according to the educational or scientific status or others. The concept of residential slums is broad and unstable, and

often symbolizes the lack of minimum basic services in residential communities in contemporary life. Slums have several definitions, including the definition of the Arab institute for urban development “as areas whose homes were built without a permit on land owned by the state or owned by others”, and housing is often built outside the scope of government services. It has several features, including overcrowding, deteriorating buildings, and lack of services and infrastructure. Slums are the opposite of organized housing (Al-Naeem, 2004). The first is characterized by an irregular structure that is more widely spread. It is scattered within small areas that lack the most basic elements provided by the urban design of the city. As well as large numbers of families live in slums, as the housing unit that is supposed to be inhabited by one family has become more than one family in small spaces. And in several axes, the lack of job opportunities, learning, services, etc., this comes as a reason for isolation from urban gatherings with social dimensions that may conflict with the customs and traditions of urban dwellers as well as environmental, economic and other axes (Abdel Aal, 1999). It may encourage, to some extent, the creation of an environment for crime, and this was confirmed by a study carried out by Pia Abdullah Al-Ali, Chairman of the Board of Trustees of the Arab Institute for Urban Development. The absence of law in the slums led to the spread of theft and crime, which negatively affected the neighboring neighborhoods, as it became the center from which criminals start (Karrer, 1998).

The concept of slums differs from one region to another. Slums are known by several definitions, including poor and crowded areas, and are described as distorting the planning system from an architectural point of view regardless of whether they adhere to the laws of the state or not. It is also called by several names such as hidden housing, deteriorating housing, violating housing and residential violations, poor neighborhoods, chaotic housing, shantytowns, temporary housing, slums, and sewers (Safita, 2004). The United Nations ESCWA (2016) defines slums as areas where groups of housing units have been established on land that the occupants do not have the right to legal claim or illegally occupy; or unplanned slums and areas where housing does not comply with current planning and building regulations (unauthorized housing). It was known as the neighborhoods that were built in the absence or weakness of law and legislation, and with substandard standards. And many of them were built in municipal lands where there are narrow roads and alleys for the passage of individuals only so that it is impossible to provide social services due to the absence of suitable spaces to build a school, playground or dispensary (Faour, 2004). Slum areas are neighborhoods that are mostly inhabited by the poor, but they do not form a harmonious social fabric, because they started from the masses of oppressed immigrants, and according to the modern urban systems in our contemporary world, the areas subject to the laws of regulation considered official and organized areas. With regulatory provisions, whether urban or rural, it is considered random or informal (Abu Al-Hayja, 2001).

2. Urban and Environmental Characteristics of Slums

Al-Dulaimi(2002)) described the characteristics of slums as:

- i. The poor level of housing which is not subject to any kind of control; and some of them lack basic services, such as water, sewage, electricity, and green or open spaces that lead the streets as the only public spaces for the population.
- ii. The streets are narrow and meander sometimes as a result of the random division, which leads to the difficulty of transportation internal and to the traffic flow due to different street levels at times.

- iii. The overlap of economic activities and markets with residential areas as most of them depend on the street as a means of displaying and selling their products.
- iv. Most of the housing units in slums are built from the raw materials available in the city, such as clay, tin, and the waste of iron factories.

2.1. Al-Dulaimi (2002) described the characteristics of slums as:

- i. The poor level of housing which is not subject to any kind of control; and some of them lack basic services, such as water, sewage, electricity, and green or open spaces that lead the streets as the only public spaces for the population.
- ii. The streets are narrow and meander sometimes as a result of the random division, which leads to the difficulty of transportation internal and to the traffic flow due to different street levels at times.
- iii. The overlap of economic activities and markets with residential areas as most of them depend on the street as a means of displaying and selling their products.
- iv. Most of the housing units in slums are built from the raw materials available in the city, such as clay, tin, and the waste of iron factories.

2.2. The Emergence of Slums

The reasons for the emergence of slums vary with different dimensions, which are mostly the lack of housing units in cities within the urban design in line with population growth and immigration. Where slums appeared in different periods according to the circumstances the country is going through, the most important of which are internal migrations from the countryside and external migration from Iraqi cities that suffer from war which is considered one of the reasons that have been diagnosed in urban areas that suffer from this phenomenon, which is due to:

- a. Inefficiency in the application of legal articles related to urban planning, which are concerned with addressing the problem.
- b. Increases in population growth rates as a result of internal and external migration (Al-Wardi, 1965).
- c. Problems related to the state's procedures towards investments or financing for the housing sector, as well as failure to follow up on the implementation of laws related to the protection of state-owned land (Shawky, 1966).
- d. The lack of a real tendency for those interested in the housing sector to provide low-cost housing complexes for people with disabilities limited income (Al-Baldawi, 2008).
- e. Failure to develop urban design for cities commensurate with the population growth of the city.
- f. Sudden and forced migrations built by areas that create wars, disasters, or misfortunes security situation.
- g. Obstacles created by businesses in the banking sectors to lend, such as the Housing Bank or real estate Bank.

- h. Poor living conditions associated with a low level of income and a poor level of services in the countryside compared to the cities (ibid).

The research studied the situation in slums in terms of social, economic and cultural terms, where the research reached:

- i. Social dimensions: Social dimensions of the population, where slums are distinguished as the place to which rural residents and immigrants from other cities go. Through the analytical study of social characteristics, it is noted that these areas do not only shelter the unemployed and the marginalized, but they also shelter the labor force that does not have jobs, along with social groups that are relatively heterogeneous, and this results in new disparities in the areas of slums. What is observed today in the cities of Iraq that received housing seekers from the same governorate or from other governorates is that most of them live in slums. For reasons related to the security situation, cities have been built with a large exodus from their original areas to other areas, adding a new feature to the self-homogeneity of social groups (Al-Mahdi, 1997).
- ii. Economic dimensions: Represented mainly by the income side where the majority of the population of these areas is poor and has low incomes compared to other areas. This poverty may be due not only to the factors of unemployment, irregular work and weak economic resources, but also to the size of the family and the high number of unproductive individuals within the same family due to their young age or old age (Al-Ajili, 2007).
- iii. Cultural dimensions: The low level of education is generally observed in slums. The majority do not read or write, and this is due to dropping out of school at a young age in order to work. In addition, a few have university degrees because they are able to afford university costs. (ibid).

3. KARBALA CITY

Karbala, the city of golden domes, is one of the most important ancient Iraqi cities whose roots go back to the era of the Babylonian civilization (3rd millennium BC). It is a destination for millions of Shiite Muslims visitors in the Islamic world throughout the year due to the presence of the shrines of Imam Hussein and Abbas bin Ali on its land. The city of Karbala is located about 105 kilometers southwest of Baghdad, on an area of 52,856 square kilometers, and is characterized by soft land purified of gravel. It is about thirty kilometers west of the Euphrates River, and is located on the edge of the Badia in the middle of the sedimentary region of Iraq, and on the transportation line linking Iraq with the Arabian Peninsula. Karbala's climate is hot in summer and relatively cold in winter. Palm groves and fruit trees on three sides surround it. It is watered by the Husseiniya River branching from the Euphrates River. On its northwest is the city of Ramadi, in its east is the city of Hilla and the ruins of Babylon, and in its west is the western desert, which includes Lake Al-Razzaza. The city of Ain al-Tamr (Shathatha) and the famous fortress of al-Ukhaydir, and to the south of it is the city of Najaf al-Ashraf (Al Tohme.2018).

3.1. Slums in Karbala City

Slums are described schematically as settlements, where they may possess some communal components and architectural functional characteristics of residential neighborhoods, with a difference in the

organization of basic services that are available in the slums. As slums spread around many governorates of Iraq, including Karbala, this can be seen clearly in the vicinity of cities and green spaces around residential neighborhoods. The slums contain crowded dwellings that reach the point of overcrowding due to the lack of planning. There is no doubt that it lacks services and means of livelihood, as it is in the regular official neighborhoods, as it is considered illegal. In turn, it is difficult for the local government to supervise administratively or provide municipal or regulatory services to it (Krista E, 2013). Thus, it will be affected by the negative factors affecting the environment, economic, social, security and other slums, and it may be difficult at the present time to take a decision to remove them for several reasons, including the resort of its residents to deal violently with the implementation of orders. On the other hand, the situation is exacerbated by the rapid increase in unplanned construction, as the primary statistics diagnosed by specialists indicate that there are more than 4,000 families living in informal neighborhoods inside and outside the updated urban design of the city in Karbala Municipality, 2011. This number indicates also to the security crises that lead to displacement. 75,000 housing units is the total housing deficit that caused the housing crisis, which according to the local government in Karbala This in turn amounts to 23,000 housing units that must be created over the next five years (the reasons for the rise in land prices in particular and real estate in general (Al-Ajili, 2007



Figure 3. Karbala City slums' aerial view (Google earth map, 2021)

The emergence of slums contributed to change the map of the city of Karbala and generated pressure on services and the environment, which are among the basic necessities of human livelihood. According to the researcher Al-Saadoun (2011), the lack of access to clean water for the residents of slums for human and domestic uses forces them to buy water from tank vehicles, which is one of the reasons for decreasing sources of water in the city of Karbala.

The housing units in slums are characterized by different patterns that depend on a number of factors. In the study area, randomness, irregularity and homogeneity are observed in the scattered housing units. The majority of the housing units are of the block type. A small percentage of the houses built with mud are scattered. One tin house can be distinguished on the edges. Most houses contain one

room and a small kitchen. As for the others, they contain two rooms, a kitchen, and bathrooms. The general attraction of the residents in those neighborhoods is that the cost of the housing unit is very low compared to the organized residential neighborhoods. In addition, the rent is very low and can be provided by people with limited income. A large part of housing units does not possess the real estate status in the official state institutions represented in the real estate departments, which exacerbates the problem and works to confuse the routine work of transferring ownership in a difficult situation from the residents by titling these lands in the future as they belong to the state real estate registration departments. In addition, it was found that some of the properties belong to owners who are not residing in Iraq at the present time.



Figure 4. A housing in Karbala City (photo credit: A. Kadhim)



Figure 5. A house in Karbala City (photo credit: A. Kadhim)

This neighborhood suffers from a deterioration in social services (health and general) in terms of the apparent lack of services and the exacerbation of health problems, especially children, due to the deterioration of the environmental situation in the area. The residents of these areas are displaced people coming from other governorates due to war conditions and searching for work.

3.2. Karbala Slums: A City within a City

The slums in the city of Karbala (Al-Ghadir neighborhood) take an urban form different from the city in general. The closest description to this situation is “a city within a city”, which is defined as “a city surrounded by another city or territory which is in a form of an enclave” (Donald Eric van Ruiten, 2014: 13). With its social, political and economic situation, Al-Ghadir neighborhood represents a small city within the city of Karbala.

Most of the residents of slums in general in the city of Karbala, in terms of their social standing, belong to the clans. The research indicates that people live in the form of clan gatherings within the slums, which was not present in a civilian city like Karbala in the past. And the difficult conditions in which they live inside these slums forced them to gather as tribal and clan groups for the sake of assistance and protection. Most of the slum dwellers have dropped out of school, which made it difficult to integrate into society from the reality of social or cultural life. All these reasons made the slum community largely isolated from the community of the city of Karbala, a community which doesn't belong to the city. From an economic point of view in slums, most of the residents are from the poor class whose monthly income does not reach the level that provides basic needs. This is what made the economic situation for them separate from the city, as the markets mostly sell used things only and the spread of random markets widely on the sidewalks and in the streets. Unemployment spread widely in the community, as most of the residents work in simple handicrafts for very low wages, even those who owned a job in the past had lost it because they left their previous cities. All this led to the spread of unemployment, crime and illegal businesses in the slums. There is also a clear absence of the rule of law in slums, as the law that applies in Karbala does not include or apply in slums. This helped the emergence of law and customs of the tribe in controlling slums. From a political point of view in slums, the residents of these slums are usually exploited by politicians with false promises by appropriating the lands in which they live or by giving them legal status to reside there for political gain, which has helped to increase the spread of these slums. In addition to the emergence of political figures from these neighborhoods, which have been largely prevented from changing the reality of these slums, they have a political representative in the central government. Consequently, there is a small government in these neighborhoods that manages the political situation for them and exploits them for political gains, and this is one of the most important reasons that separate these slums from the city in general. All these circumstances helped to form a city within the city of Karbala, a separate city in terms of social, political and economic status. The residents of this small city (slums) live as if they are surrounded by another city that refuses to accept their presence.

4. CONCRETE BLOCK IN IRAQ: FROM WAR TO RE-USE

The process of encircling the official institutions with concrete blocks began in 2004 by the American forces, whose forces and some of their columns were stationed near those departments. The aim was

to protect American soldiers from being targeted by car bombs. At that time, the Americans set specific specifications for some concrete blocks, and production companies were required to adhere to them to reduce losses during the bombings. The barrier industry suddenly rebounded, and more than a hundred factories appeared in Baghdad and the central and southern cities, especially between 2005 and 2006, when the demand for them increased and their use expanded from official departments and ministries, to include residential neighbourhoods and adjacent areas, which were isolated from each other due to the sectarian differences in their populations (The official Iraqi media network, 2019).



Figure 6. Blocks at al-Salihya/Baghdad (source: <https://www.inp.plus/index.php?s=news&id=74093>)

These concrete blocks take different sizes according to their different use:

- i. First type: 1m × 4m, often used to surround and isolate areas
- ii. Second type: 80cm x 2m, used at checkpoints at city entrances and main roads

These two types and others are still spreading densely in Iraqi cities without stopping. A new view of the city that Iraqis have not known for years, appeared after the removal of concrete blocks from most streets, official departments and residential areas, which became one city not divided into separate parts. More than 170,000 concrete blocks have been removed from the capital by various security and government agencies; But the largest share was held by the Baghdad Operations Command, whose commanders and senior officers in the field continued the process of removing concrete blocks from most areas. Lieutenant-General Jalil al-Rubaie, Baghdad Operations Commander, said that the Baghdad Operations Command began to gradually raise the concrete blocks about two years ago, but a major decision The Iraqi Minister, Adel Abdul-Mahdi, by opening the Green Zone to the citizens increased the pace of work. Rahim Al-Shammari, a researcher in security affairs, confirms that the number of concrete blocks removed from the capital is equivalent to half the number that was produced in the past years. Al-Shammari said that the raised concrete blocks are equivalent to 50 percent of the existing ones in Baghdad, and that the largest percentage of them surrounded residential and commercial areas in the

capital, while there is still a large percentage surrounding other important areas. After the concrete blocks greatly distorted the city, state institutions tried to put a solution to this distortion by painting on them and making them more acceptable to the people. Dean of the college of fine arts Al-Sabti rejected the government's previous step by instructing the painters to color these barriers and turn them into photo murals in an attempt to "beautify the prison wall". He said that "Although I was assigned by an institution to choose a group of young students to paint on concrete blocks, I was not convinced of the idea, as he prepared it the last medicine". Al-Sabti obliged to work to make the young people benefit financially, and he wanted to give an indication that there is an artistic place. Speaking to the "Official Iraqi Network", an expert in military and security affairs, Major General Abdul-Karim said that "There were 85,000 blocks, and their number increased to reach about two and a half million blocks.". Whoever wanders in Iraqi cities today sees the official buildings of state institutions have returned to the daily scene with the beauty of their scenery. And years ago, they were sheltered behind high concrete blocks, until the streets surrounding these buildings became like suffocated corridors that suggest the presence of danger everywhere. Even though many of those walls were covered with colors and pictures that some tried to decorate, they remained as they were. Deaf concrete pieces filled the place with dark visual pollution, which represented an exceptional case that the capital and other cities have experienced since terrorism began to strike everything related to Iraqi lives (Skypressiq. 2019).

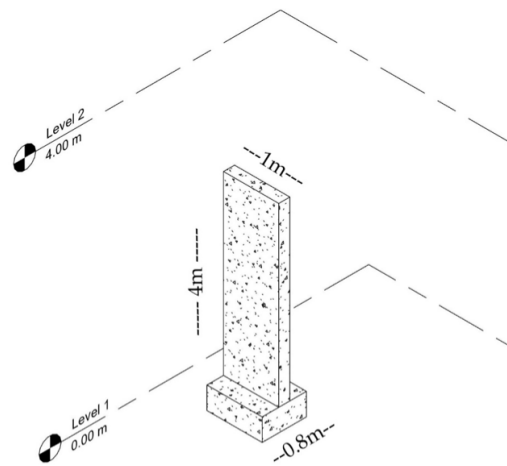


Figure 7. Concrete block dimensions

5. A HOUSING UNIT DESIGN PROPOSAL

According to the research, the expansion of slums in the city and the corresponding deformation of the urban facade of Karbala due to concrete blocks requires an architectural solution which aims to provide adequate housing for residents of slums and to use concrete blocks for this purpose. After studying the slums in the countries that suffer from them and considering the effectiveness of the solutions that were developed to reduce this problem and studying the current situation of the city of Karbala, the research reached a proposal of a quick-established housing unit using the concrete blocks spread in the country.

Putting forward a proposal to design a housing unit in any city requires taking into account the social, economic and environmental aspects of the place, in order to provide comfort to the occupants of

housing units, in accordance with the standards and requirements for building in the city. From the social aspect, there are families with an average of 5 members in the houses. It is evaluated that the families in these areas tend to have high privacy in terms of the design of the general layout of the housing unit, as the design has been gradual from private to semi-public. From the economic aspect, most of the slum dwellers are unemployed and with low incomes, which forced them to build settlements randomly in slums. They were unable to afford the costs of buying low-cost units because of their prices, which are considered impossible and expensive for them. Environmentally, Iraq is one of the very hot areas; so, it was taken into consideration that the residential units which are adjacent to each other provide great isolation from the hot external surroundings. And the use of internal combustible materials maintains a moderate heat level in the architectural space. The housing unit was designed according to the requirements of the Ministry of Construction and Housing for a family consisting of 5 people, with dimensions of 10 by 20 meters, that is, an area of 200 square meters. The plan of the housing unit consists of the main spaces, which are:

- a. Kitchen
- b. Two bedrooms
- c. Living room
- d. Guest lounge
- e. Bathroom

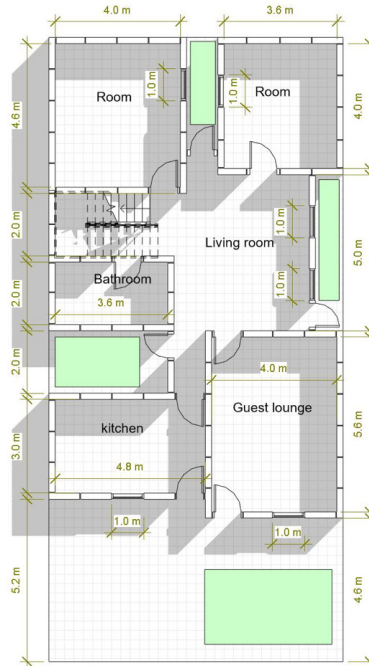


Figure 8. housing unit plan design

The construction by concrete blocks is similar to the ready-made casting system. To build a housing unit requires 82 concrete blocks. The concrete blocks will be wrapped by materials that make it more heat-insulating, providing environmental comfort for the residents. The concrete blocks were designed to be a foundation and a concrete wall, and this saves from the costs of building in the residential areas proposed by the research.

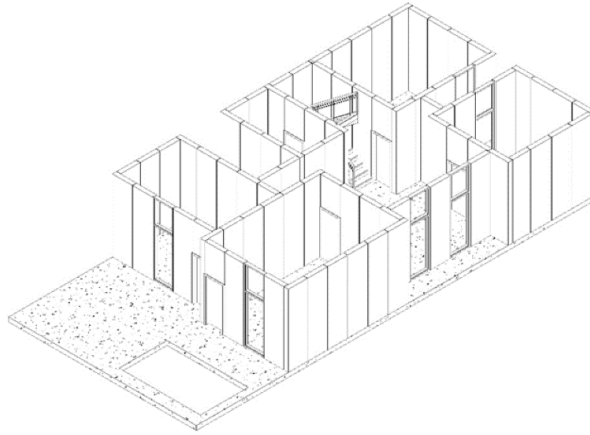


Figure 9. House unit design proposal, front view

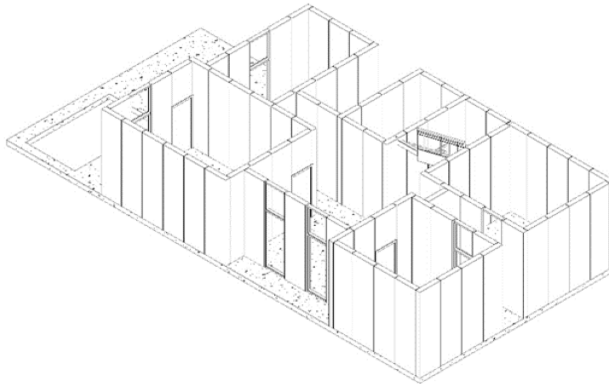


Figure 10. House unit design proposal, back view

The walls of the housing units are designed in three layers: concrete blocks, insulated glass wool (a fibrous insulating material made of boron silicate glass with important components such as silica sand, recycled glass, stabilizing agents and melting agents), and the outdoor finish layer which consists of gypsum boards (plasterboard or drywall which wall panels are made of a mixture of gypsum, silicone, fiberglass and covered with a layer of treated cardboard).

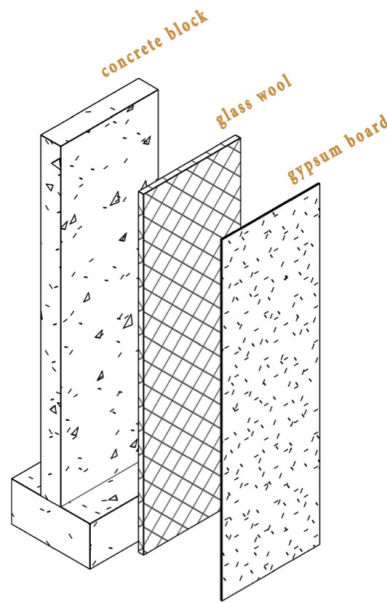


Figure 11. Finish layers

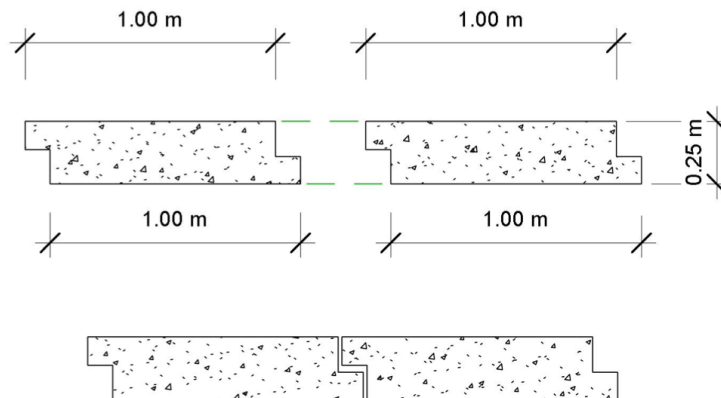


Figure 12. Interlocking concrete blocks

The concrete blocks are installed with each other to form a connected wall, which was originally designed to be a strong reinforced wall to meet the security challenges. This feature provides high durability for the residential units that will be established by the concrete blocks.

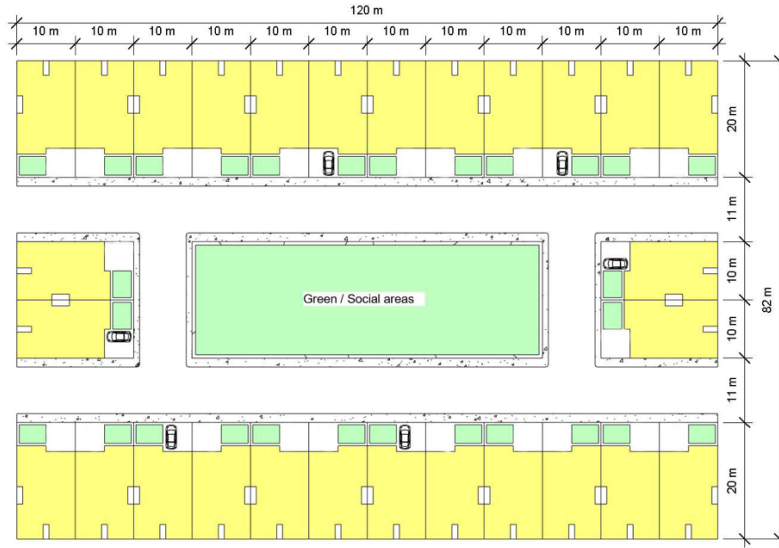


Figure 13. Housing block proposal

One residential block consists of 28 housing units adjacent to each other, which provides a humorous and appropriate environment for Iraq's hot climate. Each residential block contains a public middle space that can be green spaces or areas for different social events.



Figure 14. Housing units on site



Figure 15. Site elevation



Figure 16. Site elevation



Figure 17. Housing block proposal (3D)



Figure 18. Housing block proposal (3D)

6. CONCLUSIONS

The research reached conclusions after studying the slums and how they arose in the city and examining the social, economic and political reasons that helped their emergence. Finding a solution to the problem of slums that has spread in the city of Karbala can be done by knowing the reasons that led to their emergence, which came almost surprisingly in the city where the law was previously applied, and slums could not grow so easily in the city. On the other hand, the following governments did not put forward real housing projects that could provide adequate housing for low-income citizens. It can be said that the housing projects presented by the Ministry of Construction and Housing were not up to the level of ambition, as they were not taken advantage of by those with low incomes. This is what caused a large increase in slums, where low-income people did not find housing for them other than slums. There are many terms to describe the phenomenon of slums, so it was called by several names such as informal gatherings, illegal gatherings, and they are called shantytowns, irregular cities, shanty towns. One of the main reasons for choosing to live in slums is due to the presence of empty plots of land, as well as its proximity to basic services such as water, electricity and transportation routes from the city centre. The residents of these slums hope that the state will give them the right to own the land in which they live, and this is what they sometimes demand. Slums in the city of Karbala are built of brick or clay and tin. They pose a threat to the city at the infrastructural level represented by encroachment on water and electricity services and others; at the social level characterized by security consequences by crimes of all kinds; at the environmental level represented by the unhealthy residential environment; and at the economic level represented by the increase in unemployment rates. Most of the residents of slums are from outside the governorate, so the role of government institutions and civil society organizations must be activated in preparing immigration controls to cities from inside or outside, in a way that suits the governorate's absorption of numbers.

To build housing units with concrete blocks provides a fast and efficient solution to the problem of slums by considering the very big urban problem of Iraqi cities with huge numbers of concrete blocks scattered in the country. Their numbers are estimated at about two and a half million blocks. Building with concrete blocks can provide work for slum dwellers, where they can be trained to build housing units using concrete blocks, and this would reduce unemployment rates in slums. The necessity of collaboration between state institutions, housing companies and citizens can generate a new kind of social interaction and economical relation. Besides it can create a balance in urban growth between the city and the countryside, abolish the administrative boundaries between the city and the slum areas and serve the slum areas as if they are part of the city. It is important to hold continuous seminars to educate people about the reality of slums and to find design solutions to them. The government and security institutions should find alternative means for the concrete blocks due to the problems they cause at the social level of the city. The phenomenon of slums is a product of social, economic and political reasons. Therefore, in order to solve the problems of slums, a cooperation should be established between state, private sectors, institutions, and citizens, in coordination with the academics specialized in this field.

7. REFERENCES

- Abdel Aal, A.M.** 1999. Slums in Fayoum City. *Journal of Arab Geography*. Egyptian Geographical Society, Egypt, Issue 33-1.
- Abrams, C., and R. Kolodny.** 1971. *The Language of Cities: A glossary of terms*. the Viking press, New York.
- Ahmed Hassan, A.** 2001. Towards a holistic strategy to address random housing, Jordan as a case study. *The Islamic University Journal*, Volume Nine, Issue 1-4.
- Al-Ajili, M.S.R.** 2007. *The Poverty Phenomenon in the Arab World: Reality, Causes and Consequences*. House of Public Cultural Affairs, Baghdad, 1st Edition, 1.
- Al-Baalbaki, M.** 2004. "Al-Mawred" An English-Arabic Dictionary. Dar Al-Ilm for Millions, Beirut, 840-896.
- Al-Baldawi, Z.R.** 2008. Slums between reality and ambition towards a sustainable urban environment. *Al-Matzar and Development Magazine*, (18).
- Al-Dulaimi, K.H.** 2002. *Urban Planning: Foundations and Concepts*. House of Culture for Distribution and Publishing, Amman, Edition 1, 134.
- Ali, F.** 2004. *The Horizons of Arab Urbanization*, Dar Al-Nahda Al-Arabiya, Beirut, 261.
- Al-Maalouf, F.L.** 1981. *Al-Munajjid*. Dar Al-Ilm for Millions, Beirut, 27th Edition, 79-133.
- Al-Mahdi, M.** 1997. *Renewal of Residential Neighborhoods*. Anglo-Egyptian Library, Egypt, 51.

Al-Naeem, A. 2004 "Slums and their security implications", research published on the website of the Arab Institute for Urban Development, Riyadh.

Al-Saadoun, A.D. 2011. The Environmental Effects of River Water Shortage on Iraqi Cities. Unpublished Ph.D. thesis. Baghdad University, Baghdad, 93.

Al-Wardi, A. 1965. A Study in the Nature of Iraqi Society. Al-Ani Press, Baghdad, 23.

Donald, E.-R. 2014. The city within the city. Master of Science in Architecture, University of Antwerp, BE.

Al Tohme, A.J. 2018. Karbala's history and architecture. Dar Al-Warith for Printing and Publishing, Karbala, First Edition.

Gibran, M. 1981. Al-Ra'id Dictionary. Dar Al-Million for printing, 4th edition, V 1.

Hamza, K.M. 1980. Undergraded Urban Areas, Comparative Development Indicators. National Center for Social and Criminal Research, Iraqi Society for Social Sciences, Baghdad, 24.

Karbala Municipality. 2011. Urban Planning Department, Karbala.

Karrer, F. 1998. AA-vv" tirinnovo urban ocarocci ed-roma.

Khattab, A. 1993. The different areas, our urbanization and development. Dar Al-Kutub Al-Ilmia for Publishing and Distribution, Cairo, 25.

Krista, E.P. et. al. 2013. Introduction to cities. Wiley-Blackwell ,Ltd., publication ,125.

Safita, M. 2004. Geography of Urbanism. Damascus University, Al-Rawda Press, Damascus, 578.

Shawky, A.M. 1966. City Society, Urban Society. Cairo Library, Cairo, 15.

Skypressiq. 2019. Baghdad is surrounded by walls and barriers. Online article. available in <http://www.skypressiq.net>, last accessed September, 2021.

The official Iraqi media network. 2019. TV interview with a spokesman for the Ministry of Defense. available in <https://imn.iq/>, last accessed September, 2021.

The United Nations ESCWA. 2016. Status and Prospects of the Arab City: Urbanization and Challenges of Slums, Volume I.

Webster. 1975. Webster's Revised Unabridged Dictionary, 1061-1129.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

DIŞ HEKİMLİĞİ EĞİTİMİNDE YENİLİKÇİ BİR YÖNTEM OLARAK GENİŞLETİLMİŞ GERÇEKLIK
TEKNOLOJİSİGülfem ÖZLÜ UÇAN¹

¹Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye
gozlu@pau.edu.tr, ORCID No: 0000-0002-0720-3447

Burak Kerem APAYDIN²

²Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye
bapaydin@pau.edu.tr, ORCID No: 0000-0003-2621-4704

Bahadır UÇAN³

³İletişim ve Tasarımı, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye
bucan@yildiz.edu.tr, ORCID No: 0000-0003-4062-0469

GELİŞ TARİHİ/RECEIVED DATE: 11.03.2022 REVİZYON TARİHİ/REVISION DATE: 24.03.2022

125

Özet

Genişletilmiş gerçeklik teknolojisi; sanal gerçeklik (SG), artırılmış gerçeklik (AG) ve karma gerçeklik (KG) olarak gruplanabilecek alanların üst başlığı olmaktadır. Genişletilmiş gerçeklik, bütünüyle sanal bir evren üzerinde SG gözlüğü aracılığıyla kavranabilen bir evreni betimleyebileceği gibi tablet ya da mobil telefonlar üzerinden gerçek ve sanalın birleşebildiği bir evrene de işaret edebilmektedir. Genişletilmiş gerçeklik teknolojisi pek çok alanda faydalanılabilen bir uygulama alanı olabilmektedir. Eğitim ve sağlık özelinde pandemi sonrası yeni deneyimlere duyulan ihtiyacın artmasıyla birlikte bu tür yeni teknolojileri yönelik deneyim ve yaklaşımlar da hız kazanmıştır. Bu makalede, diş hekimliği eğitiminde genişletilmiş gerçeklik teknolojisinin araştırmalarına ve uygulamalarına yönelik bir derleme makale çalışmasının yapılması hedeflenmiştir. Genişletilmiş gerçeklik teknolojisi, diş hekimliği eğitiminde kullanımı üzerinden değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Diş hekimliği eğitimi, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, genişletilmiş gerçeklik.

EXTENDED REALITY TECHNOLOGY AS AN INNOVATIVE METHOD IN DENTISTRY EDUCATION**Abstract**

Extended reality technology can be grouped as virtual reality, augmented reality and mixed reality, considered as a top title. Extended reality can depict a universe that can be comprehended through virtual reality glasses on a completely virtual universe or a universe where real and

virtual can be combined via tablets or mobile phones. Extended reality technology can be an application area to be used in many fields. Due to the increasing need for new experiences after the pandemic in the field of education and health, experiences and approaches to such new technologies have also gained progress. In this article, it is aimed to conduct a review article study on the research and application of extended reality technology in dentistry education.

Keywords: Dentistry education, virtual reality, augmented reality, extended reality.

1. GİRİŞ

1.1. Genişletilmiş Gerçeklik Teknolojisi

Genişletilmiş gerçeklik teknolojisi; SG, AG, KG gibi kavramların ortak ismi olarak nitelendirilebilir. Genişletilmiş gerçeklik, yeni bir gerçeklik algısı olarak düşünülebilir.

Tarih boyunca insanlık, gördüklerini kaydetmek ihtiyacı hissetmiştir. Bu ihtiyaç doğrultusunda mağara duvarlarına resimlemeler yapmıştır. Resimler üzerinden aktarma anlayışı fotoğraf ve video gibi anı yakalama ve kaydetme süreçlerinin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Ancak, fotoğraf ve video gibi statik araçları kullanarak görüntüye biçim vermek yeterli gelmemiştir. Bunun üzerine insan beyni üzerinde başka bir gerçeklik algısı oluşturabilecek araçlar geliştirilmeye başlanmıştır. Genişletilmiş gerçeklik teknolojisi insandaki merak ve keşfetme duygusunu besleyen yeni bir mecra olarak öne çıkmaktadır.

Bilgisayar teknolojisindeki ilerlemeler sonrası boyut değiştiren genişletilmiş gerçeklik teknolojisi ve bu teknolojiye dair araçlar farklı bilim alanlarının gereksinimlerine dönük uygulanır olmuştur. Eğitim ve sağlık, bu alanlardan olmaktadır. Pandemi sonrası oluşan koşullar sağlık eğitiminde yeni araçlarının geliştirilmesinin bir zorunluluk halini almasına neden olmuş ve tüm dijital mecralarda olduğu gibi genişletilmiş gerçeklik teknolojisi uygulamalarında da çeşitlilik görülmesini sağlamıştır.

1.1.1. Artırılmış Gerçeklik

AG, fiziksel ortamda bir teknolojik gereç üzerinden deneyimlenebilen bir teknoloji aracı olarak tanımlanabilir. AG ile bir deneyim sağlanması, bu sebeple cep telefonu ya da tablet gibi bir elektronik cihaz vasıtasıyla mümkün olmaktadır.

AG; oyun, eğitim, mimarlık, tasarım, sağlık gibi pek çok alanda farklı çözümler geliştirmek için kullanılmaktadır. AG ile geleneksel eğitimdeki tek düze anlatım modellerini geliştirmek ve öğrenciye hem görsel hem işitsel anlamda hitap edebilecek nitelikte uygulamalar sunmak mümkün olmaktadır.

1.2.2. Sanal Gerçeklik

SG teknolojisi günümüzde SG gözlük setleri ile birlikte deneyimlenen bir sanal evrenin temsilidir. "Metaverse" olarak nitelendirilen yeni gerçeklik biçimlerinde işlev ve kimlik kazanması, gelecek yıllarda aktif kullanımının artması ön görülmektedir. Bu bağlamda kullanıcı, SG gözlüğü ile etrafını kuşatan üç boyutlu bir dünyada kendini bulmaktadır. SG üzerinden sağlanan bu yeni gerçeklik algısı, farklı araştırma alanlarına ilham vermiştir ve SG, pek çok sektörde etkin şekilde uygulanmaya başlanmıştır.

2. SAĞLIK ALANINDA GENİŞLETİLMİŞ GERÇEKLIK UYGULAMALARI

Sağlık, yapılacak olası hata ve yanlışların ölümcül sonuçlara yol açabileceği bir alan olduğundan eğitim ve uygulamaların bu alanda titizlikle yürütülmesi bir gereklilik olarak görülmelidir. Bu nedenle sağlık özelindeki teknolojiler ve uygulamalar, olası hataların önününe geçmeyi hedeflemektedir. Görüntüleme teknolojilerinde ilerlemeler ve yenilikler bu amaca yönelik olmaktadır. Ultrason, EKG, MR gibi cihazlar üzerinden tanı koyma biçimleri gelişme göstermektedir. Mevcut görüntüleme teknolojilerine ilaveten yeni teknolojiler ve deneyimler oluşturulmaya devam etmektedir. Yeni ilerlemeler ile birlikte AG, SG ve KG teknolojilerinin sağlıkta uygulamalarına dönük araştırmalar yapılmaktadır (Doğan, vd. 2021).

Sağlık alanı gibi pratik becerilerin önem kazandığı disiplinlerde genişletilmiş gerçeklik teknolojisinin kullanımı ayrı bir değer kazanmaktadır. Visual3d Medical, HoloForge Interactive gibi firmalar KG üzerinden hologram bazlı tıbbi ve cerrahi uygulamalar geliştirmektedir. Örneğin, HoloLab firması genişletilmiş gerçeklik teknolojisi üzerinden sunduğu çözümlerle öne çıkarken apoQlar üzerinden yapay zeka ve genişletilmiş gerçeklik teknolojisi birlikteliğinde yeni çözümler üretilmektedir. Medivis firması ise özel olarak cerrahi merkezli ileri seviyede görselleştirme uygulamaları geliştirmektedir (Doğan, vd. 2021).

Genişletilmiş gerçeklik teknolojisi üzerinde uygulamalar yapan firmaların sayısı artmakta olup bu alanda araştırmalar düzeyinde de ilginin yoğunlaştığı ifade edilebilir.

2.1. Dış Hekimliği Eğitimi

Günümüzde uygulanan dış hekimliği eğitim planları ve programları; geleneksel, entegre ya da bunların bileşkesi olarak çeşitlilik göstermektedir (Perry, vd. 2017), (Akaltan, 2019). "Geleneksel model", klinik öncesi temel bilimler anlatımı ve temel bilimler öğrenimi sonrasında uygulamalı bir eğitim şeklinde yürütülen bir yapıya işaret etmektedir. "Entegre model" ise alanlar ve konulara göre farklı disiplinleri buluşturmaktadır (Bridges, vd. 2016).

Entegre model; ders vermeye dayalı eğitim ve kendi kendine yönlendirilen öğrenme ile problem veya vaka çözümlenmeye dayalı öğrenimi esas alan küçük eğitim gruplarını birleştirir. Çoğunlukla problemi merkeze koyan eğitimde ders sayısı çok az olmakta veya hiç ders olmamakta; bunun yerine gerçek hayatı temel alan problem veya senaryolar ile öğrenci yönetimindeki küçük gruplar ile eğitim yürütülmektedir (Lu, vd. 2014). Dış hekimliği eğitiminde; öğrenci merkezli öğrenimi benimseyen, geleneksel program ve planlardan uzaklaşan, daha entegre çıktılar ve yeterliğe dayalı modellerin önemini vurgulayan öneriler yayınlanmaktadır (Bridges, vd. 2016), (Manogue, vd. 2010), (ADEA, 2011), (Akaltan, 2019).

Bu öneriler doğrultusunda dış hekimliği eğitiminde ve ders programlarında özellikle uygulamaya dönük becerilerin geliştirilmesi ve kuvvetlendirilmesi noktasında teknoloji merkezli yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Yeni ve farklı görüntüleme teknolojileri üzerinden tanımlanan, pratik eğitimde yardımcı ya da ana rol üslenebilecek deneyimlerin öğrencilere kazandırılması gerekliliği öne çıkmaktadır.

2.2. Dış Hekimliği Eğitiminde Genişletilmiş Gerçeklik Teknolojisi

Dış hekimliği sağlık alanlarının büyük oranında olduğu gibi hekimlik becerilerinin değer taşıdığı ve bu

becerilerin kazanılmasında pratik yapmanın rolünün yatsınamayacağı bir meslek olarak görülmelidir (Clancy, vd. 2002). Bu yönde öğrencilere pratiklik kazandırması için geliştirilen dental simülatörlerin asıl amacı herhangi bir tehlik unsuru olmadan (hasta hakları gözetilerek) öğrencileri aynı hasta senaryoları ve tedavi prosedürlerini içeren bilgiler sunarak gerçek bir hastaya müdahale edermişçesine bir deneyim kazandırmaktır.

SG simülatörleri birtakım önde gelen üniversitelerde diş hekimliği eğitiminde kullanılmakta ve faydalarından söz edilmektedir. 2004 yılında Columbia Üniversitesinde, Le Blanc ve ark. diş hekimliği 2. sınıf öğrencileri ile yaptıkları araştırmada, öğrencilerin bir bölümüne 110 saatlik geleneksel prelinik laboratuvar eğitimi; bir diğer gruba ise bu eğitime ek olarak 6-10 saatlik simülasyon kliniği eğitimi vermiştir. Sene sonunda yapılan değerlendirmelerde simülasyon eğitimi alan öğrencilerin daha başarılı dereceler kaydettikleri gözlemlenmiştir (Le Blanc, vd. 2004).

Gray ve ark. 2003 yılında Philadelphia Temple Üniversitesinde birinci sınıf öğrencileri ile yürüttükleri bir araştırmanın neticesinde dental hasta simülatörlerinin öğrencilerin kavrama ve vakaya yaklaşım becerilerini kuvvetlendirdiğini belirtmişlerdir (Gray, vd. 2003), (Uzun, 2006).

Quinn ve ark. 2003 yılında yayınladıkları makalelerinde Dublin Diş Hekimliği Fakültesindeki Simülasyon kliniğinden ve öğrenciler üzerindeki yararlı etkilerinden bahsetmiş, kullanılan simülasyonun gerçek hasta kliniğini birebir olarak yansıtmaya da geleneksel prelinik laboratuvarı ile birlikte kullanımının öğrencilerde temel beceri kazandırma hızını arttırdığını vurgulamışlardır (Quinn, vd. 2003).

Lackey (2004) makalesinde Tennessee Üniversitesindeki SG simülasyon kliniğindeki bir yıllık deneyimini değerlendirmiş, simülatör cihazını ilham verici ve kuvvetli potansiyeli olan bir cihaz olarak görmüştür (Lackey, 2004), (Uzun, 2006).

SG ve AG teknolojileri, içerik ve yöntem olarak iyileştirildikçe eğitim ve cerrahi alanda daha çok uygulama alanı bulmaktadır. Genişletilmiş gerçeklik cihazları teknolojilerindeki gelişme kullanıcıların tıbbi bilgi ve verileri görselleştirilmiş materyaller ile birleştirmelerine olanak tanımaktadır. Bu şekilde daha doğru bilgiye ulaşmak, bilgi güvenilirliğini artırmak ve riskleri azaltmak mümkün olmuştur. SG ve AG uygulamaları beyin ve kafa cerrahisi alanlarında etkin bir yöntem olarak öne çıkmaktadır (Casap, vd. 2005). Kullanıcılar, "Kask Monteli Ekran (KME)" ile tıbbi bilgiyi ve görselleri cerrahi amaçlı kullanabilmektedir. KME kullanımı ile cerrahi riskler azaltılmaktadır (Özlü Uçan ve Uçan, 2021).

Huang (2018) çalışmasında EPED Ltd.şti. tarafından tasarlanan CDS-100 simülatörünün diş hekimliği eğitiminde etkili bir öğrenim aracı olduğunu belirtmiştir. Çalışmada ayrıca gerçek zamanlı geri bildirim önemine değinilirken navigasyon bazlı AG teknolojisinin daha faydalı sonuçlar verebilmesi için yüksek kaliteli tıbbi görüntülemenin gerekli olduğunu vurgulamıştır (Huang, vd. 2018).

Huang (2018)'a göre gelecek yıllarda diş hekimliğinin her biriminde AG ve SG teknolojisi öğrencilerin pratik deneyim sağlamları noktasında uygulanabilecektir. Geniletilmiş gerçeklik teknolojilerinin eğitim ve staj süreçlerinde cerrahi riski azaltan ve güvenliği artıran yapısı kullanım yaygınlığı ön görüşünün en önemli dayanağı olmaktadır.

Ayoub ve Pulijala (2019) makalesinde diş hekimliği pratiğinde, maksillofasiyal bölgede ortaya çıkan acil durumları simüle eden bir öğrenme ortamı oluşturmak için sanal gerçeklik kullanmıştır ve SG teknolojileriyle stajyer hekimlerin bilgi ve uygulama becerilerini geliştirmeyi amaçladıklarını ifade etmiştir. Yu ve ark. 2011 yılında yaptıkları çalışmada sanal, sanal cerrahi odaklı bir yapıda uygun simülasyon ortamları ile desteklenmiş ve oluşturulan model test edilmiştir (Yu, vd. 2011). Test grubu oluşturulan sanal ortama dahil edilmiş, dokunsal geri bildirim tespiti yapılmış ve sanal gerçekliğin eğitim olanaklarına ciddi anlamda katkı sağladığını bildirmişlerdir (Elledge, vd. 2016), (Yu, vd. 2011). Sanal gerçekliğin öğrenmeyi ve uygulamayı kolaylaştırmak için klinik eğitiminde standartların ötesinde bir yöntem olarak yenilikçi ve faydacı bir yönü olduğu belirtilmiştir. SG odaklı yöntemlerin öğrencileri cesaretlendirdiği görülmüştür (Ayoub ve Pulijala, 2019).

Huang vd (2018) makalesinde genişletilmiş gerçeklik teknolojisinin maksillofasiyal cerrahide başarısızlık riskini azaltabileceğini belirtmiştir. AG ve SG simülatörlerindeki doğrudan geribildirim ve objektif değerlendirme işlevleri gelecekte diş hekimliği klinik uygulamalarında da önemli bir araç olabilecektir. Bu anlamda toplumsal fayda getirebilecek bu teknolojiler, sadece eğitim amaçlı değil klinik uygulama süreçlerinde de yararlı olabilecektir (Huang, vd. 2018).

Tıbbi görüntüler, hasta takip sistemleri ve kayıtlarıyla birlikte KME ve AG, hekimlerin başarılı bir ameliyat süreci geçirmelerine katkı sağlayacaktır. Hastalar ve hekimler arasında güvenilir bir ilişki kurulmasında, hekimlerin bilgi ve deneyimlerinin yanı sıra güncel teknolojilerin yarar sağlaması beklenmektedir (Huang, vd. 2018).

3. SONUÇLAR

Diş hekimliği eğitimi, tüm hekimlik ve sağlık alanlarında olduğu gibi tedbirli biçimde sürdürülmesi gereken bir eğitim sürecini kapsamaktadır. Hekimliğin tüm branşlarında olduğu gibi olası hatalar ve dikkatsizlikler bambaşka olumsuzluklar doğurabilmektedir. Diş hekimliği eğitiminde hastalar üzerindeki pratiklerin artırılması bu anlamda ciddi değer kazanmaktadır.

Genişletilmiş gerçeklik teknolojisi desteğiyle geliştirilecek diş hekimliği eğitiminin öğrencilerin gerçek hastalar ile karşılaştıklarında olası hataların azalması ve prelinik becerilerinin artması yönünde yöntem olarak eğitim sürecine önemli ölçüde katkı sağlayabileceği söylenebilir.

Geleneksel eğitimle birlikte desteklenen simülatörler, sanal ve artırılmış gerçeklik ortamlarının yapılan araştırmaların büyük bölümünde pratik eğitime olumlu katkı sağladığı görüşü öne çıkmaktadır.

4. KAYNAKÇA

Akaltan, F. 2019. Diş hekimliğinde prelinik ve klinik eğitim çeşitliliği. *Selcuk Dent J, Diş Hekimliği Eğitimi Yeniden Düşünmek - Özel Sayı*, 37- 51.

American Dental Education Association (ADEA). 2011. Competencies for the new general dentist. *J Dent Ed* (75), 932-935.

Ayoub, A., and P. Yeshwanth. 2019. The application of virtual reality and augmented reality in oral & maxillofacial surgery. *BMC Oral Health*. (19), 238.

Bridges, S., C.K. Yiu, and M.G. Botelho. 2016. Design considerations for an integrated, problem-based curriculum. *Med Sci Educ* (26), 365-373.

Casap, N., A. Wexler, and E. Tarazi. 2005. Application of a surgical navigation system for implant surgery in a deficient alveolar ridge postexcision of an odontogenic myxoma. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* (63), 982-988.

Clancy, J., T. Lindquist, J. Palik, and L. Johnson. 2002. A comparison of student performance in a simulation clinic and a traditional laboratory environment: three-year results. *J Dent Educ* (66), 1331-1337.

Doğan, D., T. Erol, and A.F. Mendi. 2021. Sağlık alanında karma gerçeklik. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (29), 11-18.

Elledge, R., S. McAleer, M. Thakar, F. Begum, S. Singhota, and N. Grew. 2016. Use of a virtual learning environment for training maxillofacial emergencies: impact on the knowledge and attitudes of staff in accident and emergency department. *The British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 54(2), 166 – 169.

Gray, S., L. Deem, J. Sisson, and P. Hammrich. 2003. The predictive utility of computer-simulated exercises for preclinical technique performance. *J Dent Educ* (67), 1229-1233.

Huang, T.K., H.S. Yang, Y.H. Hsieh, J.C. Wang, and C.C. Hung. 2018. Augmented reality (Ar) and virtual reality (VR) applied in dentistry. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*. 34(2), 243-248.

Lackey, M.A. 2004. One years experience with virtual reality preclinical laboratory simulation at the University of Tennessee. *Int J Comput Dent* (7), 131-141.

Le Blanc, V.R., A. Urbankova, F. Hadavi, and M.R. Lichtenthal. 2004. A preliminary study in using virtual reality to train dental students. *J Dent Educ* (68), 378- 383.

Lu, J., S.M. Bridges, and C.E. Hmelo-Silver. 2014. *Problem-Based Learning* ed K. Sawyer. Cambridge Handbook of Learning Sciences Vol. 2. Netherlands: Cambridge University Press.

Manogue, M., J. McLoughlin, and C. Christersson. 2011. Curriculum structure, content, learning and assessment in European undergraduate dental education-update 2010. *Eur J Dent Educ* (15), 133- 141.

Özlu Uçan, G., and B. Uçan. 2021. Diş hekimliğinde sanal gerçeklik uygulamaları ed. Ö. Ceylan. *Halk Kültüründe Sağlık, Motif Vakfı Yayınları Sıra No: 21, İstanbul, Türkiye*, 607-614.

Perry, S., M.F. Burrow, W.K. Leung, and S.M. Bridges. 2017. Simulation and curriculum design: a global survey in dental education. *Aust Dent J*, (62), 453-463.

Quinn, F., P. Keogh, A. McDonald, and D. Hussey. 2003. A pilot study comparing the effectiveness of conventional training and virtual reality simulation in the skills acquisition of junior dental students. *Eur J Dent Educ* (7), 13-19.

Uzun, Ö. 2006. Diş hekimliğinde bilgisayar destekli eğitim (BDE): sanal gerçek hasta simülörleri. *Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, Cilt 9, Sayı 2, 138-146.

Yu, H., G. Cheng, A. Cheng, and G. Shen. 2011. Preliminary study of virtual orthognathic surgical simulation and training. *The Journal of Craniofacial Surgery*. 22(2), 648 – 651.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

TAŞ DOLGU DALGAKIRANLARIN KORUMA TABAKASINDA TAŞ VEYA ANTİFER MALİYET ANALİZİ

Sepanta NAIMİ¹

¹İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Türkiye
sepantanaimi@aydin.edu.tr, ORCID:0000-0001-8641-7090

Emrah METİN²

²İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Türkiye
emrahmetin@stu.aydin.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2379-9866

GELİŞ TARİHİ/RECEIVED DATE: 11.06.2021 REVİZYON TARİHİ/REVISION DATE: 04.07.2021

Özet

Bu çalışmada taş dolgu dalgakıranlarda çeşitli eğimler için farklı dalga yükseklikleri ve su derinliklerinde dalgakıran kesitleri hazırlanmıştır. Hazırlanan kesitler çekirdek tabakası, çift sıra filtre tabakası ve çift sıra düzenli yerleştirilmiş koruma tabakasından oluşmaktadır. Dalgakıran kesitlerinde Hudson bağıntısı kullanılarak koruma tabakasındaki blok ağırlıkları ve kullanılacak elemanların seçimi yapılarak maliyetler hesaplanmıştır. Maliyetler arasındaki farklar yapı eğimi, su derinliği, dalga kırılma durumu ve dalga yüksekliği gibi parametrelere bağlı olarak değerlendirilmiştir. Yapı eğimindeki artış stabilite üzerinde olumlu etkiye sahipken, proje dalga yüksekliğindeki artış olumsuz etki göstermektedir. Su derinliği ve proje dalga yüksekliği yanında dalgakıran eğimi de maliyetler üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Ayrıca, aynı tasarım koşullarında dalgakıranların kafa kısmındaki koruma tabakası ağırlığının gövdedekinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Buradan dalgakıranların kafa kısmının daha hassas olduğu anlaşılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Taş Dolgu Dalgakıran, Dalgakıranlarda Maliyet, Koruma Tabakası Ağırlığı, Hudson Bağıntısı, Antifer Blok.

COST ANALYSIS OF RUBBLE MOUND BREAKWATERS FOR RUBBLE OR ANTIFER ARMOR LAYER**Abstract**

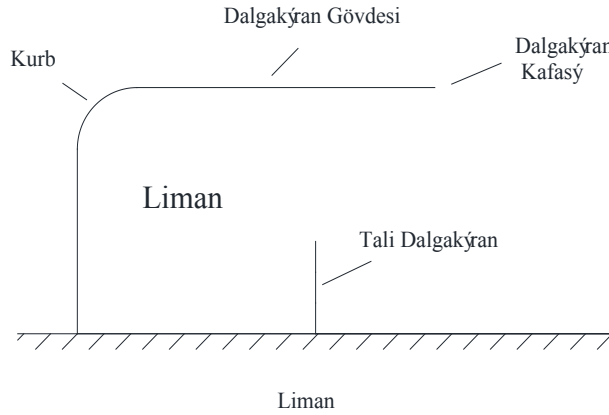
In this study, rubble mound breakwater sections were prepared for different wave heights, slopes and water depths. The designed breakwaters consist of a core layer, a double filter layer and a double regularly placed armor layer. Weight of armor layer were selected by using the Hudson Equation for designed breakwater sections and costs are calculated. The differences between the costs are evaluated depending on parameters such as structure slope, water depth, wave breaking condition and wave height. While increase in slope of the building has a positive effect on the stability, increase in the project wave height has a

negative effect. Besides water depth and project wave height, slope of breakwater has also a great impact on costs. Furthermore, it is seen that weight of armor layer in the head section of breakwater is higher than trunk section under the same design conditions. Thus, it is understood that head section of breakwater is more sensitive.

Keywords: Rubble Mound Breakwater, Cost of Breakwaters, Weight of Armor Layer, Hudson Equation, Antifer Block.

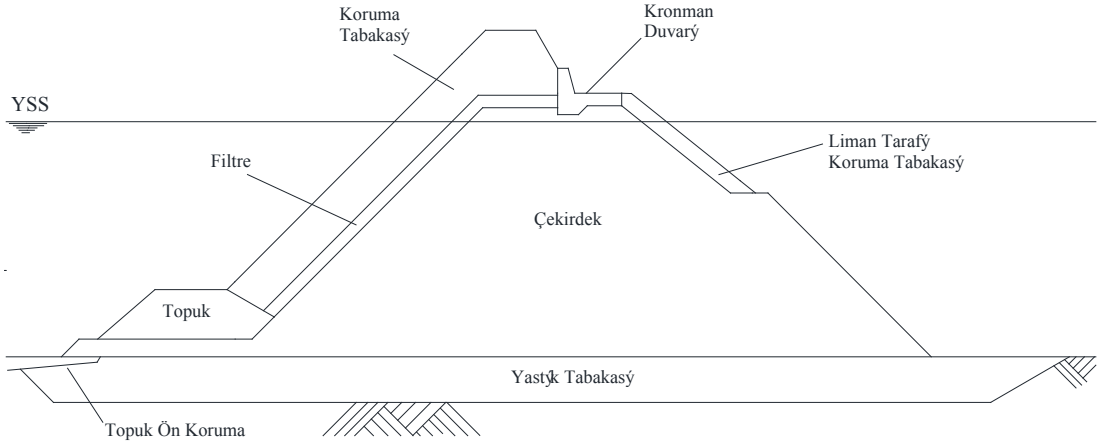
1. GİRİŞ

Mühendislik çalışmalarıyla amaçlanan emniyet, ekonomi ve estetik dengesinin korunması; düşük maliyetli güvenli yapıların tasarımını gerektirmektedir. Boyutları düşünüldüğünde maliyet ve stabilitenin dengelenmesi kıyı koruma yapılarında oldukça önemli yer tutar. Kıyı koruma yapıları olarak tasarlanan dalgakıranlar, deniz vasıtalarına barınak ve liman işlevlerinin yürütülmesine olanak sağlayan korunaklı su alanları oluşturmak için tasarlanmaktadır (Yüksel ve Çevik, 2009). Eski dönemlerde, koylar gibi doğal korunaklı alanlar liman işlevlerini karşılarken, zamanla yerini dalgakıranlarla oluşturulan limanlara bırakmıştır. Böylelikle Şekil 1’de görüldüğü gibi; etrafını çevreleyen dalgakıranlar sayesinde deniz vasıtalarının kolayca yanaşabildiği ve gemilerin elleçleme yapabildiği kıyı yapıları oluşturulmuştur (Özbahçeci, 2015).



Şekil 1. Geleneksel liman yerleşimi (Yüksel ve Çevik, 2009).

Liman dalgakıranları sınıfında yer alan taş dolgu dalgakıranlar, çeşitli büyüklük ve şekildeki taşların rastsal dizilimiyle; ocak artığından oluşan çekirdek tabakası üzerinde yer alan bir ya da iki sıra kaplama tabakasından oluşmaktadır (aşağıya bakınız-Şekil 2). En büyük dalga istatistiği verileri kullanılarak boyutlandırılan bu yapılar, ekonomik ömürleri göz önüne alınarak tasarlanmakta ve inşa edilmektedir (Yüksel ve Çevik, 2009), (Taş, 2006).



Şekil 2. Taş dolgu dalgakıranlardaki yapısal tanımlar (BS 6349-7, 1991).

Doğru projelendirme ve uygulama sağlıklı yapı ömrünü etkileyen önemli parametrelerdir (Naimi ve Özdemir, 2020). Deniz yapıları hiç hasar olmaması ya da az hasar olması durumları ele alınarak tasarlanmaktadır. Hasarın oluşmaması durumuna göre yapılan tasarımlar stabiliteyi arttırdıklarından ekonomik çözümlenmeyi kısıtlamaktadırlar. Ancak belli bir hasar durumu varsayılarak yapılan tasarımlar ekonomik sonuç verebilmektedir (Kabdaşlı, 1992). Hasar, yapının tamamında ya da tabaka elemanlarındaki yer değiştirme şeklindedir (Naimi ve Hrizi, 2019). Koruma yapıları dalga etkisi karşısında tanımlanan stabilite parametresine göre sınıflandırılabilir. Stabilite parametresi; 1'den küçük ise kesonlar ve kıyı duvarları, 1-4 arasında stabil dalgakıranlar, 3-6 arasında S şekilli ve basamaklı dalgakıranlar, 6-20 arasında kaya eğimli kıyılar, 15-500 arasında çakıl kıyılar, 500'den büyük olduğu durumlarda kumul ve kum tepeleri olarak sınıflandırılmaktadır. Stabilite parametresine göre sınıflandırılan yapılar tasarım koşulları altında davranışlarına göre kendi içlerinde statik veya dinamik olarak stabil yapılar şeklinde sınıflandırılmaktadır. Kesonlar ve geleneksel dalgakıranlar statik stabil dalgakıran sınıfında yer alırlar. Statik stabil yapılarda hiç hasar olmaması ya da çok az hasar olması istenir (Van der Meer, 1988).

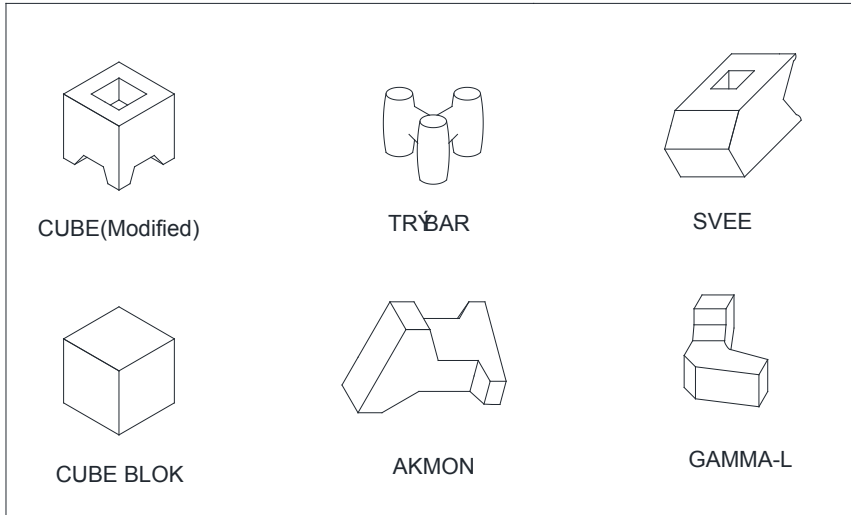
Taş dolgu dalgakıranlardaki stabilite hesabında kullanılan çok sayıda tasarım denklemi bulunmasına rağmen en yaygın olanları Hudson ve Van Der Meer'e aittir (Özbahçeci ve Bilyay 2007), (Turan, 2000). Kafa kısımları, dalgakıranların en hassas olduğu kısımdır. Bu kısımdaki koruma tabakasında taş kullanılması durumunda hesaplanan taş ağırlığı oldukça yüksektir. Ocaklardan bu oranda taş çıkarmak ve inşaat alanına taşımak yüksek maliyet getireceğinden beton blokların avantajı görülmektedir (Taş, 2006). Taş dolgu dalgakıranlarda beton blok kullanımında, bloklar çekirdek tabakasının üzerine iki sıra halinde kaplanmaktadır (Hales, 1981). Bloklardaki yüksek denge katsayısı hacimsel olarak kazanç sağlar. Prefabrik beton blokların, yapıya yakın bir yerde dökülebilmesi ve depolanabilmesi maliyet açısından önemlidir (Taş, 2006).

Maliyet analizleri için çeşitli açık deniz dalga yükseklikleri ve su derinlikleri için dalgakıran kesitleri hazırlanmıştır. Kesit hesabında stabilitenin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan Hudson bağıntısından yararlanılmıştır. Hazırlanan dalgakıran kesitlerinde çekirdek tabakasının üst kotunun +0,5m olduğu kabulü ile çift sıra filtre tabakası kullanılmıştır. Yatayla 1/1,5 eğime sahip, yüksekliği 0,5m ve genişliği 8m olan çekirdek üzerine diğer tabakalar yerleştirilmiştir. Filtre tabakaları üzerinde koruma tabakasının çift sıra yerleşimi ile dalgakıran kesiti tamamlanmıştır. Filtre ve koruma tabakalarında 1/1,5, 1/2, 1/2,5 ve 1/3 eğimleri için kesit hesapları tekrarlanmıştır. Oluşturulan kesitlerden maliyetler hesaplanarak, çeşitli parametrelere bağlı değişimler irdelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Koruma Tabakası Elemanlarının Seçimi

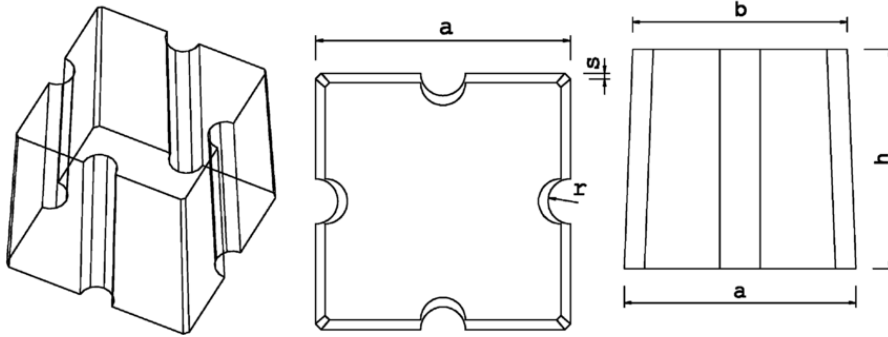
Taş dolgu dalgakıranların koruma tabakasında taş veya yapay beton bloklar kullanılabilir. Koruma tabakasında taş kullanımı ancak belli stabilite değerine kadar tercih edilmektedir. Taş dolgu dalgakıranlarda ocak taşı kullanılarak oluşturulan kaplama tabakası ülkemizde maksimum 12-15 ton kategorisinde tasarlanmaktadır. Bu durum ocak taşının belli miktarın üzerinde temini ve taşınmasının güçlüğünden kaynaklanmaktadır. Yaygın olarak bu kategoride taş kullanımı yerine, beton blok koruma tabakası planlanmaktadır (Yüksel, ve Çevik, 2009). Geleneksel dalgakıranlarda prefabrik beton blok kullanımına 20. yüzyılın sonlarında başlanmıştır. Şekil 3' te bazı tipleri görülen yapay beton blokların kullanımıyla dalgakıranlardaki maliyet azaltılmış ve kullanım ömrü arttırılmıştır (Taş, 2006). Ayrıca beton blokların kullanımı stabiliteyi yükselttiğinden güvenlik ve ekonomi üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir (Hales, 1981).



Şekil 3. Yapay beton blok tipleri (Yüksel vd., 2016).

Ülkemizde yapay beton bloklardan genellikle antifer bloklar tercih edilmektedir. Antifer bloklar, birbirlerine kilitlenme özelliği olan materyallerdir. Bu özellik düşük malzeme ağırlığında büyük stabilite sunmaktadır. Bu durum dalgakıranların yapım maliyeti açısından avantajlıdır (Yüksel ve Çevik, 2009).

Şekil 4'te plan görünüşü ve kesit alanı verilen antifer bloklarda; a antifer bloğun taban genişliği, b bloğun üst kısmının genişliği, r dört kenarındaki oyukların yarıçapı, h bloğun yüksekliği, s dört köşesindeki pah kırma ölçüsü olarak tanımlanmaktadır (Yağcı ve Kabdaşlı, 2003).



Şekil 4. Antifer blok oblik, plan görünüşü ve kesit alanı

2.2. Dalgakıranlarda Stabilite Hesabı

19. yüzyılda başlayan taş dolgu dalgakıran çalışmalarında önceleri blok ağırlığının hesabında gözlem ve deneyimler kullanılıyorken, daha sonraları yapılan çalışmalarla 20'yi aşkın bağıntı önerilmiştir. Taş dolgu dalgakıranların koruma tabakasının taş ağırlığının belirlenmesinde, hidrolik model deneylerinin etkisinde bulunan tasarım denklemleri kullanılmaktadır (Turan, 2000). Dalgakıranların ön tasarımında genellikle Hudson (1959) ve Van der Meer (1987)' e ait bağıntılar tercih edilmektedir. Aynı tasarım dalgasında ikisinden elde edilen sonuçlar farklılık göstermektedir. Hudson bağıntısı kolay kullanılabilir olması nedeniyle uzun süre kullanılmıştır (Özbahçeci ve Bilyay, 2007).

Hudson bağıntısını sorgulayan Van der Meer, düzensiz dalgalar ile yaptığı deneylere dayanarak kendi bağıntılarını önermiştir. Van der Meer'in önerdiği bağıntılarda daha fazla değişken bulunmasına rağmen Hudson bağıntısının kullanımını bitirememiştir (Özbahçeci, ve Bilyay, 2007). Van der Meer, kırılan ve kırılmayan dalga koşullarını ele almasının yanında; bu dalga koşullarında yapıya gelen dalga sayısı, dikliği ve yapının geçirimini irdelemesiyle de avantaj sağlamıştır. Ayrıca yapıdaki hasar parametresini içermesi bakımından da önemlidir. Ancak uygulanan yapı şevinin artmasıyla stabilitenin arttığı sonucunu vermesi yanlış bir varsayım olarak görülmektedir (Turan, 2000).

Van der Meer'in önerdiği bağıntılar,

Kırılan dalgalar için:

$$\frac{H_S}{\Delta D_{n.50}} = 6.2P^{0.18} \left[\frac{S}{\sqrt{N}} \right]^{0.2} \zeta_m^{-0.5} \quad (1)$$

Kırılmayan dalgalar için:

$$\frac{H_S}{\Delta D_{n50}} = 1.0P^{-0.13} \left[\frac{S}{\sqrt{N}} \right]^{0.2} \sqrt{\cot\alpha \zeta_m^p} \quad (2)$$

şeklindedir. Burada N_s stabilite katsayısı, boyutsuz kıyı benzerlik parametresi, ΔD_{n50} blokların %50'sinin nominal çapı, P permeabilite katsayısı, S hasar seviyesi şeklinde ifade edilmektedir (Van der Meer, 1987).

Daha öncesinde de belirtildiği gibi stabilite hesabı birkaç farklı ifadeyle bulunabilmektedir. Ancak en yaygın kullanılan ifade Hudson (1959) bağıntısıdır,

$$W = \frac{H^3 Y_S}{K_D S_r^3 \cot\theta} \quad (3)$$

$$S_r = \frac{Y_S}{Y_W} - 1 \quad (4)$$

burada, W koruyucu tabaka taş ağırlığı, H yapı önündeki proje dalgası, taşın özgül kütlesi, suyun özgül kütlesi, stabilite katsayısıdır (boyutsuz). Hudson'un ampirik formülü 1/1,5' dan 1/5' e kadar değişen koruyucu tabaka eğimlerinde geçerlidir.

Hudson bağıntısında dalga özellikleri ve dalgakıranlarda tasarlanan bölüme göre farklılık gösteren K_D katsayısının seçimi oldukça önemlidir (Turan, 2000). Taş dolgu dalgakıranların koruma tabakasında taş kullanılması ve düzensiz dalga koşullarında, Hudson bağıntısında kullanılacak denge katsayısı değerleri gövde kesiti için Tablo 1'de, kafa kesiti için Tablo 2'de verilmektedir.

Tablo 1. Dalgakıran gövdesi için K_D değerleri tasarım dalgası $H=H_{1/10}$ (CERC, 1984).

Taş Şekli	Yerleştirme	Hasar D=%0-5	
		Kırılan Dalga	Kırılmayan Dalga
Pürüzlü	Düzensiz	2,00	4,00

* Eğim Açıları $1,5 \leq \cot\theta \leq 3,0$ için verilmiştir.

Tablo 2. Dalgakıran kafası için K_D değerleri tasarım dalgası $H=H_{1/10}$ (CERC, 1984).

Taş Şekli	Yerleştirme	Hasar		Yapı Eğimi Cotθ
		Kırılan Dalga	Kırılmayan Dalga	
Pürtüzlü	Düzensiz	1,90	3,20	1,50
		1,60	2,80	2,00
		1,45	2,55	2,50
		1,30	2,30	3,00

Taş dolgu dalgakıranların koruma tabakalarında antifer blok kullanılması, koruyucu topuk yapılması durumlarında, çeşitli dalgakıran eğimleri için düzensiz dalga koşullarında; Hudson bağıntısında kullanılacak denge katsayısı değerleri gövde kesiti için Tablo 3’de, kafa kesiti için Tablo 4’te verilmektedir.

Tablo 3. Gövde kesiti için önerilen denge katsayıları (K_D katsayıları) (Yalçiner vd., 1999).

GÖVDE KESİTİ (Hasar %0-5)		
Cot θ	Kırılmayan Dalga Koşulları	Kırılan Dalga Koşulları
	Antifer	Antifer
1,5	5,00	4,00
2,0	7,00	5,50
2,5	8,00	6,50
3,0	9,00	7,50

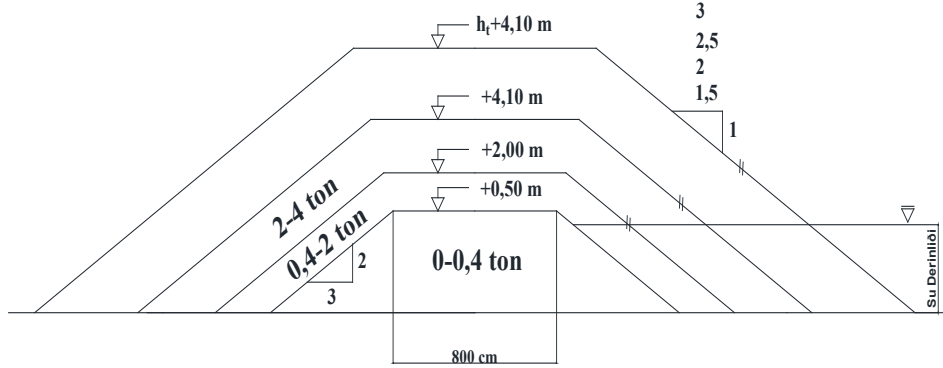
Tablo 4. Kafa kesiti için önerilen denge katsayıları (K_D katsayıları) (Yalçiner vd., 1999).

KAFA KESİTİ (Hasar %0-5)		
Cot θ	Kırılmayan Dalga Koşulları	Kırılan Dalga Koşulları
	Antifer	Antifer
1,5	4,00	3,50
2,0	5,50	4,50
2,5	6,50	5,50
3,0	7,50	6,50

3. UYGULAMA

3. 1. Kesit Alanlarının Belirlenmesi

Taş dolgu dalgakıranlarda 3-7m arasındaki ardışık dalga yükseklikleri ve 4-20 m arasındaki ardışık su derinlikleri için kesit alanı hesabı yapılmıştır. Alan hesabı su derinliğinin proje dalga yüksekliğinden büyük olduğu değerler için yapılmaktadır. Su derinliği ve yapı eğimindeki değişim beraberinde kesitte değişimi getirmektedir. Her tabaka için kesit alanı değerleri ayrı ayrı bulunarak dalgakıran maliyetlerine ulaşılmaktadır. Çekirdek tabakasının eğimi, kırılan ve kırılmayan dalga koşulları için sabit 1/1,5 olarak alınmıştır. Filtre tabakaları ve koruma tabakası için eğim değerleri 1,5-3 arasında ardışık 0,5 farkla değişmektedir. Yapı eğimi bu tabakaların her birinde aynı değere sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Şekil 4’te taş dolgu dalgakıran kesiti tabakalarına ait kotlar ve eğimler verilmektedir.



Şekil 5. Taş dolgu dalgakıranlarda kesit tabakalarının kotları ve eğimleri

Hudson bağıntısı kullanılarak gövde ve kafa kesiti için koruma tabakası ağırlığı hesabı yapılmıştır. Denge katsayısı değerleri, verilen çizelgelerden dalga koşulu ve yapı eğimi için okunmaktadır. Dalga kuvvetine karşı dalgakıran stabilitesi için 13t taştan daha büyük değerlere ihtiyaç olduğu durumlarda; aynı proje dalga yüksekliği, yapı eğimi ve dalga koşulu için hesaplanan antifer bloklar tercih edilmiştir.

Taş dolgu dalgakıranlarda, koruma tabakasında taş kullanılması durumunda koruyucu tabaka yüksekliğinin hesabında Denklem (5)'ten, antifer blok kullanılması durumunda ise Denklem (6)(7)' den yararlanılmaktadır (Yüksel Proje, 2007).

$$h_t = 2 \sqrt[3]{\frac{W}{\gamma_s}} \quad (5)$$

$$a = \sqrt[3]{\frac{W}{0.8\gamma_s}} \quad (6)$$

$$h_t = 2a \quad (7)$$

Koruma tabakası yüksekliği, çeşitli yapı eğimlerindeki 3-7m arasındaki ardışık dalga yüksekliklerinde kırılmayan dalga koşulundaki 4-20m arasındaki ardışık su derinlikleri için dalgakıran kesitlerinden elde edilen blok ağırlıkları kullanılarak hesaplanmıştır. Kırılan dalga koşulundaki dalgakıranlarda ise hesaplanan dalga kırılma derinliği ve kırılma yüksekliği değerleri kullanılarak koruma tabakası yüksekliği belirlenmiştir.

3. 2. Maliyet Hesabı

Taş dolgu dalgıranlarda maliyetler, kesitlerden elde edilen değerlerin 1m uzunluk için dönüştürülmesi ve uygun birim fiyatlar ile çarpılmasıyla hesaplanmaktadır. Koruma tabakasında taş veya antifer blok kullanımına göre hesaplama şekli değişmektedir. Antifer blok kullanımında %56 boşluk oranı alınarak maliyet hesaplanmaktadır. Antifer bloklarda maliyet hesabında kalıp ve taşıma maliyetleri de hesaba dahil edilmektedir. Kalıp maliyetlerinin hesabında, 10 adet kalıp kullanıldığı varsayılmıştır. Antifer blok kalıbı, bloğun dört kenarını sarmaktadır. Antifer bloklarda kalıp maliyeti, Şekil 4' te verilen kesit alanı ve plan görünüşünden yararlanılarak Denklem (8)(9)'dan hesaplanmaktadır (Frens, 2007).

$$a = 1.076 \sqrt{\frac{W}{0.8\gamma_s}} \quad (8)$$

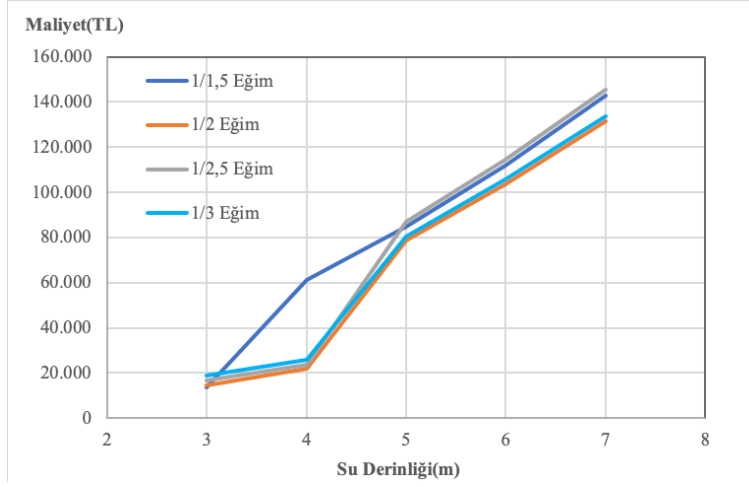
$$a = 1.076 \sqrt{\frac{W}{0.8\gamma_s}} \quad (9)$$

Ancak hesap kolaylığı açısından antifer blokların dikdörtgen prizma olduğu varsayılmıştır. Tablo 5' te verilen birim fiyatlardan ilgili kesitler için gerekli değerler alınarak maliyet hesabı yapılmıştır.

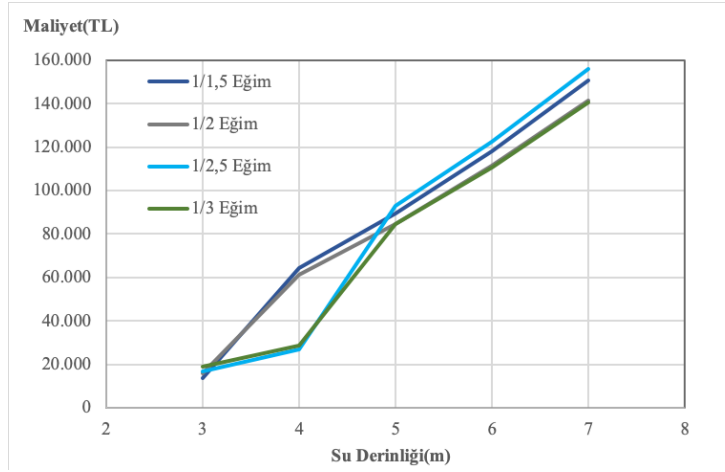
Tablo 5. Maliyet hesabında kullanılan birim fiyatlar (LYDB, 2021).

Tabaka Adı	Poz No	İşin Cinsi	Ölçü Birimi	Birim Fiyat (TL)
Çekirdek Tabakası	741.010.002	(0-0,4) ton taşlarla anroşman yapılması	Ton	22,19
İkinci Tabaka	741.010.003	(0,4-2) ton taşlarla anroşman yapılması	Ton	23,85
Üçüncü Tabaka	741.010.006	(2-4) ton taşlarla anroşman yapılması	Ton	27,4
Koruma Tabakası	741.010.007	(4-6) ton taşlarla anroşman yapılması	Ton	31,84
Koruma Tabakası	741.010.009	(6-8) ton taşlarla anroşman yapılması	Ton	33,55
Koruma Tabakası	741.010.010	(8-10) ton taşlarla anroşman yapılması	Ton	36,58
Koruma Tabakası	741.010.012	(10-12) ton taşlarla anroşman yapılması	Ton	40,51
Koruma Tabakası	741.010.013	(12-15) ton taşlarla anroşman yapılması	Ton	44,89
Koruma Tabakası	740.800.006	Saçtan antifer beton blok kalıbı yapılması	M ²	43,39
Koruma Tabakası	740.300.010	Antifer beton blokların taşınması ve yerine konması (Karadan)	M ³	71,81
Koruma Tabakası	740.260.052	E sınıfı demirsiz beton kırmataş ile 300 doz	M ³	382,83

Taş dolgu dalgakıranlarda, çeşitli yapı eğimleri ve kırılan dalga koşulunda su derinliğine göre maliyetin değişimi gövde kesiti Şekil 6'da, kafa kesiti için Şekil 7'de verilmektedir.

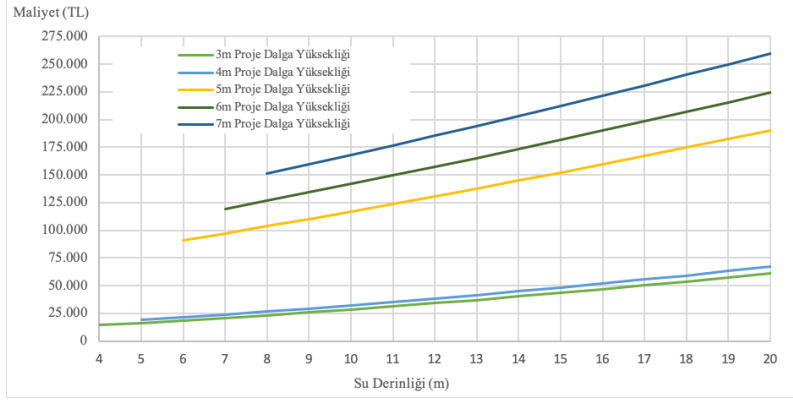


Şekil 6. Kırılan dalga koşulundaki gövde kesiti su derinliği-maliyet grafiği

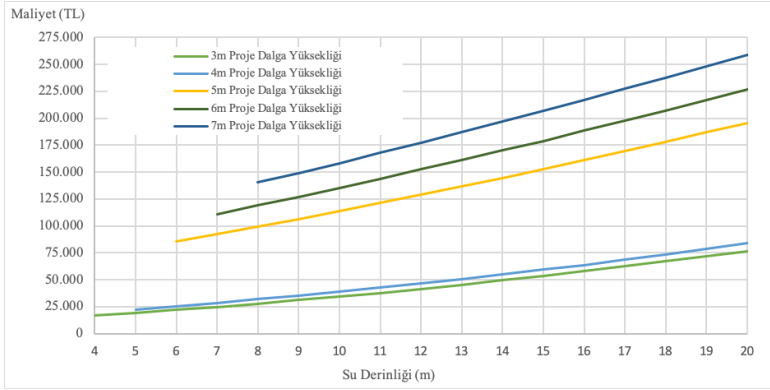


Şekil 7. Kırılan dalga koşulundaki kafa kesiti su derinliği-maliyet grafiği

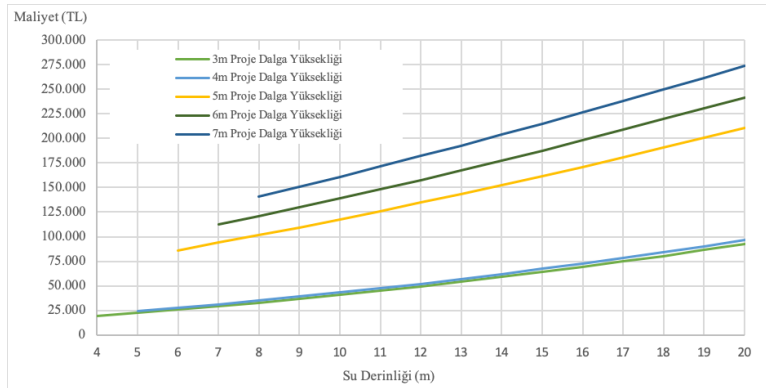
Kırılmayan dalga koşulundaki dalgakıranlarda maliyet hesabı, su derinliğinin proje dalga yüksekliğinden büyük olduğu değerler için yapılmıştır. Su derinliği olarak 4-20 m arasındaki ardışık değerler alınmıştır. Kırılmayan dalga koşulundaki su derinliğine göre maliyetin değişimi çeşitli yapı eğimlerinde kafa kesiti için Şekil 8'de, gövde kesiti için Şekil 9'da verilmektedir.



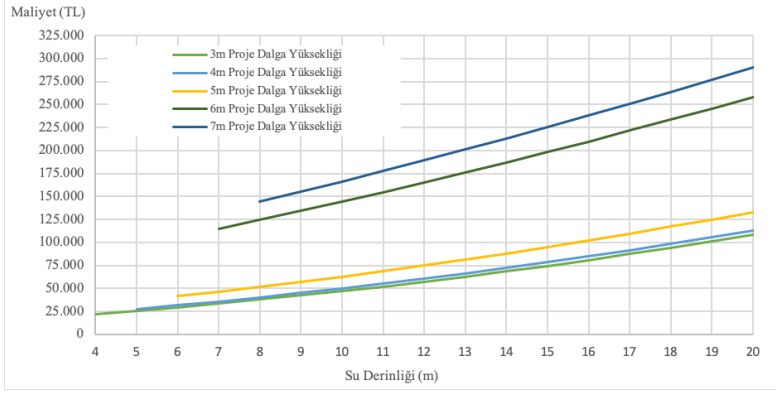
(a) 1/1,5 eğim



(b) 1/2 eğim

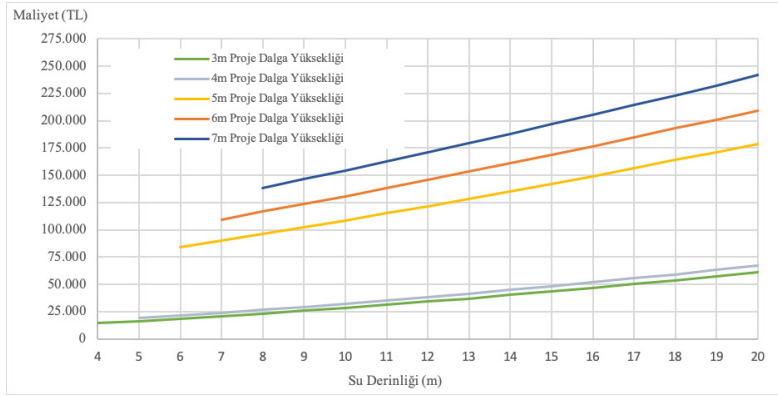


(c) 1/2,5 eğim

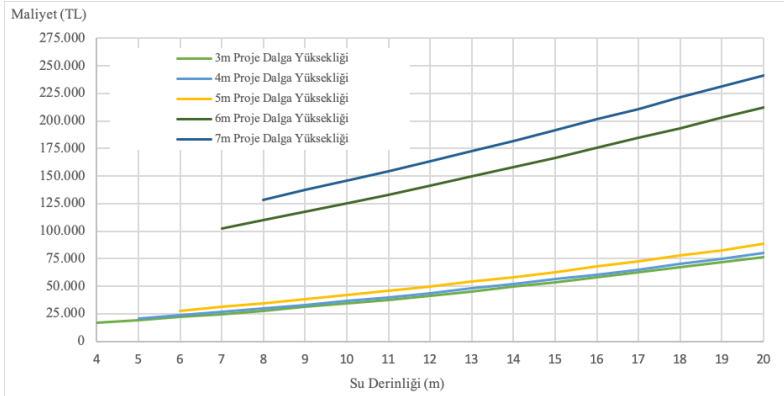


(d) 1/3 eğim

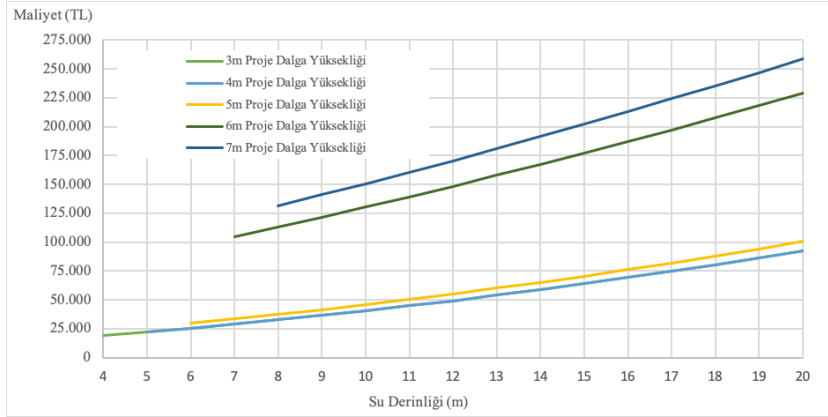
Şekil 8. Kırılmayan dalga koşulundaki kafa kesiti için su derinliği-maliyet grafikleri



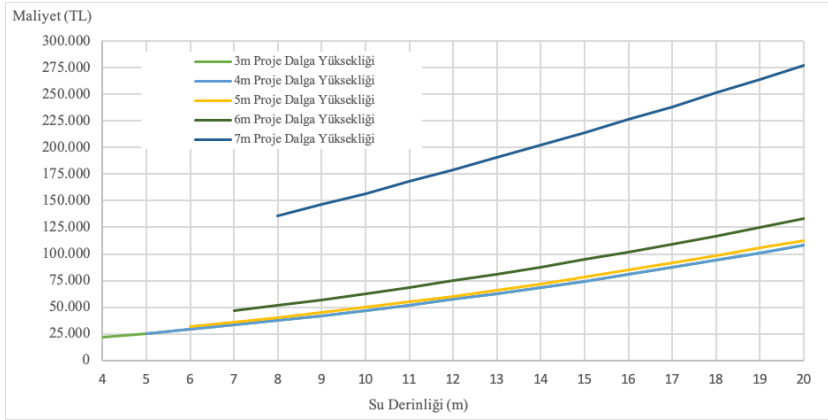
(a) 1/1,5 eğim



(b) 1/2 eğim



(c) 1/2,5 eğim



(d) 1/3 eğim

Şekil 9. Kırılmayan dalga koşulundaki gövde kesiti için su derinliği-maliyet grafikleri

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Blok ağırlıklarının belirlenmesinde gözlem ve deneyimlerin kullanıldığı dönemlerde imalatı yapılan dalgakıranlar mühendislik açısından uygun değildir. Planlanan yapılarda dalga etkisiyle oluşacak hasarın tam tahmini olanaksızdır.

Taş dolgu dalgakıranlarda stabilite hesabında kullanılan bağıntıların oluşturulmasında hidrolik model deneyleri kullanılmıştır. Çeşitli parametrelerin yapı üzerindeki etkisi düşünülerek oluşturulan bağıntılarda yine de bazı belirsizlikler mevcuttur. En yüksek faydanın sağlanabilmesi için bağıntıların nasıl oluşturulduğu incelenmelidir. Hudson bağıntısının düzenli dalga deneyleri sonucunda, Van der Meer bağıntısının ise düzensiz dalga deneyleri sonucunda oluşturulduğu unutulmamalıdır.

Taş dolgu dalgakıranlarda gövde ve kafa kesitinde hesaplanan blok ağırlıklarının, aynı proje dalgası yüksekliğinde eğim arttıkça azaldığı gözlemlenmektedir. Ancak proje dalga yüksekliği arttıkça blok ağırlığı da artmaktadır. Bu durumlar göz önüne alındığında eğimindeki artışın stabilite üzerinde olumlu, proje dalga yüksekliğindeki artışın ise olumsuz etki gösterdiği görülmektedir. Ayrıca aynı tasarım koşullarında kafa kısmındaki koruma tabakası ağırlığının gövdedekinden yüksek olduğu gözlenmektedir. Buradan dalgakıranların kafa kısımlarının daha hassas olduğu anlaşılmaktadır. Kafa kısımlarındaki hassasiyet sebebiyle blok ağırlıklarındaki artış antifer blok kullanımının tercihi dolayısıyla maliyetin artmasına sebep olabilmektedir.

Hesaplamalar sonucu ulaşılan maliyetlerden kırılan dalga koşulunda koruma tabakasında antifer blok kullanımıyla maliyetlerde belirgin bir artış olduğu görülmektedir. Su derinliği 5m değerini geçtikten sonrasında farklı eğimlere ait maliyetlerin belirgin bir oranla arttığı ve birbirine yakın değerler aldığı gözlemlenmektedir.

Kırılmayan dalga koşulundaki kafa ve gövde kesitindeki tüm proje dalga yüksekliklerinde, 1/1.5 yapı eğimindeki maliyetler doğrusala yakın bir artış göstermektedir.

Yapılan çalışmadan hareketle proje dalga yüksekliği ve su derinliği yanında eğim faktörünün de maliyetler üzerinde büyük bir etkiye sahip olduğu anlaşılmaktadır.

5. KAYNAKÇA

BS 6349-7. 1991. Maritime Structures, Part 7: Guide to the design and construction of breakwaters. British Standards Institution, London.

Coastal Engineering Research Center. 1984. Shore Protection Manual. Dept. of Army, Waterways Experiment Station. US Government Printing Office, Washington.

Frens, A.B. 2007. The impact of placement method on antifer-block stability, Master of Science Thesis. Delft University of Technology, Delft.

Hales, Z.L. 1981. "Floating breakwaters: State of the art literature review ". Technical Report No. 81-1, U.S. Army, Corps Of Engineers Coastal Engineering Research Centre, Fort Belvoir, Virginia.

Hudson, R.Y. 1959. Laboratory investigation of rubble-mound breakwaters. Journal of the Waterways and Harbors Division, American Society of Civil Engineers 85 (3), 93-122.

Kabdaşlı, S. 1992. Kıyı Mühendisliği. İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul.

Limanlar ve Kıyı Yapıları Yapım Dairesi Başkanlığı. 2021. Birim Fiyat Listesi. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü, Ankara.

Naimi, S. ve Z. Özdemir. 2020. Yapılarda yer altı suyuna karşı yapılan koruma sistemlerinin uygulanabilirliği ve güvenliğinin incelenmesi. *AURUM Journal of Engineering Systems and Architecture* 4(1), 113-133.

Naimi S. ve H. Hrizi. 2019. Risk Analysis of Slaving Floor in Construction Sites, *International Journal of Electronics, Mechanical and Mechatronics Engineering*, 9(1): 1637-1645.

Özbahçeci, B. 2015. Limanların yüzer dalgakıranla modellenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi* 5(2), 97-108.

Özbahçeci, B.Ö. ve E. Bilyay. 2007. Dalgakıranların koruma tabakası taş ağırlığı için denklem ve dalga seçimi. 6. Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu Bildiriler Kitabı, EMKA Matbaacılık, 525-530.

Taş, M.C. 2006. Tek tabakalı taş dolgu dalgakıranların güvenlik ve ekonomik analizi, Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Turan, M.U. 2000. Dalgakıranlarda blok ağırlıklarının belirlenmesi üzerine yapılan çalışmaların incelenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi* 2 (1), 35-48.

Van der Meer, J.W. 1987. Stability of breakwater armour layers-design formula. *Journal of Coastal Engineering*, 11(3) 219-239.

Van der Meer, J.W. 1988. Rock slopes and gravel beaches under wave attack, Doctoral Thesis. Delft University of Technology, No. 396, Delft.

Yağcı, O. ve S. Kabdaşlı. 2003. Alternative placement technique for antifer blocks used on breakwaters. *Ocean Engineering* 30 (1), 1433-1451.

Yalçın, A.C., A. Ergin, I.C. Kahyaoğlu ve H. Yüncü. 1999. 3D experimental study on the stability coefficients for breakwaters armoured with antifer blocks under irregular waves. *Proceedings of the COPEDEC V., Cape Town, South Africa.*

Yüksel Proje. 2007. Kıyı Yapıları ve Limanlar Planlama ve Tasarım Teknik Esasları. Ulaştırma Bakanlığı Demiryollar, Limanlar, Havameydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü, Ankara.

Yüksel, Y. ve E.Ö. Çevik. 2009. Kıyı Mühendisliği. Beta Yayınları, İstanbul.

Yüksel, Y., A. Ergin, E. Çevik, A.C. Yalçın, I. Güler, N. Yüzer ve B. A. Aydoğan. 2016. Kıyı Yapıları Planlama ve Tasarım Teknik Esasları. Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü, İstanbul.