

## **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. Yayım 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 geniştir. 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](mailto: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**

İdeal Kültür

## **Baskı / Print**

Sena Ofset

## **Yayın Tarihi / Date of Publication**

Haziran 2021

## AURUM

Mühendislik Sistemleri ve Mimarlık Dergisi

*Aurum Journal of Engineering Systems and Architecture (A-JASE)*

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. Hakkı Oral ÖZHAN (Yeditepe Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül AKÇAY KAVAKOĞLU (İstanbul Teknik Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Hakan KAYGUSUZ (Altınbaş 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**, İstanbul 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**, İstanbul Technical University, TURKEY, **Aydın AKAN**, İzmir University of Economics, TURKEY, **Zafer ASLAN**, İstanbul Aydın University, TURKEY, **Emin ANARIM**, Boğaziçi University, TURKEY, **Doğu Çağdaş ATILLA**, Altınbaş University, TURKEY, **Çağatay AYDIN**, Altınbaş 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**, İstanbul Technical University, TURKEY, **Adem KARAOCA**, 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**, İstanbul Aydın University, TURKEY, **Işıl Ruhi SİPAHİOĞLU**, TOBB University, TURKEY, **Nuket SİVRİ**, İstanbul University, TURKEY, **Murat SÖNMEZ**, TOBB University, TURKEY, **Bige TUNCER**, Singapore University of Technology and De, sign, SINGAPORE, **Orkunt TURGAY**, Altınbaş University, TURKEY, **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, tekzip 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, editoryal 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 İzni 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. Olgu sunumlarında "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

- 11-28 **Vehicle Position Estimation and Vehicle Classification Using Deep Convolutional Neural Networks**  
Derin Evrişimli Sinir Ağlarını Kullanarak Araç Konumu Tahmini ve Araç Sınıflandırması  
Bashaer Isam Hasan KABEAYLA, Yasa Ekşioğlu ÖZOK
- 29-40 **RSA ve RC4 Algoritmalarının Performans Karşılaştırması**  
Performance Comparison of Rsa and RC4 Algorithms  
Tuğçe YÜKSEL, Büşra ÖZGÜN
- 41-50 **Princes Mononoke (Mononoke Hime) Filminin Karakter Analizi**  
The Character Analysis of Princess Mononoke Movie  
Fatma Nur AKINCI, Bahadır UÇAN
- 51-64 **Experimental Investigation of Drawbead Effect on Springback in Profile of Double Circular, Rectangular and Triangular Bending Sheet Metal Forming Processes**  
Bükme Sac Şekillendirme Proseslerinde Çift Dairesel, Dikdörtgen ve Üçgen Profildeki Çekme Çubuklarının Geri Yaylanma Üzerindeki Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi  
Doa'a Abid Al-WAHAB, Süleyman BAŞTÜRK
- 65-88 **Modeling and Simulation to Investigate the Thermal Efficiency of a Parabolic Solar Trough Collector With Absorber Tube Inserted Twisted Tape System**  
Emici Tüp İçine Bükümlü Bant Yerleştirilmiş Bir Parabolik Oluklu Güneş Kolektörünün Isıl Verimini Araştırmak İçin Modelleme ve Simülasyon  
Mohammed Faris ABBAS, İbrahim KOÇ, Ahmed F. Khudheyer ALJANABI
- 89-108 **Olası İstanbul Depremi ile Yapılan Kentsel Dönüşüm Çalışmaları ve Alınan Önlemlerin İrdelenmesi**  
Evaluation of Urban Transformation Plans and Measures Taken For Possible Earthquake in İstanbul  
Sepanta NAİMİ, Tarık TUFAN
- 109-118 **Riskli Yapıların Risk Durumlarının Gözlemsel Analiz ile Tespiti**  
Determination of Risk Conditions of Risky Structures by Observatory Analysis  
Safa Cihan HACIMUSTAFAOĞLU, Mehmet Fatih ALTAN, Sepanta NAİMİ

*DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE*

119-138 **Kinetik Sistemli Bina Cephelerinin Modelleme Yöntemlerinin İncelenmesi**

Investigation of Modeling Methods of Kinetic System Building Facades

Betül KAHRAMANOĞLU, Neşe Çakıcı ALP

*ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE*

139-148 **Naturally Occuring Nitrate and Nitrite in Nutrients: Determinations in Anatolian Honey-Bee Pollens by Capillary Electrophoresis**

Gıdalarda Doğal Olarak Oluşan Nitrat ve Nitrit: Kapiler Elektroforez İle Anadolu Arı Polenlerindeki Tayini

Zeynep KALAYCIOĞLU, H. Sena KARADENİZ, F. Bedia ERİM



**Editör'den**

COVID-19 salgınının devam ettiği günümüzde, farklı disiplinlerden çok sayıda araştırmacı zor koşullarda bilimsel ve teknolojik çalışmalarını ilerletiyorlar. Biz de dergimiz olarak bu süreçte farklı kurumlardan çok sayıda araştırmacının çalışmalarını yayımlamaktan büyük mutluluk ve gurur duyuyoruz.

Yoğun hakem süreçlerinin ardından dergimizin 2021 yılına ait 5. cilt, 1. sayısını sizlere sunuyoruz. Bu sayımızda bilgisayar bilimleri ve mühendisliği, makine mühendisliği, inşaat mühendisliği, mimarlık ve kimyanın farklı dallarından özgün araştırma makalelerini yayımlıyoruz.

Dergimizin beşinci yılında TR Dizin hedefimiz heyecanla devam etmektedir. Tüm yayın kurulu üyelerimize, bu sayının hakemlerine ve yazarlarına katkıları için teşekkür eder, okurlarımıza saygılarımı sunarım.

**Prof. Dr. Osman Nuri UÇAN**

Baş Editör

## **From Editor**

Today, as the COVID-19 epidemic continues, many researchers from different disciplines are advancing their scientific and technological studies under difficult conditions. As our journal, we are very happy and proud to publish the works of many researchers from different institutions.

After careful review processes, we present the 5th volume, 1st issue of our journal for 2021. In this issue, we publish original research articles from different branches of computer science and engineering, mechanical engineering, civil engineering, architecture and chemistry.

In the fifth year of our journal, our goal of TR Dizin-index continues with enthusiasm. I would like to thank all our editorial board members, the referees and authors of this issue for their contributions, and I would like to present my respects to our readers.

**Prof. Dr. Osman Nuri UÇAN**

Editor in Chief

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

VEHICLE POSITION ESTIMATION AND VEHICLE CLASSIFICATION  
USING DEEP CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKSBashaer Isam Hasan KABEAYLA<sup>1</sup><sup>1</sup>Information Technology, Altinbas University, Istanbul, Turkey  
radbash6@gmail.com, ORCID No: 0000-0002-6698-5653Yasa Ekşioğlu ÖZOK<sup>2</sup><sup>2</sup>Electronic and Computer Engineering, Altinbas University, Istanbul, Turkey  
yasa.eksioglu@altinbas.edu.tr, ORCID No: 0000-0003-2406-1310

Geliş Tarihi/Received Date: 04.03.2021 Kabul Tarihi/Accepted Date: 10.06.2021

## Abstract

The aim of this paper is to classify the vehicles and estimate the position with license plate localization using deep convolutional Neural Network (DCNN). Vehicle pose estimation with license plate localization serves as one of the most widely used real-world applications in fields like toll control, traffic scene analysis, and suspected vehicle tracking. We proposed a one-stage anchor-free vehicle classifier for simultaneously localizing the region of license plates and vehicles' poses. The classifier, rather than bounding rectangles, gives bounding quadrilaterals, which gives a more precise indication for vehicle pose estimation with license plates localization. For single scale input, we reached mean Precision Accuracy mAP/mAP50 of 35.4/82.3 on the LISA benchmark dataset, already outperformed the existing commercial systems OpenALPR and Sighthound. For multi-scale input, we reached the best mAP/mAP50 of 40.8/90.1. For the vehicle pose (front-rear), classification accuracy reached 98.8%, average IoU reached 71.3%, giving a promising result as an end-to-end vehicle position estimation and license plate localization with contextual information. The work has performed in python programming language with several libraries of deep learning were being used for this purpose. Our DCNN model training started from an initial weight which we had already trained for about 110000 iterations in the model without classification head, so the total training iterations will be around 780000 including the transfer learning part in DCNN. Transfer learning made the DCNN model start at a smart point and made it easier to optimize all of the functional heads simultaneously.

Keywords: Vehicle classification, pose estimation, optimization, DCNN, transfer learning, license plate, localization, deep learning

DERİN EVRİŞİMLİ SINIR AĞLARINI KULLANARAK ARAÇ KONUMU TAHMİNİ  
VE ARAÇ SINIFLANDIRMASI

## Özet

Bu çalışmanın amacı, araçları sınıflandırmak ve derin evrişimli sinir ağı (DCNN) kullanarak araçların plaka lokalizasyonunu tahmin etmektir. Plaka lokalizasyonu ile araç poz tahmini geçiş ücreti kontrolü, trafik sahnesi analizi ve şüpheli araç takibi gibi alanlarda en yaygın kullanılan gerçek dünya uygulamalarından biri olarak hizmet etmektedir. Plakaları ve araçların pozlarını eşzamanlı olarak saptamak için tek aşamalı ankrajsız bir

araç sınıflandırıcı önermekteyiz. Sınıflandırıcı, dikdörtgenleri sınırlamak yerine sınırlayıcı dörtgenler vererek araç plakalarının lokalizasyonu ile araç poz tahmini için daha hassas bir işaret vermektedir. Tek ölçekli girdi için, LISA kıyaslama veri kümesinde hassas doğruluk için mAP / mAP50 35.4/82.3 değerine ulaştık, halihazırda mevcut ticari OpenALPR ve Sighthound sistemlerinden daha iyi performans göstermiştir. Çok ölçekli girdiler için, 40.8 / 90.1'lik en iyi mAP / mAP50'ye ulaştık. Araç duruşu için (ön-arka), sınıflandırma doğruluğu%98,8'e, ortalama IoU %71,3'e ulaşarak uçtan-uca araç konumu tahmini ve bağlamsal bilgilerle plaka lokalizasyonu açısından umut verici bir sonuç vermektedir.

Çalışma, python programlama dilinde gerçekleştirilmiştir bu amaçla çeşitli derin öğrenme kütüphaneleri kullanılmıştır. DCNN model çalışmamız sınıflandırma başlığı olmadan modelde yaklaşık 110000 iterasyon için önceden çalıştığımız bir ilk ağırlıktan başlar, bu nedenle DCNN'deki aktarım çalışma bölümü dahil olmak üzere toplam çalışma iterasyonu yaklaşık 780000 olacaktır. Transfer öğrenimi, DCNN modelinin akıllı bir noktadan başlamasını sağlar ve tüm işlevsel başları aynı anda optimize etmeyi kolaylaştırır.

**Anahtar Kelimeler:** Araç sınıflandırma, poz tahmini, optimizasyon, DCNN, öğrenme transferi, araç plakası, lokalizasyon, derin öğrenme

## 1. INTRODUCTION

The broader goal of this paper is to investigate how neural systems can stay robust to incomplete information for vehicle classification and position estimation with license plate localization. Humans are naturally gifted at extracting knowledge and taking decisions based on imperfect observations about the state of their environment as described in (S. Du, M. Ibrahim, 2013). The evolutionary advantage of developing this ability is hardly questionable, however it remains to be clearly understood how exactly our brains can achieve this. This downsized connectivity and the weight sharing characteristic of convolutional networks produce a reduction in the size of the weight search space, which simplifies the network optimization procedure. Besides of being of great interest to improve our understanding of learning and information processing in neurobiology, this question will awaken interest in any engineer attempting to design more robust intelligent systems. In the context of this research paper, the focus will be kept on the second perspective by concentrating on the study of artificial neural networks as provided by (Sayanan Sivaraman, 2010) . The specific problem of interest will be the recognition of vehicles in occluded images. This is a strategic choice for research on this topic, because classical vehicle recognition is a well-researched territory, both in the brain as well as in artificial systems as mentioned in (S. Silva, 2017). This is why it will be useful to review the current state of the field and introduce important theoretical notions before expanding on the core of the paper.

### 1.1 Problem Statement

In the vehicle pose estimation stage, most existing systems are based on the frontal view of vehicle. The open-source version of commercial software struggles to find the vehicle pose estimation and license plate with transformation, like a tilted license plate or the license plate which belongs to the car in an oblique view. This problem states a critical performance bottleneck for machine learning based systems

since the vehicle position estimation and detection failure means the total inability to comprehend a specific position. Here, we conclude the problems of vehicle classification and pose estimation with license plate localization that's would be solved:

1. Lack of estimation ability for tilted and oblique image of vehicles in real time.
2. Loss of contextual information while dealing with more general vehicle classification and position estimation.
3. Is it possible to generate training data by using a vehicle image and a measured ground truth of average vehicle classification?
4. Does the approach of deep learning techniques as a way of automating vehicle classification and position estimation measurements with the help of real time images?
5. What aspects need to be considered if further work on the subject is to be performed?

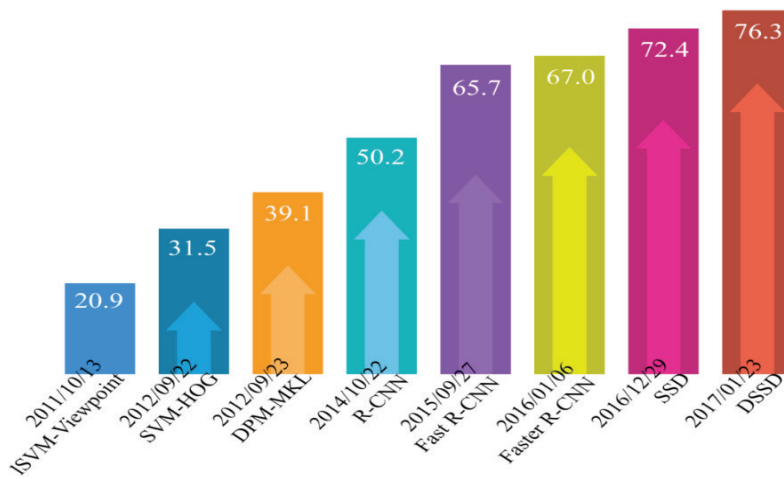
## 1.2 Research Contribution

There are four sub-tasks in the vehicle classification and vehicle pose estimation with license plate localization process, our research focuses on the vehicle pose estimation with license plate localization after vehicle classification task, aiming to accurately locate the vehicle position in various scenes with single or multiple vehicles inside. As to maintain the contextual information when dealing with higher vehicle classification performance, the license plate localization will be detected as well, the pose of the car, on which side (front or rear) does the license plate lay on will also be classified. We will show a detection example, the vehicle poses with license plate localization missing problem mentioned in the problem statement can be solved by our proposed method. We conclude our main contributions as followed:

- We designed a DCNN-based network for vehicle classification and pose estimation vertices with a variety of angles in real-world scenes.
- Along with vehicle pose estimation and the license plate localization, vehicle's pose information will also be given.
- Our model will detect and classify the region of the car's front part and the rear part where a vehicle position is onto.
- To train our model, we proposed a new dataset with manually annotated front-rear bounding boxes.
- The classification process is based on a novel anchor-free method presented in methodology, no manually decided anchor-box size is needed; it might be an inspiration for other vehicle classification and detecting applications.

## 2. RELATED WORK

A popular benchmark for vehicle detection is the Pascal Visual Vehicle Class (VVC) challenge, the version released in 2012 (M. Everingham, 2012) includes 11,530 images with 20 classes and 27,450 bounding box annotations in the training and validation dataset. Figure 1 shows the mAP (mean Average Precision) increasing trend for the Pascal VOC challenge, the first three methods are based on traditional visual descriptors like Histogram of Gradient (HOG) used in SVM-HOG and Scale-Invariant Feature Transform (SIFT) used in DPM-MKL, lastly the CornerNet is a key method that finds the top-left and bottom-right points of a vehicle and further performs bounding box refining.



**Figure 1:** The trend chart of mAP statistics is drawn to represent the trends

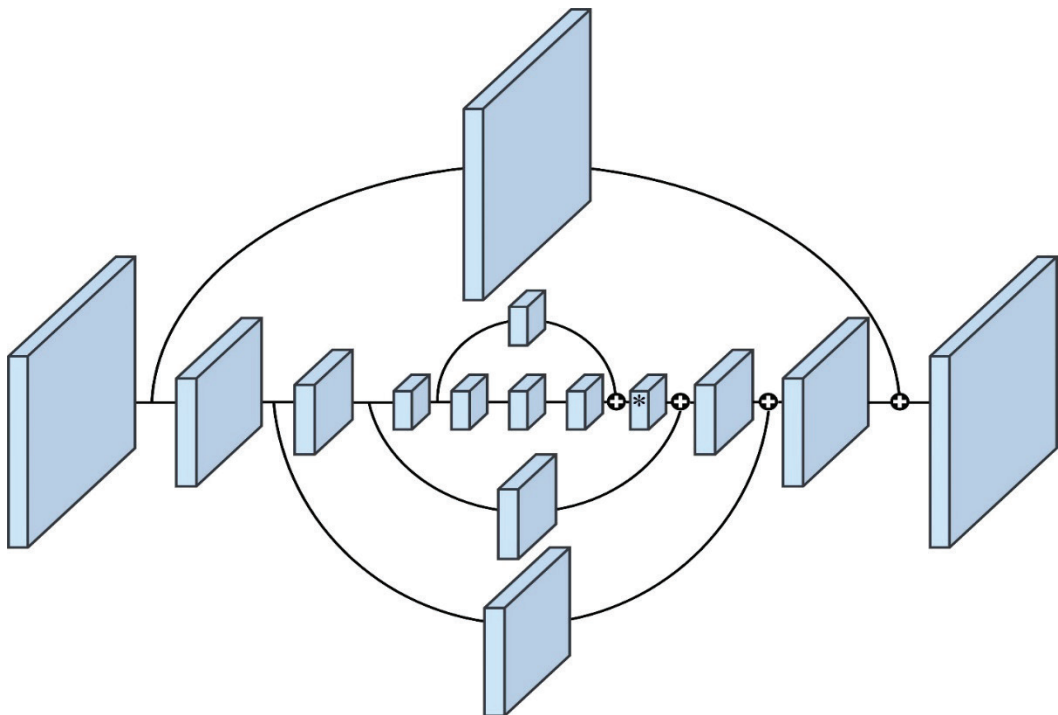
Researchers in (Available Online) proposed an anchor-free method (region proposal without anchor boxes), which can be applied to one-stage classifier, with the combination of anchor-based method and anchor-free method, they achieved the state-of-the-art vehicle detection results. Table 1 lists the components in the recent vehicle classifier.

**Table 1.** Components of Vehicle Pose Estimation with License Plate Localization

Vehicle Pose Estimation with License Plate Localization			
Classification Paradigms	Feature Extraction	Proposal Generation	Backbone Architecture
One-Stage	Image Pyramid	Anchor-Based	VGG16
Two-Stage	Detection Pyramid Integrated Features	Anchor-Free	ResNet
	Feature Pyramid		Hourglass Net

After 2013, deep learning-based detection methods almost dominate the Pascal VOC challenge, including Region-based Convolutional Neural Network (R-CNN) (R. Girshick, 2014) and its extensions Fast R-CNN (R. Girshick, 2015) and Faster R-CNN (S. Ren, 2015), SSD (W. Liu, 2016) and its extension DSSD (C.-Y. Fu, 2017), after 2017, the newly released state-of-the-art classifier are still improving their detecting ability but tend to shift to another more challenging benchmark MS COCO (T. Lin, 2014) which has 80 categories. The deep learning-based vehicle classifier broke through the limitation of traditional classifier and made a tremendous improvement in mAP scores. This section will introduce several famous vehicle classifier and related algorithms.

Stacked Hourglass Network (A. Newell, 2016) was first designed for human pose estimation, it is a feature extraction backbone with several Hourglass Networks connected together. A single Hourglass Network is shown in Figure 2, the architecture of Hourglass Network is a sequence of down-sampling DCNN followed by a sequence of up-sampling DCNN. To utilize the feature with rich spatial information (shallow part of DCNN) and feature with rich semantic information (deeper part of DCNN), there're lateral connections that merge the early features with latter features, it's the central concept of Hourglass Network and make it suitable for vehicle detection tasks since the spatial information often disappears in the latter part of a simple DCNN architecture.



**Figure 2.** Hourglass Network. The block with \* mark refers to simple feature addition, other blocks refer to residual blocks

Each block (except the block with \* mark) in Figure 2 refers to a residual block. Residual block was first proposed by (K. He, 2016) , a skip connection from input layer directly to output layer was added, it was designed to address the problem of gradient vanishing problem when training a deep neural network, when the network goes deeper, information from shallower layer might disappear due to the gradient-based back-propagation, residual block makes it possible to train a network as deep we want as mentioned by (2018). The channel amount (kernel amount) is basically 256 in the entire Hourglass Network, as we can see in the input and output of the residual block. Inside the residual block, there are two DCNNs with 128 channels with kernel sizes 1 and 3, followed by a DCNN with 256 channels with kernel size 1. Stacked Hourglass Network was used for feature extraction backbone network in recent vehicle detection researches like CornerNet and CenterNet.

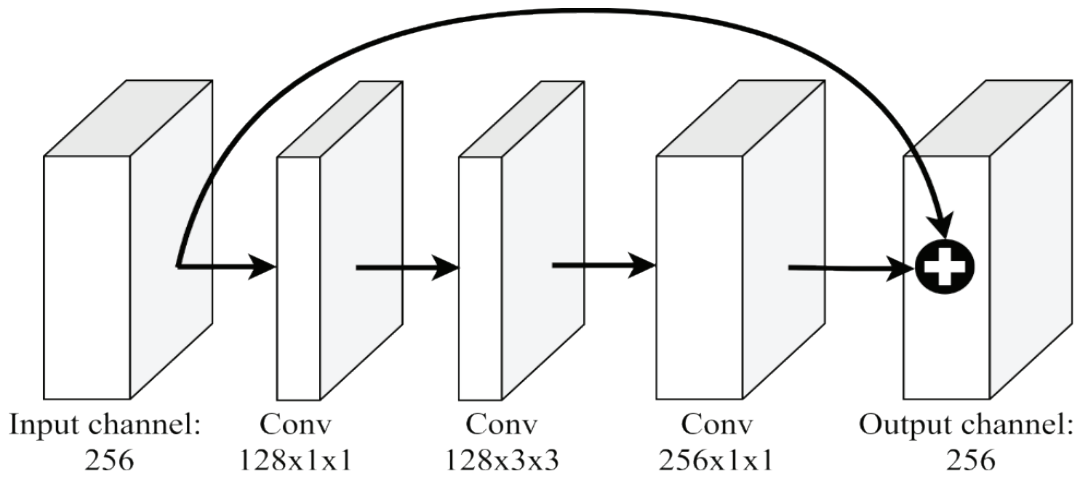


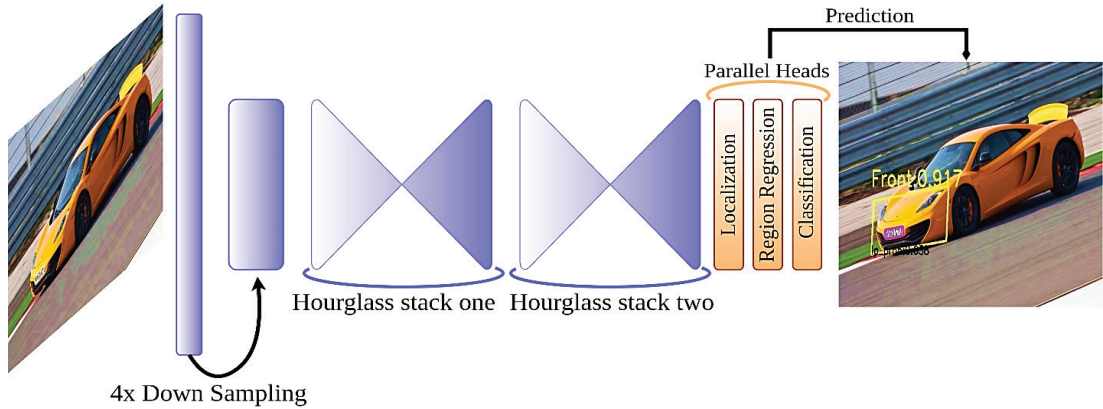
Figure 3. Residual block used in Hourglass Network

### 3. METHODOLOGY

The proposed model is called DCNN (Deep Convolutional Neural Network). DCNN is a one-stage and anchor-free deep learning classifier. The whole model is shown in Figure 4. The width and height of an input RGB image will be first downscaled to 1/4 and pass through two stacks of Hourglass Network, until here is the backbone feature extraction part as described by (T.-Y. Lin, 2017). By utilizing the obtained features, three parallel heads will then handle localization, region regression, and classification individually. The right side of Figure 4 gives an output example of our model, we can see that the license plate region has been found, and the front-rear region of the owner car is also given along with its pose information.

This section includes the backbone feature extraction network design, and the head network architecture with its function and design inspiration, which is done in one-stage manner. The last part of this section will be a brief discussion for anchor-free method.





**Figure 4.** The whole pipeline of our model

### 3.1 Backbone Network Design

As discussed in section 2.1.1, a one-stage classifier has a trade-off between speed and performance, and the performance will descend significantly especially for small vehicles. License plates, in general situations, are small vehicles (imaging the scale difference between license plates and vehicles), so the feature extraction ability of the backbone network architecture becomes considerable, the spatial information needs to be fruitful to avoid missing detections for small vehicles. Inspired by the adoption of Hourglass Network in recent one-stage detectors (H. Law, 2018), we introduced Hourglass Network as our backbone architecture and found it performed much better than a normal straight forward DCNN, a comparison between their performance.

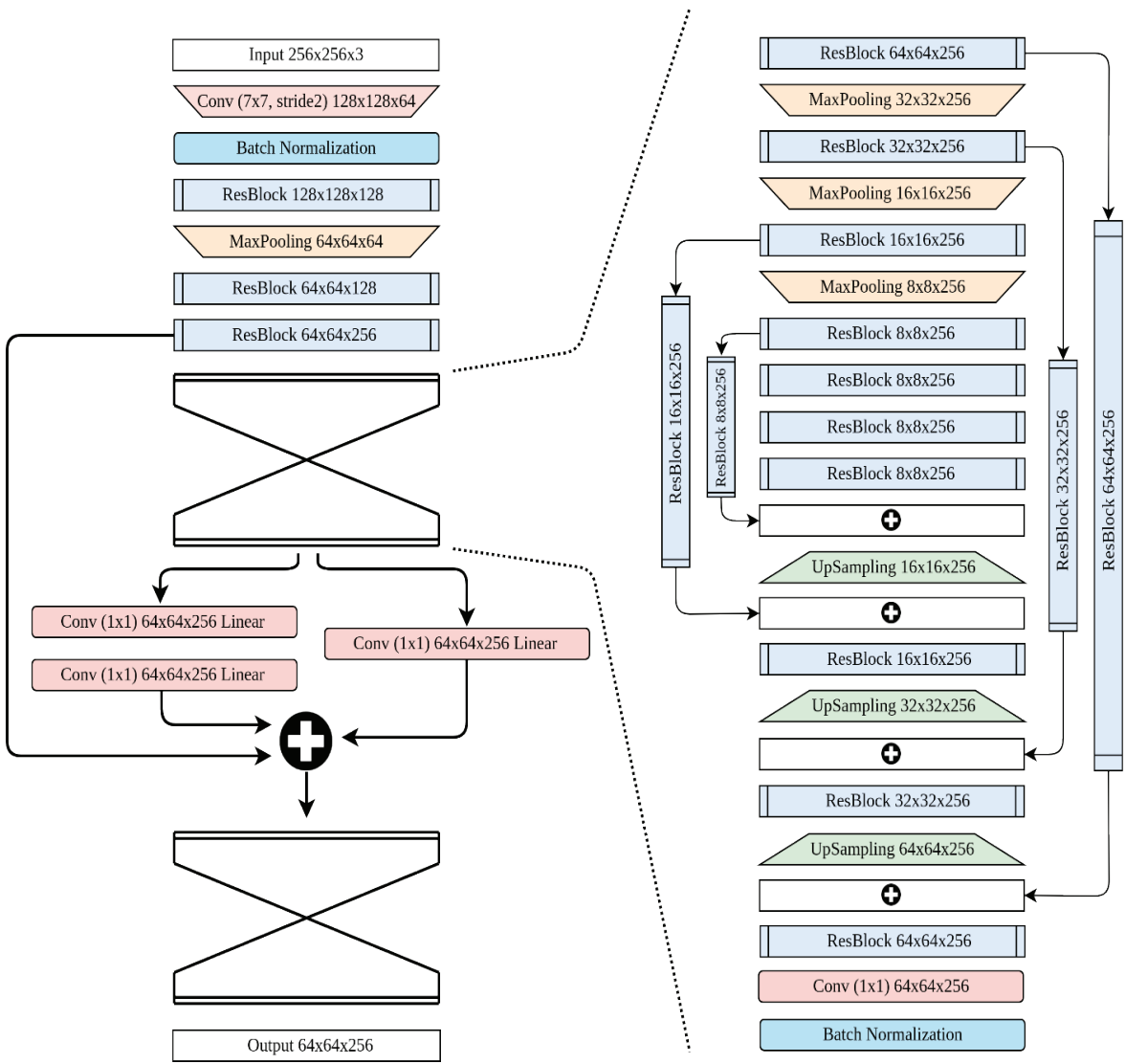
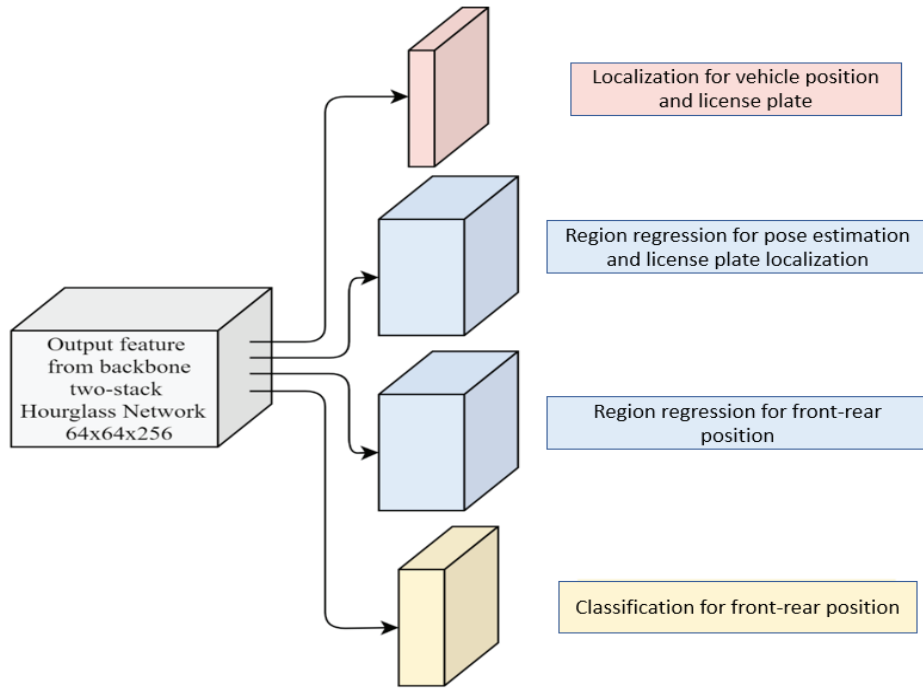


Figure 5. Backbone network. A two-stack Hourglass Network

### 3.2 Head Network Design

Beyond the backbone network, we designed four parallel DCNNs as our head networks, each of them handles different tasks, Figure 6 gives a clear comprehension of the architecture, and we will illustrate each of the head networks.



**Figure 6.** Head network, there are four parallel DCNN branches, the top localization branch, the middle two region regression branches, and the final classification branch

1. **Localization for vehicle position and license plate:** The localization head is done by a deep convolutional neural network with filter size 3x3, the output will be a feature map of size 64x64x1, for each pixel, there is only one output channel which indicates the probability of containing a license plate. Since we did not include the background class in our design, it serves as a single-class problem; the sigmoid activation function fits our requirement and became our choice for activation function.
2. **Region regression for pose estimation and license plate localization:** The region regression part is done by a convolutional neural network with filter size 3x3, and the output feature map has a size of 64x64x8, there are eight output channels for each pixel, the output channels handle the region proposal for vehicle pose estimation and license plates localization. Figure 7 explains how these values work with region proposal, first, we will have four pairs of unit vectors in the same arrangement of four quadrants,  $r_x$  and  $r_y$  then serve as scalars to expand these unit vectors, after expanding a pair of unit vectors, do the vector addition of the horizontal vector and vertical vector in the pair to obtain a destination point. After performing the same procedure on the four pairs of unit vectors, we will obtain four points, and these points will then be the vertices of a quadrilateral, which indicate the region of a license plate. Since we need the expanding factor for unit vectors, exact scalars must be obtained, so we used linear activation function (equivalent to no activation function) for the DCNN layer.

3. **Region regression for front-rear:** The region regression for the car's pose (front-rear) uses exactly the same method used in region regression for license plate, but the vertices now indicate the front-rear region of a car.
4. **Classification for front-rear:** As a multi-class classification task, there are three classes here, front class, rear class, and background class. The classification process is done by a convolutional neural network with filter size 3x3, and the output feature map has a size of 64x64x3, each channel in each pixel represents the probability for front class, rear class, or background class, respectively. Here we used softmax activation function for its compatibility for multi-class classification.

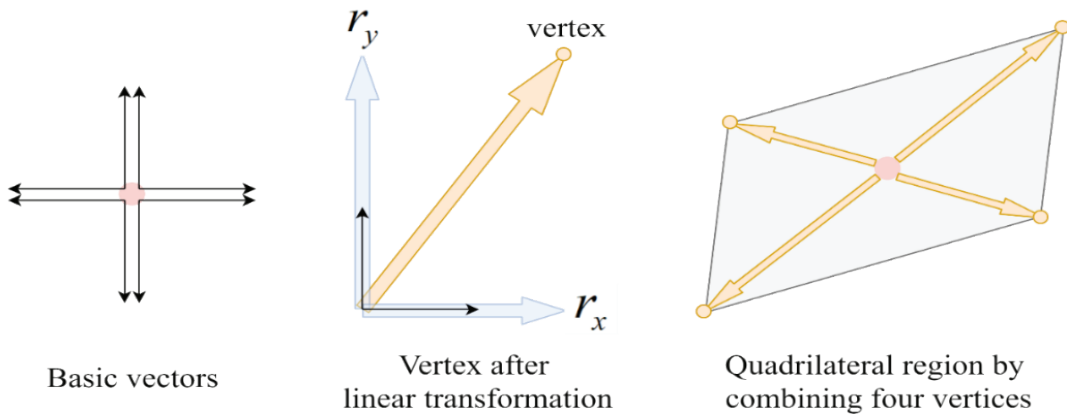


Figure 7. Region regression method

### 3.3 Training Details

The purpose of this section is to describe the whole construction of our training process, including the online data augmentation method, the transfer learning method used for avoiding unstable training state, and the adjustment of the hyperparameters for different periods of iterations. We used LISA dataset for training and testing. Before the training images were fed into the model, several augmentation methods were taken randomly. These methods are listed in Table 1, the Chance column in the table with value 50% means the augmentation was not taken for every time, but only half of the chance. Each image performed each of the methods for one time with random order. Online data augmentation preserves the diversity of training data. In every augmentation method, we also used random parameters, meaning that after performing all of the methods, a single original image will be transformed into countless augmented images, this expands the training data scale and prevents the model from overfitting too early, Figure 8 gives some augmented data examples of a single image.

**Table 2.** Augmentation for Training Data

Augmentation type	Parameter	Chance
Horizontal scale	0.5 ~ 1.0	50%
Vertical scale	0.5 ~ 1.0	50%
Shear angle	-90 ° ~ +90 °	50%
Rotation angle	-25°~+25°	50%
Perspective transform	Standard deviation: 0.05 ~ 0.1	50%
Flip	Only horizontal flip	50%
Hue and Saturation	-50 ~ +50 (in scale of 255)	100%
Overall scale	0.2 ~ 1.0	100%



**Figure 8.** Samples of augmented data

#### 4. RESULTS

The training and testing process were on operating system Ubuntu 16.04 LTS with CPU Intel i7-6500 3.20GHz, GPU GeForce GTX1080, DRAM 16GB. We built the system with python 2.7, and the deep learning frameworks are Tensorflow and Keras. The codes are all available online. We also made the codes available for Windows and python 3.7. Figure 9 shows some examples of the classification results on the LISA dataset, the text above the bounding quadrilaterals of car's front-rear gives the classification results, Front, Rear, or Unknown for background class. The number followed by class is the output of the Softmax activation function. The license plate probability is also written at the bottom of the bounding quadrilateral. The results shown in Figure 9 are done by multi-scale testing with input dimensions 256 and 512, which is also the testing dimension yielding the highest mAP score on the LISA dataset.

Figure 10 shows the detection results on the Multiple Cars Scene dataset, this dataset is quite more challenging than the LISA dataset since some of the license plates are relatively small in the images, making it hard to detect with low input dimension, we used multi-scale testing with dimensions 256, 512 and 1024 for those visualization results since it obtained the best mAP on the Multiple Cars Scene dataset.



Figure 9. Classification and pose estimation results of LISA dataset



**Figure 10.** Classification and pose estimation results of Multiple Cars Scene dataset

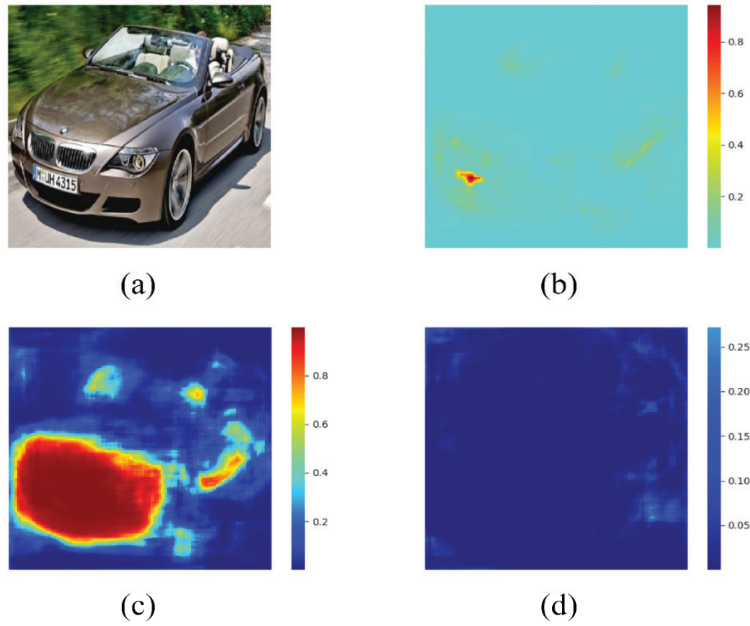
Figure 11 gives some examples of the detection missing issue by vehicle detection-based method. By utilizing our proposed method, we successfully avoided this issue and found all of the license plates inside the image. This indicates that our method is more reliable when the amount of vehicle inside an image becomes larger since the overlapped situation among vehicles will increase as well.

Figure 12 and Figure 13 visualize the vehicle pose estimation with license plate localization probability for each pixel and the classification ability of the model by plotting the distribution of those high probability pixels. Our DCNN model can locate the license plate within a precise region and tell all the possible pixels for the car's front and rear.

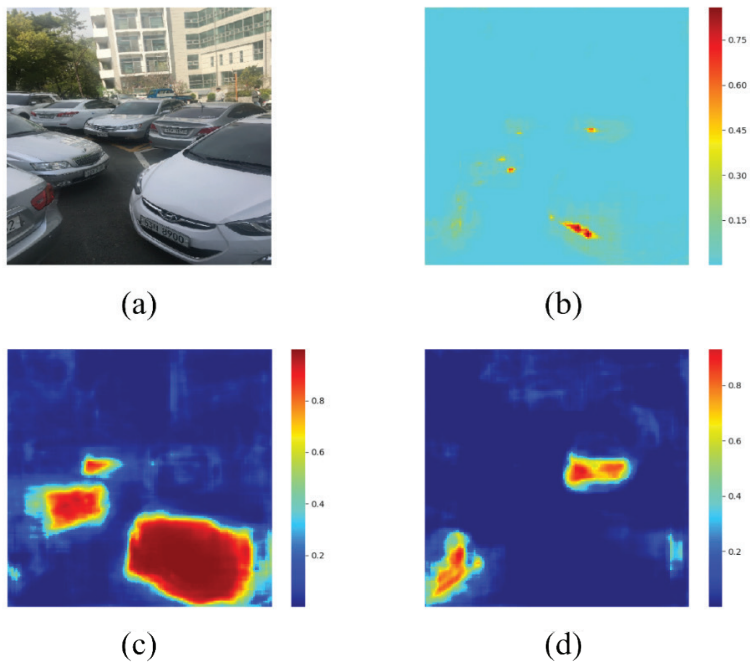


**Figure 11.** Comparison between vehicle pose estimation and license plate localization (left column) and proposed method (right column). On the left side, pose estimation and license plate localization missing appeared due to the false regression of license plate; on the other hand, our proposed method can avoid those cases and find all of the license plates



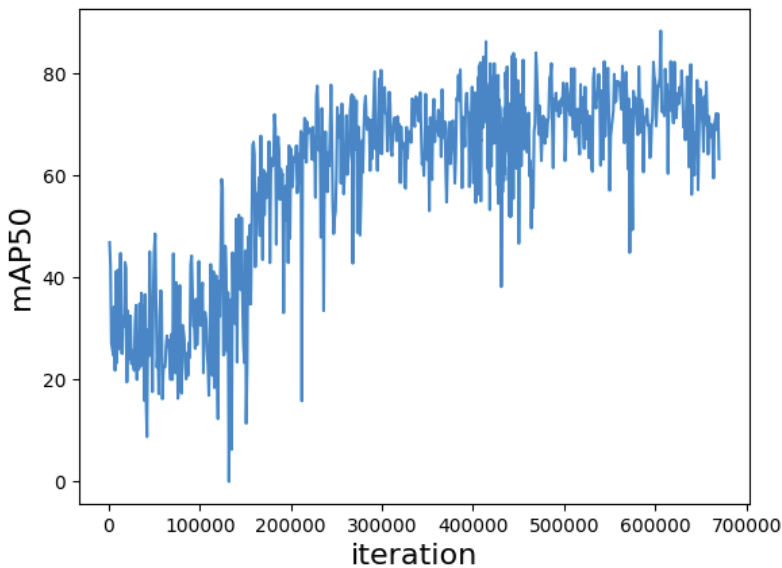


**Figure 12:** Heatmap of LISA dataset. (a): Input image (b): Vehicle pose estimation with license plate probability (c): Front probability (d): Rear probability



**Figure 13.** Heatmap of Multiple Cars Scene dataset. (a): Input image (b): Vehicle pose estimation with license plate probability (c): Front probability (d): Rear probability

The learning states for each functional head are shown in Figure 14. The states are the results of single-scale testing with a dimension of 512. For the vehicle pose estimation and license plate mAP50 performance in Figure 14, the model learned fast in the early 300k iterations, after that, the learning state became steady and tended to be overfitting after 600k iterations. The training settings modifications at 330k and 434k fine-tuned the model slightly to get mAP50 beyond 80, but the other datasets did not significantly benefit the mAP for the LISA dataset since the obliqueness levels in the LISA dataset is not that heavy as the ones in the dataset.



**Figure 14.** Vehicle pose estimation and license plate localization mAP50 to iteration on LISA dataset

## 5. CONCLUSION

The proposed DCNN based vehicle pose estimation with license plate localization model showed the ability to detect license plates under different vision angles. Performance estimation on the dataset with oblique vehicles outperformed the existing commercial systems OpenALPR (K. Simonyan, 2015) and SightHound (K. He, 2016), reached mAP/mAP50 of 40.8/90.1. Our system also detects bounding quadrilateral instead of bounding rectangles, yielding a more precise indication for vehicle pose estimation and license plate localization compared to conventional systems. Another main contribution is providing the vehicle information while performing vehicle pose estimation and license plate localization detection, we called this kind of information contextual information, which provides the relation comprehension between the vehicle pose estimation and license plate localization and the vehicle, we got the pose classification accuracy 98.8% and average IoU 71.3%. Applications like traffic scene analysis, we may utilize contextual information for enhancing the interpretation of the vehicle pose estimation and license

plate localization. Since we have obtained the area of the owner car, by further analyzing, we can get; for instance, car brand, model, and color information. In addition, some parking lots tell users to park their cars in a consistent direction (e.g., back-in parking only), the pose information given by our system might help the management of those parking lots.

## 6. REFERENCES

- Du, S., M. Ibrahim, M. Shehata, and W. Badawy.** 2013. Automatic License Plate Recognition (ALPR): a state-of-the-art review, *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology* 23(2), pp. 311-325.
- Everingham, M., Van Gool, L., Williams, C.K.I., Winn, J. and Zisserman, A.** 2012. The PASCAL Visual Object Classes Challenge 2012 (VOC2012) Results, available in: <http://www.pascal-network.org/challenges/VOC/voc2012/workshop/index.html>.
- Fu, C.-Y., W. Liu, A. Ranga, A. Tyagi and A. C. Berg.** 2017. Dssd: Deconvolutional single shot detector, arXiv preprint arXiv:1701.06659.
- Girshick, R., J. Donahue, T. Darrell, and J. Malik.** 2014. Rich feature hierarchies for accurate vehicle detection and semantic segmentation, in *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*.
- Girshick, R.** 2015. Fast R-CNN," in *IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*.
- He, K., X. Zhang, S. Ren, and J. Sun.** 2016. Deep residual learning for image recognition, in *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*.
- Law, H., and J. Deng.** 2018. CornerNet: detecting vehicles as paired keypoints, in *The European Conference on Computer Vision (ECCV)*.
- Lin, T., M. Maire, S. Belongie, J. Hays, P. Perona, D. Ramanan, and C.L.Z.P. Dollár.** 2014. Microsoft COCO: Common Vehicles in Context, in *The European Conference on Computer Vision (ECCV)*.
- Lin, T.-Y., P. Goyal, R. Girshick, K. He, and P. Doll'ar.** 2017. Focal loss for dense vehicle detection, in *IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*.
- Liu, W., D. Anguelov, D. Erhan, C. Szegedy, S. Reed, C. Fu, and A. Berg.** 2016. SSD: single shot multibox detector, in *The European Conference on Computer Vision (ECCV)*.
- Newell, A., K. Yang, and J. Deng.** 2016. Stacked hourglass networks for human pose estimation, in *The European Conference on Computer Vision (ECCV)*.
- Redmon, J., and A. Farhadi.** 2018. YOLOv3: an incremental improvement, arXiv preprint arXiv:1804.02767.
- Ren, S., K. He, R. Girshick, and J. Sun.** 2015. Faster R-CNN: towards real-time vehicle detection with region proposal networks, in *Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS)*.

**Silva, S., and C. Jung.** 2017. Real-time Brazilian license plate detection and recognition using deep convolutional neural networks, in 14th IAPR International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR).

**Simonyan, K., and A. Zisserman.** 2015. Very deep convolutional networks for large-scale image recognition, in International Conference on Learning Representations (ICLR).

**Sivaraman, S., and M.M. Trivedi.** 2010. A General Active Learning Framework for On-road Vehicle Recognition and Tracking, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems.

#### **Web Sources**

**Available Online:** <https://www.openalpr.com>.

**Available Online:** <https://www.sighthound.com/press/sighthound-ai-software-now-reads-license-plates>.

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

## RSA VE RC4 ALGORİTMALARININ PERFORMANS KARŞILAŞTIRMASI

Tuğçe YÜKSEL<sup>1</sup><sup>1</sup>Bilişim Güvenliği Teknolojisi Bölümü, İstanbul Gelişim Meslek Yüksekokulu,  
Gelişim Üniversitesi, İstanbul, Turkey

tyuksel@gelisim.edu.tr, ORCID No: 0000-0002-1487-6041

Büşra ÖZGÜN<sup>2</sup><sup>2</sup>Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü,  
İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Turkey

ozgunbusra@gmail.com, ORCID No: 0000-0003-3213-9018

Geliş Tarihi/Received Date: 19.01.2021 Revizyon Tarihi/Revision Date: 28.05.2021

Kabul Tarihi/Accepted Date: 10.06.2021

## Özet

Günümüzde bilgi teknolojileri sistemlerinin en önemli çalışma alanlarından biri güvenlidir. İletişim teknolojilerinin hızla gelişmesi, bilgi güvenliği sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Sistemler arasındaki iletişimde veya herhangi iki nokta arasındaki bağlantıda verinin güvenli olarak gönderilmesi önem taşımaktadır. Bunun sağlanabilmesi için, uygun bir şifreleme tekniği kullanılarak verinin şifrelenmesi gerekir ve bu kriptoloji adı verilen bilim dalının konusudur. Verilerin güvenilir bir şekilde iletilmesi ve elde edilmesi için kriptoloji bilimi kullanılarak çeşitli anahtarlar, şifreleme ve şifre çözme algoritmaları geliştirilmiştir. Bu çalışmada, yaygın olarak kullanılan asimetrik şifreleme yöntemi olan RSA algoritması ile simetrik şifreleme yöntemi olan RC4 algoritmasının performansları karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak RC4 algoritması kullanılarak, şifrelenmiş bir bilginin, deşifrelenmesinin RSA algoritmasına göre daha hızlı olduğu gösterilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Şifreleme, Şifre Çözme, RSA, RC4.

## PERFORMANCE COMPARISON OF RSA AND RC4 ALGORITHMS

## Abstract

Today, one of the most important fields of study of information technology systems is security. The rapid development of communication technologies has brought information security problems. It is important to send data securely in the communication between systems or any connection between two points. In order to achieve this, data must be encrypted using an appropriate encryption technique and this is the subject of the science called cryptology. Various keying, encryption and decryption algorithms have been developed using the science of cryptology in order to transmit and retrieve data in a reliable manner. In this study, the performances of the RSA algorithm, which is a widely used asymmetric encryption method, and the RC4 algorithm, which is a symmetric encryption method, are compared. As a result, it has been shown that encrypted information is decrypted faster than RSA algorithm by using RC4 algorithm.

**Keywords:** Encryption, Decryption, RSA, RC4.

## 1. GİRİŞ

Güvenliği sağlamak amacıyla askeri ve diplomatik iletişimde uzun yıllardır kullanılan şifreleme yöntemine günümüzde de ihtiyaç duyulmaktadır. Açık bir haberleşme kanalı üzerinden iletişim sağlandığında bilginin yetkisiz bir kişi tarafından dinlenebileceği, veriyi bozabileceği veya değiştirebileceği riski önemli bir sorundur. Herhangi iki nokta arasındaki iletişimde veya sistemler arasındaki bağlantılarda verinin güvenli bir şekilde gönderilmesi büyük önem taşıdığından veri şifrelenerek açık haberleşme kanalları aracılığıyla ulaştırılır (Yerlikaya, Buluş ve Buluş, 2006a). Şifreleme, hassas bilgilerin güvenliğini garanti altına almanın başlıca araçlarından biridir.

Yunan kökenli krypto's (gizli) ve lo'gos (kelime) sözcüklerinin bir araya gelmesi ile oluşan ve iletişimde gizlilik bilimi olarak ifade edilen Kriptoloji, kriptografi (şifreleme) ve kriptanaliz (şifre çözme) olmak üzere ikiye ayrılır (Singh ve Supriya, 2013).

Şifreleme algoritması, düz metin üzerinde çeşitli yer değiştirmeler ve dönüşümler gerçekleştirir. Günümüzde kullanılan şifreleme algoritmaları, açık anahtarlı (asimetrik) ve gizli anahtarlı (simetrik) olarak sınıflandırılır.

Asimetrik şifreleme sistemleri üzerine ilk çalışma, Diffie ve Hellman tarafından 1976 yılında yapılmıştır. Daha sonra Rivest, Shamir ve Adleman RSA şifreleme yöntemini bulmuşlardır. RSA sisteminin güvenliği, büyük sayılarla yapılan matematiksel işlemlerin zorluğuna dayanmaktadır (Çakar ve Varol, 2007). RSA veri güvenliğini sağlamak için 1987 yılında Rivest tarafından simetrik bir şifreleme algoritması olan RC4 geliştirilmiştir (Singha ve Raina, 2011).

Nidhi Singhal ve S. Raina 2011 yılında yaptıkları bir çalışmada AES ve RC4 algoritmalarını karşılaştırmışlar ve deneyler sonucunda RC4'ün şifreleme ve şifre çözme için AES'den daha hızlı ve enerji açısından verimli olduğunu belirlemişlerdir (Singha ve Raina, 2011).

RSA algoritması kullanılarak ses verisi şifreleme ve şifre çözme işlemleri için uygulama geliştirilmiştir. Tushar Kanti Saha ve arkadaşları 2012 yılında yaptıkları bir çalışmada beş yüz Bangla konuşma dilini altı farklı hoparlörden kaydederek ve RIFF (.wav) dosya formatı olarak saklamışlardır. Ardından, geliştirdikleri program ile bu kelimelerin verilerini tamsayı veriler olarak çıkararak bir metin dosyasında saklamışlardır. Son olarak, geliştirdikleri program ile konuşma verilerini şifrelemişlerdir (Rahman, Saha ve Bhuiyan, 2012).

2013 yılında Shikha Kuchhal ve Ishank Kuchhal, veri güvenliğini sağlamak için Matlab araç kutusunda bulunan çeşitli araçlar yardımıyla RSA algoritmasını kullanarak metni şifrelemek ve şifre çözmek için bir program geliştirmişlerdir (Kuchhal ve Kuchhal, 2013).

Şifreleme ve şifre çözmeyi "Bir mesajın ağ ortamındaki davetsiz misafirlerden gelen anlamlarını gizlemenin en iyi yollarından biridir." olarak ifade eden Nentawe Goshwe, 2013 yılında yaptığı bir çalışmada, belirli bir ileti bloğu boyutuna sahip RSA algoritması kullanan bir ağ ortamında veri şifreleme ve şifre çözme için tasarlanmış bir yazılım geliştirmiştir. Bu yazılım ile veriler güvenli olmayan bir ağ ortamı vasıtasıyla bir bilgisayar terminalinden diğerine aktarılabilir (Goshwe, 2013).

Prerna Mahajan ve Abhishek Sachdeva 2013 yılında yaptıkları bir çalışmada AES, DES ve RSA şifreleme tekniklerinin performansını araştırmışlardır. Kullanılan metin dosyalarına ve deney sonuçlarına göre, AES algoritmasının en kısa süre şifreleme yaptığı ve RSA'nın en uzun şifreleme süresini tükettiği, AES algoritmasının DES ve RSA algoritmalarından çok daha iyi olduğu belirlenmiştir (Mahaja ve Sachdeva, 2013).

Saranya ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada RSA algoritmasında üssün değerini analiz etmişlerdir. Üssün değeri yükseldikçe RSA algoritmasının güvenliğinin de yüksek olduğundan dolayı daha iyi bir güvenlik sağlamak için üstel değer RSA algoritmasında uygulanmasını önermişlerdir (Saranya, Vinothini ve Vasumathi, 2014).

Kunal Gagneja ve John Singh 2015 yılında RSA algoritması üzerindeki güvenlik konularını araştırmışlar, RSA'nın matematiksel mimarisini temel alarak problemleri belirlemişlerdir. RSA algoritmasının, xor'un başlatılması ve karıştırılmasından ötürü AES, DES gibi diğer algoritmaların güvenlik avantajlarına sahip olduğunu ifade etmişler ve RSA yavaş çalışan bir algoritma olduğu için kaba kuvvet saldırısı yapmanın daha fazla zaman alacağını belirtmişlerdir (Gagneja ve Singh, 2015).

2017 yılında Tark Yerlikaya ve Hakan Gençoğlu yaptıkları çalışmada, RSA algoritmasının mobil cihazlardaki performansını test etmişlerdir. RSA algoritması mobil cihazların sınırları dikkate alınarak optimize edilmiş ve algoritmanın hızlı çalışması sağlanmıştır (Yerlikaya ve Gençoğlu, 2017).

Ayşe Beşkirli ve arkadaşları tarafından 2019 yılında yapılan bir çalışmada, RSA algoritmasının şifrelemedeki etkisi incelenmiştir. Algoritmanın diğer algoritmalar ile bir arada kullanılması sonucu oluşacak yeni algoritmanın daha hızlı ve güvenilir olacağı ifade edilmiştir (Beşkirli, Özdemir ve Beşkirli, 2019).

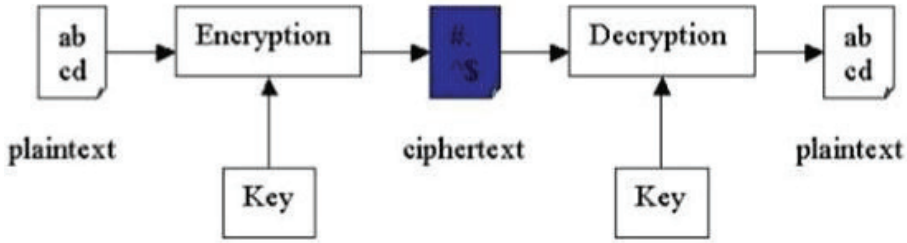
2020 yılında yapılan bir çalışmada, tıbbi verilerin büyük tekrarının ve yüksek hassasiyetinin özelliklerini hedefleyerek, Huffman sıkıştırması ve RC4'e dayalı güvenli bir veri depolama algoritması sunulmuştur. Geliştirilen algoritmanın sadece RC4 şifreleme verimliliğini korumakla kalmadığı, aynı zamanda şifreli metin verilerinin miktarını azalttığı ve anahtar akışının rastlantısallığını, gizliliğini ve güvenliğini de geliştirdiği belirtilmiştir (Zhang, Liu ve Ni, 2020).

Riguang Lin ve Sheng Li 2021 yılındaki çalışmalarında, RSA algoritmasına dayalı yeni bir görüntü şifreleme şeması önermişlerdir. Deneysel sonuçlar, araştırmada önerilen görüntü şifreleme şemasının etkili olduğunu ve güçlü anti-saldırı ve anahtar duyarlılığına sahip olduğunu kanıtlamıştır (Lin ve Li, 2021).

Bu çalışmada şifreleme yöntemlerinden bahsedilmiş, simetrik şifreleme yöntemi olan RC4 algoritması ile asimetrik şifreleme yöntemi olan RSA algoritmasının performansları karşılaştırılmıştır.

## 2. SİMETRİK ŞİFRELEME ALGORİTMALARI

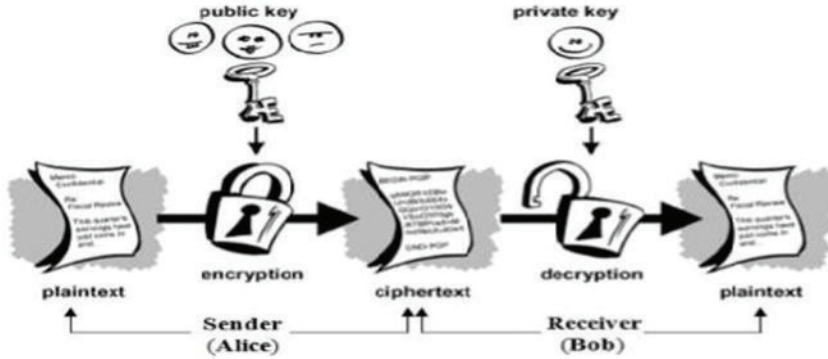
Şifreleme ve şifre çözme için tek bir gizli anahtar kullanılan simetrik şifreleme algoritmalarında, Şekil 1'de görüldüğü gibi şifrelenen metinle birlikte gizli anahtar da alıcıya gönderilir. Şifreleme ve çözme işlemlerinde çok hızlı olduklarından dolayı günümüzde yaygın olarak kullanılan simetrik şifreleme algoritmalarının güvenli anahtar dağıtımı zorluğu bulunmaktadır (Yerlikaya, Buluş ve Buluş, 2006a). DES, 3DES, AES, RC4, Blowfish yaygın olarak kullanılan simetrik şifreleme algoritmalarıdır.



Şekil 1: Simetrik Şifreleme (Preetha ve Nithya, 2013)

### 3. ASİMETRİK ŞİFRELEME ALGORİTMALARI

Açık anahtarlı şifreleme/deşifreleme algoritmaları, şifreleme için bir anahtar,deşifreleme için ise bu anahtarla ilişkisi olan başka ikinci bir anahtar kullanarak güvenliğini sağlar. Gizli anahtarların dağıtılması açık anahtarlı şifrelemenin amaçlarından biridir. Kullanılan algoritma ve anahtar uzunluğu işlemlerin hızını belirler. Yavaş çalışmalarına rağmen, anahtar dağıtım kolaylığı, kriptoalaniz direnci gibi avantajlarından dolayı açık anahtar tabanlı algoritmalar tercih edilmektedir (Çakar ve Varol, 2007). Diffie-Hellman, RSA, DSA, El Gamal asimetrik şifreleme algoritmalarıdır. Şekil 2'de asimetrik şifreleme işlemi yer almaktadır.



Şekil 2: Asimetrik Şifreleme (Rahman, Saha ve Bhuiyan, 2012)

## 4. MATERYAL VE METOD

### 4.1 RSA Algoritması

Ron Rives, Adi Shamir ve Leonard Aldeman tarafından 1976 yılında geliştirilen RSA algoritması açık anahtarlı şifreleme yöntemlerinden biridir. Şifreleme yöntemi adını bu üç kişinin soy isimlerinin baş harflerinden almaktadır (Yerlikaya ve diğerleri, 2011).

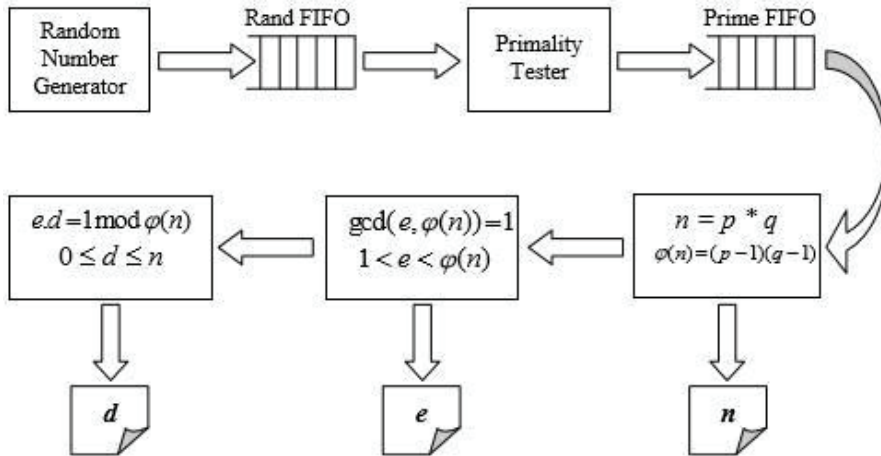
Simetrik şifrelemede kullanılan tek anahtar yönteminin yerine, açık (public key) ve gizli (private key) olarak iki anahtar kullanılır. Bir kişinin karşı tarafa şifreli mesaj iletebilmesi için o tarafın açık anahtarına ihtiyacı varken, mesajı alan tarafın da mesajı okuyabilmesi için gizli bir anahtara ihtiyacı vardır.



RSA algoritması, gizlilik ve dijital imza sağlamak amacıyla kullanılabilir. Özellikle kullanıcısı fazla olan sistemlerde verinin güvenli olarak paylaşılmasına ve sayısal imza ile kimlik doğrulamasına imkân sağlamaktadır. Kullanılacak anahtarın sayısal büyüklüğü, sistemin güvenilirliğinin ve hızının yüksek olması için önemlidir. Güvenilirlik derecesi, şifrelemede kullanılan asal sayıların büyüklüğü ile orantılıdır. RSA şifreleme sistemin ortaya çıkmasıyla, günümüzde asimetrik şifreleme algoritmaları daha yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır (Yerlikaya ve diğerleri, 2006b).

RSA algoritması anahtar üretimi, şifreleme ve şifre çözme olmak üzere üç adımdan oluşur. Anahtar üretim adımları Şekil 3'te yer almaktadır.

- P ve Q gibi rastgele iki büyük asal sayı seçilir.
- Seçilen iki asal sayının çarpımı hesaplanarak N değeri tutulur. ( $N = P \cdot Q$ )
- Totient fonksiyonu hesaplanır. Totient değeri seçilen iki asal sayının bir eksiklerinin çarpımıdır.  $\varphi(n) = (p-1)(q-1)$ .
- Totient fonksiyonu değeri ( $\varphi(n)$ ) ile aralarında asal olan ve  $1 < e < \varphi(n)$  şartını sağlayan rastgele bir e sayısı seçilir.
- $e \cdot d \equiv 1 \pmod{\varphi(n)}$  ve  $1 < d < \varphi(n)$  koşulunu sağlayan bir d sayısı hesaplanır. Genel anahtar (n,e); özel anahtar d elde edilmiş olur (Bodur, Kara ve Zavrak, 2015).



Şekil 3: RSA Anahtar Üretimi İçin Sistem Mimarisi (Rahman, Saha ve Bhuiyan, 2012)

Genel ve özel anahtarlar elde edildikten sonra mesaj genel anahtar ile şifrelenerek karşı tarafa gönderilir. Şifrelenecek verinin sayısal karşılığının e'ninci kuvveti alınarak mod n deki karşılığı bulunur ve şifreli metin elde edilir (Mert ve Şeker, 2014).

$$c = m^e \text{ mod } n \quad (1)$$

Genel anahtarla şifrelenen bir metin özel anahtar ile açılabilirdiğinden dolayı yine aynı şekilde, şifreli metnin sayısal karşılığının d'ninci kuvveti alınarak mod n deki karşılığı bulunur ve orijinal metin elde edilir (Mert ve Şeker, 2014).

$$m = c^d \text{ mod } n \quad (2)$$

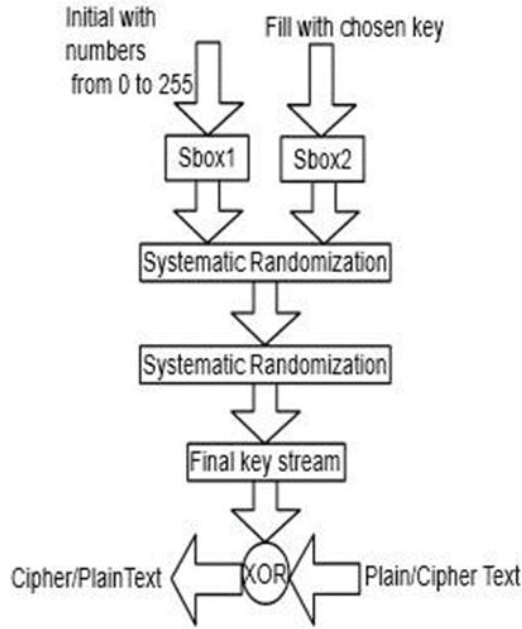
#### 4.2 RC4 Algoritması

Popüler bir akış şifresi olan ve "Rivest Cipher 4" olarak anılan RC4, 1987'de Ron Rivest tarafından tasarlanmıştır (Guo, Feng ve Fu, 2021). Aynı algoritma hem şifreleme hem de şifre çözme için kullanılır, çünkü veri akışı üretilen anahtar dizisiyle sadece XOR işlemi yapılır. Anahtar akışı, kullanılan düz metinden tamamen bağımsızdır. 256 bit bir durum tablosu başlatmak için 1 - 256 bit arasında değişen uzunlukta bir anahtar kullanır. Durum tablosu daha sonra sözde rastgele bitlerin üretilmesi ve daha sonra şifreli metin elde etmek üzere düz metinle XOR yapılan bir sahte rastgele akış üretmek için kullanılır. Bu algoritma, rastgele bir permütasyonun kullanımına dayanır (Mousa ve Hamad, 2006).

RC4 algoritması başlatma ve işlem olmak üzere iki aşamadan oluşur. Başlangıç aşamasında 256 bitlik durum tablosu S, bir tohum olarak K tuşunu kullanarak doldurulur. Durum tablosu kurulduktan sonra, veri şifrelendiği için düzenli bir şekilde değiştirilmeye devam eder (Rahman, Saha ve Bhuiyan, 2012).

RC4 şifreleme algoritması için adımlar Şekil 4'teki gibidir.

1. Şifrelenecek veriler ve seçilen anahtar alınır.
2. İki adet string dizi oluşturulur.
3. 0'dan 255'e kadar sayı içeren bir dizi başlatılır.
4. Seçilen anahtar ile diğer dizi doldurulur.
5. Anahtar dizisine bağlı olarak ilk dizi rastgele oluşturulur.
6. Son anahtar akışını oluşturmak için kendi içindeki ilk dizi rastgele oluşturulur.
7. Şifreli metni elde etmek için XOR son anahtar akışı veri ile şifrelenir (Rahman, Saha ve Bhuiyan, 2012).

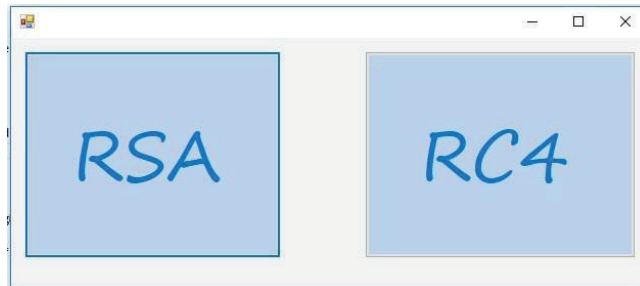


Şekil 4: RC4 Şifreleme Algoritması (Rahman, Saha ve Bhuiyan, 2012)

Değişken anahtar uzunluğuna sahip olan RC4 algoritması basit, hızlı ve açıklaması kolaydır. Hem yazılım hem de donanımda verimli bir şekilde uygulanabilir. SSL protokolünü kullanarak güvenli web sitelerine giden ve güvenli web sitelerinden gelen trafik şifrelemesinde olduğu gibi güvenli iletişim için de kullanılır (Bodur, Kara ve Zavrak, 2015).

## 5. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu çalışmada RSA ve RC4 şifreleme algoritmalarının metin dosyalarını şifreleme ve şifre çözme sürelerini karşılaştırmak için Visual Studio C# ortamında bir uygulama geliştirilmiştir. Uygulama ilk açıldığında Şekil 5'te görüldüğü gibi kullanıcıya hangi algoritmaları kullanacağına dair iki bölüm sunar. Birinci bölüm RSA algoritması ile ikinci bölüm ise RC4 algoritması ile şifreleme ve deşifreleme işlemlerini gerçekleştirmektedir.



Şekil 5: RSA - RC4 Uygulaması İlk Ekran

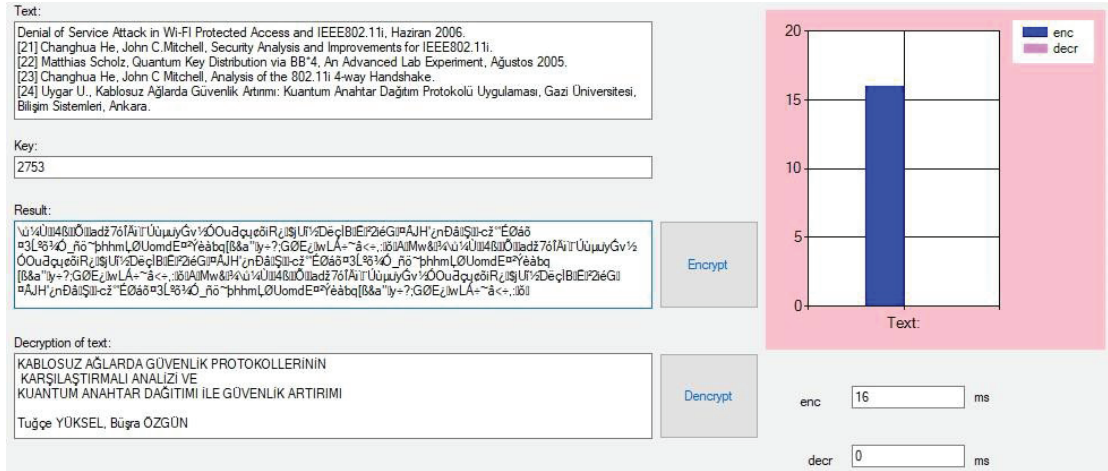
RSA ekranı açıldığında iki büyük asal sayı değeri girip, RSA algoritması anahtar üretim aşamasında belirtilen şartı sağlayan bir e değeri veriyoruz. Şekil 6'da görüldüğü gibi "Set" butonuna tıkladığımızda program hem d değerini (gizli anahtar) buluyor hem de girdiğimiz sayıların asal sayı olup olmadığını kontrol ediyor.

Şekil 6: RSA Anahtar Üretim Aşaması

Genel ve özel anahtarları belirledikten sonra Şekil 7'de görüldüğü gibi şifrelenecek olan metin "Text" alanına girilir. "Encryption" butonuna basıldığında şifreli metin, "Decryption" butonu ile de şifreli metin çözülerek orijinal metin elde edilir ve şifreleme/deşifreleme için geçen süre ekranda gösterilir.

Şekil 7: RSA Şifreleme ve Şifre Çözme Aşaması

RC4 ekranında şifrelenecek metin "Text" alanına girilir ve bir anahtar belirlenir. "Encryption" seçeneği ile şifreli metin elde edilir. Şifreli metni orijinal halini görmek için "Decryption" seçeneği seçilir. Şekil 8'de RC4 ile şifreleme vedeşifreleme işlemi yer almaktadır.



Şekil 8: RC4 Şifreleme ve Şifre Çözme İşlemi

Bu çalışmanın amacı RSA ve RC4 algoritmalarının performanslarını karşılaştırmak olduğu için her iki algoritma için farklı boyutlarda metin verileri girilerek deneyler artırılmıştır. Sonuçlar Tablo 1 ve Tablo 2’ de yer almaktadır.

Tablo 1. RSA ve RC4 Şifreleme Süreleri

Dosya Boyutu	RSA(ms)	RC4(ms)
10 KB	3.5	2.1
100 KB	17.4	14.6
500 KB	51.6	46.8
1 MB	101.2	95.2
10 MB	1084.0	964.4
100 MB	10255.4	9022.4
500 MB	48616.2	45206.0
1 GB	92356.2	88314.2

Tablo 2. RSA ve RC4 Deşifreleme Süreleri

Dosya Boyutu	RSA(ms)	RC4(ms)
10 KB	2.9	1.5
100 KB	16.5	14.9
500 KB	52.8	51.2
1 MB	104.3	97.3
10 MB	996.0	892.6
100 MB	9892.5	8214.1
500 MB	44763.0	43402.0
1 GB	90124.2	82674.0

## 6. SONUÇ

Bilgisayarların yaygın olarak kullanılması ve bilgisayar ağlarının gelişmesi, bilgiye erişim kolaylaştırırken, güvenlik sorunları ortaya çıkarmıştır. Bilginin korunması ve güvenli bir şekilde iletilmesi büyük önem taşımaktadır.

Şifreleme işlemi, verileri belli bir algoritmaya göre yer değiştirme yaparak veya matematiksel işlemleri kullanarak karmaşık hale getirir. Kullanılan yöntemler incelendiğinde bu işlemler için geliştirilmiş çeşitli şifreleme algoritmaları bulunmaktadır. Simetrik şifreleme algoritmaları tek ve gizli bir anahtarla şifreleme ve deşifreleme işlemlerini gerçekleştirirken; asimetrik şifreleme algoritmaları ile gönderen ve alıcı taraflar ortak bir gizli anahtar oluşturup, bu anahtarı kullanarak verilerini şifreleyebilirler.

Bu çalışmada simetrik ve asimetrik şifreleme yöntemleri hakkında genel bilgiler verilmiş, RSA ve RC4 şifreleme algoritmalarının şifreleme ve şifre çözme performanslarını karşılaştırılmıştır. Bir uygulama geliştirilerek farklı boyutlardaki metin verileri ile deneyler yapılmış, sonuçlar tablo halinde gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlar, RC4 şifreleme yönteminin RSA 'ya göre daha hızlı olduğunu göstermektedir.

## 7. KAYNAKLAR

**Beşkirli, A., D. Özdemir ve M. Beşkirli.** 2019. Şifreleme Yöntemleri ve RSA Algoritması Üzerine Bir İnceleme. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi Özel Sayı, S. 284-291.

**Bodur, H., R. Kara ve S. Zavrak.** 2015. RSA Şifreleme Algoritmasını Kullanarak SMS İle Güvenli Şifreleme Yöntemi. XVII. Akademik Bilişim Konferansı (AB 2015), Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

**Çakar, H. ve A. Varol.** 2007. Bilgi Güvenliği ve RSA Şifreleme Algoritmasının İncelenmesi. Ulusal Teknik Eğitim, Mühendislik ve Eğitim Bilimleri Genç Araştırmacılar Sempozyumu, Kocaeli Üniversitesi Bildiriler Kitabı, S.1411-1412.

**Gagneja, K. ve K.J. Singh.** 2015. A Survey and Analysis of Security Issues on RSA Algorithm. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology, 11(8), 847-853.

**Goshwe, N.Y.** 2013. Data Encryption and Decryption Using RSA Algorithm in a Network Environment. International Journal of Computer Science and Network Security, 13(7), 9-13.

**Guo, T., Y. Feng ve Y. Fu.** 2021. A New Form of Initialization Vectors in the FMS Attack of RC4 in WEP. Proceedings of the 10th International Conference of Information and Communication Technology, vol. 183, 456-461.

**Kuchhal, S. ve I. Kuchhal.** 2013. Data Security Using RSA Algorithm In Matlab. International Journal of Innovative Research & Development, 2(7), 479-483.

**Lin, R. ve S. Li.** 2021. An Image Encryption Scheme Based on Lorenz Hyperchaotic System and RSA Algorithm. Security and Communication Networks, vol. 2021, doi:10.1155/2021/5586959

- Mahaja, P. ve A. Sachdeva.** 2013. A Study of Encryption Algorithms AES, DES and RSA for Security. Global Journal of Computer Science and Technology Network, Web & Security, 13(15),14-22.
- Mert, C. ve Ş. Şeker.** 2014. RSA Şifreleme Sistemine Karşı Yeni Bir Çarpanlara Ayırma Saldırısı. Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 7(1), 108.
- Mousa, A. ve A. Hamad.** 2006. Evaluation of the RC4 Algorithm for Data Encryption. International Journal of Computer Science & Applications, 3(2), 49-50.
- Preetha, M. ve M. Nithya.** 2013. A Study and Performance Analysis of RSA Algorithm. International Journal of Computer Science and Mobile Computing, ISSN:2148-2683. 2(6), 128.
- Rahman, M., T.K. Saha ve A. Bhuiyan.** 2012. Implementation of RSA Algorithm for Speech Data Encryption and Decryption. International Journal of Computer Science and Network Security, 12(3), 74-82.
- Saranya, Vinothini ve Vasumathi.** 2014. A Study on RSA Algorithm for Cryptography. International Journal of Computer Science and Information Technologies, 5 (4), 5708-5709.
- Singh, G. ve K. Supriya.** 2013. A Study of Encryption Algorithms (RSA, DES, 3DES and AES) for Information Security. International Journal of Computer Applications, 67(19), 33.
- Singhal, N. ve J.P.S. Raina.** 2011. Comparative Analysis of AES and RC4 Algorithms for Better Utilization. International Journal of Computer Trends and Technology, ISSN: 2231-280. S. 177.
- Yerlikaya, T., E. Buluş ve N. Buluş.** 2006. Asimetrik Şifreleme Algoritmalarında Anahtar Değişim Sistemleri. 8. Akademik Bilişim Konferansları, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Yerlikaya, T., E. Buluş ve N. Buluş.** 2006. Kripto Algoritmalarının Gelişimi ve Önemi. 8. Akademik Bilişim Konferansları, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Yerlikaya, T. ve H. Gençoğlu.** 2017. Mobil Cihazlarda RSA Algoritmasının Performans Optimizasyonu. Trakya University Journal of Engineering Sciences, ISSN 2147-0308. 18(1), 43-52.
- Yerlikaya, T., H. Gençoğlu, M. Emir, M. Çankaya ve E. Buluş.** 2011. RSA Şifreleme Algoritması ve Aritmetik Modül Uygulaması. İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi, 3 (9) , 95- 104.
- Zhang, J., H. Liu ve L. Ni.** 2020. A Secure Energy-Saving Communication and Encrypted Storage Model Based on RC4 for EHR. IEEE Access, vol. 8, 38995-39012, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2975208





## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

PRENSES MONONOKE (MONONOKE HİME) FİLMİNİN  
KARAKTER ANALİZİFatma Nur AKINCI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> İnteraktif Medya Tasarımı Yüksek Lisans Programı, Sosyal Bilimler Enstitüsü,  
Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Turkey  
fatmanurakinci@outlook.com, ORCID No: 0000-0003-1071-8609

Bahadır UÇAN<sup>2</sup>

<sup>2</sup> İletişim Tasarım Bölümü, Sanat ve Tasarım Fakültesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Turkey  
bahadirucan@yahoo.com, ORCID No: 0000-0003-4062-0469

Geliş Tarihi/Received Date: 16.01.2021 Kabul Tarihi/Accepted Date: 09.02.2021

**Özet**

Sinemada öykü film yapım sürecinin başlangıç noktasıdır. Öykünün izleyiciye aktarımını destekleyen en önemli öğelerden biri ise karakterdir. Karakterlerin kendileriyle ve birbiriyle uyumu/çatışması öykünün bütününe etkiler. Bu nedenle "karakter öykünün bel kemiğidir" denilebilir. Karakter yaratımı senarist tarafından geçmiş/yaşanmışlıkları, geleceği, amaçları, hayalleri, beklentileri, ilişkileri, sorunları, çatışmaları yani varlık nedenleri ile canlandırılmaktadır. Etkileyici, özellikli bir kişilik oluşturma sürecidir. Karakterin orjinal, inandırıcı, güçlü ve tutarlı oluşu öykünün izleyiciyi öykünün içerisine dahil edebilmesi açısından önemlidir. Sinema türleri içerisinde başarılı bir şekilde yer alan canlandırma (animasyon) sineması, yirminci yüzyılın başlarında ilk örneklerini vermeye başlamış ve teknolojiyle birlikte gelişim göstermiştir. Teknolojik ve toplumsal gelişmeler canlandırma sanatçılarının kendi üsluplarında da etkili olmuştur. Japonya canlandırma sinemasının en etkin ülkelerinden biridir. Hayao Miyazaki Japon canlandırma sinemasında üslubunu ve karakter yaratımını en etkili oluşturan sanatçılardan biridir. Bu çalışmada insanların doğaya karşı çatışmacı yaklaşımını eleştiren Hayao Miyazaki'nin "Prenses Mononoke" adlı anime filmi Foss ve Miller'in üç boyutlu karakter çizelgesine göre çözümlenecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Prenses Mononoke, Animasyon Sineması, Karakter Analizi

## THE CHARACTER ANALYSIS OF PRINCESS MONONOKE MOVIE

**Abstract**

The story that is in cinema are onset of the filmmaking process. Character is one of the most significant elements that supports the transmission of the story to the audience. The harmony or conflict of the characters with themselves and with each other affects the whole story. Therefore, it can be said that "character is the mainstay of story." Character creation can be animated by the screenwriter with the past/experiences, future, goals, dreams, expectations, relationships, problems, conflicts, that is, reasons for existence. It is the process of creating an impressive, featured personality. The fact that the character is original, believable,

strong and consistent is important in terms of fluency of the story and its ability to include the audience. Animated cinema, which is successfully included in cinema genres, started to give its first examples at the beginning of the twentieth century and developed with technology. Technological and social developments have influenced the animation artists' own styles too. Japan is one of the most active countries in animation cinema. Hayao Miyazaki is one of the most influential artists who created his style and character creation in Japanese animation. In this article, Hayao Miyazaki's movie "Princess Mononoke" (anime), which criticizes people's exploitative behavior to nature, will be analyzed according to the three-dimensional character chart of Foss and Miller.

**Keywords:** Princess Mononoke, Animation, Character Analysis

## Giriş

Animasyon filmlerinin yapısı incelendiğinde konuyu eğlenceli işleme, yanlışı onarma, toplumsal bir durumla ilgilenme amacıyla oluşturulan; uzun sarımlı ve eğitsel olarak nitelendirilen, insan karakterleri yanında insan dışı olarak hayali, fantastik karakterlerin yer aldığı yapımlardır. İzleyicinin film ile özdeşleşmesini sağlamak için hayali karakterlere insana ait olan konuşma, duygu, düşünce gibi erdem ve ahlaki özellikler yüklenmektedir. Filmin teması, temanın işleniş biçimi, karakterlerin tasarımı, karakterlerin canlandırılması ve diğer görsel öğeler vs. sanatçının vermek istediği mesaja hizmet etmektedir.

Japonya animasyon film türünde bu öğeleri ustaca işleyen bir sinema anlayışına sahiptir. Bu çalışmada karakter analizi yapılacak filmin yönetmeni ve senaristi olan Hayao Miyazaki, Japonya'nın en ünlü anime sanatçısıdır. Uluslararası pek çok prestijli ödüle sahiptir. Örneğin Prenses Mononoke filmi Japonya adına Yabancı Dilde En İyi Film Oscar Ödülünün adayı olma ve döneminin en çok gösterime giren animasyon filmi olma özelliğine sahiptir. Miyazaki, filmlerinde çocukluktaki masumiyet, doğa insan ilişkileri, ergin olma ve kahramanın yolculuğu gibi evrensel temaları ele alırken; gelenek ile modernite, doğa ile endüstri gibi önemli soruları da irdelemekte ve Japon kültürüne dair bilgilerde vermektedir. Filmde demirin işlenme yoğunluğu üzerinden bize gösterilen gelişme olgusu, ekonomik olarak olumlu bir etki yaratsa da doğa açısından olumsuz bir etki yaratmaktadır. Klasik çevre temalı animasyonlarda genellikle kötü karakterlerin yaptıklarına rağmen iyi karakterler tarafından merhametle karşılık bulduğu mesajı verilirken; Prenses Mononoke de salt iyi ve kötünün olmadığı muğlak bir alanda, sezgisel öğelerin tanrı ve ruhların hala yeryüzünde yaşadığı, dengenin saygı duyularak sağlanabileceği, alternatif bakış açısı içeren bir mesaj verilmektedir. Doğa ve endüstri arasındaki olağandışı sorunu çözen, idealin ve insanlığı ilerleten, vazgeçilemez hırsın oluşturduğu anlaşmazlığı dengeleyen barışçıl sonu filmin fantastik mesajıdır.

Filmlerde öykünün aktarımının sağlanmasında en önemli unsurlardan biri karakterdir. Senarist söylemek veya göstermek istediği dramatik gerçekliği karakterler üzerinden ifade etmektedir. Bu nedenle söz konusu filmin öyküsünün iletilmesinde karakter yapısının incelenmesi gerektiği düşünülmektedir. Bu çalışmada önce filmin hikayesine kısaca değinilerek ardından doğa endüstri çatışmasında yer alan karakterlerin yapısı Foss (2016: 138-139) ve Miller'in (2016: 111-114) üç boyutlu karakter çizelgesine göre çözümlenecektir.

## 1. FİLMİN HİKAYESİ

Orta Asyanın doğusunda yaşayan Emish'i köyüne lanetli olarak tasvir edilen domuzun saldırısıyla başlar. Köyün son Prensi olan Ashitaka, köyünü korumak isterken lanetli domuz sağ kolunu yaralar. Ashitaka okuyla domuzu öldürür ve içinden bir demir parçası çıkar. Köyün ileri gelenleri ve Prens ne olduğunu anlamak için Bilge Kadının huzuruna geçerler. Bilge kadın bu durumun sebebini açıklar ve lanetin kalkması için batıya gitmesi gerektiğini söyler. Ashitaka domuzu lanetleyen ve bu olanların sebebi olan demir parçasını da yanına alıp, laneti kaldırmak için batıya doğru yola çıkar. Yemek almak için yol üzerinde bir köye uğrar ve burada bir keşiş olan Jikobo peşine takılır. Akşam vakti dinlenmek için dururlar ve Ashitaka, demir parçasını göstererek bütün olan biteni anlatır. Keşiş ona Ormanın Ruhu diye bir yer olduğunu söyler. Ashitaka oraya doğru yola çıkar. Yolda kurtlar tarafından yaralanan iki kişiye denk gelir ve onlara yardım eder. Bu iki kişi demir kasabasındandır. Ashitaka onları kasabalarına götürür. Vardıklarında önce kasaba halkı sonra Hükümdar olan Lady Eboshi onları karşılar. Lady Eboshi tarafından inşa edilen kasabada vardiyalı sistemle durmadan demir işlenir. Ashitaka o gece demir madenlerine erişmek için ormanları kestiklerini, doğaya daha çok hükmetmek için daha iyi silahlar ürettiklerini, hatta köylerine saldıran lanetli domuzun Lady Eboshi'nin kurşunu ile kızdırıldığını öğrenir. Lady Eboshi'nin doğaya zarar vermesi doğayı insanlara karşı kıskırtmış ve doğadaki tanrıların nefretini kazandırmıştır. Kurt lideri, Kurt Tanrıçası Moro'nun insan kızı olan San tam da Ashitaka'nın her şeyi öğrendiği gece Eboshi'ye saldırmaya gelir. Ve yaralanır. Ancak her şeyi bilen Ashitaka ona yardım eder ve oradan birlikte çıkarlar. San kendine geldiğinde Eboshi'nin yaptıkları yüzünden insan varlığından nefret ettiği için Ashitaka'ya saldırır ancak tamda burada aralarında duygusal bir etkileşim olur.

## 2. FOSS VE MILLER'İN 3 BOYUTLU KARAKTER OLUŞUMU

Karakterlerin kendileriyle ve birbirleriyle uyumu, tutarlılığı, çatışması öyküyü besleyen durumlardır. Karakterin tutarlılığı seyircinin alıştığı bir durum iken karakterin çatışması seyircide merak duygusu oluşturacaktır. Böylelikle seyirci karakter aracılığıyla öyküyle bütünleşebilmektedir. Fiziksel/biyolojik, psikolojik, kültürel özellikler senaristin etkin edilgen, uyumlu, çatışmacı, yan, komik, eşsiz gibi birçok karakter yaratmada yardımcı olmaktadır. Bu bağlamda Prens Mononoke filminde etkin karakterlerin verilmek istenen mesajı bir çatışma içinde anlatmasında kişilik yapılarının etkili olduğu düşünülerek aşağıda yer alan Foss (2016: 138-139) ve Miller'in (2016: 111-114) üç boyutlu karakter oluşumu çizelgesi baz alınarak karakter analizi yapılmıştır.

### 2.1 Karakterin Fizyolojik/Biyolojik Özellikleri

Fizyolojik/Biyolojik özellikler dış görünüş yardımıyla karakter hakkında fikir sahibi olmamızı sağlayan özelliklerdir. Örneğin karakter uzun boylu ve kiloluysa yemek yemeyi sevdiğini veya hareketsiz bir hayatı olduğunu, konuşması akıcıysa bir diksiyon eğitimi aldığını veya okuma konusunda kendini geliştirdiğini düşünebiliriz.

- Yaş
- Cinsiyet

- Boy ve kilo
- Saç, göz ve deri rengi
- Yüz ifadeleri
- Tavırlar (Karakteristik jestleri sözsüz anlatım yöntemleri.)
- Ses/konuşma: Yapı ve nitelik (yüksek ya da düşük perdeden, hızlı gırtlaktan, yumuşak, akıcı.)
- Görünüş: Çekici, temiz, modern, zarif, dağınık, bakımsız
- Giyim: Üslup, orijinallik
- Fiziksel kusurlar (Anormallikler, bozukluklar, hastalıklar, sakatlıklar.)
- Fiziksel görüntü: Tavır/duruş (doğal, rahat, gergin, katı.)
- Fiziksel yapı: Vücut yapısı ve tipi (atletik ya da değil.)
- Çekici ya da itici fiziksel özellikler
- Hareket: Ritm ve yürüyüş tarzı (delikanlı gibi, hızlı, sert, yavaş, yumuşak.)
- Sözlü ifadeler: En çok sevdiği terimler, deyimler, dil kullanma yeteneği, argo kullanımı
- Kalıtım: Karakterlerin kalıttan gelen fiziksel özellikleri
- Cinsellik: Cinselliklerini nasıl ifade ediyorlar? Bu konuda ne hissediyorlar? Cinsellik onlar için ne kadar önemli? Gündüleyici gücü ne kadar? Cinsel sorunları nelerdir?
- Karakter, heyecanını fiziksel olarak nasıl ifade ediyor? Duyguları ve heyecanları nelerdir (neşeli, kızgın, cinsel)?

## 2.2 Karakterin Psikolojik Özellikleri

Psikolojik özellikler karakterin duygu durumlarını anlamamızı olaylar karşısında vereceği tepkileri öngörebilmemize yardımcı olan özelliklerdir. Örneğin isyankâr ruhlu bir karakterin önem verdiği bir konu eleştirilince durumu anlamadan çatışmacı bir tavırla karşılık vereceğini düşünebiliriz.

- Yaradılış/Huy (Rahat, iyimser, kötümser, isyankâr)
- Düşleri
- Zeka düzeyi (Zeki mi? Sağduyu mu?)
- Yetenekleri (Bildiği diller, Hünerleri, kabiliyetleri)
- Duygular (Karakterin en bilinen duyguları nelerdir? Hangi duygular karakteri rahatlatır, hangilerinden huzursuz olur?)
- Romantik/cinsel eğilimleri
- Hayata bakış açısı/yaşama karşı tavrı (Saldırgan sinirli, rahat, boş vermiş)

- Temel değerleri (tipin kutsal saydığı, değer verdiği şeyler; örneğin aile yaşamı, çok çalışma gibi)
- Diğer nitelikler (Dikkatli mi? Hayal kurma yetisi güçlü mü? Karar verme yeteneği, dengeli mi? duyarlı mı? Kültürlü mü? Zevkleri neler?)
- Kompleksler/Uyumsuzluklar (Zaaflar, çekingenlikler, özel sorunlar, sabit fikirler, fobiler, ön yargılar, batıl inançlar)
- Karakterin hayatındaki önemli hayal kırıklıkları nelerdir?
- Karaktere verilen takma isimler nelerdir? Ne anlama geliyorlar?
- Karakterin en çok beğendiği özellikleri nelerdir? En az beğendiği özellikleri nelerdir?
- Karakter kişiliğinin hangi yönlerini benimsemez? (Kızgınlık, cinsellik, hassasiyet)
- Karakter kaybeden mi? Yoksa kazanan taraf mı?
- Karakterin kendisiyle ilgili hissettikleri nelerdir? Filmdeki diğer karakterlere ilişkin duyguları nelerdir?
- Karakterin kişiliğindeki gizli yönler nelerdir? (Bunlar nasıl ortaya çıkar? Kendisi hakkında bildiği, ancak diğerlerinden gizlediği yönleri nelerdir? Örneğin sakın kendine hâkim görünen bir karakter oldukça heyecanlı biri olabilir. Yine dürüst bir vatandaş gibi davranıp gizli alevlere katılabilir)

### 2.3 Toplumsal Kültürel Özellikler

Kültürel özellikler karakterin düşünce yapısını, davranış biçimi vb. konuları tanımlamamıza yardımcı olan özelliklerdir. Örneğin bilim alanında çalışan bir karakterin uğraşları ve çevresindeki insanların çoğunluğunun bilim insanları olması sebebiyle sorgulayıcı, rasyonel bir düşünce yapısına sahip olduğunu göstermektedir.

- Adı
- Doğum yeri
- Etnik köken ve milliyet
- Toplumsal sınıf
- Eğitim
- Meslek (gelir ve çalışma koşulları)
- Sosyo-ekonomik durumu, yaşam koşulları
- Aile (evli/bekar, çocuk, ailenin öteki üyeleri ile ilişkileri)
- Arkadaşlar (iş yerinde ve dışında)
- Yaşam tarzı, hobileri ilgileri
- Siyasi görüşü ve bağlantıları
- Çevresi (Karakter nerede yaşıyor? Çevrenin karakter üzerindeki etkileri nelerdir?)
- Dini görüşü ve bağlantıları

Karakterin fizyolojik/biyolojik, psikolojik, kültürel özellikleri kişiliği hakkında fikir sahibi olmamızı sağlar. Yukarıdaki çizelgede yer alan özelliklerin birbiriyle uyumu karakterin çatışmalı veya tutarlı bir kişiliğe sahip olduğunu gösterir. Söz gelimi, gecekonduda hayatını konu edinen bir filmde etkin karakter gecekonduda yaşayan, sinirli, iri yapılı bir erkeğe karakterin toplumsal algıyla ve toplumsal rolü içerisinde tutarlı olduğunu anlarız. Ancak gecekonduda yaşayan, çalışkan, kendi halinde, modern giyimli bir erkeğe toplumsal algıda bir çatışma oluşturur. Dolayısıyla seyirci modern görünümlü gecekonduda yaşayan bu karakterin ardındaki sebepleri merak etmeye başlar. Buradan yola çıkarak karakterin öykü içerisinde konumunu anlamak için kişilik özelliği üç boyutlu olarak incelenmelidir.

### 3. BULGULAR VE YORUMLAMA

Doğa ve endüstri çatışmasını barışçıl yönüyle ele alan Prens Mononoke filminde gerek karakter ve çevre tasarımı gerek karakterlerin kişilik yapıları öyküyü anlatmada ustalıkla oluşturulmuştur. Karakterler gerçekçi canlandırılmıştır. Bilindik toplumsal rollerin dışındaki özelliklerle oluşturulmuştur. Örneğin; dişi karakterler evde olmak yerine çalışmakta ve yönetici konumundadır. Karakter analizi yaparken kişilik özelliklerinin incelenmesi gerektiği düşünülerek Foss (2016: 138-139) ve Miller'in (2016: 111-114) üç boyutlu karakter oluşumu çizelgesine başvurulmuştur.

Prens Mononoke filminin karakter analizi üç dişi bir eril olmak üzere San, Eboushi, Ashitaka ve Moro karakterleri üzerinde yapılmıştır.



Resim 1: Prens Mononoke (SAN) (Google Görseller, 2021)

### 3.1 “Prenses Mononoke (San)” Karakteri

Filmin ana ve etkin karakteri olan San; beyaz tenli, kısa saçlı, fiziksel bir kusuru olmayan genç bir kız ve ormanda kurtlarla birlikte yaşayan tek insandır. Hayvan postundan yapılmış tüylü bir kıyafet giydirilmiştir. Narin vücut yapısına rağmen yürüyüşü ve duruşuyla asi bir kadın ruhuna sahiptir. Konuşmalarında kaba bir üslup kullanmadan asi ruhu ve rolünün amacına uygun olarak sorgulayıcı ve keskin bir çizgide ilerlemektedir. Sözleriyle ve savaşma tekniğiyle cesur oluşunu, kendini savunabilen bir dişi olduğunu gösterir. Küçük yaşlarda insan olan anne ve babası tarafından doğaya atılması sebebiyle insan varlığına karşı kötü bir bakış açısına sahiptir.

Kendisine kurtlar sahip çıkmıştır. Bu sebeple kurt annesine karşı gelmeyen biri olmuştur. Eboshi'nin demir işine devam etmek için doğaya karşı tahrip edici davranışlarında ısrarcı olması Mononoke'nin kendisine düşman olmasına sebep olmuştur. İnsan doğumlu olarak bir

hayvan bakımında büyümesi, vahşilik ile insani özelliklerin bir arada olması doğa ile insanın içiçe olduğunu gösteren fantastik bir mesajdır.



Resim 2: Leydi Ebushi (2021) (Google Görseller, 2021)

### 3.2 “Leydi Ebushi” Karakteri

Filmin bir diğer etkin dişi karakteri olan Ebushi; beyaz tenli saçları her zaman toplu, kaşları çatık, endüstrinin gelişim zamanlarında demir işleyen bir kasabanın hükümdarıdır. Filmde endüstrinin temsilidir. Dış görünüş itibarıyla pantolon, uzun çizmeler ve kaftan giyen bir kadındır. Klasik kadın rollerinin tersine kadının evde

değil iş yerinde olduğu, ağırlıklı olarak çalışan cinsiyetin kadın olduğu anlayışını empoze eder. Var oluş çabası hükmetmek, çalışmak, işlemek, gelişmektir. Bu davranış biçimlerinden zevk alan hırslı bir karakter olmasına karşın cüzzam, fahişe gibi dışlanmışlara kol kanat geren bir hükümdardır. Gösterdiği ezici, tahrip edici, hükmedici davranışlar iyimser yanını kaybetmesine sebep olmuştur. Ormanın ruhu Daidarabotchi'nin gücüne sahip olmak ister. Ancak bu isteğinin halkını korumak için olduğunu söyler. Efsanelere göre ormanın ruhunun kanı şifadır. Belki cüzzamlılara da iyi gelir diyerek aslında içindeki kötücül hisleri iyiyi isteyerek yansıtmaya çalışır. Filmin sonunda hırslının dünyayı tahrip ettiği sonucuyla karşılaşmasıyla her şeye daha adaletli bir şekilde baştan başlayacağını ifade ederek hatalarından ders aldığını göstermektedir.



Resim 3: Moro (Google Görseller, 2021)

### 3.3 "Kurt Moro" Karakteri

Filmin bir diğer etkin ve dış karakteri olan Moro; Mononoke'nin kurt annesidir. Kurt doğanın gücü ve dayanıklılığını simgeleyen hayvanlardan biridir. Savaşçı, güçlü, mücadeleci, cesur, bilge bir katildir. İnsan tarafından yaralanmıştır. İnsanın endüstriyel amaçları uğrana doğayı tahrip etmesi kendisini "insanın bencil bir varlık olduğu" düşüncesine itmiştir. Doğanın en güçlü hayvanlarından biri olup Mononoke'ye sahip çıkmasıyla bir anne merhameti taşıdığını göstermektedir. Göğsünde insan yapımı kurşunla yaşar ama konu kendisi olduğunda -filmin sonuna doğru- mücadele ruhunu kaybetmekte ve ölüme teslim olmayı istemektedir.





Resim 4: Ashitaka (Google Görseller, 2021)

### 3.4 "Ashitaka" Karakteri

Filmin eril karakteri olan Ashitaka; kısa saçlı, uzun boylu, güçlü bir genç adamdır. Geleneksel bir köyün son prensidir. Anlayışlı, düşünceli, saygılı, korumacı, sorgulayıcı, dürüst bir karakterdir. Korkusuz ve adaletli bir düşünce dünyası vardır. Bir domuz tarafından yaralanmasının üzerine yola çıkan Ashitaka; gittiği her yerde ve karşılaştığı her olayda barışçıl bir tavır içinde müdahale etmekte ve sorunu çözüme kavuşturmaktadır. Var oluş amacı denge, refahı kurmaktır San ile birlikte "endüstriyel anlayışın" hakim olduğu yaşam alanında "bütün varlıklarla saygı içerisinde yaşama anlayışının" oluşmasını sağlayacaklardır. Ayrıca San'ın insana karşı kötü düşüncelerini iyileştirecektir.

## 4. SONUÇ

Prensens Mononoke'de evrensel bir sorun olan çevre sorununa değinilmektedir. Filmin başlangıcında söylenen; "Eskiden bu ülke, içinde ezelden beri Tanrıların yaşadığı kuytu ormanlarla kaplıydı" sözüyle sorunun nerede olduğuna, sıkça "İnsanlar, hayvanlarla birlikte yaşayabilir." sözüyle de çatışma yaşayan taraflara işaret etmektedir. Endüstriyel gelişmenin yoğunlukla yaşandığı zamanlarda insanlar kendi kaynaklarını hızlıca tüketmektedir. Tüketim odaklı yaşamak insanı doyurulamaz bir hale getirmektedir. Filmde insan hükmetme duygusunu kontrol edememekte ve canlıların yaşam alanlarına saygı duymayarak doğayı yok etmektedir. Demir kasabası yöneticisi ve insanların tahribatıyla endüstrinin olumsuz yanı anlatılırken bu durumun saygı ve denge içerisinde yaşamakla düzeltilebileceği anlatılmaktadır. Filmde endüstrinin eleştirisi yapıldığı gibi erkek egemen toplum anlayışı da eleştirilmektedir. Prensens Mononoke, Leydi Eboushi, Kurt Moro gibi kadınlar liderlik vasıflarıyla oluşturulmuştur. Filmde Japon kültürüne dair izlerde bulunmaktadır. Muromachi döneminde geçmektedir. Yapıların şekli, çadırlar, insanların kıyafetleri Uzak doğu tasarım anlayışıyla uyumaktadır. Filmde fantastik karakterlerin yer almasının yanında onlara dair inanışlarını diyaloglar aracılığıyla anlatmaları destan ve efsaneleri hakkında bilgiler vermektedir.

## 5. KAYNAKLAR

**Arda, Ö. ve K.O. Çenbertaş.** 2020. Prens Mononoke Filminin Ekoeleştirel Olarak Değerlendirilmesi, Uluslararası Bilimsel Çalışmalar Kongresi, İstanbul.

**Foss, B.** 2016. Sinema ve Televizyon Anlatım Teknikleri ve Dramaturji, Hayalperest yayıncılık, İstanbul.

**Gökçearsan, A.** 2010. Canlandırma Sinemasında Karakter Tasarımı ve Amerika Kökenli Önemli Canlandırma Karakterlerinin Analizi, New World Science Academy (NWSA).

**Miller, W.** 2016. Senaryo Yazımı: Sinema ve Televizyon İçin, Hayalperest yayıncılık, İstanbul.

**Uçan, B.** 2020 Prens Mononoke'nin İşitsel ve Görsel Nitelikli Göstergelere Göre Filmsele Çözümlemesi, İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi, Yıl 4, Sayı 13, İstanbul.

## İNTERNET KAYNAKLARI

**URL-1** "Prens Mononoke" Netflix, (İzlenen Tarih: 03 Kasım 2020)

**URL-2** <https://www.evrensel.net/haber/80762/freud-melville-miyazaki-ve-prens-mononoke> (Alındığı Tarih: 18 Aralık 2020)

**URL-3** <https://medium.com/bomontiada/hayao-miyazaki-prens-mononoke-do%C4%9Ffaile-end%C3%BCstrinin-tonlar%C4%B1-b5438a7b835a> (Alındığı Tarih: 18 Aralık .2020)

**URL-4** <http://kritikincelemeler.blogspot.com/2017/01/prens-mononoke-hayaomiyazaki.html> (Alındığı Tarih: 18 Aralık 2020)

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

**EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF DRAWBEAD EFFECT ON SPRINGBACK IN PROFILE OF DOUBLE CIRCULAR, RECTANGULAR AND TRIANGULAR BENDING SHEET METAL FORMING PROCESSES**Doa'a Abid Al-WAHAB<sup>1</sup><sup>1</sup>Department of Mechanical Engineering, Altinbas University, Istanbul, Turkey  
Doaa.mrazia@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5772-7564>Süleyman BAŞTÜRK<sup>2</sup><sup>2</sup>Department of Mechanical Engineering, Altinbas University, Istanbul, Turkey  
suleyman.basturk@altinbas.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-9016-8397>**Geliş Tarihi/Received Date: 22.04.2020 Kabul Tarihi/Accepted Date: 11.06.2021**

## Abstract

Springback is considered as one of the most common problems in metal forming processes, which poses an inaccuracy of product angle during assembling of parts. The estimation of the springback is difficult to predict for formed parts since it depends on many factors such as the mechanical properties, the sheet thickness, and the die angle. In this work, an experimental investigation of drawbead for different material thicknesses and the use of different lubricants such as grease, oil and wax have been studied and analyzed. Samples of aluminum specimens with 120 mm length, 30 mm width and thickness of 0.5, 0.7 and 0.8 mm were selected in this study. Design and manufacturing of double bending die with profile of Circular, Rectangular, and Triangular have been applied firstly without drawbead and then with drawbead. The results showed that in a given profile configuration, the springback reduced with existing the drawbead.

Keywords: Springback; Drawbead; Sheet metal Forming; Bending process; Bending die.

**BÜKME SAC ŞEKİLLENDİRME PROSELERİNDE ÇİFT DAİRESEL, DİKDÖRTGEN VE ÜÇGEN PROFİLDEKİ ÇEKME ÇUBUKLARININ GERİ YAYLANMA ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ**

## Özet

Geri yaylanma, parçaların montajı sırasında ürün açısının yanlışlığını ortaya koyan metal şekillendirme işlemlerinde en yaygın sorunlardan biri olarak kabul edilir. Geri esnemenin kestirimi, mekanik özellikler, sac kalınlığı ve kalıp açısı gibi birçok faktöre bağlı olduğu için oluşan parçalar için tahmin edilmesi zordur. Bu çalışmada, farklı malzeme kalınlıkları için çekme kafasının deneysel bir araştırması ve gres, yağ ve balmumu gibi farklı yağlayıcıların kullanımı incelenmiş ve analiz edilmiştir. Çalışmada 120 mm uzunluk, 30 mm genişlik ve 0.5, 0.7 ve 0.8 mm kalınlıktaki alüminyum numuneleri seçilmiştir. Dairesel, Dikdörtgen ve Üçgen profilili çift bükme kalıbının tasarımı ve imalatı önce çekme çubuğu olmadan, sonra da çekme çubuğu ile uygulanmıştır. Sonuçlar, belirli bir profil konfigürasyonunda geri çekme yayının mevcut yayla azaldığını göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Geri yaylanma; Çekme boncuğu; Sac şekillendirme; Bükme işlemi; Bükme kalıbı.

## 1. INTRODUCTION

Springback is considered as inaccuracy in the dimension of the formed solid parts and, this situation occurs as the elastic recovery of the part after unloading the part. Springback causes deviation from the designed target and results difficulty through the assembly of the formed part. Generally, the elastic recovery after unloading the part is called as a spring back phenomenon. This phenomenon is related to many factors. In most researches, the materials are exhibited to a high springback effect after unloading the part which has a lower elastic and high strength properties. In industries, springback considered as an influencing phenomenon in tooling and process designs. In the present work, the review of the literature springback and drawbead in stamping process is presented. Ekici and Tekeli (2004) studied the geometry of drawbead and with four stages and three radius values such as Stage 1:  $R_1=6$ ,  $R_2=1$ ,  $R_3=1$ , Stage 2:  $R_1=5$ ,  $R_2=2$ ,  $R_3=2$ , Stage 3:  $R_1=4$ ,  $R_2=3$ ,  $R_3=3$  and Stage 4:  $R_1=3$ ,  $R_2=4$ ,  $R_3=4$ . The changing of these radii will result in an important deformation in forming redundancy and springback. Iwata and Iwata (2018) studied the springback using FEM method and described an effective approach by which to improve the accuracy of springback analysis. Springback analysis is performed using the forming results modified by the data mapping and morphology mapping. It has been showed that, in general, using FEM in the analysis to decrease discretization errors greatly increases the computation time. Xu et al. (2005) have discussed the three factors that affect the prediction accuracy of the springback which includes the material model. It was compared the prediction with measurements of several automotive aluminum and high strength panels. It was found that the prediction was close to the measurement in springback direction and magnitude and, geometrical modification effectiveness. They concluded that there are two steps to minimize springback effect. The first one is by process control method which is performed by excluding the essential causes of springback through the forming process. The second step is done by geometrical modification of the die surface and this is a physical direct way to minimize the springback effect. The second step is only applicable for part with small springback. Hanapi, et al. (2010) has developed an effective approach to understanding the malleability and preventing potential defects in the sheet metal of a particular automotive component in their research. The defect on springback is the main focus of interest in this study. The first stage is to illustrate experimentally that springback is proportionally related to the die radius of the tool geometry. The second stage is to utilize finite element analysis using a simulation tool to analyze further the springback effect. Burchitz (2008) has investigated the improvement of the numerical prediction of the springback phenomenon in sheet metal forming processes. Modeling guidelines and advanced numerical algorithms presented that it is better to satisfy the industrial requirements for an accurate simulation of springback. An experimental and numerical study was carried out to reach a better understanding of the sensitivity of springback to various physical and numerical parameters. Billade and Dahake (2018) have studied the forming process using finite element method to analyze the strain and thickness variations during the REINF-RR END UPR-LH/RH. This is done by the theoretical calculations and the required number of draws and press tonnages has been obtained by improving the design of a draw bead. The simulation result is validated with the actual component. For this situation, HYPERFORM programming is used for the simulation of the component which avoids manufacturing the tool for the tryout. Mehmet Firat et al. (2008) have presented an engineering methodology to develop the performance of drawbead by basic supplementing sheet thickness and effective plastic strain into the contact algorithm. The material work hardening is predicted using an analytical

model under the plain-strain deformation situation. Siswanto et al. (2014) have adjusted the springback to enhance the accuracy of cold forming product. It is done by using two principles together to refine the accuracy of springback numerically. The first one is displacement adjustment (DA) and the second one is spring forward (SF) algorithm. Özdemir (2017) has studied the effect of punch radius and thickness of sheet metal on the spring-back angle. The thickness of sheet metal was 2, 3, 4 and 5 mm, and the punch radius are R2, R4, R6 and R8 mm. Air V-bending technique and AISI304 stainless steel sheet have been used for the study. The results showed that the quantity of spring-back is increased when the radius of punch is increased, but it decreased when the thickness of sheet metal increased and obtained on mathematical model from analyzing the relationship between bending parameters and test results. The effects of thickness such as 0.5, 0.7, 1 mm and punch tip radius such as 2, 3, 4, 5 mm on the spring-back have been studied by Bakhshi-Jooybari, et al. (2009). Both V - bending and U - bending dies design were applied to a CK67 steel sheet. A comparison has also been made between experimental and numerical simulations. In some cases, the results showed that with V - bending die the spring - go was clear, but no spring - go appeared in U - bending die. Furthermore, increasing the sheet thickness of V - bending and U - bending die resulted in reducing the spring back and spring - go angle. While increasing the radius of the punch tip, the angle of spring - go decreases and the angle of spring back increases. Thipprakmas, and Phanitwong (2011) have studied the effect of geometrical parameters on spring back and spring go in V-bending process and used the FEM simulation in association with the Taguchi and the ANOVA techniques to investigate the importance of the parameters. Aluminum (Al100-O) of 30 mm width was used as a workpiece material. Bending angles were 30°, 45°, 120° and 135°, the material thickness were 2, 3 and 4 mm and the punch radius were 2.5, 3.5 mm. Results showed that the material thickness has a major influence on the spring-back, in dissimilarity of spring go case and the bending angle and punch radius have a secondary influence and closely followed by the material thickness. Leu and Hsieh (2008) have presented an analytical model to explore the influence of coining force (in the bottoming stage) on the spring-back reduction in the V-die bending process. In this model, the amount of the spring-back reduction caused by the coining force related to geometrical parameters and material properties was proposed. Results have indicated that the spring - back decreases linearly as the normal anisotropy decreases, or increases in the ratio of thickness/punch radius, half - bent angle, width/thickness ratio and strain - hardening exponent. However, it has been noted that the friction coefficient shows little effect on the spring - back ratio. Abdullah (2017) has studied the effect of bending parameters. The dimensions of the workpiece were 50 mm width and 100 mm length, while the V-bending die was 90° angle. Bending process for Al-Alloy 1050 sheets has various parameters such as thicknesses were 0.5, 1, 1.5, 2 mm, hold time were 0.5, 10, 15 min and punch speed were 10, 20, 50, 100 mm/min. The results showed that the thickness of the sheet was the major influencing parameter which effects in spring back by 77.29%, then punch speed about 10.51% and hold time about 3.36%. Spring back angle recorded the lowest magnitude at thickness was 2 mm, punch speed was 100 mm/min and hold time was 15 min. The predicted results of Artificial Neural Network displayed a good accuracy with the magnitude of 99.35% of spring back compared with the measured value. Asgari et al. (2008) have investigated the advancement of a technique to factually consider framing and springback issues of Transformation Induced Plasticity (TRIP) through a modern contextual investigation. The structure of Experiments (DOE) approach was utilized to contemplate the affectability of forecasts to four user input parameters in certain and unequivocal sheet metal framing codes. Numerical results were contrasted with trial estimations of parts stepped in a modern

creation line. The exactness of shaping strain expectations for TRIP steel was equivalent to ordinary steel, however, the springback expectations of TRIP steel were far less exact. The factual significance of chosen parameters for shaping and springback expectation is additionally talked about. Changes of up to  $\pm 10\%$  in Young's modulus and coefficient of friction were seen as irrelevant in improving or weakening the factual connection of springback exactnesses.

The main objective of this study is the experimental investigation of drawbead effect on springback in profile of double circular, rectangular and triangular bending sheet metal forming process. Various parameters have been studied and analyzed which effect on the springback phenomena for three different thickness of aluminum metals such as 0.5, 0.7, 0.8 mm, and three types of lubricants grease such as grease, oil and wax have been used.

## 2. EXPERIMENTAL SETUP

Estimating springback value by performing a series of experiments has been the basis of this experimental investigation. To perform the experimental work, the design and manufacturing double bending dies with a profile of Circular, Rectangular and Triangular have been carried out, firstly without drawbead and then with drawbead. Rectangular aluminum sheet metal of 30 mm of width, and 0.5 ,0.7- and 0.8-mm thickness, and 120 mm of length for have been used.

Instron tensile test instrument (model WDW – 200 E) was used with the three dies adapter to execute the experimental work for the specimens under bending with the speed of 50 mm/min as shown in Figure 1.

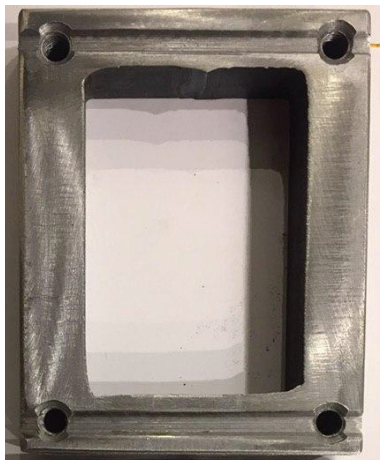


**Figure 1.** Experimental setup for the bending process

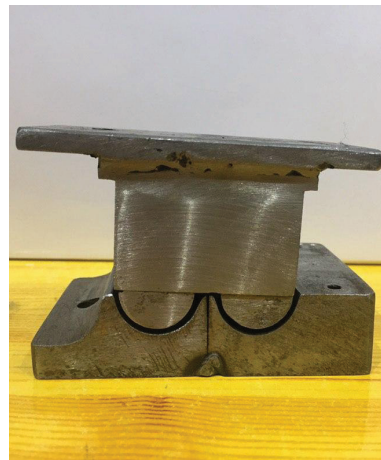
The die and punches used in the three shapes of the profile are reversed profile and, these dies designed under standard specification. They consist of two parts, typically punch and die both are made from CK45 material as shown in Figures 2 and 3. It additionally gives the parameters such as hold time and die angle for three different thicknesses to study their effect on the springback. The punch-downs at some point of the loading stage to form the required angle, and then the force is held for a selected duration. The test was performed for different times, and the effect of different hold time on the springback was investigated.



**Figure 2.** Three dies with double circular, rectangular, and triangular profile with and without drawbead with their accessories



a. Drawbead



b. Double circular



c. Double rectangular



d. Double triangle

**Figure 3.** Three dies with double circular, rectangular, and triangular profile

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

The results have been analyzed from the point of view that the effects of the thickness of the specimen on the springback bending process. During the bending of the specimen, both outside and the inside of the specimen is subjected to elastic stress. When the load reaches the yield point, then the specimen undergoes to plastic deformation and strain-hardening phenomenon. While unloading and removing the punch, the specimen had an elastic recovery. This phenomenon can be attributed to the difference in the residual strain value between the tension in the lower surface and the compression in the upper surface of the specimen.

The springback factor was determined using the required design angle and the final angle as shown in Figure 4 and according to the equations below:

$$K = \frac{\alpha_f}{\alpha_i} \quad (1)$$

$$\Delta\alpha = \alpha_f - \alpha_i \quad (2)$$

Where:

K : springback factor

$\alpha_f$ : final angle

$\alpha_i$  : initial angle



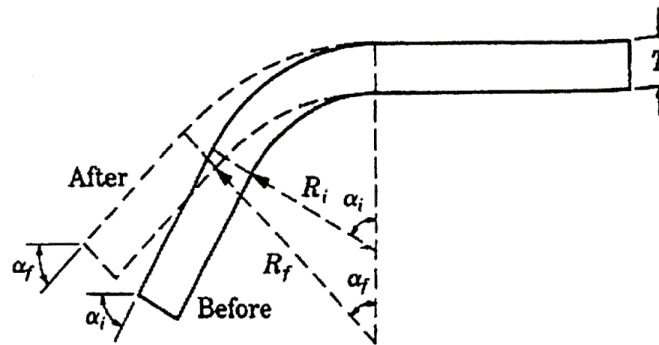


Figure 4. Springback phenomena

The experimental setup for the drawbead effect on springback in the profile of double circular, rectangular, and triangular bending sheet metal forming process have been carried out. Three different thicknesses of aluminum metals such as 0.5, 0.7, and 0.8 mm, and three types of lubricants such as grease, oil, and wax were considered. Tables 1 and 2 shows the experimental conditions and springback results with and without drawbead.

Table 1. Experimental conditions and springback results without drawbead

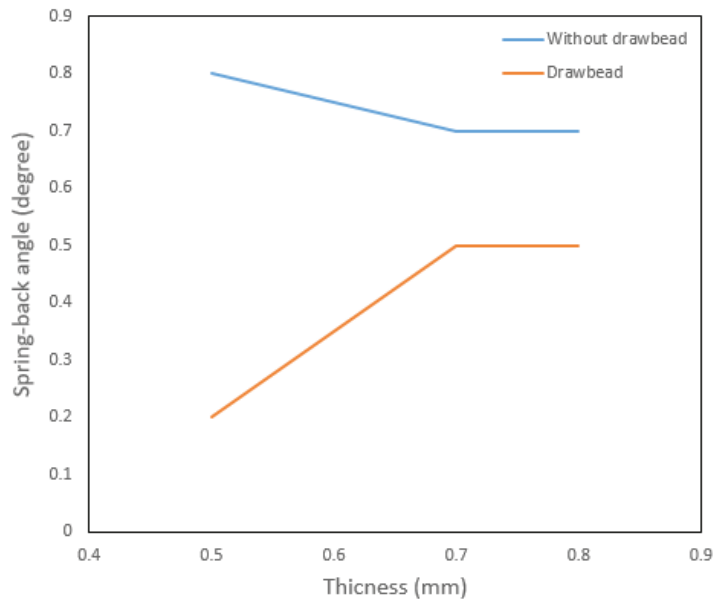
No.	Symbol	Thickness t (mm)	Type of Lubricant	Type of Die	Drawbead	Final angle $\alpha_f$ (degree)	Spring-back angle $S_b$ (degree)	$K = \alpha_i / \alpha_f$
1	A1	0.5	grease	Circular	ü	24.8	0.8	1.033
2	A2		oil			24.8	0.8	1.033
3	A3		wax			24.8	0.8	1.033
4	A4		grease	Rectangular		70	3	1.044
5	A5		oil			70	3	1.044
6	A6		wax			70	3	1.044
7	A7		grease	Triangular		36	2	1.058
8	A8		oil			36	2	1.058
9	A9		wax			36	2	1.058
10	B1	0.7	grease	Circular		24.7	0.7	1.029
11	B2		oil			24.7	0.7	1.029
12	B3		wax			24.7	0.7	1.029
13	B4		grease	Rectangular		68	1	1.014
14	B5		oil			68	1	1.014
15	B6		wax			68	1	1.014
16	B7		grease	Triangular		35	1	1.028
17	B8		oil			35	1	1.028
18	B9		wax			35	1	1.028
19	C1	0.8	grease	Circular		24.7	0.7	1.029
20	C2		oil			24.7	0.7	1.029
21	C3		wax			24.7	0.7	1.029
22	C4		grease	Rectangular		68.6	1.6	1.023
23	C5		oil			68.6	1.6	1.023
24	C6		wax			68.6	1.6	1.023
25	C7		grease	Triangular		35	1	1.028
26	C8		oil			35	1	1.028
27	C9		wax			35	1	1.028

**Table 2.** Experimental conditions and springback results with drawbead

No.	Symbol	Thickness t (mm)	Type of Lubricant	Type of Die	Drawbead	Final angle $\alpha_f$ (degree)	Spring-back angle $S_b$ (degree)	$K = \alpha_f / \alpha_i$
1	D1	0.5	grease	Circular	ü	24.2	0.2	1.008
2	D2		oil			24.2	0.2	1.008
3	D3		wax			24.2	0.2	1.008
4	D4		grease	Rectangular		67.5	0.5	1.007
5	D5		oil			67.5	0.5	1.007
6	D6		wax			67.5	0.5	1.007
7	D7		grease	Triangular		34.1	0.2	1.005
8	D8		oil			34.1	0.2	1.005
9	D9		wax			34.1	0.2	1.005
10	E1	0.7	grease	Circular		24.5	0.5	1.020
11	E2		oil			24.5	0.5	1.020
12	E3		wax			24.5	0.5	1.020
13	E4		grease	Rectangular		68	1	1.014
14	E5		oil			68	1	1.014
15	E6		wax			68	1	1.014
16	E7		grease	Triangular		34.3	0.3	1.008
17	E8		oil			34.3	0.3	1.008
18	E9		wax			34.3	0.3	1.008
19	F1	0.8	grease	Circular		24.5	0.5	1.020
20	F2		oil			24.5	0.5	1.020
21	F3		wax			24.5	0.5	1.020
22	F4		grease	Rectangular		68.5	1.5	1.022
23	F5		oil			68.5	1.5	1.022
24	F6		wax			68.5	1.5	1.022
25	F7		grease	Triangular		34.4	0.4	1.011
26	F8		oil			34.4	0.4	1.011
27	F9		wax			34.4	0.4	1.011

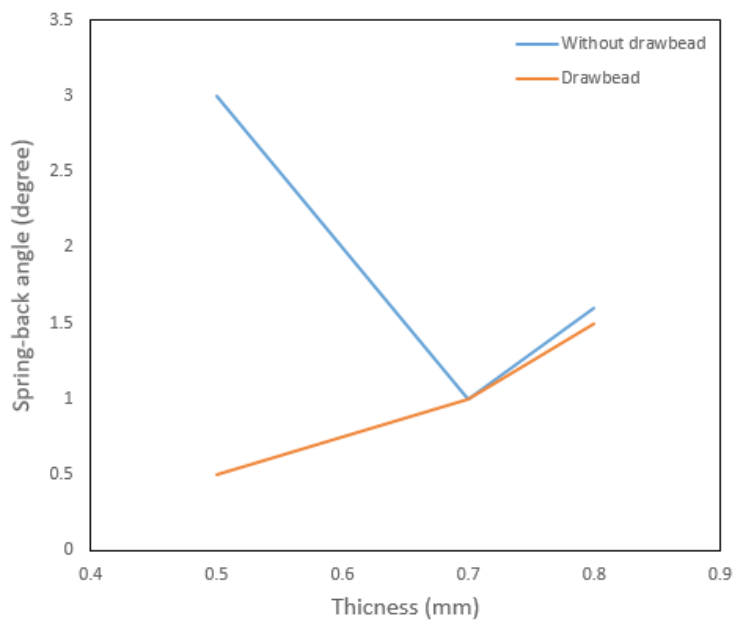
**Table 3.** A comparison of the springback angle value when there is a drawbead and without drawbead

Thickness	Type of die	Springback Angle (Degree)	
		Without drawbead	With Drawbead
0.5	Circular	0.8	0.2
	Rectangular	3	0.5
	Triangular	2	0.2
0.7	Circular	0.7	0.5
	Rectangular	1	1
	Triangular	1	0.3
0.8	Circular	0.7	0.5
	Rectangular	1.6	1.5
	Triangular	1	0.4

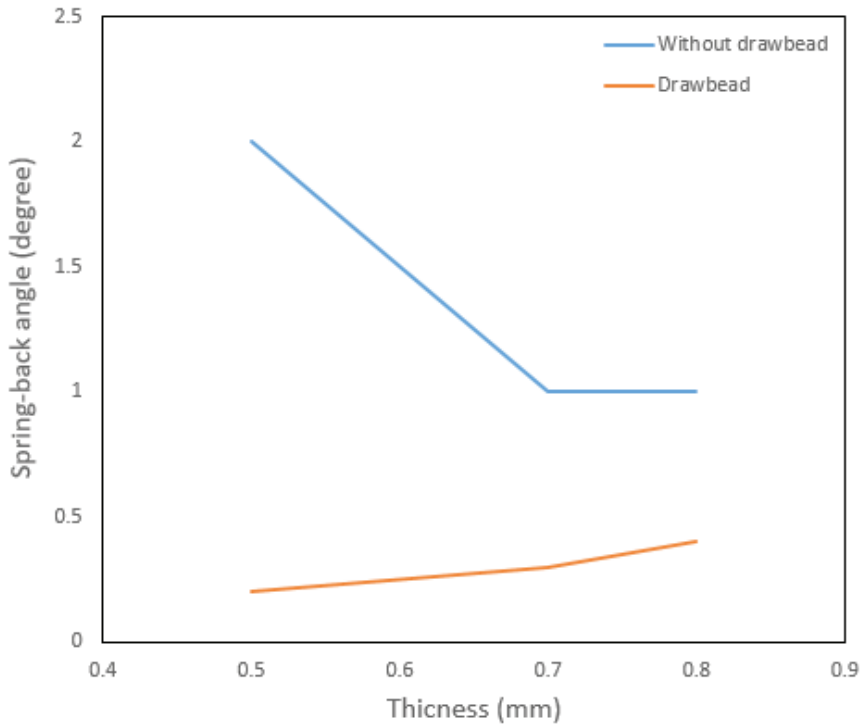


**Figure 5.** The Effect of thickness on spring-back angle for circular die

When using a circular die, it can be concluded from Fig. 5 that the value of the springback with drawbead is reduced for all thickness values. Meanwhile, the springback angle increases with increasing the thickness value with drawbead application. Without drawbead, minimum springback angle value has been obtained for 0.7 mm thickness.



**Figure 6.** Effect of thickness on spring-back angle for rectangular die

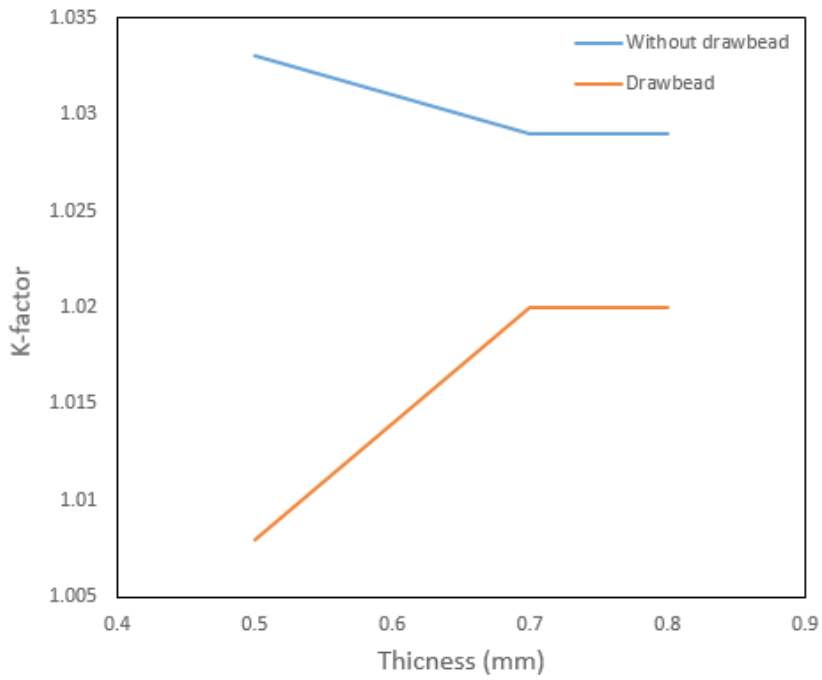


**Figure 7.** Effect of thickness on spring-back angle for triangular die

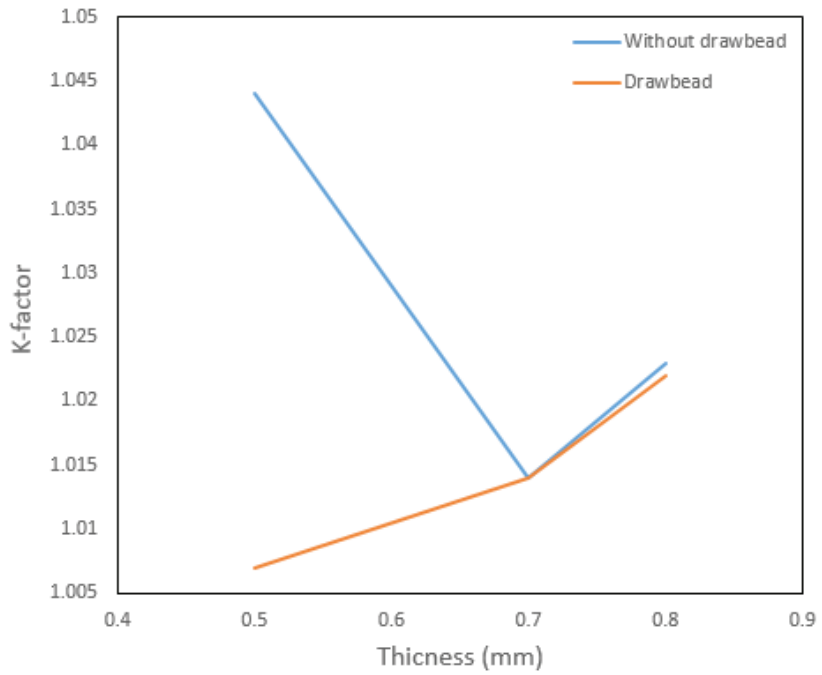
In Figure 6, when using a rectangular die, the value of springback decreases with the presence of drawbead in the thickness of 0.5 and 0.8 mm. The same springback value has been obtained for 0.7 mm thickness.

If the triangular die is used, it can be concluded from Figure 7 that the value of the springback decreases when there are drawbead for all thickness value in a high percentage, compared with when there is no drawbead.

Figures 8 to 10 show the K-factor variation with and without drawbead for circular, rectangular and triangular dies. It can be concluded that the minimum K-factor has been obtained as 1.005 for triangular dies with drawbead for 0.5 mm thickness.



**Figure 8.** Effect of thickness on K-factor for circular die



**Figure 9.** Effect of thickness on K-factor for rectangular die

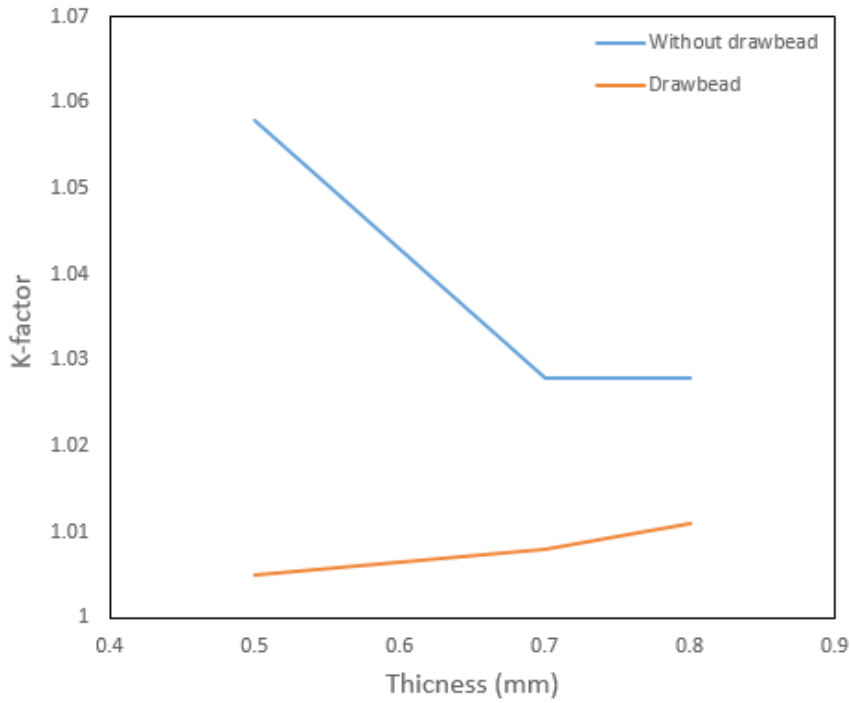


Figure 10. Effect of thickness on K-factor for triangular die

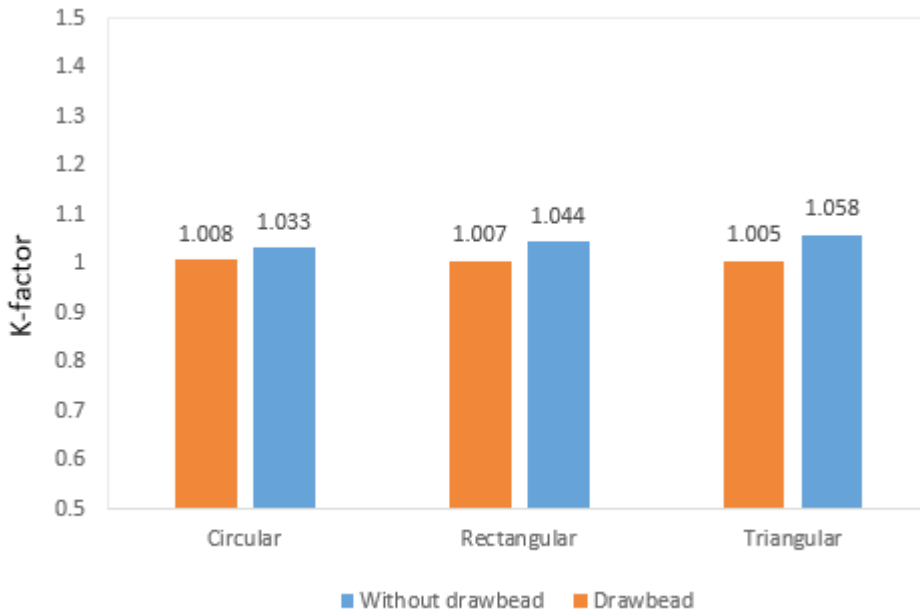


Figure 11. Effect of thickness 0.5 mm on K-factor for all types of dies with and without drawbead

It can be pointed out from Fig.11 that the smallest value of K-factor is obtained when using a triangular die with drawbead as the magnitude of 1.005 for the thickness of 0.5 mm while triangular die without drawbead has the highest K-factor of all as the magnitude of 1.058.

The results showed the drawbead led to a decrease in the percentage of spring-back angle in all types of dies for different thickness of specimens used in this work. Also, the spring-back angle percentage would be high when used small thickness 0.5 mm in different dies (Circular, Rectangular, Triangular). The lubricant used such as grease, oil, or wax haven't any effect on springback angle. Therefore, it is useful to decrease the friction, and this led to a decrease in the required force to form, and the process of ejection for sample may be easy.

#### 4. CONCLUSIONS

In this work, the experimental investigation of drawbead effect on springback in a profile of double circular, rectangular and triangular bending of sheet metal forming process has been implemented. The research dealt with many influencing parameters that have an impact effect on metal springback during many sheet metal forming processes. From the above results and Table 1 and 2, the following conclusions can be offered regarding the effect of the sheet thickness on springback parameters:

1. The variation of sheet thickness leads to very important differences of springback parameters,
2. Increasing of the sheet thickness results in decreasing the springback effect, and the final geometry of the formed part is closer to the ideal part shape,
3. Variation of the springback phenomenon proportional with sheet thickness is detected for both zones of the part,
4. The results showed that in a given profile configuration, the springback reduced with the existing of the drawbead,
5. The type of lubricant does not effect on the springback.
6. Minimum K-factor value has been obtained for triangular dies with drawbead for 0.5 mm thickness.

The followings are some advices for the future studies:

1. The effect of bending speed and the holding time on the springback may be investigated.
2. The springback value for the superplastic alloys may be considered.
3. The springback values for smart materials may be investigated.

#### 5. REFERENCES

**Abdullah, M.A.** 2017. Spring Back Prediction in V-Die Bending Process Using Artificial Neural Network (ANN) Al-Qadisiyah Journal for Engineering Sciences 10, no. 2: 180-190.

**Asgari, S.A., M. Pereira, B.F. Rolfe, M. Dingle, and P.D. Hodgson.** 2008. Statistical analysis of finite element modeling in sheet metal forming and springback analysis. *Journal of materials processing technology* 203, no. 1-3: 129-136.

**Bakhshi-Jooybari, M., B. Rahmani, V. Daezadeh, and A. Gorji.** 2009. The study of spring-back of CK67 steel sheet in V-die and U-die bending processes. *Materials & Design* 30, no. 7: 2410-2419.

**Bhagyashri, B., and S. Dahake.** 2018. Design and Analysis of Draw Bead Profile in Sheet Metal Forming Of Reinf-Rr End Upr-Lh/Rh for Safe Thinning. *International Journal of Engineering Science Invention (IJESI)*, Volume 7 Issue 7 VerIV, July 2018, PP 01-10.

**Burchitz, I.A.** 2008. Improvement of springback prediction in sheet metal forming. Universiteit Twente.

**Ekici, B., and E. Tekeli.** 2004. Draw bead geometry optimization on springback of sheet forming. LS-DYNA, User forum, Bamberg, Germany.

**Firat, M., H. Livatyali, O. Cicek, and M.F. Onhon.** 2008. Process and Die Design of Panel Stampings with Segmented Drawbeads. Conference Paper October.

**Hanapi, S., A.R. Omar, R. Jaafar1, W.E.W.A. Rahman, F.M. S., and I. Tharazi.** 2010. International conference on Science and Social Research (CSSR201), December 5-7, 2010, Kuala Lumpur, Malaysia.

**Iwata, T., and N. Iwata.** 2018. A novel approach of springback analysis using a drawbead and a die shoulder database in sheet metal forming simulation. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 95.9-12: 3535-3547.

**Leu, D., and C.-M. Hsieh.** 2008. The influence of coining force on spring-back reduction in V-die bending process. *Journal of Materials Processing Technology* 196.1-3: 230-235.

**Özdemir, M.** 2017. Mathematical modeling of the effect of different parameters on spring back in sheet metal formability process. *American Journal of Engineering Research (AJER)* 6.10: 198-205.

**Siswanto, W.A., A.D. Anggono, B. Omar, and K. Jusoff.** 2014. An alternate method to springback compensation for sheet metal forming. *The Scientific World Journal*.

**Thipprakmas, S., and P. Wiriyakorn.** 2011. Process parameter design of spring-back and spring-go in V-bending process using Taguchi technique. *Materials & Design* 32.8-9: 4430-4436.

**Xu, S., K. Zhao, T. Lanker, J. Zhang, and C.T. Wang.** 2005. Springback prediction, compensation and correlation for automotive stamping. In *AIP Conference Proceedings*, vol. 778, no. 1, pp. 345-352. American Institute of Physics.



## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

**MODELING AND SIMULATION TO INVESTIGATE THE THERMAL EFFICIENCY OF A PARABOLIC SOLAR TROUGH COLLECTOR WITH ABSORBER TUBE INSERTED TWISTED TAPE SYSTEM**Mohammed Faris ABBAS<sup>1</sup><sup>1</sup>School of Engineering and Natural Sciences, Altinbas University, Istanbul, Turkey  
mohammed89\_eng@yahoo.com ORCID No: 0000-0002-8034-0376İbrahim KOÇ<sup>2</sup><sup>2</sup>School of Engineering and Natural Sciences, Altinbas University, Istanbul, Turkey  
ibrahim.koc@altinbas.edu.tr ORCID No: 0000-0002-1379-7093Ahmed F. Khudheyer ALJANABI<sup>3</sup><sup>3</sup>Mechanical Engineering Department, Al-Nahrain University, Baghdad, Iraq  
drahmed955@eng.nahrainuniv.edu.iq ORCID No: 0000-0002-5809-4105**Geliş Tarihi/Received Date: 22.04.2021 Kabul Tarihi/Accepted Date: 19.06.2021**

## Abstract

Concentrated solar power is one of the renewable energy sources in the world that can be utilized from solar energy by combining and concentrating it. In this numerical study, computer software was used to investigate the parabolic trough collector consists of a mirror and tube made of copper covered with a vacuum glass. The twisted tape made of aluminum is placed inside the tube to generate swirl flow and turbulence around the axial centerline of the absorber tube with the working fluid. Water was used as a working fluid with turbulent flow, the Reynolds number varied for the range of 2000 to 9000. To describe the present study, continuity, momentum, and energy equations were used. The angle of inclination of the twisted tape has been taken into account in six different values: 25°, 33°, 45°, 50°, 55°, and 60°. A study occurred in the city of Istanbul in Turkey with 41° latitude and 28.97° longitude for a periodic time from 9:00 am to 3:00 pm, for four different selected months, September, October, November, and December. Results illustrated increasing in outlet temperature and heat transfer enhancement for six twisted tape angles compared with the plain tube. The best angle of inclination of the twisted tape was found to be 50 degrees.

Keywords: Concentrating solar power, Parabolic trough collector, Twisted tape, Heat transfer enhancement.

**EMİCİ TÜP İÇİNE BÜKÜMLÜ BANT YERLEŞTİRİLMİŞ BİR PARABOLİK OLUKLU GÜNEŞ KOLLEKTÖRÜNÜN ISIL VERİMİNİ ARAŞTIRMAK İÇİN MODELLEME VE SİMÜLASYON**

## Özet

Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi, güneş enerjisinin birleştirilmesi ve yoğunlaştırılarak kullanılabilen dünyadaki yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir. Bu sayısal çalışmada, bir ayna ve vakumlu camla kaplı bakırdan yapılmış tüpten oluşan parabolik oluklu kolektörün incelenmesi için bilgisayar yazılımı kullanılmıştır. Alüminyumdan yapılmış bükülmüş bant, çalışma sıvısı ile emici tüpün eksenel merkez hattı etrafında girdap akışı ve türbülans oluşturmak için tüpün içine yerleştirilmiştir. Su, Reynolds sayısı 2000 ile 9000

arasında değişen türbülans akışlı bir çalışma sıvısı olarak kullanılmıştır. Bu çalışmayı tanımlamak için süreklilik, momentum ve enerji denklemleri kullanılmıştır. Bükümlü bandın eğim açısı 25 °, 33 °, 45 °, 50 °, 55 ° ve 60 ° olmak üzere altı farklı değerde dikkate alınmıştır. Türkiye'nin İstanbul şehrinde 41 ° enlem ve 28.97 ° boylamda, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık olmak üzere seçilen dört farklı ay için 09:00 - 15:00 arasında periyodik bir süre için bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, düz boru ile karşılaştırıldığında altı bükümlü bant açısı için çıkış sıcaklığındaki ve ısı transferindeki artışın olduğunu göstermektedir. Bükümlü bandın en iyi eğim açısı 50 derece olarak bulunmuştur.

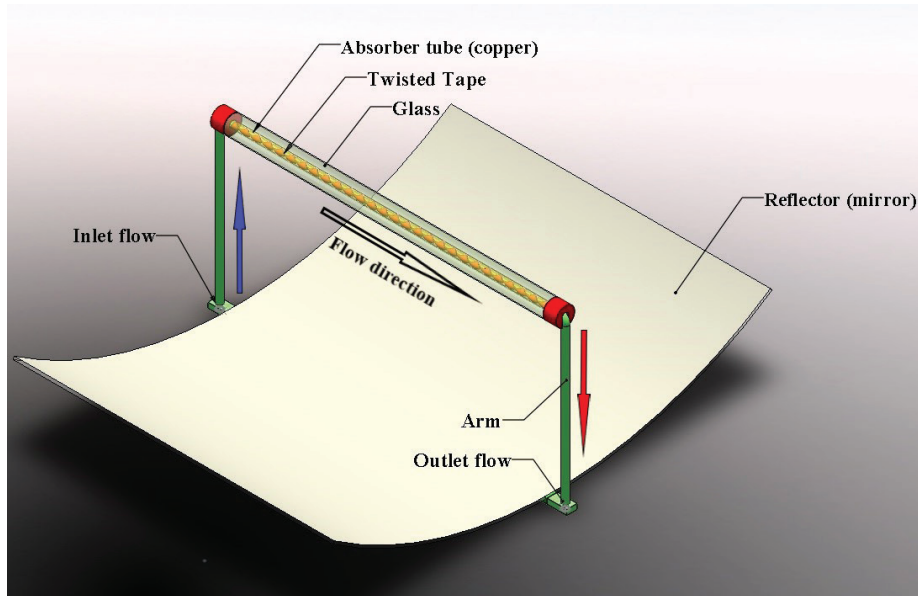
**Anahtar Kelimeler:** Konsantre güneş enerjisi sistemleri, Parabolik oluklu kolektör, bükümlü bant, ısı transferini iyileştirme

## 1. INTRODUCTION

Interest in renewable energy sources increases recently. The most suitable energy source for specific regions in the world is obviously solar energy because of its many uses, including the conversion of solar energy into electrical energy through panels or into thermal energy. And to take advantage of the converted solar energy into thermal through the technology of collecting this energy by the parabolic trough collector (PTC), dish system, and power tower or central receiving system (CRS) (Padilla 2011).

PTC is one of the most used applications in solar energy, which consists of a mirror that reflects the sun rays falling on it and focuses it on the absorber tube in order to heat the working fluid.

To enhancement the heat transfer inside the tube, there are two techniques, the active method, and the passive method. Active methods requiring external power, passive methods do not require any additional power and are performed by changing a geometry design. The twisted tape is one of the passive methods to enhance heat transfer by generate swirl flow and make a mixing between the fluid near the surface with the center of the tube. The collector in figure 1, was used in this study has a 1220 mm length of the mirror and 1668 mm width with reflectivity 0.9, The tube was made from a copper with 23 mm inner diameter and 25 mm outer diameter with absorptivity of 0.95 and covered by glass with transmissivity 0.85. This tube exposed to heat that reflected from the collector with a concentration ratio of 20.598, the upper surface area directly from the sun and the lower surface area from reflected rays by the collector, the amount of the limits of the lower area knows by rim angle ( $\phi_R$ ), The twisted tape inserts in the tube with a 4.787 twist ratio and 1.2 mm thickness made from aluminum (Bhakta, Panday, and Singh 2018).



**Figure 1.** Schematic of parabolic trough collector

In this study, the change of the angle of the twisted tap was numerically investigated for six angles of 25°, 33°, 45°, 50°, 55°, and 60°. The governing equations are solved by using the finite volume method (FVM) by ANSYS FLUENT 2020 R2 software. There is a lot of previous research in parabolic trough collector as following :

(Bhakta, Panday, and Singh 2018) studied the thermal performance of cylindrical parabolic concentrating with water flow by using nail twisted tape and pitch ratios 4.787, 6.914, and 9.042. They found the best solar energy collected and stored water at noon with a nail pitch ratio of 4.787.

(Velazquez-lucho and Robles 2016) developed the thermodynamic model framework to improve the heat transfer performance. with experimental study used the twisted tape ratio of approximately 1 to generate swirl flow with a low Reynolds number.

(Sharma and Kundan 2014) an attempt had been made to enhancement the performance of solar collector through utilized nanofluid instead of water as working fluid they used nanoparticles alumina oxide ( $Al_2O_3$ ) and copper oxide (CuO), The advantage of nanoparticles was small in size so they cannot make any effect on pumps and can absorb the energy. they looked for an improvement in efficiency.

(Ghadirijafarbeigloo, Zamzamian, and Yaghoubi 2014) discussed the improvement of parabolic trough collector by used new technology louvered twisted tape with a fin. In this numerical simulation study with a deferent twisted ratio of 2.67, 4, and 5.33 they found an increase in Nusselt number and friction factor.

(Yaningsih and Wijayanta 2018) investigated experimentally used twisted tape with three types of wings triangle (T-Tri), rectangle (T-Rec), and trapezoid (T-Tra), twisted ratio 3.8 with the angle of attack at 60° they found the heat transfer and friction factor were enhanced when used wing twisted tape was trapezoid twisted tape because of making the flow more turbulence near the wall of the tube.

(Saravanan et al. 2019) tried to improve the heat transfer in this experimental study by the impact of helically twisted tape ratio (3, 4, 5, and 6), and Reynolds number between 3000 to 23000. They found the  $V$  trough solar collector with twisted tape improved the heat transfer 8.4% compared with a plain tube and the lower twist ratio (3) gives the best result because of the generated strong swirl and higher hydraulic length.

Feizabadi (Khoshvaght-Aliabadi and Feizabadi 2020) studied numerically to research tubular heat exchangers using a combination of two twisted tape methods. In this method, the twisted tube put inside it twisted tape elliptical cross-section area. The twisted tube installed inside it twisted tape on the minor axis and the twisted tube installed inside it twisted tape on the major axis all compared with straight tube and a straight tube put inside it twisted tape. The higher hydrothermal performance was found in minor more than major at Reynolds number 1800.

(He et al. 2020) explained the impact of twisted tape with CuO-water nanofluid as a working fluid for different concentrations volume from 1 to 4 % in a tube. In this study, they used single and two-phase (mixture) twisted tape in the tube. The result found the single twisted tape was closer to two-phase twisted tape, performance efficiency coefficient with one twisted tape in a tube was 2.18 while with two twisted tapes was 2.04.

(Sivakumar et al. 2020) used CFD simulation to enhancement the heat transfer coefficient, heat transfer, friction factor, and Nusselt number by a used triangular and circular cut in twisted tape, Reynolds number range between 5710 to 18300, and twisted tape ratio 5.4 with laminar flow rate. They found increasing heat transfer more by using triangular cut twisted tape compared with plain twisted tape and a circular hole cut twisted and the heat transfer was improved by 1.02 times more by using triangular cut relative to the circular cut twisted tape.

## 2. PARABOLIC SOLAR COLLECTOR AND TWISTED TAPE PROPERTIES

In this study, heat transfer fluid (HTF) is water, the fluid enters to the tube with turbulent flow, and Reynolds number  $Re > 2300$ . The twisted tape was made from aluminum, the characteristic geometries for twisted tape length ( $l$ ), the diameter of twisted tape ( $w$ ), thickness ( $t$ ). The absorber tube was made from copper because of having higher thermal conductivity ( $k = 385 \text{ W/mK}$ ) when compared to aluminum and steel. The outer surface of the absorber was black coated to work like the similar black body ( $\epsilon \approx 1$ ) to absorb the heat more than the other color body and to increase the thermal efficiency, with absorptivity (0.95), inner diameter absorber tube ( $D_i$ ), the absorber tube was wrapped by the glass to working as a greenhouse to minimize radiation heat transfer loss from absorber tube with transmissivity (0.85). Twisted tape with twist ratio ( $\gamma/w$ ) is the ratio between the pitch tape ( $\gamma$ ) to the diameter of tape ( $w$ ). PTC was made from an acrylic mirror with reflectivity (0.9), the total area of the parabolic mirror ( $A_{ref}$ ), with width ( $W_p$ ), length ( $L_p$ ). Focal length ( $l_f$ ) is the length between the reflector and the absorber tube, the rim angle ( $\phi_r$ ) is an angle between the vertical axis and line from the focal point to a parabolic service edge. Figure 2 shows the symbols of PTC. All the data in Table 1, of the collector, have been found in reference (Bhakta, Panday, and Singh 2018). Figures 3 and 4 show the parts and dimensions.

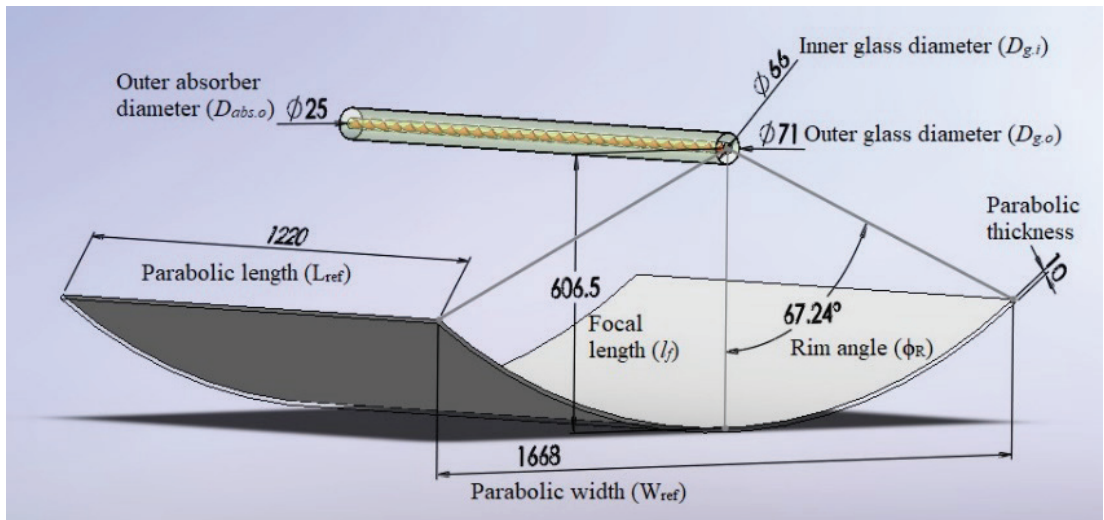
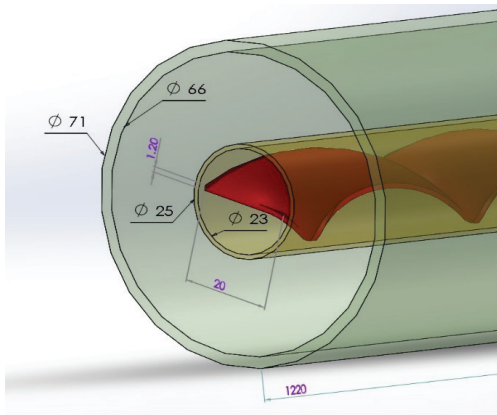


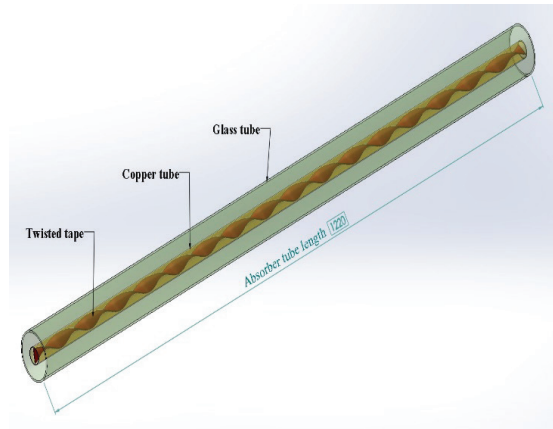
Figure 2. Parabolic trough collector dimensions

Table 1. Dimensions of geometrical parameters (Bhakta, Panday, and Singh 2018)

Parameter	Symbol	Value
Twisted tape length	$l$	1220 mm
Twisted tape diameter	$w$	20 mm
Twisted tape thickness	$t$	1.2 mm
The outer diameter for the absorber tube	$D_{abs.o}$	25 mm
The inner diameter for the absorber tube	$D_{abs.i}$	23 mm
The outer diameter for the glass envelope	$D_{g.o}$	71 mm
The inner diameter for the glass envelope	$D_{g.i}$	66 mm
Twist ratio	$y/w$	4.787
Pitch tape	$y$	95.74 mm
Concentration ratio	$C$	20.598
Area of parabolic trough collector	$A$	2.036 m <sup>2</sup>
Width of the parabolic reflector	$W_{ref}$	2 x 0.834 m
Length of the parabolic reflector	$L_{ref}$	1.22 m
Focal length	$l_f$	606.5 mm
Rim angle	$\phi_R$	67.24 <sup>o</sup>
Absorptivity for an absorber tube	$\alpha$	0.95
Reflectivity for a parabolic mirror	$\rho$	0.9
Transmissivity of the glass envelope	$\tau$	0.85

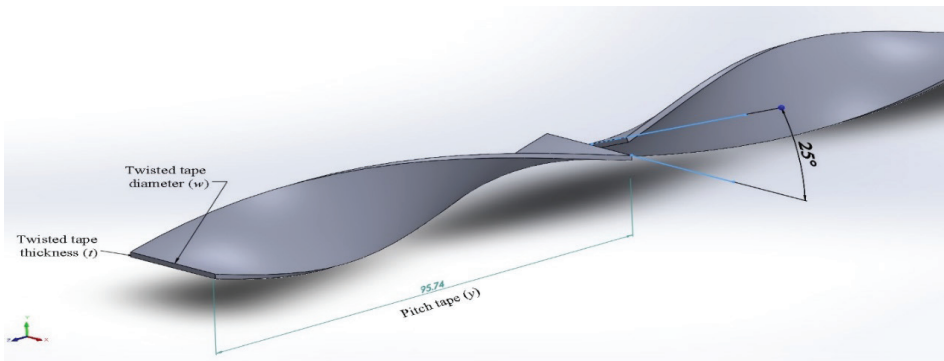


**Figure 3.** Dimensions of twisted tape, copper, and glass

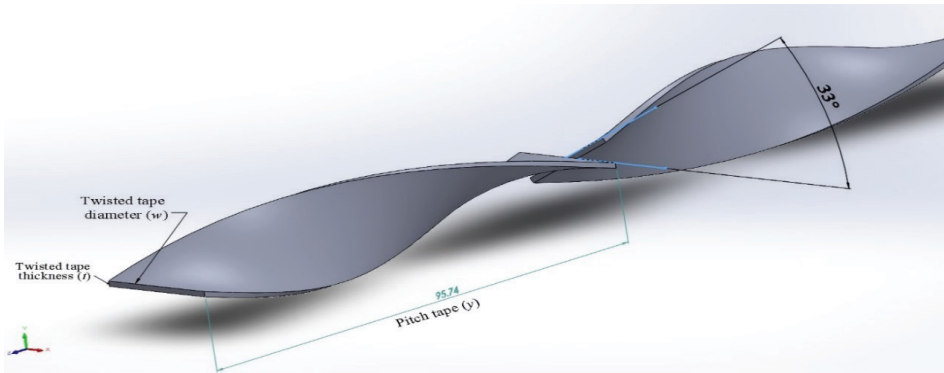


**Figure 4.** Twisted tape covered by copper and glass tube

In this study, there are six different twisted tape angles 25°, 33°, 45°, 50°, 55°, and 60°. In Figure 5 shown 3 angles:



**Figure 5 a.** Twisted tape with 25 deg



**Figure 5 b.** Twisted tape with 33 deg

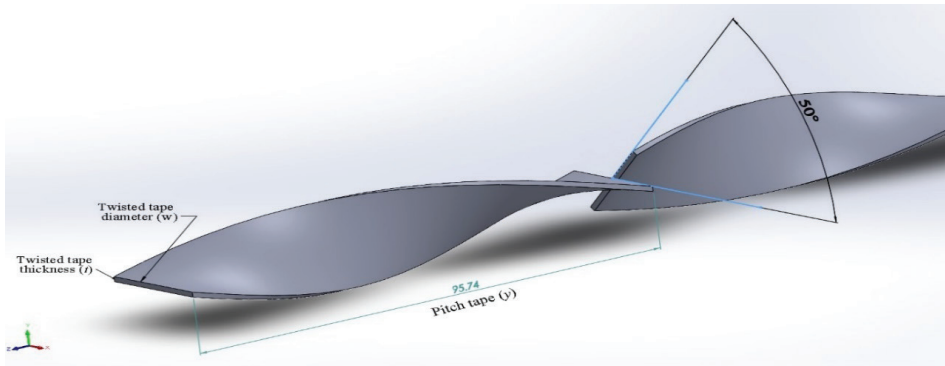


Figure 5 c. Twisted tape with 50 deg

### 3. SOLAR COLLECTOR PROCESSING

To collate the heat from sun rays, the rays fall on the upper tube surface and the reflector surface (PTC). The heat transfer in Figure 6 by several stages to reach the HTF. The heat transfer processes as a following: convection heat transfer between the HTF and absorber tube; conduction heat transfer in the absorber tube wall; radiation heat transfer from the absorber to the glass tube; conduction heat transfer in the glass tube; radiation heat transfer from the glass tube to the surrounding. The heat transfer from the glass tube to the surrounding is also occurred by convection and radiation, where the convection is may be forced or natural, relying on climate there is wind about the glass tube (Ananthsonaraj and Reddy 2015)

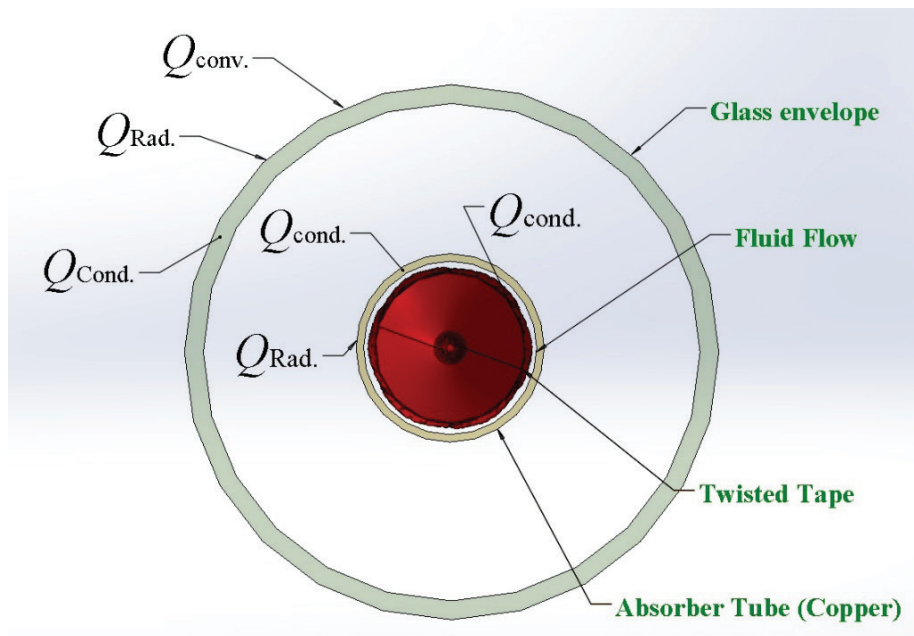


Figure 6. Heat transfers distribution on tubes

In the lower surface, the parabolic trough collector reflects rays to the lower side of the glass tube, but the amount of concentration heat is larger than the upper surface because the rays having concentrated and reflected by PTC so can neglect the heat energy which directly from the sun to upper surface in Figure 7.

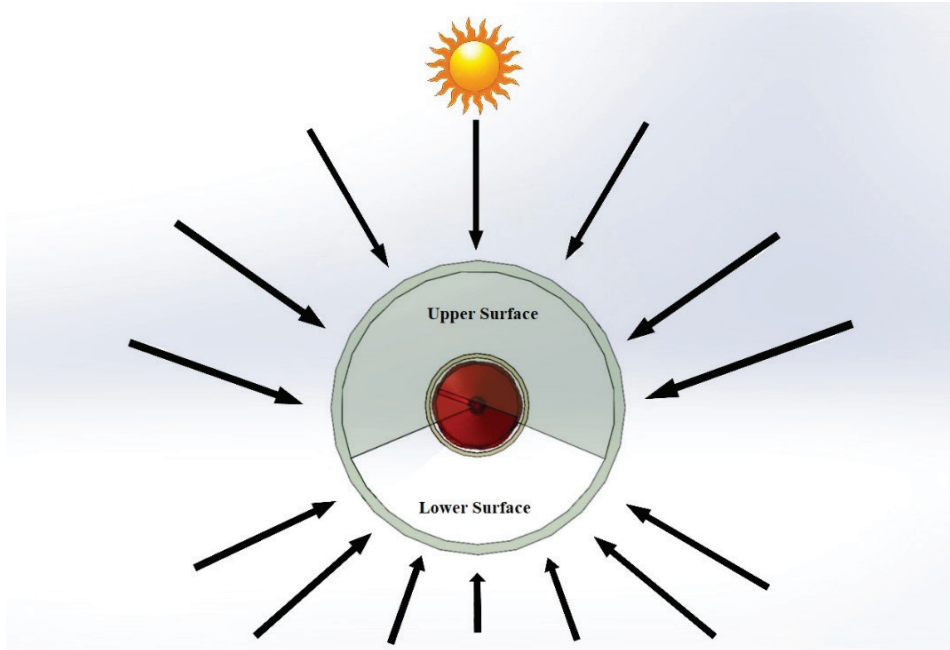


Figure 7. The upper surface and lower surface in the model

#### 4. GOVERNING EQUATIONS

To estimate the thermal performance of PTC by the energy balance between the useful energy coming from the sun and heat transfer fluid HTF (Gianluca Coccia Giovanni Di Nicola Alejandro Hidalgo, n.d.). The thermal performance is steady-state condition and one dimensional, the heat transfer in the supporting bracket was neglected.

$$I_{abs} = Q_u + Q_{rad.abs} + Q_{conv.abs} \quad (4.1)$$

Where  $I_{abs}$  is the beam radiation reflected to absorber tube,  $Q_u$  is the useful heat will transfer to heat transfer fluid HTF,  $Q_{rad.abs}$  is a heat loss from an absorber tube to glass envelope by radiation heat transfer,  $Q_{conv.abs}$  is a heat loss from an absorber to a glass envelope by convection heat transfer(neglected). The beam radiation reflected to the absorber tube can calculate from in given equation:

$$I_{abs} = \rho \tau \alpha C I = \rho \tau \alpha C A_{ref} G \quad (4.2)$$

Where ( $C$ ) concentrates ratio, ( $I$ ) is solar energy that fell on the collector aperture area, and ( $G$ ) is solar intensity ( $W/m^2$ ).



#### 4.1 Heat Transfer in the Absorber Tube

Conduction heat transfer losses occur in absorber tube by using the equation :

$$Q_{cond.abs} = 2 \pi L_{abs} k_{abs} \frac{(T_{abs.o} - T_{abs.i})}{\ln(D_{abs.o}/D_{abs.i})} \quad (4.3)$$

where  $L_{abs}$  is the length of an absorber tube  $k_{abs}$  is a thermal conductivity of an absorber copper tube,  $T_{abs.o}$  is outer the absorber temperature,  $T_{abs.i}$  is inner of the absorber temperature,  $D_{abs.o}$  is outer of the absorber diameter,  $D_{abs.i}$  is inner the absorber diameter.

#### 4.2 Heat Transfer in Absorber Tube to Glass Envelope

Thermal loss in an absorber tube occurs by radiation heat transfer only and convection heat transfer does not occur because of the vacuum between an absorber and a glass (Performance 2018).To evaluate radiation heat transfer in the equation:

$$Q_{rad.abs} = \sigma \varepsilon^* \pi D_{abs.o} L_{abs} (T_{abs.o}^4 - T_{g.i}^4) \quad (4.4)$$

Where  $\sigma$  is Stefan-Boltzmann constant ( $5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ ),  $T_{g.i}$  is inner glass temperature,  $\varepsilon^*$  for long concentric cylinder is:

$$\varepsilon^* = \left[ \frac{1}{\varepsilon_{abs}} + \frac{1 - \varepsilon_g}{\varepsilon_g} \left( \frac{D_{abs.o}}{D_{g.i}} \right) \right]^{-1} \quad (4.5)$$

The  $\varepsilon_{abs}$  is the emissivity for absorber tube and  $\varepsilon_g$  for glass envelope,  $D_{g.i}$  inner diameter for a glass envelope.

#### 4.3 Heat Transfer in the Glass Envelope

In glass envelope also will occur conduction heat transfer losses like in absorber tube by using the equation:

$$Q_{cond.g} = 2 \pi L_g k_g \frac{(T_{g.i} - T_{g.o})}{\ln(D_{g.o}/D_{g.i})} \quad (4.6)$$

Where  $L_g$  is a length for glass envelope,  $k_g$  thermal conductivity for a glass,  $T_{g.i}$  inner temperature for glass,  $T_{g.o}$  outer temperature for glass,  $D_{g.o}$  outer diameter for glass envelope.

#### 4.4 Heat Transfer in the Glass Envelope to Ambient

The outer surface for glass envelope there is two types for heat transfer losses, first the radiation heat transfer between outer surface for glass and sky as given in the equation:

$$Q_{rad,g} = \sigma \varepsilon_g \pi D_{g,o} L_g (T_{g,o}^4 - T_{sky}^4) \quad (4.7)$$

The second is external convection heat transfer for the equation :

$$Q_{conv,g} = h_{air} \pi D_{g,o} L_g (T_{g,o} - T_{air}) \quad (4.8)$$

Where  $T_{air}$  is ambient temperature,  $h_{air}$  is a heat transfer coefficient for air can be defined in the equation:

$$h_{air} = \frac{Nu_{air} k_{air}}{D_{g,o}} \quad (4.9)$$

Where  $Nu_{air}$  is Nusselt number for air,  $k_{air}$  thermal conductivity for air can be calculated from film temperature (Gianluca Coccia Giovanni Di Nicola Alejandro Hidalgo, n.d.) :

$$T_{film} = (T_{g,o} + T_{air})/2 \quad (4.10)$$

The  $Nu_{air}$  is dependent on the wind outer surface for glass envelope if there is any wind that is main forced convection heat transfer defined from Churchill and Bernstein equation (CENGEL 2011):

$$Nu_{air} = 0.3 + \frac{0.62 Re_{air}^{1/2} Pr^{1/3}}{\left[1 + (0.4/Pr)^{2/3}\right]^{1/4}} \left[1 + \left(\frac{Re_{air}}{282,000}\right)^{5/3}\right]^{4/5} \quad (4.11)$$

$Re_{air}$  is Reynolds number for air at  $T_{film}$ ,  $Pr$  is Prandtl number for air at  $T_{film}$ .

If the surrounding without wind is that main free convection heat transfer ( $10^5 < Re_{air} < 10^{12}$ ) defined from long horizontal cylinder equation (Gianluca Coccia Giovanni Di Nicola Alejandro Hidalgo, n.d.) :

$$Nu_{air} = \left\{ 0.60 + \frac{0.387 Re_{air}^{1/6}}{\left[1 + (0.559/Pr_{air})^{9/16}\right]^{8/27}} \right\}^2 \quad (4.12)$$

#### 4.5 Heat Transfer in Absorber Tube to Heat Transfer Fluid

The useful heat will transfer from the inner surface absorber tube to heat transfer fluid HTF be internal convection heat transfer to calculated by utilizing the energy balance in fluid volume (Performance 2018) :

$$Q_u = \dot{m} c_p (T_{out} - T_{in}) \quad (4.13)$$

Where  $\dot{m}$  is a mass flow rate for HTF,  $c_p$  is the specific heat capacity at constant pressure. to determine heat transfer to fluid in an equation :

$$Q_u = A_{abs,i} h_f (T_{abs,i} - T_{film}) \quad (4.14)$$

Where  $A_{abs,i}$  is an area of inner surface for absorber tube,  $h_f$  is a heat transfer coefficient for HTF to evaluated by the equation:

$$h_f = \frac{Nu_f k_f}{D_{abs,i}} \quad (4.15)$$

Where  $Nu_f$  is the Nusselt number for fluid,  $k_f$  is the thermal conductivity for fluid. To find the Nusselt number for turbulent flow and smooth absorber ( $Re > 2300$ ) from Dittus–Boelter correlation equation:

$$Nu_f = 0.023 Re^{0.8} Pr^{0.4} \quad (4.16)$$

The Reynolds number  $Re$  and Prandtl number  $Pr$  can be defined in the following (Bellos and Tzivanidis 2018)(Performance 2018):

$$Re = \frac{4 \dot{m}}{\pi D_{abs,i} \mu_f} = \frac{\rho_f v_f D_{abs,i}}{\mu_f} \quad (4.17)$$

$$Pr = \frac{\mu_f c_p}{k_f} \quad (4.18)$$

Where  $\rho_f$  is the density for fluid,  $v_f$  is the velocity for fluid,  $\mu_f$  Dynamic viscosity for fluid.

#### 4.6 Concentration Ratio

Is the ratio between reflector surface area to absorber tube area, calculate the concentrate ratio that incoming from solar beam radiation to the absorber tube in the equation :

$$C = \frac{A_{ref}}{A_{abs}} = \frac{W_{ref} L_{ref}}{\pi D_{abs,o} L_{abs}} \quad (4.19)$$

Where  $A_{ref}$  area of parabolic trough collector surface,  $A_{abs}$  area of the absorber tube.

#### 4.7 Efficiency of Parabolic Trough Collector (PTC)

The efficiency of PTC  $\eta$  can evaluate from the useful heat  $Q_u$  to HTF and the solar energy  $Q_s$  that fell on a collector aperture area in an equation:

$$\eta = \frac{Q_u}{Q_s} = \frac{m c_p (T_o - T_i)}{A_{ref} G} \quad (4.20)$$

### 4.8 Continuity, Momentum, and Energy

For turbulent steady, incompressible flow, no-slip conditions, constant thermophysical properties for the working fluid, the governing equations (Mahmoud, Abbas, and Khudheyer 2020) can be illustrated as:

Mass conservation :

$$\frac{\partial(\rho u_i)}{\partial x_j} = 0 \tag{4.21}$$

Momentum equation :

$$\frac{\partial(\rho u_i u_j)}{\partial x_j} = -\frac{\partial P}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[ \mu \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) + (-\rho \overline{u_i' u_j'}) \right] \tag{4.22}$$

Energy equation :

$$\frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_i T) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left( \left( \mu \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \mu_t \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \frac{\partial T}{\partial x_j} \right) \tag{4.23}$$

Where  $\rho$  density,  $u$  velocity,  $u'$  fluctuated velocity,  $P$  pressure,  $T$  temperature,  $\mu$  dynamic viscosity and  $\mu_t$  turbulent dynamic viscosity.

## 5. NUMERICAL ANALYSIS

### 5.1 Design Modeling

ANSYS design modeler had been used to sketch the absorber tube with a twisted tape inserted, of 1220 mm length, and 71 mm outer diameter (glass envelope)(Bhakta, Panday, and Singh 2018), by using a sweep tool with a pitch of (95.74 mm). It can neglect the direct solar rays from the sun and depend only on the radiation solar energy from the parabolic mirror because of the concentration ratio ( $C$ )  $\approx$  20, this is mean over 10 (Duffie et al. 2013), the other outer surface was limited by the used Face Split and Edge Split tools to divide the tube edges into two sides. Table 2 shows the boundary conditions values used in this numerical study on 15<sup>th</sup> September at 9:00 am.

**Table 2.** Boundary conditions for this study

Specifications	Inlet water temperature	Inlet fluid velocity	Concentrated rate on the lower surface	Direct normal solar energy on the upper surface	Turbulence intensity for: plain, 25°,33°, 45°,50°, 55°,60°
Boundary conditions	300 K	0.03 m/s	8817 w/m <sup>2</sup>	589 w/m <sup>2</sup>	10.36, 11.85, 13.54, 11.45, 14.5, 11.85, 12.77

### 5.2 Grid Generation and Mesh Independency

ANSYS software was used to mesh the domain. In this study, in this study structural mesh with Hexa element type was used, mesh generation cross-section in Figure 7, on a long pipe with twisted tape. Many grid sensitivities test in Table 3, to ensure that the results are grid-independent, and 3652389 cell number was selected for all the computations done in the present study that for outlet temperature and when the number of elements exceeds these amounts, no effect on the results can be obtained.

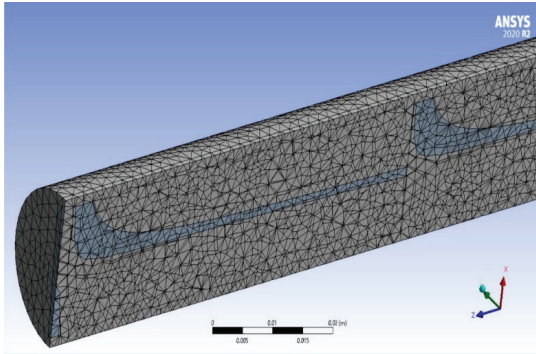


Figure 7. Effect of mesh generation on the tube and twisted tube

Table 3. Element numbers for different geometries verifying grid independence validation

Test No.	Mesh	T <sub>out</sub> (K)	Error %
1	96787	365.28	-
2	313928	361.1	1.1
3	1125926	359.88	0.3
4	2362626	358.64	0.3
5	3652389	358.3	0.09
6	3653675	358.3	0

### 5.3 Numerical Modeling and Analysis

This study utilized and created a mesh with three dimensional; heavy grids were created close to the bellows where a significant temperature difference occurs. The heat transfer issue was resolved by using the CFD software ANSYS FLUENT 2020R2. In advection terms in momentum and energy equation, a SIMPLE algorithm was utilized to couple the pressure and velocities using the second-order upwind procedure. Concentrated solar radiation flux was defined by utilizing User-Defined Functions (UDF) on the circumferential glass envelope and selective coating. All the equation was solved by used second order. For continuity, momentum, and energy equations the convergence standard was adjusted to 10<sup>-6</sup>. The radiation of heat transfer loss from the absorber tube count on the emissivity, temperature, and surrounding object's temperature of the tube. A surface-to-surface simulated radiation model was used to supposed the absorber tube and the glass envelope were to be gray and diffuse (Ananthsonaraj and Reddy 2015).

## 6. RESULTS AND DISCUSSIONS

The performances change numerically on the tube with 4.787 twist ratio and without twisted tape (plain) by using water at working fluid, the solar intensity recorded in Istanbul- Turkey with latitude 41° N and longitude 28.97° E, for 4 recommended months (Duffie et al. 2013) on 15<sup>th</sup> September, 15<sup>th</sup> October, 14<sup>th</sup> November, and 10<sup>th</sup> December from 9:00 am to 3:00 pm.

## 6.1 Model Validation

### 6.1.1 Validation with correlations of Eiamsa-ard et al. (Eiamsa-ard, Thianpong, and Eiamsa-ard 2010):

To validating the results of this study, the tube with and without twisted tape is compared to (Eiamsa-ard, Thianpong, and Eiamsa-ard 2010) correlations for the results are shown in Figure 8. The comparison shows accepted with 3% and 5% variation of Nusselt number for tube with and without twisted tape, respectively.

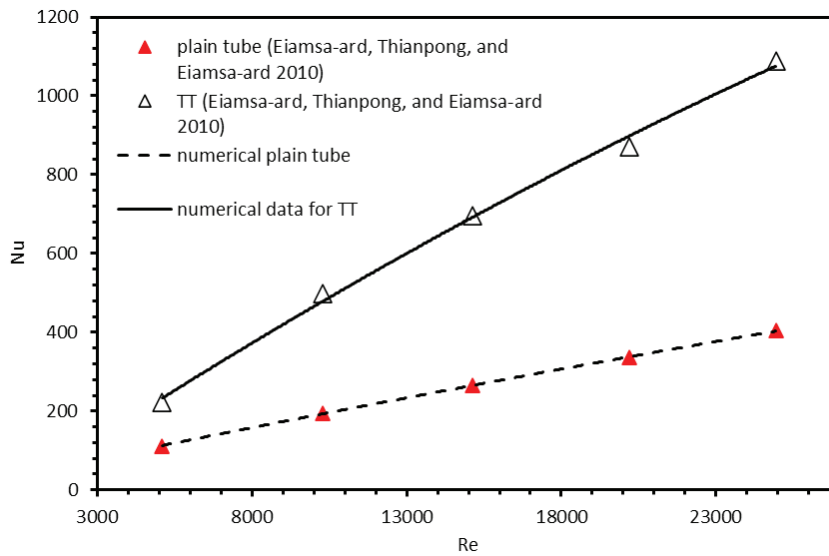
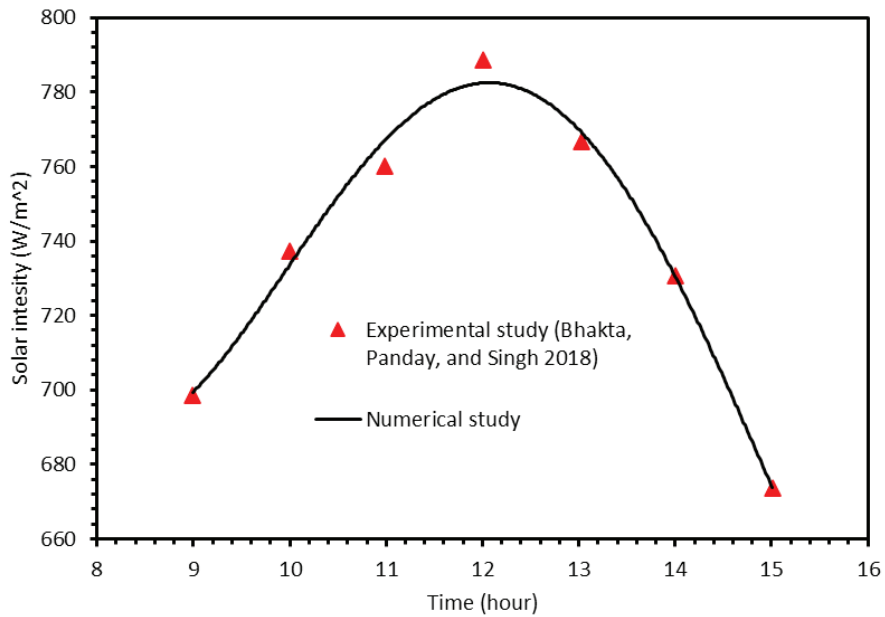


Figure 8. Relation between Nusselt number and Reynolds number

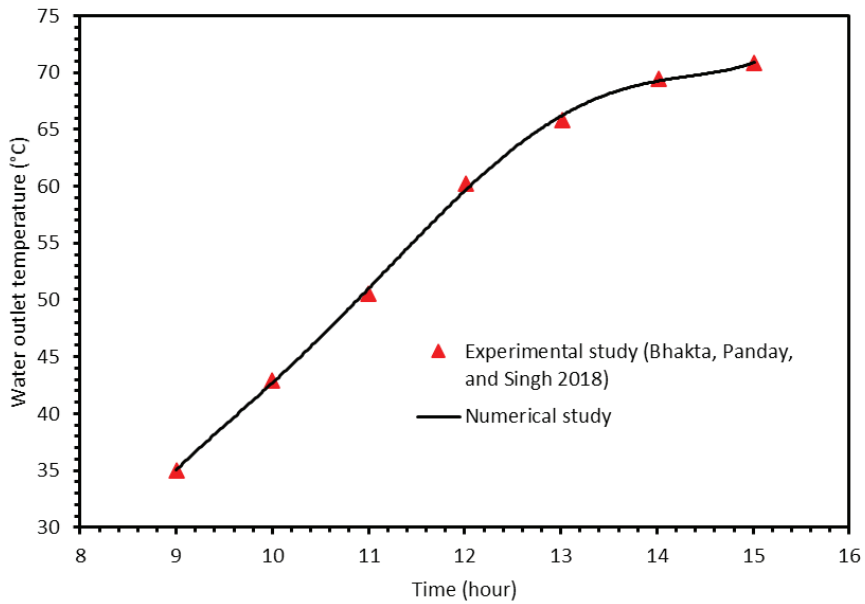
### 6.1.2 Code validation with Amit K. Bhakta et al. (Bhakta, Panday, and Singh 2018) :

The solar intensity measured experimental in India with latitude 23.47° N and longitude 86.30° E on 30<sup>th</sup> April from 9:00 am to 3:00 pm in Figure 9, are compared with numerical study results by using ANSYS FLUENT 2020 R2 software to found it.



**Figure 9.** Variation of solar intensity with time for the experimental and numerical study

In Figure 10 outlet water temperature recorded experimental in India compared with the numerical result in same physical parameter and conditions at same day and time.



**Figure 10.** The variation of outlet water temperature with time

The thermal efficiency shown in Figure 11 with time for 4.747 twisted tape ratio which increases from 9:00 am to noon and after that decreases until to 3:00 pm, experimentally, and numerical results in tube insert (TT), the peak value at noon because in this time the solar intensity maximum value.

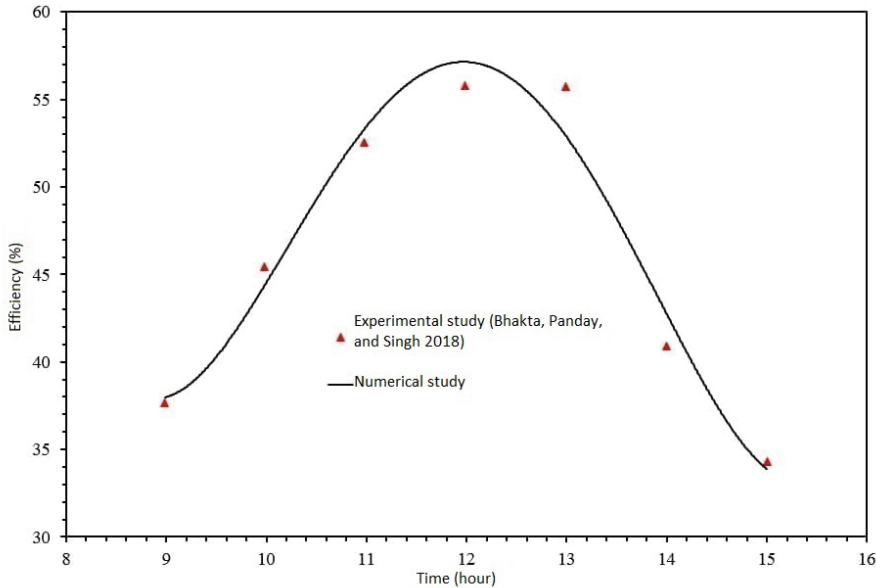
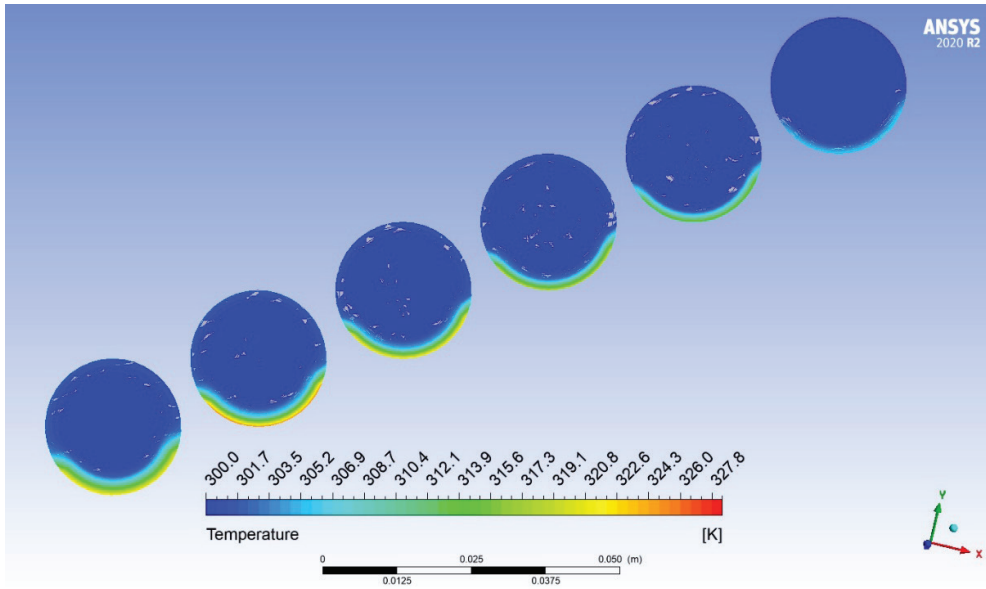


Figure 11. Validation of thermal efficiency with time

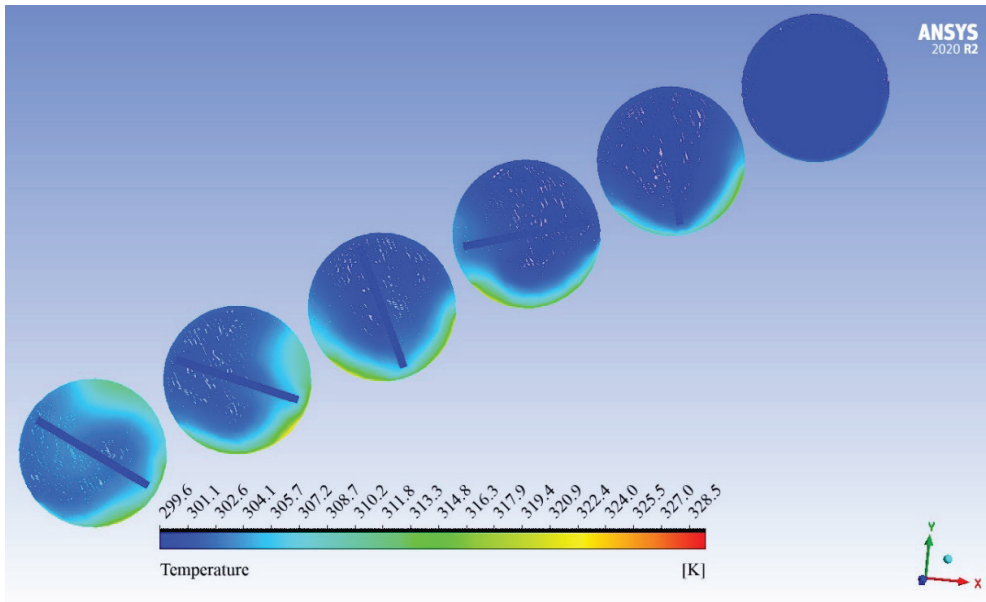
## 6.2 Outlet Temperature

The fluid enters to the tube without twisted tape (plain tube) in Figure 12 and slowly starts heating at first from the lower surface side of the tube to fluid due to the concentrated heat transfer from the reflector, the water temperature does not effectively well in the center of the tube with the heat comes from the collector because of there is not any method to enhance heat transfer like a passive or active. In twisted tape with 25 deg. in Figure 13 the center of the tube heat slowly due to the twisted tape because strong turbulence led to swirl motion and made mixing between the water close to the surface and with the center tube. Twisted tape with 33 deg. in Figure 14 the water temperature in the center of the tube is greater than the twisted tape with 25deg due to the increased obstruction of the water by increasing the angle degree and that is means increasing heat transfer coefficient. Figure 15 shows twisted tape with 50 deg. , the outer surface temperature reached to 432 k and the water temperature in the center of the tube reaches about 350 k and this temperature is more than other twisted tube angles.

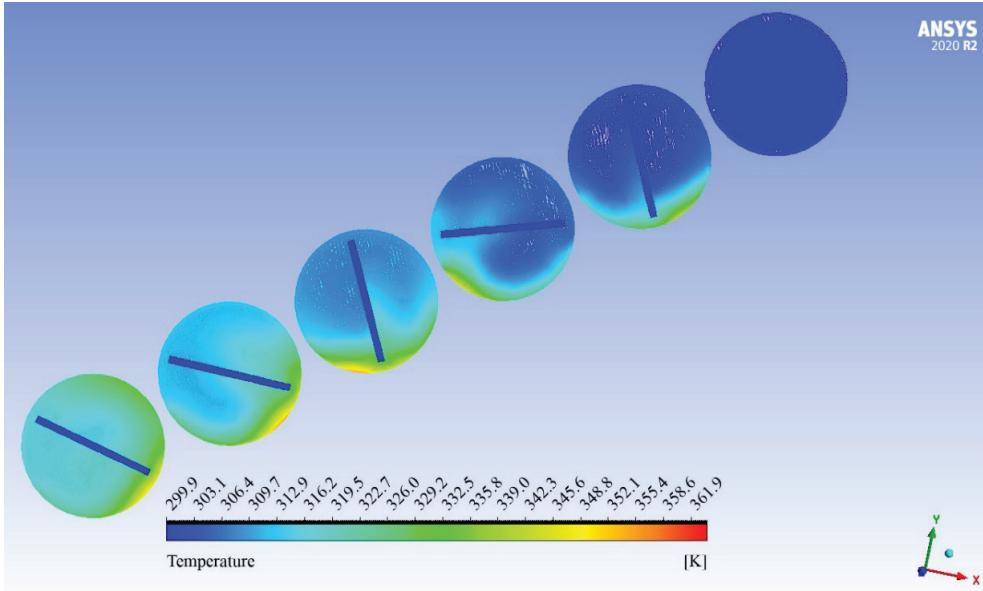




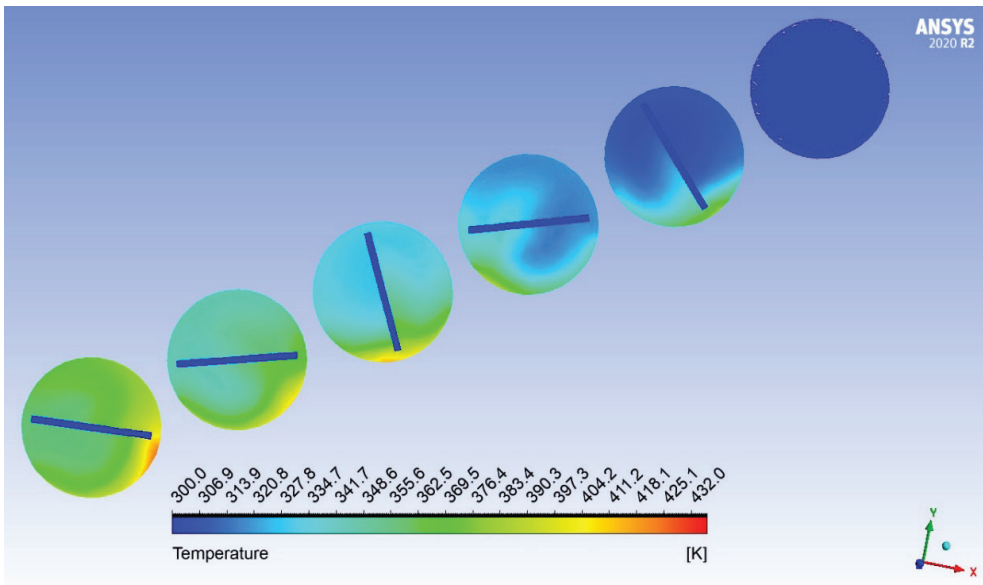
**Figure 12.** Temperature distribution inside the plain tube



**Figure 13.** Temperature distribution inside twisted tape with 25 deg



**Figure 14.** Temperature distribution inside twisted tape with 33 deg



**Figure 15** Temperature distribution inside twisted tape with 50 deg

The numerical result in Figure 16 recorded on 15<sup>th</sup> September in Istanbul the twisted tape with 50 deg. was recorded at a greater outlet temperature of 69.84 °C, twisted tape with 25°, 33°, 45°, 50°, 55°, and 60°. were recorded 59.87 °C, 64.84 °C, 68.81 °C, 69.84 °C, 57.49 °C, and 62.87 °C respectively. plain tube recorded 55.18 °C. Found increasing in outlet temperature of 7.83%, 14.89%, 19.57%, 21%, 4.76%, and 12.23% for twisted tape with 25°, 30°, 45°, 50°, 55°, and 60° respectively, compared with the plain tube.

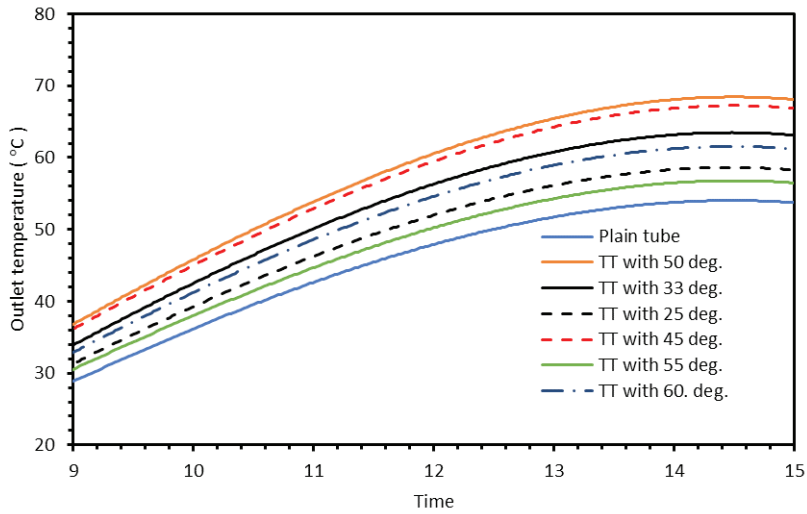


Figure 16. Water outlet temperate changes with time

### 6.3 Surface Temperature

The surface temperature was made different effect in Figure 5.11 when changing the twisted tape angles on 15<sup>th</sup> September, twisted tape with 50 deg. was recorded greater surface temperature. Found increasing in surface temperature of 9.4% , 16.34% , 20.92% , 24.61% , 6.37% , 13.71% for twisted tape with 25°, 33°, 45°, 50°, 55°, and 60° respectively, compared with the plain tube. The four recommend months ( 15<sup>th</sup> September, 15<sup>th</sup> October, 14<sup>th</sup> November, and 10<sup>th</sup> December ) (Duffie et al. 2013) in Figure 17 discusses using twisted tape with 50 deg. the 15<sup>th</sup> of September recorded the best month because the solar intensity was greater than the other months, that is means will get more useful heat gain and more efficiency.

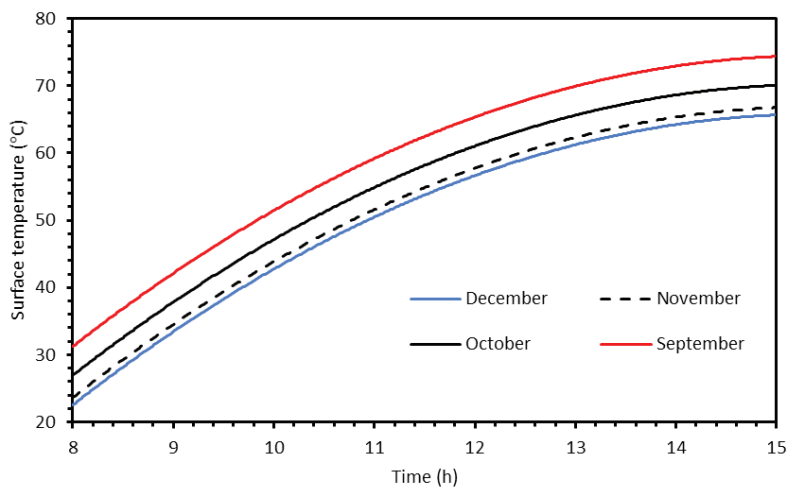


Figure 17. Changes surface temperature for 4 months with time

### 6.4 Heat Transfer Characteristics

The effect of twisted tap angles on Nusselt number (Nu) with different Reynolds number on 15<sup>th</sup> September in Figure 18 shows Nusselt number increase with increasing Reynolds number due to turbulent flow that was generated by twisted tape, therefore, created swirl flow and made mixing between water closer in surface and with the water in the center of the tube. Nusselt number increases by 18.51% , 39.88% , 41.01% , 43.95% , 12.38% , and 22.4% for twisted tape with 25° , 33° , 45° , 50° , 55° , and 60° respectively, compared with the plain tube.

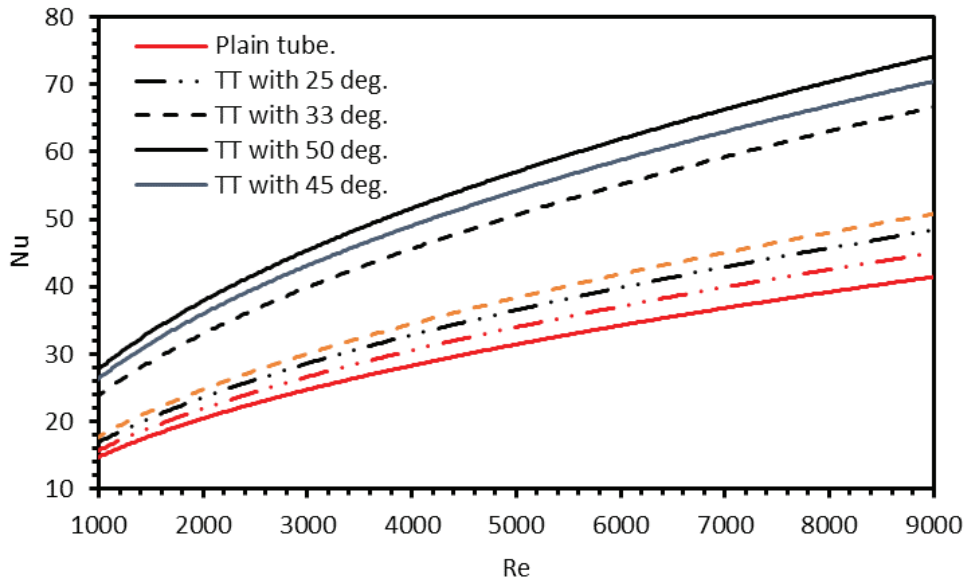


Figure 18. (Nu) validation with (Re) for 6 different angles and plain tube

### 6.5 Fraction Factor

The fraction factor decreases when increasing the Reynolds number in Figure 19, the surface area of twisted tape with 50 deg. was larger than other twisted taped angles and plain tube, which is a mean increase in disturbance according to swirl flow that was generated by the twisted tape (Yaningsih and Wijayanta 2018). Twisted tape with 25°, 33°, 45°, 50°, 55°, and 60°. obtain 38.66%, 52.08%, 60.51%, 71.77%, 67.60%, 69.73% respectively compared with the plain tube.

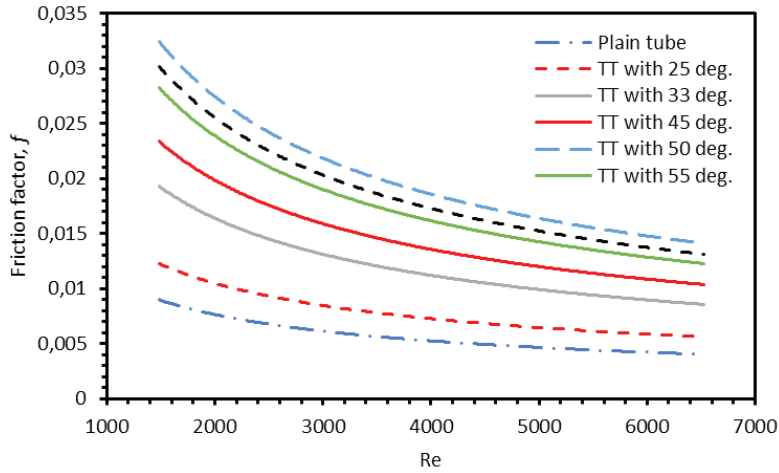


Figure 19. Change of friction factor with Reynolds number

**6.6 Thermal Performance Factor**

The thermal performance factor with Reynolds number in Figure 20 explains three different twisted tape angles and plain tube. The thermal performance factor decreasing when increasing the Reynolds number, This indicates that twisted tape cause to creates turbulently and swirl flow to enhance heat transfer in the tube (Zhang et al. 2019). The thermal performance factor gave advanced results in 6 different twisted tape angles according to the plain tube, in a range between 0.8899 to 1.1212, 0.9022 to 1.1900 , 0.9533 to 1.2324 , 0.9930 to 1.2838 , 0.8187 to 1.0315 and 0.8300 to 1.0948 , for twisted tape with 25°, 33°, 45°, 50°, 55°, and 60° respectively. 0.7123 to 0.8974 for plain tube.

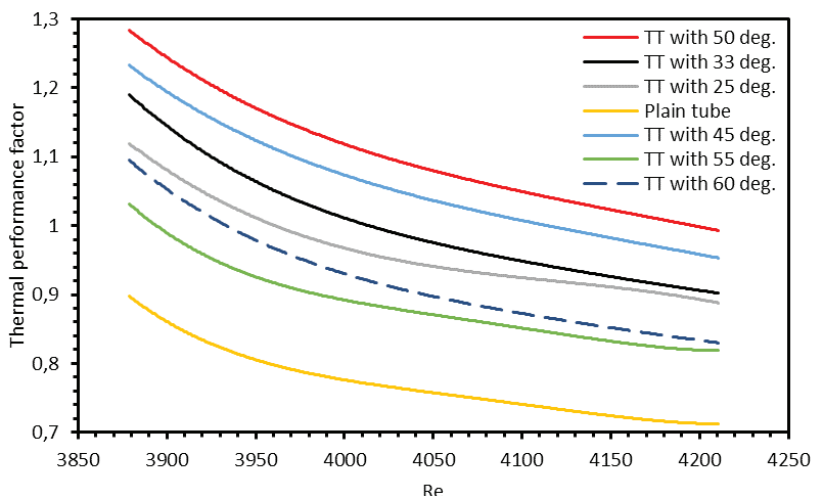


Figure 20. Relation between thermal performance factor and Re

## 7. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

### 7.1 Conclusion

In this current study, the useful heat gain comes from solar intensity falling on the parabolic solar collector reflected to the absorber tube with twisted tape insert (made from aluminum), with six different angles (25°, 33°, 45°, 50°, 55°, and 60°). This enhanced the heat transfer, Nusselt number, and friction factor, because of increased surface area, and due to turbulent and swirling motion. It found that outlet temperature rising by 7.83%, 14.89%, 19.57%, 21%, 4.76%, and 12.23% for twisted tape with 25°, 33°, 45°, 50°, 55°, and 60° respectively, compared with the plain tube. The thermal performance factor gave advanced results in 6 different twisted tape angles compared with the plain tube, the best one at the twisted tape with 50 deg. In a range between 0.8899 to 1.1212, 0.9022 to 1.1900, 0.9533 to 1.2324, 0.9930 to 1.2838, 0.8187 to 1.0315 and 0.8300 to 1.0948, for twisted tape 25°, 33°, 45°, 50°, 55°, and 60° respectively. 0.7123 to 0.8974 for plain tube.

### 7.2 Recommendations for Future Works

- Effect of nanofluids on the thermal performance of solar parabolic collector.
- An empirical correlation for thermal efficiency of the solar parabolic collector with different positions in Turkey.
- Thermal performance enhancement for the solar parabolic collector with triple twisted tape insert.

## 8. REFERENCES

**Ananthsonaraj, C., and K.S. Reddy.** 2015. Numerical Investigation of Solar Parabolic Trough Receiver under Non Uniform Solar Flux Distribution. ISES Solar World Congress 2015, Conference Proceedings, no. November: 620–32. <https://doi.org/10.18086/swc.2015.04.08>.

**Bellos, E., and C. Tzivanidis.** 2018. Assessment of the Thermal Enhancement Methods in Parabolic Trough Collectors. *International Journal of Energy and Environmental Engineering* 9 (1): 59–70. <https://doi.org/10.1007/s40095-017-0255-3>.

**Bellos E., and C. Tzivanidis.** 2018. Analytical Expression of Parabolic Trough Solar Collector Performance." <https://doi.org/10.3390/designs2010009>

**Bhakta, A.K., N.K. Panday, and S.N. Singh.** 2018. Performance Study of a Cylindrical Parabolic Concentrating Solar Water Heater with Nail Type Twisted Tape Inserts in the Copper Absorber Tube. *Energies* 11 (1): 1–15. <https://doi.org/10.3390/en11010204>.

**Cengel, Y.A.** 2011. HEAT TRANSFER SECOND EDITION A Practical Approach. MacGraw-Hill. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-20279-7\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-642-20279-7_5).

**Duffie, J.A., W.A. Beckman, S.B. Prasad, J.S. Saini, K.M. Singh, S. Thakur, N.S. Thakur, R. Karwa, and V. Srivastava.** 2013. Wiley: Solar Engineering of Thermal Processes, 4th Edition - John A. Duffie, William A. Beckman. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental Effects. Vol. 2013. <https://doi.org/10.1080/15567036.2020.1764672><http://dx.doi.org/10.1016/j.solener.2008.11.011><http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-0470873663.html>.

**Eiamsa-ard, S., C. Thianpong, and P. Eiamsa-ard.** 2010. Turbulent Heat Transfer Enhancement by Counter/Co-Swirling Flow in a Tube Fitted with Twin Twisted Tapes. *Experimental Thermal and Fluid Science* 34 (1): 53–62. <https://doi.org/10.1016/j.expthermflusci.2009.09.002>.

**Ghadirijafarbeigloo, S., A.H. Zamzajian, and M. Yaghoubi.** 2014. 3-D Numerical Simulation of Heat Transfer and Turbulent Flow in a Receiver Tube of Solar Parabolic Trough Concentrator with Louvered Twisted-Tape Inserts. *Energy Procedia* 49: 373–80. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.03.040>.

**He, W., D. Toghraie, A. Lot, F. Pourfattah, and A. Karimipour.** 2020. Effect of Twisted-Tape Inserts and Nanofluid on flow field and Heat Transfer Characteristics in a Tube. 110 (December 2019). <https://doi.org/10.1016/j.icheatmasstransfer.2019.104440>.

**Hidalgo, G.C.G.N.A. n.d.** 2016. Parabolic Trough Collector Prototypes for Low-Temperature Process Heat. SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology 2016.

**Khoshvaght-Aliabadi, M., and A. Feizabadi.** 2020. Performance Intensification of Tubular Heat Exchangers Using Compound Twisted-Tape and Twisted-Tube. *Chemical Engineering and Processing - Process Intensification* 148 (December 2019): 107799. <https://doi.org/10.1016/j.cep.2019.107799>.

**Mahmoud, M.S., A.S. Abbas, and A.F. Khudheyer.** 2020. Solar Parabolic Trough Collector Tube Heat Transfer Analysis with Internal Conical Pin Fins. *Journal of Green Engineering* 10 (10): 7422–36.

**Padilla, R.V.** 2011. "Simplified Methodology for Designing Parabolic Trough Solar Power Plants."

**Saravanan, A., J.S. Senthilkumaar, S. Jaisankar, and J. Ananth.** 2019. Influence of Helix Twisted Tape on Heat Transfer and Friction Factor in Forced Circulation V-Trough Solar Water Heater. *International Journal of Sustainable Energy* 38 (2): 163–76. <https://doi.org/10.1080/14786451.2018.1476352>.

**Sharma, K., and L. Kundan.** 2014. Nanofluid Based Concentrating Parabolic Solar Collector. *International Journal of Research in Mechanical Engineering and Technology* 4 (October): 146–52.

**Sivakumar, K., K. Rajan, T. Mohankumar, and P. Naveenadran.** 2020. Analysis of Heat Transfer Characteristics with Triangular Cut Twisted Tape (TCTT) and Circular Cut Twisted Tape (CCTT) Inserts. In *Materials Today: Proceedings*, 22:375–82. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.07.212>.

**Velazquez-lucho, K.M., and M. Robles.** 2016. Parabolic Trough Solar Collector for Low Enthalpy Processes : An Analysis of the efficiency Enhancement by Using Twisted Tape Inserts. 93: 125–41. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.02.046>.

**Yaningsih, I., and A.T. Wijayanta.** 2018. Concentric Tube Heat Exchanger Installed by Twisted Tapes Using Various Wings with Alternate Axes Concentric Tube Heat Exchanger Installed by Twisted Tapes Using Various Wings with Alternate Axes. 030005 (January 2017). <https://doi.org/10.1063/1.4968258>.

**Zhang, S., L. Lu, C. Dong, S. Hyun.** 2019. Thermal Characteristics of Perforated Self-Rotating Twisted Tapes in a Double-Pipe Heat Exchanger. Applied Thermal Engineering 162 (May): 114296. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2019.114296>.



## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

OLASI İSTANBUL DEPREMİ İLE YAPILAN KENTSEL DÖNÜŞÜM ÇALIŞMALARI VE  
ALINAN ÖNLEMLERİN İRDELENMESİSepanta NAİMİ<sup>1</sup><sup>1</sup>İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Turkey  
sepantanaimi@aydin.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-8641-7090>Tarık TUFAN<sup>2</sup><sup>2</sup>İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Mühendislik Fakültesi, İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Turkey  
tufan\_tarik@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7461-5911>

Geliş Tarihi/Received Date: 13.05.2019 Kabul Tarihi/Accepted Date: 11.02.2020

**Özet**

Kuzey Anadolu Fayı (KAF), sismik olarak dünyanın en hızlı hareket eden, en aktif faylarından birisini oluşturur. 1939 yılında Erzincan depremiyle başlayan ve 1967 yılına kadar devam eden büyük depremler dikkate alındığında KAF üzerindeki depremlerin fay boyunca sistematik olarak doğudan batıya doğru göç ettiği görülmüştür. Türkiye'nin en aktif faylarından biri olan KAF'nın doğu tarafı zamanında şiddetli depremlerle kırılıp enerjisini boşaltmıştır. Fakat batı tarafında büyük bir deprem üretecek enerji birikmiştir. 1999 depreminden sonra devlet ve sivil toplum kuruluşları böyle bir afet anı ile sonrasında vatandaşların daha az etkilenmesi için bir dizi tedbirler almışlardır. Bunlar deprem sonrası vatandaşların toplanacağı alanlar ve acil müdahale için her ilçeye konulması gereken doğal afet konteynırlarıdır. Türkiye gibi deprem kuşağında olan ülkelerde bu gibi tedbirlerin alınması çok doğru ve yerinde bir karardır. Ancak daha önce belirlenen bu alanların tamamına yakını günümüzde rezidans, alışveriş merkezi ve gökdelenlerle betonlaştırılarak yok edilmiştir. Mevcut olan toplanma alanları ise afet sonrası vatandaşların toplanması için güvenli ve uygun değildir. Bu çalışma; Marmara Denizi'ndeki devamının tek parça olduğu açıklanan ve ilerleyen zamanlarda kendini adeta kilitleyip ani bir kırılma ile büyük bir deprem oluşturma ihtimali olan ve bunun sonucunda çok büyük can ve mal kayıplarına sebep olabilecek bu fay hattı hakkında önemli hususları değerlendirmektir. Ayrıca yapılan kentsel dönüşüm çalışmaları ile afet acil yolları ve deprem sonrası vatandaşların toplanacakları alanları açıklamak olacaktır.

**Anahtar sözcükler:** Deprem, Kuzey Anadolu Fayı, Türkiye'nin Depremselliği, Kentsel Dönüşüm, Deprem Toplanma Alanları.

**EVALUATION OF URBAN TRANSFORMATION PLANS AND MEASURES TAKEN FOR  
POSSIBLE EARTHQUAKE IN ISTANBUL****Abstract**

The North Anatolian Fault (NAF) is seismically one of the fastest moving and most active faults in the world. Considering the major earthquakes that started with the earthquake in Erzincan in 1939 and continued until 1967, it was seen that the earthquakes on the NAF systematically migrated from east to west throughout

the fault. The east side of the NAF which is considered as one of the most active faults not only in Turkey but also in the World was broken with severe earthquakes and discharged itself. Nevertheless, an enormous amount of energy that will possibly create a huge earthquake has been accumulated on the west side. After the earthquake in 1999, the State and non-governmental organizations have taken a series of measures to reduce the impact of the disaster on the citizens. These are important issues such as the areas where citizens will be collected after the earthquake and natural disaster containers that should be placed in every district for emergency response. The adoption of such measures in the earthquake zone countries like Turkey is the fairly right and proper decision. However, nearly all of the places designated as the meeting areas have been destroyed by building residences, housing estates, shopping malls and skyscrapers for the sake of obtaining personal gain in recent years. The existing meeting areas are not safe and appropriate for the collection of citizens after a potential disaster as there are tall buildings around these places. The aim of this study is to evaluate the important issues about the fault line whose rest in the Sea of Marmara is explained as a whole part, which is likely to create a big earthquake with a sudden rupture and which can cause huge loss of life and property. In addition to this, related urban transformation studies and the areas where citizens will gather after a possible earthquake will be discussed.

**Keywords:** Earthquake, North Anatolian Fault, Turkey's Seismicity, Urban Transformation, Earthquake Gathering Areas.

## 1. GİRİŞ

Dünyanın yüzeyi dev boyutlu bir yapboz gibidir. Her bir parçaya levha adı verilir. Levhalar çok yavaş olarak sürekli hareket ederler. Bütün levhalar birbiriyle temas halindedir. Herhangi birinin hareketi çevresindekileri etkiler ve zincirleme bir etki ortaya çıkar. İşte deprem ve yanardağların çoğu bu levhaların sınırlarında veya kenarlarında görülür. Türkiye Alp-Himalaya deprem kuşağındadır. Arap Levhası Kızıldeniz'deki açılma sebebiyle şekil 1'de görüldüğü gibi Anadolu Levhası'nı sıkıştırması sonucu altına dalarak Güneydoğu Anadolu'nun yükselmesine sebep olmaktadır. Fakat bu yükselmenin yanı sıra Anadolu'nun batıya doğru ilerlemesine de sebep olmaktadır (AFAD, 2011).



Şekil 1: Dünya Yüzeyindeki Levhalar (AFAD, 2011)

Marmara Denizi'ndeki devamının tek parça olduğu açıklanan ve harekete geçmesi halinde tek parça kırılması ihtimali olan ve bunun sonucunda çok büyük şiddetli bir depreme neden olabilecek KAF Türkiye için çok önemli bir fay hattıdır. Aynı zamanda Türkiye için önemli olduğu kadar dünya içinde önemlilik arz eden doğrultu atımlı sağ yönlü fay zonlarından biridir. Yaklaşık 1000 km uzunluğunda olup, atım miktarının toplamı 25 km'den daha fazladır. Sismisite bakımından KAF dünyanın en hızlı hareket eden, en faal fay zonlarından birisidir. Bu fay zonunda 1900'den 1999 yılına kadar ki olan süreçte dokuz büyük deprem olmuş ve yaklaşık 1200 km uzunluğunda olan bu fayın 3/4'ünde kırılmalar meydana gelmiştir. Bu kırılmalar sonucu doğu tarafındaki enerjisini boşaltmışken batı tarafı için enerji birikimi gün geçtikçe artmaktadır (Güney, 2010).

Batıda nüfus yoğunluğu en fazla olan ilimiz İstanbul için büyük bir trajediye sebep vermemesi açısından birtakım önlemlerin acilen alınması gerekmektedir. Büyük Marmara (1999) depreminden sonra İstanbul Valiliği tarafından bir dizi önlemler alınmıştır. Bunlardan bir tanesi vatandaşların deprem sırasında müdahale etmeleri için her mahalleye konulan doğal afet konteynırları diğeri ise deprem sonrası vatandaşların toplanacakları alanlar olan toplanma alanları belirlenmiştir. Fakat o günün şartlarında belirlenen bu toplanma alanları günümüzde giderek azalmış bu da böyle bir afet anında vatandaşlarımızın ne duruma düşeceğini, böyle bir afetin başımıza gelmeden önce tedbirlerimizi ona göre almamızı gerektiğini bir kez daha açıkça belirtmektedir (İBB, 2009).

Bu çalışmanın konusu İstanbul'da meydana gelebilecek olası depremle ilgili yapılan kentsel dönüşüm planlamaları hakkında bilgilendirmek ile beraber deprem öncesi vatandaşların toplanacağı alanların nerelerde olduğunu bilmesi ve deprem sırasında vatandaşların müdahale etmesi için her mahalleye konulan doğal afet konteynırlarının durumuyla ilgili bilgilendirilmesi sağlanacaktır.

Marmara Denizi'ndeki devamının tek parça olduğu açıklanan ve ilerleyen zamanlarda kendini adeta kilitleyip ani bir kırılıma ile büyük bir deprem oluşturma ihtimali olan ve bunun sonucunda çok büyük can ve mal kayıplarına sebep olabilecek Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF), İstanbul'da meydana getireceği olası bir deprem öncesi durumu değerlendirmektir. Ayrıca binlerce vatandaşımızın ölümüne sebep olan, binlerce vatandaşımızın yaralanarak hem fiziksel hem zihinsel sorunlar yaşadığı, binlerce vatandaşımızın psikolojik travmalara maruz kaldığı, milyon dolarlık maddi zararın ortaya çıktığı deprem felaketine karşı yapılan kentsel dönüşüm çalışmalarını göstermek ve deprem öncesi alınan deprem toplanma alanları ve doğal afet konteynırları gibi diğer önlemleri değerlendirmek olacaktır.

Çalışma iki aşamada hazırlanmıştır. Birinci aşama olan literatür aşamasında; deprem, Kuzey Anadolu Fay Hattı, kentsel dönüşüm ve alınan önlemler hakkında birçok kaynak taranarak incelenmiştir. Konu ile ilgili kitap, dergi, tez, makale, bildiri ve internet üzerinden araştırma yapılmıştır. İkinci aşama ise elde edilen bulgulardan yola çıkarak deprem sonrası vatandaşların toplanacağı deprem toplanma alanlarının yerinde son durumu tespit edilmiştir.

Deprem ile ilgili bir girişten sonra ülkemiz için büyük tehlike arz eden Kuzey Anadolu Fayı'ndan söz edilecektir. Bu fayın halen faal durumda olduğu ve batı tarafındaki gerilmesinin gün geçtikçe artmasından dolayı her an bir depremle karşı karşıya kalılabileceğini ve buna istinaden en hızlı ve en acil şekilde tedbirlerin alınması konu kapsamındadır.

## 2. DEPREM

Depremi tanımlamak gerekirse; yer kabuğundaki ani kırılmalar sonucu açığa çıkan enerjinin dalgalar halinde yayılarak yeryüzünü sarsması olayıdır. İlk yayılan dalga P dalgası olup saniyede 8 km hızla yayılır. İkinci dalga S dalgası ise saniyede 4 km hızla yayılmaktadır. Tabii bu hızlar kaya ortamındaki yayılma hızlarıdır. Farklı zemin türlerinde değişkenlik gösterir. Türkiye'deki depremler daha çok Kuzey Anadolu Fayı (KAF), Doğu Anadolu Fayı (DAF) ve Batı Anadolu Fayı'na (BAF) bağlı olarak meydana gelmektedir. Bunlardan geçmişten günümüze kadar birçok şiddetli ve yıkıcı depremlere sebebiyet veren KAF hala aktivitesini koruyabilmekte olup batı tarafında büyük tehlike arz etmektedir (Güney, 2010).

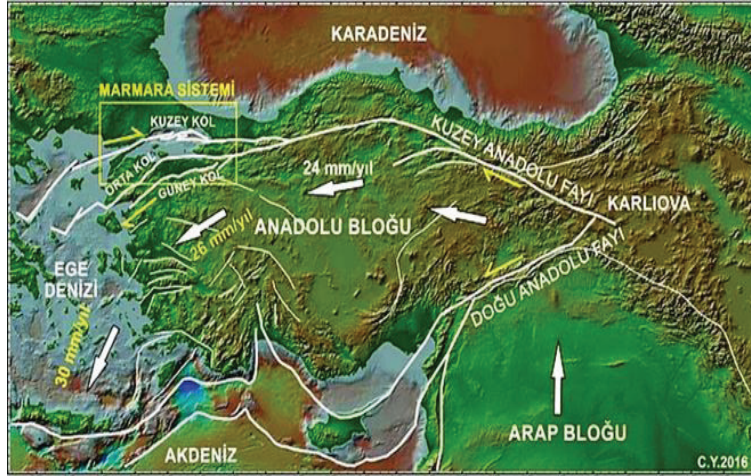
Depremlerin birçok oluş sebebi vardır. Bunların bir kısmı insanların doğada yapmış olduğu yapılarla ilişkili ya da çalışmalarla ilişkili depremlerdir. Ancak deprem deyince biz daha çok yeryüzünde tektonik yapıların jeolojik streslerin oluşturduğu depremlerden bahsetmekteyiz. Ama şunu iyi bilmemiz gerekir. Türkiye'nin her yerinde her zaman deprem olabilir. Bunu göz ardı etmemeliyiz. Bu depremlerin büyüklükleri 3 ve 3'ün üzerinde olduğu zaman insanlar tarafından hissedilir. Bunun süresi ve büyüklüğü ne kadar fazla olursa insanlar o kadar çok kaygıya düşerler. Dolayısıyla bizlerin Türkiye'de yaşayan insanların dünyanın tektonik yapılanması üzerinde, yani dağ oluşumları hatları üzerinde yer alan bir ülke olarak Türkiye'de yaşadıklarını bilmesi ve kendi bölgelerinde deprem gelebileceğini bilmesi önemlidir. Yapılanmalara, inşaatlara bu şekilde gidilmesi gerekir. Buna yönelik tedbirleri insanlarımız baştan almalıdır. Özellikle büyük kentlerde depreme karşı alınan önlemler haricinde kırsal alanlarda yaşayan insanlarımızın evlerini kaya zeminler üzerinde yapmasında fayda vardır. Bu en önemli tedbirlerden biridir (Atabey, 2000).

Deprem dalgaları çökel kayalardan yani taşlaşmamış birimlerden yavaş geçer dolayısıyla onlar az sıklıkta sallanır. Fakat kaya ortamındaki kayalardan hızlı geçer, bunlar da yüksek sıklıkta sallanır. Yüksek katlı binanın salınım periyodu, alçak katlı binanın salınım periyodundan daha büyüktür. Frekans=1 Saniye/ Periyot bağıntısından yola çıkarak yüksek katlı binanın birim zamandaki hareketi yani frekansı azalırken, alçak katlı binaların frekansı artar. Buradan bir kural ortaya çıkıyor. Eğer bir kayanın üzerinde bir yapı yapıyorsan kaya çok titreşir yani kayalar yüksek sıklıkta titreşir bunun üzerinde az katlı yapı yaparsan buda çok titreşir. Yapının temelini çok sağlam yapmak gerekir. Dolayısıyla böyle bir durumda can güvenliğini sağlamak oldukça zorlaşır. Eğer tortul kayalar taşlaşmamış birimler varsa onların üstüne çok katlı yapı yapma konusunda da büyük önlemler almak gerekir. Ondan dolayıdır ki kayalık ortamlarda yüksek kat veya taşlaşmamış tortul birimli ortamlarda alçak kat yapılması gerektiği söylenilmektedir (Keçeli ve Cevher, 2018).

İstanbul'da yakın bir zamanda yaşanabilecek depremden en fazla; Kadıköy, Maltepe, Kartal, Beyoğlu, Eyüp, Bayrampaşa, Eminönü, Fatih, Zeytinburnu, Bakırköy, Bahçelievler, Küçükçekmece ve Avclar etkilenecektir. Bilindiği gibi Marmara Bölgesi'nin doğu bölümünde 17 Ağustos 1999 tarihinde İzmit Körfezi'nde (Gölcük); 12 Kasım 1999 tarihinde Düzce'de önemli hasarlara neden olan iki büyük deprem meydana gelmiştir. 17 Ağustos 1999 tarihinde İzmit Körfezi'nde oluşan deprem 20.000'e yakın can kaybına neden olmuştur (Gündoğdu, 2011).

### 3. KUZEY ANADOLU FAYI

Kuzey Anadolu Fay Hattı (KAF) şekil 2'de (Yalıtırak, 2016) görüldüğü gibi doğuda Bingöl'ün ilçesi olan Karlıova'nın, Karlıova çöküntüsü diye tabir edilen çöküntüsünden başlar. Aynı zamanda burada Doğu Anadolu Fay Zonu ile de kesişmekte olan KAF, Anadolu'yu yaklaşık olarak Karadeniz kıyılarına paralel olarak katederek batıya doğru devam eder.



Şekil 2: Kuzey Anadolu Fayı ve Batıdaki Kolları

Marmara Bölgesi'nde kuzey, orta ve güney kol olmak üzere üç kola ayrılır. Kuzeydeki kol İzmit Körfezi'nden geçerek Marmara Denizi'nin kuzeyini takiben Saroz körfezine uzanır. Ortadaki kol İznik Gölü'nün güney kısımlarından geçip Gemlik Körfezi'ne oradan da Biga Yarımadası'nı keserek Ege Denizi'ne ulaşır. Güneyde kalan kol ise Bursa, Apolyont ve Manyas göllerini takiben Yenice-Gönen'den Edremit körfezine girer (Kalafat, 2011).

Kuzey Anadolu Fayı yaklaşık 1000 km uzunluğunda olup, atım miktarının toplamı 25 km'den daha fazladır. Doğu ve batıda ise bu fay zonunun genişliği değişkenlik gösterir. Doğu tarafında yüz metre ile birkaç yüz metre genişliğinde olan bu fay zonunun genişliği batıya doğru giderek artar ve 10 km'ye ulaşır. Bu fay doğuda dar çizgisellikler ve ters atımlı özellikler gösterirken, batıda normal atımlı özellikler gösterir (Demirtaş ve Erkmen, 2000).

KAF'ın, doğrultu atımlı sağ yönlü bir fay özelliğine sahip olduğunun ortaya konulmasından sonra, üzerinde yapılan çalışmalara hız verilmiş ve bu fayın çeşitli yönlerini ele alan çalışmalar giderek artmıştır. Bunlardan fayın genel özellikleri ile atımı ve yaşını inceleyen çalışmalar arasında Öztürk (1968), Arpat ve Şaroğlu (1975), Koçyiğit (1988), Demirtaş (2000) sayılabilir. Fayın yaşı, toplam atımı ve etkinliği konusunda yapısal özellikleri ile jeolojik, morfolojik ve sismolojik veriler birlikte kullanılarak bilgiler elde edilmeye çalışılmaktadır. Bazı yerlerde fay, Paleozoyik yaşlı birimler içerisinde uzanmakta, bazı yerlerde ise Alpin öncesi Kretase yaşlı flişlerin altında kaybolmaktadır (Demirtaş, 2000).

KAF hattı üzerinde 1900'lü yıllarda çok ciddi yıkım ve hasarlara sebep olan depremler özellikle 1939 Erzincan, 1942 Erbaa-Niksar, 1943 Tosya-Ladik, 1944 Bolu-Gerede, 1949 Karlıova, 1951 Kurşunlu, 1957 Abant ve 1967 Mudurnu'da yaşanan depremler zinciri dikkatleri bu fay üzerine çekerek birçok yer bilimciye araştırma konusu haline gelmiştir. 1900-1995 yılları arasında KAF boyunca çok büyük hasarlara ve yer yüzeyinde kırık, yer değiştirme, kayma, sıkışma ile çökme gibi şekil değişimlerine neden olan orta ve büyük magnitudlü depremler meydana gelmiştir. Bu aralık içerisinde yüzey faylanması ile 6 büyük deprem meydana gelmiştir. Yaşanan bu depremler fayın büyük bir uzunluğunun kırılmasına sebebiyet vermiştir (Ketin, 1969).

KAF hattının kuzey kolu üzerinde yaşanan 1912 Şarköy-Mürefte depremi, bu fay hattının batıdaki en son kara uzantısında meydana geldiği söylenebilir. Bu depremi takiben 1939 Erzincan ve 1942, 1943, 1944, 1951, 1957, 1967 ve 1999'da meydana gelen depremlere bakıldığında KAF hattı üzerinde doğudan batıya doğru bir deprem göçü olduğu görülmektedir. Bu fay hattı üzerinde adeta domino taşı etkisi gibi birbirini izleyen kırılmalar meydana gelmiştir. Bazen de kırılan parçalar ki bunlara segment adı verilir. Bu segmentler bazen de 1944 Bolu-Gerede, 1957 Abant ve 1967 Mudurnu depremlerindeki gibi üst üste gelmişlerdir (Kalafat, 2011).

Marmara'da beklenen deprem yerin 15-20 km gibi sığ bir derinlikte olacağı aletsel veriler sonucu bilinmektedir. Deprem ne kadar sığ ise yüzeyde o kadar az alanı etkiler ama verdiği hasar büyük, deprem ne kadar derin ise etkilediği alan çok ve hasarı azdır. Bu sebeple Marmara'daki depremin çok sığ bir derinlikte olması büyük hasarlara yol açacağıın sinyalinin vermektedir. Marmara Denizi ve batısında en son olan 1912 Şarköy-Mürefte depremi, Marmara Denizi'nin kuzeyinden; Şarköy-Mürefte-Tekirdağ-Marmara Ereğlisi-Silivri açıklarından geçen KAF'ın batıdaki kolu üzerinde yoğun deprem etkinliğinin mevcut olduğu ve bu fayın önemli miktarda deprem ürettiği görülmektedir (Gökten vd., 1999).

Depremin zamanını tam olarak belirlemek mümkün değil ancak bir aralık verilmesi söz konusu. Bu konuda da yapılmış en doyurucu tatmin edici çalışmalardan bir tanesi 2000 yılında yayınlandı. Buna göre 1999 depreminden sonra Marmara Denizi içinde deprem olma olasılığı 30 yıl için %65 artı eksi 15 yıl olarak verildi. Yani bu %50 ile %80 arasında bir olasılık verir. Oradan da aşağı yukarı 19 sene geçtiğine göre önümüzdeki 11 yıl içerisinde deprem olma olasılığı yüksektir (TMMOB, 2017).

Yapılan çalışmalara göre Marmara Denizi içerisinde bugün birikmiş halde bulunan birtakım çökeller mevcuttur. Bu çökeller kayarsa deprem esnasında tsunami oluşturabilecektir. Nitekim kaynaklarda 1509 depreminde bu çökellerin tsunami oluşturduğu ve oluşturdukları tsunami dalgalarının 6 metreyi bulup surları aştığından bahsedilmektedir (TMMOB, 2017).

Yine bir önemli konu olan deprem sonrası çıkan yangınlardır. İstanbul'un birçok yerinde doğalgaz dağıtım vanalarının önemli bir kısmının hasar göreceği ve bunların büyük yangınlara sebebiyet vereceğini belirtmek gerekir. Bu konuda gerekli çalışmaların kesinlikle yapılması ve tedbirlerin alınması şarttır. Kimyasal atıklar ve çevre kirliliği çok önemli bir diğer problemidir. Bu konuda çok fazla çalışma yapıldığı söylenemez. Gene buna yönelik yapılmış araştırmalar var. Ama bunlar büyük ölçüde raporlar halinde kalıyorlar. Uygulamada buna karşı alınması gereken önlemler maalesef fazla alınıyor (TMMOB, 2017).

Marmara depremi, en son yaşanan 2011'deki Van depremi ya da Erzincan'daki 1939 ve 1992'de yaşanan depremler, Türkiye'nin önemli fay hattı olan KAF üzerinde meydana gelen depremlerdir. Bunlar genellikle 7'nin üzerinde büyüklüklerde meydana geldiği için çok büyük yıkım ve can kayıplarına sebebiyet vermektedirler. Marmara'da yer bilimciler tarafından yapılan gözlemler ve aletsel kayıtlar neticesinde yakın bir gelecekte 7'nin üzerinde bir deprem olma olasılığı kesindir. Aslında şu andan itibaren yapılacak tek şey deprem zararlarını azaltmak üstüne çalışmalar yapmamız gerekir. Dolayısıyla Marmara'da her gün her an büyük bir deprem yaşanacakmış gözüyle tedbirlerimizi almamız gerekir. Çünkü Marmara Bölgesi hem sanayisiyle hem de nüfus yoğunluğuyla Türkiye'nin can damarıdır. Marmara Bölgesi'nde çok büyük yıkımlar meydana gelmesi durumunda bütün Türkiye çok büyük bir şekilde etkilenir (Özçelik, 2017).

#### 4. KENTSEL DÖNÜŞÜM

Kentsel dönüşüm Türkiye'de bugün terörden sonra en önemli konulardan biridir. Afet riski altındaki alanların dönüştürülmesi hakkında çıkarılmış bir yasa olan kentsel dönüşüm; sağlıksız yaşam alanlarının sağlıklı yaşam alanlarına dönüştürülmesi, yeraltı-yerüstü kaynaklarının verimli şekilde kullanılması, kaybolmaya yüz tutmuş yeraltı yerüstü tarihi zenginliklerimizin tekrar yeryüzüne korunumlu bir amaca uygun bir şekilde tekrar rehabilite edilmesi, restorasyonlarının yapılması, enerji verimliliği, yenilenebilir enerjinin kullanılması, doğru malzemelerin doğru yerlerde kullanılması, çevre faktörlerinin çok önemli olması ve manevi değerlerinin güçlendirilmesi olarak tanımlanabilir (TMMOB, 2017).

Esasında bir zihinsel dönüşüm projesi kapsamında ele alınmalıdır. Zihinsel dönüşüm derken işte kentsel dönüşüm projelerini uygularken o kaybolmuş, kaybolmaya yüz tutmuş manevi değerlerimizin de tekrar yeryüzüne geri kazanılmasında çok önemli faktörlerden biridir. Dönüşüm derken denizi de içine alabilirsiniz, doğayı da içine alabilirsiniz, sanayiye de içine alabilirsiniz. Denizlerimiz, göllerimiz, ormanlarımız, akarsularımız tehlike altında. Küresel ısınmayla birlikte yağışlar düzensiz yağmakta olup bu yağışlardan yeteri kadar fayda sağlanamıyor. Türkiye'de hatta dünyada kuraklık tehlikesi ile karşı karşıyayız. İlgili meslek adamları, akademisyenler, araştırmacılar yaptıkları çalışmalarla kuraklık tehlikesinin olduğuna işaret etmekte önümüzdeki yıllarda daha da ciddi boyutlara ulaşacağı bilgisini vermektedirler. Fakat büyük ölçekli bir kentsel dönüşüm projesi hayata geçirilerek o yağışlardan gelen yağmur sularını dahi denize akıtmaktansa bir depolama sistemiyle filtrasyondan geçirip bir yerde depolayarak bahçe sulamada veya diğer olaylarda tekrar kullanılabilir. Böylece kentsel dönüşüm projesiyle kuraklığın önlenmesi de sağlanabilir (Türkiye Habitat III Ulusal Raporu, 2014).

Yeraltı yerüstü kaynaklarının yanı sıra özellikle enerjinin çok önemli olduğu bu yüzyılda doğru bir enerji verimliliği kentsel dönüşüm projeleri kapsamında elde edilebilir. Kentsel dönüşüm çalışmalarıyla güneş enerjisini hayata geçirerek hiç olmazsa bir sitedeki vatandaşımızın ihtiyacı olan elektriği kendi içinde üreterek belki ekonomiye de katkıda bulunulabilir (Kahraman ve Şenol, 2018).

##### 4.1 Kentsel Dönüşüm Projeleri

Türkiye'nin projesel olarak kentsel dönüşüm konseptine henüz yeni başlamış sayılır olması, kentsel dönüşüm projesinin Türkiye'ye has olduğu neticesine varılmamalıdır. Bu projeleri ülkemizden önce ilk

olarak XIX yüzyılda Avrupa'daki hızlı büyümenin sonucu neticesinde eskilerin yıkılıp yerine yenilerin inşa edilmesiyle ortaya çıkmıştır (Daşkiran ve Ak 2015).

Avrupa'nın büyük şehirlerinde işçilerin insanlık dışı koşullarda yaşamalarını hazmedemeyen şehir plancıları harekete geçerek ilk kez kentsel dönüşüm fikrinin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Daha sonraları Türkiye'nin Avrupa ülkeleri ile olan ticaretinin gelişmesi üzerine özellikle liman şehirlerinin bu yapısal değişikliğe gidilmesini zorunlu hale getirmiştir. Daha geniş cadde ve bulvarlara ihtiyaç duyulması üzerine daha fazla alan gereksinimini ortaya çıkarmıştır. Buda mevcut olan alan üstünde yaşayan kesimin daha da sıkıştırılarak yüksek katlı konutlarda yaşamasını zorunlu kılmaktadır (Daşkiran ve Ak, 2015).

Türkiye'de ise 1950'lerden sonra nüfusun hızla artması kentlerdeki yığılımın önlenmesi amacıyla yeni yerler inşa edilmiş, mevcutlar yıkılarak yeniden yapılmış, bu da yetmeyerek şehir içlerindeki ve çevresindeki yeşil alanlar ve tarım topraklarına doğru yeni konutların, alışveriş merkezlerinin ve fabrikaların inşa edilmesine sebebiyet vermiştir. Özellikle bu dönemdeki hızlı kentleşme beraberinde çarpık yapılaşma ve gecekondu ortaya çıkmaya başlayarak gerek merkezi gerekse yerel yönetimlerin buna müdahale etmekte yetersiz kaldığını göstermektedir. Öte yandan yeni yapılan yapıların imar planlarından bağımsız, kontrolsüz ve yasa dışı yapılar başta Türkiye'nin metropol şehirleri İstanbul, Ankara ve İzmir olmak üzere hem tarihi, kültürel ve doğal çevreyi hem de afetleri unutarak kontrolsüz bir biçimde büyümüşlerdir (Genç, 2008).

Yıllardır süregelen güvenli konut yapılarının üretilmesiyle alakalı henüz elle tutulur bir sonuç alınmamışken, kamuoyunun önüne kentsel dönüşüm projeleri ile gelmenin beraberinde getirdiği soru işaretleri, projelerin şehirlerin rant değeri yüksek yerlerinde onay almış olması, kentsel dönüşüm projelerinin yapımını üstlenen kamu destekli şirketlerin, gelirlerinin orta ve üst çığaya yönelik yapı üretimine kayması, konuyla ilgili soru işaretlerini arttırmaktadır (Şişman ve Kibaroğlu, 2009).

Kentsel dönüşüm adı altında yürütülen projeler tam manasıyla bir bilinmeze işaret etmektedir. Ne tam anlamıyla merkezi planlamadan bahsetmek doğrudur ne de mevcut yapı stokunun hangi düzeyde sağlaştığı ve geriye ne kadarının yıkıma uğrayıp tekrar üretildiğiyle alakalı verilere rastlanmaktadır. İnşaat seferberliği adeta inşaat çılgınlığına uğramıştır ve sağlam yapılar olup olmadığına dair yüksek kaygılar olduğu bir gerçektir (TMMOB, 2017).

#### 4.2 Deprem Toplanma Alanları

Olası bir afet anında (deprem, sel vb.) ve afetlerin ardından bir araya gelinecek yerlerin vaziyeti, bağımsız anlayışın şehre yönelik yaklaşımından müstakil değildir. Depremlerde bir araya gelinecek yer ve mekânların durumu, başka bir deyişle, bahsedilen sahalara konstrüksiyona açılması, hali hazırda sürdürülen konseptin halkın can güvenliğini ve deprem muhterasını değil, şehirlerin getirimini önemsemediği anlamına gelmektedir. Bu bakımdan 1999 depreminin ardından, şehirlerde afet toplanma meydanları ile afet sırasında ulaşımı temin edecek yollar belirlenmiştir (İBB, 2009).

Konuyla ilgili örneklere bakıldığında İstanbul ilinde 470 "Geçici İskân Alanı" ve 562 "Birinci Derecede Acil Ulaşım Yolu" tespit edilmiştir. İBB Deprem ve Doğal Afet Komisyonu, 2016 yılının Aralık ayında gerçekleştirdiği proje raporu göz önüne alındığında bir afetten sonra vatandaşlarımızın geçici olarak toplanacağı toplanma alanları 470'den 77 'ye düşürülmüştür (TMMOB, 2017).



Bu alanlar 20 milyon kişiyi barındıracak kapasitede belirlenmiştir. Ancak toplanma alanlarının sayısındaki ciddi azalmaya paralel olarak barındıracağı kişi sayısında da azalma olacağı kesindir. O günkü nüfusa oranla belirlenen bu alanların günümüzdeki artan nüfusa göre artış göstermesi gerekirken, azalma olması durumun ne derece ürkütücü olduğunu gözler önüne sermektedir. Bundan da daha önemlisi bu alanların vatandaşlardan sır gibi saklanıyor olması akıllara acaba günümüzde bu alanların gerçekten varlığı ve yokluğu konusunda şüpheye düşürmektedir. Geçmiş yıllardaki TMMOB'nin açıklamalarına baktığımızda bu alanların günümüzde çoğunun imara açılıp yerine AVM, gökdelen ve konut yapıldığına dair bilgilerde bunu doğrulamaktadır (TMMOB, 2017).

Tablo 1'de deprem sonrası vatandaşların toplanacağı ve çadır kurulacağı alanların yerine yapılmış olan yapılar görülmektedir. Olası bir İstanbul depremi sonrası hayatta kalan nüfusun geçici de olsa barınacağı ve temel ihtiyaçlarını karşılayabileceği bu alanların yapılaşmaya açılmasının izah edilebilir bir tarafı bulunmamaktadır (TMMOB, 2017).

**Tablo 1:** Deprem Sonrası Çadır Kurulacak Toplanma Alanları

Ağaoğlu My City	Torun Center	Forum İstanbul	Capacity AVM
Toki Avrupa Konutları	Anthill	Sahilpark Veliefendi	Selenium Plaza
Starcity Outlet Center	Onaltı Dokuz	DAP Royal Center	Kiptaş Ünalın
Zaman Gazetesi Binası	Ora AVM	Meydan AVM	Marmara Forum

Şekil 3'te de görüldüğü üzere bir afet sonrası çadır kurulması için ayrılan bu alanların yerinde yapılaşmanın boy gösterdiğini, bunların yerine de mahallelerdeki çocuk parklarını toplanma alanı olarak gösteren bir yönetim anlayışıyla vatandaşlar kendi kaderleriyle baş başa bırakılmıştır. Bu durum ise akıllara şu soruyu getirmektedir. Afet sonrası toplanma ve geçici barınma yeri olarak gösterilen bu çocuk parkları hayatta kalan nüfus için yeterli olacak mı? Yönetimlerin asıl bu soruna yönelmeleri ve çözüm bulmaları gerekmektedir. Şekil 3'te görüldüğü üzere şehirlerde afet anında çadır kuracak meydan bırakmamak, sözcüğün tam manasıyla, olası bir zelzelenin ardından meydana gelecek menfiliklere yol açmaktadır. Bahsettiklerimizin sonuçlarının çok ciddi olabileceğinden bahsetmek ve ivedi bir şekilde tedbir alınmasının gerekliliği, halka karşı mesuliyetlerin bir gereğidir (TMMOB, 2017).



**Şekil 3:** Yapılan Deprem Toplanma Alanları a) Capacity Avm b) Ataköy Konakları c) Marmara Forum d) Forum İstanbul e) Onaltı Dokuz f) Sahilpark Veliefendi Konutları g) Starcity Outlet ğ) Taş Yapı h) Zorlu Center ı) Zaman Gazetesi Binası i) Torun Center j) Anthill

Geriyeye dönüp bakıldığında, "1999 yılında yaşanan depreme hazırlıksız yakalandık" dışı söyleyişinin metanetsiz olduğu ve mesuliyetten kurtulma gayesi barındırdığı, bugün İstanbul'un, 1999 senesinden farklı bir durumda bulunmadığı hakikatini gözler önüne sermektedir. Gerçekten de İstanbul, olayın ardından geçen bunca zaman, söylenen onca güfteye, karşı aniden ortaya çıkan kentsel dönüşüm tasarılarına karşın, büyük deprem zamanından farklı değildir. Yalnızca, popülasyon çoğalmış olduğu ve deprem muhatarası etrafında bulunanların sayısının 1999 senesine bakarak kayda değer oranda artış göstermiş olmasıdır (Özçelik, 2017).

#### 4.3 Askeri Alan ve Araziler

İstanbul'da son zamanlarda gündeme taşınan askeri sahalara alakalı olarak bu sahalardan bir kesimi orman niteliğinde bulduklarından henüz yapılaşmamış vaziyettedir. Arazi olarak 540 bin hektar sahaya malik şehirde bu toprakların takribi olarak 55 bin hektarlık kesiminde askeri sahalarda bulunmaktadır. Toplanma

alanları olarak 1999 depreminden sonra belirlenen yerlerin çoğunun yapılaştırılmasından sonra tek boş alan niteliği taşıyan askeri sahalara yönelik yapılaşma girişimlerinde bulunulmuştur. İlk yapılaşmaya açılan askeri alanlar Sarıyer'deki 15. Füze Taburu ile Zeytinburnu'ndaki tank fabrikasının bulunduğu yerlerdir. Buralara gökdelenler ve lüks konutlar yapılmıştır. Bu askeri alanlarının boşaltılarak plan tadilleriyle yapılaşmaya açılması doğru değildir. Çünkü İstanbul'un hava alma kanalları askeri alanlar, mezarlıklar, ormanlıklar ve su havzaları olarak kalmıştır. Bazen de ormanlık alanlar ve su havzaları birer arazi olarak görülmüş ve yok edilmiştir (TMMOB, 2017).

## 5. KENTSEL DÖNÜŞÜM VE BERABERİNDEKİ RİSKLER

Kentsel dönüşümle yıpranmış veya ömrünü tamamlamış yapılar yenilenerek yeni risk alanları meydana gelmektedir. Bir risk alanının önlenmesi başka bir risk olmadığı anlamına gelmemelidir. Aksine bir riskin önlenmesi başka riskler doğurarak risk oranı ya azalır ya da artar. İşte bundan dolayı dönüşümle beraber yeni risk sahaları ortaya çıkar. Bu sahalar yeniden yapılaşmanın olduğu yerler, yeni yollar, tramvay hatları, metro ve metrobüs yolları, köprüler, tünellerdir. (Yavaş, 2001).

### 5.1 İstanbul Kentsel Dönüşümü ve Yeniden Yapılaşmanın Etkileri

Olası bir afet ve deprem bakımından mevcut konstrüksiyon yığılımının değerlendirilmesi misyonuyla meydana getirilen projelerin en başında bulunan yapısal güçlendirme, birçoğu iktisadi nedenler bakımından yaygın bir tatbik sahası olmamaktadır. Gerek muteber kat mülkiyeti yasasının kısıtlılıklarıyla karşı karşıya kalınması, gerekse icra edilecek çalışmaların maliyetinin güçlüğü bu tür çabaların artmasının önüne geçmektedir. Kaldı ki her konstrüksiyonun sağlamlaştırılması gayesi ve metotlarının başkalıklara da yol açması bu sahadaki diğer engellerdendir (Göksu, 2003).

Bilhassa merkezi düzenle yapı imaline ön ayak olan Toplu Konut İdaresi Başkanlığı (TOKİ) projelerinde Kentsel Dönüşüm çatısı altında oldukça artan bir yapılaşma görülmektedir. Fakat TOKİ aplikasyonlarında farklı tüzüklerde, bir hayli ve başkaca yerlerde projeler odağında üretim akdetmesi neticesi ortaya çıkan bazı aksaklıklar göze çarpmaktadır. Çabuk karar verme ve tasavvur zaaflarından meydana gelen bu tür problemler türlü formatlarda ortaya çıkabilmektedir. Bilhassa geçen bu zaman da kontekst ve ellerinde bulunan imar planlarına entegrasyon olmakta problem hissedilmekte, kentçilik ve mimari sahada yeni sorun raddeleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Başka bir söyleyişle, bir cepheden zelzeleye mukavemetli bina üretimi akdedilmekte ve haddinden fazla konut projeleri hayata geçirilmekte, diğer taraftan yeni başka problemler görülmeye başlanmaktadır (Genç, 2008).

Yöntem bakımından afetlere stabil inşaat yöntemlerinin istismar edildiği bu uygulamada gösterişli yapı oluşumu bulunmaktadır. Bununla beraber, yapıların şekilleri ve oluşturulan iskân planı neticesinde haddinden fazla gravitenin boy göstermesiyle beraber Ataköy'ün ilk dizayn ettiği sürdürülen bayındırlık pozisyonunun tersine bambaşka bir konut intizamı görülmektedir. Kentin birçok bölgesinde "Ada-parcel" sistemi tarzı bir düzen dâhilinde birbirine oldukça yakın pozisyon alan bir grid ızgara konutlaşması yapılmıştır. Ayrıca, kentçilik ve muhite uyumu bulunmayan bu yapılaşma şekli farklı problemleri de bünyesinde barındırmaktadır (Şişman ve Kibaroğlu, 2009).

## 5.2 Konstrüksiyon Üretim ve Uygulayım Bilimi

Gelişmekte olan kentlerin nüfus yoğunluğundan dolayı insanların yaşamlarını sürdürebilmeleri için barınacakları konutlara ihtiyaç duyulur. Arzı karşılayacak sayıda hızlı ve pratik konut üretiminden dolayı farklı riskler ortaya çıkar. Bunlardan bazıları hangi zemin türünden hangi yapım yönteminin seçilmesi, hangi zemin türünde kaç katlı konut üretileceği gibi konular üzerinde durulması gerekir. Fakat gelişmekte olan kentlerin aşırı nüfus göçü almasından dolayı seçilen pratik ve hızlı konut üretimi bu gibi etkenleri göz ardı ederek devre dışı bırakmaktadır (Dalgıç vd., 2009).

İstanbul bir deprem şehridir. Burada üretilen konutların başta deprem sırasında esneklik gösteren yani deprem sırasında açığa çıkan enerjiyi sönmüleyecek esneklikte tasarlanması gerekir. Örneğin; tünel kalıp sistemiyle üretilen konutlar rijit davranış göstereceklerinden dolayı esnek davranamayacaklardır. Daha çok zayıf-gevşek zeminlere uygulanan bu yapım sistemini kayalık-sert zeminlere uygulandığı takdirde hem yapı hem de zemin esneklik sergileyemeyip kırılğan davranış göstermesinden dolayı ortaya çıkan hasar çok büyük olur. Depreme dayanıklı konut üretimi hedeflenirken bu gibi yanlış kıstaslardan dolayı önceden düşünülmeyen, planlanmayan, göz ardı edilen hususlar orada yaşayan kitleyi yeni deprem riskleri ile karşı karşıya bırakır (Dalgıç vd., 2009).

## 5.3 Yeni Fonksiyonlar ve Yeni Risk Alanları

İstanbul'da 1999 depreminden sonra toplanma alanı olarak belirlenen çoğu alanın imara açılması sonucu farklı yapıların inşa edilmesine neden olmuştur. Sağlıksız yaşam alanlarını, eksik donatı alanlarını çarpık kentleşmeyi düzenleme adına çıkarılan bir yasa olan kentsel dönüşüm ile can güvenliği dışında herhangi bir getirisi olmamıştır. Bu inşaat hamlesi yapılmadan önce yaklaşık o bölgedeki yoğunluk baz alınırsa alan aynı alan ilave yoğunluğu mevcut halinde bunun trafik yoğunluğunu nasıl halledeceksiniz, ulaşım akslarını nasıl halledeceksiniz, parkları, yeşil alanları, sağlık yerlerini, ibadet yerlerini, öğretim yerlerini nasıl halledeceksiniz gibi sorular akıllara gelmektedir (Esentürk, 2009).

Şehrin trafiğini azaltmak için ray sistemlere çok ciddi yatırımların yapılması ve çok önem verilmesi gerekir. Mega bir kentimiz olan İstanbul'un trafik sorununa yönelik şehrin merkezlerine mal taşımacılığı yapan araçların ulaşım saatlerine ve güzergâhlarına sınırlama yapılmalıdır. Yine trafik yoğunluğunu azaltma adına bisikletli ulaşım kullanımının yaygınlaştırılması gerekir. Ayrıca toplu taşımanın yerine yoğunluğun olduğu yerlerde metro, tramvay gibi raylı sistemlere ağırlık verilmelidir (Akın, 2015).

## 5.4 İstanbul Deprem Master Planı

Uzun, orta ve kısa vadeli çözüm önerilerinin belirlendiği İstanbul Deprem Master Planı'nın temel amacı, İstanbul'da beklenen olası bir deprem tehlikesine karşı yetkili birimlerin ve bu konuda karar veren mercilerin gerekli olan tüm tedbirler için izlenecek yolları ortaya koyacak planlama programını belirlemek ve ortaya koymak olacaktır (İBB, 2003).

KAF'ın Marmara Denizi içindeki yaklaşık 200 km'lik uzantısının kırılması sonucu meydana gelecek olası İstanbul depreminin 7-7.7 büyüklüğünde olması beklenmektedir. Marmara Denizi içinde 30 yılda bir deprem

olma olasılığı %65, artı eksi 15 yıl olarak tahmin edilmektedir. Büyüklüklerine göre sınıflandırıldığında İstanbul'da beklenen olası deprem büyük depremler kategorisine girmektedir. Dolayısıyla bu depremi oluşturacak fayın kırılmasıyla çeşitli senaryolar ve senaryolar sonucu oluşan hasarları azaltma adına alınan tedbirler tartışma konusu haline gelmiştir (Güney, 2010).

Depremi zamanını belirlemek için kullanılan yöntemler olasılık esasına dayanır. Geçmişteki depremler baz alınarak tekrarlanma aralığı hesaplanmaktadır. Marmara Denizi içindeki fayın deprem üretme olasılığı %65 için 30 yıl zamana ihtiyaç vardır. Tabi bunun artı eksi 15 yıl bir yanılma ihtimalide olabilmektedir. Yapılan araştırmalara göre 7 ve üstünde meydana gelen bir İstanbul depreminde 34000 hasarlı bina oluşacağı ve bu binaların hepsine arama kurtarma ekibi göndermesinin mümkün olmayacağı belirtilmiştir (İBB, 2003).

### **5.5 Kentsel Dönüşüme Odaklı Depremlere ve Olası Afetlere Dayalı Zarar Azaltımı**

Deprem tedbiri açısından Türkiye ve İstanbul önemli meselelerle karşılaşmıştır. Bu meseleler, deprem tedbiri konusunda planlama zaafı ve vizyon eksikliği, deprem tedbiri ile ilgili planlama konusunda lokal girişimlerin eksikliği, kurumlar arasındaki yetki karışıklığı, afet yönetim kararları ve planlama kararları arasındaki uyumsuzluk, geçici-kalıcı meskenlere yönelik arazi, mülkiyet ve altyapı dokümanlarının tedarik edilmemesi şeklinde sayılabilir. Zeytinburnu 'İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel' Blokları, Deprem odaklı dönüşüm projesi için depreme tedbir açısından değerlendirildiğinde güçlü yanlara ve çeşitli imkânlarla sahiptir. Bunlardan birincisi, 'İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel' Blokları alanının İstanbul Deprem Master Planı'nın deprem tedbir politikaları doğrultusunda Zeytinburnu Pilot saha içinde yer almasıdır (Özçevik vd., 2007).

### **5.6 İstanbul Kentsel Dönüşümü ile Birlikte Olası Bir Trajedinin İrdelenmesi**

İstanbul hakkında düşünülebilecek en vahim olasılık 10 Eylül 1509 yılındaki 7.7 büyüklüğündeki zelzelenin yeniden meydana gelmesidir. Bahsettiğimiz bu vahim olayda İstanbul ve Galata'daki popülasyon (zelzeleden yaklaşık 30 sene evvel 160 bin seviyelerinde nüfus ve 35 bin hane bulunduğu kaynaklarda belirtilmektedir) hafızalara alındığında, zelzelede yaşayan nüfusa göre binde 31'lik bir ölüm oranının görüldüğü yani günümüz İstanbul'unda 20 milyon kişinin yaşadığı düşünüldüğünde ve bu oran aynı şekilde hasara uğrayacağı hipoteziyle 620 bin kişinin ölümüyle sonuçlanacağı gerçeği bizleri düşündürmektedir (Ürekli, 2010).

Nüfusun büyük bir çoğunluğunun risk oranının yüksek olduğu deprem bölgesinde yaşıyor olmasına rağmen, mimari stok, zeminin jeolojik koşulları, denize kıyısı olması, denizel dolgu sahaları, mühendislik hizmeti almadan üretilen binlerce yapının mevcudiyeti, kaçak mimarileşmenin kentin ayırt edici özelliği olması, ulaşım yapılarının, barajların, tarihi eserlerin depremde vereceği reaksiyonun bilinmemesi, okul, hastane, yurt gibi binaların mevcut durumundaki belirsizlikler, kentsel dönüşüm projelerindeki belirsizlikler, su fezeyanlarında bile kifayetsizliği açığa çıkan altyapı sorunları, dere yataklarını bile iskâna açan imar uygulamaları, afet sonrası çalışmaların taşıdığı soru işaretleri, deprem zihninin yeterince verilememesi, İstanbul'un hesaplanandan öte, yıkıcı bir etki altına gireceğini göstermektedir. İstanbul'un 31 Aralık 2018 tarihi itibarıyla kayıtlı resmi nüfusu yuvarlak 15 milyon, bina sayısı yaklaşık 2 milyon, konut sayısı ise 5 milyonu fazlasıyla geçmiştir (JICA ve İBB, 2002).

Bu şartlardaki deprem senaryosunun çok kötü olacağı kesindir. Basitçe yapılan hesaplamalar neticesinde bilanço 100 bin ile 120 bin vahim hasarlar oluşmuş bina, 1 milyon ile 1 milyon 200 bin civarında evsiz aile, 2 milyon kişiye de kurtarma harekâtı gerekecektir. Yapılan bu istatistiksel hesaplamalara göre böyle bir facia durumunda İstanbul büyük bir insanlık dramıyla karşı karşıya kalınacaktır. Fakat ne merkezi ne de yerel yönetimin bu gerçeğin farkında olmamasının veya farkında olup da umursamadığının meydana getirdiği büyük çaresizlik varlığını iyiden iyiye hissettirmektedir (JICA ve İBB, 2002).

İstanbul nüfusunun her geçen yıl arttığı halde 1999 depreminden sonra belirlenen çadır kurulacak alanlarının artması gerekirken tam tersine azalması nasıl bir faciayla karşı karşıya kalacağımızı göstermektedir. 2000'deki İstanbul nüfusunun yuvarlak 11 milyon, belirlenen çadır kurulacak toplanma alanı 470 iken 2018'de nüfus 15 milyon çadır kurulacak alan ise 77'ye düşmüştür. Fakat bu alanların en az artan nüfusa oranla 700 üstünde olması gerekir. Sadece boş alanı belirlemekle iş bitmemekte ve bu alanların öyle bir durumda kullanılabilmesi için altyapısını da hazırlamak gerekmektedir (TMMOB, 2017).

## 6. YAPILAN KENTSEL DÖNÜŞÜM ÇALIŞMALARI KÜÇÜKÇEKMECE ÖRNEĞİ

İstanbul'un Küçükçekmece ilçesinde yapılan kentsel dönüşüm çalışmaları bina yenilenmesinden öteye geçmemekte ve ileriki zamanlarda altyapıdan tutup sosyal donatı alanları, otopark vs. gibi konularda büyük problemlerle karşı karşıya kalınacaktır. Çünkü eski binalar yıkılıp yerine yenisi yapılırken aynı sayıda daire yapılmamaktadır. Yapımı üstlenen müteahhit firmasını da kurtarması için eskisinden daha yüksek kat verilmekte ve dolayısıyla mevcut olan daire sayısına yeni daireler ilave edilmektedir. Bunu kentsel dönüşüm adı altında yapılan çalışmalardan da açıkça görebilmekteyiz. Eski yerleşimi bile zar zor kaldıran altyapı ve sosyal donatı alanları, yeni yapılan yerleşimi nasıl karşılayacak? diye bir soru sorulması gerekir. Burada yapılan rant odaklı bu projelerin kentsel dönüşümle yakından uzaktan bir ilgisi bulunmadığını belirtmek gerekir. Tamamen kâr yapma amacına dayalı bu projelere müsemma gösterilmemesi gerekir.

### 6.1 Küçükçekmece'deki Kentsel Dönüşüm Projeleri

Küçükçekmece'nin Cumhuriyet, Yenimahalle, Cennet, Gültepe ve Tevfikbey Mahallelerindeki kentsel dönüşüm kapsamında yıkılıp yeniden yapılan binalar ile bu binaların beraberinde getirdiği artı ve eksiler ele alınarak örnek verilmiştir.

Küçükçekmece'de kentsel dönüşümle yapılan tüm binalarda otopark sorunu başta gelmektedir. Ayrıca her yeni eklenen daire ilave yoğunluk getirecek ve ileriki zamanlarda mevcut olan alt yapı, ulaşım, sosyal donatı alanları, sağlık ve eğitim alanlarında yetersiz kalacağı kesindir. Özellikle mevcut olan ulaşım aksları yetersiz kalacak insanların evden işe işten eve olan vakit kayıpları daha fazla olacaktır. Buda insanların yaşam gerginliğinin artmasına sebep olacaktır.

### 6.2 Küçükçekmece'deki Deprem Toplanma Alanları, Acil Ulaşım Yolları ve Doğal Afet Konteynırlarının Durumu

Deprem kader değil, alınabilecek birçok önlem, yapılabilecek birçok çalışma var. 1999 depreminden sonra devlet ve sivil toplum kuruluşları İstanbul'da olası bir depreme karşı bir dizi tedbirler aldılar. Bu tedbirlerin

en önemlilerinden biri deprem sonrası vatandaşların toplanacağı alanlar ve her mahalleye yerleştirilmesi planlanan doğal afet konteynırlarıydı. 19 yılın ardından daha önce belirlenen toplanma alanları ve doğal afet konteynırları ne durumda. Daha da önemlisi vatandaş olası bir depremde nerde toplanacağını biliyor mu? Esas bunların çözüme kavuşturulması gerekir (TMMOB, 2017).

Deprem sırası ve sonrasında kullanılacak acil ulaşım yolları ve toplanma alanları diğer önemli konulardan birini oluşturur. Bunlarında günümüzde böyle bir afet durumunda kullanılamayacağı tespit edilmiştir. Afet sonrası kullanılacak birinci öncelikli acil ulaşım yollarının dışında ikinci ve üçüncü öncelikli yollar da mevcuttur. Fakat çoğu yerde bu acil ulaşım yollarının gün içindeki trafiği bile kaldırmadığı görülürken afet anında ve sonrasındaki trafiği nasıl kaldıracacağı diğer çözülmesi gereken bir problemdir. 1999 depreminden sonra devlet ve sivil toplum kuruluşlarının aldığı tedbirler arasında İstanbul ilinde 562 adet "Birinci Derecede Acil Ulaşım Yolu" tespit edilmiştir. Günümüzde bu yolların çoğunun İSPARK tarafından otopark olarak kullanıldığı görülmektedir (TMMOB, 2017).



**Şekil 4:** Bir Afet Anı ve Sonrasında Kullanılacak Olan Halkalı Cade

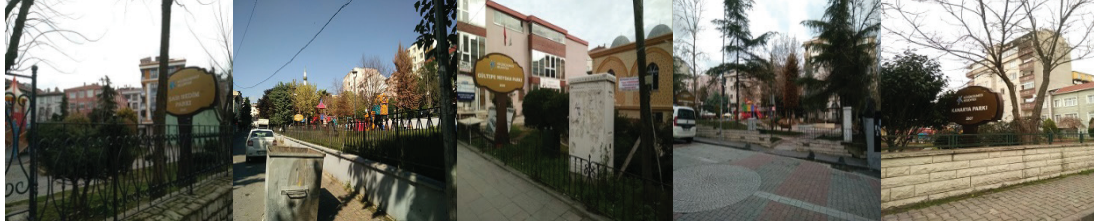
Şekil 4'te görüldüğü gibi normal günlerde bile trafiğin bu denli yoğun olması bir afet anı ve sonrasında ne hal alacağı diğer tartışılması gereken konulardan biridir. Bir şeridinin otopark olarak kullanıldığını görmekteyiz. Otopark sorununun bile çözüme kavuşmadığı bir semtin afet sırasındaki trafiğinin ne şekil alacağı düşündürücü ve korkutucu hale gelmiş bir durumdadır. Bir an önce yetkililerin bu durumla ilgili gerekli düzenlemeleri yapmalı ve sorunu çözüme kavuşturmaları gerekmektedir (Akin, 2015).

Tablo 2'de afet sonrası toplanma alanları olarak belirlenen alanlar gösterilmiştir. Küçükçekmece'nin her mahallesinde bir afet sonrası için ayrılan bu toplanma alanlarının böyle bir durumda kullanılmaya hazır olup olmadığı açıklanması gereken konulardan birini oluşturur (Küçükçekmece Belediyesi, 2018).

**Tablo 2:** Küçükçekmece Deprem Toplanma Alanları (Küçükçekmece Belediyesi, 2018)

MAHALLE ADI	PARK-TOPLANMA ALANI
CENNET	ŞAİR NEDİM PARKI
SÖĞÜTLÜÇESME	SÖĞÜTLÜÇESME PARKI
GÜLTEPE	GÜLTEPE MEYDAN PARKI
GÜLTEPE	ŞEHİT MAHMUT ERGÜL PARKI
KANARYA	KANARYA PARKI

Afet sonrası vatandaşlarımızın toplanacağı alanları yerinde yapılan tespitler sonucu şekil 5'te görüldüğü üzere toplanma alanı olarak kullanılmaya elverişli olmadığı görülmüştür. Bazılarının hemen yanında yüksek katlı binaların bulunması, bazılarının ise içerisinde elektrik trafolarının bulunması gibi tehlikeler arz ediyor olması toplanma alanı olarak kullanılmasının son derece sakıncalı olduğunu göstermektedir.



Şair Nedim Parkı

Söğütlüçeşme Parkı

Gültepe Mahallesi Parkları

Kanarya Parkı

**Şekil 5:** Küçükçekmece Deprem Toplanma Alanları (Küçükçekmece Belediyesi, 2018)

Doğal afet konteynırları, afet anında devletin ilk 72 saat ulaşamadığı zamanlarda vatandaşların kendi kendilerine müdahale etmelerini sağlamak üzere her semte konulan konteynırlardır. Fakat bu konuda hem vatandaşın nereye konulduğundan haberlerinin olmaması hem de bunları nasıl kullanacaklarına dair eğitilmiş olmamaları en büyük sorunlardan birini oluşturmaktadır.



**Şekil 6:** Doğal Afet Konteynırları

Bunların tamamı yaşanan hırsızlık olaylarından ötürü üniversite ve okulların bahçelerine taşınmıştır. Bir afet anında insanların hayatını kurtarmak için düşünülen bu ekipmanların bile hırsızlığa maruz kalması açıkçası çok düşündürücü ve utanç verici olsa gerek. Şekil 6'da görülen doğal afet konteynırlarının nerelerde olduğu ve bunlardan sorumlu kişiler konusunda ilçe sakinleri bilgilendirilmelidir. Deprem sonrası yıkılan bina enkazı altında kalan insanlara ulaşmak için kırıcılardan tutun jeneratör, sedye, kürek, kazma, eldiven, toz maskesi, çizme, el feneri, baret, gözlük, ip, halat, ilkyardım malzemeleri vs. gibi bir sürü malzemenin bulunduğu bu konteynırlar son derece hayati önem taşımaktadır.



## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

1939 Erzincan depreminde on binlerce vatandaş hayatını kaybetmiştir. Türkiye'deki en büyük depremlerden biri olup, Erzincan'dan Amasya'ya kadar bir yüzey faylanması meydana getirmiştir. Depremden sonra gerek bölgedeki akarsular ile ormanlık alanlardaki ağaç sırasındaki ötelenme gerekse yol ve bahçe duvarlarındaki ölçülen atım miktarı 4-5 metre civarlarında görülürken, aynı durum 1999 Marmara depreminde de görülmüştür. Anadolu'yu, yaklaşık olarak Karadeniz kıyılarına paralel olarak kateden, sağ yanal doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fayı dünyadaki en aktif faylardan biri olarak bilinir ve büyük depremler üretir.

Kuzey Anadolu Fayı, sismik olarak Türkiye'nin hatta dünyanın en aktif fay zonlarından biri olup, 1939 yılında Erzincan depremi ile başlayan ve 1967 yılına kadar devam eden büyük depremleri dikkate alarak KAFZ üzerindeki depremlerin fay boyunca sistematik olarak doğudan batıya doğru göç etmekte olduğu sonucuna varılmıştır.

Unutulmaması gereken en önemli hususlardan biri de Türkiye'nin bir deprem ülkesi olmasıdır. İlerleyen zamanlarda KAF'nın kendini adeta kilitleyip ani bir kırılma ile büyük bir deprem oluşturabileceği unutulmamalıdır. Büyüklük hesabına takılıp, korku, endişe ve panik yapacağımıza her geçen gün ülke olarak aniden yaşayabileceğimiz depremler için hazırlıklı olmalıyız. Dünya varoldukça depremler olacak. Ancak bizler büyüklük değerleri yerine zihinlerimize sağlam yapılaşma ve deprem bilincini kazınmalıyız.

Marmara Bölgesi'nde yaşanan 17 Ağustos 1999 depremi KAF üzerinde meydana gelen depremlerden biri olup, 15.000'den fazla insanın ölümüne neden olmuş, binlerce insanı evsiz bırakmış ve birçok bina ile sanayi bölgelerini de içine alan çok geniş yıkımlara sebep olmuştur. İstanbul yeni yapılar yapılmış olsa bile insanlar evlerinden çıktuktan sonra gidebilecekleri boş alan kalmadığı 1999'dan çok daha sıkıntılı bir durumdadır.

17 Ağustos 1999 İzmit depremi ardından, depremlerin KAFZ boyunca batıya doğru göç ediyor olduğu fikri daha da ağırlık kazanmış ve bu nedenle, gelecekte KAFZ üzerinde gerçekleşecek olan büyük depremin Marmara Denizi içerisinde olacağı ve özellikle İstanbul Şehri'nin bundan önemli düzeyde etkilenebileceği sonucuna varılmıştır.

Marmara'da beklenen deprem sığ derinliklerde olacağından verdiği hasar çok büyük olur. Bu sebeple deprem konusunda uzman kişiler tarafından İstanbul'da yaşayan herkese deprem sırasında ve sonrasında nasıl davranacakları konusunda gerekli eğitimler verilerek bilgilendirilmelidir.

İstanbul'daki hızlı nüfus artışı, bu artışa bağlı olarak ortaya çıkan barınma problemi, zamanla eskiyen yapıların yerine yenilerinin yapılması, bunların yapımı sırasındaki mesleki ve teknik bakımdan olan eksiklikler, imar planlarının delinmesi, teknik ve sosyal altyapılara gereken önemin verilmemesi, tarihi eserlerin ve doğal çevrenin bozulmasına öncülük eden konut üretimi projeleri gibi aksaklıklar birtakım yeni problemlere neden olmaktadır.

Kentsel dönüşümle inşa edilen yeni yapılar afet ve deprem riski yönünden birtakım problemleri çözerken, diğer yandan bilinçsizce amacından uzak tasarlanıp yapılan projelerin yeni problemlere risk teşkil edeceğini de söylemek mümkündür. Bu gibi projelerin başta çok iyi bir şekilde tasarlanması olası bir deprem sonrasında da risk teşkil etmeyip kullanılması hedeflenmelidir.

Küçükçekmece'de yapılan kentsel dönüşüm projeleri ilçeye ilave nüfus yoğunluğu getirmiştir. Bu yoğunlukla beraber alt yapı, ulaşım ve otopark sorununun aynı kalması ileride ciddi problemlere neden olacağı kesindir. Ayrıca artan nüfusa oranla çadır kurulacak toplanma alanı sayısının artması gerekirken azalması afet sonrası hayatta kalan evsiz vatandaşlarımızın ne denli problemlerle karşılaşacağını tahmin edilmesi pekte zor olmadığı görülmektedir. Bu konuda yetkili birimlerin yukarıda değinilen sorunlarla karşılaşmaması açısından bu ilave yoğunluğunda hesaba katılarak gerekli çalışmalarını daha fazla geç kalmadan yerine getirmelidir.

İstanbul'da 1999 depremindeki gibi çok sayıda can kaybının yaşanmaması için risk oranı yüksek eski binaların yıkılıp yeniden yapılması amacıyla başlatılan kentsel dönüşümle bina yenilenmesinin ötesine geçilmemiştir. Hâlbuki tam anlamıyla bir kentsel dönüşüm demek başta can ve mal güvenliği olmak üzere, insanların yaşam standartlarını en üst seviyede tutan alt yapıdan tutun, üst yapı, ulaşım aksları, okul, ibadethane, park yerleri, sağlık yerleri, eğlence ve spor yerlerini bir arada barındıran bütün bunların eksiksiz bir şekilde tasarlanarak yapılması esasına dayanır.

Türkiye'de özellikle 1999 depreminin ardından herkes deprem kelimesinin ne anlama geldiğini en acı hatıralar ile maalesef öğrendi. Ancak bu kelimedenden ders çıkarmak konusunda halen sınıfta kalmış durumdayız. Özellikle büyük kentlerdeki orantısız ve hızlı büyümeler deyim yerinde ise nefes alacak yer kalmamış olması, kentsel dönüşümün amacının dışına çıkarak bir zenginleşme aracı olarak kullanılması, deprem toplanma yerlerinin dahi imara açılması, halen deprem eğitimin sözde kalması, evlerin büyük bir kısmında deprem çantası bulunmaması gibi daha birçok madde maalesef bizlerin halen depreme karşı hazırlıksız olduğunun kanıtlarıdır.

## 8. KAYNAKLAR

**AFAD.** 2011. Depremlere Karşı Yapısal Risklerin Azaltılması ve Yapısal Güçlendirme. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı ile İstanbul Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü ve İl Özel İdaresi Proje Koordinasyon Birimi. Şubat, 2011 İstanbul.

**Akın, O.** 2015. İstanbul'da Ulaşım Sorunu ve Metrobüs Çözümü. Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, Sayı:9, s. 474-478, Yıl: Mart 2015.

**Atabey, E.** 2000. Deprem, MTA Genel Müdürlüğü Yayınlarından Eğitim Serisi No:34, Ankara.

Dalgıç S., Turgut, M., Kuşku İ., Coşkun Ç., Coşgun T., (2009). İstanbul'un Avrupa Yakasındaki Zemin ve Kaya Koşullarının Bina Temellerine Etkisi, Uygulamalı Yerbilimleri Sayı:2 (Ekim-Kasım 2009) sayfa:47-70.

**Daşkiran, F. ve D. Ak.** 2015. 6306 Sayılı Kanun Kapsamında Kentsel Dönüşüm. Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi - Cilt:13 Sayı:3 (Eylül 2015) - Doi: <http://dx.doi.org/10.11611/JMER674>.

**Demirtaş, R.** 2000. Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAFS) Diri Fayları, Paleosismolojik Çalışmalar ve Gelecek Deprem Potansiyelleri.

**Demirtaş, R. ve C. Erkmen.** 2000. Deprem ve Jeoloji. TMMOB, Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, No:52, s.77-79, Ankara.

**Esentürk, M.** 2009. İstanbul İli Örneği'nde Kentsel Dönüşüm Uygulamaları, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

**Genç, F.N.** 2008. Türkiye'de Kentsel Dönüşüm: Mevzuat ve Uygulamaların Genel Görünümü. Yönetim ve Ekonomi, Yıl:2008, Cilt:15, Sayı:1, Celal Bayar Üniversitesi, Manisa.

**Göksu, A.F.** 2003. Kentsel Dönüşüm Projelerinde Yenilikçi Yaklaşımlar, Kentsel Dönüşüm Sempozyumu, 11-13 Haziran 2003, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

**Gökten, E., B. Varol, İ. Çemen, R. Kılıç, A. Ateş, K. Kayabalı, V. Özaksoy, A. Koçbay, E. Candansayar, A. Orhan and C. Erkmen.** 1999. 17 Ağustos 1999 Gölcük (Kocaeli)-Arifiye (Adapazarı) Depreminde Hasarı Meydana Getiren Faktörler. Aktif Tektonik Araştırma Grubu 3. Toplantı Makaleler Kitabı, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas.

**Gündoğdu, O.** 2011. 17 Ağustos 1999 Gölcük Depreminin Işığı Altında Olası Marmara Depremi. Hüseyin Turoğlu ve Mehmet Fatih Döker (Ed.), İstanbul'un Afetlerden Zarar Görebilirliği Sempozyumu Bildiriler Kitabı (s. 22-23). İstanbul.

**Güney, E.** 2010. Yerbilimleri 1. Literatür Yayınları:592. Birinci Basım Ocak 2010.

**İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB)** 2009. İstanbul Olası Deprem Kayıp Tahminleri. İBB Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı, Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü.

**İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB)** 2003. İstanbul İçin Deprem Master Plan, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Planlama ve İmar Dairesi Zemin ve Deprem İnceleme Müdürlüğü, 7 Temmuz 2003.

**JICA ve İBB.** 2002. Türkiye Cumhuriyeti İstanbul İli Sismik Mikro-Bölgeleme Dâhil Afet Önleme/Azaltma Temel Planı Çalışması Son Rapor Cilt V Eylül 2002.

**Kahraman S. ve P. Şenol.** 2018. İklim Değişikliği: Küresel, Bölgesel ve Kentsel Etkileri Akademia Sosyal Bilimler Dergisi - Özel Sayı - 1, 2018.

**Kalafat, D.** 2011. Kuzey Anadolu Fayı (KAF)'nın Marmara'daki Ayal İzleri. Hüseyin Turoğlu ve Mehmet Fatih Döker (Ed.), İstanbul'un Afetlerden Zarar Görebilirliği Sempozyumu Bildiriler Kitabı (s. 24-28). İstanbul.

**Keçeli, A. ve M. Cevher.** 2018. Zemin Hâkim Periyodu ve Bina Yüksekliği Rezonans İlişkisi. Uygulamalı Yerbilimleri Dergisi Cilt: 17, No: 2, 2018 (203-224).

**Ketin, İ.** 1969. Kuzey Anadolu Fayı hakkında. Maden Tetkik Araştırma Enstitüsü Yayınları 72, s. 1-27.

**Özçelik, F.** 2017. 1944 Bolu-Gerede Depremi ve Sonuçları. Düzce Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Tarih Bölümü. Doi:10.17550/akademikincelemeler.336656.

**Özçevik, Ö., Ş. Türk, C. Beygo, E. Taş ve H. Yaman, H.** 2007. İstanbul'da deprem odaklı dönüşüm projesinin ana bileşenlerinin analizi: İETT Blokları örneği, İtüdergisi/a, mimarlık, planlama, tasarım Cilt:6, Sayı:1, 81-94, Mart 2007

**Şişman A. ve D. Kibaroğlu.** 2009. Dünyada ve Türkiye'de Kentsel Dönüşüm Uygulamaları. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 11-15 Mayıs 2009, Ankara.

**TMMOB,** 2017. İstanbul Deprem Raporu. TMMOB, İstanbul İl Koordinasyon Kurulu 16.08.2017.

**TMMOB,** 2017. Kentsel Dönüşüm nedir? Sorular... Sorunlar... Çözümler... 4. Baskı Ağustos 2017, [http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/17877\\_54\\_56.pdf](http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/17877_54_56.pdf) (ErişimTarihi:15.05.2018).

**Türkiye Habitat III Ulusal Raporu,** 2014. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, [http://webdosya.csb.gov.tr/db/habitat/editordosya/file/HABITAT\\_III\\_ULUSAL\\_RAPOR\\_\(turkce\).pdf](http://webdosya.csb.gov.tr/db/habitat/editordosya/file/HABITAT_III_ULUSAL_RAPOR_(turkce).pdf) (07.08.2018).

**Ürekli, F.** 2010. Osmanlı Döneminde İstanbul'da Meydana Gelen Afetlere İlişkin Literatür. Türkiye Araştırmaları Literatür Dergisi, Cilt 8, Sayı 16, 2010. Sayfa 101-130.

**Yaltırak, C.** 2016. <https://onedio.com/haber/17-yilinda-17-agustos-felaketi-7-madde-ile-turkiye-nin-deprem-gercegi-725550> (Erişim Tarihi: 04.12.2017).

**Yavaş, H.** 2001. Doğal Afet Yönetimi Ve Yerel Gündem 21 Çalışmaları Kapsamında İzmir'de Deprem Riski, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt:3, Sayı:3.

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

## RİSKLİ YAPILARIN RİSK DURUMLARININ GÖZLEMSEL ANALİZ İLE TESPİTİ

Safa Cihan HACIMUSTAFAOĞLU<sup>1</sup><sup>1</sup> İnşaat Mühendisliği, Mühendislik Fakültesi, İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Turkey  
safachmo@gmail.com, ORCID NO: 0000-0003-0644-588XMehmet Fatih ALTAN<sup>2</sup><sup>2</sup> İnşaat Mühendisliği, Mühendislik Fakültesi, İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Turkey  
mehmetaltan@aydin.edu.tr, ORCID NO: 0000-0003-0961-0115Sepanta NAİMİ<sup>3</sup><sup>3</sup> İnşaat Mühendisliği, Mühendislik Fakültesi, İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Turkey  
sepantanaimi@aydin.edu.tr, ORCID NO: 0000-0001-8641-7090

Geliş Tarihi/Received Date: 18.07.2020 Kabul Tarihi/Accepted Date: 28.08.2020

## Özet

Türkiye konumu itibari ile aktif deprem kuşağında yer almaktadır. Depreme karşı yapıların güvenliği önem arz etmektedir. Riskli yapıların tespit edilmesi ve depreme karşı dayanıklı hale getirilebilmesi gerekmektedir. Aynı zamanda deprem sonrası yapıların hızlı kullanımı, risk durumlarının analizi için hızlı tarama yöntemleri bulunmaktadır. Türkiye'de deprem sonrasında ağır hasar tespit çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalarda kullanılan yöntemlerden eğilme ve kesme hasarları tespit çalışmalarında ön plana çıkmaktadır. Hızlı tarama yöntemleri ve deprem sonrası ağır hasar tespit çalışmalarında kullanılan yöntemlerden yararlanarak, bir yapı üzerinde gözlemsel analiz yapılması amaçlanmıştır. Bu analiz kapsamında incelenen yapı İstanbul ili Kadıköy İlçesinde bulunmakta olup 1991 yılında inşa edilmiştir. Yapının risk durumunu tespit edebilmek için gözlemsel analizi yapılmış ve riskli olduğu kanaatine varılmıştır. Deprem sonrası hasar tespit çalışmalarının riskli yapıları tespit kullanılabileceği, bu şekilde hızlı ve ekonomik tespitlerin yapılabileceği anlaşılmıştır. Riskli yapıların tespit edilmesi yönetmeliklerine hızlı tarama yöntemleri ve deprem sonrası hasar tespit çalışmalarında kullanılan yöntemlere uygun revizyon ve eklemeler yapılması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Gözlemsel Analiz, Riskli Yapı, Betonarme Taşıyıcı Elemanlar, Deprem.

## DETERMINATION OF RISK CONDITIONS OF RISKY STRUCTURES BY OBSERVATORY ANALYSIS

## Abstract

Turkey in terms of location, is located in an active earthquake zone. The safety of buildings against earthquakes is important. Risky structures need to be identified and made resistant to earthquakes. There are also rapid screening methods for rapid use of post-earthquake structures and analysis of risk situations. Heavy damage

assessment is made after the earthquake in Turkey. The original methods used in these studies were used. Bending and shearing damages are prominent in the detection work. It is aimed to make observational analysis on a structure by making use of the fast scanning methods and the methods used in heavy damage assessment studies after the earthquake. The structure examined within the scope of this analysis is located in Kadıköy District of Istanbul and was built in 1991. To determine the risk situation of the building, an observational analysis was made and it was concluded that it was risky. It has been understood that post-earthquake damage assessment studies can be used to detect risky structures, so that fast and economical determinations can be made. It is recommended to make fast revision methods for the determination of risky structures and to make revisions and additions in accordance with the methods used in post-earthquake damage assessment studies.

**Key Words:** Observational Analysis, Risky Structures, Reinforced Concrete Bearing Elements, Earthquake

## 1. GİRİŞ

Türkiye, Avrupa ve Asya kıtalarının birleştiği, etrafı üç denizle kaplı bir konuma sahiptir. Avrupa'nın hatta dünyanın en aktif deprem fayları bu konumda bulunmakta olup; yerleşim alanlarının fay hatlarına yakın olması büyük bir tehlike oluşmasına neden olmaktadır. Özellikle nüfusunun çoğunluğunun yaşamış olduğu İstanbul ve etrafındaki şehirlerde son zamanlarda sık sık meydana gelen depremlerden kaynaklı olarak can güvenliği endişesi artmıştır. Can güvenliğinin korunabilmesi için riskli yapılara yönelik ve depreme karşı alınacak önlemler tartışılmaya başlanmıştır. 1999 Kocaeli Depremi'nin ardından, büyük bir depremin beklendiği ve yoğun nüfusundan kaynaklı can kaybının yüksek olabileceği İstanbul'a ve çevresine yönelik çalışmalar başlatılmıştır (Bal, 2005). Yoğun bir nüfusun yaşadığı ve eski yerleşim bölgesi olmasından kaynaklı olarak 2000 yılından itibaren yapılarda güçlendirme, yenileme çalışmaları başlamış ancak maliyet ve zamandan kaynaklı olarak kısa sürede sekteye uğramıştır (Bal, 2005).

Riskli yapıların tespit edilebilmesi, depreme karşı yapıların güvenli hale getirilebilmesinde önem arz etmektedir. Türkiye bu çalışmaların bir çerçeve kapsamında hızlı ve etkili yapılabilmesi için çalışmalar yapmış bu çalışmaları Kentsel Dönüşüm çatısı altında toplamıştır. 1999 Marmara depremine kadar yapılan önlemler ve çalışmalar haricinde kentsel dönüşüm kavramı bu tarihten sonra Türkiye gündemine girmiştir (Olbak ve Naimi, 2016) (Görgülü, 2014). Bu tarihten itibaren tedbir ve düzenleme amaçlı kanunların yanı sıra 2012 Mayıs ayında 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun yürürlüğe girerek, Kentsel Dönüşümün çerçevesini belirleyen kapsamlı bir kanun çıkartılmıştır (Daşkiran ve Ak, 2015). Bu kanunun amacı afet riski altındaki alanlar ve riskli yapıların bulunduğu arazi ve arsalarda fen, sanat norm ve standartlarına uygun olarak güvenli ve sağlıklı yaşam çevrelerini teşkil edebilmek için, yenileme, iyileştirme ve tasfiye gibi işlemlere dair usul ve esasları belirlemektir (Anonim,2012). Kentsel dönüşüm ve riskli yapıların yapılmasında esas alınan üst kanundur (Naimi ve Kaya, 2019).

Türkiye'de riskli yapıların tespit edilmesinde 6306 sayılı kanuna binaen çıkartılan ve Türkiye deprem yönetmeliğinden (TBDY,2018) esinlenerek hazırlanan, RYTEİE 2019 (RYTE,2019) yönetmeliği bulunmaktadır. Bu yönetmelik yapıların risk durumlarının nasıl tespit edilebileceğine yönelik standardı düzenlemektedir.

Deprem sonrası hasar tespitinin çok hızlı yapılması gerekmektedir. Riskli yapıların tespit edilmesinde birçok metod ve yöntem kullanılmaktadır. Özellikle bu metodlar deprem sonrası hasar tespitlerinde kullanılmaktadır. Genellikle riskli yapıların göçme riskinin saptanmasının hızlı tespit edilebilmesi için kullanılan yöntemlerdir (Altınar,2008). Kanada Sismik Tarama Yöntemi (Altınar,2008), Japon Sismik İndeks Yöntemi (Japan,1990), Sokak Tarama Yöntemi (Fema 154,1988) (Fema 155,1988), P25 Yöntemi (Bal, İ.E. ve ark. (2007), Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi (Boduroğlu ve Çağlayan, 2007) (Naimi ve Çelikağ, 2010) geliştirilen bazı yöntemlerdir. Bu yöntemler dikkate alınarak sayısal veriler kullanılmadan gözlemsel analiz verileri incelenmiştir.

Bu makalede, betonarme taşıyıcı elemanlar da deprem sonrası gelişecek hasarların düzeyleri aktararak, örnek bir yapının genel bilgileri verilecek ve örnek yapıda gözlemsel analiz yapılacaktır. Betonarme taşıyıcı elemanlarda deprem sonrası gelişecek hasar tipleri dikkate alınarak, yapılan gözlemsel analiz sonucu karşılaştırılacaktır

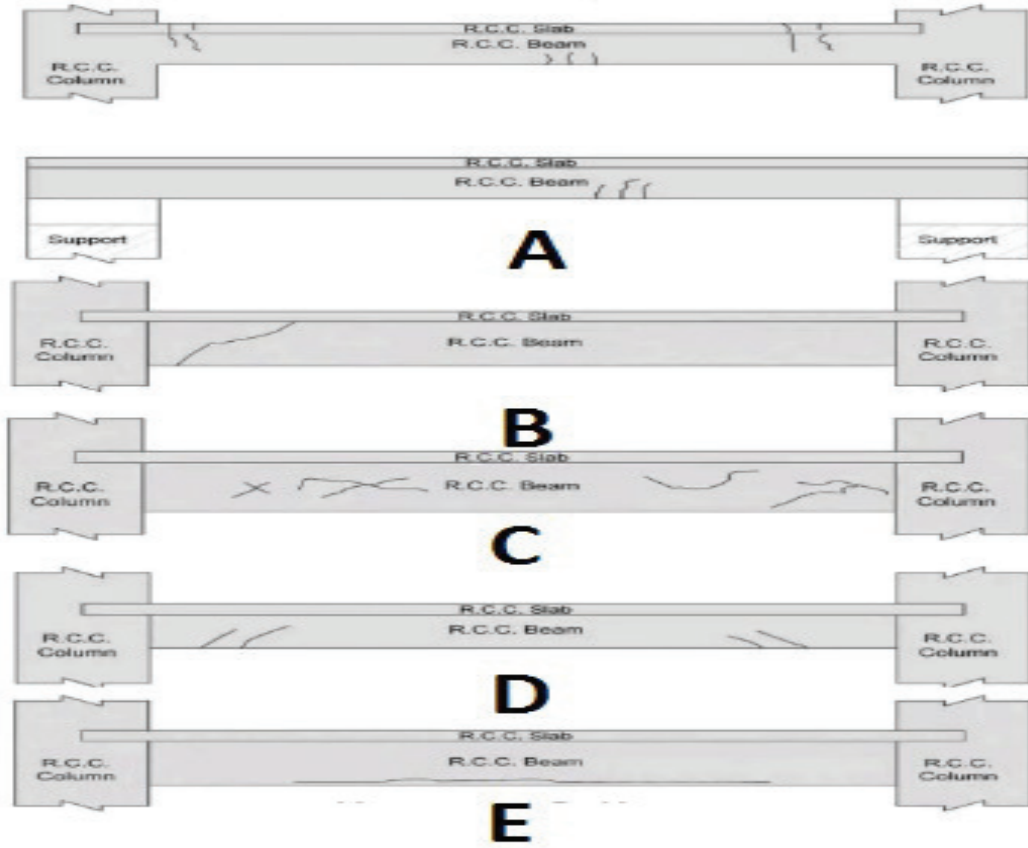
## 2. BETONARME TAŞIYICI ELEMANLARDA HASAR DURUMLARI

Deprem tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de yapılara zarar verebilmektedir. Özellikle betonarme yapıların tasarımında deprem sonrası hasar almaması, hasar durumunda ise içindeki canlılığı tahliye edebilecek şekilde ayakta kalması beklenmektedir. Betonarme binaların deprem sonrası kullanıma uygunluğunun kontrollerinin hızlı bir şekilde yapılmalıdır. Türkiye’de, İstanbul’da olası bir depremde yapı stoğu ve nüfustan kaynaklı olarak hasar tespitlerinin hızlı yapılması gerekmektedir. Türkiye’de olmuş depremler neticesinde yapılan gözlem ve araştırma ile hasar tespit çalışmalarında hasar nedenleri üç gruba ayrılabilir (Yüksel, 2008). Bunlar;

- Donatı işleme hataları (sargıların yetersiz olması, yetersiz ve yanlış kenetlenme vb.)
- Projelendirme Hataları (Rijitlik dengesizliği, kısa kolan, kolon kiriş boyutlarında hatalar, kolon kiriş yerleşimleri vb.)
- Yapımdan kaynaklı hatalar (Malzeme yetersizliği, işçilik hataları, soğuk derz oluşumu vb.)

sıralanmaktadır. Zeminden kaynaklı hatalar olsa da genel olarak yapısal hatalar ön plana çıkmaktadır.

Betonarme binalarda eğilme ve kesmeden kaynaklı hasarlar oluşmaktadır. Bu hasarlar çatlak, kabuk atması vb. olarak karşımıza çıkmaktadır. Şekil-1 de taşıyıcı eleman kirişlerde oluşan çatlaklar görülmektedir.



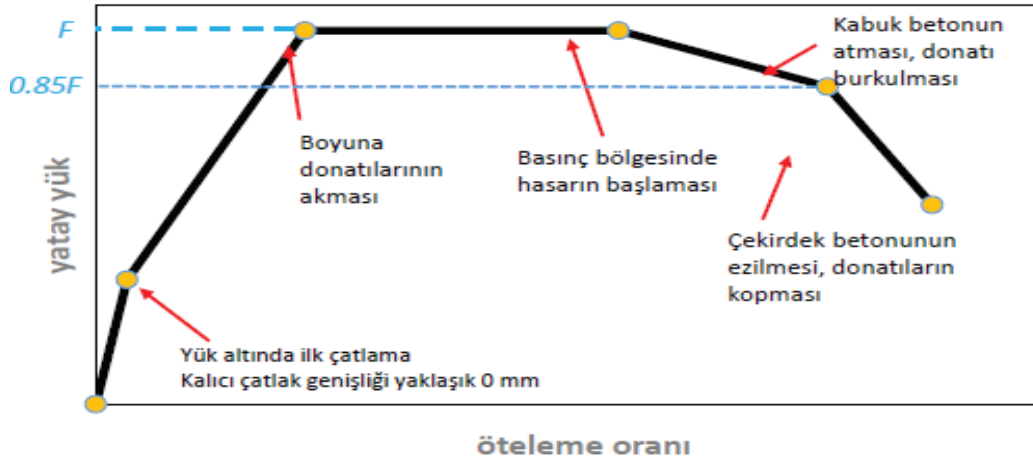
**Şekil 1.** Kirişlerde Farklı Çatlak Tipleri (Aydın,2019)

**A:** Eğilme Çatlağı, **B:** Burulma Çatlağı, **C:** Rötire Çatlağı, **D:** Kesme Çatlağı, **E:** Korozyon Çatlağı

Şekil-1 de görülen eğilme ve çekme çatlakları, basınç ve çekme kuvveti dolayısıyla oluşmaktadır. Betonarme elemanlar beton ve demirden oluşmakta olup; Betonun basınç dayanımı çekme dayanımından çok daha fazladır. Çekme kuvvetinden kaynaklı olarak beton çekme kuvvetini taşıyamaz ve betonda kesme kuvvetine dik yönde çatlak oluşur, bu çatlaka eğilme çatlağı denilmektedir. Kesme çatlağı ise, kayma gerilmesini betonun çekme dayanımı düşük olduğundan taşıyamaması neticesinde Şekil-1 de de görüldüğü gibi 45° lik bir açı ile çatlak oluşur, bu çatlaka kesme çatlağı denir. Bu çatlaklar betonun çekme etkisi altında yük almayı yükü donatıya aktardığını göstermektedir.

Kolonlarda hasara neden olan birçok faktör bulunmaktadır. Ancak dört temel hasar öncelikli incelenmesi gereken hasarlar olabilmektedir. Bunlar kısa kolon, zayıf-kolon/güçlü kiriş, eğilme ve kesme hasarlarıdır (Aydın,2019). Kolonlarda yine korozyondan kaynaklı hasarlar ve işçilik hatalarından kaynaklı betonun segregasyonu neticesinde donatının korozyona karşı korunamaması da etkili olmaktadır. Kolonlarda bir diğer etkili olan çatlaklar ise basınç kırılmalarıdır.





Şekil 2. Eğilme Hasarının Gelişimi

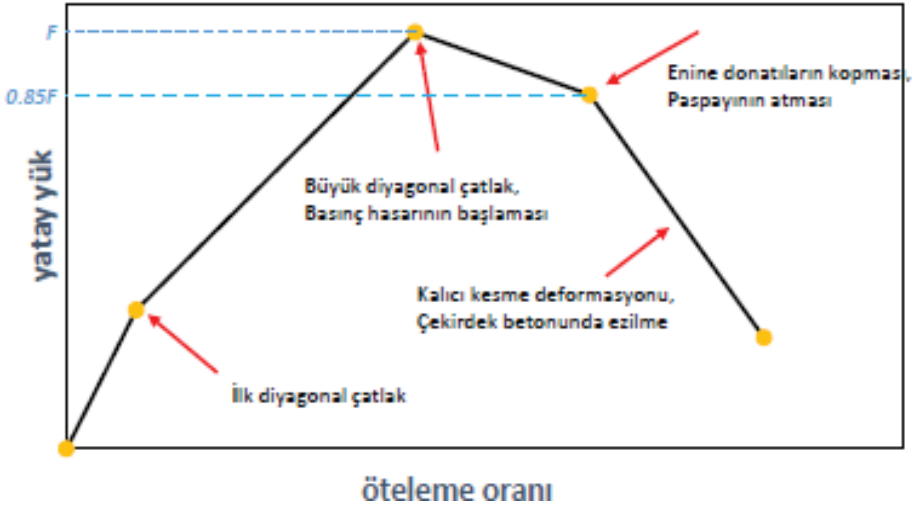
İlki ve arkadaşları (2015) betonarme yapılarda deprem sonrası hasar belirlenmesinde hasarın eğilme ve kesme hasarı üzerinden tespit edilmesine yönelik çalışma yapmışlardır. Yaptıkları çalışmada eğilme hasarının gelişimini Şekil-2 de görüldüğü üzere hasarın artma sıralamasını;

- Betonda ilk çatlama
- Donatının akması
- Kabuk betonunda ezilme başlangıcı
- Kabuk betonun atması
- Basınç donatılarının burkulması
- Çekirdek betonun ezilmesi

olarak tanımlamışlardır. Kesme hasarının gelişimini ise Şekil-3 de görüldüğü üzere hasarın atma sıralamasını;

- Betonda ilk çatlama
- Enine donatıların akması
- Basınç bölgesinde ezilme
- İlk çatlağın çok büyümesi, kabuk atması
- Enine donatıların kopması
- Boyuna donatılarda büyük kesme deformasyonu

Olarak tanımlamışlardır.



Şekil 3. Kesme Hasarının Gelişimi

Betonarme binalarda korozyon etkisinin deprem sonrası hasar görmüş yapılarda yapılan çalışmalar neticesinde büyük çoğunlukla su ve nemden kaynaklı olduğu ve hasarın oluşmasında en önemli etken olduğu anlaşılmıştır (Tekin,2010). Yapılan çalışmalarda yıkılan betonarme yapıların %67'sinin korozyon etkisi ile yıkıldığı tespit edilmiş, korozyon etkisinin özellikle yer altı yapı elemanı olan temel ve bodrumda fazla olduğu görülmüştür (Tekin, 2010).

### 3. GÖZLEMSEL ANALİZ

İstanbul ili, Kadıköy ilçesinde incelenmiş olan yapı 1991 yılında yapılmaya başlanarak aynı yılda tamamlanmıştır. Yapının mimari ve statik projesi yoktur. Yapı bodrum +zemin + 3 normal kat toplam 5 kattan oluşmaktadır. Yapı betonarme olarak yapılmıştır. Yapı işyeri ve konut olarak kullanılmaktadır.

Gözlemsel analiz olarak ilk etapta yapının rölevesi; dış çevresi, kat yükseklikleri, kolon, kiriş ebatları, aks mesafeleri, ölçülerek çizilmiştir. Yapıda 12 adet kolon bulunmaktadır. Kolon ebatları genel olarak 25\*40,25\*50 cm ebatlarındadır. Yapıdaki kirişler 20\*50 cm ebatlarındadır. Kolonların yerleşimi X ve Y yönlerinde aks mesafeleri farklılık göstermektedir. Yapının döşeme sistemi plak, kalınlığı 12 cm'dir. Yapının dış çevresinde X yönünde 3 adet, Y yönünde 4 adet kolon bulunmaktadır. Aks mesafeleri dış çevre kolanlarda X ekseninde 4,95 – 3,18m, Y ekseninde 5,15-2,70-4,55m'dir.

İnceleme esnasında;

- Yapı parselde tek ve bir cepheden bitişik olduğu,
- Betonun el ile döküldüğü bildirilmiş olup, kalıp işçiliğinin tüm katlardaki kolonlar arasında fark olmadığından iyi olduğu,

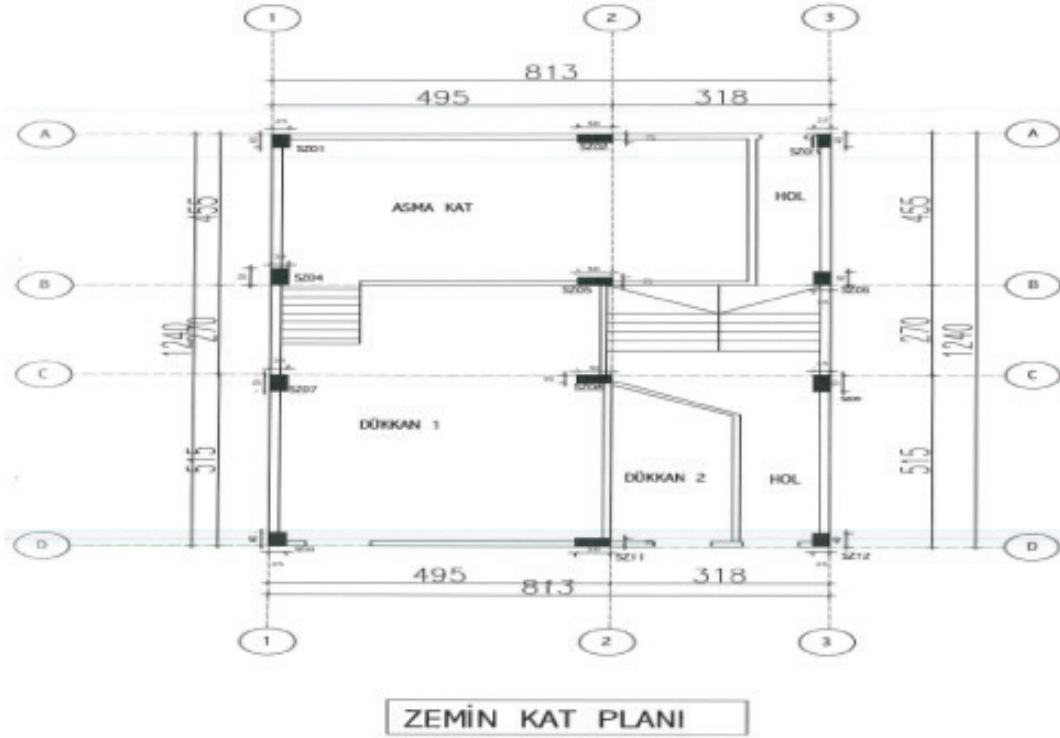
- Kolon, kirişlerin aks mesafeleri, ebatları temelden başlayıp bitime kadar aynı kaldığı,
- Kolon ve kirişlerin uygun bir yerleşim içinde olduğu,
- Resim-1'de olduğu gibi yapısal elemanların dış betonun da soyulmalar ve dökülmeler olup donatının açığa çıktığı



**Şekil 4.** Kolon ve Kirişlerde Kabuk Atması ve Donatı Korozyon Durumu

- Dökülen betonların el ile ufalanabildiği,
- Şekil-4'te açığa çıkan donatılar da korozyon olduğu,
- Kolon, kirişler de eğilme ve kesme çatlakları görüldüğü, tüm katlarda sıva çatlağı olduğu,
- Duvarlarda çatlaklar olduğu,
- Yapıda bölme duvarların 15 cm, dış cephe duvarların 20 cm olduğu,
- Katların mimari açıdan farklılıklar gösterdiği, gözlenmiştir.

Resim 1'de inceleme katı, zemin kat rölöve çizimi verilmiştir.



Resim 1. Zemin Kat Rölöve Çalışması Çizimi

#### 4. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Türkiye deprem kuşağının olduğu ve sık depremlerin yaşandığı bölgede yer almaktadır. Özellikle en yoğun nüfusunun yaşamış olduğu ve en büyük şehri olan İstanbul ve çevresinde büyük bir deprem beklenmektedir. Eski bir yerleşim olmasından kaynaklı olarak İstanbul ve çevresinde yapı stoku eski olup birçok deprem görmüş özellikle 1999 Marmara depremini yaşamıştır. Deprem esnasında tüm yapılar büyük bir yük etkisine maruz kaldığından hasarlar meydana gelmektedir. Bu hasarlar çoğu yapıda deprem sonrası kullanıma izin verebilmektedir. Ancak bir sonraki depreme karşı içindeki canlıyı tahliye edebilecek düzeyde ayakta kalabileceği şüphelidir.

Türkiye’de deprem sonrasında hasar tespit çalışmaları yapılmaktadır. Bu hasar tespit çalışmaları en doğru şekilde ve en hızlı biçimde yapılması gerektiğinden pratik yöntemler olduğu görülmektedir. Deprem sonrası hasar çalışmalarında eğilme ve kesme hasarlarının ön plana çıktığı ve değerlendirmeye esas alındığı görülmektedir. Bu yöntemler sayesinde ekonomik ve zaman açısından fayda sağlandığı bilinmektedir.

Gözlemsel analiz neticesinde; Yapının yapıldığı tarihte dikkate alınarak yapıda taşıyıcı elemanların boyutları, konumları, dış cephe durumu, çevre ile olan ilişkisi ilk etapta incelenmiştir. Mimari, statik projesinin olmadığı anlaşılmıştır. Ayrıca işçilik bakımından bodrumdan aynı ebat ve konumda taşıyıcı elemanların bitime kadar tamamlanması dikkat çekmektedir ancak el ile beton dökülmesi önem arz etmektedir. Yapının inceleme

yılı olan 2020' den önce deprem görmesinden kaynaklı oluşabilecek; Eğilme ve kesme hasarının belli olduğu çatlaklar, sıva çatlakları, korozyon, su sızıntısı, betonda dökülme, ufanma gözlemiştir. Deprem sonrası yıkılan binaların %67'sinde korozyon etkisinin olduğu, Şekil-1, Şekil-2 ve Şekil-3 dikkate alınarak yapılan gözlemsel analiz kapsamında yapının riskli olduğu düşünülmüştür.

Bu çalışmada, deprem sonrası binalardaki inceleme yöntemlerinden faydalanılarak bir yapının risk durumu tespit edilmeye çalışılmıştır. Deprem sonrası hasar tespitlerinde kullanılan yöntemler kullanılarak gözlemsel analiz yapılan yapının riskli olduğu anlaşılmıştır.

## 5. ÖNERİLER

Analizler kapsamında riskli yapıların tespit edilmesinde, deprem sonrası hasar tespit çalışmasında kullanılan yöntemlerin kullanılması ve bu sayede hızlı ve ekonomik tespitlerin yapılabileceği anlaşılmaktadır. Riskli yapı yönetmeliklerinin, hızlı tarama yöntemleri ve deprem sonrası hasar tespit çalışmaları da dikkate alınarak riskli yapıların daha hızlı tespit edilebilmesi için revizyon ve eklemeler yapılması önerilmektedir.

## 6. KAYNAKÇA

**Altın, M.** 2008. Deprem Etkisindeki Binaların Göçme Riskinin Saptanması İçin Hızlı Değerlendirme Yöntemleri, Yükseköğretim Kurumu Eylül 2008, Ankara.

**Anonim.** 2012. Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun, Resmi Gazete, Sayı:28309, Ankara.

**Aydın, E.** 2019. Taşıyıcı Sistem Çatlakları, 24/05/2020 Tarihinde <https://www.emirhanaydin.com.tr/2019/09/tasiyici-sistem-catlaklari.html> adresinden alınmıştır.

**Bal, İ. E.** 2005. Deprem Etkisindeki Betonarme Binaların Göçme Riskinin Hızlı Değerlendirme Yöntemleri İle Belirlenmesi, Yükseköğretim Kurumu, Ankara.

**Bal, İ.E., S.S. Tezcan ve G.F. Gulay.** 2007. Betonarme Binaların Göçme Riskinin Belirlenmesi İçin P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemi, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul.

**Boduroğlu, H.M. ve P. Ö. Çağlayan.** 2007. Mevcut Yapıların Değerlendirilmesinde Bir Tarama Yöntemi, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 16-20 Ekim 2007, İstanbul.

**Daşkiran F. ve D. Ak.** 2015. 6306 Sayılı Kanun Kapsamında Kentsel Dönüşüm, Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi- Cilt:13 Sayı:3

**FEMA 154.** 1988. "Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook" Federal Emergency Management Agency, Washington D.C., USA.

**FEMA 155.** 1988. "Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: Supporting Documentation" Federal Emergency Management Agency, Washington D.C., USA.

**Görgülü, Z.** 2014. Kentsel Dönüşüm ve Ülkemiz, 1. TMMOB İzmir Kent Sempozyumu 06 Haziran 2014, sayfa 771.

**İlki, A., C. Demir, M. Cömert.** 2015. Betonarme ve Yığma Yapılarda Deprem Sonrası Hasar Değerlendirme, 24/05/2020 Tarihinde <http://imoistanbul.org/imoarsiv/2015seminernotlari/2015-kasim/2015-12-10-alper-ilki/alper-ilki-notlar.pdf> adresinden alınmıştır.

**Japan.** 1990. Standard for Evaluation of Seismic Capacity of Existing Reinforced Concrete Buildings (1990). Japan Building Disaster Prevention Association, Tokyo.

**Naimi, S. ve M. Celikag.** 2010. Problems of Reinforce Concrete Building Construction in North Cyprus. Proceedings of the 12th International Conference on Inspection Appraisal Repairs and Maintenance of Structures, Vols 1 and 2.

**Naimi, S. ve S. Kaya.** 2020. Betonarme Yapıların Çelik Çapraz Elemanlar ile Güçlendirilmesi. AURUM Journal of Engineering Systems and Architecture, 3 (2), 191-204.

**Olbak, M. ve S. Naimi.** 2016. Kentsel Dönüşüm Uygulanmış 5 Katlı İki Yapı Örneğinin Deneysel Verileri Kullanılarak Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemleri ile Güçlendirme Sonuçlarının İrdelenmesi, İstanbul.

**Tekin, Ç.** 2010. Deprem Güvenliğinde Temellerin Suya Karşı Yalıtımının Önemi, Yapı Fiziği ve Sürdürülebilir Tasarım Kongresi, İstanbul.

**Yüksel, İ.** 2008. Betonarme Binaların Deprem Sonrası Acil Hasar Değerlendirmesi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

## DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

KİNETİK SİSTEMLİ BİNA CEPHELERİNİN  
MODELLEME YÖNTEMLERİNİN İNCELENMESİBetül KAHRAMANOĞLU<sup>1</sup><sup>1</sup> Mimarlık Bölümü, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Turkey  
kahramanoglubetul@gmail.com, ORCID No: 0000-0002-7452-9084Neşe Çakıcı ALP<sup>2</sup><sup>2</sup> Mimarlık Bölümü, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Turkey  
nesecakici@gmail.com, ORCID No: 0000-0002-7626-9212

Geliş Tarihi/Received Date: 14.01.2021 Revizyon Tarihi/Revision Date: 28.05.2021

Kabul Tarihi/Accepted Date: 10.06.2021

## Özet

Bir binanın mimari formu, cephenin çevreyle etkileşimini tanımlamaktadır. Etkileşimli bir bileşen olan kinetik cepheler, en uygun yönlendirmeyi ve yapılandırmayı tespit etmek için gerçek zamanlı hareketler kullanılmaktadır. Kullanıcı aktivitelerini ve davranışlarını öğrenerek ve bunlara uyum sağlayarak termal ve görsel konfor, yapay ışığı azaltma, güneş takibi ve elektrik üretme gibi fonksiyonlar sunmaktadırlar. Ancak kinetik cephelerin tasarlanırken amaçlanan performansın sonuç üründe elde edilmesinin sağlanabilmesi için doğru modelleme araçlarının ve yöntemlerinin seçilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, interaktif cephe geometrisi oluştururken en uygun yönlendirmeyi ve yapılandırmayı sağlayan, yüksek performanslı, çevreye duyarlı alternatifler tespit edilmesi için farklı modelleme yöntemlerinin uygulanması bir gereklilik haline gelmektedir. Bu çalışma çevre koşullarına ve tasarım ilkelerine uyum sağlayan çevre dostu kinetik sistemli bina cephelerinin modelleme yöntemlerini sunmaktadır. Çalışmada, ilk önce parametrik tasarımın kinetik cepheyle ilişkisi ortaya konulmuştur. Sonrasında, 2000'den 2020'ye kadar incelenen 20 çalışmadan elde edilen modelleme yöntemleri sunulmuş ve bu yöntemlerin avantajlarından bahsedilmiştir. Kinetik cepheleri parametrik tasarım ile modelleme yöntemlerinden yararlanılarak oluşturulan çalışmalar evrimsel tabanlı modeller ve şekil gramerleriyle oluşturulan modeller olarak 2 farklı modelleme yöntemi altında detaylı olarak incelenmiştir. Çalışma, parametrik tasarım ile oluşturulan kinetik cephe tasarımlarında en uygun cephe geometrisine ulaşılabilmesi için uygulanabilecek modelleme yöntemlerine girdi oluşturmakta ve bir çerçeve sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Form Bulma, Kinetik Cephe, Kural Tabanlı Tasarım, Evrimsel Tabanlı Tasarım, Parametrik Tasarım

## INVESTIGATION OF MODELING METHODS OF KINETIC SYSTEM BUILDING FACADES

## Abstract

The architectural form of a building describes the interaction of the facade with the environment. Kinetic facades, an interactive component, use real-time movements to determine the optimal orientation and

configuration. By learning and adapting to user activities and behaviors, they offer functions such as thermal and visual comfort, artificial light reduction, sun tracking and electricity generation. However, when designing kinetic facades, it is necessary to choose the right modeling tools and methods in order to achieve the intended performance in the final product. For this reason, it becomes a necessity to apply different modeling methods to identify high-performance, environmentally friendly alternatives that provide the most appropriate guidance and configuration while creating interactive facade geometry. In the study, firstly, the relationship of parametric design with the kinetic front has been revealed. Afterwards, modeling methods obtained from 20 studies examined from 2000 to 2020 were presented and the advantages of these methods were mentioned. The studies created by using the methods of modeling kinetic facades with parametric design have been examined under two modeling methods as evolutionary based models and models created with shape grammars.

**Keywords:** Form Finding, Kinetic Facade, Rule Based Design, Evolutional Based Design, Parametric Design

## 1. GİRİŞ

Mimari çoğunlukla çevresindeki değişen ortama ve konumunun özel koşullarına tepki vermeden statik, değişmeyen ve katı bir unsur olarak algılanmaktadır (Kormaníková, vd., 2017). Sürekli değişen ve gelişen fiziksel çevrede mimarlığın en önemli sorumluluklarından biri kullanıcılara yaratıcı, sosyal, çevresel ve estetik bilgilerini genişletme fırsatları sunan bir ortam oluşturmaktır. Bu türden esnek ve etkileşimli mimari, kullanıcılar ile çevre arasında karşılıklı etkileşimin olduğu mekanlar tasarlayarak sağlanabilmektedir (Asefi, 2012). Mimari tasarıma sayısal yaklaşım, malzeme girdilerindeki ve hatta dış girdilere şeklindeki değişikliklerle tepki veren mimari prototipler oluşturmanın mümkün olduğunu göstermektedir. Uyarlanabilir sistemler, ayarlanabildiklerinden, bireysel kontrol, optimum gölgeleme ve gün ışığı kullanımının en üst düzeye çıkarılmasına izin verebileceğinden sabit sistemlerden daha ziyade dinamik sistemlere olanak sağlamaktadır (Hosseini vd., 2019b).

Sayısal tasarım araçlarının potansiyeli, mimari geometrilerin ve yapıların geliştirilmesi olanaklarını incelemek için büyük ölçüde kullanılmaktadır (Hosseini vd., 2019a). Sayısal tasarım araçlarının potansiyeli kullanılarak geliştirilen kinetik cephe sistemleri, bina kabuğu sektöründeki mevcut ihtiyaçları karşılayan yenilikçi bir çözüm olarak görülmektedir. Son birkaç yılda, hızla renk ve biçim değiştirebilen ve bina enerji tasarrufunu artıran, iyi bir ısı yalıtımı sağlayan ve binanın üretim maliyetlerini düşüren kinetik cephe sistem tasarımları görülmektedir (Cimmino vd., 2016).

Bu çalışmanın amacı literatürde anlatılan örnekler üzerinden, çevre koşullarına ve tasarım ilkelerine uyum sağlayan çevre dostu kinetik cephelerin modelleme yöntemlerini incelemektir. Aynı zamanda kinetik olarak oluşturulan bina cephelerinin faydaları, modelleme yöntemleri ve işlevsel avantajları araştırılmıştır. Çalışmada, ilk önce parametrik tasarımın kinetik cepheyle ilişkisi ortaya konulmuştur. Sonrasında, incelenen çalışmalardan elde edilen modelleme yöntemleri sunulmuş ve bu yöntemlerin avantajlarından bahsedilmiştir.



## 2. PARAMETRİK TASARIM İLE KİNETİK CEPHE

Kinetik mimari terimi, hareketle üretilen binaların tasarımını ifade etmektedir. Birçok tanıma sahip olan kinetik mimari, değişken hareketlilik, konum ve / veya geometriye sahip binalar ve / veya yapı bileşenleri ya da dönüşen ortamlar, duyarlı bina öğeleri veya etkileşimli kamusal alanlar olarak tanımlanabilmektedir (Fouad, 2012).

Duyarlı kinetik cepheler, değişen performans gereksinimlerine ve değişken sınır koşullarına yanıt olarak zaman içinde bazı işlevlerini, özelliklerini veya davranışlarını tekrar tekrar ve geri dönüşümlü olarak değiştirme yeteneğine sahip olanlardır ve bunu genel bina performansını iyileştirmek amacıyla yapmaktadırlar (Juaristi, 2020). Parametrik tasarım yöntemleri ve uygun algoritmalar yardımıyla, teknoloji doğrusal olmayan tasarım sistemine getirilmekte ve karmaşık geometriye sahip tasarım birden çok amaç için gerçekleştirilebilmektedir. Burada önemli olan çalışma prensiplerine uygun matematiksel bir çözüme ulaşmaktır. Hesaplama sistemleri her biri basit bir kurallar dizisine göre çalışan, önceki aşamasının sonuçlarını alarak ve bir işleve uygun olarak bir sonraki aşamaya dönüştürerek bilgileri ayrı bir adım dizisi aracılığıyla işleyen sistemlerdir (Chu, 2006).

Türk Dil Kurumu Sözlüğü'nde parametre, cebirde bir denklemin katsayılarına giren değişken nicelik olarak tanımlanmaktadır. Bilgisayar biliminde parametre, bir dizi komutun sisteme girilen çeşitli veriler üzerinde işlem yapmasıyla ilgili bir terimdir. Parametrik tasarım yöntemi, CAD/CAM sistemlerinde kısıtlılık (*constraint*) kavramı ile uygulanmaktadır. Kısıtlılık, bir nesne veya nesnel grubunun davranışını sınırlandıran bağlantılardır. Çizgilerin paralel veya dik olmaları, bir çizginin bir eğriye teğet olması, dairelerin eş merkezli olmaları, bir boyutun bir başka boyutun belirli bir katı olma zorunluluğu kısıtlılığa örnek olarak gösterilebilmektedir (Terzi, 2019).

Mimaride, bina cephelerinin tasarımında ilk tasarım stratejisi, statik özelliklere sahip barınak ve koruma sağlamaya odaklanan geleneksel bina cephelerini ifade etmektedir. İkincisi, cephenin yapısının veya mekanizmalarının tasarımının güneş ışığı, yağmur suyu ve benzeri çevre koşullarını depolama, yeniden kullanma, yanıtlama ve değiştirme önemli bir rol oynadığı teknik bina sistemlerini ifade etmektedir (Khosromanesh ve Asefi, 2019). Singh ve Gu, birçok bilgisayar destekli tasarım yönteminin geliştirildiğini belirtmişlerdir (Sing ve Gu, 2012). Bununla birlikte, tasarımda yaratıcılık açısından, birkaç tasarım yaklaşımının birlikte kullanılması daha verimli olmakta ve daha çeşitli ve yenilikçi sonuçlar vermektedir. Bilgisayar destekli tasarım yöntemleri mimari tasarım sürecinin yönünü değiştirebilmekte, yenilikler ve alternatif kombinasyonlar getirebilmektedir.

Çok fonksiyonlu olan kinetik cephe kavramları doğa, teknoloji ve mimariye göre tasarım problemlerini multidisipliner strateji ile çözmeyi amaçlayan karmaşık sistemlerdir. Parametrelere dayalı oldukları için tasarım sürecinde tasarım geometrisi üzerinde hesaplamalı kontrol sunmakta ve cephe fonksiyonu için uygun geometrinin saptanmasını sağlamaktadırlar. Bu nedenle kinetik cephenin modellenmesi ve değerlendirilmesi için bir gereklilik oluşturmaktadırlar.

Tasarımın ilk aşamalarında parametrik tasarımı kullanmak önemlidir. Grasshopper gibi scriptler\* karmaşık modelleri çeşitli parametrelerle analiz etmek ve optimize etmek için kullanılmaktadır. Bir yapının mimari tasarım sürecinde tek tip bir algoritma veya programdan ziyade probleme, tasarımcıya ve diğer etkenlere göre değişen bir süreç görülmektedir. Kinetik cephe tasarım sürecini oluşturmak için dört unsur gerekmektedir. Bunlar; parametrelerin ve koşulların ayarlandığı girdi, algoritmalar ve kurallar dizisi kullanılarak üretim yapılan çıktı, tasarım alternatifleri üretme ve en verimli tasarımın seçilmesidir. Uyarlanabilirlikleri ve tasarım kriterlerini değiştirme yetenekleri, parametrik modelleri kinetik ve dinamik tasarımlar üretebilmek için yararlı kılmaktadır (Razzaghmanesh, 2015). Sürdürülebilir tasarımlar elde etmek için hem faydalı hem de estetik bir ürün elde etmeyi sağlamaktadır.

### 3. KİNETİK BİNA CEPHELERİNİN MODELLEME YÖNTEMLERİ

Parametrik modelleme, parametrelere dayalı olarak kurulan ve bu değerlerin değişimine izin veren, böylece sonuç biçimin parametrelerin kontrolü altında sürekli değişebildiği modelleme yöntemleridir. Parametrik modellemede tasarımı geometrik olarak sınırlayan kuralların belirlenmesi gerekmektedir (Akipek ve İnceoğlu, 2007). Son yıllarda kinetik cephelerin performansını araştırmak için, parametrik tasarım sistemlerinin kullanımıyla ilgili bazı deneysel ve simülasyon çalışmaları yapılmaktadır. Bu bölümde farklı kinetik cephelerin modelleme yöntemlerine yer verilmiştir. Çalışmalar tasarım yapılırken hangi kurallar dizisine bağlı kalındığını, bunların birbiriyle olan ilişki kurallarını tanımlamakta ve anlatmaktadır. Tablo 1. de bu çalışma için incelediğimiz literatürden elde edilen cephelere ait bilgiler aşağıda verilen sınıflandırmalara ayrılmıştır. Bunlar: cephenin kinetik sistemi, modelleme yöntemi, modelleme yöntemi araçları, konumu, karakteristik elementi, detayı, hareket tipleri ve fonksiyonlarıdır. Ayrıca cephe görselleri de tabloda verilmiştir. Geliştirilmekte olan bazı çalışmalar prototip halindedir ve birkaç çalışmanın da modelleme yöntemi araçlarına ulaşamamıştır. Kinetik cepheleri parametrik tasarım ile modelleme yöntemlerinden yararlanılarak oluşturulan çalışmalar 2 modelleme yöntemi altında incelenmiştir. Bunlar, evrimsel tabanlı modeller ve şekil gramerleriyle oluşturulan modellerdir. Evrimsel tabanlı modeller kendi içinde Genetik Algoritmalar (*Genetic Algorithms*), Voronoi Diyagramları ve Kendisini Organize Eden/ Kendiliğinden Oluşan Sistemler (*Emergent Architecture*) olarak 3 başlık altında incelenmiştir.

#### 3.1 Evrimsel Tabanlı Modeller

Evrimsel sistemler, biyolojik büyüme ve biçimlenme konseptlerinin mimari tasarım süresinde, tasarıma model olarak kullanılmasıyla insanlar için sürdürülebilir çözümler üretmeyi amaçlayan sistemleri oluşturmaktadır (Akipek, 2004; Terzi, 2019). Evrimsel yöntemlerle geliştirilen genetik algoritmalar ile mimarlığın ilişkisi günümüzde araştırılmaya devam etmektedir. Evrim teorisindeki süreçler ve gelişen yeni teknolojiler düşünüldüğünde farklı oran ve süreçlerde oluşan mutasyonlarla daha geniş üretken bir topluluk oluşmakta, bu da sonuç ürünün çeşitliliğini artırmaktadır (Keskin, 2008). Bu sistemler geometrinin

\* Script dilleri, sistem programlama dillerinden (C++, Pascal, vb.) farklı olarak özel görevler için tasarlanmış yapılardır. Sistem programlama dilleri sıfırdan başlayıp veri tabanları ve tasarlanmış algoritmalar ile yeni sistemler üretirler. Script dilleri ise, mevcut bir dilin alt bütünlerini kullanarak, bu bütünleri bağlamayı hedefler; kompleks algoritma ve veri yapıları için kullanılmaz. Script dillerinde uygulamayı hızlandırmak, tanımlanmış bütünleri bağlamayı kolaylaştırmak için söz dizim kuralları sadeleştirilmiştir. Script dilinde elemanların nasıl kullanılacağını ve bir araya geleceğini gösteren tanımlanmış kalıplar yoktur. (Keskin & Çolakoğlu, 2008).

ötesinde algoritmalara dayanmaktadır. Bitkiler, hayvanlar ve insanlarda dahil olmak üzere doğadaki çok çeşitli hareketli bileşenler, bina cephesi hareket ve dönüşümleri için uygulanabilirlik anlamında örnek teşkil edebilmektedir (Sheikh ve Asghar, 2019). Aynı zamanda biyomimikri olan adlandırılan bu sistemler, sürdürülebilir bina tasarımı için gerekli olan yapısal verimlilik, su verimliliği, sıfır atık sistemler ve enerji temini için geniş bir çözüm yelpazesi sunmaktadır. Aşağıda literatürde incelenen örnekler bu bakış açısıyla anlatılmıştır. Bu örneklerde genel olarak tasarlanan formlar temel bir başlangıç formunun belirli geometrik kurallarla türetilerek karmaşık bir yapıya dönüşmesinden oluşmaktadır.

### 3.1.1 Genetik Algoritmalar (*Genetic Algorithms*)

Evrimsel mimari yaklaşımında temel alt kavram olan genetik algoritmada, doğada canlıların oluşumunda ve biçimlenmesinde yönlendirici olan genlerin işlevini algoritmalar ve kodlar almaktadır. Genetik algoritmalar kural dizili bir yapıya sahiptir. Parametreler işlenmekte ve değerleri tasarım boyunca değişmektedir (Akipek, 2004). Khosromanesh ve Asefi (2019) tarafından buz bitkisinin açma / kapama mekanizmasındaki su gücünün etkisine dayanan cephe çalışmasının evrimsel modelleme yöntemiyle tasarlandığı görülmektedir. Rhino'ya eklenti görevi gören Grasshopper programı kullanılarak tasarlanan cephenin membranı hafif ve elastik malzeme kullanarak şeklini değiştirmektedir. Bu bitkinin seçilmesinde vanaları ıslak koşullarda açılan ve kuru koşullarda kapanan tohum kapsülünde çalıştırılmasının, tohum kapsül hareketinin fonksiyonel sürecinde güzel geometrik formların yaratıldığı estetik faktörüne sahip olmasının ve suyun etkisi altında şişen hidroaktüatörlü doku ve deforme edilebilirliğinin etkili olduğu görülmektedir. Temel modülün geometrisinin basit bir dikdörtgenden başlayıp son şekline kadar büyük adımlarla tasarlandığı görülmektedir.

Cephede, her vana birbirine bağlı aktif katman ve pasif katmandan oluşmaktadır. Açma işlemi sırasında sürekli olarak aktif durumdan pasif duruma deforme olmaktadır. Aktif durumda, valflerin zar dokusu şişmekte ve vanalar artan nem (H<sub>2</sub>O) ile açılmaktadır. Pasif durumda, zar dokusu kuru koşullar nedeniyle (-H<sub>2</sub>O) ile depolanan suyu kaybederek vanaların içe doğru büzülmesine neden olmakta ve kapalı pozisyon gerçekleşmektedir. Estetik faktörlerin yanı sıra bileşenin çevresel koşullardaki değişikliklere tepki olarak sürekli değişmeyi mümkün kılması çevresel koşulların iç mekân üzerindeki etkilerini kontrol etmektedir. Bu şekilde, enerji tasarrufu sağlayan bir mekanizma sunmaktadır (Khosromanesh ve Asefi, 2019).

Sheikh ve Asghar (2019), Oxalis kekik yaprağından ilham alan biyomimetik cephe çalışmasıyla evrimsel modelleme yöntemini kullanmaktadır. Çalışma güneş yolunu izleyerek açısını ve konumunu buna göre değiştirmektedir. Önerilen cephedeki her gölgeleme modülü dört gölgeleme panelinden oluşmaktadır. Modüller, karmaşık bir menteşe sistemi, kılavuz rayları ve elektrik motorları sistemi ile mevcut binaya bağlı olarak çelik bir çerçeve yapısı üzerinde x ve y ekseninde hareket ettirilmektedir. Tüm sistem sensörler, kontrolör ve enerji kaynağından oluşan bir geri bildirim sistemi ile kontrol edilmektedir. Güneş yolunu izlemekte olan sensörler her modülde bulunmaktadır. Tüm sistem aktif bir kontrol sistemi ile kontrol edilebilmekte ve ayrıca insan kontrolleri tarafından geçersiz kılınabilmektedir. Yatay gölgeleme konumu için gölgeleme cihazı cephenin y eksenini boyunca, dikey konum için ise x eksenini boyunca katlanabilmektedir. Ancak her iki eksen de aynı anda katlanamamaktadır. Tasarım, dış ortamın görünürlüğünü engellemeden gölgeleme sağlamaktadır. Sayısal sonuçlar, binanın mevcut enerji yükünün, tasarlanan cephenin güçlendirilmesi ile %32'ye kadar azaltılabileceğini göstermektedir (Sheikh ve Asghar, 2019).

LIFT Architects (2017) tarafından sarı çiğdem çiçeğinin sıcaklık değişimine gösterdiği tepkiden ilham alarak evrimsel tabanlı bir prototipin oluşturulduğu görülmektedir. Cihaz, elastik kordonlarla tutturulmuş kare bir çerçevede dönmesine izin veren dört panelden oluşmaktadır. Her karşı panel, bir sensör ve bağımsız bir aktüatör olarak işlev gören bir Şekil Bellek Alaşımı (SMA) kablosu ile bağlanmaktadır. Teller, plakaları açmak için 65 ° C'nin altında dönüşecek şekilde tasarlanırken, elastik kordonlar plakaları kapatmak için soğuduklarında yumuşak bir şekilde geri düşmektedirler. Sonuçlar yeni ve mevcut binalarda pasif havalandırma yoluyla enerji giderlerini azaltmak için Hava Akışı Cihazı adı verilen prototipin kullanılabilir olduğunu göstermektedir. Paneller SMA telinin malzeme özelliklerine göre açıldığından ve kapandığından, sistemi çalıştırmak için gerekli karmaşık sensörler, devreler veya işlem cihazları bulunmamaktadır. Bu, düşük bakım ve işletme maliyetleri anlamına gelmektedir. Hava Akışı Cihazının modülerliği hemen hemen her açıklığa uyacak şekilde kombine edilmesini sağlamakta ve mevcut binaları daha verimli hale getirmek için kullanılabilen veya yeni LEED sertifikalı yapılarda kullanılabilir (LIFT Architects, 2017).

Schleicher ve diğerleri (2015) tarafından çift kavisli cephelerin geometrik ve mekanik zorluklarla başa çıkacağını esnek gölgeleme cihazlarıyla göstermek için evrimsel tabanlı modelleme yöntemi kullanıldığı görülmektedir. Bu amaçla üç çalışma yapıldığı bilinmektedir. İlk çalışma cennet kuşu çiçeğinin tozlanma mekanizmasından esinlenmektedir. Bu bitkinin pasif ve otonom olmayan, nokta tahrikli bir harekete sahip olduğu için seçildiği görülmektedir. Bu hareket, bitkilerdeki elastik ve geri dönüşümlü bir mekanizmanın parçası olan kuş ağırlığının etkisi altında aşağı doğru bükülme özelliğidir. Kuş uçtuğunda, açık levrek tekrar kapalı duruma dönmektedir. İkinci çalışmanın suda yaşayan etçil su çarkı bitkisi Aldrovanda'dan esinlenerek kinetik yapı ile kaplandığı görülmektedir. Bu cephe bütün bir cephe olarak, dinamik gün ışığına uyum sağlamak için hidrolik ve çift yönlü hareket tiplerini kullanmaktadır. Ayrıca, modüler desenler iki boyutlu bir yüzeyde 0 ile 90 ° arasında döndürmekte, rozet modülleri ve panjurları güneşe duyarlı bir oryantal sistem üzerinde bulunmaktadır. Üçüncü çalışma daha önce kinetik bir yapıda uygulanmamış olup zambak çiçeğinin çiçeklenme mekanizmasından esinlenmekte ve tek yönlü harekete dayanmaktadır. Zambak çiçeği tomurcuğu açılmadan sıkı bir şekilde kapalı konumda bulunmaktadır. Zambak çiçek açıldığında, büyümenin neden olduğu stres tepeller arasındaki bağı çözerken tomurcuğun açıldığı hareket gerçekleşmektedir. Serbest bırakıldıklarında, bir eğrilik tersine dönerek dışa doğru bükülmekte ve çiçek geniş bir şekilde açılmaktadır. Çiçeğin sıcaklığı 70 ° C kadar arttırılarak %0.6 gerilmeye neden olmaktadır. Bu da tepeleri dışa doğru bükülmeye zorladığını göstermektedir. Sonuçlar, esnek malzemelerinin kullanılmasının, gerçek zamanlı şekil değişiklikleri ve form uyarlamaları ile farklı gün ışığında performansın artmasına ve farklı senaryolarda parlamının azalmasına neden olduğunu göstermektedir (Schleicher vd., 2015).

Benzer şekilde Schieber ve diğerleri (2017) tarafından kavisli cepheler üzerinde kalkan böceğinin kanadının katlanma modelinden esinlenen bir çalışma yaptığı görülmektedir. Böcek kanatlarının katlanma modellerinin matematiğini açıklamak için Flexagon modeli kullanılmaktadır. Böcek kanatlarındaki karmaşık desenin, kıvrımlı kanadı elytra altındaki çift kıvrımlı karın üzerinde verimli bir şekilde depolamak için tasarlandığı görülmektedir. Genel sistemin davranışını anlamak için, tamamen katlanabilen, tamamen açılabilen ve simetrik bir Flexagon konfigürasyonu seçildiği görülmektedir. Çalışmada, biyolojik rol modelde esneklikle yerel enerji depolaması dikkate alındığı için sistemde cam elyaf takviyeli plastik

(GFRP) kullanıldığı görülmektedir. Katlama çizgileri arasındaki açıların katlanma davranışı ve çalıştırma enerjisi üzerindeki etkisini değerlendirmek için, değişen açılara sahip modellerin test edildiği ve simüle edildiği görülmektedir. Sistem yerel olarak azaltılmış bükülme sertliğine sahip uyumlu menteşelerden oluşmaktadır. Menteşe bölgesi, katlama işlemi sırasında elastik enerjiyi depolayabilmekte ve rüzgâr yüklerine direnebilmektedir. Önerilen mekanizma hala erken bir tasarım aşamasında iken kalkan böceğinin konsept çalışması, yerel esnekliğe sahip malzemelerin kompozit yapının ince ayarıyla mümkün olduğunu göstermektedir (Scheiber vd., 2017).

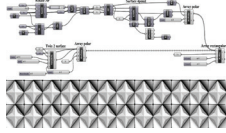
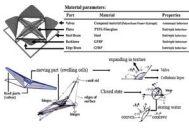

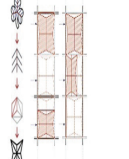
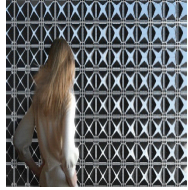
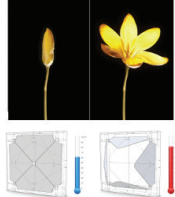
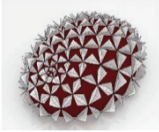
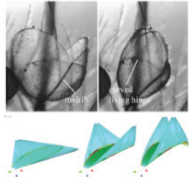
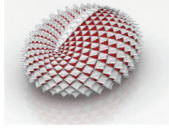
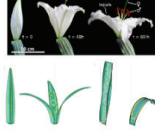
PTFE panelleriyle tüm cephe modeline dönüştürerek yapılan, biyolojik bir üretken sistem yaklaşımına sahip olan Al Bahar Kuleleri (2012) 'nin ise desen formalizmi için mangrove çiçek hareketinden etkilendiği görülmektedir. Modül desen morfolojisini oluşturan üçgenler arasındaki açıların ilişkilerini korumak için kosinüs formüllerinin bir denklem olarak kullanıldığı görülmektedir. Hareketli doğrama olan desenin ana elemanı desen ünitesinin dönüşümü gerçekleştiren, merkeze doğru dönen üç kanat dikenidir. Desen elemanı ile kanat dikenlerini birleştiren kilit eklemleri bulunmakta, omurga yukarı ve aşağı kanat açısı değiştikçe hareket etmektedir. Bu kinetik desen kanat dikenleri sadece Z eksenini olan bir boyutta dönüşmekte, onun hareketi ile kanat dikenleri iki boyutlu bir hareket yapmaktadır (Alkhayyat, 2013). Güneş ışınları sensörlerine çarptığı anda gölgeleme elemanları bir şemsiye gibi açılmakta ve akşam güneş battığında kapanmaktadır. Her bir gölgeleme cihazı, doğrudan güneş ışınmasını önlemek için günde sadece bir kez açılmakta ve kapanmaktadır. Önceden programlanmış doğrusal aktüatörler, tamamen açıktan tamamen kapalıya kadar beş farklı çalışma konfigürasyonuna izin veren elemanları etkinleştirmektedir. Sistem soğutma yüklerini %25'e kadar azaltmaktadır (Barozzi vd., 2016). Bu çalışmada binanın güneş ısı kazanımı ve soğutma yükü azaltılırken iç mekandaki görünürlük ve gün ışığı kalitesinden ödün verildiği görülmektedir.


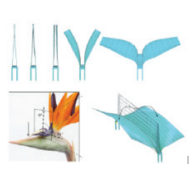
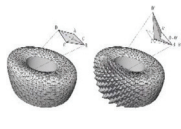

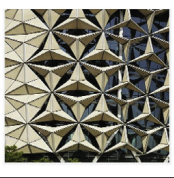
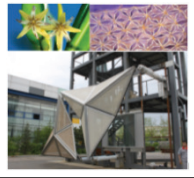


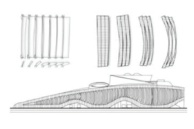

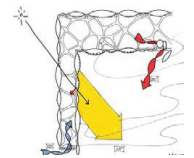

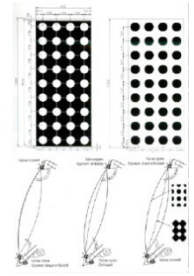
Yeosu Kore'de Expo 2012'de sergilenen Tematik Üst Örtü (2012)'nin, cephede gün ışığı koşullarını kontrol etmek ve aydınlatma etkilerinin estetik yönlerini göstermek için cennet kuşu çiçeğindeki kinetik sistemin elastik deformasyonundan esinlendiği görülmektedir. Tematik Üst Örtü, hareketli bir cephe deseni oluştururken güneşe maruz kalmayı sağlamakta ve ışık koşullarını kontrol eden cam elyaf takviyeli polimerlerin (GFRP) tek tek tabakalarından oluşmaktadır. Aktüatörler lamellerin hem üst hem de alt kenarlarında bulunmaktadır. Aktivasyon gücü, deforme olmuş panjurlarda depolanan elastik enerjiye dönüştürülmekte ve kapatma sırasında servo motorları elektrik jeneratörleri olarak kullanarak kısmen elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Bu sayede sistem enerji tasarrufu sağlamaktadır. Panjurların açılma açısı uzunluklarıyla ilgilidir. Lamel ne kadar uzun olursa aydınlatılmış alan o kadar büyük olmaktadır (Barozzi vd., 2016).

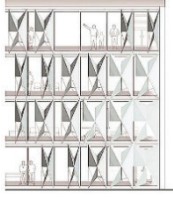
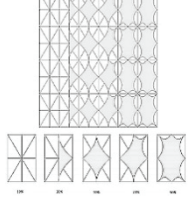
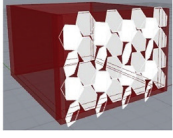
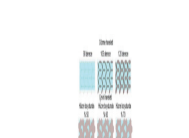
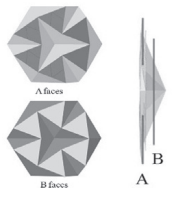
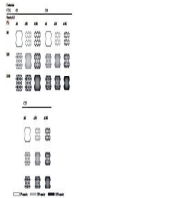

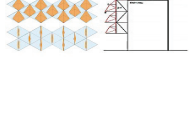

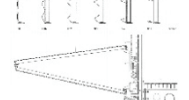
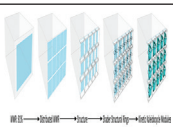
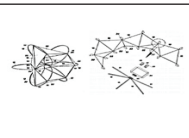
Wang ve diğerleri (2010) tarafından, kelebek kanatlarının petekli mikro yapısından ilham alan doğadan esinlenilmiş kinetik zarf sisteminin tasarlandığı görülmektedir. Sistem güneş radyasyonuna ve yerel iklim koşullarına yanıt vermemeyi amaçlamaktadır. Kinetik sistemin her altıgen yapısı, mevsimsel güneş ışınımına ve iç ve dış hava sıcaklık farkına göre içbükey, dışbükey ve düz olarak üç periyodik modele dönüşebilmektedir (Wang vd., 2010a). Kışın, içbükey altıgen yapı sayesinde paneller ısıyı iç mekâna iletmekte ve güneş ışığının daha fazla alınmasını sağlamaktadır. Ancak kışın gece vakti olduğu gibi güneş ışınımının olmadığı dönemde iç sıcaklık dış sıcaklığa göre daha yüksektir. Böyle dönemlerde her bir panel, yüzey alanını en aza indirmek ve ısı kaybını geciktirmek için pürüzsüz bir yüzeye dönüşmektedir. Bina sakinlerinin faaliyetlerinin iç ortam sıcaklığını arttırdığı durumlarda ise her panelin içeriden daha

fazla termal radyasyon emmesini ve ardından ısıyı dışarıya iletmesini sağlayan dışbükey hale getirilmesi gerekmektedir. Temel formül, panellerin yüksekliği, güneş radyasyonları, mevsimler, iç ve dış hava sıcaklığı parametrelerini içermektedir. Çalışmada diğerlerinden farklı olarak Autodesk Revit'in C programlamalı Uygulama Programlama Arayüzün (API) eklentisi kullanılmaktadır. Uygulama, sadece iç ve dış arasındaki sıcaklık farklılıklarına dayanmakta ve bina enerji verimliliği ve iç mekân termal konforu sağlamaktadır. Özellikle aşırı değişken iklime sahip lokasyonlarda, iklim ve yerel çevre ile yeni bir değişim ve iletişim yaklaşımı ile sürdürülebilir bina araştırmasını sunmaktadır (Wang vd., 2010b).

**Tablo 1.** Kinetik cephelerin modelleme yöntemi, modelleme yöntemi araçları, konumu, karakteristik elementi, detay, hareket tipleri ve fonksiyonlarına göre sınıflandırılması

Yazar	Kinetik Sistem Kaynağı	Yıl	Modelleme Yöntemi	Modelleme Araçları	Karakteristik Elementi	Detay	Hareket Tipi	Fonksiyon
<b>Khosromanesh &amp; Asefi</b>	Buz Bitkisi	2019	GA	R G			K	DH ETA ST GP
<b>Sheikh &amp; Asghar</b>	Oxalis Kekik Yaprağı	2019	GA	R I E			K D	GP PA
<b>LIFT Architects</b>	Sarı Çiğdem Çiçeği	2017	GA	FD			KA K	GP PA ETA DH
<b>Schleicher ve diğ.</b>	Aldrovanda Bitkisi	2015	GA	FEM			D K G & D	GP PA GE
<b>Schleicher ve diğ.</b>	Zambak Çiçeği (Lilium Casablanca)	2015	GA	FEM			D K G & D	GP PA GE

Yazar	Kinetik Sistem Kaynağı	Yıl	Modelleme Yöntemi	Modelleme Araçları	Karakteristik Elementi	Detay	Hareket Tipi	Fonksiyon
Schleicher ve diğ.	Cennet Kuşu Çiçeği (Strelitzia Reginae)	2015	GA	FEM			D K G & D	GP PA GE
Schieber ve diğ.	Kalkan Böceği (Grapho-Soma Lineatum)	2017	GA	FEM			KA	GP PA
Aedas Architects	Mangrove Çiçeği	2012	GA	R G			Ö D	GP PA
Wang ve diğ.	Kelebek Kanatları	2010	GA	RE			Ö	GP PA ETA
SOMA Lima	Cennet Kuşu Çiçeği (Strelitzia Reginae)	2012	GA	----			D K G & D	GP PA GE
PTW Architects & Ove Arup	Weaire-Phelan Köpüğü	2008	V	----			P/H G & D	GP PA ETA
Cloud 9 architects	Prnömatik Mekanizma	2010	ŞG	----			P/H G & D	GP PA

Yazar	Kinetik Sistem Kaynağı	Yıl	Modelleme Yöntemi	Modelleme Araçları	Karakteristik Elementi	Detay	Hareket Tipi	Fonksiyon
Matheou ve diğ.	Origami Katlama Tekniği	2020	ŞG	R G D EP			D KAY Ö	GP PA HM
Mahmoud & Elghazi	Altıgen Modüler Desen	2016	ŞG	R G D			Ç D KAY	GP PA
Pesenti ve diğ.	Ron Resch Origami Modeli	2015	ŞG	R G H EP			Ç K KA G & D	GP PA GE
Cimmino ve diğ.	Eşkenar Dörtgen Origami Modeli	2016	ŞG	----			KA G & D	GP PA GE EÜ
Giselbrecht & Partner Architects	Poligonal Cam	2007	ŞG	----			KA	GP GE
Tabadkani ve diğ.	Altıgen Kaleidyce Desenleri	2019	ŞG	R G H			D K KAY G & D	GP PA

Modelleme Yöntemleri\_ Genetik Algoritma: GA, Kendiliğinden oluşan sistemler: K, Voronoi: V, Şekil Gramerleri: ŞG; Modelleme Araçları\_ Rhinoceros: R, Grasshopper: G, Revit: RE, Ecotect: E, Insight: I, Fiziksel model üzerinde deneysel test: FD, FEM yazılımı: FEM, Diva: D, EnergyPlus: EP, Honeybee: H; Hareket Tipi\_ Çeviri: Ç, Döndürme: D, Kapak: K, Katlama: KA, Kayma: KAY, Genişleme & Daralma: G&D, Ölçek: Ö, Pnömatik veya Hidrolik: P/ H; Fonksiyon\_ Gün Işığı Performansı: GP, Parlamayı Azaltma: PA, Güneş Enerjisi: GE, Cephede enerji üretimi: EÜ, Doğal havalandırma: DH, Hafif Malzeme: HM, Enerji Tüketimini Azaltma: ETA, Su Tasarrufu: ST

İncelenen bu genetik algoritmaya sahip kinetik cephe modellerinde doğadaki hangi canlıdan esinlendiği ve hangi yaklaşımla tasarlandığının önemli olduğu görülmüştür. Non- Öklidyen geometri biçiminde yapılan



tasarımlar için en önemli ilham kaynağı tasarımları doğanın çalışma prensiplerini anlayarak modellemektir. Bunun için doğadaki canlıların (karınca, kuş, vb.) hareketleri incelenerek veya bitkilerin hareket, tozlaşma özelliklerinden ilham alarak tasarımlar yapılabilmektedir. Mimarlıkta organizma, davranış ve ekosistem olmak üzere üç düzey biyomimikri vardır. Organizma düzeyinde, mimari organizmanın formunu, şeklini veya yapısını bir binaya uygulamaktadır. Davranış düzeyinde biyomimikri, bir organizmanın çevresi ile nasıl etkileşime girdiğini, ona nasıl uyum sağladığını taklit etmeyi içermektedir. Ekosistem düzeyindeki biyomimikri, bir çevrenin çeşitli bileşenlerinin kentsel ölçekte birbirleriyle nasıl etkileşime girdiğini taklit etmeyi içermektedir (Sheikh ve Asghar, 2019). Tasarımcı yaptığı yapıda nasıl bir etki vermek istiyorsa bu düzeylerden birini, ikisini ya da üçünü aynı anda kullanabilmektedir. Örneğin Sheikh & Asghar'ın çalışmasındaki bina cephesinin tasarımı, organizma ve davranış seviyelerinde biyomimikrinin bir kombinasyonudur. Modülün temel formu yaprağın fiziksel görünümünden, işlevi ise yaprağın davranışından türetilmiştir. Oxalis Oregon bitkisinin yaprak damarlarının hiyerarşisi kullanılarak türetildiği ve bunların farklı damar açıları sayesinde güneş yolunu izleyebilen ve güneş yoluna göre farklı pozisyonlara katlanabilen modülü oluşturduğu görülmektedir.

### 3.1.2 Voronoi Diyagramları

Voronoi diyagramının ilk kez 1644 yılında Descartes tarafından bulunduğu, 1850 yılında ilk kez Dirichlet tarafından kullanıldığı, Rus matematikçi Voronoi'nin ise 1908 yılında diyagramı kullandığı bir algoritma geliştirdiği bilinmektedir (Terzi, 2019). Bir Voronoi diyagramı, yakınlık kriterlerine göre noktaları olan bir alanın ayrışmasıdır.

Pekin Ulusal Su Sporları Merkezi (2008)'nin yapı strüktürün Voronoi geometrisi prensibine dayanan evrimsel tabanlı bir tasarım olduğu görülmektedir. Su moleküllerinin mimari bir dille birleştirilmesi kavramından yola çıkıldığı bilinmektedir. Geometrik formu 3B alanda döşenen, döndürülen ve ardından eksenler boyunca dilimlenerek tekrar eden bir birimi temel almaktadır. Geometrik yapı tamamen düzenli olmasına rağmen, belirli bir açıdan bakıldığında tamamen rastgele ve organik görünmektedir. Bina kabuğu, kabarcık sisteminin gizemi ile suyun şeffaflığını sunmaktadır.

Pekin ulusal su sporları merkezi strüktürünün Weaire-Phelan köpüğü kullanılarak bir küp formu elde edildiği bilinmektedir. Kullanılan yöntemle minimum yüzey alanlarının eşit boyutlardaki hacimlere bölünebilmesi sağlanmaktadır. Bu minimum yüzeyli formun, yapı baloncuklarının bir modüler kafes modeli ile bağlanması sonucu sağlandığı görülmektedir. Bunlar aynı hacimlerde, oldukça idealize baloncuklardır ancak iki farklı düzensiz katının birleşmesinden oluşmaktadır. Cephe suyun katı hali gibi olmasına rağmen, akışkan hissettirmektedir. Teknik olarak; birçok katmandan oluşan ETFE (içi hava dolu, opak, plastik malzeme etilen tetrafluroetilen) yüzü karmaşık, hafif bir strüktür oluşturmaktadır. Duvarlar ve çatı örtüsü tek bir eleman olup, yatay ve düşey fonksiyonlara bölünmeyen bir organizma gibi çalışmaktadır. Strüktür ve cephe bütünleşmiş ve tek görülmektedir. Strüktürdeki sistematik değişikliğin, doğal ile üretilen arasındaki sınırların kaldırılmasıyla sağlandığı görülmektedir. Doğal maddelerdeki form, malzeme ve yüzey arasındaki karmaşık etkileşimler, biyomimetik endüstriyel süreçler ve yeni yüksek performanslı malzemeler türetilmesi buna olanak sağlamaktadır. Tasarımda sabun köpüğü şeklini taklit etmenin, %30 oranında enerji tasarrufu ve yapay aydınlatmada %55 oranında azalma sağladığı görülmektedir (Radwan ve Osama, 2016).

Güneş ışığına göre kasılma ve şişirme kullanan Media ICT Building (2010), ETFE tabakası, güneş ışığının varlığına dayanan ışık ölçer sensörleri ile pnömatik mekanizmalar tarafından tetiklenmektedir. Sistem hava odalarında şişirme ve deflasyon ekipmanını otomatik olarak ve bağımsız olarak harekete sağlamaktadır. Işık ölçerler enerji üretimi açısından bağımsızdır. Kaplama, cephede çok fazla güneş ışığına maruz kalan üç madde katmanından oluşmaktadır. Bu katmanların 2 boş oda oluşturmak için sensörler kullanılarak şişirildiği görülmektedir. ETFE'nin ilk katmanı saydamdır ancak ikinci ve üçüncü katmanlar, şişirildiğinde veya söndürüldüğünde cepheyi saydam veya opak hale getiren ters desen tasarımına sahiptir. Buna "ETFE Diyafram" yapılandırması denmektedir. Sistem, havanın cepheden girişini enerji verimliliği açısından uygun hedeflerle ayarlayabilmektedir (Shahin, 2019). Gölgeleme sistemi iç mekân konforunda %13,3 ile %26,9 arasında önemli bir artış sağlayarak ısıyı ve UV ışınlarını %85 oranında filtrelemektedir (Grobman vd., 2016). Bu örneğin modelleme yöntemine ulaşamadığıdır.

### 3.1.3. Kendisini Organize Eden/ Kendiliğinden Oluşan Sistemler (*Emergent Architecture*)

Karmaşık grup davranışlarını açıklayabilmek için, doğadaki kendi kendini organize eden sistemler, örneğin karıncaların yuva yapma süreci ya da kuş sürülerinin hareketi incelenmektedir. Görünüşte karmaşık olan bu grupların davranışlarının temeli aslında grupta işlev gören bir dizi temel, basit kurala itaat etmeye bağlıdır. Doğadaki bu karmaşık grup davranışları bilgisayar algoritmalarına dönüştürülmekte ve daha sonra mimari tasarımda kullanılmaktadır (Akipek, 2004).

İlk olarak 1940'larda tasarlanan ve 1990'larda bilgi teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte çoğalan çok etmenli modelleme kullanımı ilk kez 1987'de Reynolds tarafından kuş sürülerinin hareketini modellemek amacıyla kullanıldığı bilinmektedir. Reynolds'un Boids adı verilen modellemede sürü olarak hareket eden kuşların karmaşık hareketi ayırma, hizalama ve uyum olarak üç basit kurala bağlıdır. Ayırma kuralı, her kuş aynı yönde hareket ederken, birbirlerinden belirli bir mesafede kalmalarıdır. Hizalama kuralı, etmenlerin (kuşların) ortalama bir yöne göre yönlendirilmesidir. Uyum kuralı, etmenlerin ortalama konumlarına göre yönlendirilmeleri gerektiği anlamına gelmektedir (Çakıcı Alp, 2011).

Ağırbaş voronoi ve metaball geometrilerini sürü simülasyonu ile kullanarak öklid olmayan bir form ile ışık alımı arasında morfodinamik bir ilişki kurmanın mümkün olduğunu göstermektedir. Hem ışık dağılımı hem de ışık alımı, formun oryantasyonundan ve katı bölgeden büyük ölçüde etkilenmektedir (Ağırbaş, 2019). Rhino'ya eklenti görevi gören Grasshopper, Locust ve Diva programları kullanılmıştır. Voronoi ve metaball geometrileri sürü simülasyonu ile birlikte kullanılarak farklı formlar elde edildiği görülmektedir. Tasarımcı sonunda sonucu değerlendirmekte ve eğer bu beklentilerini karşılamazsa, parametre değerleri değiştirilmekte ve simülasyon yeniden başlatılmaktadır. Simülasyon süresince voronoi geometrisine bağlı tüm etmenler tarafından oluşturulan formları çeşitlendiği ve farklı şekiller ortaya çıktığı görülmektedir. Gün ışığı simülasyonları karşılaştırılarak 10x10 m'lik alanın ilk katı boşluk alternatifi kullanıldığında taban alanının %48'inin, Voronoi cephesi kullanıldığında %70'inin, metaball cephe kullanıldığında %40'inin aydınlatıldığı görülmektedir (Görsel 1).

		Euclidean geometry	Non-Euclidean geometries	
		Solid-void proportion alternative 1	Voronoi (54 agents, 30 s)	Metaball (54 agents, threshold: 8 unit, 30 s)
Façade alternatives (12 meters high*)				
Daylighting analyses (for the first floors' plans only**)	Visualization			
	Daylight area (DA <sub>500lx</sub> [50%])***	48% of floor area	70% of floor area	40% of floor area
	Daylight factor (DF)	1.9%	3.6%	1.8%
	Daylight autonomy (DA)	47%	69%	41%
	Continuous daylight autonomy (cDA)	70%	85%	64%
Useful daylight illuminance (UDI)	UDI <100-2000lx	UDI <100-2000lx	UDI <100-2000lx	

**Görsel 1.** Farklı tipte cephe alternatiflerinin gün ışığını ortalama alımının karşılaştırması (Ağırbaş, 2019, s. 148)

Sonuç olarak belirtilen sınırlara göre, sürü zekasının kendi başlarına organizasyon sağladıkları ve böylece özerk bir sistem oluşturdukları görülmektedir. Bu sistemle ilgili formların voronoi ve metaball tabanlı oluşturulması, tasarımcıların daha önce tahmin edemediği özellikleri içeren, öklidyen olmayan geometriye sahip formların oluşmasını sağlamaktadır. Etmenler her yeni sürü simülasyonu sırasında kendilerini morfojenetik olarak organize etmekte ve bunun sonucunda form alternatifleri meydana gelmektedir. Voronoi'nin kullanıldığı cephede daha fazla ışık alımının nedeni, voronoi hücrelerinin çizgilerinin çok ince olmasından kaynaklanmaktadır. Bu çizgilerin kalınlıklarının parametreleri değiştirilirse, istenen miktarda ışığı boşluğa kabul etmek mümkün hale gelebilmektedir. Bu çalışmanın sonucu olarak bir cephe modeli bulunmamaktadır. Bundan dolayı tabloya eklenmemiştir. Fakat sürü simülasyonu ile cephe tasarımı yapıldığında ne kadar çok farklı form alternatifleri oluşabileceğini gösteren önemli bir örnektir. Aynı zamanda hem voronoi diyagramının hem de sürü simülasyonunun bir arada kullanıldığı evrimsel tabanlı hibrit bir modelleme çalışması örneği oluşturmaktadır.

Genel olarak doğadan esinlenen hesaplama olan Sürü Akıllı (Swarm Intelligence), son yirmi yılda büyük ilgi görmekte ve birçok SI tabanlı optimizasyon algoritması büyük bir popülerlik kazanmaktadır. Bu kadar popülerlik ve dikkatin en önemli nedeni SI tabanlı algoritmaların esnek ve çok yönlü olması ve doğrusal olmayan tasarım problemlerini gerçek dünya uygulamalarıyla çözmede çok verimli hale getirmeleridir (Yang ve Karamanoğlu, 2013).

### 3.2. Kural Tabanlı Modeller / Biçim Gramerleri (*Shape Grammars*)

Teknolojilerin ve dolayısı ile yazılımların gelişmesiyle birlikte geleneksel ve bilgisayar destekli tasarım yöntemlerinin bir alanı olan kural tabanlı tasarım yöntemleri üzerinde araştırma ve tartışmalar yapılmaktadır. Bunlar bilgisayar algoritmaları yardımıyla ya da benzer matematiksel ya da mekanik süreçlerle oluşturulan tasarımlardır. Belirli bir biçim grubundaki elemanların çeşitli kombinasyonlarının belirlenmesine dayalı alternatif çözümler araştırılmaktadır (Akipek, 2004). Kural tabanlı tasarım yöntemlerinden en çok kullanılan, biçim ve form üretmeye dayalı olan, 70'li yıllarda Geoerge Stiny ve Jim Gibs tarafından geliştirildiği bilinen biçim gramerleridir. Konu ile ilgili olarak yapılan ilk çalışma Stiny'nin 1977 de yazdığı "Ice-Ray: a note on the generation of Chinese lattice designs" isimli makalesidir (Keskin, 2008). Biçim gramerlerini diğer üretici tasarımlardan ayıran en önemli özellik, soyut sembollerle veya harflerle değil, biçimlerle tanımlanmasıdır. Kurallar matematik ve geometri temellidir. Biçim kurallarının oluşturulduğu elemanlar nokta, çizgi, yüzey ve masiftir. Biçimler arası ilişkiler ve üretmeler yapılırken kullanılan aritmetik biçim operasyonları basit aritmetik işlemlerle (toplama, çıkartma vb.) ve döndürme, yansıtma gibi temel öklid dönüşümleriyle tanımlanmaktadır. Biçim gramerleriyle geometride ilk kez "parametre" kavramına yer verildiği görülmektedir (Tok, 2008).

Gramer tabanlı analiz yönteminde kurallar tasarımcı tarafından manipüle edilebilmekte, yeni kurallar ekleyip, çıkarabilmekte veya mevcut kuralları değiştirerek yeni bir tasarım grameri oluşturabilmektedir. Biçimlerin seçimi ve biçimler arası ilişkilerin geometrilerine göre belirlenmesi tasarım probleminde, programına ve tasarımcının yorumuna göre belirlenmektedir. Biçim grameri kural tabanlı olmasına rağmen esnek ve değişime açık bir yöntem olarak kullanılmaktadır.

Çalışmanın bu kısmında, incelediğimiz literatürden elde edilen cephelerde modüler elemanlar kendi yüzey konfigürasyonları ile form oluşumuna katkıda bulunan kural tabanlı modelleme yöntemlerini kullanmaktadır. Bu cepheler kinetik elemanlarının konfigürasyonunu katlama, çevirme, döndürme, kayma, ölçeklendirme, genişletme ve çıkarma gibi farklı hareket türleriyle değiştirebilmektedirler.

Matheou ve diğerleri (2020), şeklin genişlemesine, büzülmesine ve bükülmesine izin veren dinamik özellikleri nedeniyle origami modelini kullanmaktadır. Tasarım, her biri membran ile doldurulmuş 8 origami üçgeninden oluşan birimleri tutan bir alüminyum çerçeve yapısından oluşmaktadır. Ünitelerin açık alanları havanın iç mekâna girip çıkmasına izin vermektedir. Ünitenin dönüşümü, kasnakların yönlendirme sisteminden geçen ve ünitenin üst ve alt kenarlarına sabitlenmiş ikincil bir sürekli kablo sistemi ile gerçekleştirilmektedir. Kabloları çekerek veya serbest bırakarak ünite farklı ara konfigürasyonlara dönüşmeyi başarmaktadır. Temel tasarım konsepti, hafif tekstil yüzeyinin dönüştürülebilirliğine dayanmaktadır. Sekiz destek noktasında kenar kablolarının uzunluğunun kontrol edilmesiyle membran farklı şekillerde ayarlanabilmektedir. Mekanizma, güneş ışığının iç ortama gerektiği kadar nüfuz etmesi için genişleyerek yansıtılan alanda bir artış sağlamaktadır (Matheou vd., 2020).

Mahmoud ve Elghazi (2016)'nin yaptığı altıgen modüler desenlere sahip kinetik cephe çalışması gün ışığı performansının iyileştirilmesini amaçlamaktadır. Araştırma, Rhino, Grasshopper ve DIVA olmak üzere üç farklı dijital aracın bir entegrasyonunu sunmaktadır. Temel model olarak yan aydınlatmalı bir ofis alanı inşa edildiği görülmektedir. Kinetik deri, tamponlu iç tabaka ile birleştirilmiş bir gölgeleme perdesi olarak

işlev gören çift cephe tipinde bir dış tabakadan oluşmaktadır. İstenen performans sonuçlarına ulaşabilmek için altıgen birimlerin hareket türlerinin değiştirildiği görülmektedir. Dönme hareketinde altıgen birim, 15 derecelik bir adım boyutu ile 30 ila 165 derece arasında değişen merkez eksenini etrafında dönmektedir. Öteleme hareketinde, birim tamamen açılmak üzere merkezden merkeze hareket ederek diğerinin üzerinde kaymaktadır. Dönme hareketinin öteleme hareketinden daha iyi aydınlatılmış alanlar ve daha iyi aydınlatma seviyeleri sağlamaktadır (Mahmoud ve Elghazi, 2016).

Tabadkani (2019)'nin, altıgen kaleidocycle desenleri ile uyarlanabilir kinetik cephede origami tekniği ve kombinasyonlarında yatan kural tabanlı bir form bulma çalışması gerçekleştirdiği görülmektedir. Temel konsept, üçgen modellerin istenmeyen gün ışığını kontrol etmek için merkezleştirilebildiği zamanlama eğrilerine dayalı eklem yer değiştirmeleridir. Çalışma, Rhino / Grasshopper, Honeybee, Radiance ve Daysim entegrasyonuna sahiptir. Gün ışığı performansı ve parlama olasılığına ulaşılacak amaçtır. Önerilen altıgen kaleidocycle kabuğu, üçgen ve altıgen desenlerin bir karışımı olan tekrarlayan altı kaleidocycle halkasından oluşmaktadır. Her modül, tüm camlı cepheyi kaplamak ve yapısal performans sağlamak için ilginç bir dönme hareketi oranı ve geometrik oranlar sağlama potansiyeline sahiptir. Dişli kutularının yapısal konumlandırması ve zamanlama hareketi her bir geometrinin belirli bir coğrafi konumlandırma ve sisteme uygulanabildiği ayrı bir geometriye dönüşmektedir. Her bir yapısal halkanın içindeki yerleştirilebilir kabuk panellerinin her birine komut verebilecek şekilde tasarlandığı görülmektedir (Tabadkani, 2019).

Pesenti ve diğerleri (2015), origami modeli şekil hafızalı alaşım (SMA) aktüatörlerinin deformasyonu ile görsel konfor ve enerji verimliliği etkisini gösteren kural tabanlı bir modelleme yöntemiyle çalışma yapmaktadırlar. Kinetik sistemin bir ofisin güneşe bakan pencerelerine uygulandığı görülmektedir. Modülü oluşturmak için origaminin oranları korunarak şeklin basite indirildiği görülmektedir. Basitleştirilmiş desen, kasılma oranını ve malzemelerin iki katmanı (A, B) için opaklığını değiştirerek yeniden üretildiği görülmektedir. Bu varyasyon yirmi yedi konfigürasyon oluşturmaktadır. Ron Resch origami desenine sahip gölgeleme cihazıyla %68 ve %5 yansıtma dereceleri olan iki farklı malzeme ilişkilendirilmektedir. Bulgular, karışık kombinasyonlar ile tasarımın toplam yıllık enerjisi düşürdüğünü göstermektedir (Pesenti vd., 2015).

Cimmino ve diğerleri (2016)'nin, Salerno Üniversitesi kampüsünde fotovoltaik ve güneş enerjisi tasarım prensiplerini ve çalışma araçlarını tanımlamayı amaçlayan kural tabanlı bir model tasarladıkları görülmektedir. Çalışma yenilenebilir enerjisi entegre edebilen, yenilikçi bina zarfları tasarlamayı amaçlar. Çalışma gerginlik mimarisine sahip bir yelken gibi oluşturulan modüller bükülebilir, kompozit fotovoltaik modüller ile donatılmış katlanabilir (origami) eşkenar dörtgen modüllerden oluşmaktadır. Yapının modülü altı adet sıkıştırma elemanı çubuk, iki germe elemanı kablo ve beş düğümünden oluşmaktadır. Hareket, bir yelkeni taklit edecek şekilde seçilen kabloların uzamaları kontrol edilerek çalıştırılmaktadır. Temel modülün tasarımı düğüm koordinatlarını tanımlayan iki açılabilir boyut değişkenine bağlıdır. Modüller geceleri katlanarak açılmakta gün ışığında ise kademeli olarak kapatılmaktadır. Seçilen kablolar esnetilerek veya gevşetilerek kontrol edilmektedir. Kablolar güneş panellerini güneşe doğru yönlendirmek ve /veya rüzgarla uyarılan birimlerin kablolarında depolanan gerilim enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren yenilikçi rüzgâr jeneratörleri oluşturulmak için kullanılmaktadır (Cimmino vd., 2016).

Kiefer Technic Showroom (2007), ofis binaları, iç mekân iklimi ve ışığı kontrol etmek için pencere şeritleriyle bölünmüş modüler cephesiyle kural tabanlı bir model oluşturmaktadır. Dinamik güney cephesi,

poligonal camdan yapılmış statik ve önünde bulunan dinamik cephe olmak üzere cephe iki katmandan oluşmaktadır. Dinamik katman, çeşitli pozisyonlara dikey olarak hareket ettirilebilen 122 alüminyum panelden oluşmaktadır. Cephede 56 farklı motor kullanılarak farklı faaliyetler için en uygun ışık seviyesi ve sıcaklık ayarlanabilmektedir. Cephe hem çevresel koşullara hem de bireysel ihtiyaçlara cevap vermektedir. Dinamik cephenin, beyaz delikli alüminyum panellerden yapıldığı ve cephede paslanmaz çelik ve cam kullanıldığı görülmektedir. Dinamik cephenin alüminyum panelleri, karmaşık bir menteşe sistemi, kılavuz raylar ve elektrik motorları aracılığıyla hareket ettirilmektedir. Showroomun güney cephesinin tamamına hareketli bir kaplama yerleştirilerek odalardaki mahremiyeti korurken şeffaf cephenin gerçekleştirilmesini sağladığı görülmektedir (Fouad, 2012).

İncelenen bu şekil gramerlerine sahip modellerde genellikle origami katlama tekniğinin kullanıldığı görülmüştür. Bunun nedeninin de şeklin genişlemesine, büzülmesine, bükülmesine izin veren dinamik özellikleri olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Biçim gramerlerinde bir başlangıç biçimi, ondan türeyen veya diğer biçimlerle oluşan biçimler ve biçimlerin arasındaki ilişkileri tanımlayarak oluşturulan kural setleri olduğu görülmüştür. Bu sistemler sonuç ürün çeşitliliğini artırmaktadır ve farklı farklı cephe modelleri üzerinde uygulanabilirlik sağlamaktadır. Biçimlere öteleme, döndürme, yansıtma, ölçekleme, ekleme, çıkarma gibi aritmetik biçim operasyonları uygulanabilmektedir. Biçimlerin birbirleri ile olan ilişkileri hem ikinci hem de üçüncü boyutta tanımlanabilmektedir.

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu makale, kinetik sistem modelleme yöntemlerini ve bunların sağladığı işlevsel avantajları araştırmak için 2000'den 2020'ye kadar kinetik cephe çalışmaları üzerine 19 çalışmayı incelemiştir. İnceleme yeni teknolojilerin ve sistemlerin gelişmeye devam ettiğini göstermiştir. Uyarlanabilir kinetik cephe sistemleri özellikle sıcak iklim bölgelerinde gittikçe önem kazanmaktadır. Küresel ısınmanın da gittikçe artış eğilimi gösterdiği ve fosil yakıtı dayalı enerji kaynaklarında tasarruf gerekliliği düşünüldüğünde, söz konusu sistemlerde yenilikçi fikirlere ihtiyaç olduğu görülmektedir. Algoritmik yöntemler, dijital modelleme ve parametrik tasarım araçlarının geliştirilmesi, bu ilerlemenin ve kinetik sistemli cephe oluşumunun geliştirilmesini kolaylaştırmıştır.

Parametrik tasarım ile kinetik sistemler iklimlendirme, enerji verimliliği ve konfor koşullarının araştırılması gibi ana ilkeleri tespit etmek için daha fazla görünürlük sağlamaktadır. Bu nedenle üretken, parametrik ve hızlı form bulma yöntemi dinamik çevresel uyarılara daha fazla uyum sağlama için bir çözüm olarak görülmektedir.

Bu çalışmada ele alınan örnekler, çevresel etkilere karşı dinamik cevaplar vererek kendini çevreye uyarlayan ve böylelikle iç mekân konfor koşullarını sağlarken enerji ihtiyacını minimuma indiren duyarlı kinetik cephe çalışmalarıdır. Bu tasarımlarının sonucunda enerji korunumu sağlayarak sürdürülebilir mimarlığın oluşturulmasına katkıda bulunurlar. Kinetik cephe tasarlanmanın yolu çok çeşitlidir. Önemli olan çevresel etkilere dinamik bir şekilde karşılık verebilecek yenilikçi bir cephe tasarımı geliştirebilmektir.

Parametrik ve üretken form bulma döngüsünü keşfetmek, kinetik cepheyi etkileyen önemli parametreler bulmak için önemi bir fırsattır. Çeşitli modelleme yöntemleriyle interaktif cephe geometrisi için yüksek

performanslı, ayarlanabilir ve benzersiz alternatiflere sahip farklı geometrilerdeki cephe tasarımlarına ulaşılabilir. İstenilen kriterlere uygun olan form seçilerek en uygun ayarlanabilir ve duyarlı cephe sistemi oluşturulabilir. Kinetik cepheleri parametrik tasarım ile modelleme yöntemlerinden yararlanılarak oluşturulan çalışmalar incelendiğinde 2 modelleme yöntemi bulunmuştur. Bunlar evrimsel tabanlı modeller ve şekil gramerleriyle oluşturulan modellerdir.

Şekil gramerleriyle modelleme yönteminde tasarım alternatiflerinin üretilmesi tasarımcının belirlediği kurallar setine bağlıdır. İşlemi başlatmak için en başta üretimi başlatıcı bir biçime ihtiyaç vardır. Sonra biçim ve dönüşüm kuralları belirlenmekte ve üretilebilecek tüm olası biçimsel kombinasyonlar ve alternatifler bilgisayar tarafından üretilmektedir. Tasarımcı geleneksel olarak ulaşamayacağı sayıda alternatifini değerlendirme imkanına sahip olmakta ve içinden en uygun formu seçerek cephe sistemini oluşturabilmektedir.

Şekil gramerleriyle gerçekleştirilen çalışmalarda çoğunlukla origami uygulamalarından faydalandığı görülmüştür. Son yıllarda origami ve origamiden ilham alan yapılar büyük ilgi gördü ve farklı alanlarda öncü uygulamalar yapıldı. Özellikle, düz tabakaları karmaşık 3 boyutlu şekillere katlamanın görünüşte sonsuz olasılıkları, uzay aracı, medikal cihazlar, kendinden katlanan robotlar gibi çok farklı boyutlarda çok çeşitli katlanabilir yapılar ilham vermiştir (Li ve diğ., 2018). Genel olarak bakıldığında origami, kuvvetleri görmeyi ve hareketi tahmin etmeyi sağlar. Ayrıca, katlama işlemi sırasında geometrik dönüşümler göz önüne alındığında, şekli koruyan dönüşüm bir dönüşüm gerçekleşmektedir (Çavuş, 2019). Adaptasyonu gerçekleştirmenin sezgisel bir yolu olarak kabul edilen bu belirli geometriler kendi kendine organize olabilmektedirler. Mozaik katlama kıvrımları sayesinde, sistemin diğer yönlerinde sert kalırken önceden belirlenmiş deformasyon yönüne kolayca deforme olabilmektedirler (Pesenti, 2015). Origami geometrilerinin hafif ve esnek özellikleri, mekanik cihazlar yerine aktif malzemelerin kullanılmasıyla birleştirildiğinde çalıştırma enerjisinin dönüştürülmesine neden olabilme potansiyeline sahiptirler.

Evrimsel sistemlerde tasarım çözümleri değişken iklim faktörlerine yanıt verdiği için küresel koşulların azaltılmasında önemli bir role sahip olduğunu açıkça göstermektedir. Biyolojik olarak yenilenebilir malzemeler, bina bileşenlerinde biyomimetikler ve çevresel koşullara uygun şekilde tepki veren akıllı ve duyarlı sistemler gibi sürdürülebilirlik yaklaşımlarını kullanan dayanıklı yapılar, temiz su ve hava kaynaklarının azalması ve daha fazla çevre kirliliği ile karşı karşıya kaldığımız mevcut küresel koşullar altında önemli bir rol oynamaktadır.

Gittikçe karmaşıklaşan üretken evrimsel sistemler tüm disiplinlerin iş birliğiyle gerçekleşeceği bir çalışma ortamının oluşmasına katkı sağlamaktadır. Doğadan esinlenerek tasarlanan projelerde, mevcut çevre verilerini tanımlayan, tasarımcının ölçütlerine, iklimsel özelliklere ve zamana bağlı mekânı biçimlendiren dinamik bir çevre etkisi gözlenmiştir. Bu sonuç ürünler çevredeki performanslarına bağlı olarak değerlendirilir ve sonuçlar genellikle beklenmediktir. Fakat kendiliğinden Oluşan Sistemler (*Emergent Architecture*)' de yapılar birer canlı olarak değerlendirilmekte ve bir yaşam süreci içerisinde olduğu varsayılmaktadır. Bu sayede çevresel verilere ilişkin tasarlama isteğinin arttığı günümüzde ve sonraki süreçte bu yöntem daha da geliştirilerek kullanılabilirliği düşünülmektedir. Bu modelleme yaklaşımının esnek olması, geometrik mekân modellemesine olanak sağlaması, etmenlerin hız ve yön atanabilen hareket kabiliyetine sahip olması ve etmenlerin birbirleriyle etkileşime girebiliyor olması nedeni ile oldukça avantajlı bir modelleme

yöntemidir. Ayrıca etmenlerin öğrenebiliyor olması, kurallara uygun davranabiliyor olması bu modelleme yönteminin gerçek sonuçlar üretebilen bir modelleme yapmasını sağlamaktadır.

Parametrik tasarım etkisi ile yapılan çalışmalar tasarım sürecinde morfodinamik (kullanıcı tanımlı kısım) ve morfogenetik (otomatik kısım) perspektiflerin birlikte kullanımına dayanmaktadır. Böylece, kullanıcı tanımlı parametreler ile dijital tasarım araçları entegre edilerek tasarımın sınırlarının genişlemesine, yeni tasarım yöntemlerinin denenmesine, yeni inşaat tekniklerinin geliştirilmesine ve böylece tasarım dünyasının teorik ve pratikte yenilikçi gelişmesine neden olabilmektedirler.

## 5. KAYNAKÇA

**Alkhayyat, J.** 2013. Design Strategy for Adaptive Kinetic Patterns: Creating a Generative Design for Dynamic Solar Shading Systems”, M.Sc thesis University of Salford., Manchester, UK, s. 78–80.

**Ağırbaş, A.** 2019. Façade Form-Finding With Swarm Intelligence, Automation in Construction 99, s. 140-151.

**Akipek, Ö.F.** 2004. Bilgisayar Teknolojilerinin Mimarlıkta Tasarım Geliştirme Amaçlı Kullanımları, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı.

**Akipek, F.Ö. ve N. İncoğlu.** 2007. Bilgisayar Destekli Tasarım Ve Üretim Teknolojilerinin Mimarlıktaki Kullanımları, Megaron Yıldız Teknik Üniversitesi E-Dergisi, Cilt 2, Sayı 4, s. 237-253.

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

**Barozzi, M., J. Lienhard, A. Zanelli ve C. Monticelli.** 2016. The Sustainability of Adaptive Envelopes: Developments of Kinetic Architecture”, Procedia Engineering 155 (275–284), s.1877–7058. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.029>

**Cimmino, M.C., R. Miranda, E. Sicignano, A.J.M. Ferreira, R.E. Skelton ve F. Fraternali.** 2016. Composite solar façades and wind generators with tensegrity architecture, Composites Part B, s. 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2016.09.077>

**Chu, K.** 2006. Metaphysics of genetic architecture and computation, Archit. Des. 76 (4), s. 38–45. <https://doi.org/10.1002/ad.292>

**Çakıcı Alp, N.** 2011. *Binalarda Kullanıcıların Acil Durum Davranışının ve Hareketinin Etmen Tabanlı Bir Model İle Temsili Ve Benzetimi*, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı.

**Çavuş, Ö.** 2019. Learning From Folding For Design In Kinetic Structures In Architecture, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Bina Bilgisi, mimarlık Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.

**Fouad, S.M.A.E.** 2012. Design Methodology: Kinetic Architecture, Doktora Tezi, Alexandria University, Faculty of Engineering, B.Sc. of Architecture.



- Grobman, Y.J., I.G. Capeluto ve G. Austern.** 2016. External shading in buildings: comparative analysis of daylighting performance in static and kinetic operation scenarios, *Architectural Science Review*. <http://doi.org/10.1080/00038628.2016.1266991>
- Hosseini, S.M., M. Mohammadi, A. Rosemannb, T. Schröderc ve J. Lichtenberg.** 2019a. A morphological approach for kinetic façade design process to improve visual and thermal comfort: Review, *Building and Environment* 153, s. 186–204. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.02.040>
- Hosseini, S.M., M. Mohammadi ve O. Guerra-Santin.** 2019b. Interactive kinetic façade: Improving visual comfort based on dynamic daylight and occupant's positions by 2D and 3D shape changes, *Building and Environment* 165, s. 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106396>
- Juaristi, M., R. Loonen, F. Isaia, T. Gómez-Acebo ve A. Monge-Barrio.** 2020. Dynamic Climate Analysis for early design stages: a new methodological approach to detect preferable Adaptive Opaque Facade Responses, *Sustainable Cities and Society*, s. 1-69. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102232>
- Keskin, G.** 2008. Dijital Form Türetici (Froebel Form Türetici) İle Bir Konut Yerleşkesinin Tasarım Süreci, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı.
- Khosromanesh, R. ve M. Asefi.** 2019. Form-finding mechanism derived from plant movement in response to environmental conditions for building envelopes, *Sustainable Cities and Society* 51, s. 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101782>
- Kormaníková, L., E. Kormaníková ve D. Katunský.** 2017. Shape Design and Analysis of Adaptive Structures, *Procedia Engineering* 190, s. 7 – 14. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.05.300>
- Li, S., H. Fang, S. Sadeghi, P. Bhovad ve K.-W. Wang.** 2018. Architected Origami Materials: How Folding Creates Sophisticated Mechanical Properties. *Advanced Materials*, 1805282. <https://doi.org/10.1002/adma.201805282>
- Mahmoud, A.H.A. ve Y. Elghazi.** 2016. Parametric-based designs for kinetic facades to optimize daylight performance: comparing rotation and translation kinetic motion for hexagonal facade patterns, *Solar Energy* 126, s. 111–127. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2015.12.039>
- Matheou, M., A. Couvelas ve M.C. Phocasa.** 2020. Transformable building envelope design in architectural education, *Procedia Manufacturing* 44, s. 116–123. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.212>
- Pesenti, M., G. Masera ve F. Fiorito.** 2015. Shaping an origami shading device through visual and thermal simulations, *Energy Procedia* 78, s. 346–351. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.11.663>
- Radwan, G.A.N. ve A.N. Osama.** 2016. Biomimicry, an approach, for energy efficient building skin design, *Procedia Environmental Sciences* 34, s. 178–189. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.04.017>
- Razzaghamanesh, D.** 2015. Impact Of Parametric Design On Designing Performative Facades (Parametrik Tasarımın Performatif Cephe Tasarımı Üzerine Etkisi), Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı.

**Schieber, G., L. Born, P. Bergmann, A. Körner, A. Mader, S. Saffarian, O. Betz, M. Milwich, G.T. Gresser ve J. Knippers.** 2017. Hindwings of insects as concept generator for hingeless foldable shading systems, *Bioinspiration Biomimetics* 13 (1) 016012, s. 1-20. <https://doi.org/10.1088/1748-3190/aa979c>

**Schleicher, S., J. Lienhard, S. Poppinga, T. Speck ve J. Knippers.** 2015. A methodology for transferring principles of plant movements to elastic systems in architecture, *Computer Aided Design* 60, s. 105–117. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cad.2014.01.005>

**Shahin, H.S.M.** 2019. Adaptive building envelopes of multistory buildings as an example of high performance building skins, *Alexandria Engineering Journal* 58, s. 345–352. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2018.11.013>

**Sheikh, W.T. ve Q. Asghar.** 2019. Adaptive biomimetic facades: Enhancing energy efficiency of highly glazed buildings, *Frontiers of Architectural Research* 8, s. 319-331. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2019.06.001>

**Singh, V. ve N. Gu.** 2012. Towards an integrated generative design framework, *Des. Stud.* 33 (2), s.185–207. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2011.06.001>

**Tabadkani, A., M.V. Shoub, F. Soflae ve S. Banihashem.** 2019. Integrated Parametric Design Of Adaptive Facades For User's Visual Comfort, *Automation in Construction* 106 102857, s. 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102857>

**Terzi, N.** 2019. Mimarlıkta Hesaplamalı Teknolojiler ve Geometri, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı.

**Tok, H.** 2008. Gramer Tabanlı Mimari Tasarım: Mardin'de İlköğretim Okulu Tipolojileri, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı.

**Wang, J., J. Li ve X. Chen.** 2010a. Parametric Design Based on Building Information Modeling for Sustainable Buildings, *Challenges in Environmental Science and Computer Engineering [Konferans Sunumu]*, 2. 236-239. 10.1109 / CESCE.2010.285

**Wang, J. ve J. Li.** 2010b. Bio-inspired Kinetic Envelopes for Building Energy Efficiency based on Parametric Design of Building Information Modeling, *Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference, APPEEC.* 10.1109 / APPEEC.2010.5449511

**Yang, X.S. ve M. Karamanoglu.** 2013. Swarm Intelligence and Bio-Inspired Computation: An Overview, Theory and Applications, s. 3-23. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-405163-8.00001-6>

## İNTERNET KAYNAKLARI

**LIFT Architects.** 2017. The Air Flow (ER), <http://www.liftarchitects.com/#/air-flower>, Erişim Tarihi 04 Ağustos 2020.

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

## NATURALLY OCCURRING NITRATE AND NITRITE İN NUTRIENTS: DETERMINATIONS İN ANATOLIAN HONEY-BEE POLLENS BY CAPILLARY ELECTROPHORESIS

Zeynep KALAYCIOĞLU<sup>1</sup>,<sup>1</sup>Department of Chemistry, Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey  
kalayciogluz@itu.edu.tr ORCID No: 0000-0002-0967-0997H. Sena KARADENİZ<sup>2</sup>,<sup>2</sup>Department of Chemistry, Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey  
haticesenakaradeniz@gmail.com ORCID No: 0000-0002-2309-6477F. Bedia ERİM<sup>3</sup><sup>3</sup>Department of Chemistry, Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey  
erim@itu.edu.tr ORCID No: 0000-0001-9406-6681

Geliş Tarihi/Received Date: 01.05.2021 Revizyon Tarihi/Revision Date: 11.06.2021

Kabul Tarihi/Accepted Date: 14.06.2021

**Abstract**

The aim of this work is the simultaneous determination of nitrate and nitrite in a set of bee-pollens of Anatolia using a capillary electrophoretic technique. Separation and determination conditions were 30 mM formic acid/formate buffer at pH 4.0. In earlier steps with pollen samples, only nitrate anion was detected. Consequently, a sample stacking method was applied to increase the detection sensitivity of both anions for the pollen samples. In a stacking operation, the conductivity of separation buffer should be higher than the sample zone. The conductivity of the separation buffer was increased by the addition of 30 mM sodium sulfate. Injection condition was 160 s at 50 mbar. The calibration curves show linear dynamic ranges from 1.5 to 30 µmol/L and 1.5 to 10 µmol/L with correlation coefficients of 0.989 and 0.999 for nitrate and nitrite ions, respectively. All the pollen samples contained appreciable amounts of nitrate (from  $2.880 \pm 0.055$  to  $18.72 \pm 0.46$  mg/kg). Low levels of nitrite were found in all samples (from  $0.048 \pm 0.008$  to  $0.301 \pm 0.001$  mg/kg).

**Keywords:** Capillary electrophoresis, Pollen, Nitrate, Nitrite, Sample stacking**GIDALARDA DOĞAL OLARAK OLUŞAN NİTRAT VE NİTRİT: KAPİLER ELEKTROFOREZ İLE ANADOLU ARI POLENLERİNDEKİ TAYİNİ****Özet**

Bu çalışmanın amacı, Anadolu'nun farklı bölgelerinden toplanan bir seri arı poleninde nitrat ve nitritin kapiler elektroforetik bir teknik kullanılarak bir arada tayin edilmesidir. Ayırma ortamı olarak 30 mM formik asit / format tamponu (pH: 4.0) kullanılmıştır. Ön çalışmalarda polen örneklerinde yalnızca nitrat anyonu tespit edilmiştir.

Polen numunelerinde her iki anyonun deteksiyon hassasiyetini artırmak için bir örnek sıkıştırma yöntemi uygulanmıştır. Örnek sıkıştırma yönteminde, ayırma tamponunun iletkenliği numune bölgesinden daha yüksek olmalıdır. Bu çalışmada, ayırma tamponunun iletkenliği, 30 mM sodyum sülfat ilavesiyle artırılmıştır. Enjeksiyon koşulu, 50 mbar'da 160 saniyedir. Kalibrasyon eğrileri, nitrat ve nitrit iyonları için sırasıyla 0.989 ve 0.999 korelasyon katsayıları ile 1.5-30  $\mu\text{mol} / \text{L}$  ve 1.5-10  $\mu\text{mol} / \text{L}$  arasında doğrusallık göstermiştir. Tüm polen örneklerinin önemli miktarda nitrat içerdiği görülmüştür ( $2.880 \pm 0.055 - 18.72 \pm 0.46 \text{ mg/kg}$ ). Nitrit içeren örneklerdeki nitrit seviyeleri ise  $0.048 \pm 0.008$  ile  $0.301 \pm 0.001 \text{ mg/kg}$  arasındadır.

**Anahtar Kelimeler:** Kapiler elektroforez, Polen, Nitrat, Nitrit, Örnek sıkıştırma

## 1. INTRODUCTION

Dietary nitrate and nitrite are consumed from vegetables, fruits or processed meats (Öztekin, Nutku and Erim, 2002). Nitrate is reduced to nitrite in mouth and gastrointestinal tract. It has been long believed that excessive nitrite increases the risk of gastrointestinal cancer. However, health benefit effects of nitrate and nitrite taken from natural products were revealed (Bondonno, Croft and Hodgson, 2016; d'El-Rei et al., 2016). The studies reporting the health benefits of dietary nitrate and nitrite were summarized in review articles (Bryan and Ivy, 2015; Kapil et al., 2014; Machha and Schechter, 2011). Moreover, nitrate and nitrite contents of food products from worldwide have been displayed considering their risk and benefit in our review article (Kalaycıoğlu and Erim, 2019).

Honey-bee products have gained a huge interest due to their many benefits to humans.

Bee pollen is a natural honey-bee product which is mostly consumed in terms of nutritional value. It has been also used for therapeutic aims since ancient times. It consists of the flower pollen which is collected by worker bees. Honey bee-pollen is promoted as a valuable nourishment source due to the secondary metabolites, enzymes and co-enzymes which are contained (Aylanc et al., 2021). The antioxidant, antibacterial, and antimutagenic activities of honey bee-pollen are reported (Dias et al., 2016; Kalaycıoğlu et al., 2017; Su et al., 2021). However, since the pollens come from different plants and flowers, the contents may significantly varied. The varying contents cause the difference in the biological activities and thus in therapeutic effects. Therefore, it is difficult to get a standardization in the application of bee-pollen in phytomedicine.

It is clearly shown that the contents such as vitamins, minerals, and phenolics of bee-products are certainly dependent on their botanical origins (Kalaycıoğlu et al., 2017; Kaygusuz et al., 2016). Hence, nitrate and nitrite levels in bee-pollen could be an additional factor in the classification.

Anatolia is one of the most extremely convenient region for the apicultural products in the world due to its geographical location, wide flora and a variety of fruits. The present study reports, for the first time, nitrate and nitrite contents of 10 Anatolian pollen samples from different botanical origins, using a capillary electrophoresis-sample stacking analysis technique.

## 2. EXPERIMENTAL SECTION

### 2.1 Chemicals and standard solutions

Analytical grade sodium nitrite, potassium nitrate, formic acid, sodium sulphate and sodium hydroxide were purchased from Merck (Darmstadt, Germany). Solutions were prepared using ultrapure water from a Milli-Q water system (Purelab Option Q).

The nitrate and nitrite stock solutions were prepared separately from each analyte at 10 mmol/L levels in deionized water and stored at 4°C. The stock solutions were gradually diluted to the working concentration levels with deionized water.

### 2.2 Pollen samples

Ten pollen samples were collected from beekeepers in different regions of Anatolia and given in Table 1 with the information on the geographical origins of the samples. The pollen samples collected from Anzer plateau where is famous for its many endemic flowers and the honeys, Kastamonu, Bayburt, and Balıkesir are heterofloral. Chestnut pollens were collected from Zonguldak and Ereğli region and oak pollen was from Kırklareli. Buckwheat rich pollen was collected from Konya.

### 2.3 Preparation of the samples for the analysis

Pollen samples were grounded in a pestle and then 500 mg of fine powdered samples were accurately weighed. Each sample was extracted twice with 2.5 mL of deionized water. The suspensions were stirred for 5 minutes at 85°C with vortex and then incubated for 30 minutes in water bath. The supernatants were combined after being filtered through a Whatman 41 filter paper and the final extract was diluted to 5 mL with deionized water. The resulting solution was filtered from 0.45 µm microfilter and directly injected. Pollen samples were analysed at least in three times.

**Table 1.** Classification of the studied pollen samples

Pollen Samples	Botanical origin	Collected area of Turkey
Anzer 1	Heterofloral	Anzer (Low region)
Anzer 2	Heterofloral	Anzer (Middle region)
Anzer 3	Heterofloral	Anzer (Hill region)
Chestnut 1	Rich in chestnut pollen	Zonguldak
Chestnut 2	Rich in chestnut pollen	Ereğli
Buckwheat	Rich in buckwheat pollen	Konya
Oak	Rich in oak pollen	Kırklareli
Abana	Heterofloral	Kastamonu
Bayburt	Heterofloral	Bayburt
Balıkesir	Heterofloral	Balıkesir

## 2.4 Apparatus and operating conditions

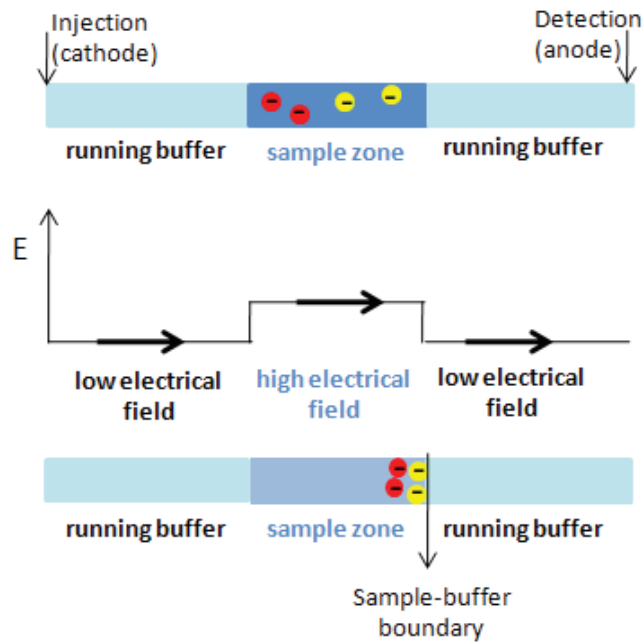
All experiments were performed with an Agilent 1600 capillary electrophoresis system (Waldbronn, Germany). Separations were carried out in uncoated fused silica capillaries with 50  $\mu\text{m}$  i.d. (Polymicro Technology, Phoenix, AZ, USA). The total length of capillary was 65 cm and the length to the detector was 50 cm. The separation electrolyte was 30 mmol/L formic acid buffer at pH 4.0 containing 30 mmol/L sodium sulphate. Samples were injected at 50 mbar for 160 s. The separation voltage was -25 kV, and measurements were performed at 25°C. The UV detection was carried out at 210 nm. Data collection and processing were carried out using Agilent ChemStation software. Before use, new capillaries were conditioned with 1 mol/L sodium hydroxide and water for 30 min. The capillary was flushed successively with 0.1 mol/L sodium hydroxide, water and running electrolyte between runs for 2 min each.

## 3. RESULTS AND DISCUSSION

### 3.1 Determination of nitrate and nitrite contents of pollen samples

Nitrate and nitrite anions were determined in the pollen samples by the sample stacking-capillary electrophoresis technique. Both anions were separated in 2 min using low pH running buffer. Since the electroosmotic flow (EOF) inside the capillary column is reduced at low pHs, the anions having high electrophoretic mobilities can rapidly move when the injections are applied from cathodic side. So, the polarity was changed to negative in this study. Formic acid/formate buffer at pH:4.0 was chosen as running buffer.

Pollen samples were applied to low volume sample injection with 50mbar 6s in the preliminary experiments. However, only nitrate was detected in the samples. Hence, in further step, a sample stacking technique was applied. Kalaycioğlu and Erim (2016) developed this technique for the determination of nitrate and nitrite in fish products. In this study, it was applied for the analysis of both anions in the pollen samples. In the sample stacking technique, the conductivity of the running buffer is increased. Thus the overloaded peaks which the large volume injection cause, turns into sharpened analyte peaks. Therefore, 30 mmol/L sodium sulfate was added into the running buffer. The separation buffer presents lower electrical field than that of the sample zone due to the higher conductivity of buffer zone. Both anions move fast in the sample zone. When they come across to buffer region, the suddenly slow down because of the low electrical field. Fig. 1 representatively shows the sample stacking technique in low pH separation medium. The sample is stacked at the sample and buffer zone boundary and sharp peaks are seen in the electropherogram. The detection sensitivities for nitrate and nitrite were enhanced 30-fold with this sample stacking technique.



**Figure 1.** Sample stacking technique in low pH separation medium

### 3.2 Method validation

The calibration curve showed linear dynamic ranges from 1.5 to 30  $\mu\text{M}$  with correlation coefficient of 0.989 for nitrate. For nitrite, the calibration curve was constructed between 1.5-10  $\mu\text{M}$  with the calibration coefficient of 0.998. The precision of the method was performed in terms of inter-day and intra-day repeatability as RSD%. Intra-day analyses were determined by injecting the anions seven times in the same day. Inter-day repeatability was calculated by injecting both anions on three different days, seven injections in each day. The relative standard deviation was smaller than 3.70 for intra-day analysis and inter-day analysis for both anions as seen in Table 2. The limit of detection, LOD ( $S/N=3$ ) was calculated as three times the average noise taken for three different baseline areas. The limit of quantification, LOQ ( $S/N=10$ ) was given as ten times the average noise. LOD values of nitrate and nitrite were 0.21  $\mu\text{M}$  and 0.31  $\mu\text{M}$  and LOQ values were respectively. Analytical method validation values are given in Table 2.

**Table 2.** Analytical parameters of the method applied

Parameter	Nitrate	Nitrite
<i>Intra-day precision</i>		
Corrected peak area (RSD, %)	1.70	2.12
Migration time (RSD, %)	1.34	1.60
<i>Inter-day precision</i>		
Corrected peak area (RSD, %)	2.14	3.61
Migration time (RSD, %)	1.68	1.82
<i>Linearity</i>		
Linear range (μM)	1.5-30	1.5-10
Regression equation	$y=0.0077x+0.0016$	$y=0.0064x+0.0015$
Correlation coefficient	0.989	0.998
LOD (μM)/(mg/L)	0.21/0.013	0.31/0.014
LOQ (μM)/(mg/L)	0.71/0.044	1.03/0.047

Recoveries of the anions were calculated by using the standard addition method (Table 3). A pollen extract (Anzer 1) was fortified with the analyte ions, each at three different concentrations corresponding to 50, 100 and 200 % of the real sample concentrations. The percentage of recovery was calculated with the formula (1):

$$\text{Recovery (\%)} = [(C_1 - C_2) / C_3] \times 100$$

where  $C_1$  is the concentration determined in fortified sample,  $C_2$  is the concentration determined in unfortified sample and  $C_3$  is the concentration of added standard. Good results of mean recoveries were obtained, with values ranging between 90.2 and 107 %.

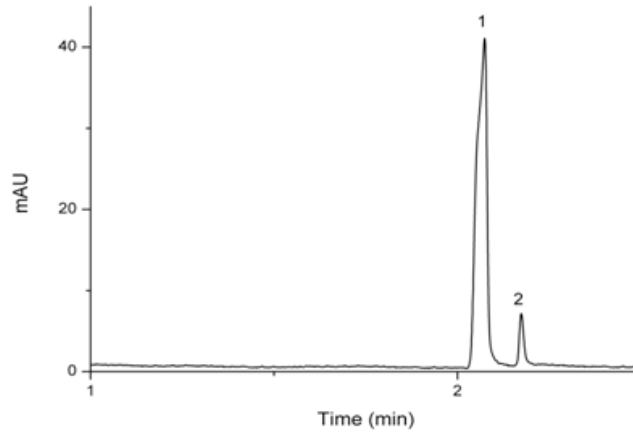
**Table 3.** Recovery values of nitrate and nitrite for a pollen sample (Anzer 1) at three concentration levels

	Sample content (μM)	Anion added (μM)	Recovery% ± SD (n=2)
Nitrate	19.72	9.86	95.3 ± 2.5
		19.72	102 ± 3.7
		39.45	107 ± 2.3
Nitrite	1.63	0.82	90.2 ± 1.4
		1.63	97.8 ± 2.9
		3.26	105 ± 3.8

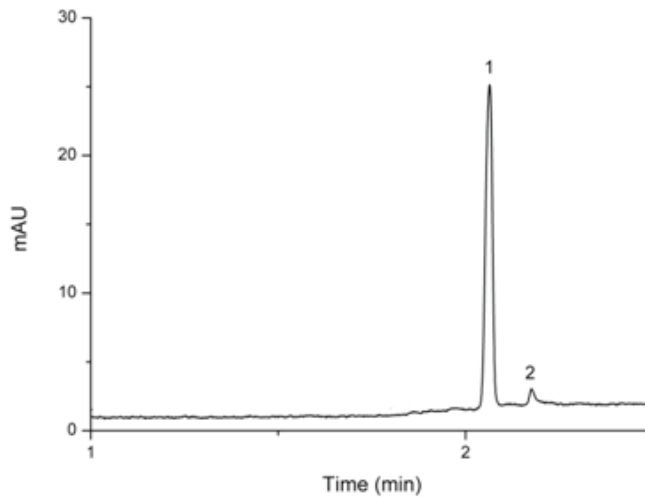
### 3.3 Nitrate and nitrite concentrations of pollen samples

Nitrate and nitrite were determined in 10 bee-pollen samples using sample stacking capillary electrophoresis method. Sample solutions were prepared as described in the experimental part. Each sample was injected directly for nitrite and nitrate analysed at least three times. One representative electropherogram of a pollen sample is given in Fig. 2. For nitrate determination, each sample was diluted 10-fold (Fig. 3).





**Figure 2.** Electrophoregram of a pollen sample (Anzer 1). Buffer: 30 mM formic acid, 30 mM sodium sulfate, pH:4.0. Capillary column: 65 cm (50 cm to dedector)x50  $\mu$ m i.d. Potential: -25 kV, Injection: 50 mbar, 160 s. Detection:  $\lambda$ :210 nm. Peaks: (1) Nitrate; (2) Nitrite



**Figure 3.** Electrophoregram of a 1:10 diluted pollen sample (Anzer 1). Conditions are the same as Fig.2

Nitrate and nitrite contents of pollen samples analyzed are shown in Table 4. Nitrate amounts varied from 2.880 to 18.72 mg/kg in pollen samples. As seen from Table 4, the nitrate contents of oak pollen are significantly higher than those of other pollens. Anzer-3 pollen (13.47 mg/kg) and the pollen sample collected from Bayburt (13.40 mg/kg) follow the oak pollen. Except the pollen sample collected from Balıkesir (2.880 mg/kg), the other pollen samples seem to have more or less the same amount of nitrate.

Nitrite values were between 0.048 mg/kg and 0.301 mg/kg. The nitrite amount of two pollen samples (Abana and Balıkesir) was found to be lower than limit of quantification (LOQ) of the method. The Pearson correlation analysis was performed between nitrate and nitrite contents. The value of R is 0.8732 ( $p <$

0.05). This is a strong positive correlation, which means that high nitrate contents go with high nitrite contents and (vice versa).

This is the first report on the nitrate and nitrite contents in pollen samples, as far as we know. For the other apicultural products, there is a limited number of articles and all of them are centered on honey. Nitrate contents of Spanish honey were determined by capillary electrophoresis and found to be between 2.4 and 9.0 mg/kg (Suarez-Luque et al. 2006). Gao et al. (2016) reported the only nitrite ion concentration in honey as 38.65  $\mu$ M. There are only two study which reported both the nitrate and nitrite anion. Beretta et al. (2010) determined these anions in different originated honey samples by ion-chromatography technique. Nitrate amount was changed between 1.63 and 482.98 mg/kg. Nitrite was found to be between 0.01 and 0.23 mg/kg which is very small amount. Kaygusuz (2020) reported the nitrate and nitrite anion amount as 3.47 and 19.05 mg/kg in a rare honey sample from Iğdır region, respectively.

**Table 4.** Nitrate and nitrite contents of the studied pollen samples

	<b>Nitrate (mg/kg <math>\pm</math> SD)</b>	<b>Nitrite (mg/kg <math>\pm</math> SD)</b>
Anzer 1	11.69 $\pm$ 0.53	0.073 $\pm$ 0.003
Anzer 2	11.83 $\pm$ 0.68	0.098 $\pm$ 0.006
Anzer 3	13.47 $\pm$ 0.48	0.117 $\pm$ 0.016
Chestnut 1	8.375 $\pm$ 0.413	0.048 $\pm$ 0.008
Chestnut 2	11.65 $\pm$ 0.57	0.072 $\pm$ 0.007
Buckwheat	12.73 $\pm$ 0.96	0.106 $\pm$ 0.010
Oak	18.72 $\pm$ 0.46	0.301 $\pm$ 0.001
Abana	6.271 $\pm$ 0.396	<LOQ
Bayburt	13.40 $\pm$ 0.61	0.115 $\pm$ 0.004
Balıkesir	2.880 $\pm$ 0.055	<LOQ

#### 4. CONCLUSION

In this study, nitrite and nitrate contents of 10 pollen samples from Anatolia were clarified using a simple, rapid, and efficient capillary electrophoresis technique. The sensitivities of ions were enhanced by sample stacking application. Pollen is found having appreciable amounts of nitrate. The nitrite, both as an ingredient of pollen and coming from reduction of nitrate, is rapidly protonated to nitric acid, which decomposes to NO and other nitrogen oxides. NO can exert a vasodilation effect when comes into contact with the gastric vasculature even in very low amounts. The nitrite content of all the pollens is very low, confirming the dietary safety of this functional food product.

## 5. REFERENCES

- Aylanc, V., S.I. Falcao, Ş. Ertosun, and M. Vilas-Boas.** 2021. From the hive to the table: Nutrition value, digestibility and bioavailability of the dietary phytochemicals present in the bee pollen and bee bread. *Trends in Food Science and Technology* (109), 464-481.
- Beretta, G., F. Gelmini, V. Lodi, A. Piazzalunga, and R. Maffei Facino.** 2010. Profile of nitric oxide (NO) metabolites (nitrate, nitrite and N-nitroso groups) in honeys of different botanical origins: Nitrate accumulation as index of origin, quality and of therapeutic opportunities. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* (53), 343-349.
- Bondonno, C.P., K.D. Croft, and J.M. Hodgson.** 2016. Dietary nitrate, nitric oxide, and cardiovascular health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* (56), 2036-2052.
- Bryan, N.S. and J.L. Ivy.** 2015. Inorganic nitrite and nitrate: evidence to support consideration as dietary nutrients. *Nutrition Research* (35), 643- 654.
- d'El-Rei, J., A.R. Cunha, M. Trindade, and M.F. Neves.** 2016. Beneficial effects of dietary nitrate on endothelial function and blood pressure levels. *International Journal of Hypertensions* (2016), 6791519.
- Dias, L.G., G. Tolentino, A. Pascoal, and L.M. Estevinho.** 2016. Effect of processing conditions on the bioactive compounds and biological properties of bee pollen. *Journal of Apicultural Research* (55), 357-365.
- Gao, M., W. Fang, J. Ren, A. Shen, and J. Hu.** 2016. Reliable SERS detection of nitrite based on pH and laser irradiance-dependent diazotization through a convenient sampling micro-chamber. *Analyst* (141), 5195-5201.
- Kalaycıoğlu, Z., and F.B. Erim.** 2016. Simultaneous determination of nitrate and nitrite in fish products with improved sensitivity by sample stacking-capillary electrophoresis. *Food Analytical Methods* (9), 706-711.
- Kalaycıoğlu, Z., and F.B. Erim.** 2019. Nitrate and nitrites in foods: worldwide regional distribution in view of their risks and benefits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (67), 7205-7222.
- Kalaycıoğlu, Z., H. Kaygusuz, S. Döker, S. Kolaylı, and F.B. Erim.** 2017. Characterization of Turkish honeybee pollens by principal component analysis based on their individual organic acids, sugars, minerals, and antioxidant activities. *LWT-Food Science and Technology* (84), 402-408.
- Kaygusuz, H., F. Tezcan, F.B. Erim, O. Yıldız, H. Şahin, Z. Can, and S. Kolaylı.** 2016. Characterization of Anatolian honeys based on minerals, bioactive components and principal component analysis. *LWT-Food Science and Technology* (68), 273-279.
- Kaygusuz, H.** 2020. Analysis of a rare honey sample from Tuzluca/Iğdır region. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* (10), 1139-1145.
- Kapil, V., E. Weitzberg, J.O. Lundberg, and A. Ahluwalia.** 2014. Clinical evidence demonstrating the utility of inorganic nitrate in cardiovascular health. *Nitric Oxide* (38), 45-57.

**Machha, A., and A.N. Schechter.** 2011. Dietary nitrite and nitrate: a review of potential mechanisms of cardiovascular benefits. *European Journal of Nutrition* (50), 293–303.

**Öztekin, N., M.S. Nutku, and F.B. Erim.** 2002. Simultaneous determination of nitrite and nitrate in meat products and vegetables by capillary electrophoresis. *Food Chemistry* (76), 103-106.

**Su, J., X. Yang, Q. Lu, and R. Liu.** 2021. Antioxidant and anti-tyrosinase activities of bee pollen and identification of active components. *Journal of Apicultural Research* (60), 297-307.

**Suarez-Luque, S., I. Mato, J.F. Huidobro, J. Simal-Lozano, and M.T. Sancho.** 2006. Capillary zone electrophoresis method for the determination of inorganic anions and formic acid in honey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (54), 9292-9296.

### **Acknowledgments**

The authors would like to thank Prof. Dr. Sevgi Kolaylı for supplying the pollen samples and the Research Foundation of Istanbul Technical University for financial support. The authors have declared no conflict of interest.

## SAMPLE MANUSCRIPT SUBMISSION TO

## AURUM - Journal of Engineering Systems and Architecture (A-JESA)

[TITLE COMES HERE]

[Author1]<sup>1</sup>, [Author2]<sup>2</sup>, [Author3]<sup>3</sup><sup>1</sup> [Name of the Department, Faculty and University, City, Country]<sup>2</sup> [Name of the Department, Faculty and University, City, Country]

[e-mails, ORCID No]

**Abstract**

Authors are responsible for submitting a complete manuscript, including an abstract of not more than 200 words, author affiliation(s) and contact details, and a final reference list, a list of image credits, and all diagrams, tables, figures, captions, and footnote citations.

It is not the responsibility of the editors to add material to your manuscript. If you do not provide all the necessary sections you will be asked to add any missing material prior to editing which may eventually delay publication.

Articles carry an abstract of no more than 200 words under the title. An abstract must give a sense of the focus, scope, argument and (please) conclusions of the whole paper.

Author(s) affiliation, postal address, and email included on an unnumbered note above the first footnote. The author note may also be used for any acknowledgements.

**Keywords:** [Minimum 3, maximum 5 keywords should be given]

**[TÜRKÇE BAŞLIK]****Özet**

Türkçe özet verilecektir. İngilizce metinler için türkçe özet, türkçe metinler için ingilizce özet verilmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** [En az 3, en çok 5 adet anahtar kelime verilmelidir]

## 1. INTRODUCTION

The introduction should include the objectives of the work and an adequate background. Literature survey should also be a part of this section.

The authors must implicitly accept that their submission has been neither published nor submitted to another journal. If a major part of the paper has already been published, the paper cannot be accepted for publication in Aurum Journal of Engineering Systems. Papers that have been submitted in proceedings can be accepted for publication only if substantial extensions to the original proceeding paper are made, and some additional methodological contributions possibly with more significant impact than the extension results are offered.

Original papers, review articles, case studies, short communications, book reviews, letters to the editors are welcome. Please ensure that you select the appropriate article type from the list of options when making your submission. Authors contributing to special issues should ensure that they select the special issue article type from this list. Any comment on or discussion of a published paper should be submitted within six months of the online publication of the paper under discussion.

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. You may choose to submit your manuscript as a single file to be used in the refereeing process. This can be a PDF file or a Word document, in any format or layout that can be used by referees to evaluate your manuscript. It should contain high enough quality figures for refereeing. If you prefer to do so, you may still provide all or some of the source files at the initial submission.

### 1.1 Main Body

Main body of the text may be divided into multiple sections depending on the depth of analysis and results given in the paper. This section should first extend, not repeat, the background to the article already dealt with in the Introduction and lay the foundation for the results. Then results and discussion should be presented. Results should be clear and concise.

Manuscripts should be submitted in size 12 in a readable font (Times, Arial, Calibri, etc.)(First submission). The main text and footnotes should both be double spaced and left-aligned (ragged right). Formatting the manuscript in this way is a courtesy which aids screen readability and the use of track changes and comment tools used in the editing and review process.

Short papers are encouraged since the journal pages are limited. The references should be prepared according to the journal style described below. It is the responsibility of the authors to format the references in accordance with the journal's citation style. If you do not follow these guidelines you will be asked to reformat your paper prior to editing and this may ultimately cause publication delays.

Articles should not generally exceed 40 pages (double-spaced, 12 point Times New Roman or similar font with 2.5 cm - 1 inch margins) including the reference list.

Titles and subtitles in the article are to be capitalized sentence style (i.e., only the first word and proper nouns).

Tables, figures and images can be submitted as part of the source files with a full caption provided in an appropriate format (see below-Fig 1). With the exception of photos or screenshots, we expect that tables and figures are submitted in an editable format.

Digital files of images should be of the maximum size and resolution possible, with a minimum resolution of 300 dpi (min. length 15 cm.), and are to be provided as separate files. Authors are responsible for acquiring their own image permissions.

Graphs, charts and tables should be provided in an editable format (either word processor or spreadsheet), not as static images. Authors are responsible for acquiring permission to use datasets and for the accuracy of the data they use.

$$D = \lim_{r \rightarrow 0} \frac{\log C(r)}{\log r} \quad (1\text{-example of formulas})$$



**Figure 1.** [Figure title comes here/ example of figure]

### 1.1.1 [Third degree title]

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

**Table1.** [Example of Table caption]

Recordings		A	B
Instrument	Mode		
X	Y	C	D

## 2. CONCLUSIONS

The main conclusions of the study may be presented in this section.

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

Aurum Journal of Engineering Systems and Architecture publishes novel articles in English only. The preferred spelling is US English, except in citations of works published in UK English. All non-English words found in an unabridged US English dictionary should be treated as English words.

In line with Chicago manual advice, Aurum follows the *Merriam Webster's Collegiate Dictionary* as a source for standard US spellings, including hyphenated and capitalized forms.

Aurum Journal of Engineering Systems and Architecture follows standard US capitalization practices as per the Merriam Webster's Collegiate Dictionary ([www.merriam-webster.com](http://www.merriam-webster.com)).

Titles of published works are always to be capitalized in headline style (i.e., all the nouns and verbs, but not the articles or prepositions unless they begin a sentence or subtitle). Aurum applies this rule to Turkish titles even where the original title is in sentence style, as in French or German titles. Thus:

Raiffa, H., Schlaifer, R. *Applied Statistical Decision Theory*. Cambridge: Harvard Business School, 1961.

Integer numbers in Arabic numerals are required for all items like equations, references, figures, tables, theorems, algorithms, proofs, notes, or any item you want to number across the paper. American separators for thousands (,) and decimals (.) are used. Thousands separators are not used for page numbers:

Every year, approximately **7,500** foreign flagged ships visit US ports, carrying the bulk of shipments into the US, including 175 billion gallons of oil and other fuels.

The transportation industry made \$56 billion revenue out of port service operations, whereas federal, state, and local agencies were able to collect \$ **16.1** billion of taxes.

Wein, L. M., Wilkins, A.H., Baveja, M., and Flynn, S. "Preventing the importation of illicit nuclear materials in shipping containers," *Risk Analysis*, 26(3), **1377–1393**, 2006.

Numbers higher than 999,999 are written out with a combination of decimal numbers and words: The market for digital games grew 8 percent from 2014 to **\$61 billion**, according to a new report from gaming intelligence firm SuperData Research.

In the main text, tables, charts, and figures the abbreviated symbol % for percentages may be used.

Ranges of dates or page numbers take a single en dash (–):

Gupta, N., and Kumar, S. "Stochastic comparisons of component and system redundancies with dependent component," *Oper. Res. Lett.*, 42, **284–289**, 2014.



### 3. REFERENCES

List only those references that are cited in the text. References in the text should be cited by the author's surname and the year of publication, for example Brown (2013) or (Brown, 2013). If the reference has two or three authors, cite all the authors' surnames and the year of publication, for example Brown, Kaplan and Jenkins (2004). If the reference has three or more authors, cite the first author's surname followed by et al. and the year of publication – Brown et al. (2005)

If there is more than one reference by the same author with the same year of publication, the first citation appearing in the text would read Brown (2006a), the second citation would read Brown (2006b), etc. At the end of the paper list references alphabetically by the last name of the first author. Examples are provided below.

#### **For journal articles:**

**Wortman, M.A., G-A. Klutke, and H. Ayhan.** 1994. A maintenance strategy for systems subject to deterioration governed by random shocks. *IEEE Transactions on Reliability* (43) 3, 439-445.

#### **For books:**

**Bersekas, D.P.** 1999. *Nonlinear Programming*. Athena Scientific, Belmont.

#### **For conference proceedings:**

**Bakır, N.O., and E. Kardeş.** 2011. A stochastic game model on container security. *Proceedings of the IEEE International Conference on Technologies for Homeland Security*, Waltham, MA.

#### **For chapters in a book:**

**Maybury, M.T.** 2001. Intelligent user interfaces for all. In *User interfaces for all: Concepts, methods and tools* ed. C. Stephanidis. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ, 65-80.

#### **For working papers:**

**Gehrig, T., W. Güth, and R. Levinsky.** 2003. "Ultimatum offers and the role of transparency: An experimental study of information acquisition". Working Paper No. 16-2003, Max-Planck Institute for Research into Economic Systems, Jena, Germany.

#### **For technical reports:**

**Kwon, O.K., and R.H. Pletcher.** 1981. "Prediction of the incompressible flow over a rearward-facing step". Technical Report No. HTL-26, CFD-4, Iowa State University, Ames, IA.

#### **For journal articles:**

**Isidore, C.** 2002. Hope in West Coast port talks. In *CNN Money*, available in <http://money.cnn.com/2002/10/02/news/economy/ports/>, last accessed September, 2009.

**AURUM - Journal of Engineering Systems and Architecture  
(A-JESA)**

**COPYRIGHT TRANSFER FORM**

Transfer of copyright from the Author(s) to Publisher is required for each paper in order to protect both from the consequences of unauthorized use of its contents. Consequently, as a condition to publication it is essential that authors grant the **AURUM - Journal of Engineering Systems and Architecture (A-JESA)** published by **Faculty of Engineering and Natural Sciences of Altınbaş University** - all the rights, including the subsidiary right, of their article. However, authors retain the right to use their article without charge in any book of which they are the authors or editors, after it has appeared in the Journal.

**Title of Article:**

**Author(s) Name(s):**

**Date and Signature(s):**

- 
- 1.
  - 2.
  - 3.
  - 4.
  - 5.
  - 6.

Whereas **(A-JESA)** is undertaking to publish and to broadcast via Internet the article above named <http://aurum.altinbas.edu.tr/en/journal-of-engineering-systems-and-architecture> of which the undersigned is Author, the Author grants and assigns exclusively to **(A-JESA)** for its use, all rights of whatsoever kind or nature now or hereafter protected by the Copyright Laws (common or statutory) of the Turkey and all foreign countries in all languages in and to the below named article, including all subsidiary rights. **(A-JESA)**, in turn, grants to the Author the right of republication in any book of which he or she is the author or editor, subject only to his or her giving proper credit in the book to the original publication of the article by **(A-JESA)**. The Author guarantees that the article furnished has not been published previously elsewhere. Otherwise, the Author guarantees that if it has been previously published in whole or in part in a copyrighted medium the Author will submit an assignment of copyright to **(A-JESA)** and the Author will submit the copy for credit lines with the manuscript. The author warrants that the manuscript is the author's original work. If the work was prepared jointly, the author agrees to inform co-authors of the terms of this agreement. The author also warrants that the article contains no libelous or unlawful statements, and does not infringe on the rights of others.

Please fill the "title of article", "author(s) name", "date" sections of this document. Then sign, scan and send this originally signed document by e-mail to [osman.ucan@altinbas.edu.tr](mailto:osman.ucan@altinbas.edu.tr)

Retain a copy for your own files. For jointly authored articles, all the joint authors should sign or one of the authors should sign as an authorized agent for the others.